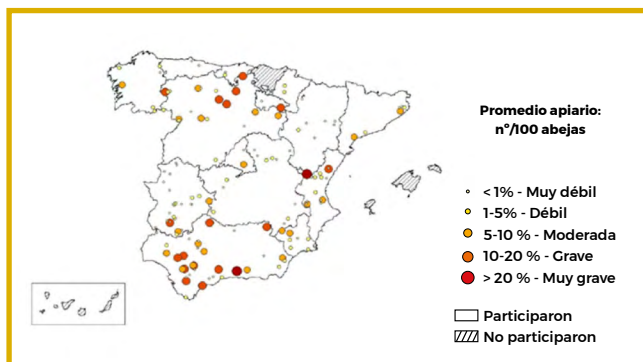


Problema a resolver: Varroatosis y tratamientos

Varroa destructor y mortalidad de las abejas

Las abejas juegan un papel fundamental en la seguridad alimentaria y la nutrición, la agricultura sostenible, el medio ambiente y la salud del ecosistema, la conservación y la mejora de la diversidad biológica, entre otras dimensiones del desarrollo sostenible. A pesar de ello, la población de abejas está disminuyendo [1].

En España, la mortalidad invernal en abejas durante la campaña 2019-2020 fue del 19,2% en los colmenares estudiados en el Programa de Vigilancia 2019-2020 sobre las pérdidas de colonias en abejas, la mayor desde que se lleva a cabo este registro (2012) [2]. No existe una única causa que justifique esta tasa de mortalidad. Sin embargo, diversos estudios sitúan al ácaro *Varroa destructor* como uno de los principales causantes de esta situación [3-5].



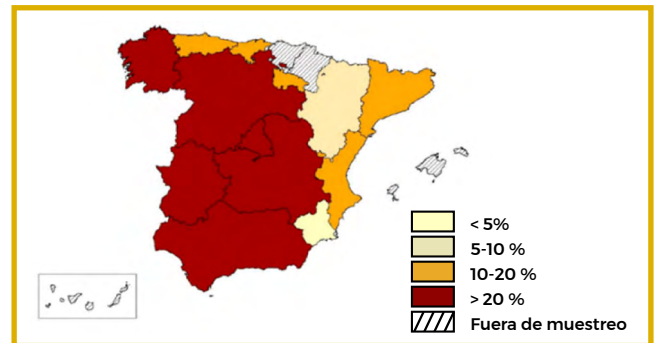
Infestación por *V. destructor* en otoño 2019 (Fuente: [2]).

Daño a las abejas. Al margen del daño que el ácaro causa por su acción expoliadora, debilita el estado inmunológico de las abejas, favoreciendo la aparición generalizada de infecciones víricas, bacterianas y fúngicas. El resultado es un pobre estado sanitario y fisiológico de las abejas, que provoca una importante pérdida de población y de producción, incluso con niveles bajos de infestación [6].

Pérdidas económicas. Se ha estimado que la cantidad de miel en una colmena de abeja doméstica infestada por Varroa en clima mediterráneo disminuye un 45% [7]. Para un apicultor con 500 colmenas y una producción habitual de 10kg/colmena, supone unas pérdidas económicas por valor de 16.987€. Teniendo en cuenta que el beneficio habitual de ese mismo apicultor es de algo más de 13.000€, las pérdidas económicas por Varroa equivalen al 128% del beneficio anual [6].

Actualmente, desde el punto de vista sanitario y económico, el ácaro *V. destructor* es el principal reto al que se enfrenta la apicultura española [6].

Al comparar los dos mapas se evidencia una clara relación entre la infestación por Varroa en otoño (mapa de la izquierda), y la mortalidad de las abejas en invierno (mapa de la derecha), ya que las comunidades con mayor mortalidad coinciden con las regiones que presentan una mayor infestación por Varroa. En otoño de 2019, el ácaro se detectó en el 94,5% de los apiarios analizados, de los cuales el 27,7% presentaban niveles de parasitación de moderados (5-10% de las abejas estaban afectadas) a muy graves (>20%). Según la experiencia de los apicultores, es muy difícil encontrar actualmente una colmena sin Varroa, y afirman que “con un 20% de Varroa, la colmena no vive”. La detección de Varroa en otoño, si bien es diferente cada año, se mantiene desde 2012 en cifras superiores al 70% [2].








