

**01/08/17 - Optimizando el monitoreo de la mosca común, *Musca domestica*, por el método de la tarjeta.**

*Vet. Arg. ? Vol. XXXIV ? N° 352 ? Agosto 2017.*

Ulises Olmos y Miguel C. Zapater\*

**Resumen**

La mosca común, *Musca domestica*, representa un grave problema en avícolas por las numerosas enfermedades que transmiten y por la molestia que generan. Su monitoreo en estos establecimientos permite cuantificar su nivel, seguir su evolución en el tiempo y comparar estrategias de control. El monitoreo por el "método de la tarjeta" consiste en cuantificar las deyecciones y regurgitaciones dejadas por las moscas sobre una tarjeta especial fijada sobre una placa durante semanas sucesivas. Se desarrolló una técnica de conteo automático mediante el programa de computación OpenCFU y un escáner que aportara mayor objetividad al proceso de recuento de marcas en reemplazo al conteo visual. Posteriormente, se evaluó como el tamaño de la placa donde se fijan las tarjetas de monitoreo incide en la distribución de las marcas y afecta su número, dado el hábito que presentan las moscas de preferir los bordes de superficies. El desarrollo del programa para el recuento automático de tarjetas demostró estar correlacionado con el recuento visual por lo que su implementación sistemática permite optimizar y acelerar los recuentos. Se detectó una marcada preferencia de las moscas por bordes de tarjetas y diferencias en cantidad de marcas según el tamaño de placa, incidiendo notablemente en los valores monitoreados. Este trabajo facilita y hace más objetivo el método de monitoreo de la mosca común al realizarse el conteo de marcas de forma mecánica y al proponer estandarizar la superficie de las placas donde deben fijarse las tarjetas.

*Palabras clave: mosca común, Musca domestica, monitoreo, gallinas ponedoras, tarjetas.*

**Optimizing house fly monitoring, *Musca domestica*, with the spot card method.**

**Summary**

The house fly, *Musca domestica*, poses a serious problem to poultry not only because of the large number of diseases it transmits, but also because of the nuisance it causes. Monitoring house flies in poultry houses helps to quantify their levels, follow up their evolution over time and compare different control strategies. The "spot card" monitoring method quantifies the faecal and regurgitation spots left by flies when landing on special spot cards attached to a plate for consecutive weeks. To replace the visual count, an automated counting technique was developed using the OpenCFU software and a scanner to provide greater objectivity

to the mark count process. Subsequently, due to the landing preference of house flies for surface edges, an evaluation to determine the impact of the plate size on the distribution and number of marks was carried out. The automatic count of spot cards using the developed monitoring software was correlated with the visual count, indicating that a systematic implementation of the automatic count was a reliable way to optimize and accelerate counts. A striking preference of flies for landing on the spot cards' edges and a difference in the number of marks according to plate sizes were observed, greatly affecting monitored values. This study makes the monitoring house fly method easier and more objective as it performs a mechanical mark count and puts forward a standardization of the plate surfaces on which spot cards are to be attached.

*Key words: house fly, Musca domestica, monitoring, laying hens, spot cards.*

*\*Cátedra de Genética, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453, (1417) Buenos Aires, Argentina.*

*mmzapater@arnet.com.ar*

## **Introducción**

En los sistemas de producción animal intensivos, como granjas de gallinas ponedoras, mantener la población de moscas en niveles mínimos y bajo control, es un gran desafío y se enfrentan muchas dificultades. Las moscas son transmisoras de numerosas enfermedades (Fotedar, 2001; Olsen & Hammack, 2000; Hewitt, 1914) y capaces de generar una gran molestia. El creciente grado de resistencia a la mayoría de los productos usados tanto en nuestro país (Roca et al, 2009) como en otros (White et al, 2007) están dificultando crecientemente su control (Kaufman et al., 2000).

El monitoreo de la mosca es una herramienta muy útil para cuantificar su nivel poblacional, seguir su evolución en el tiempo y comparar estrategias de control. Entre los métodos para el monitoreo de moscas (jarra, cintas, tarjetas), el de la tarjeta es el más difundido dada su sencillez de aplicación, su muy bajo costo y por la persistencia de los registros. El monitoreo por el método de la tarjeta, se viene usando en forma creciente en granjas y feedlots y tanto municipios como SENASA recurren a él (Zapater M. com. Personal). Este sistema se ha usado para comparar distintos sistemas de control a lo largo de una temporada y aspectos para su uso en galpones de gallinas ponedoras fueron extensamente desarrollados por Zapater et al. 2009. El método fue originalmente propuesto por Axtell, 1970; Burg & Axtell, 1984 y se viene usando intensamente a nivel mundial (Gerry et al., 2011). Este es un método muy simple (Axtell, 1970; Geden, 2005; Lysyk y Axtell, 1985; Lysyk y Axtell, 1986). Se utilizan tarjetas blancas de 8 x 12 cm, las moscas al posarse al azar sobre cualquier superficie, lo hacen también sobre las tarjetas donde dejan sus deyecciones y regurgitaciones. Estas se cuentan, luego de estar 7 días colgadas. El

número de marcas es proporcional a la densidad de adultos existente. Para los creadores de este sistema, se toman 100 marcas por tarjeta como un nivel de molestia. (Lysyk y Moon, 1994). Barringer (1995), toma también 100 marcas por tarjeta por semana como umbral para acrecentar medidas de control y remarca no colocar menos de 5 tarjetas por galpón. Estos umbrales son puramente subjetivos, aunque pueden ayudar de alguna manera a determinar la presencia de niveles molestos de moscas.

En este trabajo se busca mejorar aspectos que permitan aumentar la precisión y estandarización del método de la tarjeta para el monitoreo de moscas. El primer objetivo fue desarrollar un recuento automatizado de marcas por medio del escaneado de las tarjetas mediante una adaptación de un programa de computación; esto en reemplazo al conteo visual de las marcas. El método visual tiene una cuota de subjetividad al momento del recuento. Dado que los resultados pueden variar de un observador a otro y aún, una misma persona puede llegar a resultados que difieren en cada conteo, es que la automatización se presenta como una buena alternativa al recuento visual de marcas de las tarjetas; puede usarse el escaneado que mediante programas de computación adecuados analizan y contabilizan los objetos presentes en una imagen, obteniéndose resultados objetivos, repetibles y con mayor rapidez. El segundo objetivo fue que dado que, observaciones preliminares indicaban que la mosca común tiene la preferencia de posarse en esquinas, bordes u objetos delgados, dejando en esos lugares mayor cantidad de marcas de regurgitación y deyecciones, determinar, como incidiría este fenómeno en la cantidad de marcas y distribución en las tarjetas de monitoreo. Las tarjetas para el monitoreo se colocaron sobre placas, de modo de que estas queden sujetas y pueden reemplazarse fácilmente cumplido el tiempo de exposición. Por ello si la placa era del mismo tamaño de la tarjeta o presentaba un amplio reborde podrían esperarse resultados diferentes.

