

Relación del número de individuos de *Brevicoryne brassicae* con la temperatura y con su parasitoide *Diaretiella rapae* en brócoli en el Bajío, México*

Relation the number of individuals with *Brevicoryne brassicae* temperature and his parasitoid *Diaretiella rapae* in broccoli of Bajío, Mexico

Manuel Darío Salas-Araiza^{1,2§}, Marcos Antonio González-Márquez² y Oscar Alejandro Martínez-Jaime¹

¹Universidad de Guanajuato-Campus Irapuato-Salamanca. Ex-Hacienda "El Copal", carretera Irapuato-Silao km 9, A. P. 311, C. P. 36500; Irapuato, Guanajuato, México.

²Universidad de Guanajuato-CIS-DICIVA. Departamento de Agronomía. Ex-Hacienda El Copal. (oscarja@ugto.mx). ³Universidad De LaSalle Bajío- Escuela de Agronomía. Av. Universidad 602. Col. Lomas del Campestre A. P. 1-144, León, Guanajuato; México. (mgonzalez@delasalle.edu.mx). [§]Autor para correspondencia: dariosalasaraiza@hotmail.com.

Resumen

El manejo integrado de plagas se apoya en el conocimiento de la variación poblacional de un insecto plaga en función del clima y su relación con sus enemigos naturales, por lo tanto, los objetivos del presente estudio fueron estimar el número de individuos de *Brevicoryne brassicae* en función de la temperatura media, y conocer el grado de asociación que tiene este áfido con su porcentaje de parasitismo causado por *Diaretiella rapae*, en el cultivo del brócoli, en la región de El Bajío, Guanajuato, México, durante el ciclo agrícola diciembre-2009 a marzo-2010. Se determinaron los coeficientes de correlación de Pearson para medir el grado de asociación entre el número de pulgones con la temperatura media ($r=0.74$) y entre la cantidad de áfidos y su porcentaje de parasitismo ($r=0.64$). Posteriormente, usando la técnica de regresión simple, se estimó la forma funcional que aproxima la relación entre la densidad poblacional de *B. brassicae* con la temperatura media, a través de un polinomio de grado cinco definido por: $Y = -81256.6 + 32478.9 T - 5150.6 T^2 + 404.9 T^3 - 15.8 T^4 + 0.2 T^5$, donde Y fue el número de pulgones y T la temperatura media; el valor del estadístico $F=14.03$ con una probabilidad $p=0.0005^{**}$ del análisis de varianza de la regresión, y el coeficiente de determinación $R^2=0.89$, permitieron concluir que el modelo estimado fue adecuado.

Abstract

Integrated pest management is based on the knowledge of the population variation of a pest in terms of climate and its relationship with its natural enemies, therefore, the objectives of this study were to estimate the number of individuals depending *Brevicoryne brassicae* the average temperature and determine the degree of association that has this aphid with its percentage of parasitism caused by *Diaretiella rapae* in the cultivation of broccoli in the El Bajío, Guanajuato, Mexico, in December 2009 agricultural cycle Mar 2010. The Pearson correlation coefficients to measure the degree of association between the number of aphids with the average temperature ($r=0.74$) and between the number of aphids and parasitism percentage ($r=0.64$) were determined. Subsequently, using the technique of simple regression, the functional form that approximates the relationship between the population density of *B. brassicae* with the average temperature was estimated by a polynomial of degree five defined by: $Y = -81256.6 + 32478.9 T - 5150.6 T^2 + 404.9 T^3 - 15.8 T^4 + 0.2 T^5$, where Y was the number of aphids and the average temperature T; the statistical value of $F=14.03$ with probability $p=0.0005^{**}$ analysis of variance of the regression, and the coefficient of determination $R^2=0.89$, allowed to conclude that the estimated model was

* Recibido: noviembre de 2015
Aceptado: febrero de 2016

Las poblaciones mayores de *B. brassicae* fueron el 13 de marzo, 2010 (4.4 pulgones planta⁻¹) con una temperatura media de 17.4 °C; y el porcentaje más alto de parasitismo fue 35.7%, el 30 enero/2010; en general, osciló entre 22 y 26%.

Palabras clave: *Brevicoryne brassicae*, *Diaeretiella rapae*, correlación, modelo de regresión.

