

**DENSIDAD POBLACIONAL DEL PULGÓN CENIZO DE LA COL *Brevicoryne brassicae* (L.) (HEMIPTERA: APHIDIDAE) Y SU RELACIÓN CON LA TEMPERATURA Y SU PARASITOIDE *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) (HEMYPTERA: APHIDIIDAE), EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI EN EL BAJÍO, MÉXICO**

**González-Márquez Marcos Antonio<sup>1</sup>, Salas-Araiza Manuel Darío<sup>2</sup> y Martínez-Jaime Oscar Alejandro<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup> Universidad De LaSalle Bajío. Escuela de Agronomía. Av. Universidad 602. Col. Lomas del Campestre A. Postal 1-144, León, Guanajuato; México.

<sup>2</sup> Departamento de Agronomía, División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato. Ex-Hacienda "El Copal", Km. 9; carretera Irapuato-Silao; A.P. 311; C.P. 36500; Irapuato, Guanajuato, México. Universidad de Guanajuato. CIS-DICIVA. Departamento de Agronomía. Ex-Hacienda El Copal.

✉ Correo: dariosalasaraza@hotmail.com.

---

**RESUMEN.** Usando los coeficientes de correlación de Pearson, se determinó el grado de asociación que existe entre el número de pulgones (*Brevicoryne brassicae*) con la temperatura media ( $r = 0.74$ ) y con su porcentaje de parasitismo ( $r = 0.64$ ), causado por *Diaeretiella rapae* en el cultivo de brócoli en la región de El Bajío, México. Posteriormente, usando la técnica de regresión simple, se estimó la forma funcional de un polinomio de grado cinco, definido por:

$$Y = - 81256.6 + 32478.9 T - 5150.6 T^2 + 404.999 T^3 - 15.7896 T^4 + 0.244232 T^5$$

Donde "Y" es el número de pulgones y "T" es la temperatura media; el valor de  $F = 14.03$  ( $P = 0.0005^{**}$ ) del análisis de varianza de la regresión, y el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.89$ , permitieron concluir que el modelo estimado fue adecuado.

**Palabras clave:** Modelo de regresión, pulgón cenizo de la col, temperatura, parasitoide, brócoli.

**Population density of cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* and its relation with temperature and its parasitoid *Diaeretiella rapae* in broccoli culture in the Bajío, México**

**ABSTRACT.** Using Pearson correlation coefficients, the degree of association among the number of aphids (*Brevicoryne brassicae*) with the mean temperature ( $r = 0.74$ ) and with its percentage of parasitism ( $r = 0.64$ ) was determined, caused by *Diaeretiella rapae* in the broccoli crop in the region of El Bajío, Mexico. Furtherly, through of the simple regression technique, the functional form of a polynomial of degree five was estimated, defined by:

$$Y = - 81256.6 + 32478.9 T - 5150.6 T^2 + 404.999 T^3 - 15.7896 T^4 + 0.244232 T^5$$

Where Y is the number of aphids and T is the mean temperature; the value of  $F = 14.03$  ( $P = 0.0005^{**}$ ) of the analysis of variance of the regression, and the determination coefficient  $R^2 = 0.89$ , allowed to conclude that the estimated model was adequate.

**Key words:** Regression model, cabbage aphid, temperature, parasitoid, broccoli.

---

**INTRODUCCIÓN.**

El pulgón gris de la crucíferas *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aphididae) se alimenta de plantas de la familia Brassicaceae exclusivamente, ocasiona serios daños en brócoli y coliflor al contaminar el producto con su presencia, además de alimentarse de la savia de la planta, transmite más de 20 virus fitopatógenos, su distribución es cosmopolita (Gill *et al.*, 2013). Satar *et al.*, 2005 reportaron que la temperatura óptima para el desarrollo de *B. brassicae* es de 25°C y que la temperatura umbral para poblaciones de clima frío es de 1.5°C,

mientras que para poblaciones de climas templados es de 4°C. Se sugiere un umbral de acción si en 10 hojas tomadas en 10 puntos de la parcela, el 20% tiene pulgones (Opfer y McGrath, 2013). Uno de los principales enemigos naturales de este áfido es *Diaeretiella rapae* (McIntosh, 1855) (Hymenoptera: Aphididae), endoparásitoide cosmopolita que afecta alrededor de 60 especies de pulgones, aunque sólo seis son los huéspedes más comunes (Basheer *et al.*, 2014).

