



**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**  
**FACULTAD DE VETERINARIA**

**MAL DEL RÍO EN ABEJAS MELÍFERAS. EVALUACIÓN DE MANEJOS QUE  
PERMITAN MANTENER LAS COLONIAS EN CAMPOS PROBLEMA**

**Por**

**COLINA, Lorena**

**RODRÍGUEZ, Valeria**

TESIS DE GRADO presentada como uno de  
los requisitos para obtener el título de  
Doctor en Ciencias Veterinarias  
Orientación: Ciencia y Tecnología de  
los Alimentos de Origen Animal

MODALIDAD: Ensayo experimental

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2017**

**Tesis de grado aprobada por:**

**Presidente de Mesa:**

**Segundo Miembro (Tutor):**

**Tercer Miembro:**

**Cuarto Miembro (Co-Tutores):**

**Fecha:**

**Autores:**

---

Br. Lorena Colina Carrera

---

Br. Valeria Rodríguez Ramírez

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero agradecerle a nuestro tutor Enrique Nogueira y a los cotutores, Ciro Invernizzi y Graciela Pedrana por el tiempo dedicado a nuestro trabajo y la forma generosa y humilde con que nos transmitieron sus conocimientos. A los amigas que me dejo la facultad y que aún conservo, por los momentos y experiencias con ellas compartidas que influyeron en la persona que soy hoy. También aquellos que conocí antes de facultad que siempre me acompañan. A mis compañeros de trabajo que hicieron posible que pudiera concluir con este trabajo. A mi familia por la oportunidad que me dieron de estudiar, con todo el esfuerzo que eso implica, por apoyarme, alentarme siempre, enseñarme los valores fundamentales para formarme como persona y futuro profesional. A Fabián por su contención y compañía a lo largo de esta carrera. A mi hijo por hacerme entender lo fundamental de la vida. Gracias

En primer lugar, agradezco a nuestra Facultad de Veterinaria por darnos la oportunidad de formarnos como profesionales. A Ciro Invernizzi, Graciela Pedrana y Pablo Juri por compartir su tiempo y conocimiento para llevar a cabo nuestro trabajo. A mi familia (a mi padre que me ve desde el cielo, a mi madre, hermanos, sobrinos, cuñados) y amigos. Y por último, pero no menos importante, a mis hijos (Agustín y Valentín) y a Mauricio, a todos muchas gracias por el apoyo incondicional.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS	3
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	5
RESUMEN	6
SUMMARY	7
1. INTRODUCCIÓN GENERAL	8
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	9
2.1. Domesticación de las abejas, e inicio de la Apicultura moderna	9
2.2. La apicultura en el Uruguay	12
2.3. La abeja melífera, un insecto social	13
2.4. Etapas del desarrollo de las abejas, y ciclo de la colonia	16
2.5. Apicultura, productos y polinización	18
2.6. Enfermedades de las abejas y pérdidas de colonias	18
2.7. Intoxicaciones	19
2.8. Mal del Río	20
3. HIPÓTESIS	22
4. OBJETIVOS	22
4.1. Objetivos Generales	22
4.2. Objetivos Específicos	22
5. MATERIALES Y MÉTODOS	23
5.1. Colonias de abejas	23
5.2. Campo problema	24
5.3. Tratamientos, grupos y calendario	25
5.4. Fotografía de la cría y análisis de imágenes	26
5.5. Cosecha y extracción	27
5.6. Evaluación de colonias al final del ensayo	27
5.7. Procesamiento Estadístico	27
6. RESULTADOS	28
7. DISCUSIÓN	33
8. CONCLUSIONES	34
9. BIBLIOGRAFÍA	35

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Figura	Descripción	Página
Fig. 1	Una “cosecha” de miel en la época prehistórica	9
Fig. 2	Colmenas rústicas o fijas	10
Fig. 3	Colmenas de cuadros móviles	11
Fig. 4	Mapa de Uruguay según número de colmenas por departamento	12
Fig. 5	Individuos de la colmena	13
Fig. 6	Esquema de cuadro de una colmena que muestra parte del área de cría, mostrando ambos lados del mismo	14
Fig. 7	Distribución de las diferentes tareas de las abejas obreras dentro y fuera de la colmena	15
Fig. 8	Duración de las etapas del desarrollo de la reina, de la obrera y del zángano	16
Fig. 9	Ciclo natural esperable en una colmena en Uruguay	17
Fig. 10	Departamentos donde se fue registrando el Mal del Río desde 1951 hasta el año 2016.	20
Fig. 11	Flátido productor de las secreciones que contienen el agente causal del MDR	21
Fig. 12	Vista aérea de la zona donde está ubicado el campo problema	24
Fig. 13	Bastidor porta cámara-cuadro.	26
Fig. 14	Grilla para contar en un mismo sector del cuadro, huevos y luego pupas (cría operculada), a efectos de poder establecer % de supervivencia.	27
Fig. 15	Área de cría promedio en los 5 grupos, en el día -3 del ensayo. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas.	28
Fig. 16	Número de calles de abejas en los 5 grupos, en el día -3 del ensayo. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas	28
Fig. 17	Evolución del % de supervivencia de las larvas de cada grupo en cada sesión de fotografía	29
Fig. 18	Kg de miel cosechados a cada Grupo	30
Fig. 19	Supervivencia de larvas al finalizar los tratamientos	31
Fig. 20	Calles de abejas a final del tratamiento	31
Cuadro	Descripción	Página
Cuadro 1	Área de cría y calles de abejas de las colonias de cada Grupo el día -3	23
Cuadro 2	Grupos, tratamientos y cantidad de colonias	25
Cuadro 3	Calendario	25
Cuadro 5	Kg de miel cosechados a cada Grupo	30
Cuadro 6	Supervivencia de colonias al final del ensayo	32

## RESUMEN

Las abejas, en el proceso de traer recursos para la colonia, están expuestas a intoxicarse, tanto por productos surgidos de la actividad humana, como por elementos que se encuentran naturalmente en el ambiente. Hay abundantes registros de intoxicaciones por néctares y pólenes, en todas las regiones donde se practica la apicultura. El Mal del Río es una intoxicación producida por un mielato, que produce una mortalidad masiva de larvas, y las colonias afectadas se van despoblando y mueren. Las colonias afectadas, están cerca de cursos de agua importantes, con abundante vegetación asociada, y suele ocurrir entre mediados de noviembre y mediados de febrero, relacionado a las secreciones de un insecto (Flátido). Cómo las secreciones y su abundancia dependen de las poblaciones de insectos, y estas poblaciones pueden fluctuar año a año en una zona, determinando la aparición o no del problema, el único manejo que se ha aplicado durante décadas, es ante la aparición de los síntomas, a mediados de la primavera, se trasladaran las colonias a campos seguros, donde en muchos casos revierten el cuadro clínico. Sin embargo, este manejo tiene varias limitantes y riesgos. El presente trabajo estudió la posibilidad de desarrollar manejos a efectos de mantener las colonias viables y productivas en los campos problema. Se utilizaron 48 colonias de abejas, divididas en 5 grupos diseñados de forma de poder evaluar los efectos de periódicamente cosecharlos, aportarles jarabe de sacarosa, aportarles cuadros de abejas por nacer de colmenas sanas, sobre la viabilidad de la cría y la producción de miel.

Durante el ensayo, el aporte de jarabe y las cosechas periódicas de la miel depositada, no tuvieron efectos significativos sobre la viabilidad de las colonias. El aporte de cría de colmenas sanas mejoró significativamente la producción de miel.

## SUMMARY

Bees, in the process of bringing resources to the colony, are exposed to intoxication, both by products arising from human activity, and by elements that are naturally found in the environment. There are abundant records in the international literature of poisoning by nectars and pollens, in all regions where beekeeping is practiced. The “River Disease” is an intoxication produced by a honeydew, which produces a massive mortality of larvae, and the affected colonies are depopulated and die. The affected colonies are close to important water courses, with abundant associated vegetation, and usually occur between mid-November and mid-February, related to the secretions of an insect (Flatidae). Since secretions and their abundance depends on insect populations, and these populations can fluctuate year after year in an area, determining the appearance or not of the problem, the only management that has been applied for decades is that upon appearance of the symptoms, in the middle of spring, the colonies will be moved to safe fields, where in many cases they revert the clinical picture. However, this management has several limitations and risks. The present work studies the possibility of developing managements in order to maintain the viable and productive colonies in the problem fields. 48 colonies of bees were used, divided into 5 groups designed to be able to evaluate the effects of periodically harvesting them, providing them with syrup of sucrose, providing combs of bees to be born from healthy hives, about the viability of the breeding and the production of honey. During the trial, the contribution of syrup and the periodic harvests of the honey deposited did not have significant effects on the viability of the colonies. The contribution of raising healthy hives significantly improved honey production

## 1. INTRODUCCIÓN

Las abejas han acompañado al hombre desde épocas muy tempranas, y los productos que se obtienen de su explotación fueron y siguen siendo importantes para la alimentación, la salud y la estética. Sin embargo no son estos productos que nos ofrecen las abejas, donde radica su mayor valor, sino en el servicio de polinización que brindan, que es fundamental para el mantenimiento de la biodiversidad, y para la producción de cultivos comerciales. Cada año hay una mayor superficie de cultivos que dependen de la polinización por insectos, -en particular por la abeja melífera que permite ser manejada a tales efectos-; y en gran parte de planeta se está registrando pérdidas masivas de polinizadores, que nos puede dejar en un escenario de crisis alimentaria global.

Los Veterinarios son los profesionales que van a jugar un rol protagónico en el cuidado de la salud de las abejas. Actualmente en Uruguay, se están muriendo año a año casi un 30% de las colonias de abejas, de forma que es importante que nuestra Institución tenga la capacidad de generar conocimiento y de formar profesionales que puedan operar en el Sector Apícola, con énfasis en temas sanitarios.

El Mal del Río, que afecta a las colonias de abejas cercanas a cursos importantes de agua, constituyó por casi 7 décadas un completo misterio, y produjo pérdidas económicas muy importantes a aquellos productores que resultaron afectados. En los últimos 5 años, la Facultad de Veterinaria ha participado activamente en la comprensión de la enfermedad, y en forma reciente se ha descubierto el agente causal. El presente trabajo aborda un problema concreto, que es el desarrollo de alternativas al único manejo que se ha utilizado históricamente frente a Mal del Río, que era retirar las colonias de los campos problema.



## 2. BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

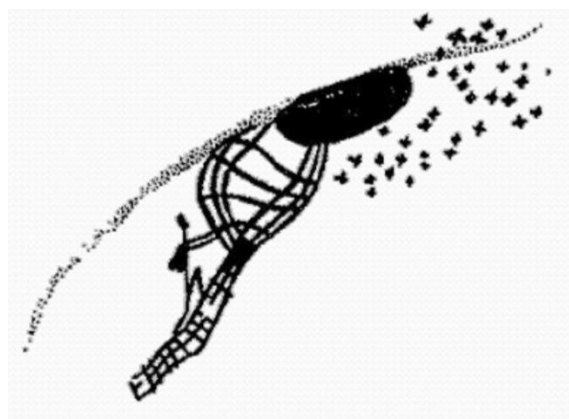
### 2.1. Domesticación de las abejas, e inicio de la Apicultura moderna

Las abejas fueron en su origen avispas que abandonaron la actividad depredadora para pasar a tener una dieta basada en néctar y polen. Esta aparición y progresiva evolución de todos los grupos de abejas, va ligada estrechamente a la aparición de las plantas con flores sobre la tierra hace unos 100 millones de años. Las abejas realizan polinización cruzada que permite la aparición de semillas y el intercambio de material genético entre las plantas, obteniendo a cambio los dos recursos alimenticios vitales: el néctar y el polen. Este proceso continuó hasta la aparición de las primeras abejas *Apis mellifera*, las que se vieron enfrentadas a las características geográficas de África, Asia y Europa, dando como resultado la aparición de diferentes subespecies. Según el registro fósil se han producido pocos cambios morfológicos entre las abejas que existían hace 30 millones de años y las actuales. (Crane, 1990).

