

## INFORME DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE EL AÑO SABATICO

Dr. Walter M. Farina

Profesor Titular Regular, DE, DBBE-FCEN-UBA

Periodo del año sabático: 1 de enero al 31 de diciembre de 2018

Título del Proyecto: Ecología y cognición en la abeja *Apis mellifera*: estudios básicos y aplicados

### *Marco teórico*

La abeja doméstica *Apis mellifera* es un excelente modelo de estudio en *Cognición Animal*, además de tener un interés económico sustancial por los productos que ofrece y por los servicios que brinda en la polinización de cultivos. La integración de diversos comportamientos basados en habilidades sensoriales y cognitivas que tienen lugar a lo largo de su ontogenia podría generar un impacto sobre la recolección de recursos y la polinización de ecosistemas, incluidos los agrícolas. En la abeja melífera, tópicos como las habilidades para aprender y recordar han sido extensamente estudiados bajo situaciones experimentales muy controladas, permitiendo importantes avances en el campo de la Neurobiología del Comportamiento. Sin embargo, aún son escasos los ejemplos que abordan las *capacidades cognitivas de estos insectos en un contexto natural*. El estudio de las habilidades cognitivas de la abeja *Apis mellifera* permitiría evaluar sus efectos a escala social así como sus implicancias como organismo polinizador. En ese marco se plantea ahondar sobre los efectos *a largo término de las experiencias olfativas que ocurren dentro de sus colonias*.

Además de ser un organismo modelo en aspectos cognitivos, la abeja melífera es además un modelo único en el campo de la *Comunicación Animal*. Sus diversos sistemas de comunicación muestran una gran complejidad y han sido estudiados profundamente en el contexto de recolección de recursos. Sin embargo, el rol de las experiencias quimiosensoriales por parte de los individuos receptores de información ha sido escasamente abordado.

La abeja *Apis mellifera* es también un *insecto benéfico* de gran importancia para el hombre. En las últimas décadas, se ha incrementado su uso como organismo polinizador de *cultivos agrícolas* y es en este marco se plantea, por un lado, *evaluar su comportamiento en ecosistemas agrícolas que requieran de la abeja melífera como agente polinizador* y por el otro, *desarrollar nuevas herramientas* basadas en estimulaciones olfativas *que faciliten el aumento de su eficiencia polinizadora de las abejas en el cultivo*. A partir de lo mencionado, *abordajes integrales y simultáneos sobre contenidos básicos y aplicados*, como los que se plantean en este proyecto, permitirían promover un círculo virtuoso entre el conocimiento de la biología de la abeja melífera y las implicancias que tiene su comportamiento para el hombre.

### *Objetivos planteados y grado de cumplimiento*

#### **I. Aprendizaje olfativo temprano en la abeja melífera y su efecto sobre la plasticidad conductual y fisiológica**

A partir de haber determinado que las experiencias olor-recompensa que tienen lugar en etapas tempranas de la abeja adulta promueven plasticidad comportamental y neural a muy de largo término (Arenas et al. 2009a, 2009b, 2012), se plantea evaluar si los procesos plásticos observados en su sistema nervioso son consecuencia de cambios mecanismos vinculados a la conectividad sináptica *entre neuronas*. Además se plantea determinar si existe un *periodo crítico de adquisición* de la información olor-recompensa que se manifieste en una plasticidad diferencial del sistema nervioso.

#### *Lugares de ejecución:*

-Laboratorio de Insectos Sociales, IFIBYNE-UBA-CONICET, Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

-Cátedra de Bioquímica, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires (Responsable de la contraparte: Dr. Jorge Zavala).

