



Facultad de Veterinaria  
**Universidad** Zaragoza



# Trabajo Fin de

Autor/es

Director/es

Facultad de Veterinaria

---

## ÍNDICE

1.	RESUMEN .....	1
2.	INTRODUCCIÓN.....	3
	2.1 Definición del Síndrome de Despoblamiento (SDC).....	4
	2.2 Revisión histórica y actual del SDC.....	4
	2.3 Etiología .....	7
	2.3.1 <i>Agentes abióticos</i> .....	7
	▪ Residuos agroquímicos.....	7
	▪ Residuos medicamentosos.....	9
	2.3.2 <i>Agentes bióticos</i> .....	9
	▪ <i>Varroa destructor</i> .....	10
	▪ <i>Nosema ceranae</i> .....	10
	▪ Virus.....	11
	2.3.3 <i>Otras posibles causas del SDC</i> .....	12
	2.4 Puesta en marcha de medidas de intervención y prevención frente al SDC.....	13
3.	JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS .....	15
4.	METODOLOGÍA .....	16
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	17
	5.1 Revisión bibliográfica.....	17
	5.2 Situación apícola actual en la Comunidad Autónoma de Aragón .....	18
	• Datos oficiales Comunidad Autónoma de Aragón .....	18
	• Encuesta apicultores Comunidad Autónoma de Aragón.....	21
6.	CONCLUSIÓN .....	24
	6.1 Revisión bibliográfica .....	24
	6.2 Datos oficiales Comunidad Autónoma de Aragón .....	24
	6.3 Encuesta apicultores Comunidad Autónoma de Aragón .....	24
7.	VALORACIÓN PERSONAL .....	26
8.	BIBLIOGRAFÍA .....	27

**ANEXO I.** Datos oficiales de la Comunidad Autónoma de Aragón.

**ANEXO II.** Evolución cronológica del censo de colmenas y producción de miel en la Comunidad Autónoma de Aragón.

**ANEXO III.** Modelo de encuesta realizada a apicultores aragoneses.

**ANEXO IV.** Ubicación geográfica de las explotaciones de los apicultores encuestados en la Comunidad Autónoma de Aragón.

## **1. RESUMEN**

El llamado "Síndrome de Despoblamiento de las colmenas" (SDC), que consiste en la desaparición de porcentajes muy elevados de abejas, es un tema polémico de etiología no bien definida que ha conseguido crear cierta alarma social en los últimos años. Una parte de la comunidad científica y el sector apícola creen que el SDC tiene entidad propia, pero también existe la opinión de que no es más que un conjunto de casualidades que han provocado este suceso ocasional.

Por ello, el objetivo del trabajo va a consistir en abordar, por una parte, una visión teórica general de lo que hasta ahora se conoce. Así pues, realizaremos una revisión bibliográfica de los conocimientos científicos de esta posible patología; explicando qué se entiende por "Síndrome de Despoblamiento", cual es su historia y situación actual. Se hablará también de lo que hasta ahora se considera como principales causas bióticas y abióticas de su aparición, así como los planes de acción puestos en marcha por los principales países afectados.

Por otro lado, una vez estudiados estos puntos analizaremos el censo de colmenas y producción de miel, a partir de la información obtenida en la Comunidad Autónoma de Aragón; para ver la evolución de su apicultura desde las primeras notificaciones del SDC. Lo respaldaremos con una encuesta realizada a apicultores aragoneses que nos contarán su caso particular y así podremos valorar la percepción que tienen los profesionales sobre el tema.

De este modo conseguiremos nuestro objetivo: obtener una visión más objetiva de lo que está sucediendo en nuestro entorno.

## **ABSTRACT**

The called "Honeybees Colony Collapse Disorder", what consists in the disappearance of very high percentages of bees, is a controversial subject with an unknown aetiology what has created some social alarm in the last years. A part of scientific community and the apiarian sector believes that CCD has an own entity, but also exists the opinion that CCD is only a set of chances that have caused this occasional incident.

That's why the objective of this project is going to consist in approach, on the one hand, a theoretical general vision from what is known so far. We will do a literature review about the scientific knowledge of this pathology; we will explain what we can understand by "Colony Collapse Disorder", which is his historical basis, his global expansion and current situation. Too we will talk about the possible main biotic and abiotic reasons as well as the measures that the first damaged decides to adopt.

On the other, when we had finished to study these last points we will analyse the honeybees censuses and production information, got in the Autonomous Community of Aragon to see its beekeeping evolution since first CCD notifications. We will support it with a survey done to beekeepers of this community who they will tell us their individual case and we will be able to assess the perception of professionals on the subject.

In this way we will got our objective: obtain an objective vision of what is happening in our environment.

## 2. INTRODUCCIÓN

En los últimos años hemos podido encontrar, en los medios de comunicación, una serie de noticias que hacen referencia a la misteriosa desaparición de las abejas y a las graves consecuencias que esto podría acarrear sobre la humanidad y demás seres vivos. Así, podemos comprobarlo en algunos titulares de la prensa española...

*"HACIA UN MUNDO SIN ABEJAS. Los insectos polinizadores están desapareciendo. Los efectos sobre el planeta pueden ser devastadores: de ellos depende un tercio de la producción agrícola mundial" (Sampedro, 2014)*

*"ALARMA EN LA COLMENA. Las abejas no son las únicas polinizadoras, pero sí las más eficientes. Y están desapareciendo a un ritmo preocupante. ¿Qué ocurrirá si no frenamos su extinción?" (Rada, 2014)*

*"SALVA A LAS ABEJAS: sin ellas no habría polinización" (Greenpeace, 2014)*

La polinización consiste en el transporte del polen desde las anteras reproductoras (parte masculina) hasta el estigma (parte femenina) de la misma planta o de otra. Puede llevarse a cabo por distintas vías: viento, agua y animales. Dentro de éstos últimos los insectos Himenópteros, dentro de los cuales se encuentra *Apis mellifera* entre otros, desempeñan un papel fundamental, favoreciendo el establecimiento de una relación de mutualismo planta-polinizador de la cual ambos obtienen beneficios: el polinizador obtiene alimento, refugio, fragancias para el cortejo, etc. de la planta, mientras que ésta asegura su reproducción, supervivencia y evolución. Un ejemplo muy claro lo constituyen las angiospermas (plantas con flores, cuyas semillas se encuentran dentro de un fruto), de las cuales un 87,5% (aproximadamente unas 308.000 especies) dependen de la polinización animal. Y, no debemos olvidar, que muchas de esas semillas y frutos son los que permiten la difusión de estas especies vegetales, así como constituyen la base de alimentación de muchos animales y seres humanos.

Los cultivos, principalmente de hortalizas y frutas, suponen un 35% de la producción mundial de alimentos, del cual un 90% es gracias a la actividad polinizadora de *Apis mellifera*. Por ello, un descenso en el censo de abejas supondría una disminución en la polinización de éstos y, como consecuencia, un grave impacto en la producción agrícola, empobreciendo la dieta humana.

La polinización animal depende también de otros agentes igualmente importantes. Un problema creciente es la falta de estrategias adecuadas para la conservación de otras especies

polinizadoras o "*crisis de polinizadores*". Hasta ahora solo hemos mencionado a *Apis mellifera* como principal polinizador, pero al igual que ella hay otras especies de insectos como *Bombus terrestris* (también llamado Abejorro común y, junto a *Apis mellifera*, el más afectado), *Papilio machaon*, *Macroglossum stellatarum*, *Tropinoto squalida*, etc. que desempeñan funciones importantes en el agroecosistema y que también están desapareciendo.

Una afirmación que resumiría claramente las principales consecuencias de la desaparición de estos insectos sería: "*Un mundo sin abejas sería también un mundo sin abejorros, y tal vez sin flores, pues las abejas y las flores evolucionaron juntas, y son las dos caras de la misma moneda desde un punto de vista ecosistémico*" (Sampedro, 2014). Es decir, de la polinización depende la *biodiversidad*, o sea, la diversidad de ecosistemas formados por diferentes especies (dentro de ellas, diversidad genética), el entorno en el que viven y sus interacciones (Rosado, 2012).

Todo esto sustenta la base de la creciente alarma social que lleva años preocupando a una parte del sector apícola y que ha conseguido difundirse al resto de la población mundial.