## **Materiales y métodos**

### **1. Instalaciones y tarjetas de monitoreo**

El trabajo se llevó a cabo en una granja de galpones elevados de gallinas ponedoras en Pergamino, provincia de Buenos Aires. Todos sus galpones tienen una longitud de 190 m y 10 m de ancho. En el nivel superior de los galpones, a 2,5 m de altura, se ubican las jaulas donde se alojan las aves. Las deyecciones de las gallinas caen al nivel inferior, donde se acumulan y son retiradas al final del ciclo productivo del lote.

Las tarjetas usadas para el monitoreo, eran de cartulina blanca, disponibles comercialmente en librerías, tipo fichero de 12,6 x 7,5 cm. (Figura N° 1), las cuales se fijaron sobre placas por medio de esquineros de alambre fino para su fácil

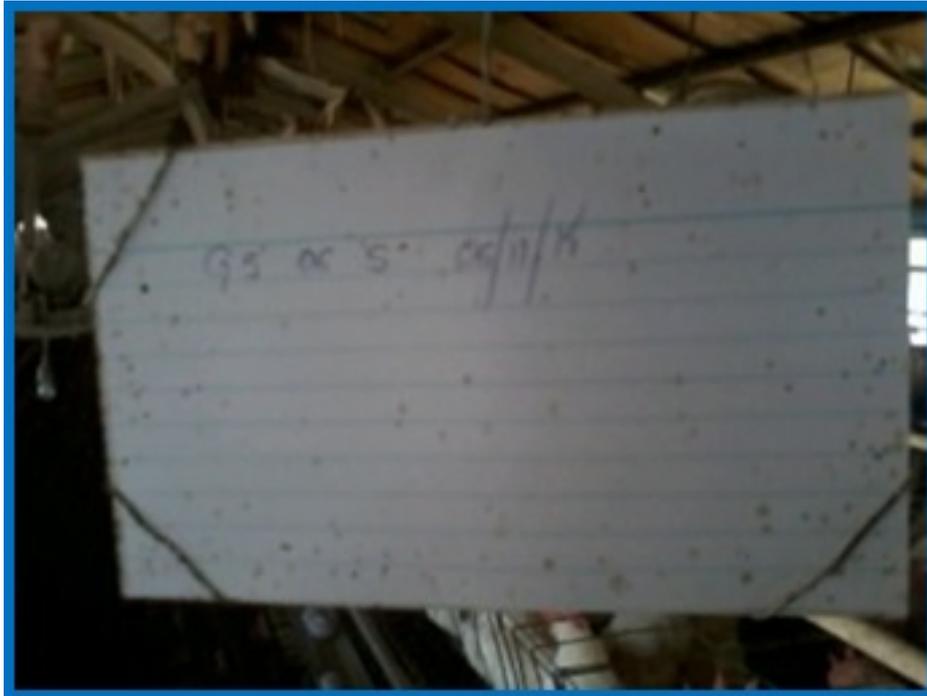
reemplazo.



**Figura N° 1.** Tarjeta de monitoreo y forma de recuento visual. Se utilizaron dos tamaños de placa para fijación de las tarjetas, las grandes, de 20 x 30 cm, donde la tarjeta se fijaba en el centro (Figura N° 2), y las chicas, de 12,6 x 7,5 cm, del mismo tamaño que las tarjetas (Figura N° 3).



**Figura N° 2.** Tarjeta de monitoreo fijada sobre placa grande y colocada dentro del galpón N° 8. Estación de monitoreo 09.



**Figura Nº 3.** Tarjeta de monitoreo fijada sobre placa chica y colocada dentro del galpón. Las placas hechas a partir de planchas de corrugado plástico blanco, se colocaron a lo largo de los pasillos de circulación, entre las filas de jaulas de dos galpones, quedando suspendidas a 2 ? 2,30 m de altura del piso superior. En todos los casos las tarjetas se reemplazaron cada siete (7) días a primera hora de la mañana estableciendo 10 estaciones de monitoreo, numeradas del 01 al 10 junto con la identificación del galpón ("G3"; "G5"). Las placas chicas se colocaron a igual nivel que las grandes, separadas unos 30-50 cm, con el agregado de la letra "S" para su adecuada identificación.

## 2. Desarrollo del recuento automático

Para determinar si los métodos de recuento de marcas, visual y automático son equivalentes, se analizó el grado de correlación entre ambos métodos y se comparó información durante 16 semanas de los galpones 5 y 8 (G5; G8) sobre placas grandes. El programa OpenCFU, (Geissmann, 2013). es un software de uso libre, diseñado originalmente para el recuento de unidades formadoras de colonias de bacterias (UFC), usado también para el recuento de granos de polen, huevos de insectos, células y cualquier otro tipo de objetos con forma circular. Para el recuento de marcas con este programa se calibraron los distintos parámetros para reproducir lo más fielmente posible los criterios tomados para aceptar en forma visual una marca como válida, o para rechazarla. La calibración que más se ajustó al recuento visual presentaba las siguientes características: Umbral Regular=0, Radio min=5, Radio max=Auto Max, ROI and Mask= Ninguno, Filtro de color= No, Autofiltro de Valor atípico= No, Reconocimiento de colores similares= No. Para

obtener imágenes digitalizadas de las tarjetas luego de su recolección, se utilizó un escáner HP Photosmart C4180 y se eligió el formato jpg para guardarlas que resultó el más adecuado. Las imágenes se procesaron con un programa editor de imágenes (Corel Photo Paint X6), para mejorar el rendimiento del OpenCFU. En este caso se usó la herramienta, filtro fotográfico, color gris, con una densidad de 80%, conservando su luminosidad.