*Grado de cumplimiento:*

Existen estudios que demuestran que: i) las *abejas obreras jóvenes forman memorias estables y de largo término* que pueden ser *retenidas hasta edades recolectoras* (Arenas y Farina 2008, Arenas *et al.* 2008, Grüter *et al.* 2009); ii) aquellas experiencias ocurridas durante edades pre-recolectoras específicas (5-8 días luego de la emergencia; Arenas y Farina 2008, Arenas *et al.* 2012, 2013) son mejor evocadas que las adquiridas fuera de ese periodo; iii) el sistema olfatorio de las abejas melíferas continúa desarrollándose luego de la emergencia como adulto y se completa alrededor de los días 2-4 de vida (Masson y Arnold 1984, 1987), y iv) la consolidación sináptica es un mecanismo que puede tener lugar producto de una experiencia temprana específica (Knudsen 2004). A partir de estas evidencias se esperaba encontrar un *periodo sensible para la adquisición* de información olor-recompensa que se manifestara en una plasticidad diferencial observable en el *sistema nervioso olfatorio del individuo adulto*.

Se realizaron también estudios comportamentales sobre individuos de edades recolectoras, electrofisiológicos sobre la periferia sensorial olfativa (antenas) y moleculares para evaluar los niveles expresión los genes *Nrx1* y *Nlg2-5* en el cerebro, cuyos productos son proteínas de anclaje de sinapsis, pre-sinápticas en el caso de la *neuroxina* y post-sinápticas en el caso de las *neuroliginas*. Su cuantificación aporta una medida del grado de conectividad alcanzado por los cerebros sujetos a los tratamientos (ver Biswas *et al.* 2009, Ramírez *et al.* 2016).

Los estudios de expresión génica se realizaron en la Cátedra de Bioquímica de la FAUBA y en el IFIBYNE, los estudios conductuales y fisiológicos.

Todas las mediciones fueron realizadas al día 17 de vida adulta, equivalente a una edad en la cual se inician las tareas de recolección de recursos. Desde lo comportamental se reafirmó la preponderancia de las memorias formadas entre los 5 y los 8 días. A nivel de la periferia sensorial olfativa, los registros electroantenoográficos mostraron una mayor respuesta hacia un olor novedoso en el grupo D5-8 respecto al grupo Control, no encontrándose diferencias entre el resto de los grupos estimulados con el Control. Dicha diferencia en el D5-8 era mayor a mayores concentraciones de un estímulo olfativo neutro, pero no para 1-hexanol, el cual no presentó diferencias entre tratamientos. Se cuantificaron también los niveles de expresión de genes vinculados a la estabilización sináptica en el cerebro, focalizándose en las familias de las neuroliginas y neuroxinas. El grupo D5-8 fue el único tratamiento que presentó mayores niveles de expresión. Estos resultados indican la presencia de procesos plásticos, como consolidación sináptica, desencadenados selectivamente durante un período específico de adquisición, 5-8 días de vida adulta y bajo un ambiente de crianza empobrecido. Así, el ambiente empobrecido permite visualizar un *periodo sensible* durante el desarrollo del sistema olfatorio de la abeja melífera, evidencia que abre nuevos interrogantes tales como a qué nivel de la señalización olfativa están ocurriendo estos cambios y cómo ello afecta la maduración de un sistema de tal complejidad como el olfatorio (Grosso *et al.* 2018).

Se remarca que se había planteado la realización de estudios inmunohistoquímicos complementarios en busca de poner a prueba la hipótesis que sostiene la presencia de neurogénesis en la antena y/o en el lóbulo antenal de la abeja adulta preexpuesto a dichas experiencias. Este estudio, cuyos registros preliminares se realizaron en el Laboratorio de Insectos Sociales (DBBE-FCEN, IFIBYNE-CONICET), se iban a continuar en el Instituto de Neurobiología de la UNAM (Campus UNAM-Juriquilla, Querétaro, México). Debido a que obtuve una Beca de la *Japan Society for the Promotion of Science* para desarrollar el proyecto que se detalla en el punto II y considerando que este proyecto se ha cumplido parcialmente (ver Grosso *et al.* 2018), se decidió postergar el proyecto sobre neurogenesis para el 2019.