## **2.1 DEFINICIÓN DEL SÍNDROME DE DESPOBLAMIENTO DE COLMENAS (SDC)**

El Síndrome de Despoblamiento de Colmenas (SDC) o Colony Collapse Disorder (CCD) según el *Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA)* y la *Autoridad de Seguridad Alimentaria Europea*, se refiere a la desaparición inexplicable en un corto período de tiempo de la mayor parte de la población de obreras adultas de una colmena. Caracterizándose por la ausencia total de cuerpos tanto en el interior como en el exterior de ésta y por la presencia de cantidades normales de cría operculada y reservas de alimento. Esto suele ocurrir en primavera, tras la invernada, y, en etapas finales, sólo queda la reina con una corte de unas pocas abejas recién nacidas (Pizarro y Montenegro, 2012).

## **2.2 REVISIÓN HISTÓRICA Y ACTUAL DEL SDC**

Las colonias de abejas sufren de forma periódica en determinadas estaciones del año, como en invierno y principio de primavera, una mortalidad de alrededor de un 10%. Esta mortalidad se considera normal aunque, en ocasiones, resulta muy difícil diferenciar cuándo las cifras de mortalidad están fuera del rango habitual o no (Oldroyd, 2007).

Vamos a ver dónde y desde cuándo se han producido pérdidas poblacionales que hicieron sopesar la idea del SDC. El estudio del origen nos ayudará a entender cómo surgieron las diversas hipótesis sobre su etiología.

El SDC se corresponde con una sucesión temporal de acontecimientos, denominados "*crisis*", que coinciden en la desaparición de las colonias de buena parte del mundo; principalmente, Estados Unidos y Europa.

Sin embargo, antes de las reconocidas como "*crisis apícolas*" ya se señaló una elevada mortalidad en las abejas. Históricamente se han señalado pérdidas que superaron las cifras que se cabía esperar; por ejemplo, en la revisión realizada por Oldroyd en el año 2007, se dice que las primeras noticias sobre elevadas pérdidas fueron en Irlanda, ya en los años 950, 992 y 1443 (Flemming, 1871). Posteriormente, a principios del siglo XX (1903), en Estados Unidos desaparecieron misteriosamente unas 2000 colonias (Silver, 1907) y unos años más tarde (1906), en la Isla de Wight (Reino Unido) las pérdidas fueron casi del 100% (Critchlow, 1904).

Entre los años 1966 y 1979, en los que se vio cierto despoblamiento, se estableció cierta relación entre el elevado número de colonias pérdidas y la exposición de las abejas a los pesticidas utilizados en ese momento para el control de plagas (Farooqui, 2013).

Sin embargo no es hasta finales de los años 90 en Francia, cuando se da noticia de la "*primera crisis apícola*" que asoló al sector. Ésta se caracterizó por la muerte masiva de un gran número de colonias de abejas. La causa principal se achacó al Gaucho® (i.a. imidacloprid), un producto muy utilizado por aquel entonces, para el tratamiento del girasol. En el otoño de 2004 (conocida como la "*segunda crisis*"), en España, ocurrió exactamente lo mismo que en el país vecino; un número muy elevado de abejas, desaparecieron. Este hecho, también se atribuyó a la utilización de dicho insecticida; por ello se decidió prohibir su uso en los cultivos de girasol. No obstante, en los destinados a la producción de maíz se siguió utilizando ya que se consideró que no suponía una gran amenaza para las abejas, debido a que sus colonias no solían situarse cerca de ellos. Otro producto sospechoso bastante utilizado también, era el Regent® (i.a. fipronil). Se trataba de otro insecticida de amplio espectro muy utilizado por aquel entonces (6-8% del girasol cultivado) en combinación con el anterior. Al final se consideró que era poco probable que estos dos plaguicidas fueran la causa de tal elevada mortalidad, la cual seguía persistiendo, ya que la superficie final cultivada por ambos no era tan extensa como para justificar tan elevadas pérdidas.

Diversos estudios epidemiológicos, realizados entre los años 2002-2006, revelaron un acusado aumento en la incidencia del ácaro ***Varroa destructor***; señalando a este parásito como posible agente causal del SDC. Sin embargo, el hecho de que las muestras también daban positivo a otros agentes bióticos hizo pensar que podían coexistir más causas. Aunque las primeras sospechas apuntaban hacia *Nosema apis* puesto que las esporas encontradas coincidían con las de este patógeno, ni la sintomatología, ni la época de año en la que aparecían se correspondían con este agente. Estudios moleculares señalaron la presencia de ***Nosema ceranae*** (agente no descrito hasta entonces en Europa) el cual, según estudios realizados por el Dr. Higes y su equipo, era capaz de dejar una colonia vacía en poco tiempo.

Llega el año 2006 con la "*tercera crisis*" y, con ella, una cuarta hipótesis: el **Virus Israelí de Parálisis Aguda**. Tiene lugar en otro continente, en concreto en Estados Unidos, donde se dieron cuenta de que los almendros no estaban siendo polinizados y de que sus colonias desaparecían.

Decir que, recientemente, en Estados Unidos se han recogido datos que superan con creces el porcentaje del 10% de mortalidad: en el año 2006, hubo pérdidas del 31,8%; en 2007, 35,8%; 2008, 29,0% y en 2009, 34,4% (Vanengeldsdorp et al, 2011).

A partir del año 2008 hasta 2010 aparecen nuevas hipótesis: en Alemania, debido a una práctica agrícola poco afortunada para el tratamiento de semillas de girasol con otro insecticida, clotianidina, vuelve la teoría de los pesticidas. Llegan a Francia desde China unos jarrones que contienen *Vespa velutina*, avispa depredadora de abejas, la cual rápidamente se disemina por zonas costeras, ya que requiere de determinadas condiciones climáticas para su proliferación. Fue sospechosa de la desaparición de algunas colonias, pero esta hipótesis no fue muy aceptada como causante del SDC.

El *Laboratorio de Referencia de la Unión Europea para la Salud de las Abejas* (Francia) entre 2012 y 2013, confirmó una gran variabilidad entre los índices de mortalidad de 17 países europeos: en España y otros países mediterráneos la cifra era inferior al 10% mientras que en el norte del continente, ascendía hasta el 20% (Sampedro, 2014).

Finalmente, desde el año 2011 hasta nuestros días, se están investigando el efecto de la nutrición, de los organismos modificados genéticamente, del efecto de los teléfonos móviles y ondas electromagnéticas, entre otras causas. (Higes Pascual, 2015).



## 2.3 ETIOLOGÍA

Las causas que favorecen la aparición del SDC no están todavía bien definidas. Entre aquellas *hipótesis* que actualmente cuentan con mayor peso y base científica que las acredite destacan: agentes abióticos tales como residuos químicos provenientes principalmente de tratamientos en agricultura con pesticidas y tratamientos medicamentosos frente a determinadas patologías. Así mismo, patógenos propios de la abeja como el ácaro *Varroa destructor*, el microsporidio *Nosema ceranae* y virus asociados también se han implicado como posibles agentes de SDC.

A continuación, trataremos de explicar el papel que desempeñan cada uno de ellos.

### 2.3.1 Agentes abióticos

Una gran variedad de agentes químicos utilizados con fines agrícolas o tratamientos veterinarios apícolas pueden acabar en el exterior e interior de la colmena; afectando a las abejas que viven en ella:

- Los *organoclorados*, *organofosforados* (*cumafos*), *carbamatos*, *piretroides* (*fluvalinato*, *flumetrin* y *permetrina*), *fenilpirazolonas* (*fipronil*), *neocotinoideas* (*imidacloprid*), *formamidinas* (*amitraz*) y *avermectinas* (*ivermectina*), afectan a su sistema nervioso.
- Las *amidinohidrazonas*, *rotenonas* y *pirazolonas*, actúan sobre su sistema respiratorio.
- La *benzoylurea* y *acylurea* (*lufenuron*), sobre el crecimiento y metamorfosis.

El grado de toxicidad de estos agentes depende de *factores medioambientales* (temperatura, humedad, luz, etc.), *intrínsecos* (edad de la abeja, nutrición, sexo y casta, resistencia genética, etc.) y de la *formulación química* del producto a utilizar (insecticidas sistémicos, cultivos modificados genéticamente, etc.).

El medio de intoxicación varía en función del agente químico a tratar, pero generalmente se produce por tres vías: *inhalación*, *ingestión* y *contacto* (Lewbart, 2011).

A continuación vamos a estudiar los agentes químicos más importantes por su grado de utilidad y toxicidad.

- **Residuos agroquímicos**

La relación de estos productos agrícolas con el SDC se basa en dos ideas. Por una parte, las abejas de mayor edad muestran una sensibilidad mayor a la exposición que las jóvenes, lo que se traduciría en un acúmulo crónico de residuos presentes en el medio en que se encuentran

y, por otro lado, el genoma de estos insectos es deficiente en el número de genes que se encargan de codificar la detoxificación enzimática; lo que les hace ser más sensibles a los pesticidas (Farooqui, 2013).

