

Parámetros biológicos y poblacionales de *Myzus persicae* subsp. *nicotianae* (Blackman) sobre *Nicotiana tabacum* L. cv. 'Corojo 2006'



Biology and population parameters of *Myzus persicae nicotianae* (Blackman) (Hemiptera: Aphididae) on the black tobacco cultivar cv. 'Corojo 2006'

<http://opn.to/a/j0pZI>

Maria A. Martínez^{1*}, Meinly Casamayor¹, Marbelys del Toro¹, Leticia Duarte¹

¹Grupo Plagas Agrícolas, Dirección de Sanidad Vegetal. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Carretera de Jamaica y Autopista Nacional. Apartado 10, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

RESUMEN: En el presente estudio se evaluaron los atributos biológicos y poblacionales de *Myzus persicae nicotianae* (Blackman), conocido como el pulgón rojo del tabaco, en condiciones de laboratorio a $25,41 \pm 0,14^{\circ}\text{C}$ y $63,4 \pm 0,71$ % de humedad relativa. En una cohorte de 50 individuos, obtenidos de hembras adultas provenientes de una cría en casa de malla, se determinó el periodo ninfal, el ciclo de desarrollo, los periodos prerreproductivo, reproductivo y posreproductivo, la longevidad, el ciclo de vida, la supervivencia, así como la fecundidad media (número de ninfas / hembra) y el número de puesta por hembra, sobre hojas de tabaco. Además, se colocaron poblaciones de *M. persicae* Sulzer, procedentes de acelga, sobre hojas de tabaco, para confirmar el desarrollo de esta especie sobre tabaco, con igual número de ninfas en placas Petri, bajo condiciones similares. Los indicadores biológicos de *M. persicae nicotianae* mostraron una duración del periodo ninfal de cuatro días, al igual que el ciclo de desarrollo de seis días y un ciclo de vida de 15,5 días. La fecundidad media fue de 3,34 ninfas/hembra/día, con una fecundidad media total de 23,4 ninfas/hembra; la supervivencia describió una curva de tipo I y a partir del día 12 describió una curva que se asemeja a una de tipo II. Los parámetros poblacionales de la especie: tasa intrínseca de incremento (rm), tasa neta de reproducción (Ro), tiempo generacional (T) y tiempo de duplicación (D) fueron de 0,19; 23,32; 16,21 y 3,56 respectivamente. Los individuos de *M. persicae*, tomados de acelga, no se reprodujeron sobre tabaco.

Palabras clave: áfido rojo del tabaco, ciclo de vida, parámetros demográficos, tabaco, *Nicotiana tabacum*.

ABSTRACT: In the present study, the biological and population attributes of *Myzus persicae nicotianae* (Blackman) (Hemiptera: Aphididae), known as the red tobacco aphid, were studied under laboratory conditions at $25.41 \pm 0, 14^{\circ}\text{C}$ and $63.4 \pm 0.71\%$ relative humidity. The nymphal period; the development cycle; the pre-reproductive, reproductive, and post-reproductive periods; longevity; life cycle; survival; as well as the average fecundity (number of nymphs / female) and the number of batches per female were determined in a cohort of 50 individuals obtained from a mesh greenhouse. An equal number of nymphs collected from chard were also placed on tobacco leaves in Petri dishes to confirm the development of *M. persicae* Sulzer on tobacco. The biological indicators of *M. persicae nicotianae* showed a duration of the nymphal period of 4 days, development cycle of 6 days and a life cycle of 15.5 days. The mean fertility was 3.34 nymphs / female / day, with a total mean fertility of 23.4 nymphs / female, and the survival described a type I curve and, from the day 12, the curve resembled a type II curve. The population parameters of the species: intrinsic rate of increase (rm), net reproduction rate (Ro), generation time (T) and doubling time (D) were 0.19, 23.32, 16.21 and 3.56 respectively. The individuals of *Myzus persicae* Sulzer taken from chard did not reproduce on tobacco.

Key words: demographic parameters, life cycle, *Nicotiana tabacum*, red tobacco aphid, tobacco.