El pulgón gris de la crucíferas *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aphididae) se alimenta de plantas de la familia Cruciferae 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, y 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 la temperatura umbral para poblaciones de clima frío es de 1.5 °C, mientras que para poblaciones de clima templado es de 4 °C. El incremento de las poblaciones de insectos-plaga y su grado de afectación en los cultivos, depende de factores abióticos y bióticos; entre los primeros, la temperatura, la humedad relativa y el fotoperiodo son los más importantes, y en cuanto a los segundos, son fundamentales los enemigos naturales y las plantas hospedantes. Al respecto, Hodgson *et al.* (2011) mencionaron que algunas variables relacionadas con el clima, inciden directamente en la duración de los ciclos biológicos de los insectos, lo que aumenta o reduce su fluctuación a través del tiempo.

Por lo tanto, es necesario considerar información específica sobre estos factores, para construir modelos que estimen con buena aproximación la densidad poblacional de los insectos (Venette *et al.*, 2010). Se han construido modelos utilizando la técnica de la regresión con el fin de estimar poblaciones insectiles de varias especies, cuyos predictores son precisamente variables climáticas (Murphy *et al.*, 2012; Cuéllar *et al.*, 2012). Particularmente en pulgones de la especie *Macrosiphum euphorbiae* en el cultivo de lechuga, Morales y Fereres (2008), obtuvieron el modelo definido por: $Y = -1.56 - 3.51 T - 0.77 T^2 + 0.02 T^3$, para aproximar el número de individuos en términos de la temperatura, a través de regresión no lineal simple, donde Y representó el número de pulgones y T la temperatura media en °C, con un valor de coeficiente de determinación $R^2 = 0.892$.

Por otra parte, uno de los principales enemigos naturales de este áfido es *Diaeretiella rapae* (McIntosh, 1855) (Hymenoptera: Aphididae), endoparasitoide cosmopolita que afecta alrededor de 60 especies de pulgones, aunque sólo

adequate. The largest populations of *B. brassicae* were the March 13, 2010 (4.4 aphids plant⁻¹) with an average temperature of 17.4 °C; and the highest percentage of parasitism was 35.7%, January 30/2010; generally it ranged between 22 and 26%.

Keywords: *Brevicoryne brassicae*, *Diaeretiella rapae*, correlation, regression model.

The Gray aphid cruciferous *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aphididae) feeds on plants of the Cruciferae family exclusively, causes serious damage to broccoli and cauliflower to contaminate the product with their presence; in addition to feed on the sap of the plant, it transmits more than 20 phytopathogenic virus, and its distribution is cosmopolitan (Gill *et al.*, 2013). Satar *et al.* (2005) reported that the optimum temperature for development of *B. brassicae* is 25 °C and the threshold temperature for cold weather populations is 1.5 °C, while for temperate populations is 4 °C. The increase in the populations of insect pests and their degree of involvement in crops, depends on abiotic and biotic factors; top, temperature, relative humidity and photoperiod are the most important, and as for the latter, are key natural enemies and host plants. In this regard, Hodgson *et al.* (2011) mentioned that some climate-related variables directly affect the duration of the life cycles of insects, which increases or reduces its fluctuation over time.

Therefore, we must consider specific information about these factors, to build models that estimate with good approximation the population density of insects (Venette *et al.*, 2010). Models have been constructed using the technique of regression to estimate insect populations of various species, which are precisely predictors climate variables (Murphy *et al.*, 2012; Cuéllar *et al.*, 2012). Particularly aphids of the species *Macrosiphum euphorbiae* in growing lettuce, Morales and Fereres (2008), won the model defined by $Y = -1.56 - 3.51 T - 0.77 T^2 + 0.02 T^3$, to approximate the number of individuals in terms of the temperature through simple nonlinear regression, where Y represents the number of aphids and average temperature T in °C, a coefficient value determination $R^2 = 0.892$.

Moreover, one of the main natural enemies of this aphid is *Diaeretiella rapae* (McIntosh, 1855) (Hymenoptera: Aphididae), parasitoid cosmopolitan affect about 60 species of aphids, although only six are the most common guests (Basheer *et al.*, 2014). The host plant influences this wasp

seis son los huéspedes más comunes (Basheer *et al.*, 2014). La planta hospedera influye en el parasitismo de este himenóptero, cuando *B. brassicae* se alimenta de col el parasitismo es de 40.2%, mientras 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 h a 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 segregada por el pulgón para localizarlo más fácilmente (Duchovskienė y Raudonis, 2008).

