

REGULACIÓN DEL PECOREO DE POLEN EN APIS MELLIFERA: EFECTO DEL INCREMENTO DE LA CANTIDAD DE CRÍA EN LAS COLONIAS

REGULATION OF THE POLLEN FORAGERS IN APIS MELLIFERA: EFFECT OF THE BROOD COLONY INCREASE

Gutiérrez-Martínez, C.¹, Padilla-Álvarez, F.^{1*}

¹Departamento de Zoología de la Universidad de Córdoba. Campus Universitario de Rabanales. 14071 Córdoba. *padilla@uco.es

Keywords: Foraging behavior; Honeybees; Nutrition; Pollen supply.

Palabras clave: Abejas; Nutrición; Aporte de polen.

ABSTRACT

The honeybees used in beekeeping (*Apis mellifera*) use nectar and pollen as food sources. The nectar provides carbohydrates, and the pollen lipids and proteins. The pollen is stored in the form of bee bread, being used preferably for the feeding of the brood and young workers. When the reserve of pollen is low, or the quantity of developing brood increases, the colony must intensify the effort of harvesting this resource. In our current work, we are attempting to verify whether or not an increase in the colony brood leads to an increase in the pollen harvest. The results obtained indicate that - at least in the first four days after the colonies manipulation - there are no significant differences between the amounts of pollen collected by the control hives and by those in which the brood amounts are increased.

RESUMEN

Las abejas utilizadas en la apicultura (*Apis mellifera*) emplean dos productos básicos como fuentes de alimentación: néctar y polen. El néctar les proporciona glúcidos, y el polen lípidos y proteínas. El polen es almacenado en forma de pan de abeja, siendo utilizado preferentemente para la alimentación de la cría en desarrollo y de las obreras jóvenes. Cuando la reserva de este alimento es escasa, o bien se incrementa la cantidad de cría en desarrollo, la colonia debe de intensificar el esfuerzo de pecoreo o recolección de este recurso. En el presente trabajo pretendemos comprobar si un incremento en la cría en desarrollo presente en la colmena conlleva un incremento en la recolección de polen. Los resultados obtenidos indican que al menos en los cuatro primeros días después de la manipulación de la cantidad de cría presente en las colonias, no hay diferencias significativas entre el polen recolectado por las colmenas en las que se incrementa la cría y las testigo.

INTRODUCCIÓN

Las abejas domésticas (*Apis mellifera*) emplean dos productos básicos como fuentes de alimentación: néctar y polen. El néctar les proporciona principalmente glúcidos, y el polen lípidos, proteínas, vitaminas y oligoelementos. En las colonias de abejas las obreras de mayor edad son las encargadas de buscar y recolectar estos recursos, recibiendo el nombre de pecoreadoras. Aproximadamente el 25% de las obreras presentes en las colonias son pecoreadoras (Seeley, 1985). Para recolectar estos alimentos de forma adecuada, las pecoreadoras necesitan conocer las necesidades de la colonia. En el caso del néctar pueden recibir información de otras obreras, que son las encargadas de recibirlo y almacenarlo en las celdillas. En el caso del polen no hay abejas receptoras en las colonias, y son las mismas pecoreadoras las encargadas de depositarlo directamente en las celdillas.

Las necesidades de polen, así como los recursos empleados en su obtención, están determinados básicamente por dos variables: la cantidad almacenada y la de cría en desarrollo (Dreller *et al.*, 1999). El polen es consumido principalmente por las abejas nodrizas y las de edad media. Las nodrizas lo necesitan para su correcto desarrollo fisiológico y además para la fabricación del alimento que suministran a la cría. Por lo tanto, para el correcto desarrollo de la cría y adultos es necesario que las colonias cuenten en todo momento con un stock adecuado de este nutriente.

Para estudiar cómo se incrementa o reduce el pecoreo de este recurso se han utilizado tres estrategias básicas: incrementar de forma artificial la cría presente en la colonia (Free, 1967; Cale, 1968; Al-Tikrity *et al.*, 1972), incrementar el polen almacenado (Barker, 1971; Free & Williams 1971), o eliminar total o parcialmente las reservas de este producto (Fewell & Winston, 1992).