La actividad recolectora de miel data de hace más de 10.000 años, hay escenas representadas en pinturas rupestres de recolección de panales en árboles o abrigos rocosos. De ellas la más importante y emblemática a nivel mundial es la de La Cueva de la Araña, en Bicorp, en Valencia, España (Fig. 1, A), las cuales fueron realizadas hacia el año 7.000 a.C. aproximadamente, o las pinturas descubiertas en las cuevas y refugios de las Montañas Drakensberg en Natal, Sudáfrica (Fig. 1 B), que a pesar de la gran distancia geográfica, son muy similares (Crane, 1999).



A



B

Figura 1. Una "cosecha" de miel en la época prehistórica A) Gruta de la Araña, España, B) Cuevas y refugios de las montañas Drakensberg, Sudáfrica

El hombre primitivo saqueaba las colmenas silvestres para poder obtener la miel, utilizando recursos como el humo y el fuego, lo que muchas veces provocaba la muerte de la colonia. La apicultura propiamente dicha, comienza cuando el hombre logra proteger, cuidar y controlar el futuro de las colonias de abejas (Crane, 1999). En este momento, el hombre pasa a alojar a las colonias de abejas en colmenas rústicas, de distintos materiales, de acuerdo a los recursos de cada región, como troncos huecos, arcilla y paja (Fig. 2)



A



B



C



D



E

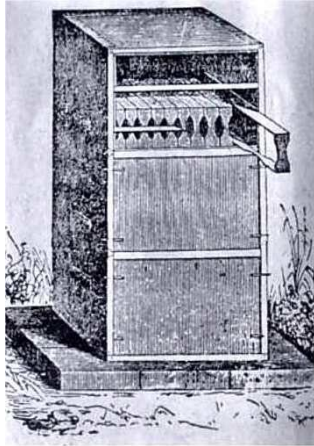


F

Figura 2. Colmenas rústicas o fijistas A) foto de grabado egipcio mostrando colmenas de arcilla B) colmenas de troncos huecos C y D) colmenas de paja E) museo que exhibe diferentes tipos de colmenas rústicas utilizadas en europa F) grabado de un apiario rústico, con diferentes tipos de colmenas rústicas.

Las colmenas rústicas no permitían manejos, y su cosecha implicaba la destrucción total o parcial de la misma. A partir de 1800 hay varios intentos en diferentes partes de europa, para desarrollar colmenas que permitieran un mayor nivel de manejo, basadas en el concepto de marcos individuales donde las abejas construyeran sus panales, y fueran extraíbles, como la colmena Prokopovich en Ucrania en 1808. Sin embargo las colonias solían adherir fuertemente con propóleos todas las partes de estas colmenas entre sí, lo cual tornaba muy dificultoso retirar los marcos (Root, 1973) En 1851 Langstroth patenta una colmena basada en el concepto de “espacio de abeja”, que es de 6

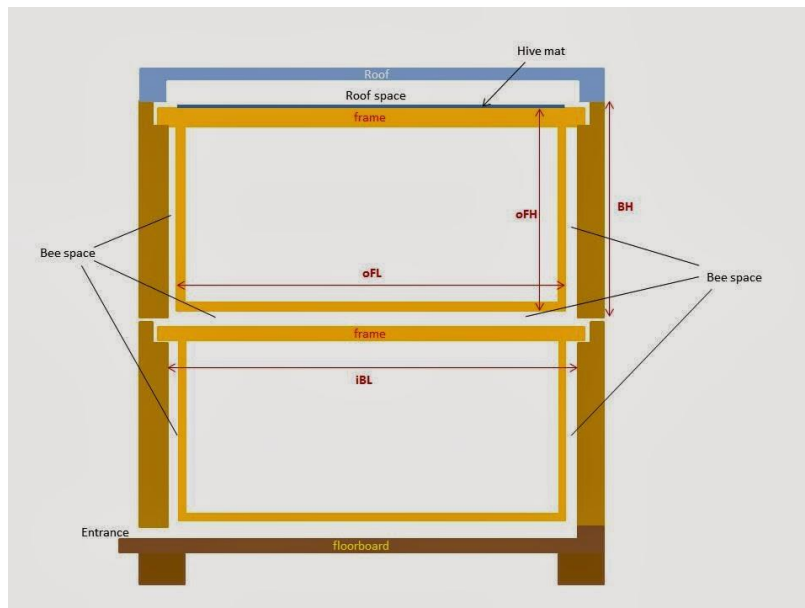
a 9 mm, y es el que la abeja utiliza para movilizarse dentro de la colmena; un espacio menor, como no puede pasar es propolizado, y en uno mayor, puede construir panales. De esta forma la colmena Langstroth mantiene esos espacios entre los marcos y entre las paredes de la colmena, por lo cual son fácilmente extraíbles, abriendo la posibilidades de revisiones y manejos, marcando el nacimiento de la apicultura moderna (Wilde, 2014)



**A**



**B**



**C**

Figura 3. Colmenas de cuadros móviles A) Colmena Prokopovich B) Colmena Langstroth, retirando un cuadro de miel, C) Colmena Langstroth, mostrando su diseño basado en el “espacio de abeja”.

## 2.2. La apicultura en el Uruguay

En 1834 Bernardino Rivadavia introdujo la primera colmena de abejas melíferas en Uruguay, proveniente de Francia. Entre los primeros productores se destacaban los colonos pioneros de Colonia Suiza, San Javier y Nuevo Berlín. En el siglo XX, comienzan a aumentar el número de apicultores y a incorporar colmenas modernas, pero el crecimiento sostenido y la profesionalización del sector comienza a consolidarse a partir de 1950, respondiendo a una fuerte demanda externa, que generó una corriente exportadora que continúa hasta nuestros días (Cordara, 2010).

En la década de 1920 Uruguay importaba miel, pero en 1929 se realizó la primera exportación (Cordara, 2010). Actualmente Uruguay exporta más del 90% de la miel que produce, y al igual que en otras agroindustrias, la aplicación de controles de calidad en cada uno de los puntos del sistema de producción de miel, permite obtener un producto final de mejor calidad, minimizando los rechazos (MGAP, 2016). Los principales países a los que se exporta miel son: Alemania, EE.UU y España (DIEA, 2010). La apicultura ha sido en los últimos años el segundo rubro de exportación del sector granjero, detrás de los cítricos. En el periodo 2001-2010 se exportó miel por un valor promedio de U\$S 19.193.000 por año (DIEA, 2010).

De acuerdo al Registro Nacional de Propietarios de Colmenas, en el año 2016 habían 3071 apicultores propietarios de 587.512 colmenas, colmenas, siendo los Dptos. Con mayor número de colmenas los de Paysandú, Río Negro, Soriano y Colonia (Fig. 4) (DIGEGRA, 2016).

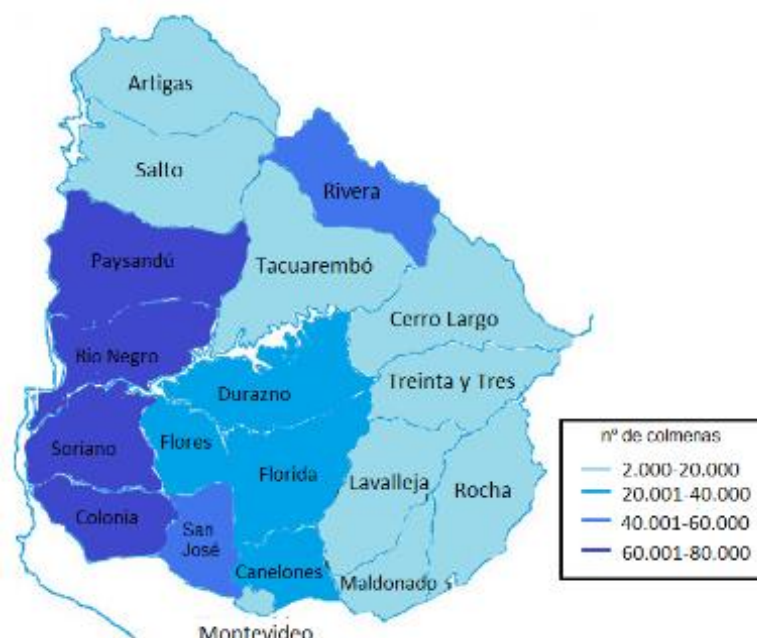


Figura 4. Mapa de Uruguay según número de colmenas por departamento. Datos extraídos de: Registro nacional de propietarios de colmenas (RNPC) 2016, disponible: [http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/web\\_apicultura\\_2016.pdf](http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/web_apicultura_2016.pdf)

### 2.3. La abeja melífera, un insecto social

Existen diversos grados de socialidad en los insectos, desde los solitarios hasta los que constituyen colonias con decenas de miles de individuos. La máxima expresión de la socialidad se conoce como eusocialidad, y solo ocurre en determinados grupos de insectos, como las hormigas, termitas, algunas avispas y algunas abejas (Quero, 2004).

Los insectos eusociales se caracterizan por a) cuidado cooperativo de la cría; b) superposición de 2 o más generaciones y c) la presencia de castas, con división de la función reproductiva. (Wilson, 1975).

Una colonia de abejas comprende tres castas: una única hembra, sexualmente madura o reina; varias decenas de miles de obreras, que son estériles, y en determinadas épocas del año, cientos a miles de zánganos, que son los machos (Yadav y col., 2017)

**La reina** (Fig. 5 A) es una hembra, con el aparato reproductor completamente desarrollado, que además de la función reproductiva, produce feromonas que mantienen la organización dentro de la colonia. (Kilani, 1999).



**A**



**B**



**C**

Figura 5. Individuos de la colmena. A) Reina, B) Zángano, C) Obrera. Fuente: <http://www.alexanderwild.com/Insects/Stories/Honey-Bees/i-tLLsCHK/A>

La reina, una vez que nace, busca a sus otras hermanas y luchan, de forma que queda una única reina en la colonia. Posteriormente realiza vuelos de reconocimiento y en los siguientes días va a realizar los vuelos de fecundación, donde se apareará con varios zánganos (Tarpy y Page, 2001). Los espermatozoides se depositarán en una estructura llamada espermateca, y una vez que inicie postura, solo va a abandonar a colmena en el proceso de enjambración (Ellis, 2014). Las abejas tienen un sistema haplo-diploide, en el cual las hembras (reinas u obreras) provienen de huevos fecundados, y los zánganos de huevos sin fecundar (Heimpel y de Boer, 2008).