Además, estudios realizados han detectado la presencia de pesticidas y sus metabolitos tanto en las abejas como en los productos que componen la colmena, lo que implica una exposición crónica de los insectos a los agroquímicos (Pizarro y Montegro, 2012)(Balayannis, 2001).

Entre los productos pesticidas utilizados para el control de plagas en agricultura, cabe destacar a los *insecticidas neocotinoides* ampliamente distribuidos y utilizados a nivel mundial. En el año 2010 constituyeron el 26% del mercado global de insecticidas y, actualmente, están autorizados en 120 países y se utilizan para tratamientos aplicados al cultivo de patata, arroz, maíz, remolacha azucarera, cereales, oliva, colza, girasol, árboles frutales, verduras, soja, plantas ornamentales, viveros de árboles, semillas para exportar y algodón (Van der sluijs et al, 2013). Esta amplia variedad, al cultivarse en distintas épocas y lugares, supone el contacto continuo de las abejas con dichos pesticidas.

Uno de los neocotinoides más importantes es el imidacloprid, mencionado anteriormente como la primera hipótesis resultante de la crisis que asoló Francia en los años 90 y que ocupa el segundo puesto de agroquímico más utilizado a nivel mundial en el año 2008.

El problema medioambiental que suponen estos agroquímicos es que solo un 1,6-20% de la sustancia activa utilizada penetra en los cultivos para realizar su función; el porcentaje restante queda suspendido en el ambiente provocando la diseminación y contaminación del suelo, sedimentos y el agua. Así se favorece la exposición de las abejas principalmente por ingestión (polen, néctar, gotas de miel, etc.), contacto (plantas, agua, suelo, materiales de anidación, etc.) e inhalación del aire contaminado. Una vez penetran en el organismo de estos insectos interaccionan con los receptores nicotínicos de acetilcolina (nAChRs) situados en el Sistema Nervioso Central. Son agonistas que actúan uniéndose con alta afinidad en dichos receptores en la membrana post-sináptica, mimetizando al neurotransmisor acetilcolina. De este modo inducen a una hiperexcitación neuronal que puede provocar la muerte de los animales en pocos minutos (Van der sluijs et al; Farooqui, 2013).

La exposición crónica a neocotinoides puede provocar efectos letales y efectos subletales. Éstos últimos se reflejan en cambios neuropsicológicos, en la ovoposición, en el desarrollo

larvario, en la muda, en la longevidad, en su inmunología, fecundidad, movilidad, vuelo y orientación y en el comportamiento alimenticio y de aprendizaje (Tomizawa, 2003).

El efecto tóxico se puede ver incrementado si se produce un *efecto sinérgico* (es decir, la combinación simultánea de dos o más sustancias tóxicas es mayor que la suma de los efectos de cada agente por sí solo) con otros agroquímicos como por ejemplo, determinados fungicidas. Pero también puede potenciar el paso a infecciones producidas por agentes biológicos. Un ejemplo de ello es la interacción entre el neocotinoide imidacloprid y el microsporidio *Nosema sp.*, que se ha visto que puede incrementar la mortalidad en la colmena (Lewbart, 2011).

- **Residuos medicamentosos**

Actualmente la parasitación por *Varroa destructor*, es considerada como una de las más importantes patologías que afectan a *Apis mellifera*. Es por ello que se puede encontrar una amplia variedad de productos farmacológicos en el mercado, destinados a su tratamiento. Un ejemplo de ellos es el fluvalinato (Apistan®), amitraz (Apivar®) o timol (Apiguard® o Timovar®). Sin embargo, *Varroa* ha conseguido desarrollar resistencias contra la mayor parte de ellos y, en muchos casos, continúa siendo un problema (Macedo. 2002).

La falta de eficacia, en ocasiones, ha hecho que los apicultores incrementen las dosis y mezclen compuestos, constituyendo "verdaderos cócteles de drogas" dentro de la colmena (Oldroyd, 2007); los cuales se van acumulando en diferentes partes. Por ejemplo, el fluvalinato se deposita en la cera. Esto facilita el contacto de las abejas con estos residuos, los cuales no solo inducen efectos tóxicos en el organismo de las abejas sino que pueden alterar los mecanismos de metabolización y detoxificación de, entre otros, los neocotinoides; favoreciendo la exposición y susceptibilidad frente a ellos (Gatien, 2003).

### **2.3.2 Agentes bióticos**

Todavía no se ha logrado establecer una relación clara e inequívoca entre la presencia de patógenos y el SDC pero determinadas investigaciones reflejan una alta prevalencia de determinados patógenos en colmenas que han sufrido la pérdida de la totalidad o una gran parte de su población de abejas. Con lo cual podemos decir que hay evidencias que apuntan hacia ellos (Pizarro y Montegro, 2012).

- ***Varroa destructor***

La segunda hipótesis con más peso se centra en el ácaro *Varroa destructor*. Se trata de un proceso parasitario externo protagonizado por un ácaro cuyo haplotipo más patógeno presente en occidente, es el coreano. Su ciclo biológico se basa en dos fases que determinan a qué individuos afectan: una *fase reproductiva* desarrollada en las celdas de cría y una *fase forética* en las abejas adultas (Perez y Fernandez, 2012).

Los ácaros se alimentan de la hemolinfa procedente de las larvas o de los adultos. De este modo el peso de la abeja al eclosionar es menor (entre un 7% en obreras y un 11-19% en zánganos) lo que reduce significativamente su vida útil (Duay et al, 2003). Por otra parte, las pecoreadoras parasitadas presentan sintomatología nerviosa: pérdida de la habilidad en el vuelo, dificultad en la capacidad de aprendizaje, adelanto de la edad de pecoreo y comportamiento anormal reflejado en ausencias prolongadas de la colonia y no regreso a ésta (Kralj et al, 2007). Además la parasitación provoca un estado de inmunosupresión que favorece la acción sinérgica de otros agentes biológicos, principalmente virus como por ejemplo el Virus de las Alas Deformes (Rosenkranz et al, 2010).

Todo ello depende del grado de parasitación; si es bajo, la sintomatología es inaparente pero si es alto puede llegar al colapso de la colonia reflejado en un descenso repentino en el censo de la población adulta, malformaciones en las obreras restantes, cría salteada, alteración de la capacidad reproductiva, retraso en el reemplazo generacional, aumento y empeoramiento de otras enfermedades asociadas, etc (Fries et al, 2003).

La acción de *Varroa* es de tal magnitud que, si no se aplica un tratamiento efectivo a tiempo, la mayoría de las colonias se colapsan en un período de tiempo de 2-3 años (Rosenkranz et al, 2010).

- ***Nosema ceranae***

Otra posible etiología del SDC nació en España de la mano del doctor Mariano Higes y su equipo. Hasta ese momento se hablaba de un único microsporidio bastante patógeno para *Apis mellifera*, *Nosema apis*. Estudios posteriores demostraron la aparición de *Nosema ceranae*; una especie que, hasta ese momento solo afectaba a *Apis cerana* y no estaba presente en Europa (Higes et al, 2006); lo que podría explicar un mayor efecto patógeno.

Actualmente hay que tener en cuenta que, aunque la prevalencia de *Nosema apis* sea mucho menor, sigue estando presente. Y está demostrado que la sinergia entre ambas

especies provoca mayores tasas de infección y, consecuentemente, mortalidad (Milbrath et al, 2015).

*Nosema spp.* es un patógeno ampliamente extendido a nivel mundial y causante de numerosas pérdidas económicas tanto de forma individual como asociada a otros agentes. Afecta a las abejas adultas pecoreadoras que se encuentran fuera de la colmena. La espora cuya difusión se ve favorecida por diversos fómites como el polen corbicular, cera, jalea real, material utilizado por los apicultores y demás (Botias et al, 2012), penetra por vía oral y se dirige al ventrículo donde, a través de un filamento polar, se introduce en las células epiteliales transfiriéndole el esporoplasma, es decir, su material genético. Comienza así un ciclo que acaba invadiendo a todas las células del ventrículo, el cual deja de ser funcional debido a la lisis celular y posterior degeneración. Esto conlleva a que la abeja no pueda comer, se debilite y muera. Debido a un mecanismo de defensa propio de las abejas, las que están parasitadas no regresan; de este modo la abeja Reina y las más jóvenes no se ven afectadas (Acosta, 2007).