Tasa de mortalidad invernal por CCAA (Fuente [2]).



Hembras adultas de *V. destructor* (Fuente: Pacific Pests and Pathogens).

V. destructor en datos

-  Presencia en el **94,5%** de los apiarios (datos oficiales)
-  Pérdidas de población de hasta el **19,2%** (eventualmente hasta el **70-100%**)
-  Producción de un **45%** menos de miel, pudiendo llegar al **100%**
-  Los tratamientos sanitarios suponen el **15-26%** de los costes totales
-  Pérdidas económicas equivalentes al **128%** del beneficio anual habitual

Tratamientos sanitarios

Actualmente existen 14 tratamientos sanitarios autorizados por la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS) basados en 9 principios activos diferentes [8]. En España, el Real Decreto 608/2006 de 19 de mayo, establece que es obligatorio realizar al menos un tratamiento al año frente a la Varroa [9].

A pesar de todo, los datos publicados cada año en el Informe de Resultados del Programa de Vigilancia sobre las Pérdidas de Colonias en Abejas, revelan que estos tratamiento no están siendo eficaces [2]. Esto se debe a diferentes causas [6]:

1. Factores biológicos. Los tratamientos no penetran en las celdas de cría operculadas, que es donde tiene lugar el ciclo reproductivo de la Varroa, por lo que solamente tienen efecto sobre la Varroa forética [4].

2. Factores climáticos. Cuando los inviernos son cálidos, los acaricidas pierden eficacia al seguir existiendo cría en la colmena. Por otro lado, cuando los inviernos son fríos, tienen problemas de distribución dentro de la colmena.

3. Ineficacia de los tratamientos. Teniendo en cuenta el limitado número de tratamientos disponibles (y el aun más limitado de sustancias activas), la efectividad de los mismos se ve reducida debido al desarrollo de resistencias por parte del ácaro [4]. Ya se ha demostrado la resistencia de la Varroa al tau fluvalinato, al amitraz y al cumafos [10-13]. A esto se le suma el hecho de que el amitraz es el principio activo elegido como tratamiento por más del 70% de los apicultores. Además, en las tres últimas campañas, más de un 30% de los apicultores aplicaron el tratamiento incorrectamente [2].



Abeja parasitada por Varroa (Fuente: El Cortijuelo de San Benito).

Adicionalmente, los tratamientos sanitarios actuales acarrearán otra serie de inconvenientes:

► **El coste de los tratamientos sanitarios** frente a la Varroa suponen el 15-26% de los costes totales en un sector, el apícola, caracterizado por bajos rendimientos netos. Este gasto se ve aumentado por el coste de repoblación de la colmena, el tratar las enfermedades secundarias, los desplazamientos y la mano de obra para realizar los tratamientos, etc. [2].

Tratamientos sanitarios frente a la Varroa autorizados actualmente en España. (Fuente: elaboración propia a partir de [8]).

Principio activo	Nombre comercial
Amitraz	Apivar Apitraz 500mg/tira para abejas Amicel Varroa
Cumafos	Checkmite
Timol	Apiguard Thymovar
Flumetrina	Bayvarol 3,6mg tiras para colmenas Polyvar 275mg tiras para colmenas
Ácido oxálico	Ecoxal
Tau fluvalinato	Apistan
Ácido fórmico	Maqs ácido fórmico 68,2mg. Tiras para colmenas.
Ácido fórmico / Ácido oxálico dihidratado	Varromed 5mg/mL + 44mg/mL; y 75mg + 660 mg. Dispersión para colmenas de abejas.
Ácido oxálico dihidrato	Oxybee 39,4mg/mL. Polvo y solución para dispersión para colmenas de abejas.