*Autor para correspondencia: Maria A. Martínez. E-mail: maria@censa.edu.cu

Recibido: 05/10/2018

Aceptado: 06/12/2018

INTRODUCCIÓN

El tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) es la planta no comestible más cultivada a nivel mundial; se produce en más de 100 países y constituye una vía de ingreso para el desarrollo económico de muchas naciones (1). Para Cuba, este cultivo constituye uno de los principales renglones entre las exportaciones del país, además de otros aportes a la economía, como fuente de empleo en la agricultura y la industria (2).

En los últimos años, en Cuba se ha incrementado la superficie dedicada al cultivo del tabaco, fundamentalmente el tipo negro en sus diferentes formas de producción según el destino comercial (al sol ensartado, sol en palo y tapado), debido a que es el de mayor importancia económica por los ingresos que genera a partir de la comercialización de puros y habanos y, en menor escala, de cigarrillos fuertes (3).

Este cultivo es extremadamente susceptible y es atacado por diversos agentes nocivos, en particular los insectos, considerados uno de los factores que limitan su producción. Se destacan los lepidópteros, cuyos estados larvarios causan grandes afectaciones, y los áfidos, vectores potenciales que provocan pérdidas económicamente importantes en este cultivo (4).

Los áfidos son insectos que provocan fuertes disminuciones en el rendimiento de los cultivos, debido al daño directo que causan al alimentarse del floema. El efecto más negativo que producen es el daño indirecto como vector de virus causantes de patologías virales, letales para las plantas (5) al considerarse el grupo de insectos más eficaz en cuanto a la transmisión de estos agentes.

En Cuba, en la provincia Pinar del Río, en la campaña 2007-2008 se observó la presencia de áfidos de color rojo, que se identificaron como *Myzus nicotianae* (Blackman), similar a *M. persicae* Sulzer (pulgón verde del melocotonero), áfido que históricamente se reconoce como una de las plagas en este cultivo. La importancia del daño directo de esta especie se debe al desarrollo de la fumagina la que, además de disminuir la fotosíntesis en las hojas, la invalida para su uso comercial, por lo que afecta la producción; también, contribuye a la transmisión de posibles

virosis y dificultades para su control efectivo (6,7).

Sin embargo, diversos estudios realizados a través de métodos moleculares proporcionaron pruebas de que los áfidos sobre el tabaco son similares, a nivel de especies, de otras poblaciones de *M. persicae* (8), y se señala que la forma adaptada a tabaco se ubica como *Myzus persicae nicotianae* (Blackman) (9), lo cual se apoyó por métodos bioquímicos que ratifican la hipótesis de la existencia de una raza diferenciada sobre tabaco, en cuyo proceso de especialización participan mecanismos enzimáticos de detoxificación (10).

Debido a que en el país existen escasos antecedentes acerca del desarrollo de este áfido sobre el tabaco, el objetivo del presente estudio fue evaluar los principales parámetros biológicos y poblacionales de *M. persicae nicotianae*, como uno de los elementos esenciales para valorar su comportamiento en un cultivar de tabaco negro en el país.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se desarrolló en el Laboratorio de Entomología del Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), entre los años 2016 y 2017, a partir de poblaciones ya establecidas de *M. persicae nicotianae* sobre plantas de *N. tabacum* en una casa de malla.

Se seleccionaron 20 hembras adultas que se trasladaron al laboratorio y se dispusieron en placas Petri de 20 cm de diámetro, que contenían discos de hojas de igual tamaño sobre una capa de agar agua (1 %), a partir de las cuales se individualizaron 50 ninfas recién emergidas de una cohorte, en placas Petri de 5 cm de diámetro. Se procedió al cambio de sustrato semanalmente y se les siguió su desarrollo hasta la muerte.