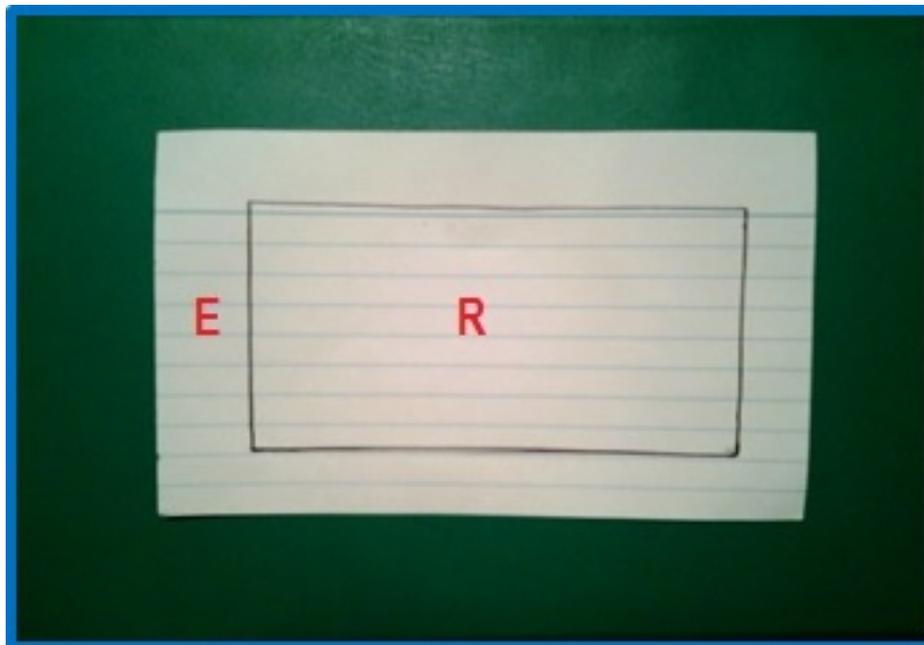
### 3. Evaluación del impacto del tamaño de la placa de fijación sobre la cantidad de marcas y su distribución en las tarjetas.

El estudio del impacto del tamaño de la placa de fijación de la tarjeta de monitoreo sobre la cantidad de marcas y su distribución se llevó a cabo en el galpón 5 (G5) siendo el recuento de marcas automático. Para estudiar el efecto del tamaño de placa, se evaluó si existían diferencias significativas, para cada estación de monitoreo y para cada fecha, entre la cantidad de marcas totales de tarjetas colocadas sobre placa grande (PI Gde) y sobre placa chica (PI Ch). Luego, para determinar el patrón de distribución de marcas, se estudió si existían diferencias significativas entre la cantidad de marcas del área exterior (E) e interior (R) de cada tarjeta, para placa grande y placa chica. Se compararon para cada estación las áreas exteriores (E) de tarjetas provenientes de placa grande y de placa chica. De la misma forma se comparó la información de las áreas interiores (R) de tarjetas de ambos tamaños de placa (tabla N°1).

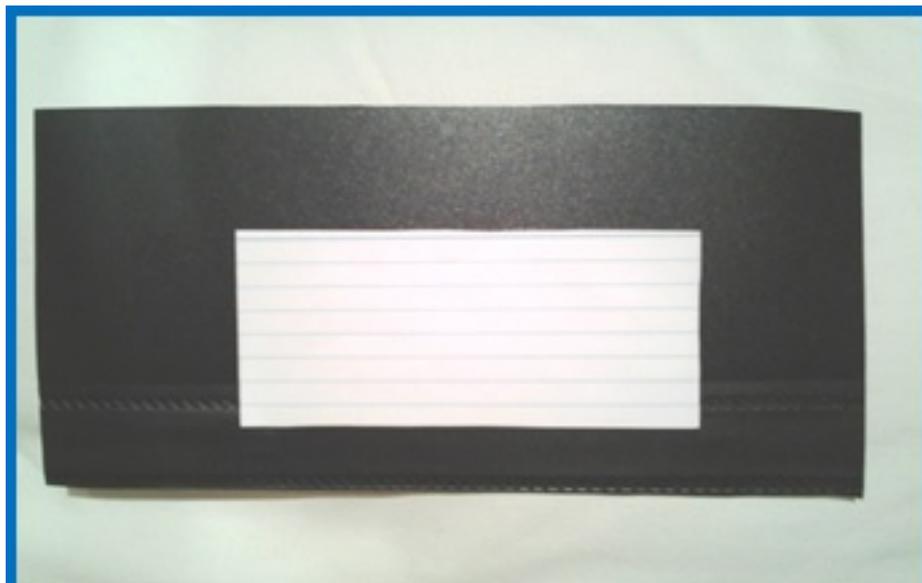
<b>Estudio: Evaluación del Tamaño de Placa</b>		
Desarrollo	8 Semanas - De sem 9 <sup>a</sup> a 16 <sup>a</sup>	
Galpón	Galpón con ventilación cruzada (G5)	
Recuento	Automático	
Placa	Grande PI Gde	Chica PI Ch
Marcas Totales	G5	G5 - S
Marcas Area Exterior	G5 - E	G5 - S - E
Marcas Area Interior	G5 - R	G5 - S - R

**Tabla N° 1.** Parámetros evaluados para el estudio del tamaño de placa. Para llevar adelante esta evaluación fue necesario, además de conocer la cantidad de marcas, determinar el patrón de distribución de estas marcas sobre la tarjeta. Se requirió conocer si su distribución era uniforme en toda la tarjeta o si presentaba sus bordes con mayor densidad. Con este fin se realizó el recuento de marcas separadamente en dos zonas de igual superficie en cada tarjeta. Para ello, se delimitó un área exterior (E) y otra interior (R) de forma

rectangular de 9,6 cm x 4,9 cm. (figura N°4). Para realizar el recuento del área interior se recurrió al uso de una máscara o plantilla que presenta un corte o ventana rectangular, cuya área de 47 cm<sup>2</sup> corresponde al 50% de la superficie total de la tarjeta. La máscara se colocó sobre la tarjeta (figura N° 5), dejando visible solo la zona central de esta para proceder al escaneo y posterior recuento, quedando la información y las imágenes identificadas con la letra "R". Por lo tanto las tarjetas usadas para el trabajo de tamaño de placa fueron sometidas a doble escaneo y recuento automático. Se procedió al recuento de marcas de la totalidad de la tarjeta y al recuento de marcas del área interior "R", con el uso de la máscara. La cantidad de marcas del área interior se obtiene por conteo directo, lo mismo que para la cantidad de marcas totales de la tarjeta. Por diferencia entre las marcas del área total y las marcas del área interior "R", obtenemos la cantidad de marcas del área exterior "E".