## II. Experiencias olfativas en un sistema de comunicación multicomponente

A partir de haber reportado que las experiencias olfativas pueden *sesgar las interacciones sociales* entre los diferentes grupos operativos dentro de la colmena (Goyret y Farina, 2005; Diaz *et al.* 2007; Grüter *et al.*, 2008; Balbuena *et al.*, 20012), se plantea estudiar cómo las claves

olfativas vinculadas al recurso también afectan la transmisión de la información espacial codificada en la danza de reclutamiento (von Frisch 1967). Esto es particularmente relevante si se considera que la danza de las abejas es considerada un sistema de comunicación multicomponente. Es decir, una señal que comprende más de un componente informativo (Grüter y Farina 2009). Este tipo de señales podría transmitirse más eficientemente si el emisor presentara olores florales conocidos por el receptor. Si en cambio los olores fueran novedosos, el mismo se podría aprender en ese mismo contexto informativo aun sin entrar en contacto con el recurso ofrecido. Por ello planteamos determinar: i) si las *memorias olfativas adquiridas tempranamente por las abejas de colmena mejoran la orientación y la decodificación de la información espacial* transmitida por la danzarina; y ii) si la danza *per se reemplaza a la recompensa al establecerse una asociación* con un olor.

*Lugares de ejecución:*

-Laboratorio de Insectos Sociales, IFIBYNE-UBA-CONICET, Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

-Department of Earth System Science, Fukuoka University, Fukuoka, Japan. (Responsable de la contraparte: Prof. Dr. Hiroyuki Ai).Financiamiento: Japan Society for the Promotion of Science.

*Grado de cumplimiento:*

Se propuso estudiar el rol de las claves olfativas vinculadas al alimento dentro del contexto de reclutamiento, fundamentalmente aquellas experiencias tempranas adquiridas en un contexto social que puedan sesgar la conducta de seguimiento hacia abejas danzarinas (recolectoras exitosas). Se planteó vincular los diferentes canales de comunicación que tienen lugar en el entorno social de la colmena con claves quimiosensoriales. Como hipótesis de trabajo se plantea que *los olores del alimento aprendido dentro de la colmena en dichos contextos, específicamente en el de la danza de reclutamiento, facilitan la decodificación de la información espacial*. Nuestros primeros abordajes se han basado en la cuantificación del comportamiento dentro de la colmena y han permitido concluir su importancia (Goyret y Farina, 2005; Diaz et al., 2007; Grüter et al., 2008; Balbuena et al., 2012). *En este proyecto se planteó realizar un seguimiento de grupos de abejas que realizan diferentes actividades en la colmena a través de insertarle sensores de RFID en una importante cantidad de individuos en simultáneo, situación que permite individualizarlos, determinar las duraciones y momentos de viajes recolectores además de poder realizar un procesamiento complejo de imágenes que permite el seguimiento de cada uno de los individuos marcados dentro de la colmena* (Takahashi et al. 2016). Con esta metodología se pretende evaluar cómo se agrupan las abejas de colmena que han sufrido diferentes experiencias olor-recompensa a edades tempranas al ingresar las recolectoras activas y/o de recolectoras danzarinas del exterior. Es relevante determinar el intervalo de acción de estas fuentes de estimulación olfativa, con o sin un sistema de dispersión de volátiles como puede ser el despliegue de la danza. Por otro lado, es importante definir cómo la danza promueve la atraktividad de abejas involucradas en distintas tareas y ubicados en distintos lugares dentro del nido, así como establecer el rol de claves olfativas de tipo floral en función de las experiencias de los distintos grupos operativos. Este proyecto se realizó completamente en el laboratorio del Prof. Ai de la Universidad de Fukuoka (Japón) gracias a la obtención de una beca del JSPS de Japón. Durante el periodo de dos meses pude obtener la totalidad de los datos planteados en esta etapa inicial, además de dictar una serie de conferencias en distintas universidades y centros Japoneses (ver detalle más abajo). En el futuro próximo se iniciará la fase de procesamiento y análisis de los registros obtenidos. El procesamiento inicial lo realizara el grupo japonés y luego se iniciará el análisis en nuestro laboratorio.

Vinculado con esta tematica también se completaron y publicaron estudios vinculados a la determinación de las habilidades cognitivas y sensoriales de las abejas seguidoras de danza (Moauo et al., 2018), así como el rol de las vibraciones de baja frecuencia que emiten los individuos más activos dentro de la colonia (Hrnair et al. 2018).