Cualquier cambio en las reservas de polen debe de traducirse en una modificación en el número de pecoreadoras dedicadas a la obtención del recurso (Pernal & Currie, 2010), o en el esfuerzo individual realizado: (1) incremento en el número de viajes o (2) en la cantidad de polen transportado en cada viaje.

En el presente trabajo estudiamos si un incremento en la cantidad de cría en desarrollo presente en las colonias, se correlaciona con un incremento en el polen recolectado por las pecoreadoras en los 3-4 días posteriores a la modificación de la cantidad de cría presente en las colonias.

Como el grado de infestación por el ácaro *Varroa destructor* puede condicionar la actividad de pecoreo de las abejas (Janmaat *et al.*, 2000), estudiamos la cantidad de ácaros caídos a los fondos de las colonias en periodos de 4 días (Flores *et al.*, 2015), como método para valorar la población de ácaros y el grado de infestación de las colmenas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en el mes de mayo de 2017 en el Colmenar Experimental de la Universidad de Córdoba, localizado en el Campus de Rabanales (41°44'30.519'' N, 6°16'41.3322'' O). Utilizamos abejas de la raza *A. m. iberiensis*. Se eligieron, de entre 19 colonias disponibles, 10 núcleos tipo Langstroth que no presentaban síntomas de enfermedad, y que contaban con similar población de abejas obreras, reservas de miel y polen. Las colonias seleccionadas se pasaron a colmenas tipo Langstroth provistas de cazapolen y de un suelo de rejilla. El número de cuadros cubiertos de abejas adultas, el área de cría, así como el contenido de miel y polen se evaluaron usando la técnica de impacto visual (Burgett & Burikam, 1985; Delaplane *et al.*, 2013).

Se realizaron dos experimentos. Entre ellos las reinas fueron enjauladas durante siete días, para impedir la puesta de huevos y el correspondiente incremento de cría.

Se realizaron cuatro controles de las colonias, en los que se valoraron mediante impacto visual: cría abierta que necesita ser alimentada y cría operculada que no es alimentada, cantidad de alimento almacenado (miel y polen) así como la población de abejas. El primer control se efectuó una semana antes de comenzar los experimentos, y los otros tres con un intervalo de 7 días que se corresponden con: primer día del experimento 1°, enjaulado de reinas y primer día del experimento 2°.

Cada experimento tuvo una duración de una semana. En 6 colonias elegidas al azar, se aprovechó la manipulación que conlleva la realización de los controles, para introducir un cuadro de cría abierta suplementario. Finalmente se cerraban los cazapolen de todas las colmenas y se recolectaba el polen a las 24, 48 y 72 horas (experimento 1°), ó 24, 48, 72 y 96 h (experimento 2°).

Las colmenas utilizadas estaban provistas de suelos de rejilla que permiten colocar en los fondos cartulinas impregnadas en vaselina, que atrapan e inmovilizan las varroas (*Varroa destructor*) desprendida de las abejas adultas. Se contabilizan los ácaros caídos en periodos de 4 días (Flores, Gil y Padilla 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla I se resume la valoración de las variables: cría abierta, polen y abejas, realizada utilizando la técnica de impacto visual. En el primer control, previo a la fase experimental, dos de las colonias (964 y 999) carecían de cría abierta, y el resto contaban entre 0,25 y 0,75 cuadros. El carecer de cría abierta o huevos puede indicar que la reina presenta algún problema relacionado con su fertilidad, o bien que su edad es avanzada. Las reinas utilizadas tenían una edad comprendida entre los 2 y 3 años, es decir, eran animales de edad media. Tampoco presentaban aparentes problemas reproductivos, ya que en el siguiente control todas las colonias contaban con cría abierta. Otro motivo de la falta de puesta por la reina puede ser que la población de abejas obreras sea baja y esté comprometido el cuidado de la cría. Esto no parece ser el motivo en el presente caso, ya que la población de abejas de estas colonias es similar a las de las demás colmenas incluidas en el experimento.

Un caso especial es el de la colonia 999 que sólo contaba con cría abierta en el segundo control realizado. Se utilizó en el experimento 1° ya que su desarrollo era normal y en este control sí contaba con cría abierta, pero se eliminó del experimento 2° debido a la baja cantidad de cría operculada que contenía al inicio del mismo.