**Figura N° 4.** Tarjeta de monitoreo con la delimitación del área interior (R) y exterior (E), correspondiente al 50% de la superficie respectivamente.



**Figura Nº 5.** Tarjeta de monitoreo con la máscara negra colocada. Permite ver el área interior para ser luego escaneada. Para el análisis de los datos de este trabajo, se utilizaron los programas de estadística, InfoStat versión 2014 (Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2014. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>) y Prism 6 versión 6 2014. Los métodos estadísticos utilizados fueron: Prueba t de muestras apareadas, análisis de regresión lineal, diagrama de caja y barras (Box Plot).

## Resultados

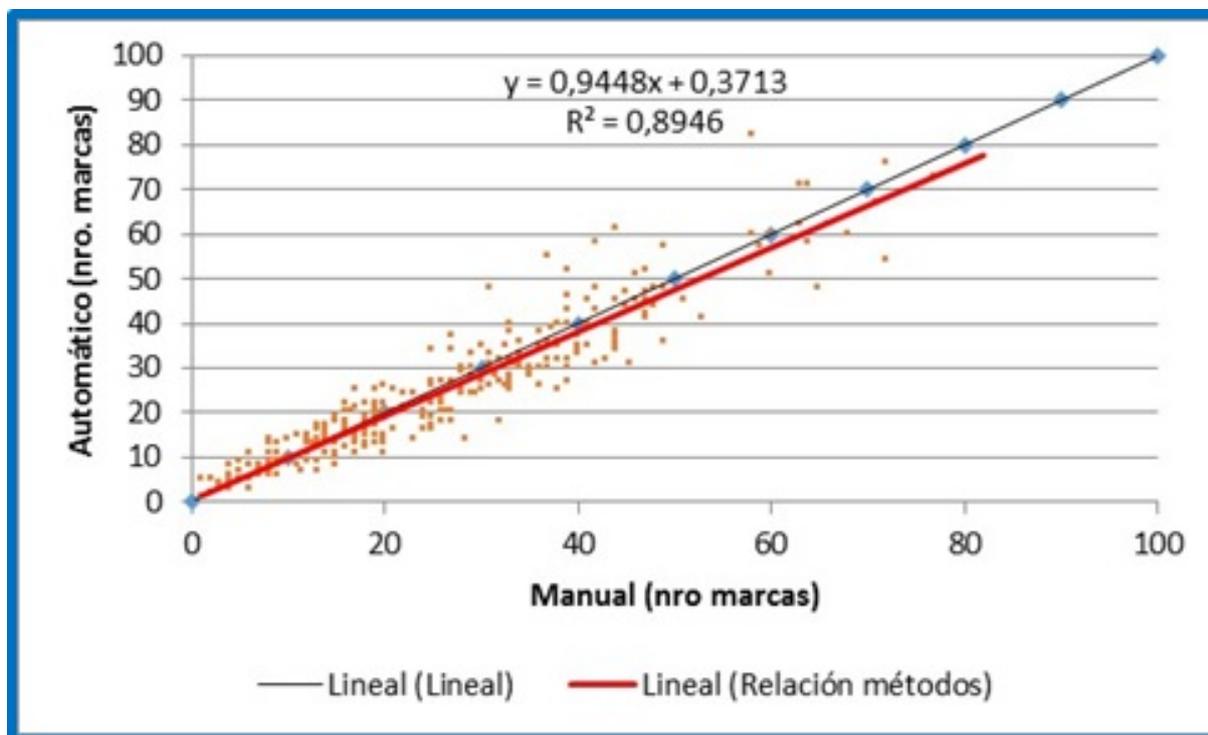
### 1. Recuento automático

El promedio de marcas por tarjeta contadas visualmente y mediante el recuento automático, con el programa OpenCFU, se presentan en la tabla Nº 2. Se observa una gran similitud en los resultados para ambos sistemas de recuento en los galpones G5 y G8.

		Recuento Visual y Automático - G5 y G8															
Semana		1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	12º	13º	14º	15º	16º
G5 -Autom.		17,7	28,8	34,6	31,0	14,1	26,1	29,8	44,2	53,4	45,1	57,4	40,6	32,4	27,6	30,0	20,7
G5 -Visual		14,6	27,3	34,5	35,2	11,5	26,3	28,7	46,6	52,5	42,6	49,3	46,1	35,6	31,9	32,2	24,9
G8 -Autom.		6,4	23,5	18,2	19,0	10,4	13,1	11,7	9,9	9,9	11,6	9,3	17,0	19,3	17,1	22,4	23,0
G8 -Visual		5,3	24,9	22,6	23,3	10,6	12,9	12,0	11,6	10,7	11,4	10,6	19,0	24,1	18,8	26,2	27,5

**Tabla Nº 2.** Valores promedio de recuentos de 10 tarjetas de monitoreo por los métodos visual y automático (con programa OpenCFU), para los galpones G5 y G8. El análisis de regresión lineal muestra que las marcas obtenidas por los métodos automático y visual se ajustan a una recta con pendiente levemente inferior a 1 ( $b = 0.944$ ) y la ordenada al origen tiene un valor muy próximo a 0 ( $a = 0.373$ ). Entre los métodos de recuento automático y visual existe una fuerte correlación (89,5% ?

$R^2=0,895$ ), como se ve en la figura N° 6. La recta de ajuste de los métodos se asemeja a la recta ideal, donde por cada marca evaluada por el método visual se obtiene una lectura muy cercana por el método automático.



**Figura N° 6.** Método automático y visual. Recta de regresión (Rojo) con pendiente  $b=0,9448$  levemente inferior a 1,  $p<0,0001$ ). El valor de intercepción  $a= 0,371$  fue semejante a 0. Recta de regresión ideal (Negro) donde los métodos estarían

Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Metodo	1	221,67	221,671	0,8351	0,3612
Error	628	166700,37	265,446		
C. Total	629	166922,04			
Means for Oneway Anova					
Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
Metodo Automatico	316	24,3418	0,91653	22,542	26,142
Metodo Visual	314	25,5281	0,91944	23,723	27,334

**Tabla N° 3.** Resultados de análisis de comparación de medias de los métodos de evaluación automático y visual. De la comparación de medias entre ambos métodos (tabla N° 3), surge que el valor  $p$ , (0,3612) es mayor que ( $p > 0,05$ ), por lo tanto no existe diferencia significativa entre la cantidad de marcas obtenidas por el método automático y las obtenidas por el método visual. Queda demostrado que los métodos de recuento de marcas son equivalentes por no encontrarse diferencia

estadística entre ellos.