Colmena afectada por varroatosis.

► **Toxicidad en abejas, principalmente en las larvas.** Se ha detectado la presencia de residuos en larvas. Se ha demostrado que algunos fungicidas y acaricidas provocan toxicidad en las larvas de abeja [14, 15].

► **Residuos en la miel y la cera.** También se han detectado residuos químicos de los tratamientos en los productos de la colmena, llevados por las abejas en su cuerpo. Además, existe una acumulación de residuos en la cera cuando se utiliza el mismo tratamiento en años distintos [14].

Innovación VARROAFORM

Existe una necesidad urgente de encontrar nuevos compuestos activos que no presenten las desventajas de los tratamientos actuales, y que a la vez aseguren una eficacia antivarroa [4].

SITUACIÓN DE PARTIDA

VARROATOSIS



Principal enfermedad que afecta a las abejas, provocada por el ácaro *V. destructor* y que debilita gravemente su sistema inmunológico, provoca el debilitamiento de la colmena, malformaciones, reducción de la población, etc. Su incidencia es variable en función de los manejos del apicultor, de las reservas de miel y polen y de la eficacia acaricida de los tratamientos.

TRATAMIENTOS ACTUALES



Actualmente, en España existen 14 tratamientos sanitarios autorizados, no eficaces en algunos casos, además de estar relacionados con problemas de toxicidad en abejas, residuos en derivados de colmena, inadecuada dosificación, desarrollo de resistencias, etc..

SOLUCIÓN VARROAFORM

1. Aumento de la eficacia (actividad acaricida)
2. Reducción de la frecuencia de administración
3. Liberación sostenida durante el ciclo de vida de la Varroa (30 días)
4. No genera toxicidad en las abejas
5. Bajo coste
6. No deja residuos en la miel y otros derivados de colmena (cera, propóleo)
7. Apta para apicultura ecológica
8. Fácil manipulación, aplicación y dosificación

SOCIOS



AGUSTÍN ARIAS
APICULTOR



BENIGNO BASTEIRO
APICULTOR



URBANO GONZÁLEZ
APICULTOR

COLABORADORES



SOLUCIÓN INNOVADORA

VARROAFORM desarrolla soluciones de liberación controlada como alternativa a los tratamientos convencionales en apicultura para el control y prevención de la varroatosis en abeja doméstica a partir de productos de origen natural incorporados en sistemas/soportes biodegradables.

¿CÓMO?

SUSTANCIAS ACTIVAS

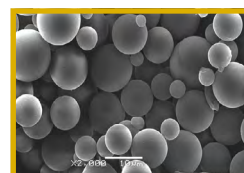
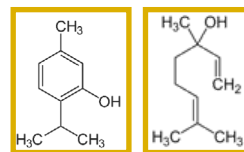


Además de las autorizadas y compatibles con la producción ecológica (timol), se están desarrollando soluciones adyuvantes basadas en sustancias de origen natural (carvacrol, mentol, linalol o eucaliptol).

SOPORTE



Las sustancias activas se incorporan en vehículos idóneos para su aplicación (protección frente a oxidación, fotodegradación, hidrólisis, volatilización) y que permiten liberar dichas sustancias a dosis efectivas durante el tiempo de duración del ciclo (28-30 días): geles, microcápsulas, complejos de ciclodextrinas.



¿Qué es un Grupo Operativo?

Los Grupos Operativos son una de las herramientas clave en la ejecución del Programa Nacional de Desarrollo Rural para impulsar la innovación en el sector agroalimentario y forestal dentro del ámbito europeo. Se trata de agrupaciones de agentes de diferentes perfiles con intereses comunes que se asocian para poner en marcha un proyecto de innovación con el objetivo de dar una respuesta conjunta y multisectorial a un problema o necesidad.

VARROAFORM es un Grupo Operativo supraautonómico con un equipo multidisciplinar que abarca las CCAA de Galicia, Castilla y León, Castilla-La Mancha y Canarias.