En relación con estudios realizados con abejas sociales nativas en el periodo se evaluaron i) las variaciones de los perfiles de hidrocarburos cuticulares en función de las actividades desarrolladas en el nido de la abeja social nativa, *Tetragonisca angustula* (Balbuena et al. 2018) y se determinaron ii) las habilidades cognitivas de especies sociales nativas como el abejorro nativo *Bombus atratus* bajo condiciones experimentales controladas (Palottini et al. 2018).

### III. Experiencias olfativas dentro de la colmena y su rol sobre las preferencias recolectoras en cultivos comerciales

Se planteo evaluar el comportamiento recolector de la abeja melífera en ecosistemas agrícolas que requieran polinización entomófila. Estudios sobre los aspectos cognitivos en esta especie son casi nulos en los ecosistemas agrícolas. De allí que se propuso evaluar la eficiencia polinizadora de *Apis mellifera* en cultivos con estructuras florales que dificulten su acceso al nectario, como es el caso del arándano (*Vaccinium sp.*). También es de interés analizar las estrategias recolectoras de *Apis* en cultivos que presenten floraciones durante la estación invernal, como el almendro (*Prunus dulcis*). Finalmente, se plantea ampliar la plataforma tecnológica desarrollada por nuestro laboratorio (ver detalle en resumen sucinto), mediante el desarrollo de nuevos formulados sintéticos para cultivos que ofrezcan solo polen como recompensa, como es el caso del kiwi (*Actinidia deliciosa*).

#### Lugar de ejecución:

- Laboratorio de Insectos Sociales, IFIBYNE-UBA-CONICET, Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
- Laboratorio de Ecología Química, Facultad de Química, Universidad de la Republica, Montevideo, Uruguay (Responsable de la contraparte: Prof. Dr. Andres Gonzalez, Agosto).
- Cultivos de arándano en los alrededores de San Pedro (Prov. BA, Agosto)
- Cultivos de kiwi en los alrededores de Navarro y Miramar (Prov. BA, Noviembre)
- Cultivos de almendro en los alrededores de Fresno (California, EEUU; Marzo)

#### Grado de cumplimiento:

Uno de los cultivos comerciales que requieren de polinizadores comerciales es el arándano, el cual presenta una particular morfología floral que presenta dificultades de acceso al recurso para algunos insectos de tamaño considerable. Se menciona que la abeja melífera es un buen polinizador de este cultivo, aunque pueda actuar como un ladrón secundario de néctar (nectar-robbing) si abundan otras especies que roen la base de la flor (Dedej y Delaplane 2004, 2005). Se realizaron monitoreos de especímenes de dos especies de polinizadores, uno nativo (*Bombus atratus*) y otro introducido (*Apis mellifera*) que visitaban flores de arándano. Se tomaron muestras de los volátiles florales presentes utilizando fibras SPME. Se usaron bombas de succión de aire y adsorbentes para la toma de muestras de headspace. La identificación de los compuestos requirió análisis de cromatografía gaseosa y espectrometría de masas, los cuales se realizaron en el Laboratorio de Ecología Química (FQ-UDELAR, Uruguay). Luego de ello se propusieron distintas formulaciones candidatas que contuvieran diferentes combinaciones de los olores identificados en el perfil de volátiles. Se realizaron ensayos de condicionamiento olfativo en el paradigma de REP bajo condiciones controladas de laboratorio, evaluando la capacidad de las abejas de discriminar el olor natural de la flor de arándano de la formulación sintética (ver metodología en Díaz 2013, Susic Martin 2015) y se eligió aquel que mayor grado de generalización promovió en los individuos experimentales. Posteriormente, se realizaron ensayos en cultivos de arándanos, estimulando colmenas con alimento que presente o no el formulado sintético seleccionado. Luego se registraron variables relacionadas con la actividad del nido (ingresos con o sin polen por minuto, expansión del área de cría, aumento de las reservas). Si bien los resultados están en la etapa de análisis, se puede anticipar que ya se cuenta con un nuevo formulado sintético que amplía la plataforma de cultivo que pueden utilizar estas

herramientas (ya están disponibles los de girasol, manzana, pera y almendro; ver resumen sucinto).