## 2. Impacto del tamaño de la placa de fijación

Los valores promedio de marcas del área total, del área interior y exterior de las tarjetas provenientes de ambos tipos de placa se presentan en la tabla N° 4, indicando además la participación porcentual de cada una de las áreas en el total de marcas. Las cantidad de marcas dejadas por las moscas, es muy superior en las tarjetas fijadas sobre placa chica, que las de placa grande, La relación que guarda la cantidad de marcas entre tarjetas provenientes de placa grande y la cantidad de marcas de placa chica es 1:3,7, como se observa en la figura N° 7.

Semanas	Placa Grande			Placa Chica		
	Totales	Area Int	Area Ext	Totales	Area Int	Area Ext
	G5	G5-R	G5-E	G5-S	G5-S-R	G5-S-E
9ª	53,4	18,6	34,8	164,2	42,7	121,5
10ª	45,1	15,3	29,8	185,4	52,8	132,6
11ª	57,4	18,4	39,0	193,4	53,9	139,5
12ª	40,6	16,3	24,3	150,1	41,2	108,9
13ª	32,4	12,0	20,4	131,7	33,7	98,0
14ª	27,6	7,9	19,8	118,4	25,6	92,8
15ª	30,0	11,3	18,7	86,0	19,1	66,9
16ª	20,7	9,1	11,6	118,0	26,0	92,0
<b>Promedios</b>	<b>38,4</b>	<b>13,6</b>	<b>24,8</b>	<b>143,4</b>	<b>36,9</b>	<b>106,5</b>
<b>%</b>	<b>100%</b>	<b>35,5%</b>	<b>64,5%</b>	<b>100%</b>	<b>25,7%</b>	<b>74,3%</b>
<b>Prom G5</b>	<b>38,4</b>	<b>1</b>				
<b>Prom G5-S</b>	<b>143,4</b>	<b>3,7</b>				

**Tabla N° 4.** Promedio de marcas totales, del área interior y exterior para placa grande y chica. Participación porcentual de marcas del Área Interior y Exterior de tarjetas provenientes de placa chica y placa grande. Relación de marcas totales



**Figura N° 7.** Recuento del promedio de marcas del área total de tarjetas de placa grande y placa chica. El recuento de marcas totales de las tarjetas provenientes de placa grande, arrojan menores valores que los obtenidos de las tarjetas de placa chica; sin embargo ambas muestran similar tendencia como se observa en la figura N° 8.



**Figura N° 8.** Comparación del promedio de marcas del área total de tarjetas de placa grande y placa chica. Se usaron diferentes escalas para superponer las curvas. Mediante una prueba t de muestras apareadas, se determinó que existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las cantidades de marcas para tarjetas de cada tipo de placa (tabla N° 5). Es decir que las cantidades de marcas de las tarjetas fijadas sobre placa grande son estadísticamente diferentes y de menor magnitud a la cantidad de marcas de las tarjetas de placa chica.

PI Ch	PI Gde	N	media(dif)	M PI Ch	M PI Gde	DE(dif)	LI(95%)	LS(95%)	T	Bilateral
G5-S-09	G5-09	10	110,9	164,3	53,4	34,1	86,5	135,2	10,3	<0,0001
G5-S-10	G5-10	10	140,3	185,4	45,1	39,7	111,9	168,7	11,2	<0,0001
G5-S-11	G5-11	10	136,0	193,4	57,4	33,5	112,0	160,0	12,8	<0,0001
G5-S-12	G5-12	9	108,3	150,1	41,8	35,1	81,4	135,3	9,3	<0,0001
G5-S-13	G5-13	7	99,4	131,7	32,3	20,1	80,9	118,0	13,1	<0,0001
G5-S-14	G5-14	4	94,5	120,0	25,5	30,3	46,3	142,7	6,2	0,0083
G5-S-15	G5-15	9	59,2	89,2	30,0	23,8	41,0	77,5	7,5	0,0001
G5-S-16	G5-16	7	100,4	123,3	22,9	15,9	85,7	115,1	16,7	<0,0001

**Tabla N° 5.** Valores de la Prueba t de muestras apareadas para la cantidad de marcas totales de tarjetas de placa grande y placa chica para las 8 semanas del estudio. Existe diferencia significativa en la cantidad de marcas totales de placa

grande y chica ( $p < 0,05$ ). Luego se compararon entre sí, el promedio de marcas del área exterior de tarjetas provenientes de placa grande y chica para cada semana (figura N° 9). El recuento de marcas del área exterior de las tarjetas de placa chica es superior al de placa grande.



**Figura N° 9.** Promedio de marcas del área externa de tarjetas de placa grande y chica. Por medio de la prueba t, se determinó que existe diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre la cantidad de marcas del área exterior de las tarjetas de placa grande y placa chica para las 8 semanas del estudio, tal como se ve en la información de la tabla N° 6.

Placa Grande Ext y Placa Chica Ext (G5-E vs G5-S-E)										
Prueba T (muestras apareadas)										
Pl Ch	Pl Gde	N	media(dif)	MPl Ch	MPl Gde	DE(dif)	LI(95%)	LS(95%)	T	Bilateral
G5-S-E-09	G5-E-09	10	86,75	121,55	34,8	27,31	67,22	106,28	10,05	<0,0001
G5-S-E-10	G5-E-10	10	102,82	132,58	29,76	29,55	81,68	123,96	11	<0,0001
G5-S-E-11	G5-E-11	10	100,5	139,5	39	31,14	78,22	122,78	10,21	<0,0001
G5-S-E-12	G5-E-12	9	83,89	108,89	25	27,63	62,65	105,13	9,11	<0,0001
G5-S-E-13	G5-E-13	7	78,71	98	19,29	15,56	64,32	93,11	13,38	<0,0001
G5-S-E-14	G5-E-14	5	79,6	92,8	13,2	21,92	52,39	106,81	8,12	0,0013
G5-S-E-15	G5-E-15	10	50,1	66,9	16,8	23,4	33,36	66,84	6,77	0,0001
G5-S-E-16	G5-E-16	8	81,25	92	10,75	19,23	65,17	97,33	11,95	<0,0001

**Tabla N° 6.** Valores de la Prueba t de muestras apareadas para la cantidad de marcas del área exterior de tarjetas de placa grande y placa chica para las 8 semanas del estudio. Existe diferencia significativa entre la cantidad de marcas del área exterior de placa grande y chica ( $p < 0,05$ ). Al superponer las curvas, realizando un cambio de escala en la gráfica de la figura N° 10, se observa que ambas guardan una tendencia similar a lo largo del periodo del estudio.