Una de las bases del manejo integrado de plagas es conocer la variación poblacional de un insecto plaga en función de variables climáticas y su relación con sus enemigos naturales, por lo cual se propuso este estudio, con los objetivos de estimar el número de individuos de *B. brassicae* en función de la temperatura media, y determinar el grado de asociación de la densidad poblacional de esta especie de áfido, con su porcentaje de parasitismo causado por *D. rapae* en el cultivo de brócoli, en la región de El Bajío, Guanajuato, México.

Esta investigación se realizó en el rancho "Loma de las Ánimas" (20° 58' 29" latitud norte; 101° 28' 15" longitud oeste; 1 791 msnm) en el municipio de León, Guanajuato, la localidad tiene una precipitación anual promedio de 600 mm y una temperatura media de 18.4 °C. El trabajo se hizo en 320 m² con 1 250 plantas de brócoli *Brassica oleraceae* var. *italica*. El trasplante se realizó el 30 de noviembre de 2009. Se muestreo semanalmente a partir del 5 de diciembre de 2009 y hasta el 13 de marzo de 2010, cuando se encontraba en la etapa de punto de corte, tomando al azar 50 plantas. Se revisó la totalidad de la hoja y se registraron el número de pulgones (*B. brassicae*) por planta y de pulgones parasitados por planta.

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 De LaSalle. Con la información obtenida, se procedió en primera instancia a obtener las medidas de asociación (coeficientes de correlación de Pearson), para conocer la relación entre la población de áfidos con respecto a la temperatura y a su porcentaje de parasitismo, en el caso de obtener una asociación fuerte entre las variables, se procedió a estimar la forma funcional del modelo de regresión de mejor ajuste, utilizando para este análisis el programa Statgraphics (Statgraphics Plus Ver. 5.1 Professional, 2001).

parasitism, when *B. brassicae* Cabbage feeds parasitism is 40.2%, while turnip is 32.6% (Ölmez *et al.*, 2007), for its part Tazerouni *et al.* (2012) found that *D. rapae* parasitize about 37 nymphs of *D. noxia* in 24 h at 25 °C, so consider it a good choice for augmentative releases. Volatile compounds in cruciferous attract both *B. brassicae* and *D. rapae* as the latter responds to the honeydew secreted by aphids to locate more easily (Duchovskienė and Raudonis, 2008).

One of the bases of integrated pest management is to know the variation of a pest population depending on climatic variables and their relationship with their natural enemies, bug so this study was proposed with the objective of estimating the number of individuals *B. brassicae* depending on the average temperature, and determine the degree of association of the population density of this species of aphid, with its percentage of parasitism caused by *D. rapae* in growing broccoli, in the region of El Bajío, Guanajuato, Mexico.

This research was performed in the "Loma de las Animas" rancho (20° 58' 29" north latitude, 101° 28' 15" west longitude, 1 791 m) in the city of León, Guanajuato, the town has a average annual rainfall of 600 mm and an average temperature of 18.4 °C. The work was done in 1 250 with 320 m² broccoli plants *Brassica oleraceae* var. *italica*. The transplant took place on November 30, 2009. I was sampled weekly from 5 December 2009 until March 13, 2010, when he was on stage cutoff, taking randomly 50 plants. The entire sheet was reviewed and the number of aphids (*B. brassicae*) were recorded per plant and parasitized aphids per plant.

Parasitized aphids were placed in jars covered with anti-aphids mesh and kept at 22 °C, in order to await the emergence of wasps, they were stored in 70% methyl alcohol, for identification. The temperature was recorded at the weather station De LaSalle Experimental Agricultural Center. With the information obtained, we proceeded in the first instance to obtain measures of association (correlation coefficients of Pearson), to know the relationship between the aphid population with respect to temperature and percentage of parasitism, in the case of obtaining a strong association between variables, we proceeded to estimate the functional form of the regression model of best fit, using this analysis Statgraphics program (Statgraphics Plus Ver. 5.1 Professional, 2001).