¿Cómo?

Diseño de soluciones alternativas para el control y prevención de la varroatosis

Principio activo

Para superar las desventajas que presentan los tratamientos actuales, VARROAFORM utiliza los componentes principales que se encuentran en los aceites esenciales como acaricidas, cuya eficacia antivarroa ha quedado demostrada en numerosos estudios [4, 16-19]. Además, estos compuestos presentan la ventaja de que la generación de residuos es muy baja, y el desarrollo de resistencias por parte de la Varroa poco probable [20].

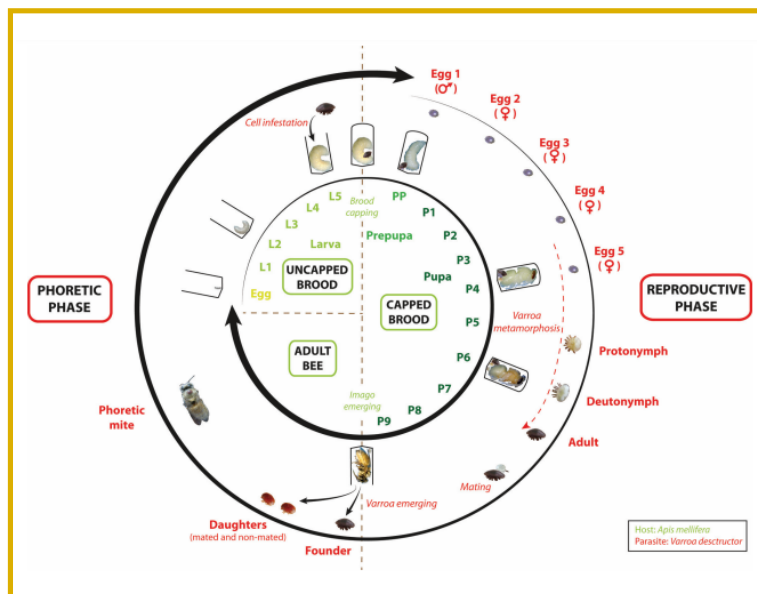
Sin embargo, muchos de estos estudios han evaluado la eficacia antivarroa de estos compuestos en ensayos *in vitro*, no a escala real. Otro aspecto a tener en cuenta es el efecto que la dosis tóxica para la Varroa puede tener sobre las abejas adultas y las larvas [21]. Por lo tanto, es necesaria una evaluación en condiciones reales y de manera estandarizada.

Un soporte adecuado

Tan importante es la sustancia activa como el soporte que la contiene y sirve de base para su aplicación. Se han realizado ensayos de aplicación de aceites esenciales en forma de polvo, diluidos en jarabe o disueltos en etanol, aunque se concluye que es necesaria más investigación al respecto [16]. El método habitual de aplicación de formulaciones a base de estos principios activos, principalmente timol, es mediante su incorporación a un vehículo sólido o semisólido, lo que limita la acción antivarroa a su fase forética, reduciendo enormemente la eficacia del tratamiento [4].

Es por tanto fundamental diseñar una formulación que se adapte al ciclo de vida de la Varroa, y que sea efectiva tanto en la fase forética como en la reproductiva, donde está físicamente protegida dentro de los opérculos.

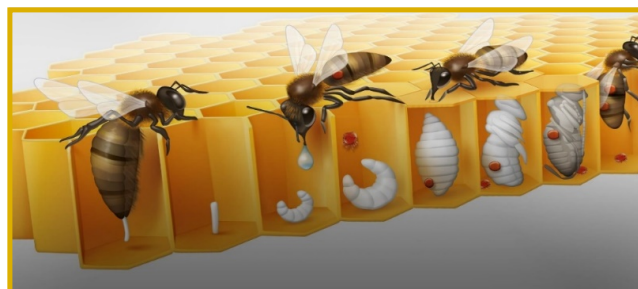
VARROAFORM pretende, mediante el adecuado diseño del soporte, desarrollar un suplemento de tratamiento adyuvante que sea eficaz en las dos fases del ciclo de la Varroa. Es preciso un soporte que asegure una liberación sostenida del principio activo durante 30 días (ciclo de vida de la Varroa), y uniforme en toda la colmena. Debe mantener las características de los principios activos intactas y ofrecer protección frente a factores externos como la oxidación, la fotodegradación,