En lo referido a los estudios en cultivos de almendro, los mismos se realizaron en una de las zonas de mayor abundancia de almendros (Valle de California, EEUU). Allí se evaluó la actividad recolectora de las colmenas sometidas a diferentes tratamientos entre lo que se encuentran la administración del formulado específico de almendro recientemente patentado. Se están evaluando los mismos en esta etapa.

Finalmente, se realizaron varios viajes de campaña a cultivos de kiwi ubicados en distintas localidades de la Provincia de Buenos Aires. Se ha podido obtener muestras de volátiles florales, se han evaluados distintas formulaciones sintéticas en ensayos de laboratorio con abejas experimentales y además se pudieron realizar algunos ensayos piloto a campo.

## RESUMEN SUCINTO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE EL AÑO SABATICO

### Becas, Pasantías y Visitas Científicas

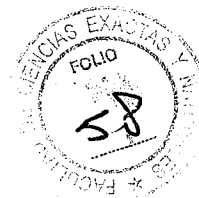
- *Invitational Fellowship Short-term of the Japan Society for the Promotion of Science* (convocatoria JSPS 2017). Destino: Fukuoka University, Fukuoka, Japón; Prof. Hiroyuki Ai. *Investigador visitante*. (agosto-octubre 2018, duración: 2 meses).
- *Viaje de campaña a cultivos de almendro* para evaluar la eficiencia del formulado específico desarrollado (Fresno, California, EEUU; subsidiado por Beeflow S.A.; marzo 2018).
- *Viaje de campaña a cultivos de kiwi* para evaluar la eficiencia del formulado específico desarrollado (Navarro y Miramar, Prov. BA, ARG; noviembre 2018).

### Artículos científicos en revistas con referato publicados

1. Gatica Hernández I, Palottini F, Macri I, Galmarini CR, Farina WM (en prensa). Appetitive behavior of the honey bee *Apis mellifera* L. in response to phenolic compounds naturally found in nectars. *Journal of Experimental Biology* 2018 : jeb.189910 doi: 10.1242/jeb.189910
2. Hrcir M, Maia-Silva C, Farina WM (en prensa). Honey bee workers generate low-frequency vibrations that are reliable indicators of their activity level. *Journal of Comparative Physiology A* <https://doi.org/10.1007/s00359-018-1305-x>
3. Vázquez DE, Iliina N, Pagano EA, Zavala JA, Farina WM (2018). Glyphosate affects the larval development of honey bees depending on the susceptibility of colonies. *PLoS ONE* 13(10): e0205074. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205074>
4. Palottini F, Estravis Barcala MC, Farina WM. (2018). Odor learning in classical conditioning of proboscis extension in the South American native bumblebee *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae). *Frontiers in Psychology*. 9:603.doi: 10.3389/fpsyg.2018.00603
5. Moauro MA, Balbuena MS, Farina WM (2018) Assessment of appetitive behavior in honeybee dance followers. *Frontiers in Behavioral Neurosciences* 12:74.doi:10.3389/fnbeh.2018.00074
6. Mengoni Goñalons C, Farina WM (2018). Impaired associative learning after chronic exposure to pesticides in young adult honey bees. *Journal of Experimental Biology* 221, jeb176644. doi:10.1242/jeb.176644 (commented in *Inside JEB: Hive-bound worker bees lose sense of taste thanks to insecticides and weed killers*. By Kathryn Knight; *J Exp Biol* 2018 221:jeb180307. doi:10.1242/jeb.180307; <http://jeb.biologists.org/content/221/7/jeb180307?etoc>)
7. Grosso JP, Barneto J, Velarde RA, Pagano EA, Zabala JA, Farina WM (2018). An early sensitive period induces long-lasting plasticity in the honey bee nervous

system. *Frontiers in Behavioral Neurosciences* 12:11. doi: 10.3389/fnbeh.2018.00011

8. Balbuena MS, González A, Farina WM (2018). Characterization of cuticular hydrocarbons according to colony duties in the stingless bee *Tetragonisca angustula*. *Apidologie* 49:185–195. <https://doi.org/10.1007/s13592-017-0539-x>



#### **Dirección de Tesis de Doctorado concluidas**

1. El rol de las experiencias tempranas sobre la plasticidad del sistema olfatorio periférico en la abeja *Apis mellifera*: una aproximación fisiológica, morfológica y comportamental  
Tesis: Lic. Juan Pedro Grosso (26/03/2018. Calificación: Sobresaliente).