Respecto del polen almacenado la colonia 964 carecía de reservas y la 999 contaba con unas reservas escasas; en el resto de colonias el número de cuadros conteniendo polen estaba comprendido entre 0,75 y 1,25. Esta situación se puede considerar típica de primavera, las colonias están utilizando todos los recursos

disponibles (néctar y polen) para alimentar a la creciente población de insectos, por lo que apenas hay almacenamiento.

Tabla I. Valoración de las variables estudiadas mediante la técnica de impacto visual. Las unidades están expresadas en número de cuadros. Mediante un asterisco (*) se indica las colonias en las que se incrementó la cría. (*Evaluation of the variables studied using the visual impact method. Units are expressed in number of combs. The asterisk (*) indicated the colonies in which the brood was increased*).

Control previo				Control Enjaulado Reinas			
Colmena	Cría A	Polen	Abejas	Colmena	Cría A	Polen	Abejas
964	0	0	2	964	0,75	1	5
965	0,25	0,75	1,75	965	1	0,75	3
971	0,50	0,50	1,50	971	1	0,25	4
972	0,25	1	2	972	1	0,50	3,75
982	0,50	0,75	2,25	982	0,50	0,75	5
989	1,25	0,75	2	989	1	1,50	4
990	0,75	1	3	990	1,25	0,75	5
996	0,25	1	2	996	0,75	1,25	4,25
998	0,25	1,25	2	998	1,50	0,75	4,50
999	0	0,25	2	999	0	1,25	3,50
Control Experimento 1				Control Experimento 2			
Colmena	Cría A	Polen	Abejas	Colmena	Cría A	Polen	Abejas
964	1	1	3	964 (*)	0	0,25	4,25
965 (*)	0,75	0,75	2,50	965 (*)	0	1	4
971 (*)	0,50	0,75	2,25	971 (*)	0	0,75	3,5
972 (*)	1,50	0,50	3,50	972 (*)	0	0,75	4,25
982 (*)	0,50	0,50	2,25	982	0	1	4
989	0,75	1,25	3,75	989 (*)	0	1,50	4,50
990	1,25	0,75	3,75	990 (*)	0	0,50	5
996 (*)	0,50	1	3,25	996	0	1,25	3,50
998 (*)	1,75	1	3,50	998	0	1	4,25
999	0,75	1	3,50	999	0	2	3,50

En el control del experimento 1º, si lo comparamos con el primer control realizado, observamos un aumento en la cantidad de cría y número de abejas adultas. En cambio, no se produce un incremento notable en el polen almacenado, por lo tanto, la introducción de un cuadro conteniendo cría abierta, que puede llegar a suponer la duplicación de la cría en desarrollo, debe de determinar un notable incremento en el pecoreo del polen.

El enjaulado de la reina durante una semana determinó que al inicio del experimento 2º ninguna de las colonias contase con cría en desarrollo necesitada de un aporte nutricional rico en proteína. La reserva de polen de las colonias se incrementó ligeramente, en relación, al control previo lo mismo ocurrió con el número de abejas adultas. El incremento de las reservas es lógico ya que no hay cría abierta que necesite ser alimentada.