Se evaluó la duración de los siguientes parámetros biológicos: ciclo de desarrollo, periodos prerreproductivo, reproductivo y posreproductivo, longevidad de la hembra adulta y ciclo de vida. Se calculó la desviación estándar de estos parámetros y los valores máximos y mínimos por cada fase. También se determinaron los valores obtenidos de la supervivencia (lx), definida como la proporción de hembras de una cohorte inicial que sobrevive a la edad x expresada en días y la fecundidad (mx) como el

promedio de ninfas producidas por hembras por día, así como los parámetros poblacionales siguientes:

Tasa de reproducción neta (Ro): número de hembras por cada hembra en una generación

$$Ro = \sum Lx \cdot Mx$$

Tasa intrínseca de crecimiento (rm): capacidad innata de crecimiento

$$\sum_{x=0}^{\infty} LxMxe^{-rm \cdot x} = 1$$

Tiempo generacional (T): tiempo promedio entre dos generaciones sucesivas.

$$T = \frac{\sum x Lx Mx}{\sum Lx Mx}$$

Tiempo de duplicación (TD): tiempo en que se duplica la generación.

$$TD = \frac{(\ln 2)}{rm}$$

La temperatura fue de $25,41 \pm 0,14^{\circ}\text{C}$ y la humedad relativa de $63,4 \pm 0,71\%$, medidas con un Higrotermógrafo digital (THERMO HYGRO MAX-MIN).

En 50 placas Petri se colocaron, individualmente, los adultos recién emergidos a temperatura y humedad relativa similares al experimento anterior y se observaron diariamente hasta su muerte, con el propósito de conocer si podrían desarrollarse poblaciones de *M. persicae* provenientes de plántulas de acelga, sobre hojas de tabaco del cultivar 'Corojo 2006'.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cultivar de tabaco 'Corojo 2006', el periodo ninfal de *M. persicae nicotianae* fue de corta duración (cuatro días), al igual que el ciclo de desarrollo. La especie adopta una coloración rojiza a marrón durante todo su ciclo, aunque la tonalidad más fuerte se observa en la fase adulta. (Fig. 1)



FIGURA 1. Individuos adultos de *Myzus persicae nicotianae* evidenciando el típico color marrón. / Adults of *Myzus persicae nicotianae* showing the typical brown color

Hasta el presente existen escasos antecedentes acerca de la biología y demografía de este áfido,

aunque se disponen de algunos trabajos en *M. persicae*, sobre diferentes hospedantes, regiones y localidades (11-14); sin embargo, para la subespecie *Myzus persicae nicotianae* se determinan por primera vez en el tabaco.

Los resultados del periodo ninfal y del ciclo de desarrollo fueron similares a los encontrados para *M. persicae* sobre *Beta vulgaris* var. *cicla*, a temperatura de $24,5^{\circ}\text{C} \pm 0,28$ donde se alcanzó una duración del periodo ninfal de $4,25 \pm 0,07$ días (11).

En el cultivo de la rúcula se notificó para *M. persicae* una duración de 9,3 días a 15°C y de 5,3 a 25°C (12); así mismo se informó una duración de 9,05 a 20°C en el cultivar Teddy de la variedad Colza canola y 6,95 en el cultivar Impact de la misma variedad (15). En dos cultivares, tanto de remolacha como de frijol, se encontró a 20°C duraciones de 16,25 en Eary Wonder y 15,65 en Top Bunchy; mientras que en el cultivar de frijol Blue kentucky fue de 18,98 y en Sofia 30,13 días (13). Finalmente, en un estudio con seis variedades de Brassicaceae a temperatura de 20°C , se determinó que el periodo ninfal fluctuó entre 8,22-16,26 días; la duración más pequeña fue en Col de Bruselas y la más alta en Brócoli (14).

Estos resultados sugieren que tanto la temperatura como el hospedante tienen una influencia en la duración de este periodo. En el presente estudio, la duración en el tabaco alcanzó valores inferiores (cuatro días) a los alcanzados en rúcula (5,3 días) a temperaturas similares (12), lo que evidencia el efecto del hospedante.