En regiones templadas la puesta es mínima e intermitente durante el invierno y aumenta durante la primavera, siendo la máxima postura a principios del verano, disminuyendo al llegar al otoño. En los períodos de máxima postura, la reina puede poner más de 2000 huevos al día (Kilani, 1999).

La ovoposición normal consiste en el depósito de los huevos por parte de la reina en celdas vacías y limpias. Luego la misma va a la celda adyacente y repite la operación. La necesidad de mantener la temperatura de la cría, hace que la reina distribuya su postura en forma de espiral (del centro hacia fuera). Pone sus huevos en ambas cara del cuadro, y una buena reina no saltea celdas. Una vez que nacen las abejas, la reina vuelve a poner huevos en las celdas que van quedando vacías (Fig. 6) (Jean-Prost y col., 2007).

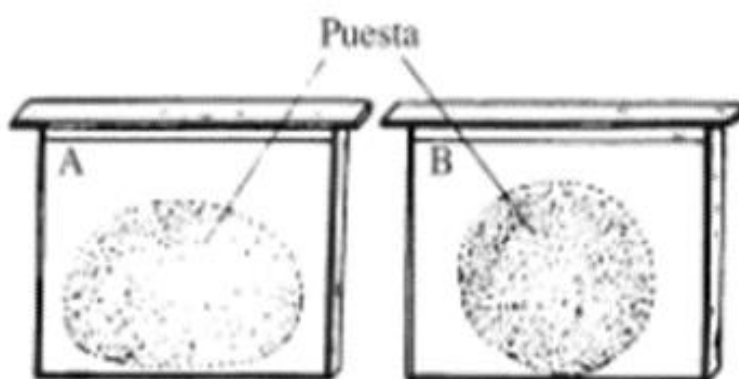


Figura 6. Esquema de cuadro de una colmena que muestra parte del área de cría, mostrando ambos lados del mismo. Imagen extraída del libro: Apicultura. Conocimiento de la abeja. Manejo de la colmena. Jean-Prost et al, 2007

**Los zánganos** (Fig. 5 B), son los machos, tienen un tamaño de alrededor de 2 cm, son más voluminosos que la reina u obreras. Su lengua es corta, las mandíbulas débiles, y no tienen las estructuras necesarias para recoger el néctar o el polen. Los ojos se encuentran arriba y son muy prominentes, carecen de aguijón (Fig. 11), y su función primaria y casi única es fertilizar la reina (Kilani, 1999).

**Las obreras** (Fig. 5 C) Las abejas obreras conforman más del 90% de los integrantes de la colonia, y su número puede llegar a más de 60.000 en una colonia bien desarrollada. Las tareas dentro de la colmena varían según la edad que presente la obrera, a esto se le denomina politeísmo temporal, ya que en diferentes edades, las abejas obreras están mejor adaptadas para realizar algunas tareas respecto a otras (Fig. 7) (Ellis et al, 2014).

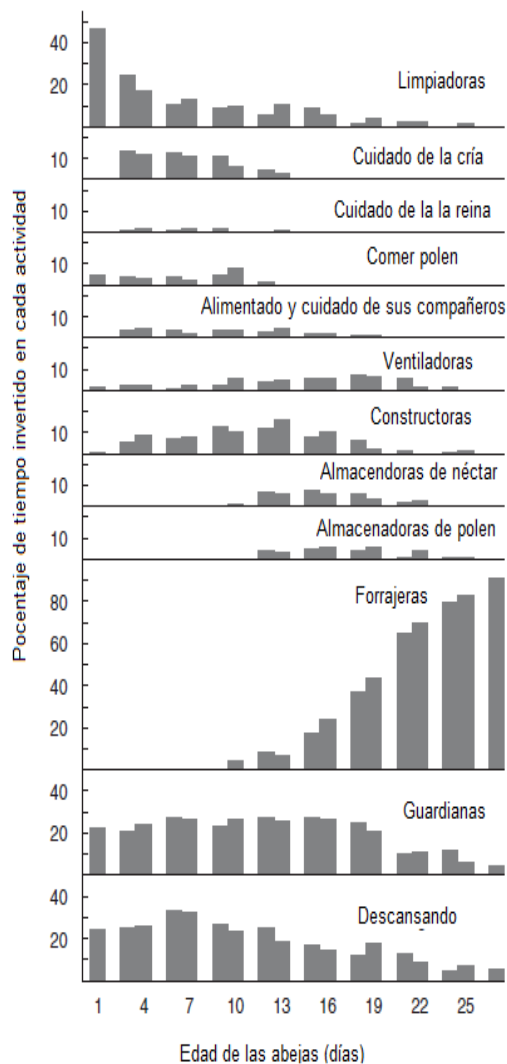


Figura 7. Distribución de las diferentes tareas de las abejas obreras dentro y fuera de la colmena. Imagen extraída y traducida del libro *The wisdom of the hive: the social physiology of honey bee colonies*. Seeley, 1995.

En los primeros dos días de vida las abejas obreras se convierten en **limpiadoras**, eliminando los restos de larvas, pupas y otros desechos de las celdas. Del tercer hasta aproximadamente los 10 días se convierten en abejas **nodrizas**, alimentando a las larvas de las obreras y a las larvas de los zánganos con jalea real, miel, polen, así como a las larvas de reina solo con jalea real. Del 10 al 15 día las abejas se convierten en **almacenadoras**. Éstas recolectan el néctar y el polen de las abejas pecoreadoras almacenándolos como provisiones para la colmena. Entre los días 15 y 17 son abejas **constructoras**, encargadas de los trabajos de construcción de panales. Del día 18 al 20 se convierten en **ventiladoras**, controlando el microclima de la colonia, especialmente la temperatura, así como en **guardianas**, las cuales se encargan de defender a la colmena. Cerca del día 21 las abejas se convierten en **forrajeras o pecoreadoras**, dejando la colonia para traer recursos a la colonia: néctar, polen, propóleos y agua. Las abejas de esta forma tienen una primera etapa de 3 semanas en actividades dentro de la colonia, y luego hasta su muerte, -que puede ocurrir en otras 3 semanas-, en actividades fuera de la colonia. (Seeley, 1995, Kilani, 1999).

## 2.4. Etapas del desarrollo de las abejas, y ciclo de la colonia

Las abejas presentan metamorfosis completa por lo tanto su desarrollo se divide en cuatro etapas: huevo (donde ocurre el desarrollo embrionario), larva, ninfa o pupa, e insecto adulto (Wang y col., 2015). La duración del desarrollo varía en cada una de las castas, siendo de 16 días para la reina, 21 días para las obreras y de 24 días para los zánganos (Fig. 8)

---

	Huevo	larva	pupa	total
<b>Obrera</b>	3 días	6 días	12 días	21 días
<b>Reina</b>	3 días	5 ½ días	7 ½ días	16 días
<b>Machos</b>	3 días	6 ½ días	14 ½ días	24 días

---

Figura 8. Duración de las etapas del desarrollo de la reina, de la obrera y del zángano. Las abejas y la apicultura, Quero, 2004.

**Ciclo natural de la colonia.** El ciclo de la colonia es anual, y fuertemente dependiente de la vegetación y del clima existente. En las regiones templadas, el ciclo comienza en la primavera y se caracteriza por cuatro fases sucesivas (Fig. 9) (AFSSA, 2009):

**Fase de desarrollo** (en la primavera), durante el cual la reina pone intensamente 1.500 a 2.000 huevos por día, seguido de una etapa de relativa estabilidad de la población que continúa hasta el otoño, con disminución progresiva de la postura de la reina.

**Fase de enjambre** correspondiente al fenómeno de la reproducción asexual. Éste fenómeno sucede cuando los picos de población son altos haciendo que la reina abandone su colmena con algunas de sus obreras para fundar una nueva colonia más lejos. En la colmena abandonada se van a desarrollar reinas, de la que va a surgir la nueva reina de la colonia.

**Fase de preparación para la invernada** para permitirle a la colmena llegar en mejores condiciones al invierno.

**Fase de Invernada**, donde la población de la colmena se reduce a varios miles de obreras alrededor de la reina, que sobreviven con las reservas acumuladas durante la estación cálida.



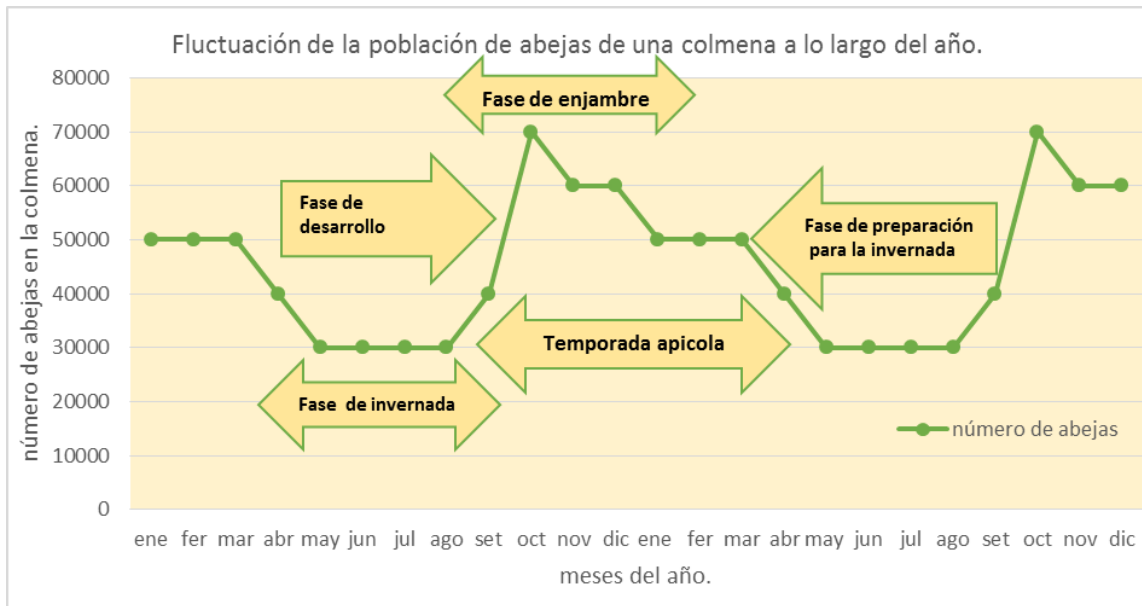


Figura 9. Ciclo natural esperable en una colmena en Uruguay. Área Apicultura - Facultad de Veterinaria.

Las colonias van variando en forma normal su población a lo largo de la temporada, de forma que es importante poder diferenciar con otras situaciones que no son normales:

**Debilitamiento:** describe la falta de fuerza de la colmena el cual está vinculado a una disminución en la densidad de la población en el tiempo, por lo general acompañado por la reducción en la actividad de la colmena para el período del año en que tales reducciones no se esperan.

**Despoblamiento:** es la reducción gradual del número de abejas en el tiempo sin causa aparente, pudiendo desaparecer por completo, debido a la incapacidad de las abejas en realizar las tareas esenciales para la supervivencia de la colmena.

**Colapso de la colmena:** se caracteriza por la rápida pérdida de abejas dentro de la colmena, lo que lleva a su completa destrucción. Este síndrome es conocido como colapso de colmena o CCD (AFSSA, 2009).