#### **Participación en Congresos**

##### *Conferencias Plenarias dictadas en reuniones científicas*

1. Farina W.M. Honeybee as an integrative study model: small and large-scale approaches to connect in-hive behavior with crop pollination. International Union for the Study of Social Insects (IUSSI 2018), Guarujá, Brasil, Agosto 2018
2. Farina W.M. Apicultura de precisión para la polinización de cultivos: nuevas herramientas sustentables que promueven efectos sinérgicos en la relación agricultor-apicultor. XIII Congreso Latinoamericano de Apicultura, Montevideo, Uruguay, Agosto 2018

##### *Conferencias dictadas en Simposios de reuniones científicas*

1. Farina W.M. Aprendizaje asociativo temprano en la abeja eusocial *Apis mellifera*: Experiencias pre- y post-metamórficas y sus efectos a largo término. Simposio "Neurobiología de Insectos". X Congreso Argentino de Entomología, Mendoza, Mayo 2018.

##### *Contribuciones en reuniones científicas (posters)*

1. Estravis Barcala C, Palottini F, Macri I, Farina WM. Comparing the foraging behavior of the honey bee *Apis mellifera* L. and the South American native bumblebee *Bombus atratus* F., in highbush blueberry *Vaccinium corymbosum* L. crops. XI International Pollination Symposium Berlin-Dahlem April 16-20, 2018.
2. Estravis Barcala C, Palottini F, Macri I, Farina WM. Comparando la actividad recolectora de la abeja *Apis mellifera* y el abejorro *Bombus atratus*, en un cultivo de arándano *Vaccinium corymbosum*. X Congreso Argentino de Entomología, Mendoza, Mayo 2018.
3. Chaves F., Vázquez D.E., Balbuena M.S., Gora J., Menzel R., Farina W.M. ¿El glifosato afecta el ciclo de vigilia-repos en la abeja *Apis mellifera*? VII Congreso Argentino SETAC, San Luis, Octubre 2018
4. Vázquez D.E., Farina W.M. Consecuencias de la exposición crónica al glifosato en la abeja *Apis mellifera* a edades tempranas. VII Congreso Argentino SETAC, San Luis, Octubre 2018
5. Estravis Barcala MC; Palottini F; Farina WM. *Apis mellifera* y abejas solitarias nativas en un cultivo dimórfico: su comportamiento recolector y potencial contribución a la polinización. XXVIII Reunión Argentina de Ecología, Mar del Plata, Octubre 2018
6. Florencia P, Gatica Hernández I, Macri I, Galmarini CR, Farina WM. Polinización en cebolla: Efecto antagónico de compuestos fenólicos presentes en el néctar sobre el comportamiento apetitivo de la abeja melífera. XXVIII Reunión Argentina de Ecología, Mar del Plata, Octubre 2018.

#### **Conferencias dictadas por invitación**



1. Honeybee as an study model to connect social behavior with crop pollination. Hyogo University, Himeji, Japón, Octubre 2018
2. The honeybee as an study model to connect social behavior with crop pollination. Kyoto University, Kioto, Japón, Octubre 2018
3. Honeybee as an study model to connect social behavior with crop pollination. Tamagawa University, Tokio, Japón, Octubre 2018
4. Honeybee as an integrative study model to connect social behavior with crop pollination. Okinawa Institute of Science and Technology, Okinawa, Japón, Septiembre 2018
5. Honeybee as an integrative study model: approaches to connect in-hive behavior with crop pollination. Programa Zoológico del 8° Ciclo, Universidad de Fukuoka, Fukuoka, Japón, Agosto 2018