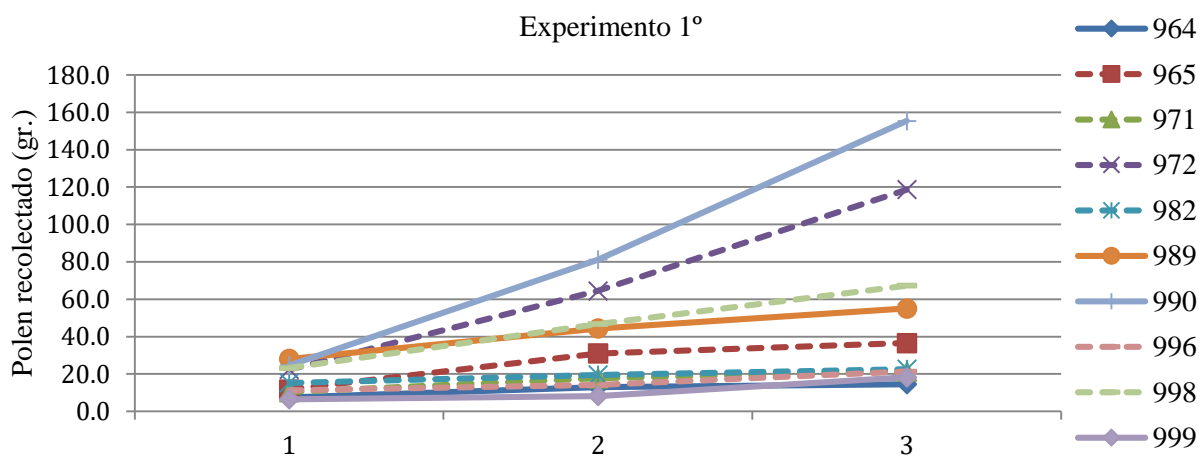
Las abejas obreras no tienen las mismas necesidades de consumo de polen a lo largo de su vida. Hrasnigg & Crailsheim (1998) encuentran que las abejas incrementan el consumo de polen entre los 3 y 10 días de edad (nodrizas), la ingesta se mantiene elevada en las abejas de edad media (10-18 días) y desciende bruscamente cuando pasan a ser pecoreadoras. Por lo tanto, si en una colonia que está incrementando de forma natural su población introducimos un cuadro conteniendo cría abierta, debe de incrementarse el pecoreo de polen.

Para estudiar las posibles diferencias entre colmenas, respecto de la recolección de polen, realizamos un análisis de varianza (ANOVA) de un factor utilizando el programa SPSS Statística versión 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Los resultados obtenidos muestran que en los dos experimentos no existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las colmenas, respecto de la variable polen recolectado en 3 ó 4 días. El incluir un día más de recolección de polen en el experimento 2º se debió a la no existencia de diferencias entre colmenas en el experimento 1º.

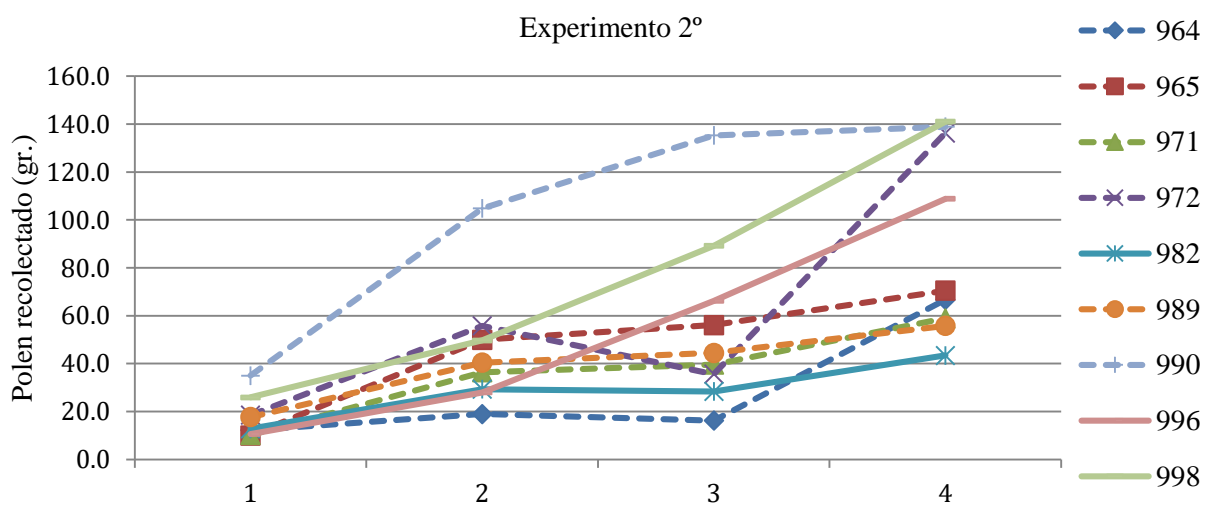
Los resultados obtenidos en nuestros experimentos no coinciden con los descritos por Hellmich & Rothenbuhler (1986). Estos autores citan que la recolección, almacenamiento y uso de polen se incrementa en relación con la cantidad de cría presente en las colonias.