## **2.5. Apicultura, productos y polinización**

La apicultura es la explotación racional de las abejas melíferas, a efectos de obtener un rédito económico. Los productos que se suelen obtener de la apicultura son la miel, el propóleo, el polen, la cera, la jalea real, el veneno, y la producción de material vivo, como reinas y colonias (Wehling y Stewart, 2014). Sin embargo, el mayor beneficio que brindan las abejas, es la polinización, tanto para el mantenimiento de la biodiversidad, como para los cultivos comerciales (Biesmeijer, 2014).

La gran mayoría de las especies de plantas con flores sólo se reproducen gracias a los animales polinizadores. Por ende si este servicio no se realizara, muchas especies vinculadas entre ellas y muchos procesos del ecosistema desaparecerían. La polinización es esencial para el mantenimiento general de la diversidad biológica (FAO, 2009).

Una evaluación de la contribución de los servicios de polinización animal a la economía mundial donde se estimó el valor económico total de la polinización en 153 000 millones de euros, lo que representa el 9,5 % del valor de la producción agrícola mundial utilizada para la alimentación humana (Gallai y col., 2009). A su vez los cultivos que dependen de los servicios de polinización son de alto valor, alcanzando un promedio de 761 euros por tonelada frente a los 151 euros por tonelada de los cultivos que no dependen de la polinización animal. La polinización también representa un valor económico para los agricultores desde el punto de vista de la calidad, no sólo de la cantidad (FAO, 2009)

## **2.6. Enfermedades de las abejas y pérdidas de colonias**

Las abejas melíferas, como cualquier otro organismo vivo, son susceptibles a ser afectadas por una variedad de enfermedades producidas por bacterias (Allipi, 2014), virus (Ritter, 2014), hongos (Fries, 2014), parásitos (Mondet y Le Conte, 2014), así como plagas y predadores (Ritter y Allsop, 2014;

Schäfer y Ritter 2014), que pueden tener un efecto nocivo en el desarrollo y productividad de sus colonias. Existen más de 20 enfermedades conocidas de la abeja melífera occidental y solo 6 de éstas, están consideradas dentro del código de los animales terrestres de la OIE: Loque Americana, Loque Europea, Varroosis, Acariosis, infestación por *Tropilaelaps* y *Aethina tumida* (OIE, 2012).

En Uruguay, como en todo país con industrias apícolas desarrolladas, las enfermedades de las abejas son una de las principales causas que afectan la rentabilidad de las empresas apícolas (Invernizzi y col., 2011; Anido y col., 2015).

Actualmente vienen ocurriendo importantes pérdidas de colonias de abejas en Estados Unidos (Petis y Delaplane, 2010), Europa (Moritz y col., 2010), Latinoamérica (VanDame y Palacio, 2010), Sudamérica (Maggi y col., 2016) y en nuestro país (Antúnez y col., 2017), que se deben a enfermedades parasitarias e infecciosas, y a otros problemas como desnutrición e intoxicaciones. Estas pérdidas de polinizadores están generando una atención creciente en la comunidad científica y también en los Estados, debido a las consecuencias que esto puede tener sobre la producción mundial de alimentos (FAO, 2009)

## 2.7. Intoxicaciones

Las abejas están expuestas a una gran variedad de sustancias tóxicas, que se encuentran en el entorno donde obtienen sus recursos, desde las utilizadas por el hombre en la agricultura y la apicultura, hasta las producidas en forma natural por las plantas (Pistorius, 2014, Johnson, 2015). Hay insectos que son especialistas y han desarrollado mecanismos específicos para contrarrestar los efectos de sustancias tóxicas presentes en determinados néctares y/o pólenes (Després y col., 2007). La abeja *A. mellifera*, al ser una especie generalista, puede ser afectada por algunas de las sustancias que las plantas utilizan para defenderse de depredadores (Detzel y Wink, 1993; Adler, 2000). En la mayoría de las regiones donde se practica apicultura existen reportes de colonias intoxicadas por néctares y pólenes de una gran cantidad de especies botánicas, siendo reportados 36 géneros (Barker, 1990; Cintra y col., 2005). En algunos casos afecta solo a las etapas larvarias (Sharma y col., 1986; Pimentel y Message, 2004), en otros únicamente a los adultos (Palmer-Jones y Line, 1962; Batista y Cardoso, 2013), y en otros casos, como un problema que afecta a apicultores en California (Estados Unidos), causado por el néctar y el polen de los Castaños de Indias (*Aesculus californica*) se registra mortalidad de larvas y de adultos (Barker, 1990).

## 2.8. Mal del Río

En Uruguay se denomina Mal del Río (MDR) o Mal de Santa Lucía a un cuadro de mortalidad masiva de larvas, que puede llevar a la muerte de las colmenas por despoblamiento. El MDR, fue descrito por primera vez en el Uruguay en el año 1951, en colonias ubicadas en las riberas del río Santa Lucía; desde entonces hubo reportes esporádicos del problema, y en los últimos años, ha aparecido cada vez con mayor frecuencia en el litoral oeste del país, siempre asociado a colonias que se encuentran próximas a los ríos y arroyos importantes de las cuencas de los ríos Uruguay, Negro y Cuareim (Mendoza y col., 2012). El cuadro descrito es que, a finales de la primavera e inicio del verano es posible ver una mortandad importante de larvas, que de no revertir llevan a la muerte de la colonia por despoblamiento; las abejas adultas aparentemente no son afectadas (Harriet, 2012). En las últimas 3 temporadas (2014-2016), se han dado reportes de cuadros graves en el centro del país, en los departamentos de Durazno, Flores y Florida (Fig. 10).



Figura 10. Departamentos donde se fue registrando el Mal del Río desde 1951 hasta el año 2016. Área Apicultura – Facultad de Veterinaria.

Un relevamiento de pérdidas producidas por el Mal del Río en 6.040 colmenas explotadas por un grupo de productores de Young, concluyó que en el período 2010-2012 las pérdidas por mortalidad de colonias, disminución de la producción, y por el aumento de los manejos necesarios, significaron U\$ 19,90 por colmena en explotación por año (Haller y col., 2014). La Facultad de Veterinaria, ha venido realizando el seguimiento del Mal de Río desde el año 2012, logrando realizar el diagnóstico temprano del cuadro en condiciones de campo (Nogueira y col., 2013), el diagnóstico subclínico utilizando análisis de imágenes de la cámara de cría, (Nogueira y col., 2016a), y la descripción de cuadros graves y su dinámica en la cámara de cría (Juri y col., 2016a), así como la demostración de que los embriones no resultan afectados (Nogueira y col., 2016b).

Recientemente se ha confirmado que el Mal del Río es una intoxicación, y que la misma tiene su origen en el néctar que las abejas colectan, y que este néctar tiene las características de un mielato (Juri y col., 2016b). Este néctar provenía de las secreciones de un Flátido (Arredondo y col., 2016), y que este insecto se trataba de *Epormenis cestrí* y que estaba asociado a árboles de Sarandí: *Sebastaiana schottiana* (Nogueira y col., 2017). Los mielatos producidos por

insectos succionadores de plantas, contienen moléculas del floema de las plantas en las que se encuentran alimentando (Molyneaux y col., 1990; Hendrix y col., 1992), y las abejas utilizan estos mielatos como fuente de alimento (Eyer y col., 2016).



Figura 11. Flátido productor de las secreciones que contienen el agente causal del MDR. Área Apicultura – Facultad de Veterinaria

Estudios histológicos de larvas de abejas afectadas con el MDR demostraron que los trofocitos y los oenocitos, que son células componentes del cuerpo graso de las larvas, y que tienen una función similar a la de los hepatocitos (Da Cruz, 2008) estaban alteradas, lo que sugiere que intentaban detoxificar el organismo (Pedrana y col., 2017).

Desde las primeras apariciones del MDR, el único manejo sugerido era el traslado de las colonias afectadas a campos seguros. Para eso era necesario un diagnóstico temprano, ya que en estadios avanzados, las colonias igualmente se terminaban muriendo (Juri y col., 2016c). Al avanzar en el conocimiento de la enfermedad, fue posible establecer manejos complementarios al traslado, a efectos de disminuir las muertes, y que las colonias llegaran al otoño con una población suficiente de abejas que les permitiera pasar el invierno (Nogueira y col., 2016c). Sin embargo, el traslado de colonias implica una serie de manejos que ocasionan gran estrés a las colonias, y tiene un costo importante para el productor (Haller y col., 2014), el cual no siempre dispone de nuevos predios donde llevar uno o más apiarios completos.

Por otra parte, las colonias que permanecen en los campos problema, si bien suelen morir o quedar muy pequeñas para pasar el invierno, suelen dar buenas cosechas de miel. Esto permite pensar en la posibilidad de desarrollar manejos que permitan mantener colonias viables y productivas en los campos problema.

### **3. HIPÓTESIS**

Es posible mantener colonias de abejas viables y productivas en campos donde está ocurriendo el MDR

### **4. OBJETIVOS**

#### **4.1. Objetivo General**

Evaluación de manejos que permitan mantener a colmenas viables y productivas en campos problema.

#### **4.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar en colonias que permanecen en campos problema, el efecto de los siguientes manejos diferenciales de:
  - 1) Aporte periódico de cría por nacer proveniente de colmenas sanas
  - 2) Aporte periódico de jarabe de sacarosa
  - 3) Cosecha periódica de todos los cuadros con néctar/miel

Sobre los parámetros de bienestar en la colonia:

- 1) Viabilidad: área de cría y calles de abejas
- 2) Productividad

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Colonias de abejas

Se utilizaron 48 núcleos, con reinas del año, los cuales en las semanas previas al inicio del ensayo, se pasaron a cámara de cría (colmena estándar) y se fueron emparejando, logrando así que tuvieran similares área de cría y calles de abejas (Cuadro 1)

**El área de cría** es la suma de las áreas de huevos, cría abierta y cría operculada. Se establece de acuerdo al % del área de cría ocupado en cada cuadro, y luego pasado a cm<sup>2</sup>.

**Las calles de abejas**, es la forma como se estima la población de abejas adultas en Uruguay, donde una vez que se retiran los cuadros de la colmena, la mayoría de las abejas vuela, de forma que no es posible medir como lo hacen en otros países los “cuadros cubiertos de abejas”. Las calles de abejas se estimaron, abriendo las colmenas, y sin retirar los cuadros, se contaron cuántos espacios entre cuadros contiguos estaban ocupados por abejas adultas.

Estas actividades se realizaron en un campo seguro, en Sarandí Grande, Dpto. de Florida.

Grupo	Área de cría (m <sup>2</sup> )		Calles de abejas	
	Promedio	Desv. Est.	Promedio	Desv. Est.
1	0,928	± 67,2	7.8	± 0.8
2	0,966	± 41,1	8.1	± 0.6
3	0,983	± 46,4	8,0	± 0.5
4	0,953	± 59,8	7.8	± 0.6
5	0,925	± 43,1	8,0	0

Cuadro 1. Área de cría y calles de abejas de las colonias de cada Grupo el día - 3

## 5.2. Campo problema

Se utilizó como campo problema, un predio ubicado entre el Arroyo Maciel y el Río Yí, en el límite entre los Dptos. de Durazno y Flores. En ese predio habían ocurrido casos graves de MDR en las anteriores temporadas, y ya habían colmenas centinelas, a efectos de detectar el inicio del MDR (Fig. 12).