La planta hospedante influye en el parasitismo de este himenóptero, cuando *B. brassicae* se alimenta de col, el parasitismo es de 40.2% en tanto que en nabo es de 32.6 (Ölmez *et al.*, 2007). Por su parte, Tazerouni *et al.*, 2012 determinaron que *D. rapae* parasita alrededor de 37 ninfas de *D. noxia* en 24 horas a una temperatura de 25°C, por lo que la consideran una buena opción para hacer liberaciones aumentativas. Los compuestos volátiles de las crucíferas atraen tanto a *B. brassicae* como a *D. rapae*, este último responde a la mielecilla excretada por el pulgón para localizarlo más fácilmente (Duchovskienė y Raudonis, 2008). No existen reportes formales sobre el pulgón cenizo de la col y sus parasitoides en el Bajío Guanajuatense.

Una de las bases del manejo integrado de plagas es conocer la variación poblacional de un insecto plaga y de sus enemigos naturales, por lo cual se propone este estudio, con los objetivos de determinar el grado de asociación entre el número de individuos de *B. brassicae* y su porcentaje de parasitismo causado por *D. rapae* en las diferentes etapas de desarrollo del brócoli, además de obtener la relación que tiene la primera especie con la temperatura media, a través de la estimación de un modelo de regresión simple, en la región de El Bajío, México.

## **MATERIALES Y MÉTODO**

El presente trabajo se realizó en el rancho “Loma de las Ánimas” (20°58′29″N; 101°28′15″O; 1791 msnm) en el municipio de León, Guanajuato, que presenta una precipitación anual promedio de 600 mm y una temperatura media de 18.4°C. El trabajo se hizo en 320 m<sup>2</sup> con 1,250 plantas de brócoli *Brassica oleraceae* var. *italica*. El trasplante se realizó el 30 de noviembre de 2009. Se muestreó cada semana a partir del 5 de diciembre de 2009 y hasta el 13 de marzo de 2010 (etapa de punto de corte), tomando al azar 50 plantas. Se revisó la totalidad de las hojas y se registró el número de pulgones (*B. brassicae*) por planta, así como el número de pulgones parasitados por planta y la presencia de depredadores. Los pulgones parasitados se colocaron en frascos tapados con malla antiáfidos y se mantuvieron a 22°C, con el fin de esperar la emergencia de las avispas, éstas se conservaron en alcohol metílico al 70%, para su posterior identificación.

La temperatura se registró en la estación meteorológica del Centro Experimental Agropecuario la Universidad De La Salle Bajío. Con la información obtenida, se procedió a obtener las medidas de asociación (correlaciones de Pearson), para conocer la relación entre la población de áfidos con respecto a la temperatura y la presencia de sus parasitoides; en el caso de haber obtenido una relación fuerte entre las variables, se estimó el modelo de regresión de mejor ajuste, considerando como variable dependiente el número de pulgones y como variable independiente la temperatura media, para estimar el modelo de mejor ajuste a los datos observados. Para este análisis se usó el programa Statgraphics (Statgraphics Plus Ver. 5.1 Professional, 2001).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los primeros individuos de *B. brassicae* se registraron el 2 de enero cuando la temperatura media fue de 13.1°C; a medida que avanzó el desarrollo de la planta, las poblaciones de *B. brassicae* se incrementaron hasta alcanzar un máximo antes del corte (13/marzo/2010) de 4.4 pulgones/planta (Cuadro 1), con una temperatura media de 17.4°C. Para conocer el grado de