**Figura Nº 10.** Comparación del promedio de marcas del área exterior de tarjetas de placa grande y placa chica. Se usaron diferentes escalas para superponer las curvas. Se realizó la comparación de las marcas del área interior de las tarjetas de los dos tipos de placa, observándose que la placa chica arroja nuevamente recuentos mayores que la placa grande como se ve en la figura Nº 11.



**Figura Nº 11.** Comparación del promedio de marcas del área interior de tarjetas de placa grande y placa chica. Por medio de la prueba t de muestras apareadas, se verifica que existe diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre la cantidad de marcas del área interior de las tarjetas de placa grande y placa chica para las 8 semanas del estudio (tabla Nº 7).

Area Interna de Placa grande y Placa Chica - (G5-R vs G5-S-R)										
Prueba T (muestras apareadas)										
PI Ch	PI Gde	N	media(dif)	M PI Ch	M PI Gde	DE(dif)	LI(95%)	LS(95%)	T	Bilateral
G5-R 09	G5-S-R 09	10	-24,11	18,6	42,71	12,78	-33,25	-14,97	-5,97	0,0002
G5-R 10	G5-S-R 10	10	-37,48	15,3	52,78	14,63	-47,95	-27,01	-8,1	<0,0001
G5-R 11	G5-S-R 11	10	-35,5	18,4	53,9	15,62	-46,67	-24,33	-7,19	0,0001
G5-R 12	G5-S-R 12	9	-24,44	16,78	41,22	9,88	-32,04	-16,85	-7,43	0,0001
G5-R 13	G5-S-R 13	7	-20,71	13	33,71	7,48	-27,63	-13,8	-7,33	0,0003
G5-R 14	G5-S-R 14	4	-15,5	9	24,5	5,74	-24,64	-6,36	-5,4	0,0125
G5-R 15	G5-S-R 15	9	-9,33	11,33	20,67	9,46	-16,61	-2,06	-2,96	0,0182
G5-R 16	G5-S-R 16	7	-15,71	10,57	26,29	6,24	-21,48	-9,95	-6,67	0,0006

**Tabla Nº 7.** Valores de la Prueba t de muestras apareadas para la cantidad de marcas promedio del área interior de tarjetas de placa grande y placa chica para las 8 semanas del estudio. Existe diferencia significativa entre la cantidad de marcas del área interior de tarjetas de placa grande y chica ( $p < 0,05$ ). Para comparar la tendencia de las curvas de valores promedio de marcas del área interior de tarjetas de placas grande y chica, se aplicaron diferentes escalas en el gráfico de la figura Nº 12 y se observa que ambas presentan similares tendencias a lo largo de todo el periodo de estudio.



**Figura 12.** Comparación del promedio de marcas del área interior de tarjetas de placa grande y placa chica. Se usaron diferentes escalas para superponer las curvas. Se compararon también las marcas totales de tarjetas de placa grande con las marcas del área interior de placa chica (figura Nº 13), encontrándose que presentan similar tendencia pero ahora con similar magnitud.



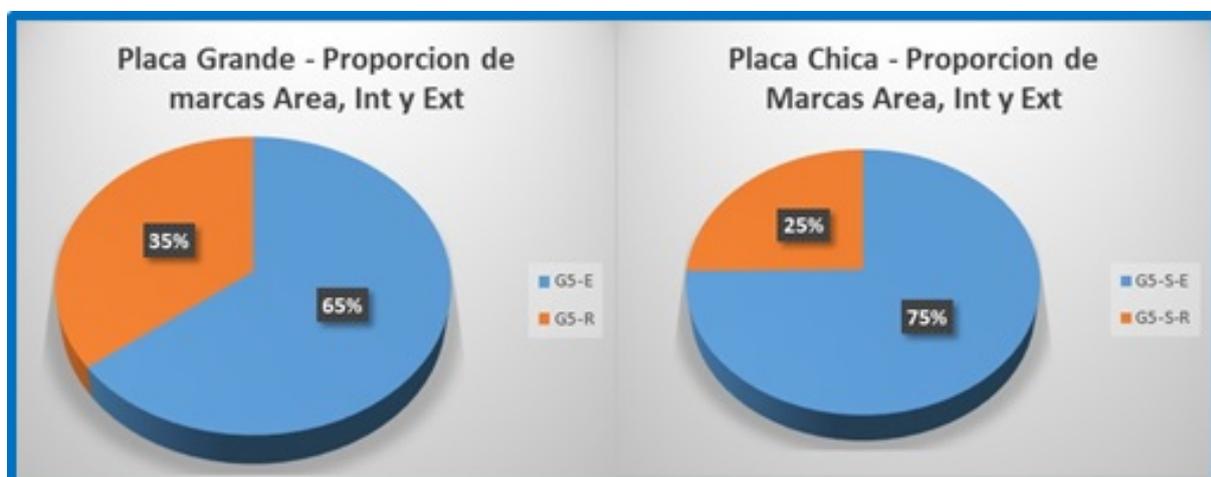
**Figura 13.** Comparación del promedio del número de marcas del área interior de tarjetas de placa chica y marcas totales de placa grande. En la figura N° 14 se observa cómo las curvas del recuento de marcas totales de placa grande guarda una relación estrecha y presentan similar tendencia con los valores promedio de marcas del área interior de la placa chica.



**Figura 14.** Comparación de curvas del promedio del número de marcas del área Interior de tarjetas de placa chica y marcas totales de placa grande. En la prueba t de muestras apareadas para esta comparación, se ve que no existe diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) entre la cantidad de marcas totales de tarjetas de placa grande, con la cantidad de marcas del área interior de placa chica (tabla N° 8), para las 8 semanas que duró el estudio.