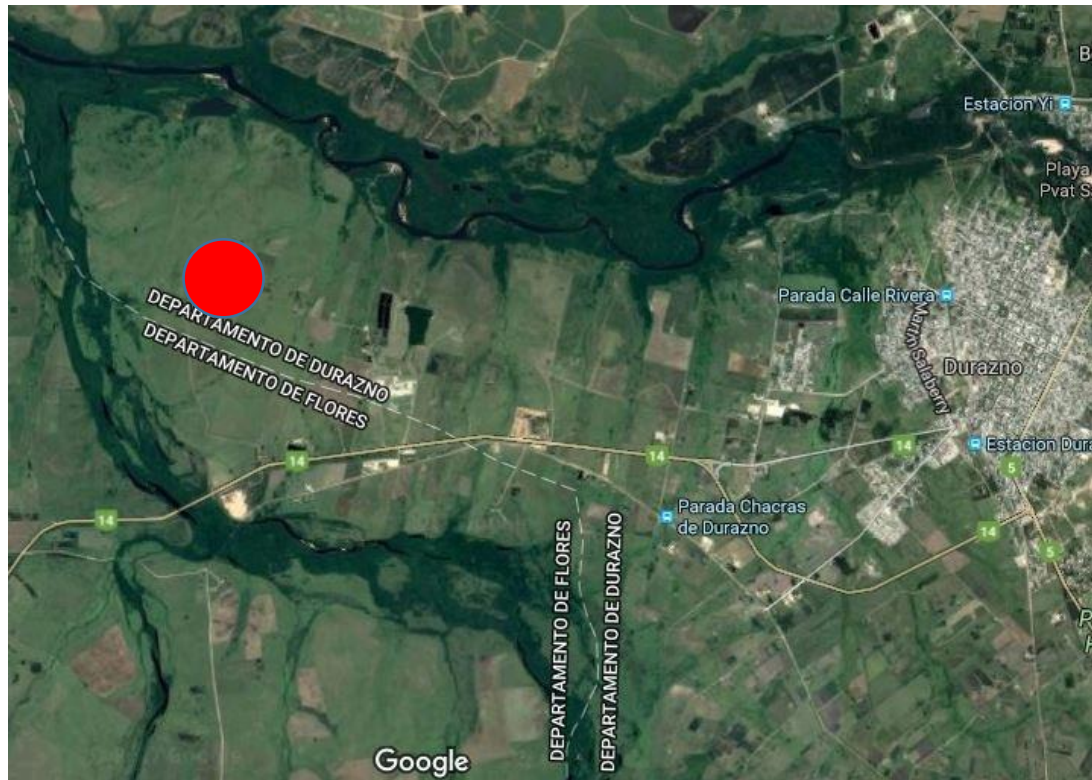


Figura 12. Vista aérea de la zona donde está ubicado el campo problema. En rojo localización del apiario.



### 5.3 Tratamientos, grupos y calendario

#### Tratamientos:

Los tratamientos estaban relacionados con a) retiro del agente que ocasiona el MDR de la colonia, b) aporte abejas por nacer para compensar a despoblación y c) aporte de jarabe para diluir el agente a medida que ingresaba (Cuadro 2)

**Cosecha:** Las colonias ingresaron al campo problema sin reservas, y fueron cosechadas 5 veces (Cuadro 3). En cada cosecha se identificaron los cuadros extraídos con los respectivos números de las colonias, siendo pesados antes y después de la extracción, calculando así el rendimiento de miel por colmena.

**Aporte de cría operculada (Cría):** A colonias ubicadas en un campo seguro en el Dpto. de Florida, se les extrajo cuadros de abejas por nacer, a efectos de aportarle uno a cada colmena que lo requería por el tratamiento (Cuadro 3).

**Aporte de jarabe de sacarosa (Jarabe):** El jarabe aportado era 25% sacarsa, 75% agua, mediante alimentador boardman, a razón de, 2 litros por colonia, 5 veces (Cuadro 3).

#### Grupos:

Grupo	Tratamiento	Nº de colonias
1	Cosecha + Cría + Jarabe	10
2	Cosecha + Jarabe	10
3	Cosecha + Cría	10
4	Cosecha	10
5	Control	8

Cuadro 2. Grupos, tratamientos y cantidad de colonias.

#### Calendario:

Día	Cría	Jarabe	Cosecha	Fotografía Huevos	Fotografía Pupas
-10	Detección del MDR con colmenas centinelas en campo problema				
-3	Traslado de las 48 colonias a campo problema				
0	X	X		X	
10	X	X	X	X	X
20	X	X	X	X	X
30	X	X	X	X	X
40	X	X	X	X	X
50			X		X

Cuadro 3. Calendario

#### 5.4. Fotografía de la cría y análisis de imágenes

Se utilizó una Cámara de fotos réflex digital marca Nikon, modelo D5300 con lente de 50 mm marca Nikkor, instalada en un soporte fijo, donde ya están establecidas la altura, inclinación y distancia entre la cámara de fotos y los cuadros (marcos) que se van colocando, logrando así fotos uniformes (Fig. 13).

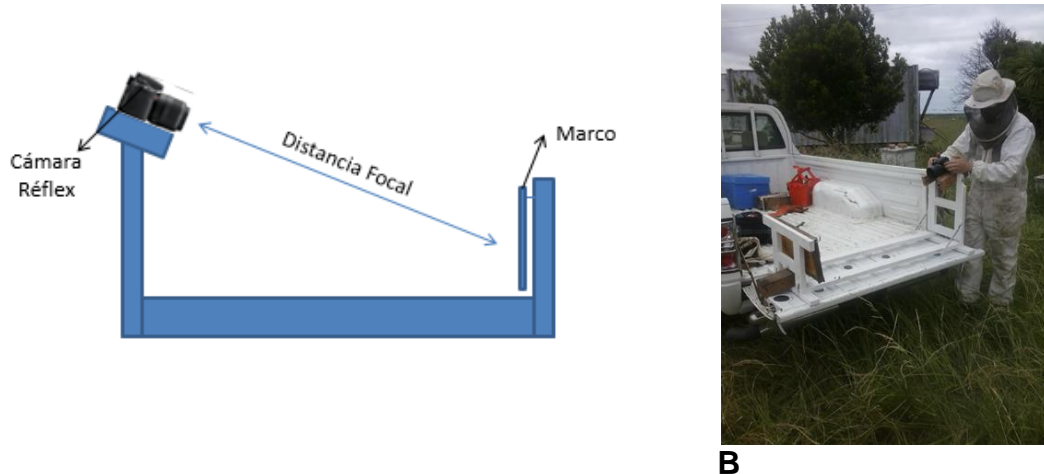


Figura 13. Bastidor porta cámara-cuadro. A) Esquema, B) Su uso en condiciones de campo.

En la primera visita, en cada colmena se buscó un cuadro con huevos, se lo identificó con una marca y se le tomó una fotografía. En la segunda visita, se buscó en cada colmena el cuadro fotografiado la visita anterior, y se lo volvió a fotografiar en la misma cara; además se buscó otro cuadro con huevos y se repitió el procedimiento de marcado, a efectos de poder localizarlo en la siguiente visita. Se realizaron de esta forma 6 sesiones de fotografía, a efectos de fotografiar 5 veces huevos, y 5 veces la evolución de esos huevos.

#### Análisis de Imágenes

En cada fotografía de un cuadro con huevos, se seleccionó un sector y se le aplicó una grilla de 195 celdas (Fig. 14), luego en la fotografía de la semana siguiente de ese mismo cuadro, se le aplicaba la grilla en el mismo sector, a efectos de establecer cuántos huevos lograron transformarse en pupas, estableciendo así el % de supervivencia.

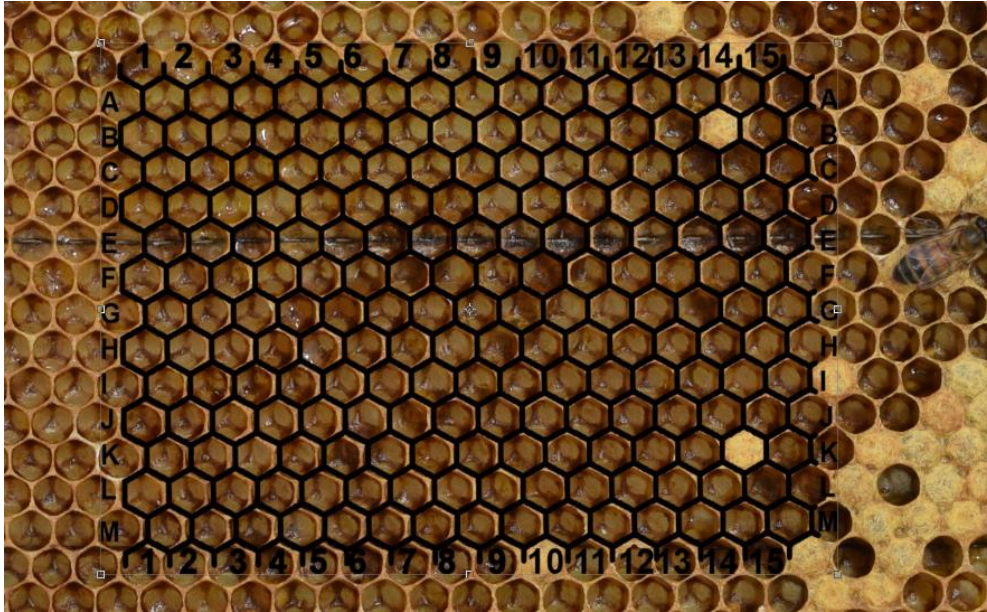


Figura 14. Grilla para contar en un mismo sector del cuadro, huevos, y luego pupas (cría operculada), a efectos de poder establecer % de supervivencia. Área Apicultura - Facultad de Veterinaria.

### 5.5. Cosecha y extracción

Los cuadros cosechados con néctar/miel de cada colonia fueron identificados en su parte superior con el número de colonia, llevados a sala de extracción, y pesados antes y después de ser extraídos, obteniéndose de esta forma los Kg de néctar/miel cosechados a cada colonia en cada sesión.

### 5.6. Evaluación de las colonias al final del ensayo

Se evaluaron en la última sesión el número de calles de abejas y el estado general de la colonia.

### 5.7. Procesamiento Estadístico

Con las planillas de supervivencia de larvas, y kg de miel/néctar cosechados se realizó el procesamiento estadístico para determinar los efectos de los tratamientos sobre la supervivencia larvaria, viabilidad de las colonias y producción.

Se utilizó el programa estadístico SAS® para comparación de medias teniendo en cuenta el efecto tratamiento y fechas:

Las variables dependientes fueron las siguientes:

- 1) supervivencia de la cría (%).
- 2) miel/néctar cosechados (kg)

Para la comparación entre medias de las variables de áreas antes mencionadas y las correlaciones se consideró un valor de P menor a 0,05.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 Estado de las colonias al inicio del ensayo

Las colonias que inician el ensayo no tienen diferencias significativas en el área de cría (Fig. 15) ni en el número de calles de abejas (Fig. 16), de forma que tienen similares cantidades de cría y de abejas adultas.