El efecto a nivel de la colonia es menos grave que a nivel individual. Aun así se puede observar un debilitamiento progresivo con aparición de nuevas enfermedades subyacentes, además de envejecimiento prematuro de las abejas y desequilibrio entre las nodrizas y la cría (Garrido, 2014).

- **Virus**

Otra hipótesis apoya la acción de determinados agentes víricos como causantes del SDC: *virus Israelí de Parálisis Aguda (APV)*, *virus de la Parálisis Crónica (CPV)*, *virus de las Alas Deformes (DWV)*, *virus de Kashmir (VBV)*, *virus de la Cría Sacciforme (SBV)* y *virus de la Realera Negra (BQCV)*, entre otros (Pizarro y Montenegro, 2012).

El *virus Israelí de Parálisis Aguda* es el que juega un papel más protagonista como sospecha de SDC. Aunque normalmente presenta un cuadro asintomático, en ocasiones, puede resultar altamente virulento en las pupas y adultos; caracterizándose por la pérdida de pelo del tórax y abdomen y un oscurecimiento de éste. La muerte se ve precedida por un rápido proceso de parálisis acompañado de temblores, con lo cual las abejas no pueden volar. Se trata de un proceso tan rápido que las abejas no pueden volver a la colonia y propagar la infección, por ello el efecto se ve, principalmente, a nivel individual y no colectivo (De Miranda et al, 2010).

En los casos en los que se ve sintomatología a nivel colectivo, se debería pensar en otros virus con acción a largo plazo, como el *virus de Parálisis Crónica (CBPV)* o bien a la presencia de

*Varroa destructor*, que puede actuar como diseminador de agentes víricos (Mcmenamin y Genersch, 2015).

La acción de estos virus hay que tenerla en cuenta, más que nada, por su *acción sinérgica* con otros agentes. Por ejemplo con *Varroa destructor* y los neocotinoideos; los cuales favorecen un incremento en la replicación de estos virus letales para las abejas. Esto provoca una depresión del sistema inmune que hace que los individuos sean más susceptibles a otras infecciones (Chejanovsky et al, 2014).

### **2.3.3 Otras posibles causas del SDC**

Entre ellos encontramos: a los *cultivos modificados genéticamente* cuyos genomas contienen una proteína bacteriana que, al expresarse, desarrolla fuertes propiedades insecticidas (O'callaghan et al, 2005).

El *déficit nutricional* (Naug, 2009) debido al aumento de colmenas en determinadas zonas y a las intensas migraciones comerciales, como la trashumancia; las cuales suponen altos niveles de estrés para las abejas. También por el acceso, mayoritariamente, a monocultivos que favorecen una mayor susceptibilidad a enfermedades, ya que las abejas que pueden acceder a una mayor diversidad de alimento, cuentan con un sistema inmunitario más desarrollado. Esto se ve reflejado, entre otras cosas, en que la cría nace debilitada debido a que sus abejas nodrizas son incapaces de alimentarlas correctamente y propiciarles un correcto desarrollo inmunitario. Además de ser más susceptibles a enfermedades, evolucionarán a abejas adultas con menos memoria; lo que provocaría que estos insectos no regresasen a la colmena una vez salgan al exterior (Amdam, 2002).

La *falta de variabilidad genética de las abejas reina*, la cual se debe a una serie de empresas que se han especializado en la comercialización de unas determinadas líneas genéticas de abejas Reina que han favorecido una uniformidad que las hace más susceptibles a infecciones (Bekic et al, 2014).

El incremento de las temperaturas asociado al *cambio climático y otras inclemencias meteorológicas*, los cuales afectan al pecoreo de las abejas. Por ejemplo días con temperaturas frescas y alta radiación solar, son buenos para la apicultura; mientras que altas temperaturas y baja radiación solar, afectan negativamente a las abejas (Gobierno de La Rioja. 2010).

Así mismo, la acción de *ondas electromagnéticas* emitidas por el uso de teléfonos móviles y otros electrodomésticos que provocan tal desorientación que son incapaces de regresar a su colmena; la acción de depredadores vertebrados tales como el abejaruco y, otros agentes como el hongo *Arcosphaera apis* que afecta al desarrollo larvario, formando lo que se denomina "cría yesificada" o *Apocephalus borealis*, mosca cuyas larvas depositadas en los cuerpos de las abejas producen la decapitación de éstas; son ejemplos de otras posibles causas del SDC (Bekic et al, 2014).

## **2.4. PUESTA EN MARCHA DE MEDIDAS DE INTERVENCIÓN Y PREVENCIÓN FRENTE AL SDC**

Los países más afectados por el SDC han puesto en marcha una serie de planes de acción con el fin de estudiar qué está pasando en sus colmenas.

En el año 2013, el presidente Barack Obama firmó un memorando para impulsar un plan de acción basado en iniciativas de investigación, prevención y protección de las colmenas de Estados Unidos, destinando a este objetivo el equivalente de 36 millones de euros. Ese mismo año, en Reino Unido, el Gobierno anunció un estudio "urgente e integral" sobre el declive de la población de abejas, desarrollando una estrategia nacional sobre los polinizadores (Sampedro, 2014). A su vez, el Ministerio de Medio Ambiente francés presentaba otro plan apícola para el país con el mismo objetivo de reducir las desapariciones; dicho Plan está recogido dentro de las medidas de acompañamiento del proyecto de ley de biodiversidad y tiene como objetivo la aplicación de prácticas favorables a las abejas y polinizadoras sobre el 20% del territorio, la pérdida cero de especies polinizadoras, el aumento de un 30% de polinizadores cerca de los bordes de las carreteras en 3 años y la construcción, a nivel municipal de 5.000 colmenas y cajas de insectos (Agrodigital, 2015). En España, por el momento no hay campaña a nivel nacional; sin embargo, desde el año 2011, especialistas han puesto en marcha un proyecto pionero basado en la implantación de microchips en el tórax de las abejas y en la entrada de la colmena; de este modo pueden llevar un recuento de los índices de mortandad (Martins, 2011).

El *Laboratorio de Referencia Europeo de salud de las abejas*, tras comparar las pérdidas entre los años 2012-2013 y 2013-2014, ha observado que hay diferencias significativas entre las pérdidas ocasionadas en diferentes puntos geográficos; que las tasas de mortalidad de un año a otro habían disminuido notablemente y que un factor bastante influyente en el número de pérdidas ocasionadas durante los meses de invierno de estos años, podría ser el clima. Con

estos datos, los sistemas de vigilancia europeos y nacionales han podido poner en marcha nuevos proyectos de investigación para estudiar los diferentes factores de riesgo de las colonias y establecer una serie de medidas para evitarlos. Un ejemplo de ello ha sido la prohibición del uso de los neocotinoides clotianidina, tiametoxam e imidacloprid. Esto fue gracias a que la Comisión Europea consiguió, en el año 2013, el apoyo de una mayoría de países suficiente para prohibir durante dos años el uso estos tres neocotinoides; muy usados como plaguicidas en la siembra del girasol, colza, algodón y maíz (European Comision. 2015).



### **3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**

La preocupación general por las desapariciones de abejas, reflejada en las noticias actuales, y el desconcierto popular sobre la posible existencia del SDC, nos llevó a realizar este pequeño estudio. Para ello nos planteamos una serie de objetivos:

El primero de ellos es conocer lo que es en sí el SDC. Para ello elaboraremos una revisión bibliográfica\* basada en el desarrollo de una serie de conceptos que podemos conocer gracias al trabajo científico llevado a cabo por aquellos investigadores que han estudiado el SDC como un hecho real.

El segundo objetivo se basará en estudiar la situación actual de la Comunidad Autónoma de Aragón, un entorno muy próximo a nosotros, con el fin de ver si hay posibles indicios del SDC. Este parte más práctica estará dividida en dos puntos a su vez: uno de ellos explicará la situación actual de la apicultura en esta Comunidad Autónoma, a partir de datos oficiales que reflejan el censo de colmenas y producción de miel (producto más importante). Expresaremos y analizaremos la evolución temporal de ambos desde los años 90 (inicio del SDC) hasta nuestros días. El segundo se basará en el análisis de una encuesta anónima realizada a apicultores de las tres provincias aragonesas. De este modo podremos conocer la experiencia y opinión particular de aquellos que trabajan en el sector.

\*Con el fin de cumplir con las pautas establecidas para la elaboración del Trabajo de Fin de Grado, la revisión bibliográfica se encuentra en primer lugar; representando la introducción teórica de la posterior parte práctica del trabajo.