asociación entre el número total de *B. brassicae* presentes en 50 plantas y la temperatura media correspondiente al día en que se registró cada lectura. Se determinó el coeficiente de correlación de Pearson, que fue  $r = 0.74$ , lo que representó una fuerte asociación entre ambas variables, indicando que a medida que la temperatura aumenta, también se incrementa el número de individuos de esta especie, obteniendo la forma funcional de un polinomio de grado cinco, definido por:

$$Y = - 81256.6 + 32478.9 T - 5150.6 T^2 + 404.999 T^3 - 15.7896 T^4 + 0.244232 T^5$$

Donde “Y” es el número de pulgones y “T” es la temperatura media en °C (Fig. 1). Los criterios para seleccionar esta función, fueron los valores de la prueba de  $F=14.03$  y su correspondiente probabilidad  $P = 0.0005^{**}$  del análisis de varianza de la regresión simple, así como el coeficiente determinante  $R^2 = 0.89$ , por lo tanto hay evidencia suficiente en la muestra para concluir que el modelo ajustado constituye una aproximación adecuada como herramienta de estimación.

Cuadro 1. *B. brassicae* y su parasitoide *D. rapae* en brócoli en El Bajío, México.

Fecha de muestreo	Áfidos/50 plantas (Promedio)	Áfidos parasitados (%)	Temperatura media (°C)
05/diciembre/2009	0	0	13.5
12/diciembre/2009	0	0	16.0
19/diciembre/2009	0	0	13.1
26/diciembre/2009	0	0	11.7
02/enero/2010	0.1	0	13.1
09/enero/2010	0.16	0	11.8
16/enero/2010	0	0	10.1
23/enero/2010	0.16	0	13.3
30/enero/2010	0.52	35.7	14.2
06/febrero/2010	0	0	11.5
13/febrero/2010	1.2	5.0	14.4
20/febrero/2010	0.64	21.9	13.2
27/febrero/2010	1.16	22.4	13.4
06/marzo/2010	2.42	26.5	16.7
13/marzo/2010	4.48	25.9	17.4

Satar *et al.*, 2005 reportaron que el periodo ninfal de este áfido es de 12.5 días a 15°C y de 6 días a 25 °C, lo que demuestra que las altas temperaturas favorecen que el ciclo sea más corto, aunque desde el punto de vista de producción del cultivo, en la etapa de punto de corte los umbrales económicos deberán ser de cero individuos por planta. En este trabajo se determinó a *D. rapae* como el único parasitoide asociado a *B. brassicae*, al respecto Baer *et al.*, 2004, indicaron que esta especialización es fundamental en el desarrollo de la diversidad de insectos; cuando *D. rapae* se reproducen en otras especies de pulgones, la capacidad de parasitar a *B. brassicae* disminuye, ellos sugieren que el hospedero ancestral de este parasitoide es el pulgón cenizo de las crucíferas.

Los resultados mostraron que el porcentaje más alto de parasitismo fue 35.7% y ocurrió el 30/enero/2010; en general, en El Bajío Guanajuatense los meses de enero a abril es cuando las poblaciones de Aphididae son más abundantes; respecto al parasitismo, éste osciló entre 22 y 26% (Cuadro 1). El trabajo de Mussury y Fernandes (2002) reportó un promedio de 11 áfidos parasitados por *D. rapae* en brócoli con una correlación positiva entre las poblaciones de áfidos y las poblaciones del parasitoide muestreando con red de golpeo tanto como a la población de pulgones como el parasitismo, se incrementó en la etapa fenológica de floración. En este estudio la correlación entre el número de áfidos y el porcentaje de pulgones parasitados también fue positiva ( $r = 0.64$ ).