El periodo prerreproductivo fue muy breve, el reproductivo se mantuvo entre cuatro y seis días, y el posreproductivo entre 3 y 10; la longevidad estuvo entre 7 y 15 días, respectivamente. La duración del ciclo de vida fue corta y se movió en una amplitud entre 11 y 18 días. (Tabla 1)

La duración del periodo prerreproductivo está dentro de los valores que se informan en estudios realizados por diferentes autores en plantas de la familia Brassicaceae, con valores muy similares que se mueven entre 0,95 y 1,5 (11-15); mientras que son algo más alejados en diferentes variedades de remolacha, donde los valores se encuentran entre 1,15 a 1,28 días y en dos variedades de frijol de 1,33 a 1,73 días (13).

TABLA 1. Duración media en días (\pm DS) de los periodos prerreproductivo, reproductivo y posreproductivo de *M. persicae nicotianae* / Average duration in days of the pre reproductive, reproductive, and post reproductive periods of *M. persicae nicotianae*

Especie	Periodo prerreproductivo	Periodo productivo	Periodo posreproductivo	Ciclo de vida	Longevidad de la ♀ adulta
	Media \pm DE	Media \pm DE	Media \pm DE	Media \pm DE	Media \pm DE
<i>M. persicae nicotianae</i>	1,0 \pm 0,00	4,56 \pm 0,12	6,96 \pm 0,31	15,52 \pm 0,28	11,86 \pm 0,23

En el periodo reproductivo se hallaron valores de la duración mucho más bajos que los encontrados por diferentes autores en diversos hospedantes (11-13,15), fase donde se expresa el efecto del hospedante sobre este indicador. Por el contrario, el periodo posreproductivo alcanzó valores superiores a los informados por estos mismos autores (11-15).

La longevidad de la subespecie en tabaco fue más baja que las que ofrecen diferentes autores en otros hospedantes, como son brócoli, col china, coliflor, grelo, repollo, col de bruselas, acelga, remolacha y frijol, en temperaturas que van desde 15°C hasta 25°C (11-15).

Se evidenció, además, que los ejemplares de *M. persicae*, procedentes de acelga, no lograron reproducirse sobre tabaco, con una mortalidad de 99 %.

En trabajos desarrollados en dos genotipos de *M. persicae*, uno correspondiente a *M. persicae nicotianae* sobre tabaco y otro perteneciente a *M. persicae sensu stricto*, criados sobre tabaco y pimentón (*Capsicum annuum* L.), respectivamente, demostraron que *M. persicae* no se reprodujo sobre tabaco (10); resultado que se confirmó en el presente estudio.

Este hecho puede deberse a que *M. persicae*, proveniente de plantas hortícolas, no tiene la capacidad de metabolizar las sustancias químicas de defensa que tiene el cultivo del tabaco para evitar ser consumida; contrariamente, en el caso de *M. persicae nicotianae* que ha desarrollado un fenotipo altamente especializado en este cultivo que le ha permitido colonizarlo, debido a determinados mecanismos enzimáticos de detoxificación, los cuales se encargan de metabolizar los compuestos químicos que tiene la planta para su defensa (10).

La curva de supervivencia de *M. persicae nicotianae* sobre tabaco (Fig. 2), desde el inicio

de la cohorte hasta el sexto día, describe una curva de Tipo I, donde la probabilidad de sobrevivir a las edades tempranas es igual a uno; sin embargo, a partir de ese día se asemeja una curva de Tipo II, donde un número constante de individuos muere por unidad de tiempo, resultados que coinciden con los obtenidos para *M. persicae* Sulzer sobre *Eruca sativa* Mill (12).

Las curvas de supervivencia permiten describir el patrón de mortalidad a la que está sujeta una población y confirmar que son muy sensibles a las condiciones ambientales, al sexo y al genotipo de los individuos. En condiciones de laboratorio, donde el recurso alimenticio se encuentra en exceso y no hay hacinamiento, ni causas externas de mortalidad (parasitoidismo y depredación), es de esperar que los organismos expresen su mayor potencial de supervivencia (12).