Dreller *et al.* (1999) afirman que la cantidad de polen almacenado, cría joven y celdillas vacías son los principales estímulos que determinan la actividad de pecoreo de este recurso. En nuestros experimentos los niveles de polen almacenados en las colonias eran similares, además todas las colmenas contaban con suficientes celdillas vacías, por lo que un incremento substancial de la cría en desarrollo debería haber incrementado el esfuerzo de pecoreo.

Fewell & Bertram (1999) encuentran que cuando varían gradualmente el polen almacenado en las colonias, las abejas no responden incrementando el pecoreo de forma gradual, sino que lo hacen en etapas progresivas. Para los autores, estos cambios en etapas se fundamentan más en un incremento de las abejas reclutadas, que en el esfuerzo de pecoreo realizado por cada abeja. Los datos que hemos obtenido no se ajustan a un modelo de incremento de recolección en etapas, ya que el comportamiento de las colonias es bastante variable. Tendrían una mejor explicación suponiendo que las colonias están usando en todo momento todos sus recursos disponibles. En los gráficos 1 y 2 se muestra la cantidad de polen recolectado por las colmenas en las dos series experimentales.



Gráfica 1. Experimento 1°. Cantidad de polen recolectado en los cazapolenes colocados en las colonias. Las líneas discontinuas indican las colmenas en las que se incrementó de forma artificial la cantidad de cría (*Experiment 1°. Amount of pollen collected in the pollen trap placed in the colonies. The broken lines indicate the hives in which the amount of brood was artificially increased*).



Gráfica 2. Experimento 2°. Cantidad de polen recolectado en los cazapolenes colocados en las colonias. Las líneas discontinuas indican las colmenas en las que se incrementó de forma artificial la cantidad de cría (*Experiment 2°. Amount of pollen collected in the pollen trap placed in the colonies. The broken lines indicate the hives in which the amount of brood was artificially increased*).

En los tres días del primer experimento hay un incremento progresivo en la cosecha de este producto. Aunque no existen diferencias significativas entre las colmenas, podemos establecer tres grupos: el primero formado por las dos colonias (990 y 972*) que recolectaron la mayor cantidad de polen. Un segundo grupo formado por tres colonias (998*, 989 y 965*) que se sitúan en una zona media, y finalmente un grupo de 6 colonias en las que apenas se incrementó la recolección de polen. Los tres grupos incluyen colonias con y sin incremento en la cantidad de cría (ver tabla I).

En el experimento 2° la recolección de polen no fue progresiva en el tiempo en todas las colonias. Tres colonias (990*, 996 y 998) tuvieron altas tasas de recolección. En una de las que se incrementó la cantidad de cría (colmena 972*) se produjo un descenso en la cantidad de polen recolectado en el día 3°, aunque sufrió un fuerte incremento el día 4°. En las demás colonias la evolución fue bastante similar, con parejas cantidades de polen recolectado los días 1°, 2° y 3°, y un comportamiento variable el 4°.

Los descensos en la recolección de este recurso en las colonias 972* y 964* el tercer día no parecen tener una justificación clara. Las pecoreadoras pueden cambiar de recurso recolectado de un día para otro, pero siempre son las necesidades de las colonias las que justifican estos cambios. En el presente caso podemos suponer que estas necesidades no se modificaron de forma brusca, ya que en los controles realizados no se detectaron enfermedades o altas mortandades de abejas. Además, en estas colmenas se había introducido un cuadro de cría, por lo que las necesidades de un aporte proteico se deberían de haber incrementado.

Free (1967) cita que, en la primavera, cuando las colonias tienen una gran necesidad de polen, no aprecia que un incremento de la cría se traduzca en un estímulo que determine un aumento significativo en la recolección de este recurso. En cambio, en el otoño el mecanismo que controla la recolección de polen es más sensible, debido a que la presencia de larvas y huevos en las colonias determina una mayor recolección de polen. Los resultados que hemos obtenido se pueden explicar en parte asumiendo la cita anterior. Podemos suponer que las colonias estaban recolectando diferentes productos utilizando todos sus recursos. En esta situación, un incremento en la cantidad de cría, puede ser que no se correlacione de forma evidente con un incremento en la cantidad de polen recolectado.