Por su parte, Barrios *et al.*, 2004 encontraron que dos semanas luego del trasplante, las poblaciones de *B. brassicae* fueron de 49.65 individuos/planta con un parasitismo por *D. rapae* de 14 % hacia mediados de la etapa de desarrollo del cultivo en Texcoco, Estado de México. En otra investigación realizada en El Bajío, Hernández *et al.* 1990 reportaron que el porcentaje de parasitismo de *D. rapae* en *B. brassicae* fue de 70%, mientras que los porcentajes de parasitismo en esta investigación fueron menores a las reportadas para otras localidades y para otro ciclo de cultivo en Guanajuato, es posible que las condiciones climáticas influyan en la actividad del parasitoide o que la densidad de plantas con pulgones no sean las suficientes, tal como lo señalan Mussury y Fernandes (2002) quienes indicaron que cuando se tienen más del 50% de plantas infestadas, la actividad de los enemigos naturales se incrementó notablemente, debido posiblemente a que las cadenas tróficas se hagan más complejas con la presencia de los coccinélidos y áfidos (Salas-Araiza *at al.* 2011). *D. rapae* es un parasitoide con amplio potencial en el manejo integrado de plagas, se puede usar en conjunto con piretroides para disminuir la incidencia de *B. brassica* con un efecto aditivo sobre las poblaciones del áfido (Desneux, 2005).

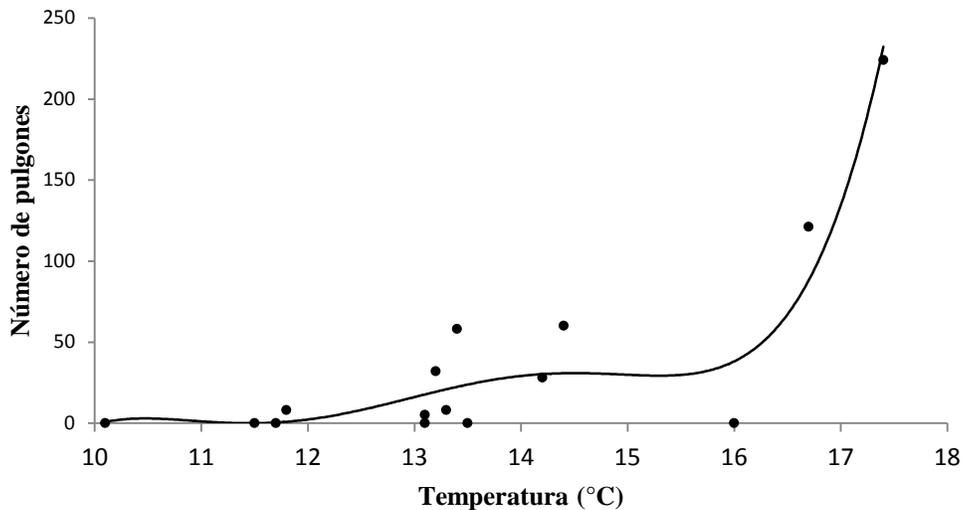


Figura 1. Gráfica del modelo de regresión no lineal simple estimado, a través de la forma funcional de un polinomio de grado cinco.

Otra característica de *D. rapae* favorable para usar en programas de manejo de áfidos en hortalizas es su capacidad de desarrollarse en rangos amplios de temperatura, Moayeri *et al.*, 2013 reportaron que se da buen parasitismo entre los 17 y 30 °C, estas temperaturas favorecen el establecimiento de refugios con plantas silvestres al desarrollarse adecuadamente en la región de

El Bajío casi a todo lo largo del año, favoreciendo que las poblaciones del parasitoide sobrevivan en esta áreas.

## CONCLUSIÓN

Las poblaciones de *B. brassicae* se incrementaron gradualmente alcanzando un máximo poblacional en la floración.

Hay una correlación positiva entre las poblaciones de *B. brassicae* con la temperatura y la presencia de *D. rapae*.

Se obtuvo el modelo de mejor ajuste para estimar la densidad de pulgones en función de la temperatura, a través de la forma funcional de un polinomio de grado cinco.

## AGRADECIMIENTOS

La presente investigación fue financiada por la Universidad De LaSalle Bajío en la convocatoria de la Dirección de Investigación 2009, por lo que se agradece su apoyo.