Placa Grande Total Marcas y Placa Chica Area Interior Prueba T (muestras apareadas)										
PI Gde	PI Ch	N	media(dif)	MPI Gde	MPI Ch	DE(dif)	LI(95%)	LS(95%)	T	Bilateral
G5-09	G5-5-R-09	10	10,69	53,4	42,71	18,87	-2,81	24,19	1,79	0,1068
G5-10	G5-5-R-10	10	-7,71	45,07	52,78	19,34	-21,55	6,13	-1,26	0,2392
G5-11	G5-5-R-11	10	3,5	57,4	53,9	16,25	-8,12	15,12	0,68	0,5129
G5-12	G5-5-R-12	9	0,56	41,78	41,22	20,45	-15,17	16,28	0,08	0,9371
G5-13	G5-5-R-13	7	-1,43	32,29	33,71	11,04	-11,64	8,78	-0,34	0,7438
G5-14	G5-5-R-14	4	1	25,5	24,5	7,39	-10,77	12,77	0,27	0,8043
G5-15	G5-5-R-15	9	9,33	30	20,67	17,19	-3,88	22,55	1,63	0,142
G5-16	G5-5-R-16	7	-3,43	22,86	26,29	7,18	-10,07	3,22	-1,26	0,2536

**Tabla Nº 8.** Valores de la Prueba t de muestras apareadas para los promedios de marcas totales de tarjeta de placa grande y marcas del área interior de placa chica, para las 8 semanas del estudio. No existe diferencia significativa entre la cantidad de marcas totales de placa grande y la cantidad de marcas del área interior de placa chica ( $p > 0,05$ ). Tomando cada tamaño de placa en particular se ve con los datos de la tabla Nº 8, cómo es la proporción de cantidad de marcas entre las áreas interior y exterior. En la figura Nº 15 se observa para las tarjetas de placa grande una proporción del área exterior ? interior de 65% ? 35%, mientras que para las tarjetas de placa chica la proporción es 75% ? 25%.



**Figura Nº 15.** Proporción de marcas entre áreas interior y exterior de tarjetas de placa grande y chica. En las tarjetas de placa chica se aprecia más marcado el efecto borde, dejando ver la preferencia de la mosca común de dejar sus marcas en los bordes y zonas próximas. En las tarjetas fijadas sobre placa grande, ese mismo hábito se expresa en los bordes de la placa, más alejado del área de la tarjeta, pero presenta una distribución no uniforme entre el interior y exterior de la tarjeta.

### Discusión y Conclusiones

El programa de computación propuesto para el recuento de marcas, aportará una

herramienta que facilita las tareas de monitoreo de la población de moscas, suministrando información objetiva, repetible y con un ahorro significativo de tiempo. El conteo visual de una tarjeta con varios cientos de marcas puede llevar de 10 a 20' y considerando que se trate de un establecimiento grande serían varias horas de trabajo contar todas las tarjetas semanales. También, se espera que al desaparecer la subjetividad en el recuento de marcas, estaremos eliminado factores que distorsionen los resultados, permitiendo que el método de la tarjeta pueda ser más usado y preciso. El programa con sus modificaciones puede descargarse a cualquier computadora y puede usarse cualquier impresora que cuente con escáner. El hecho de contar con las imágenes de las tarjetas digitalizadas y con los reportes emitidos por el programa, facilita enormemente el trabajo de análisis y permite acceder a datos históricos con rapidez. Luego del escaneo de las tarjetas, el trabajo de monitoreo ingresa en una etapa "limpia" donde no es necesario manipular un material contaminado y de potencial riesgo. Garry et al (2011), propusieron primeramente un programa de computación para el recuento de marcas combinado con el escaneado de tarjetas que presenta una muy buena correlación con el método visual ( $R^2: 0,948$ ). Su desarrollo, del mismo modo que el método OpenCFU, considera el tamaño de las marcas y el color entre otros elementos. El método descrito en este trabajo presenta también una muy buena correlación con el método visual ( $R^2: 0,895$ ), pero logra una mayor precisión que el propuesto por Garry et al (2011), ya que la pendiente de la recta de regresión es muy cercana a 1 ( $b: 0,945$ ). El método propuesto por Garry tiene una pendiente de la recta de regresión menor,  $b: 0,77$ . En ambos métodos de recuento automático se observa una "saturación" con valores altos de marcas, como se ve en la Figura N° 6 (aproximadamente a partir de las 60 marcas). Lo mismo ocurre con el método propuesto por Garry et al. (2011), a valores altos se ve una mayor dispersión de los datos observados y hace que disminuya la pendiente de la recta de regresión. El número máximo de marcas obtenidas en esta parte de estudio apenas supera las 100 unidades (o 1 marca/cm<sup>2</sup>), mientras que Garry obtiene 750 marcas (8 marcas/cm<sup>2</sup>), como valor máximo. Este es un argumento más para recomendar el uso de la placa grande para la fijación de las tarjetas de monitoreo, dada la menor cantidad de marcas que se obtienen (por la facilidad al momento de recuento visual y por la mayor precisión con el recuento automático). La metodología descrita en este trabajo, sería de fácil implementación a nivel de productores avícolas y en las demás producciones animales intensivas de nuestro país, pudiendo transferirse la experiencia de persona a persona. Podría entregarse a organismos oficiales tales como SENASA y ministerios de Agricultura provinciales y cámaras avícolas, como CAPIA, a fin de que los productores dispusieran de esta herramienta. El uso de placas para fijación de tarjetas de monitoreo no es una práctica habitual internacionalmente (Zapater, com personal), ya que las tarjetas suelen fijarse directamente sobre cualquier superficie. Esto genera un elemento más de variación