Podemos pensar que las fluctuaciones diarias en la recolección del recurso polen forman parte de una variación natural en la actividad recolectora de las abejas, pero en la bibliografía consultada no existe ningún trabajo que apoye esta hipótesis.

En la tabla II se muestran los valores totales de cantidad de polen recolectado en los cazapolen colocados en las colmenas. Como era de esperar no se observa una correlación de esta variable con el incremento artificial de la cantidad de cría en ninguno de los experimentos realizados.

Tabla II. Polen total recolectado en un periodo de 3 ó 4 días en cada colonia. En las columnas "Incr. cría" se indica las colmenas en las que se introdujo 1 cuadro de cría suplementario (*Total pollen collected in a period of 3 - 4 days in each colony. In the columns "Incr. cría" are indicated in which hives was introduced 1 additional breeding comb*).

Colmena	Exp. 1 (3 d)	Incr. cría	Exp. 2 (4d)	Incr. cría
964	34,9 gr	0	47,4 gr	1
965	79,2 gr	1	116,1 gr	1
971	49,3 gr	1	86,2 gr	1
972	205,6 gr	1	109,9 gr	1
982	57,3 gr	1	70,5 gr	0
989	127,4 gr	0	102,6 gr	1
990	261,2 gr	0	275,1	1
996	46,6 gr	1	104,8 gr	0
998	137,2 gr	1	164,8 gr	0
999	32,9 gr	0	---	---

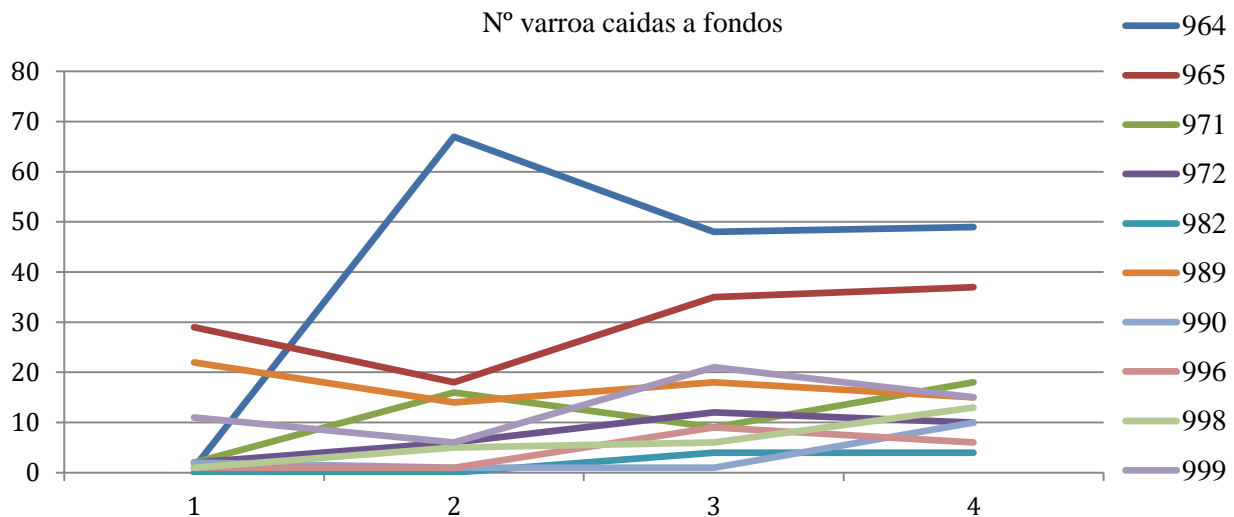
La tasa de parasitación de las colonias por el ácaro *Varroa destructor* condiciona diferentes aspectos de la biología de las colonias. Los ácaros se alimentan de la hemolinfa de las abejas, lo que se puede traducir en deficiencias en el desarrollo de las abejas. Además, los ácaros pueden actuar como vectores de transmisión de diferentes virus (Kevan *et al.*, 2006).