#### Solicitudes de patente presentadas

- Formulation for promoting targeted pollination of almond tree crops in honey bees. Inventores: Farina WM / Estravis C / Palottini F. Fecha de Solicitud de Patente PCT: 26/7/2018. PCT/IB2018/055550
- Formulation for promoting targeted pollination of pear tree crops in honey bees. Inventores: Farina WM / Díaz PC. Fecha de Solicitud de Patente PCT: 26/7/2018. PCT/IB2018/055550

#### Servicios Tecnológicos de Alto Nivel (STAN-CONICET)

- Apicultura de precisión para la polinización de cultivos: uso de formulaciones específicas para dirigir abejas en cultivos (ST3494).
  - Administración de una formulación específica en colmenas para cultivos de arándano (29/08/2018)
  - Administración de una formulación específica en colmenas para cultivos de arándano (03/07/2018)
  - Administración de una formulación específica en colmenas para cultivos de arándano (28/06/2018)

#### Participación en Comisiones Asesoras

- Miembro de la Comisión Análisis de Riesgo de Neonicotinoides sobre polinizadores del SENASA
- Miembro de la Subcomisión de Doctorado del Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental de la FCEN-UBA

#### Jurado de Tesis

- Tesis de Doctorado en Universidad Nacional de La Plata: Villalobos Sambucaro, M. (2018)

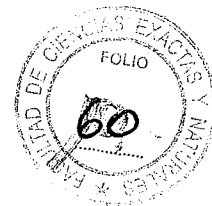
#### Colaboración docente en materias de grado:

*Introducción a la Zoología.* Materia de grado de la carrera de Ciencias Biológicas (FCEN-UBA). 1° cuatrimestre 2018. Dictado de una clase teórica.

*Introducción a la Zoología.* Materia de grado de la carrera de Ciencias Biológicas (FCEN-UBA). 2° cuatrimestre 2018. Dictado de una clase teórica.

#### BIBLIOGRAFIA

- Arenas A, Farina WM (2008). *Journal of Comparative Physiology A*, 194:629-640
- Arenas A, Fernández V, Farina WM (2009). *PLoS ONE* 4 (12): e8046. doi:10.1371/journal.pone.0008046.
- Arenas A, Fernández VM, Farina WM (2008). *Apidologie*, 39 (6): 714-722
- Arenas A, Giurfá M, Farina WM, Sandoz JC (2009a). *European Journal of Neuroscience*, 30:1498-1508
- Arenas A, Giurfá M, Sandoz JC, Hourcade B, Devaud JM, Farina WM (2012). *European Journal of Neuroscience*, 35(5):682-690
- Arenas A, Ramírez G, Balbuena MS, Farina WM (2013). *Frontiers in Physiology*. 4:41. doi: 10.3389/fphys.2013.00041. Review article
- Balbuena MS, Arenas A, Farina WM (2012). *Animal Behaviour*, 84: 77-83
- Biswas, S., Russell, R.J., Jackson, C.J., Vidovic, M., Ganeshina, O., Oakeshott, J.G. & Claudianos, C. (2008) *PLoS ONE*, 3, e3542.
- Bitterman et al. (1983). Classical conditioning of proboscis extension in honeybees (*Apis mellifera*). *J. Comp. Psychol.* 97: 107-119.