The first individuals of *B. brassicae* were recorded on 2 January when the average temperature was 13.1 °C; as advanced development of the plant, the aphid populations

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 este pulgón se incrementaron hasta alcanzar un máximo de individuos de 4.4 pulgones planta⁻¹, con una temperatura media de 17.4 °C, lo que coincide con la etapa de corte el 13 de marzo, 2010 (Cuadro 1). 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. En seguida, considerando como variable dependiente el número de pulgones y como variable independiente la temperatura media, se procedió a estimar el modelo de mejor ajuste a los datos observados, obteniendo la forma funcional de un polinomio de grado cinco definido por:

$$Y = -81256.6 + 32478.9 T - 5150.6 T^2 + 404.9 T^3 - 15.8 T^4 + 0.2 T^5$$

Donde: Y=número de pulgones; y T=a la temperatura media en °C. 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 de determinación $R^2=0.89$ como medida de bondad de ajuste, por lo tanto hay evidencia suficiente en la muestra para concluir que el modelo obtenido constituye una aproximación adecuada como herramienta de estimación. Utilizando la misma técnica, Morales y Fereres (2008), obtuvieron una forma funcional de un polinomio de grado tres con buen ajuste, al obtener prácticamente un R^2 muy parecido al obtenido en este trabajo, solo que para aproximar la población de la especie *Macrosiphum euphorbiae* Thomas, 1878 (Hemiptera: Aphididae) en el cultivo de lechuga.

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 coincide con los resultados de este trabajo en relación con la temperatura, 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 *Diaretiella rapae* como el único parasitoide asociado a *B. brassicae*, coincidiendo con Baer *et al.* (2004), quienes indicaron que esta especialización es fundamental en el desarrollo de la diversidad de insectos;

increased to a maximum of 4.4 individuals aphids plant⁻¹, with an average temperature of 17.4 °C, which coincides with the cutting step 13 March 2010 (Table 1). To determine the degree of association between the total number of *B. brassicae* present in 50 plants and the average temperature for the day when each reading was recorded, the Pearson correlation coefficient, which was $r=0.74$ was determined, representing a strong association between the two variables, indicating that as the temperature increases, the number of individuals of this species also increases. Then, considering the dependent variable and the number of aphids as an independent variable average temperature, we proceeded to estimate the model of best fit to the observed data, obtaining the functional form of a polynomial of degree five defined by:

$$Y = -81256.6 + 32478.9 T - 5150.6 T^2 + 404.9 T^3 - 15.8 T^4 + 0.2 T^5$$

Where: Y=number of aphids; and T=the average temperature in °C. The criteria for selecting this function, the values were test $F=14.03$ and its corresponding probability $p=0.0005^{**}$ analysis of variance of simple regression and the coefficient of determination $R^2=0.89$ as a measure of goodness of fit therefore there is enough evidence in the sample to conclude that the obtained model is an appropriate approach and estimating tool. Using the same technique, Morales and Fereres (2008), obtained a functional form of a polynomial of degree three with good fit, to get virtually very similar to that obtained in this study R^2 , only to approximate the population of the species *Macrosiphum euphorbiae* Thomas, 1878 (Hemiptera: Aphididae) in growing lettuce.

Satar *et al.* (2005) reported that this aphid nymphal period is 12.5 days at 15 °C and 6 days at 25 °C, which coincides with the results of this work in relation to temperature, but from the standpoint of crop production at the stage of economic cutoff thresholds should be zero individuals per plant. This paper was determined *Diaretiella rapae* as the only parasitoid associated with *B. brassicae*, coinciding with Baer *et al.* (2004), who indicated that this expertise is essential in the development of insect diversity; *D. rapae* when reproduced in other species of aphids, the ability to parasitize *B. brassicae* decreases, they suggest that the ancestral host of this parasitoid is the ash aphid cruciferous.

The results of this research showed that the highest percentage of parasitism was 35.7% and occurred on January 30, 2010; generally parasitism ranged from 22 to 26% (Table 1). Mussury and Fernandes (2002) reported an average

cuando *D. rapae* se reproduce 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.

of 11 aphids parasitized by *D. rapae* in broccoli with a positive correlation between the towns of Hemiptera and parasitoid populations muestréandolos with striking red, also the population of aphids and parasitism increased in

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

Table 1. *B. brassicae* and its parasitoid *D. rapae* in broccoli in El Bajío, Mexico.