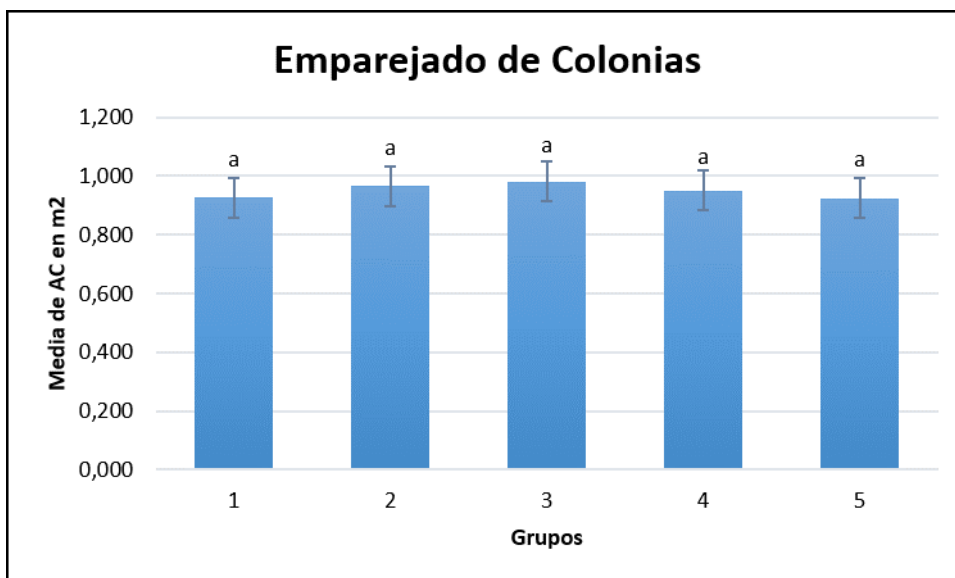


Figura 15. Área de cría promedio en los 5 grupos, en el día -3 del ensayo. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas.

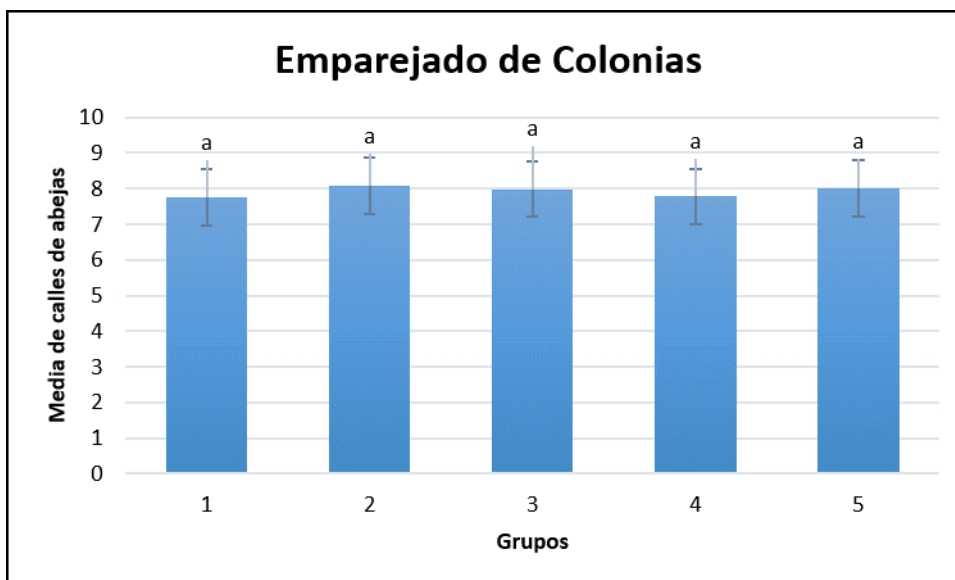


Figura 16. Número de calles de abejas en los 5 grupos, en el día -3 del ensayo. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas.

## 6.2 Porcentaje de supervivencia de las larvas durante el ensayo

La supervivencia de larvas en las 5 sesiones es muy baja o nula. En la primera sesión, los grupos 1 y 2 que tienen en común la cosecha y el aporte de jarabe, muestran cifras mayores de supervivencia en relación a los demás grupos. Al final del ensayo, las colonias del Grupo 1 muestra diferencias significativas en la supervivencia de larvas ( $P < 0,05$ ) con relación a los demás grupos (Cuadro 4 y Fig. 17)

Grupo	% de supervivencia				
	Sesión de fotografía				
	1	2	3	4	5
1	20,7	1,0	0,5	2,6	13,1
2	24,2	4,7	0,8	0,9	4,1
3	2,7	0	0	0	0,3
4	14,8	0	0,1	0,1	0,1
5	7,5	0	0	0	0

Cuadro 4. Porcentaje de supervivencia de larvas de cada grupo en cada sesión de fotografía.

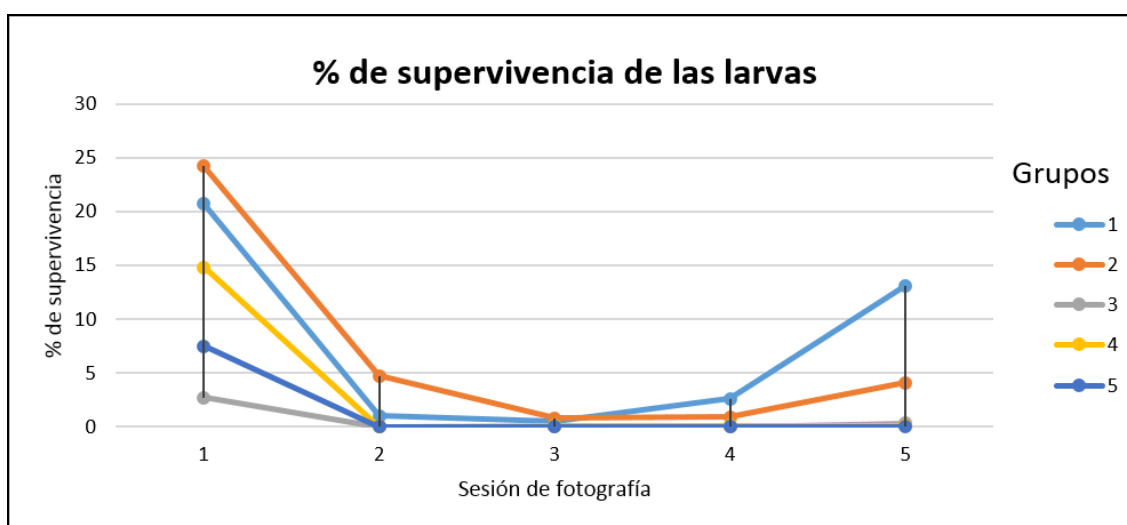


Figura 17. Evolución del % de supervivencia de las larvas de cada grupo en cada sesión de fotografía.

### 6.3 Producción de miel

La producción de miel fue mayor en el grupo 1 y 3 en comparación con los grupos 4 y 5 (Figura 18).

mostró diferencias significativas respecto a los Kg producidos en los Grupos 1 y 3 ( $P < 0,05$ ), y una tendencia en el Grupo 2 ( $P < 0,10$ ) (Cuadro 5 y Fig. 18).

Grupo	Cosecha de miel (Kg)	
	media	eem
1	32,0	$\pm 6,9$
2	23,0	$\pm 4,7$
3	28,6	$\pm 4,6$
4	18,4	$\pm 3,9$
5	20,6	$\pm 4,1$

Cuadro 5. Kg de miel cosechados a cada Grupo. Error estándar de la media: eem

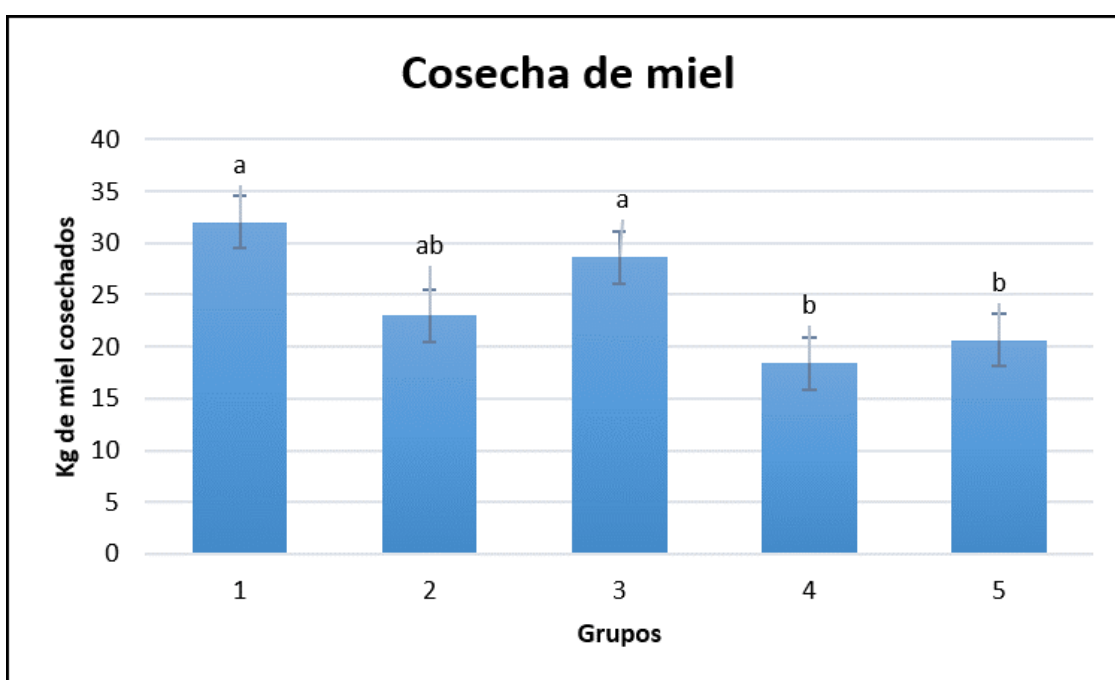


Figura 18. Kg de miel cosechados a cada Grupo. Literales diferentes indican diferencias significativas.  $P > 0,05$ .