#### 4. METODOLOGÍA

El trabajo a realizar está dividido en dos objetivos principales:

La **revisión bibliográfica** ha sido elaborada a partir de artículos científicos en inglés obtenidos en la base de datos *WebScience*. También hemos utilizado la información de la conferencia titulada "Síndrome de Despoblamiento" e impartida por el Dr. Mariano Higes, el día 24 de Marzo de 2015, en la Escuela Politécnica Superior de Huesca (Universidad de Zaragoza). Así mismo hemos consultado legislación vigente, libros facilitados por la Biblioteca de la Facultad de Veterinaria, noticias recogidas en artículos de prensa nacional e internacional, buscador Google y entrevistas realizadas a profesionales relacionados con el sector (funcionarios del servicio provincial, veterinarios de ADS apícolas y apicultores).

Para el apartado "**Situación actual en Aragón**", hemos hecho uso de datos oficiales censales y productivos de dicha Comunidad, publicados por el Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente de la Diputación General de Aragón y del IAEST (Instituto Aragonés de Estadística). Para la obtención de los datos de campo, hemos elaborado una encuesta que ha sido emitida por correo electrónico, vía telefónica y/o soporte papel a apicultores, asociaciones apícolas y ADS veterinarias. Dicha encuesta (Anexo III), totalmente anónima, se ha realizado a apicultores pertenecientes exclusivamente a la Comunidad Autónoma de Aragón. En ella figuran *10 preguntas*; las seis primeras nos permiten obtener datos generales de los encuestados: número de colmenas, localización y entorno geográfico de éstas, movimientos de los animales, posibilidad de acceso al alimento para las abejas y tratamientos apícolas aplicados. Las cuatro restantes son más específicas y están relacionadas con el SDC. De este modo averiguaremos la magnitud de las posibles pérdidas en el número de colmenas y cantidad de miel producida y a qué lo atribuyen los encuestados. Con la última pregunta sabremos si los apicultores comparten o no la teoría del Síndrome de Despoblamiento. Además, para la obtención del número total de encuestas necesarias para obtener resultados significativos en el estudio, hemos trabajado con el programa estadístico WinEpi.

Finalmente decir que para la redacción del texto hemos utilizado el programa informático *Microsoft Office Word* y, para el estudio de los datos y posterior elaboración de las gráficas, el programa *Microsoft Office Excel*. Para la redacción de la bibliografía hemos seguido la Norma *ISO 690:2013*.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Tras la revisión de los artículos científicos publicados en los últimos años en relación con el SDC, podemos emitir una valoración en la que reflejamos la idea general que hemos obtenido.

Desde los años 90 hasta la actualidad, en distintos lugares del mundo, han ocurrido una serie de *crisis* que, a pesar de compartir un elevado porcentaje de mortalidad apícola que no sería el normal, apuntan hacia un agente causal diferente. Diversas investigaciones han llegado a la conclusión de que, probablemente, las desapariciones no se deben a la acción de uno solo, sino a varios de ellos. Por ello, se cree que podría tratarse de un **proceso multifactorial** en el que diversos agentes abióticos y bióticos se combinan en una *acción sinérgica* que potencia su efecto de tal manera que constituye una grave amenaza para todos los insectos polinizadores, en especial para *Apis mellifera*.

De los factores que constituirían dicha etiología, los plaguicidas *neocotinoides* constituyen la hipótesis más apoyada por el sector apícola, autoridades sanitarias y opinión pública. Fueron los primeros en ser relacionados con las elevadas pérdidas de polinizadores, debido a la utilización masiva de dichos pesticidas los cuales, a lo largo del tiempo, dejarían residuos en gran parte de los cultivos que abarcan la superficie terrestre y que forman parte del hábitat de dichos insectos.

La hipótesis basada en la acción del ácaro *Varroa destructor*, es otra de las más importantes y respaldadas por la comunidad científica. El principal problema de este ácaro radica en el tratamiento. En España, por ejemplo, en base al Real Decreto 608/2006 de 19 de mayo por el que se establece y regula un *Programa nacional de lucha y control de las enfermedades de las abejas de la miel*, es obligatorio tratar frente a *Varroa destructor* entre los meses Septiembre y Noviembre (Real Decreto 608/2006). Sin embargo desde el año 2008-2014 se ha visto que la venta de medicamentos ha disminuido en un 60% y que, valorando el censo de colmenas, se ve que un elevado porcentaje de ellas no se tratan. A esto se le une una mala posología y una aplicación continuada de los mismos productos, lo cual favorece el incremento de los niveles de tóxicos con acción subletal en la colmena y, que aparezcan resistencias en un período de 4-5 años, lo que supone que *Varroa* siga parasitando a las abejas sin verse afectada por los tratamientos (Higes Pascual, 2015).

Así mismo los agentes biológicos adquieren mucha importancia debido a su modo de actuar, es decir, a través de *coinfecciones* (Chejanovsky. et al, 2014). Un ejemplo muy habitual es la acción conjunta entre el ácaro *Varroa destructor* y la gran diversidad de virus adyacentes que incrementan su patogenicidad.

Con respecto a la hipótesis de los virus, despierta cierta controversia entre la comunidad científica por varias razones: en primer lugar es raro que las infecciones virales causen semejantes pérdidas poblacionales en las colonias afectadas; además, solo se ha diagnosticado en Estados Unidos y hasta la fecha no se ha señalado en Europa (Pizarro y Montenegro, 2012).

Otros factores etiológicos explicados no desempeñan un papel tan importante, pero podrían contribuir al denominado proceso del SDC.

La acción conjunta de estos agentes afectaría a un fenómeno de vital importancia, la **polinización** y todos aquellos que la hacen posible. Es cierto que la desaparición de estos insectos polinizadores no conllevaría al fin del mundo, tal y como se rumorea, pero sí que acarrearía graves consecuencias sobre el resto de seres vivos que dependen de ello. Por ello, los principales países afectados han puesto en marcha planes de acción que, en un futuro, permitirán tomar una serie de medidas que pongan freno a este suceso.

## **5.2. SITUACIÓN APÍCOLA ACTUAL EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE ARAGÓN**

- **Datos oficiales Comunidad Autónoma de Aragón**

En España, datos del año 2013 señalan un censo de 2.444.097 colmenas y una producción de miel de 30.613 toneladas.

Aragón cuenta con una larga tradición apícola gracias a la climatología y vegetación que posee. En 2013 representó el 4,06% del total de colmenas a nivel nacional, alcanzado una cifra de 99.419 colmenas. En cuanto a la producción de miel fue de 765.000 kg, representando el 2,29% del total de kilogramos nacionales producidos.

Esta Comunidad Autónoma dispone de 1.219 explotaciones apícolas de las cuales un 68% son de carácter no profesional y de pequeño tamaño, mientras que el 32% restante son explotaciones comerciales de las cuales podemos diferenciar un 2% que se dedican exclusivamente a la apicultura y un 30% que complementan a otras actividades. A su vez, las

explotaciones de carácter no profesional representan el 30% del censo de colmenas aragonesas y el 10% de la producción de miel frente al resto que representa el 70% del censo y el 90% de miel.

En relación a la producción, como hemos mencionado, la mayoría de los apicultores aragoneses dedican sus colmenas a obtener miel; de la cual un 55% se comercializa al por mayor, el 20% es envasada directamente por los apicultores y el resto (25%) se vende a granel en el propio domicilio. El resto de producciones (cera, polen, veneno, jalea real o propóleos), constituyen una minoría en comparación con lo anterior (Gobierno de Aragón, 2014).

Hasta aquí hemos visto la situación censal y productiva actual en Aragón, tanto a nivel de comunidad como nacional. Ahora vamos a ver el proceso evolutivo que ha seguido desde 1996 hasta 2013-2014, período de tiempo que abarca desde el inicio de las primeras "crisis del SDC" hasta las últimas notificaciones de las que se tiene constancia. De este modo estudiaremos la evolución de la apicultura aragonesa en ese espacio temporal que nos es de interés por el tema a tratar. Lo haremos por medio de datos estadísticos recogidos por el IAEST (Anexo I); los cuales han sido representados gráficamente en el Anexo II.

En relación al **censo**, en la *figura 1* podemos observar un ligero crecimiento discontinuo en el número de colmenas aragonesas; se estima que entre el año 1996 y 2013 ha habido un incremento de, aproximadamente, unas 15.502 colmenas. El rango se mantiene entre las 80.000 y 120.000 colmenas con numerosas y marcadas oscilaciones numéricas.

Al principio, en concreto entre los años 1997-2000, podemos apreciar un notable incremento del censo. Esto podría explicarse por la implantación, en el año 1997-1998, del Plan Apícola Nacional (aprobado en Bruselas) tan esperado por el sector; el cual concedía ayudas a los apicultores de cara a la producción de miel y mantenimiento de sus colmenas frente al daño provocado por *Varroa destructor*. Esto supuso una reestructuración del sector y un aumento del número de apicultores, incrementando el censo de colmenas (Reglamento (CE) n° 1221/97).