Representación esquemática del ciclo de vida del ácaro *V. destructor*, que está sincronizado con el ciclo de vida de su huésped, la abeja melífera (Fuente: [20]).

hidrólisis, el clima, etc.. Además, ha de ser un soporte natural y biodegradable para que, al igual que el principio activo, no deje residuos en los productos de la colmena ni genere toxicidad en las abejas.

Este **innovador diseño** permitirá aumentar la eficacia frente a la Varroa y reducir su frecuencia de aplicación, suponiendo un **importante ahorro para los apicultores**.



Fase reproductiva de la Varroa en los opérculos (Fuente: Bayer AG).

¿Cómo?

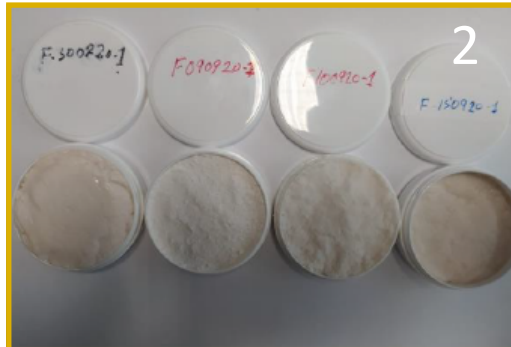
Desarrollo de las nuevas soluciones

1. Suplemento tipo gel. Se emplea timol como sustancia activa y ciclodextrina como soporte para incrementar la solubilidad y la cantidad de sustancia activa en la formulación.

2. Suplemento tipo pasta. Soportes sólidos de elevada consistencia al contener elevadas proporciones de sólidos finamente dispersos en los excipientes. Como sustancia

activa se usan mezclas de aceites esenciales y, como soporte, celulosa microcristalina y carboximetilcelulosa sódica.

3. Suplemento tipo oleogel. Partículas de pequeño tamaño en las cuales el aceite esencial va incorporado en un núcleo recubierto por una capa protectora formada por un polímero biodegradable y de origen natural.



Evaluación de los tratamientos

Los suplementos son evaluados en los apiarios experimentales de los que dispone el Grupo Operativo VARROAFORM con el fin de hacer un cribado con el que obtener uno (o varios) suplementos que satisfagan todas las condiciones impuestas en cuanto a efectividad, inocuidad en abejas, ausencia de residuos, facilidad de aplicación y escalabilidad a nivel industrial:

- ▶ Eficacia acaricida, que se evalúa mediante el recuento de la caída de ácaros en fondo sanitario, y el recuento sobre abejas adultas y sobre crías.
- ▶ Test de resistencia a los suplementos, contando el número de ácaros que permanecen tras la aplicación del suplemento.

- ▶ Toxicidad en abejas, analizando la calidad seminal y la influencia sobre la cría de reinas.
- ▶ Cuantificación de residuos tras la aplicación en miel, cera y propóleo.
- ▶ Facilidad de aplicación en función del tipo de colmena utilizada: Layens, Dadant o Langstroth.

Una vez se hayan obtenido resultados preliminares de estos ensayos, los suplementos seguirán siendo evaluados en condiciones reales en otros colmenares de los que se dispone para analizar su comportamiento bajo diferentes condiciones climáticas.



Colmenares de los que dispone el Grupo Operativo VARROAFORM en Ourense (A), Guadalajara (B), León (C).