#### 6.4 Estado de las colonias al finalizar el ensayo

Las colonias del Grupo 1, presentaban diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en la supervivencia de larvas respecto a los demás grupos (Fig. 19)

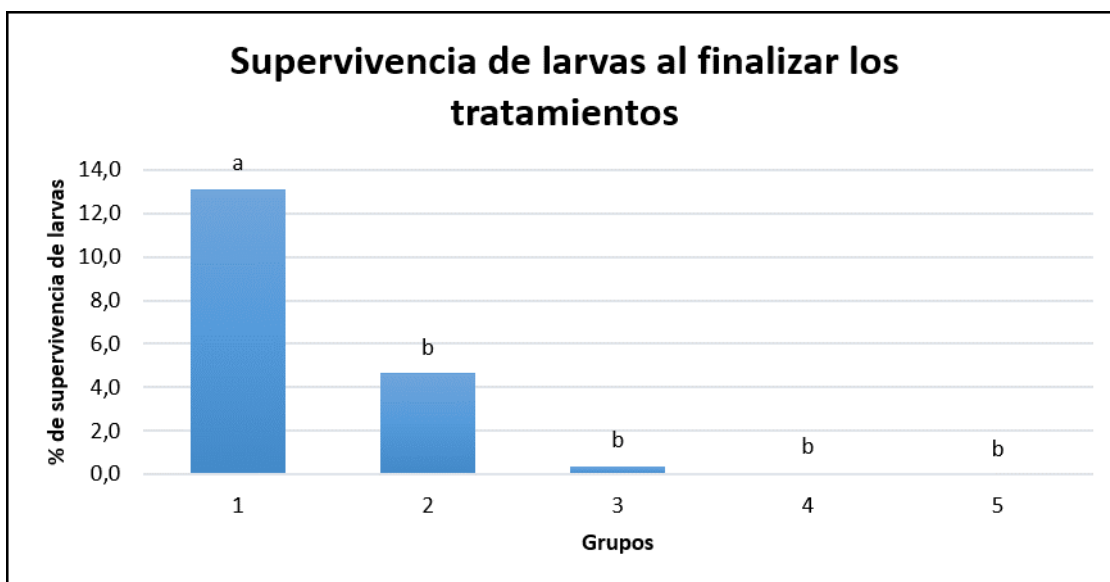


Figura 19. Supervivencia de larvas al finalizar los tratamientos.

En la población de abejas adultas, no hay diferencias significativas entre los Grupos, existiendo una tendencia ( $P < 0,10$ ) en el Grupo 4 a estar más despoblado que los demás grupos. Es posible ver una despoblación en todos los Grupos respecto al estado inicial de las colonias (Fig. 20).

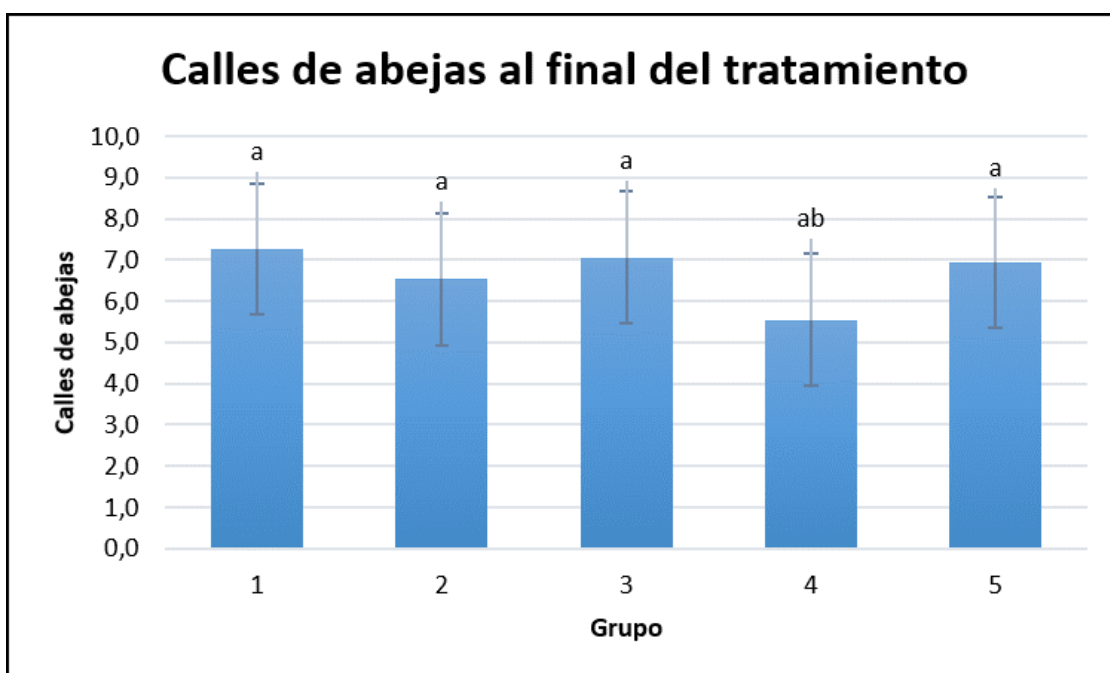


Figura 20. Calles de abejas a final del tratamiento.

Al finalizar el ensayo se habían perdido 11 colonias de abejas. Todos los Grupos perdieron al menos 1 colonia (Cuadro 6).

Grupo	N° de colonias al Inicio	N° de colonias al final	% de supervivencia
<b>1</b>	10	9	90
<b>2</b>	10	7	70
<b>3</b>	10	7	70
<b>4</b>	10	8	80
<b>5</b>	8	6	75

Cuadro 6. Supervivencia de colonias al final del ensayo



## **7. DISCUSIÓN**

### **Viabilidad de las Colonias**

Todas las colonias comienzan el ensayo en un estado de desarrollo similar, cerca de 1 m<sup>2</sup> de área de cría y 8 calles de abejas. En la primer sesión ya es posible detectar una mortalidad masiva de larvas, existiendo un mayor % de supervivencia en los grupos con aporte de jarabe, pero en las siguientes sesiones en todos los grupos de mueren la mayoría o la totalidad de las larvas. Una colonia con una supervivencia de larvas menor a 50 o 60% tenderá a despoblarse.

El aporte de abejas por nacer provenientes de colmenas sanas, no mejora la supervivencia de larvas y no muestra efectos significativos respecto a la despoblación de la colonia, sin embargo mejoran la producción y son claves para la recuperación de la colonia una vez que cesan las secreciones de los Flátidos. Una vez que se dejan de morir las larvas, es necesario que exista una población de abejas jóvenes que las atiendan (nodrizas). En las colonias que no tuvieron aportes de cría, las abejas van a estar envejecidas para dicha labor, ya que al morir casi la totalidad de las larvas, no nacieron nuevas abejas, que permitan que la colonia tenga los distintos estadios etarios para el cumplimiento de las distintas funciones.

Durante el ensayo, era previsible que se murieran ese número de colonias, ya que ante la muerte de la reina, -que puede ocurrir durante los manejos que fueron intensos y frecuentes-, las abejas no pueden producir una nueva reina, ya que las larvas se están muriendo.

La despoblación en el Grupo 5 (control), posiblemente esté subestimada, ya que la desorganización general de la colonia determinaba que las abejas estuvieran más dispersas en los cuadros, con lo que se contabilizaban más calles de abejas. La población en los Grupos 1 y 3, posiblemente esté subestimada, ya que puede deberse a un mayor número de abejas fuera de la colmena trabajando.

Las colonias si bien se despoblaron, el número de abejas adultas hace que sean viables, ya que al momento de cesar las secreciones de los Flátidos, quedan varias semanas aún de la temporada, para retomar la cría e ingresar a la invernada con una población de cría y de abejas adultas adecuada.

### **Producción de Miel**

Los Grupos 1 y 3, que recibieron aporte de cría por nacer, mostraron diferencias significativas en la producción de miel, con 32 y 28,6 kg de mie respectivamente. Hay que considerar que en Uruguay, actualmente una cosecha de más de 25 kg de miel en una temporada puede considerarse buena. Las colonias llegaron sin reservas al ensayo y se registró lo producido en un período menor a 2 meses, cuando a temporada apícola es de al menos 5 meses (noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo).

## **8. CONCLUSIONES**

Es posible mantener colonias viables y productivas en los campos problema.

El aporte de jarabe, no es recomendable, ya que no impide la mortalidad masiva de larvas, y puede depositarse junto con la miel, lo cual es un problema al momento de comercializar.

La cosecha periódica no mejora la situación de las colonias durante el período en el que están presentes las secreciones de los Flátidos.

El aporte periódico de cría por nacer de colmenas sanas, mantiene a las colmenas más organizadas y productivas, y es esencial para la recuperación de las colonias una vez que cesen las secreciones.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Adler L (2000) The ecological significance of toxic nectar. *Oikos*, 3: 409–420.
2. AFSSA (2009) Mortalités, effondrements et affaiblissements des colonies d'abeilles. París, AFSSA, 218p.
3. Alippi A (2014) Bacterial diseases of honeybees. En: Ritter W. Bee health and veterinarians. Paris, OIE, p 117-124.
4. Anido M, Branchiccela B, Castelli L, Harriet J, Campá J, Zunino P, Antúnez K (2015) Prevalence and distribution of honeybee pests and pathogens in Uruguay. *Journal of Apicultural Research*, 54(5): 532–540.
5. Antúnez K, Invernizzi C, Mendoza Y, Van Engelsdorp D, Zunino P (2017) Honeybee colony losses in Uruguay during 2013–2014. *Apidologie*, 48: 364-370.
6. Arredondo D, Juri P, Nogueira E, Santos E, Branchiccela B, Antúnez K, Invernizzi C (2016) Toxic néctar is responsable of River disease syndrome in Uruguay. 7º Internacional European Conference of Apidology, Cluj-Napoca, Rumania. p 277-278.
7. Barker R (1977) Some carbohydrates found in pollen and pollen substitutes are toxic to honeybees. *The Journal of Nutrition*, 107(10):18 59–62.
8. Barker RJ (1990) Envenenamiento por plantas. En: Morse RA, Nowogrodzki R. (Eds.) Miel de abejas plagas, depredadores y enfermedades. Ithaca, Cornell University Press, p 309-315.
9. Batista IR, Cardoso M (2013) The pollen of *Caesalpinia pyramidalis* Tul is toxic to honeybees (*Apis mellifera*). *Arthropod-Plant Interactions*, 7: 463–466.
10. Biesmeijer J (2014) Ecological and agricultural significance of bees. En: Ritter W. Bee health and veterinarians. Paris, OIE, p 3-7.
11. Cintra P, Malaspina O, Bueno O (2005) Plantas tóxicas para abelhas. *Arquivo Instituto Biología São Paulo*, 72 (4): 547-55.
12. Cordara J (2005) La Historia de la Apicultura en el Uruguay. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de la Empresa. Montevideo, Uruguay
13. Crane E (1990) Bees and Beekeeping Science, Practice and World Resources. New York. Comstock Pub. Associates, 614p.
14. Crane E (1999) The World History of Beekeeping and Honey Hunting. New York. Rutledge, 682p.
15. Da Cruz C (2008) Abelhas: Morfología e função de sistemas. 2º ed. San Pablo, UNESP, 407p.
16. Després L, David J, Gallet C (2007) The evolutionary ecology of insect resistance to plant chemicals. *Trends in Ecology & Evolution*, 22(6): 298–307.