Janmaat *et al.* (2000) estudian la interacción entre polen almacenado y grado de infestación de las colonias, encontrando que las colonias ligeramente infestadas incrementan el número de pecoreadoras recolectoras de

polen, si se comparan con las colonias moderadamente infestadas. Concluyen que la tasa de infestación por varroa puede condicionar el reclutamiento de abejas pecoreadoras.

En la gráfica 3 se resume el número de varroas caídas a los fondos de las colonias en los 4 controles realizados. Excepto en dos de las colmenas (964 y 965) la evolución del número de varroas caídas es similar, sin que podamos apreciar una correlación clara de esta variable con otras estudiadas.

El caso de la colmena 964 si se merece un comentario. Es la colonia que presenta la mayor tasa de parasitación y la menor cantidad de polen recolectado.



Gráfica 3. Número de varroas caídas a los fondos de las colonias en los 4 controles realizados (*Number of varroa fallen on a screening bottom board in the 4 controls realiced*).

BIBLIOGRAFÍA

- Al-Tikrity W. S., Benton A. W., Hillman R. C., Clarke W. W. (1972) The relationship between the amount of unsealed brood in honey bee colonies and their pollen collection. *J. Apic. Res.* 11: 9-12.
- Barker RL (1971) The influence of food inside the hive on pollen collection by a honey bee colony. *J. Apic. Res.* 10: 23-26.
- Burgett, M. and Burikam, I. (1985). Number of adult honey bees (Hymenoptera: Apidae) occupying a comb: a standard for estimating colony populations. *J. Econ. Entomol.*, 78: 1154-1156.
- Cale G. H. (1968) Pollen gathering relationship to honey collection and egg laying in honey bees. *Am Bee J* 108: 8-9.
- Delaplane, K.S.; Van Der Steen, J. and Guzman-Novoa, E. (2013). Standard methods for estimating strength parameters of *Apis mellifera* colonies. *J. Apicult. Res.*, 52.
- Dreller C., R. E. Page Jr., M. K. Fondrk (1999). Regulation of pollen foraging in honeybee colonies: effects of young brood, stored pollen, and empty space. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 45: 227-233.
- Fewell J. H., S. M. Bertram (1999). Division of labor in a dynamic environment: response by honeybees (*Apis mellifera*) to graded changes in colony pollen stores. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 46: 171-179.
- Fewell J. H., Winston M. L. (1992). Colony state and regulation of pollen foraging in the honey bee, *Apis mellifera* L. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 30: 387-393.
- Flores, J. M. Gil, S. & Padilla, F. (2015). Reliability of the main field diagnostic methods of Varroa in honey bee colonies. *Arch. Zootec.* 64: 161-166.
- Free J. B. (1967) Factors determining the collection of pollen by honey bee foragers. *Anim. Behav.* 15: 134-144.
- Free J. B., Williams I. H. (1971) The effect of giving pollen and pollen supplement to honeybee colonies on the amount of pollen collected. *J. Apic. Res.* 10: 87-90.
- Hellmich R. I., W. C. Rothenbuhler (1986). Relationship between different amounts of brood and the collection and use of pollen by the honey bee (*Apis mellifera*). *Apidologie* 17: 13-20.
- Hrassnigg n., K. Crailsheim (1998) The influence of brood on the pollen consumption of worker bees (*Apis mellifera* L.). *Journal of Insect Physiology* 44: 393-404.
- Janmaat A. F., M. L. Winston, R. C. Ydenberg (2000). Condition-dependent response to changes in pollen stores by honey bee (*Apis mellifera*) colonies with different parasitic loads. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 47: 171-179.
- Kevan, P. G., M. A. Hannan, N. Ostiguy, & E. Guzman-Novoa (2006). A summary of the Varroa-virus disease complex in honey bees. *Am. Bee J.* 146: 694-697.
- Pernal S. F., R. W. Currie (2010). The influence of pollen quality on foraging behaviour in honeybees (*Apis mellifera* L.). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 51: 53-68.
- Seeley T. D. (1985) *Honeybee ecology: A Study of Adaptation in Social Life*. Princeton University Press, Princeton, N.J. USA.