La fecundidad media diaria (mx) de *M. persicae nicotianae* sobre el cultivo del tabaco fue nula durante los primeros cinco días de vida y se inicia a partir del sexto día cuando se tornan adultos, con ligeros ascensos, hasta alcanzar el pico máximo de fecundidad el día nueve, momento a partir del cual comienza un descenso hasta el día 14, donde la cantidad de descendiente de la población se hace cero nuevamente (Fig. 3) y se observan valores de fecundidad media de 3,34 ninfas/hembra/día, con una fecundidad media total de 23,4 ninfas/hembra; estos valores son cercanos a los obtenidos a temperatura de 24,5°C y 25°C sobre acelga y rúcula, respectivamente (11,12).

Existen escasas referencias relacionadas con los parámetros poblacionales de esta subespecie de áfido; sin embargo, se realizaron estudios similares en *M. persicae* en nuestro hemisferio. Al respecto se estudiaron los parámetros de fecundidad de *M. persicae* sobre *Brassica oleracea* L. var. *acephala* con valores de 2 y 1,3

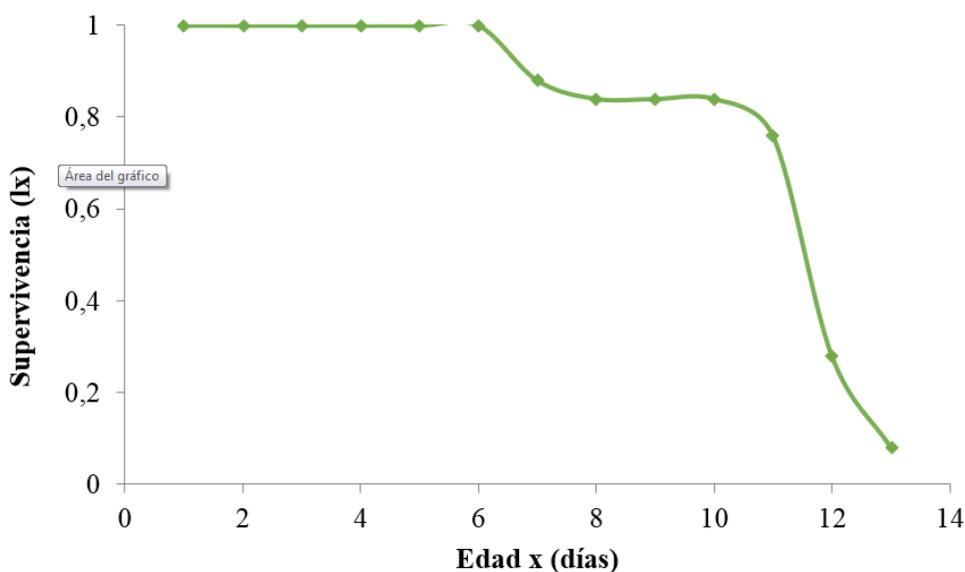


FIGURA 2. Supervivencia (lx) de *Myzus persicae nicotianae* sobre hojas de tabaco de la variedad 'Corojo 2006'. / *Survival of Myzus persicae nicotianae on leaves of the tobacco cultivar 'Corojo 2006'*