17. Detzel A, Wink M (1993) Attraction, deterrence or intoxication of bees (*Apis mellifera*) by plant allelochemicals. *Chemoecology*, 4(1): 8-18.
18. DIEA (2010) Anuario Estadístico Agropecuario 2010. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/diea-anuario-2010w.pdf>. Fecha de consulta: 12/11/17
19. DIGEGRA (2016) Registro nacional de propietarios de colmenas (RNPC) 2016. Disponibles en: [http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/web\\_apicultura\\_2016.pdf](http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/web_apicultura_2016.pdf). Fecha de consulta: 12/11/17
20. Ellis J, Atkinson E, Graham J (2014) Honeybee biology. En: Ritter W. *Bee health and veterinarians*. Paris, OIE, p 15- 28.
21. Eyer M, Neumann P, Dietemann V (2016) A look in to the Cell: Honey Storage in HoneyBees, *Apis mellifera*. *PLoS ONE* 11(8): e0161059. doi:10.1371/journal.pone.0161059
22. FAO (2009) Tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Los polinizadores: su biodiversidad poco apreciada, pero importante para la alimentación y la agricultura. 3ª Reunión del Órgano Rector. Túnez, Túnez, 15 p. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-be104s.pdf>. Fecha de consulta: 12/11/17
23. Fries I (2014) Microsporidia. En: Ritter W. *Bee health and veterinarians*. Paris, OIE, p 125–129.
24. Gallai N, Salles JM, Settele J, Vaissière BE (2009). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics* 68 (3): 810–821.
25. Haller A, Juri P, Plaván E, Nogueira E (2014) Cuantificación de pérdidas económicas causadas por el “Mal del Río” a productores apícolas de la Cooperativa CALAY en 3 temporadas (2010-2012). Congreso Latinoamericano de Apicultura. Puerto Iguazú, Argentina. P 152.
26. Harriet J (2012) Sendos aportes del Dr. Homero Toscano en los años setenta sobre el “Mal de Santa Lucía”. *Actualidad Apícola* 95: 27-29.
27. Heimpel G, de Boer J (2008) Sex determination in the hymenoptera. *The Annual Review of Entomology* 53: p 209–230.
28. Hendrix D, Wei Y, Leggett J (1992) Homopteran honeydew sugar composition is determined by both the insect and plant species. *Comp. Biochem. Physiol* 101B, 1/2: 23-27.
29. Invernizzi C, Antúnez K, Campa J, Harriet J, Mendoza Y, Santos E, Zunino P (2011) Situación sanitaria de las abejas melíferas en Uruguay. *Veterinaria* 47: 15-27.
30. Jean-Prost P, Médori P, Le Conte Y (2007) Apicultura. Conocimiento de la abeja. Manejo de la colmena. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa, 791p.
31. Johnson RM (2015) Honeybee toxicology. *Annual Review of Entomology*, 60: 415–434.
32. Juri P, Balbuena S, Cóppola N, Viotti H, Lombide P, Invernizzi C, Pedrana G, Nogueira E (2016) Análisis cuantitativo de la evolución de la

- cámara de cría de colonias de abejas melíferas sanas y afectadas por el Mal del Río en Uruguay. I Reunión Transdisciplinaria de Ciencias Agrarias. Casilda, Argentina. Disponible en: [http://www.fveter.unr.edu.ar/upload/LIBRO\\_DE\\_RESUMENES\\_I\\_REUNION\\_TRANSDISCIPLINARIA\\_EN\\_CIENCIAS\\_AGROPECUARIAS\\_2016.pdf](http://www.fveter.unr.edu.ar/upload/LIBRO_DE_RESUMENES_I_REUNION_TRANSDISCIPLINARIA_EN_CIENCIAS_AGROPECUARIAS_2016.pdf). Fecha de consulta: 29/12/2017
33. Juri P, Nogueira E, Invernizzi C (2016) Evolución de las colonias de un apiario afectado por el Mal del Río, que fue trasladado en forma tardía a una zona segura. XII Congreso Latinoamericano de Apicultura. La Habana, Cuba.
  34. Juri P, Nogueira E, Mendoza Y, Santos E, Branchiccela B, Invernizzi C (2016) El agente causal de la muerte de las larvas en colmenas afectadas por el “Mal del Río” se encuentra en el néctar. XII Congreso Latinoamericano de Apicultura. La Habana, Cuba.
  35. Kilani M (1999) Biology of the honeybee. En: Colin ME, Ball BV, Kilani M (Eds.) Bee disease diagnosis. Zaragoza, Options Méditerranéennes, p 9-24.
  36. Maggi M, Antúnez K, Invernizzi C, Aldea P, Vargas M, Negri P, Brasesco C, De Jong D, Message D, Teixeira EW, Principal J, Barrios C, Ruffinengo S, Rodríguez Da Silva R, Eguaras M (2016) Honeybee health in South America. *Apidologie*, 47(6): 835-854.
  37. Mendoza Y, Harriet J, Campá J, Roth F, Termezana D, Mancuello M (2012) Mal del Río o Mal de Santa Lucía. *Actualidad Apícola* 94: 8-9.
  38. MGAP (2016) Guía de buenas prácticas apícolas en la producción de miel. Disponible en: [http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/guia\\_de\\_buenas\\_practicas\\_apicolas\\_2016.pdf](http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/guia_de_buenas_practicas_apicolas_2016.pdf). Fecha de consulta: 12/11/17
  39. Molyneux R, Campbell B, Dreyer D (1990) Honeydew analysis for detecting phloem transport of plant natural products. Implications for host-plant resistance to sap-sucking insects. *Journal of Chemical Ecology*, 16 (6): 1899-1909.
  40. Mondet F, Le Conte Y (2014) Parasites. En: Ritter W. Bee health and veterinarians. Paris, OIE, p 131–141.
  41. Moritz R, de Miranda J, Fries I, Le Conte Y, Neumann P, Paxton R (2010) Research strategies to improve honeybee health in Europe. *Apidologie*, 41: 227-242.
  42. Nogueira E, Juri P, Invernizzi C (2016) Cuadros graves de “Mal del Río” en abejas melíferas: manejos complementarios al traslado de colonias a campos seguros. I Reunión Transdisciplinaria de Ciencias Agrarias. Casilda, Argentina. Disponible en: [http://www.fveter.unr.edu.ar/upload/LIBRO\\_DE\\_RESUMENES\\_I\\_REUNION\\_TRANSDISCIPLINARIA\\_EN\\_CIENCIAS\\_AGROPECUARIAS\\_2016.pdf](http://www.fveter.unr.edu.ar/upload/LIBRO_DE_RESUMENES_I_REUNION_TRANSDISCIPLINARIA_EN_CIENCIAS_AGROPECUARIAS_2016.pdf). Fecha de consulta: 29/12/2017
  43. Nogueira E, Juri P, Pedrana G, Invernizzi C (2016) Diagnóstico subclínico del Mal del Río en abejas melíferas utilizando análisis de

- imágenes de la cámara de cría. XII Congreso Latinoamericano de Apicultura. La Habana, Cuba.
44. Nogueira E, Juri P, Pedrana G, Invernizzi C (2016) Los embriones de colonias afectadas por el Mal del Río son viables. XII Congreso Latinoamericano de Apicultura y VI Congreso Cubano de Apicultura, La Habana, Cuba.
  45. Nogueira E, Juri P, Plaván E, Haller A (2013) Mal del Río en abejas melíferas: seguimiento del cuadro y diagnóstico temprano. 1° Congreso Internacional de Veterinaria. Montevideo, Uruguay. Disponible en: <http://www.revistasmvu.com.uy/sobre-la-revista/255.html>. Fecha de consulta: 29/12/2017
  46. Nogueira E, Juri P, Santos E, Arredondo D, Branchiccela B, Mendoza Y, Antúnez K, Invernizzi C (2017) Epormenis cestri (Hemiptera, Flatidae) secretions in Sebastiania schottiana trees cause mass death of honeybees larvae in Uruguay. 45° Apimondia International Apicultural Congress. Estambul, Turquía. Disponible en: [http://www.apimondia2017.org/ABSTRACT%20BOOK\\_11102017.PDF](http://www.apimondia2017.org/ABSTRACT%20BOOK_11102017.PDF) Fecha de consulta: 29/12/2017
  47. OIE (2012) Código Sanitario para los Animales Terrestres 21a ed. Paris, Editorial OIE, V.2.
  48. Palmer-Jones T, Line L (1962) Poisoning of honeybees by nectar from the karaka tree (*Corynocarpus laevigata* J. R. et G. Forst.), New Zealand Journal of Agricultural Research, 5 (5-6): 433-436.
  49. Pedrana G, Nogueira E, Viotti H, Presentado ML, Juri P, Lombide P, Arredondo D, Verdes JM, Invernizzi C (2017) Morphological and quantitative study in honeybees larvae healthy and affected by the "River Disease" in Uruguay. 45° Apimondia International Apicultural Congress. Estambul, Turquía. Disponible en: [http://www.apimondia2017.org/ABSTRACT%20BOOK\\_11102017.PDF](http://www.apimondia2017.org/ABSTRACT%20BOOK_11102017.PDF) Fecha de consulta: 29/12/2017
  50. Pettis J, Delaplane K (2010) Coordinated responses to honeybee decline in the USA. *Apidologie* 41: 256-263.
  51. Pimentel A, Message D (2004) A scientific note on the toxic pollen of *Stryphnodendron polyphyllum* (Fabaceae, Mimosoideae) which causes sacbrood-like symptoms. *Apidologie* 35: 89–90.
  52. Pistorius J (2014) Bee poisoning incidents En: Ritter W. Bee health and veterinarians. Paris, OIE, p 181–186.
  53. Quero A (2004) Las abejas y la apicultura. Cursos de verano: Las abejas y la apicultura en Asturias. Universidad de Oviedo, 124 p. Disponible en [http://www.mieldemalaga.com/data/Las\\_abejas\\_y\\_la\\_apicultura.pdf](http://www.mieldemalaga.com/data/Las_abejas_y_la_apicultura.pdf). Fecha de consulta: 29/12/2017
  54. Ritter W (2014) Viral diseases. En: Ritter W. Bee health and veterinarians. Paris, OIE, p 117–124.
  55. Ritter W, Allsop M (2014) Predators and pests of honeybees. En: Ritter W. Bee health and veterinarians. Paris, OIE, p 143–147.

56. Root AI (1973) ABC y XYZ de la apicultura. Enciclopedia de la cría científica y práctica de las abejas. 8a ed. Buenos Aires, Librería Hachette, 670p.
57. Schäfer M, Ritter W (2014) The small hive beetle (*Aethina tumida*). En: Ritter W. Bee health and veterinarians. Paris, OIE, p 149–156.
58. Seeley TD (1995) The wisdom of the hive: The social physiology of honeybee colonies. Massachusetts, Harvard University Press, 295p.
59. Sharma O, Raj D, Garg R (1986) Toxicity of nectar of tea (*Camellia thea*) to honeybees. *Journal of Apicultural Research* 25: 106–108.
60. Tarpy, D, Page, R (2001) The curious promiscuity of queen honeybees (*Apis mellifera*): evolutionary and behavioral mechanisms. *Ann. Zool. Fennici* 38: 255–265.
61. Vandame R, Palacio MA (2010) Preserved honeybee health in Latin America: a fragile equilibrium due to low-intensity agriculture and beekeeping *Apidologie*, 41: 243–255.
62. Wang Y, Ma L-T, Xu B-H (2015) Diversity in life history of queen and worker honeybees, *Apis mellifera* L. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 18: 145–149.
63. Wehling W, Stewart C (2014) Import and export of bees and bee products. En: Ritter W. Bee health and veterinarians. Paris, OIE, p 75-81.
64. Wilde J (2014) Beekeeping. History and domestication. En: Ritter W. Bee health and veterinarians. Paris, OIE, p 29-31.
65. Wilson EO (1975) The evolutionary significance of the social insects. *Insects, Science & Society*, p 25–31.
66. Yadav S, Kumar Y, LalJat B (2017) Honeybee: diversity, castes and lifecycle. En: Omkar (Ed.) *Industrial Entomology*. Singapore, Springer, p 5- 34.