Tras ese incremento, podemos ver picos acusados entre los años 2000-2003, 2005-2007 y 2010-2012. Recordemos que en octubre de 2004, en España, tuvo lugar la segunda crisis apícola que asoló al sector y cuya principal sospecha fue el pesticida imidacloprid. Las pérdidas de colmenas en esos años fueron del 17,9% (2000-2003), 17,42% (2005-2007) y 22,8% (2010-2012). Se trata de cifras que superan el 10% de pérdida considerada normal, con lo que resultan relevantes de cara a posibles indicios del SDC.

A partir de 2013, los datos nos señalan un ligero incremento censal que se podría justificar debido a que en los últimos años han aumentado el número de subvenciones destinadas a la apicultura, lo que ha desembocado en el incremento de ganaderos en este sector y, consecuentemente, el número de colmenas. Por ejemplo, ese mismo año, la Consejería de Agricultura otorgó ayudas (alrededor de 400.000€) a los apicultores o agrupaciones apícolas para mejorar la producción y posterior comercialización de miel, polen y derivados (ABC, 2013). Además, debido a la crisis económica mundial que nos ha asolado en los últimos años, muchos son los que han decidido regresar al campo, fomentando el sector agrícola y ganadero, del que forma parte la apicultura.

Con respecto a la **producción**, en la *figura 2* podemos observar un importante descenso en la cantidad de miel producida; se calcula una pérdida de 537.555 kg, desde los años 90 hasta 2013. Los años con mayores pérdidas fueron entre 2000-2001 y 2004-2012; volviendo a coincidir con la fecha señalada anteriormente como indicio del SDC en España. En este caso, las pérdidas son de un 32,28% y 80,74%.

Estas cifras tan elevadas podrían deberse a las inclemencias meteorológicas, ya que el clima está íntimamente relacionado con la producción de miel; al afectar a la floración de las especies vegetales elegidas por los apicultores (romero, tomillo, mil flores, etc.). Así, noticias en prensa en el año 2012 ya alertaban sobre el efecto que podía ocasionar: *" la producción de miel se reducirá este año un 70% como consecuencia de la escasa floración por los efectos de la sequía y las heladas del invierno, las escasas e irregulares lluvias de la primavera y las altas temperaturas de los últimos meses, según el balance de ecuador de campaña de COAG"* (Efe. Madrid, 2012).

En resumen, como podemos ver Aragón ha sufrido pérdidas importantes tanto a nivel censal como productivo, coincidiendo en alguno de los casos con las fechas en las que empezó a haber notificaciones de SDC en el país. Con respecto al censo, a pesar de mantenerse en el mismo rango de número de colmenas, los porcentajes señalados en esos tres períodos de tiempo muestran cifras elevadas que podrían relacionarse con el SDC; al superar el porcentaje de mortalidad habitual. En relación a la producción, el principal agente causante de su descenso parece ser el clima; si bien recordamos es uno de los agentes etiológicos mencionados como posibles causantes del SDC.

- **Encuesta apicultores Comunidad Autónoma de Aragón**

En primer lugar decir que debido a la dificultad para encontrar apicultores dispuestos a colaborar, solo hemos podido obtener 25 encuestas. Mediante el programa epidemiológico WinEpi, se calculó el número máximo de encuestas que habrían sido necesarias para obtener resultados significativos. Sobre un total de 1.459 apicultores que hay en Aragón, tendríamos que haber encuestado a 88 personas (tomando un 50% de prevalencia y un margen de error del 10%). Somos conscientes de que es un número poco representativo pero creemos que nos puede aportar información interesante.

Las encuestas se han realizado en explotaciones situadas en 15 de las comarcas aragonesas (Anexo IV): Calatayud (16% encuestados), Cinco Villas (16%), Jiloca (12%), Valdejalón (12%), Campo de Borja (8%), Campo de Daroca (8%), Los Monegros (4%), Hoya de Huesca (4%), Bajo Aragón-Caspe (4%), Belchite (4%), Zaragoza (4%), Campo de Cariñena (4%) y Aranda (4%). La mayoría son de pequeño tamaño; un 68% de los encuestados poseen <50 colmenas, frente a un 32% que tiene >100. Con ello podemos decir que se trata de Comarcas poco industriales, en las cuales la apicultura es una actividad de carácter no profesional. Además un elevado porcentaje (60%), se encuentran localizados en zonas donde no hay cultivos cercanos que utilicen agroquímicos que favorecerían un mayor riesgo de exposición a pesticidas. Tampoco estarían expuestas a la polución o exposición a ondas electromagnéticas procedentes de un núcleo urbano.

En relación con lo anterior, poco más de la mitad de las colmenas (56%) se encuentran fijas en el mismo lugar durante todo el año. El 44% restante practican trashumancia. Algunos de los encuestados han mencionado que permiten el paso a zonas ricas con almendros; a zonas de montaña; a parques naturales como el Moncayo; a otras comarcas con una vegetación distinta (de Jiloca, a Campo de Cariñena o Belchite) e incluso otros han mencionado que desarrollan varias prácticas de trashumancia al año. Esto hay que tenerlo en cuenta de cara a la exposición de las abejas a residuos de agroquímicos que se encuentran en su nueva localización. Por ejemplo, en Aragón está permitido el uso del imidacloprid, fluvalinato o deltametrin frente a pulgón verde, orugueta y anarsia; agentes patógenos del almendro (Gobierno de Aragón, 2014). Además, la trashumancia constituye una peligrosa vía de diseminación. Esto hay que tenerlo en cuenta de cara a la difusión de patógenos (por ejemplo, *Varroa destructor* y virus adyacentes) y, consecuentemente, infección de las poblaciones sanas que reciben animales infectados.

Por otro lado, un 92% aplica tratamientos médicos rutinarios contra determinados patógenos. De este porcentaje un 91,30% está destinado a combatir *Varroa destructor* y el resto a patología puntuales. Deducimos que la mayor parte de las colmenas podrían estar expuestas a residuos medicamentosos.

Otro punto a considerar es el acceso que las abejas pueden tener al alimento que las rodea. Al igual que antes, un 56% han contestado que tienen colmenares cercanos que promueven la competencia por el alimento. Esto podría producir estrés nutricional (Naug, 2009) y, además, al haber mayor densidad de colmenas en una zona, favorecer el contacto entre colmenares infectados; lo que favorecería, de nuevo, la difusión de agentes infecciosos.

Continuando con la encuesta, un 88% de los apicultores confirma haber tenido pérdidas censales en los últimos años. De esto es importante mencionar lo siguiente: un 62% superan las cifras normales de mortalidad, así un 48% de encuestados presentaron pérdidas entre un 10-50% de pérdidas y el 14% restante, llegó a superar el 50%; mientras que solo un 38% sufrió pérdidas inferiores al 10%. De los afectados el 45% lo atribuyen a la acción de agentes bióticos, el 5% a químicos y un 14% a otros factores (principalmente inclemencias meteorológicas: viento, lluvia, sequía, etc.). Pero un 36% coincide en que no hay una causa única, es decir, que la acción se debe a la combinación de los agentes anteriores. Por ejemplo: un 18% afirma que se debe a la acción de agentes bióticos e inclemencias meteorológicas; un 9% a la acción de bióticos y abióticos y el otro 9% a la acción conjunta de los tres. Como podemos ver, el factor común de todos ellos son los agentes bióticos (*Varroa destructor*).

Con respecto a la producción de miel un 88% confirma haber tenido pérdidas productivas. De éstos: un 50% han sufrido pérdidas del 10-50%; un 18% llegan a superar el 50% y el 32% restante, <10%. En torno a un 64%, lo ha visto reflejado en la cantidad de miel producida mientras que el 36% restante, tanto en la cantidad como en la calidad del producto. El 37% de los afectados cree que la causa de este descenso se debe a agentes bióticos únicamente; otro 27% indica que son otros factores los causantes, principalmente depredadores como el abejarruco o inclemencias meteorológicas. Mientras que el 27% restante cree en la combinación de agentes bióticos con abióticos y otras causas.

En lo relativo a la producción de cera, veneno, jalea real, propóleo y demás, el 68% de los apicultores no han notado descenso alguno, frente al 32% que sí. Ya hemos visto que estas producciones son mínimas en comparación con la de miel; de ahí que son pocos los apicultores que se dediquen a la obtención de estos productos.