Fecha de muestreo	Áfidos/50 plantas (Promedio± error estándar)	Áfidos parasitados (%)	Fenología de la planta	Temperatura media (°C)
05 diciembre 2009	0±0.0000	0	Crecimiento vegetativo	13.5
12 diciembre 2009	0±0.0000	0		16.0
19 diciembre 2009	0±0.0000	0		13.1
26 diciembre 2009	0±0.0000	0		11.7
02 enero 2010	0.10±0.5558	0		13.1
09 enero 2010	0.16±0.5073	0	Diferenciación floral	11.8
16 enero 2010	0±0.0000	0		10.1
23 enero 2010	0.16±0.4697	0		13.3
30 enero 2010	0.52±0.4394	35.7		14.2
06 febrero 2010	0±0.0000	0		11.5
13 febrero 2010	1.20±0.6461	5.0	Botoneo	14.4
20 febrero 2010	0.64±0.5558	21.9		13.2
27/febrero 2010	1.16±0.6461	22.4		13.4
06 marzo 2010	2.42±0.5005	26.5	Corte	16.7
13 marzo 2010	4.48±0.4086	25.9		17.4

Los resultados de esta investigación mostraron que el porcentaje más alto de parasitismo fue 35.7% y ocurrió el 30 enero, 2010; en general, el parasitismo osciló entre 22 y 26% (Cuadro 1). Mussury y Fernandes (2002) reportaron un promedio de 11 áfidos parasitados por *D. rapae* en brócoli con una correlación positiva entre las poblaciones de los hemípteros y las poblaciones del parasitoide muestréandolos con red de golpeo, igualmente la población de pulgones y 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, 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; es posible que la densidad de plantas con pulgones no sean las suficientes, tal como lo señalan Mussury y

phenological flowering stage; in this study the correlation between the number of aphids and parasitized aphids percentage was also positive ($r=0.64$). Meanwhile, Barrios *et al.* (2004) found that two weeks after transplantation, the populations of *B. brassicae* were 49.65 individuals / plant parasitism by *D. rapae* 14% by the middle of the stage of development of the crop in Texcoco, Mexico.

In another study in the Bajío, Hernández *et al.* (1990) reported that the percentage of parasitism of *D. rapae* in *B. brassicae* was 70%, while the percentage of parasitism in this study were lower; it is possible that the density of plants with aphids are not enough, as pointed out Mussury and Fernandes (2002), who said that when you have more than 50% of infested plants, the activity of natural enemies increases markedly. *D. rapae* is a natural enemy with great potential in the integrated pest management, it can be used in conjunction with pyrethroids in reducing the incidence of *B. Brassica* with an additive effect on aphid populations (Desneux *et al.*, 2005). Another feature that may be considered favorable in the presence of *D. rapae*, is its use in management programs aphids on vegetables, due to its capacity for development in broad temperature ranges, Moayeri *et al.* (2013) determined that parasitism of this

Fernandes (2002), quienes afirmaron que cuando se tienen más de 50% de plantas infestadas, la actividad de los enemigos naturales se incrementa notablemente. *D. rapae* es un enemigo natural con amplio potencial en el manejo integrado de plagas, se puede usar en conjunto con piretroides para disminuir la incidencia de *B. brassicae* con un efecto aditivo sobre las poblaciones del áfido (Desneux *et al.*, 2005). Otra característica que puede considerarse favorable en cuanto a la presencia de *D. rapae*, es su utilización en programas de manejo de áfidos en hortalizas, debido a su capacidad de desarrollo en rangos amplios de temperatura, Moayeri *et al.* (2013), determinaron que el parasitismo de esta especie se registra de manera adecuada, en el rango de temperaturas que va de los 17 a los 30 °C, lo que favorece el establecimiento de refugios a lo largo del año para este parasitoide.

Conclusiones

Se presentó una correlación positiva ($r = 0.74$) entre las poblaciones de *B. brassicae* y la temperatura media, por lo que 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.

Asimismo, existe una correlación positiva ($r = 0.64$) entre el número de individuos de *B. brassicae* y su porcentaje de parasitismo causado por *D. rapae*.

Se obtuvo hasta 35.7% de parasitismo por *D. rapae* sobre el pulgón *B. brassicae* a fines de enero.

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.; Tripp, D. W.; Bjorksten, T. A. and Antolin, M. F. 2004. Phylogeography of a parasitoid wasp (*Diaeretiella rapae*): no evidence of host-associated lineages. *Mol. Ecol.* 13:1859-1869.

species is recorded properly in the range of temperatures ranging from 17 to 30 °C, which promotes the establishment of shelters throughout the year for this parasitoid.

Conclusions

A positive correlation ($r = 0.74$) between the populations of *B. brassicae* and the average temperature was presented, so that the most appropriate model to estimate the density of aphids in function of temperature was obtained through functional form of a polynomial in grade five.