en los resultados (Asurmendi I., 2007). Por ello para uniformar mediciones en este trabajo se ha propuesto el empleo de placas en condiciones más uniformes dentro de galpones de gallinas ponedoras . Los resultados de este trabajo indican que el tamaño de placa ha incidido de forma muy importante sobre la cantidad de marcas por tarjeta debiéndose esto al hábito de las moscas de preferir bordes de superficies donde posarse. Esto se observa claramente al comparar la cantidad de marcas de la superficie externa de la tarjeta versus la superficie interna para ambas placas pero más marcadamente en tarjetas fijadas en placa chica (75%) comparado con la fijada en placa grande (65%). No sólo se observa una preferencia por bordes externos sino que también las tarjetas fijadas en placas chicas presentan 3,7 veces más marcas que las tarjetas fijadas en placas grandes. Las condiciones más habituales actualmente de fijación son sobre superficies lisas, tales como paredes o cabreadas. Futuros estudios deberían sin embargo confirmar si existen diferencias entre la fijación de tarjetas en forma directa sobre una superficie del galpón, como es la situación actual en la mayoría de los establecimientos y una placa grande. En la placa grande, como los límites de la tarjeta están alejados del borde de la misma y son del mismo color, se observó un patrón de distribución de marcas más uniforme que en las tarjetas fijadas sobre placa chica. En estas últimas se encontró una mayor densidad de marcas en bordes externos que en tarjetas de placa grande. Dada la tendencia de la mosca común de preferir los bordes para posarse, con el uso de la placa grande para sostener la tarjeta de monitoreo, se espera atenuar el efecto borde en la propia tarjeta. En otras palabras, se espera la ocurrencia del efecto borde en los límites de la placa, lejos del área ocupada por la tarjeta, obteniendo una densidad de marcas más uniforme sobre esta última. Podrían compararse resultados de establecimiento donde se monitoree la mosca con distinto tamaño de placa, siempre que se comparen las marcas del 50% del área interior de tarjetas provenientes de placa chica, con el total de las marcas de tarjetas de placa grande, ya que se encontró una alta correlación entre ambos. La mayor información disponible acerca de cómo incide el tamaño de la placa sobre el patrón de distribución y cantidad de marcas, permite hacer una recomendación a favor de la placa grande como elemento de fijación de tarjetas para el monitoreo de la mosca común. Otra ventaja a favor del uso de la placa grande como soporte de fijación de tarjetas de monitoreo, es que se ve facilitado el recuento por la menor cantidad de marcas, respecto de las tarjetas de placa chica, sobre todo para realizar conteos visuales.

#### Bibliografía

- Asurmendi Ignacio (2007). Desarrollo de un protocolo para el monitoreo de la población de *Musca domestica* en galpones de gallinas ponedoras. Trabajo de intensificación para optar al título de Ing. Agr. FA-UBA
- Aviagen. 2009. Manejo del ambiente en el galpón de pollo de engorde. 15-22.
- Axtell, R. C. 1970. Integrate fly control program for caged-poultry houses. J. Econ.

Entomol. 63: 400-405.

Barringer, S. 1995. Biology and management of house fly. Peggy K. Powell, Ph. D, Board Certified Entomologist. <http://www.caf.wvu.edu/~forage/10629.htm>

Burg, J.G., and R.C. Axtell, 1984. Monitoring house fly, *Musca domestica* (Diptera:Muscidae), populations in caged-layer poultry houses using a baited jug-trap. Environmental Entomology 13(4):1083-1090.

Fotedar R. 2001. Vector potential of houseflies (*Musca domestica*) in the transmission of *Vibrio cholerae* in India. Acta Tropica 78:31-34

Geden, C. J. 2005. Methods for monitoring outdoor populations of house flies, *Musca domestica* L. (Diptera: muscidae). Journal of Vector Ecology. 30 (2): 244-250.

Geissmann, Q. February 15, 2013. OpenCFU, a New Free and Open-Source Software to Count Cell Colonies and Other Circular Objects. DOI: 10.1371/journal.pone.0054072.

<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0054072>.

Gerry A.C., G.E. Higginbotham, L.N. Periera, A. Lam y C.R. Shelton. 2011.

Evaluation of surveillance methods for monitoring house fly abundance and activity on large commercial dairy operations. J. Econ. Entomol 104:1093-1102.

Hewitt C.G. 1914. The House-Fly: *Musca Domestica* Linn: Its Structure, Habits, and Development. Cambridge University Press

Kaufman, P.E., D.A. Rutz, and C.W. Pitts. 2000. Pest Management Recommendations for Poultry. Cornell University, Penn State University Cooperative Extension Publication UF007.

Lysyk, T.J., and R.C. Axtell, 1985. Comparison of baited jug-trap and spot cards for sampling house fly, *Musca domestica* (Diptera:Muscidae), populations in poultry houses. Environmental Entomology 14(6):815-819.

Lysyk, T.J., and R.C. Axtell, 1986. Field evaluation of three methods for monitoring populations of house flies *Musca domestica* (Diptera:Muscidae) and other filth flies in three types of poultry housing systems. Journal of Economic Entomology 79(1):144-151.

Lysyk, T. J. y R. D. Moon. 1994. Sampling arthropods in livestock management systems. En: L. Pedigo and D. Buntin (eds.) Sampling methods for arthropod pests in agriculture, CRC Press, Boca Raton. Fla. 562-568.

Mouteira, M. C., Catedra de Producción Animal I, Fac. Cs. Agr. y Ftiles., UNLP. Laboratorio de Productos Apícolas, MAA Grupo Apícola, Div. Pecuaria, Depto. Aplic. Agrop, Cnea Vol 5. ? 1a ed. ISBN 978-950-34-1007-3 ISBN: 978-950-34-0987-9. 19-20.

Olsen, A. R. & Hammack, T. S. 2000. Isolation of *Salmonella* spp. from the Housefly, *Musca domestica* L., and the Dump Fly, *Hydrotaea aenescens* (Wiedemann) (Diptera: Muscidae), at Caged-Layer Houses. Journal of food protection 7:855-986

Roca-Acevedo G., Toloza A.C. y Zapater M.C. (2009). Insecticide resistance of

house fly, *Musca domestica* (L.) from Argentina. Parasitol. Res. 105: 489-493. (DOI 10.1007/s00436-009-1425-x).

White W., C. McCoy, J. Meyer, J. Winkle, P. Plummer, C. Kemper, R Starkey, y D Snyder. 2007. Knockdown and mortality comparisons among spinosad imidacloprid and methomyl-containing baits against susceptible *Musca domestica* under laboratory conditions. J. Econ. Entomol. 100: 155-163.

Zapater, M.C. (1997). Control biológico de moscas en el Peligro. Copia Informa N° 169

pp 3-7.

Zapater, M.C.; Pérez-Camargo, G.; Gañet, M.; Asumendi, I. y Paladino, M.S. (2009). Control biológico y prácticas de manejo de la *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) en galpones de gallinas ponedoras. Proceedings (version digital). XIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Río Hondo. 1-2/10/09

---