## LITERATURA CITADA

- Baer C.E., D.W. Tripp, T.A. Bjorksten y M.F. Antolin. 2004. Phylogeography of a parasitoid wasp (*Diaeretiella rapae*): no evidence of host-associated lineages. *Molecular Ecology*. 13: 1859-1869.
- Basheer A., L. Aslan y R. Asaad. 2014. Effect of constant temperatures on the development of the aphid parasitoid species, *Diaeretiella rapae* (McIntosh) (Hymenoptera: Aphidiidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 24(1): 1-5.
- Barrios D.B.R. H.G.R. Alatorre, C. Calyecac y N.M. Bautista. 2004. Identificación y fluctuación poblacional de plagas de col (*Brassica oleracea* var. *capitata*) y sus enemigos naturales en Acatzingo, Puebla. *Agrociencia*. 38(2): 239-248.
- Desneux N., X. Fauvergue, F. X. Dechaume-Moncharmont, L. Kerhoas, Y. Ballanger y L. Kaiser. 2005. *Diaeretiella rapae* limits *Myzus persicae* populations after applications of deltamethrin in oilseed rape. *J. Econ. Entomol.* 98(1): 9-17.
- Duchovskienė L. y L. Raudonis. 2008. Seasonal abundance of *Brevicoryne brassicae* L. and *Diaeretiella rapae* (McIntosh) under different cabbage growing systems. *Ekologija*. 54(4): 260-264.
- Gill H.K., H. Garg y J.L. Gillet-Kaufman. 2013. Cabbage aphid. Featured Creatures. UF-IFAS. [www.entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/aphid/cabbage\\_aphid.htm](http://www.entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/aphid/cabbage_aphid.htm). (Fecha de consulta: 3/marzo/2015).
- Hernández B.A., J.G. Vera y B. Alvarado. 1990. Dinámica poblacional de pulgones en brócoli en el Valle del Bajío. *Memorias del XXV Congreso Nacional de Entomología*. Oaxaca, Oaxaca. México. pp. 140.
- Moayeri H. R. S., H. Madadi, H. Pourskari y A. Enkegaard. 2013. Temperature dependent functional response of *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Aphidiidae) to the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (Homoptera: Aphididae). *Eur. J. Entomol.* 110(1): 109-113.
- Mussury R.M. y W.D. Fernandes. 2002. Occurrence of *Diaeretiella rapae* (McIntosh, 1855) (Hymenoptera: Aphidiidae) parasitizing *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach, 1843) and *Brevicoryne brassicae* (L. 1758) (Homoptera: Aphididae) in *Brassica napus* in Mato Grosso do Sul. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 45(1): 41-46.

- Ölmez B. S., M. Rifat U. y E. Bayhan. 2007. Is the parasitization rate of *Diaretiella rapae* influenced when *Brevicoryne brassicae* feeds on *Brassica* plants? *Phytoparasitica* 35(2): 146-149.
- Opfer P. y D. McGrath. 2013. Oregon vegetables, cabbage aphid and Green peach aphid. Department of Horticulture. Oregon State University, Corvallis, OR. <http://horticulture.oregonstate.edu/content/cabbage-aphid-green-peach-aphid>. (Fecha de consulta: 4/marzo/2015)
- Salas-Araiza M.D., R. W. Jones, A. Peña-Velasco, O. A. Martínez-Jaime and E. Salazar-Solís. 2011. Population dynamics of two species of *Greenidea* (Hemiptera: Aphididae) and their natural enemies on *Psidium guajava* (Myrtaceae) and *Ficus benjamina* (Moraceae) in Central Mexico. *Florida Entomologist*. 94(1): 97-105.
- Satar S., U. Kersting y M.R. Ulusoy. 2005. Temperature dependent life history traits of *Brevicoryne brassicae* (L.) (Homoptera: Aphididae) on white cabbage. *Turkish Journal of Agriculture & Forestry*. 29: 341-346.
- Statgraphics Plus Ver. 5.1 Professional. 2001. STSC and Statistical Graphics Corporation. Bakersville, Maryland. U.S.A.
- Tazerouni Z., A.A. Talebi y E. Rakhshani. 2012. Temperature-dependent functional response of *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of *Diuraphis noxia* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of the Entomological Research Society*. 14(1): 31-40.