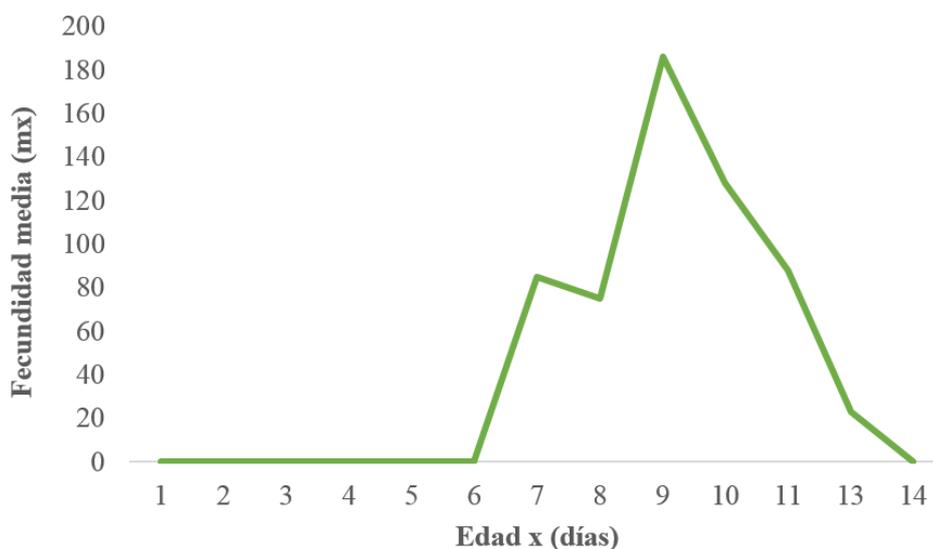


FIGURA 3. Fecundidad de *Myzus persicae nicotianae* sobre hojas de tabaco de la variedad 'Corojo 2006'. / *Fecundity of Myzus persicae nicotianae on leaves of the tobacco cultivar 'Corojo 2006'*.
 ninfas/hembra/día para 15 y 25°C, respectivamente, con una fecundidad total acumulada de 69,2 y 30,7 ninfas/hembra para ambas temperaturas (16).
 estudio fue capaz de duplicar su tamaño en 3,5 días.

En una especie de reproducción continua, el tiempo generacional se interpreta como la edad a la cual, si todo el esfuerzo reproductivo estuviera concentrado en ella, la tasa de reproducción neta o tasa de reemplazo sería la misma que con el esfuerzo reproductivo repartido entre varias edades (17).
 Los parámetros poblacionales estimados para *M. persicae nicotianae* en tabaco ($R_0=23,32$; $rm=0,19$; $T=16,21$ y $TD= 3,56$) mostraron valores superiores a los obtenidos en *E. sativa*,
 Es válido destacar que *M. persicae nicotianae*, cuando utiliza tabaco como hospedante, mostró una capacidad innata de crecimiento poblacional ($rm>0$) a 25°C, parámetro de gran utilidad ya que en él se expresa la máxima capacidad de multiplicación de una especie y debe ser tal que la especie sea capaz de mantener su número en el ambiente en el que vive y alcanzar un balance entre la tasa de crecimiento y la disponibilidad de alimento (1); por otra parte, la población en

($R_0=19,32$; $T=12,38$ y $TD= 2,57$) (12); sin embargo, el valor de la rm fue inferior (0,19) al compararse con la obtenida en *E. sativa* (0,26), lo que puede deberse a que en este estudio el tiempo generacional fue mayor (16) a pesar de mostrar valores de la R_0 superiores. En tal sentido, los factores que afectan la duración del ciclo de vida y, en consecuencia, el tiempo generacional ejercen efectos más importantes sobre la tasa intrínseca de crecimiento que aquellos factores que afectan la fecundidad (12).

En tanto, la rm estuvo muy cercana a la encontrada por Cabrera *et al.* (10) ($rm=0,18$) sobre el mismo hospedante, a pesar de estar sometidos a diferentes temperaturas.

También se determinaron los parámetros poblacionales de esta especie sobre tres variedades de crucíferas y se concluye que la planta hospedante influye significativamente sobre el incremento poblacional del pulgón verde del duraznero (17).

Estas diferencias en los resultados pudieran estar dadas por el tipo de planta empleada, si se tiene en consideración que el hospedante vegetal y las temperaturas, en algunos casos, no fueron los mismos.

Los resultados del presente trabajo indican que *M. persicae nicotianae* constituye una plaga potencial en el cultivo del tabaco, teniendo en cuenta los resultados biológicos y poblacionales evaluados en esta subespecie, a lo que se suma que todas sus fases son dañinas y que se alimentan desde que nacen hasta que mueren; además, existe la posibilidad de que puedan ser vectores potenciales de enfermedades. A pesar de desarrollar este trabajo en condiciones de laboratorio, bajo las condiciones de temperatura y humedad relativa evaluadas, se puede esperar un incremento de sus poblaciones y podría llegar a estimarse lo que ocurriría en el cultivo a campo abierto o en el tabaco tapado, si se registraran condiciones ambientales similares a las estudiadas, lo que provocaría un deterioro de la calidad y del rendimiento del cultivo.