Referencias

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Comité de Agricultura. 25º período de sesiones. Celebración del Día Mundial de las Abejas. 2016, COAC/2016/14.
2. Ministerio de Agricultura, Pesca y Ganadería. Informe de resultados del programa de vigilancia 2019-2020 sobre las pérdidas de colonias en abejas. 2020
3. Diemann, Vincent & Pflugfelder et. al. *V. destructor*: Research avenues towards sustainable control. Journal of Apicultural Research. 2011, 51, 125-132.
4. Noël A. et al. *V. destructor*: how does it harm Apis mellifera honey bees and what can be done about it?. Emerg Top Life Sci. ; 2020, 4(1):45-57.
5. Ziegelmann, B. et al. Lithium chloride effectively kills the honey bee parasite *V. destructor* by a systemic mode of action. Sci Rep 2018, 8, 683.
6. Subdirección General de Productos Ganaderos, Dirección General de Producciones y Mercados Agrarios. Programa Nacional de Medidas de Ayuda a la Apicultura. España 2020-2022. Madrid, 2019.
7. Manuel Murilhas, A. *V. destructor* infestation impact on Apis mellifera carnica capped worker brood production, bee population and honey storage in a Mediterranean climate. Apidologie 2002, 33 (3) 271-281
8. Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS) Listado de Medicamentos Veterinarios autorizados por la AEMPS para abejas.
9. 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. Boletín Oficial del Estado, 131, de 2 de junio de 2006. 20839-20842.
10. Patti E. et al. Control of Varroa jacobsoni Oud. resistant to fluvalinate and amitraz using coumaphos. Apidologie, Springer Verlag, 2000, 31 (3), pp.437-441.
11. Maggi, M.D. et al. Resistance phenomena to amitraz from populations of the ectoparasitic mite *V. destructor* of Argentina. Parasitology Research, 2010, 107(5), 1189-1192.
12. Norberto M. The resistance of Varroa jacobsoni Oud. to acaricides. Apidologie 1999, 30 (2-3) 229-234.
13. Pettis, J. A scientific note on *V. destructor* resistance to coumaphos in the United States. 2004, 35. 10.1051/apido:2003060.
14. Bajuk B. et al. Coumaphos residues in honey, bee brood, and beeswax after Varroa treatment. Apidologie. 2017, 48. 1-11. 10.1007/s13592-017-0501-y.
15. Zhu W. et al. Four Common Pesticides, Their Mixtures and a Formulation Solvent in the Hive Environment Have High Oral Toxicity to Honey Bee Larvae. PLoS ONE 2014, 9(1): e77547.
16. Emsen B. et al. The effect of three methods of application on the efficacy of thymol and oxalic acid for the fall control of the honey bee parasitic mite *V. destructor* in a Northern climate. American Bee Journal. 2007, 147. 535-539.
17. Razavi SM. et al. The field efficacy of Lepidium latifolium and Zataria multiflora methanolic extracts against *V. destructor*. Parasitol Res. 2015, 114(11):4233-8.
18. Solis Riusech, N. Varroa mite control in honey bee colonies: The use of a fatty acid blend (C8910) for Varroa mite control and exploring management practices used by beekeepers. 2017.
19. Tiwari, R. et al. Efficacy of eco-friendly formulations against honeybee mite, *V. destructor* in Apis mellifera colonies in Uttarakhand - A novel approach. Indian Journal of Agricultural Sciences. 2015, 85. 883-887.
20. Mondet F. et al. Parasites. Chapter: Bee diseases (pathogenesis, epidemiology, diagnosis, therapy and prophylaxis). En: Wolfgang Ritter, editor. Bee Health and Veterinarians. 2014 (pp. 131-141)
21. Brascos, Constanza & Gende et al. Assessing in Vitro Acaricidal Effect and Joint Action of a Binary Mixture Between Essential Oil Compounds (Thymol, Phellandrene, Eucalyptol, Cinnamaldehyde, Myrcene, Carvacrol) Over Ectoparasitic Mite *V. destructor* (Acari: Varroidae). Journal of Apicultural Science. 2017, 61.

Contacto

Lucía Lloret Caulonga, PhD

FEUGA - Fundación Empresa-Universidad Gallega

Email: llloret@feuga.es; Web: www.feuga.es