La información obtenida en ambos supuestos apunta hacia el mismo culpable: **agentes bióticos**, en especial *Varroa destructor*. Sin olvidar la importancia de los cambios meteorológicos y depredadores que, según los expertos del sector, adquieren más importancia que, en su opinión, los pesticidas. Además, el 76% de los apicultores encuestados relacionan sus pérdidas con el SDC y , de entre todos sus posibles factores etiológicos, las más señaladas han sido las causas bióticas que, como causa única o combinada con otros factores, suponen el 85%.

## 6. CONCLUSIÓN

Antes de establecer una conclusión final del trabajo elaborado decir que no poseemos la competencia ni los medios necesarios para poder afirmar si el Síndrome de Despoblamiento de Colmenas es un hecho con entidad propia o no. Lo único que podemos emitir es una valoración de los resultado obtenidos.

### 6.1 Revisión Bibliográfica

El SDC podría tratarse de un proceso de etiología multifactorial en el que la sinergia de sus agentes causales, bióticos y abióticos, provocan la desaparición de un porcentaje muy elevado de insectos polinizadores, siendo el principal afectado *Apis mellifera*. Como consecuencia se verán comprometidos todos aquellos cultivos que dependen de la *polinización animal* llevada a cabo por dichos insectos; siendo los principales afectados aquellos situados en Europa y Estados Unidos, países en los que se ha visto mayor tasa de despoblamiento.

### 6.2 Datos oficiales de la Comunidad Autónoma de Aragón

El censo se mantiene, desde principios de los años 90 hasta la actualidad en el mismo rango de número de colmenas, a pesar de las pérdidas sufridas en determinadas épocas que superan el 10% de mortalidad natural; lo que podría hacer pensar en posible SDC.

La producción de miel muestra un descenso muy acusado debido, presumiblemente, a las inclemencias meteorológicas desfavorables que han predominado en los últimos años; perjudicando la floración de las principales especies vegetales empleadas en Aragón.

### 6.3 Encuesta apicultores Comunidad Autónoma de Aragón

Un alto porcentaje de encuestados señalan elevadas pérdidas productivas y censales en los últimos años. Consideran al SDC como causa de ello, destacando como principal agente etiológico a *Varroa destructor*, cuya elevada prevalencia se debe a un fallo en su tratamiento, bien sea por un mal manejo o por la aparición de resistencias frente a los productos comercializados.

## CONCLUSION

Before establishing a final conclusion of the elaborate work say that we don't have the competence nor the means to ascertain if the Colony Collapse Disorder is a fact with own entity or not. We can only issue an assessment of the results obtained.

- **Literature review**

The CCD could be a multifactorial aetiology process in which the synergy of its biotic and abiotic agents cause the disappearance of a very high percentage of pollinating insects, being the main affected *Apis mellifera*. As consequence, will be compromised all those crops that depend on the animal pollination carried out by these insects; being the most affected those located in Europe and the USA, countries that have seen higher rate of depopulation.

- **Official information of Aragon**

The census is held, since the early 90s to the present day, in the same range of number of hives, despite losses suffered at certain times that exceed the 10% of natural mortality; which it could suggest in the possible CCD.

Honey production shows a very sharp decline due presumably to unfavourable weather conditions that have prevailed in recent years; hurting the bloom of main plant species used in Aragon.

- **Survey of Aragon beekeepers**

A high percentage of beekeepers point high productive and census losses in recent years. They consider the CCD as the cause of this, highlighting as the main etiologic agent *Varroa destructor*, whose high prevalence is due to a failure in treatment, either by mishandling or by the emergence of resistance against products marketed.

## **7. VALORACIÓN PERSONAL**

Finalmente decir que la elaboración de este Trabajo de Fin de Grado ha sido una experiencia gratificante. A pesar del esfuerzo que conlleva realizarlo y del poco tiempo disponible debido a la intensidad del curso académico, he podido tomar contacto con un sector de la ganadería desconocido para mí y descubrir el complejo mundo de estos seres invertebrados, a veces, bastante olvidado y subestimado por todos.

Gracias a él tengo conocimiento del papel tan importante que juegan los agentes polinizadores en nuestro ecosistema, del peligro que corren y de la necesidad de establecer una serie de medidas para su protección; ya que sin ellos está en juego gran parte de la alimentación de la mayoría de los seres vivos de la Tierra.

Me ha permitido aprender a desenvolverse en la Diputación General de Aragón, tratando con profesionales del sector; así como en el entorno rural, hablando con los apicultores, conociendo sus asociaciones, etc. Un ambiente difícil para el estudiante, ya que muchos ganaderos muestran una actitud poco predispuesta a compartir su información. Aún así decir que aquellos que han estado dispuestos a facilitar su experiencia personal, lo han hecho con agrado y entusiasmo; facilitando en gran medida los resultados obtenidos.

En cierto modo, la elaboración de un proyecto que comprende trabajo de campo, facilita dar un paso hacia el mundo al que nos dirigimos como veterinarios; con la toma de contacto y conocimiento de tus clientes y pacientes, en este caso, apicultores y abejas.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

### Artículos científicos

- AMDAM GV., OMHOLT SW. (2002) "**The regulatory anatomy of honeybee lifespan**" in *Journal of Theoretical Biology*. Vol. 216, p. 209-228
- BALAYANNIS, P.(2001) "**Gas chromatographic determination of coumaphos and tau-fluvalinate residues in royal jelly produced under commercial conditions**" in *Journal of Apicultural Research*. Vol. 40, Issue. 2, p. 71- 78
- BEKIC B., JELOCKIK M., SUBIC J.(2014) "**Honey Bee Colony Collapse Disorder (*Apis mellifera* L.) - Possible Causes**" in *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. Vol. 14, p.13-18
- BOTIAS C., MARTÍN-HERNÁNDEZ R., GARRIDO-BAILÓN E., GONZÁLEZ-PORTO A., MARTÍNEZ-SALVADOR A., DE LA RÚA P., MEANA A., HIGES M. (2012) "**The growing prevalence of *Nosema ceranae* in honey bees in Spain, an emergin problem for the last decade**" in *Research in Veterinary Science*. Vol. 93, p, 150-155
- CHEJANOVSKY N., OPHIR R., SCHWAGER M-S., SLABEZSKI Y., GROSSMAN S., COX-FOSTER D. (2014). "**Characterization of viral siRNA populations in honey bee colony collapse disorder**" in *Virology*. Vol. 454-455, p. 176-183
- CRITCHLOW BP (1904). "**Gleanings in bee culture**" in *Bee Culture Magazine*. Vol. 32, p. 692
- DE MIRANDA J-R., CORDONI G., BUDGE G. (2010). "**The Acute bee paralysis virus-Kashmir bee virus-Israeli acute paralysis virus complex**" in *Journal of Invertebrate Pathology*. Vol. 103, p. S30-S47
- DUAY, P., DE JONG, D., ENGELS, W. (2003). "**Weight loss in drone pupae (*Apis mellifera*) multiply infested by *Varroa destructor* mites**" in *Apidologie*. Vol. 34, p. 61-65
- FAROOQUI T. (2013)- "**A potential link among biogenic amines-based pesticides, learning and memory, and colony collapse disorder: a unique hypothesis**" in *Neurochemistry International*. Vol. 62, p. 122-136
- FRIES, I. HANSEN, H., IMDORF, A. ROSENKRANZ, P. (2003). "**Swarming in honey bees (*Apis mellifera*) and *Varroa destructor* population development in Sweeden**" in *Apidologie*. Vol. 34, p. 389-398
- GATIEN P., CURRIE RW. (2003) "**Timing of acaricide treatments for control of low-level populations of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) and implications for colony performance of honey bees**" in *The Canadian Entomologist*. Vol. 135, p. 749-763
- HIGES M., MARTIN R., MEANA A., (2006). "***Nosema ceranae*, a new microsporidian parasite in honeybees in Europe**" in *Journal of Invertebrate Pathology*. Vol. 92, p. 93-95