There is also a positive correlation ($r = 0.64$) between the number of individuals of *B. brassicae* and its percentage of parasitism caused by *D. rapae*.

It was obtained to 35.7% parasitism by *D. rapae* on aphid *B. brassicae* in late January.

End of the English version



- Basheer, A.; Aslan, L. and Asaad, R. 2014. Effect of constant temperatures on the development of the aphid parasitoid species, *Diaeretiella rapae* (McIntosh) (Hymenoptera: Aphididae). *Egyptian J. Biol. Pest Control.* 24(1):1-5.
- Barrios, D. B. R.; Alatorre, R. R.; Calyecac, C. H. G. y Bautista, M. N. 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.
- Cuéllar, R. G.; Equihua, M. A.; Estrada, V. E.; Méndez, M. T.; Villa, C. J. y Romero, N. J. 2012. Fluctuación poblacional de *Dendroctonus mexicanus* Hopkins (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) atraídos a trampas en el noreste de México y su correlación con variables climáticas. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle.* 13(2):12-19.
- Desneux, N.; Fauvergue, X.; Dechaume, M. F. X.; Kerhoas, L.; Ballanger, Y. and Kaiser, L. 2005. *Diaeretiella rapae* limits *Myzus persicae* populations after applications of deltamethrin in oilseed rape. *J. Econ. Entomol.* 98(1):9-17.
- Duchovskienė, L. and Raudonis, L. 2008. Seasonal abundance of *Brevicoryne brassicae* L. and *Diaeretiella rapae* (McIntosh) under different cabbage growing systems. *Ekologija.* 54(4):260-264.
- Gill, H. K.; Garg, H. and Gillet, K. J. L. 2013. Cabbage aphid. Featured creatures. UF-IFAS. www.entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/aphid/cabbage_aphid.htm.
- Hernández, B. A.; Vera, G. J. y Alvarado, B. 1990. Dinámica poblacional de pulgones en brócoli en el Valle del Bajío. In: *Memorias del XXV Congreso Nacional de Entomología.* Oaxaca, Oaxaca. 140 p.
- Hodgson, J. A.; Thomas, C. D.; Oliver, T. H.; Anderson, B. J.; Brereton, T. M. and Crone, E. E. 2011. Predicting insect phenology across space and time. *Global Change Biology.* 17:1289-1300.

- Moayeri, H. R. S.; Madadi, H.; Poureskari, H. and Enkegaard, A. 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.
- Morales, I. y Fereres, A. 2008. Umbral de temperatura para el inicio del vuelo de los pulgones de la lechuga, *Nasonovia ribisnigri* y *Macrosiphum euphorbiae* (Homoptera: Aphididae). Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas. 34:275-285.
- Murphy, A. F.; Rondon, S. I. and Jensen, A. S. 2012. Population dynamics of the beet leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) in the Columbia Basin as influenced by abiotic variables. Environ. Entomol. 41:768-775.
- Mussury, R. M. and Fernandes, W. D. 2002. Occurrence of *Diaretiella 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. Arch. Biol. Technol. 45(1):41-46.
- Ölmez, B. S.; Rifat, M. U. and Bayhan, E. 2007. Is the parasitization rate of *Diaretiella rapae* influenced when *Brevicoryne brassicae* feeds on *Brassica* plants? Phytoparasitica. 35(2):146-149.
- Satar, S.; Kersting, U. and Ulusoy, M. R. 2005. Temperature dependent life history traits of *Brevicoryne brassicae* (L.) (Homoptera: Aphididae) on white cabbage. Turkish J. Agric. Forest. 29:341-346.
- Statgraphics Plus Ver. 5.1 Professional. 2001. STSC and Statistical Graphics Corporation. Bakersville, Maryland. U.S.A.
- Tazerouni, Z.; Talebi, A. A. and Rakhshani, E. 2012. Temperature-dependent functional response of *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of *Diuraphis noxia* (Homoptera: Aphididae). J. Entomol. Res. Soc. 14(1):31-40.
- Venette, R.; Kriticos, D. J.; Magarey, R. D.; Koch, F. H.; Baker, R. H. A.; Worner, S. P.; Gomez, R. N. N.; McKenney, D. W.; Dobesberger, E. J.; Yemshanov, D.; De Barro, P. J.; Hutchison, W. D.; Fowler, G.; Kalaris, T. M. and Pedlar, J. 2010. Pest risk maps for invasive alien species: a roadmap for improvement. BioSci. 60(5):349-362.