REFERENCIAS

1. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). El valor económico y social del tabaco en los países productores En: <http://www.tobaccoleaf.org/>
2. Reyes E. Informe del Sector: Industria Tabacalera en Cuba MINAG. Cuba. 2010; Pp. 7.
3. Espino E, Uriarte BE, Cordero PL, Rodríguez N, Izquierdo A, Blanco LE, et al. Instructivo técnico para el cultivo del tabaco en Cuba. Ministerio de la Agricultura. Instituto de Investigaciones del Tabaco. 2012; Pp. 148.
4. Rivas A. Lepidópteros en cultivares de tabaco: elementos ecológicos y alternativas biológicas para su manejo en Las Tunas. Rev de Protección Veg. 2013; 27(3): 216.
5. Simbaqueba CR, Serna F, Posada-Flórez FJ. Curaduría, morfología e identificación de áfidos (Hemiptera: Aphididae) del Museo Entomológico UNAB. Primera aproximación. Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas. 2014; 18 (1): 222-246.
6. Instituto de Investigaciones del Tabaco. Guía Técnica para el cultivo del tabaco 2007-2008. 2009; Pp 31.
7. Koppert Biological System. Pulgón del tabaco *Myzus persicae nicotianae*. Disponible en <http://www.koppert.mx/retos/pulgones/pulgón-del-tabaco/>. Consultado en septiembre del 2018
8. Singh M, Singh G, Kumar A, Sharma A, Patel S, Pratibha. *Myzus (Nectarosiphon) persicae* (Sulzer, 1776) (Homoptera: Aphididae): Updated Check List of Host Plants in India. International Journal of Zoological investigations. 2015;1(1): 9-27
9. Eastop VF, Blackman RL. Some new synonyms in Aphididae (Hemiptera: Sternorrhyncha). Zootaxa. 2005; 1089:1-36.
10. Cabrera M, Fuentes E, Figueroa C. Differences in the detoxification metabolism between two clonal lineages of the aphid *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) reared on tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) Chil. J. Agr. Res. 2010; 70 (4):567-575
11. Duarte L, Ceballos M, Baños HL, Sánchez A, Miranda I, Martínez MA. Biología y tabla de vida de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera:

- Aphididae) en condiciones de laboratorio. Rev. Protección Veg. 2011; 26 (1): 1-4.
12. Andorno A, Hernández C, Botto E, Schultz S, La Rossa F. Estudios biológicos de Myzus persicae (Sulzer) (Hemiptera:Aphididae) sobre rúcula (Eruca sativa Mill.) en condiciones de laboratorio. Argentina RIA. 2007; 36(2): 85-95.
13. López MC, Kahan A, Vasicek A, La Lossa F. Parámetros biológicos y poblacionales de los áfidos Myzus persicae (Sulzer) y Aphis fabae Scopoli (Hemiptera: Aphididae) sobre cultivares de Remolacha (Beta vulgaris L.) (Caryophyllales: Amaranthaceae) y Poroto (Phaseolus vulgaris L.) (Rabales: Fabaceae) en condiciones controladas. Revista FAVE - Ciencias Agrarias. 2011; 10:(1-2).
14. Vasicek A, La Rossa F, López C, Paglioni A. Influencia de diferentes Brassicaceae cultivadas sobre la biología y demografía de Myzus persicae (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) en laboratorio. Boletín de la SAE. 2011; (17):(24-32).
15. Ricci M, Culebra S, Sgarbi C, Vasicek A, Chamorro A, Paglioni A, et al. Parámetros biológicos y demográficos de áfidos (Hemiptera: Aphididae) en variedades de colza canola (Brassica napus L.). Rev. FCA UNCUYO. 2011; 43 (2):91-102.
16. Vasicek A, La Rossa F, Paglioni A, Fostel L. Incremento poblacional de Myzus persicae (Sulzer) sobre tres crucíferas hortícolas en laboratorio. Agric Téc. (Chile). 2003; 63(1):10-14
17. Cividanes FJ, Souza VP. Exigências térmicas e tabelas de vida de fertilidade de Myzus persicae (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) em laboratório. Neotropical Entomology, Londrina. 2003v. 32(3): 413-419.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.