- Dedej y Delaplane (2004). *Environmental Entomology*, 33(1), 100-106.
- Dedej y Delaplane (2005). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 57(4), 398-403.
- Díaz P, Grüter C, Farina WM (2007). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 61:1589-159
- Díaz PC, Arenas A, Fernandez V, Susic Martin, C, Basilio A, Farina WM (2013). *Behavioral Ecology* 24 (5): 1058-1067 doi:10.1093/beheco/art026
- Díaz, P.C. (2013). *Ecología cognitiva de la abeja Apis mellifera en cultivos que requieren polinización entomófila: estudios básicos y aplicados*. Tesis Doctoral, FCEN-UBA
- Fahrbach SE., Strande JL., Robinson GE. (1995). *Neuroscience Letters* 197 145-148.
- Farina WM, Grüter C, Acosta LE, Mc Cabe S (2007). Honeybees learn floral odors while receiving nectar from foragers within the hive. *Naturwissenschaften*, 94:55-60.
- Farina WM, Grüter C, Díaz P (2005). *Proceedings of the Royal Society B*, 273:1923-1928
- Grüter C, Acosta LE, Farina WM (2006). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 60:707-715
- Grüter C, Balbuena MS, Farina WM (2008). *Proceedings of the Royal Society B*, 275:1321-1327
- Grüter C, Farina WM (2009). *Trends in Ecology and Evolution*, 25:242-247
- Kearns y Inouye (1993). *Techniques for pollination biologists*. University Press of Colorado. Boulder, Colorado.
- Martínez A, Farina WM (2008). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 62:529-535
- Masson C, Arnold G (1984). *Journal of Insect Physiology*, 30:7-14
- Masson C, Arnold G (1987). Organization and plasticity of the olfactory system of the honeybee, *Apis mellifera*. En: *Neurobiology and Behavior of Honeybee*. Menzel R, Mercer A (eds.). Springer Verlag Berlin Heidelberg, 281-295
- Millar, J. G. H., & Kenneth, F. (2012). *Methods in chemical ecology*. Volume 1: Chemical Methods. Springer Science & Business Media.
- Page RE, Erber J, Fondrk MK (1998) *Journal of Comparative Physiology A*, 182:489-500
- Ramírez G, Fagundez C, Grosso JP, Argibay P, Arenas A, Farina WM (2016). *Frontiers in Behavioral Neurosciences* 10:105. doi: 10.3389/fnbeh.2016.00105
- Ramirez-Romero R, Chaufaux J, Pham-Delègue M (2005). *Apidologie*, 36: 601-611
- Sebeok TA (ed.) (1968) *Animal communication: Techniques of study and results of research*. Indiana University Press
- Susic Martin C, Farina WM (2016). *Apidologie*, 47:161-170. <http://dx.doi.org/10.1007/s13592-015-0384-8>
- Takahashi S, Hashimoto K, Maeda S, Tsuruta N, Ai H (2016). Development of Simultaneous Tracking System for Multiple Honeybees in Hive with RFID-tag and Image Processing. *International Congress of Neuroethology*, Montevideo, Uruguay
- Takeda K. (1961) *Journal of Insect Physiology*, 6:168-179
- von Frisch K (1967) *The dance language and orientation of bees*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts
- von Trotha J, Egger B, Brand A (2009). *Neural Development* 2009, 4:9doi:10.1186/1749-8104-4-9.



Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Ref Expte. 677/2019

Ciudad de Buenos Aires, **25 FEB 2019**

**Visto** lo dispuesto en el Artículo 50 del Estatuto Universitario y por Resolución Consejo Superior Numero 4518/93 en sus Artículos 12º, 13º y 14º.

**CONSIDERANDO:**

que por resolución Consejo Directivo N° 805/17 se solicitó al Consejo Superior que autorice al Dr. Walter Farina, Profesor Regular Titular del Departamento Biodiversidad y Biología Experimental de esta Facultad a hacer uso del Año Sabático,

que por Resolución CS. N° 7580/2017 se aprobó esta solicitud otorgando licencia desde el 1 de enero al 31 de diciembre de 2018,

que en cumplimiento de lo establecido en el Artículo 12º el Dr. Walter Farina presentó su informe de actividades,

que es necesario cumplir con lo establecido en el Artículo 13 y 14 de la citada Resolución,

lo actuado por la Comisión de Enseñanza, Programas y Planes de Estudio,

lo actuado por este cuerpo en Sesión del día de la fecha,

en uso de las atribuciones que le confiere el artículo 113º del Estatuto Universitario;

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

**RESUELVE:**

**ARTICULO 1:** Aprobar el informe de actividades desempeñadas por el Dr. Walter Farina, durante su año sabático.

**ARTICULO 2:** Enviar un ejemplar del informe a la biblioteca de la Facultad.

**ARTICULO 3:** Regístrese, comuníquese a quienes corresponda, elévese al Consejo Superior y cumplido, archívese.

RESOLUCIÓN CD. N°

**0021**

  
Dra. ADALI PEGER  
SECRETARIA ACADEMICA ADJUNTA

  
Dr. JUAN CARLOS REBORADA  
DECANO