- KRALJ J., BROCKMANN, A., FUCHS, S., TAUTZ, J. (2007) **"The parasitic mite *Varroa destructor* affects non-associative learning in honey bee foragers. *Apis mellifera*"** in *Epub.* Vol. 193, Issue. 3, p. 363-370
- MACEDO PA., ELLIS MD., SIEGFRIED BD. (2002). **"Detection and quantification of fluvalinate resistance in varroa mites in Nebraska"** in *American Bee Journal.* Vol. 142, p. 523-526
- MCMENAMIN A-J., GENERSCH E. (2015) **"Honey bee colony losses and associated viruses"** in *Insect Science.* Vol. 8, p. 1-9
- MEDINA FLORES C.A., GUZMAN NOVOA E., ARECHIGA FLORES C.F., AGUILERA SOTO J.I., GUTIÉRREZ PIÑA F.J. (2011) **"Efecto del nivel de infestación de *Varroa destructor* sobre la producción de miel de colonias de *Apis mellifera* en el altiplano semiárido de México"** en *Revista Mexico Ciencia.* Vol.3, p. 313-317
- MILBRATH M., VAN TRAN T., HUANG W-F, SOLTER L., TARPY D-R., LAWRENCE F. (2015). **"Comparative virulence and competition between *Nosema apis* and *Nosema ceranae* in honey bees (*Apis mellifera*)"** in *Journal of Invertebrate Pathology.* Vol. 125, p. 9-15.
- NAUG D. (2009)**"Nutritional stress due to habitat loss may explain recent honeybee colony collapses"** in *Biological conservation.* Vol. 142, p. 2369-2372
- O'CALLAGHAN M., CLARE TR., BURGUESS EPJ., MALONE LA. (2005) **"Effects of plants genetically modified for insect resistance on nontarget organisms"** in *Annual Review of Entomology.* Vol. 50, p. 271-292
- OLDROYD B.(2007) **"What's killing American Honey Bees?"** in *PLOS Biology.* Vol. 5, p.1195-1199
- PIZARRO R. y MONTENEGRO G (2012).**" Las claves del Síndrome de Despoblamiento de colmenas"** en *Agronomía y forestal.* Vol. 46, p. 32-36
- ROSENKRANZ P., AUMEIER P., ZIEGELMANN B. (2010) **"Biology and control of *Varroa destructor*"** in *Journal of Invertebrate Pathology.* Vol.103, p. S96-S119
- SILVER J (1907). **"Bee disease on the Isle of Wight"** in *Irish Bee Journal.* Vol. 7, p. 10
- TOMIZAWA M., CASIDA JE. (2003) **"Selective toxicity of neonicotinoids attributable to specificity of insect and mammalian nicotinic receptors"** in *Annual Review Entomology.* Vol. 48, p. 339-364
- VAN DER SLUIJS J., SIMON-DELISO N., GOULSON D., MAXIM L., BONMATIN J-M and BELZUNCES L. (2013)**"Neonicotinoids, bee disorders and the sustainability of pollinator services"** in *Environmental Sustainability.* Vol. 5, p. 293-305

- VANENGELSDORP D., HAYES J., UNDERWOOD RM., CARON D., PETTIS J. (2011) **"A Survey of Honeybee Colonies Losses in the U.S fall 2009 to winter 2010"** in *Journal of Apicultural Research*. Vol. 50, Issue. 1, p. 1-10

### **Conferencia**

- HIGES PASCUAL M. (2015) **"Síndrome de Despoblamiento Colmenas"**. en *Ciclo de Conferencias 2015 Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón*. Huesca. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Zaragoza.

### **Legislación**

- Real Decreto 1221/1997 del Consejo, de 25 de junio de 1997, por el que se establecen las normas generales de aplicación de las medidas destinadas a mejorar la producción y comercialización de miel. *BOE*, 21 de Noviembre de 1997, nº 319. p. 4-7
- Real Decreto 608/2006, de 19 de mayo, por el que se establece y regula un Programa Nacional de lucha y control de las enfermedades de las abejas de la miel. *BOE*, 2 de Junio de 2006, nº 131, p. 20841.

### **Libros de consulta**

- FLEMMING G (1871). *Animal plagues: their history, nature and prevention* in London: Chapman and Hall. p. 548
- LEWBART G(2011). **"Honeybees"** in Vidal-Naquet N. *Invertebrate Medicine, Second Edition*. Wiley-Blackwell. p. 285-321
- ROSADO M (2012). **"La polinización"** en Asociación española de entomología, jardín botánico atlántico, centro iberoamericano de biodiversidad. *Polinizadores y biodiversidad*. APOLO (Observatorio de agentes polinizadores). p .5-37

### **Páginas Web**

- ABC (2013). **"Aragón subvenciona a las abejas"** <<http://www.abc.es/local-aragon/20130320/abci-aragon-subvenciona-abejas-201303200844.html>> [Consulta: 5/5/15]
- ACOSTA A.(2007). **"Tras el asesino de las abejas"** <<http://servicios.laverdad.es>> [Consulta: 17/04/15]
- AGRODIGITAL.COM. La web del campo (2015). **"Plan francés para la protección de las abejas"** <<http://www.agrodigital.com/PIArtStd.asp?CodArt=102374>> [Consulta: 28/5/15]
- ARNA (2014). **"Las abejas y nosotros"**. <<http://arnaapicola.es/las-abejas-y-nosotros/#more-169>> [Consulta: 5/5/15]
- EFE. MADRID. (2012). **"La producción de miel se reduce un 70% por la sequía"** <[http://www.heraldo.es/noticias/economia/2012/07/03/produccion\\_miel\\_reduce\\_por\\_sequia\\_194300\\_309.html](http://www.heraldo.es/noticias/economia/2012/07/03/produccion_miel_reduce_por_sequia_194300_309.html)> [Consulta: 9/6/15]

- EUROPEAN COMISION. ANIMALS. (2015). *"Study on honey bee colony mortality"* <[http://ec.europa.eu/food/animals/live\\_animals/bees/study\\_on\\_mortality/index\\_en.ht](http://ec.europa.eu/food/animals/live_animals/bees/study_on_mortality/index_en.ht)> [Consulta: 13/5/15]
- GARRIDO E. (2014). *"Nosemosis: Tipos, síntomas y alternativas terapéuticas"* <<http://apicoladegalicia.es/pdf/nosemosis.pdf>> [Consulta: 17/04/15]
- GOBIERNO DE ARAGÓN (2014). *"Boletín fitosanitario de avisos e informaciones"*.<[http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/AgriculturaGanaderia/Areas/03\\_Sanidad\\_Vegetal/01\\_Proteccion\\_Vegetal/PublicacionesCPV/Boletin\\_Fitosanitario/boletines\\_2014/Boletin\\_1-2014.pdf](http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/AgriculturaGanaderia/Areas/03_Sanidad_Vegetal/01_Proteccion_Vegetal/PublicacionesCPV/Boletin_Fitosanitario/boletines_2014/Boletin_1-2014.pdf)> [Consulta: 10/6/15]
- GOBIERNO DE ARAGÓN (2014). *"Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente.Apicultura"*.<<http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/AreasTematicas/Ganaderia/ci.APICULTURA.detalleDepartamento?channelSelected=e4bac8548b73a210VgnVCM100000450a15acRCRD>>. [Consulta: 24/04/15]
- GOBIERNO DE LA RIOJA (2010). *"Estudio Piloto sobre la influencia del cambio climático en la apicultura en la reserva de la biosfera de La Rioja"*. <[http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/grupos-de-trabajo-y-seminarios/red-espanola-reservas-biosfera/Estudio\\_efecto\\_del\\_cambio\\_climatico\\_en\\_la\\_apicultura\\_tcm7-319837.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/grupos-de-trabajo-y-seminarios/red-espanola-reservas-biosfera/Estudio_efecto_del_cambio_climatico_en_la_apicultura_tcm7-319837.pdf)> [Consulta: 16/6/15]
- GREENPEACE (2014). *"Salvemos a las abejas"* <<http://www.greenpeace.org/espana/es/>> [Consulta: 30/03/15]
- IAEST (2014). *"Censo de colmenas y producción apícola. España y CCAA"*. <[www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/.../01030204A07.xls](http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/.../01030204A07.xls)> [Consulta: 18/4/15]
- MARTINS, A. BBC MUNDO (2011). *"Colocan microchips en abejas en España"* <[http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2011/09/110912\\_abejas\\_microchips\\_am.shtml](http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2011/09/110912_abejas_microchips_am.shtml)> [Consulta: 5/5/15]
- PEREZ I., FERNANDEZ P. (2012), *"Situación de la Varroosis. Valoración de las tasas de infestación de varroa. Otoño de 2012. Control"*. Jornada de formación *"Programa de vigilancia piloto sobre las pérdidas de colonias de abejas"*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. España. <<http://rasve.magrama.es>> [Consulta: 14/04/15]

#### **Prensa**

- RADA. J. (2014). *"Peligro en la colmena"* en 20 MINUTOS. 24.06.14. p. 1
- SAMPEDRO J. (2014)*"El misterioso asesino de abejas"* en EL PAÍS. DOMINGO.29.06.14. p 1-