

Parámetros biológicos y poblacionales de *Planococcus ficus* (Hemiptera: Pseudococcidae) sobre dos cultivares de *Vitis vinifera*

GONZALEZ LUNA, Marcela. F.¹ & Francisco R. LA ROSSA²

¹ INTA. EEA Mendoza. AER Luján de Cuyo. San Martín 3857. Drummond. 5507. Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina. E-mail: gonzalez.marcela@inta.gob.ar

² INTA. CICVyA. IMyZA. Nicolás Repetto y De Los Reseros S/N. 1686. Hurlingham, Buenos Aires, Argentina.

Biological and populational parameters of *Planococcus ficus* (Hemiptera: Pseudococcidae) on two cultivars of *Vitis vinifera*

ABSTRACT. The vine mealybug *Planococcus ficus* Signoret causes severe damage to Argentine vineyards. The aim of this study was to compare the biological and population parameters of *P. ficus* on *Vitis vinifera* cultivars Chardonnay and Malbec, as well as to evaluate the effect of temperature on these parameters and obtain the respective estimated population growth curves. At constant temperatures of 15, 25 and 37 °C, 46% RH and photoperiod of 16:8 h (Light: Darkness cycle), the number of individuals of each stage, age changes and offsprings were recorded daily. At 25 °C, the nymphal period was similar in both cultivars. Fertility on Malbec was higher than on Chardonnay. The intrinsic rate of natural increase (r_m) was lower on Chardonnay. The finite rate of increase (λ) follows the same trend. The net reproductive rate (R_0) was higher in Malbec. The generation time (T) and doubling time (D) were lower on Malbec. At 15 °C, no significant differences between cultivars were observed, only the mealybugs reared on Malbec were able to reproduce. The complete cycle was not verified at 37 °C. It was shown that the reproductive capacity of *P. ficus* was higher on Malbec.

KEY WORDS. Mealybugs. Longevity. Fecundity. Intrinsic rate of natural increase. *Vitis vinifera* cv Chardonnay and Malbec.

RESUMEN. La cochinilla harinosa *Planococcus ficus* Signoret causa severos daños en viñedos argentinos. El objetivo de este trabajo es comparar los parámetros biológicos y poblacionales de *P. ficus* sobre los cultivares de *Vitis vinifera* Chardonnay y Malbec, así como evaluar el efecto de las temperatura sobre tales parámetros y obtener las respectivas curvas estimadas de crecimiento poblacional. Con temperaturas constantes de 15, 25 y 37 °C, 46 % de H.R. y fotoperíodo de 16:8 h (Luz: Oscuridad), diariamente se registraron el número de individuos de cada estadio, la ecdisis y la descendencia. A 25 °C, el período ninfal fue similar en ambos cultivares. La fecundidad, la tasa intrínseca de incremento natural (r_m), la tasa finita de incremento (λ) y la tasa neta de reproducción (R_0) sobre Malbec fueron superiores a Chardonnay. El tiempo generacional (T) y el tiempo de duplicación (D) fueron menores en Malbec. A 15 °C las cochinillas criadas sobre Malbec lograron reproducirse, no se obtuvieron diferencias significativas en los cultivares ensayados. No se verificó el cumplimiento del ciclo completo a 37 °C. Se demostró que la capacidad reproductiva de *P. ficus* fue mayor sobre Malbec.

PALABRAS CLAVE. Cochinilla harinosa. Longevidad. Fecundidad. Tasa intrínseca de crecimiento natural. *Vitis vinifera* cv Chardonnay y Malbec.

INTRODUCCIÓN

La cochinilla harinosa de la vid, *Planococcus ficus* Signoret causa severos daños en viñedos de las regiones vitícolas argentinas, con excepción de la Patagonia (Becerra *et al.*, 2006). Estos pseudocóccidos producen perjuicios por la succión de savia, la inyección de saliva fitotóxica y la transmisión de virus. *Planococcus ficus*, a diferencia de otros pseudocóccidos, secreta grandes cantidades de melaza. Sobre estas sustancias azucaradas se desarrollan hongos del complejo fumagina que cubren hojas, brotes, tronco, brazos, sarmientos y frutos; interfieren la captación de luz y mancham los racimos. Además existen hormigas que, atraídas por esa melaza actúan como diseminadoras altamente eficientes de las cochinillas (Cucchi *et al.*, 2009). Estos síntomas causan problemas sobre las características enológicas y organolépticas de vinos elaborados con frutos infestados (Catania *et al.*, 2007). En lo referente a la uva de mesa, la abundancia del insecto deprecia la calidad cosmética de los racimos, desvalorizando comercialmente el producto (Cucchi *et al.*, 2009). Sin duda, uno de los perjuicios más importantes es la transmisión del virus del enrollamiento o "leafroll". Esta es una de las enfermedades virales más importantes en los viñedos del mundo. De Borbón *et al.* (2004) han comprobado en Argentina, que esta cochinilla es transmisora del virus Grapevine Leafroll Associated Virus 3 (GLRaV) en vid. Gómez Talquencia *et al.* (2006, 2009) y Lanza Volpe *et al.* (2010) reportan en la Argentina la presencia de GLRaV-1, 2, 3, 5 y 6 en vid. Chiotta *et al.* (2010) mencionan que la presencia de *P. ficus* en los viñedos de Mendoza aumenta el riesgo de ocratoxina A (OTA), clasificada por la Agencia Internacional del Cáncer (IARC) dentro del grupo 2B como posible carcinógeno para humanos.

La determinación de la capacidad de reproducción de una o varias especies constituye un aspecto fundamental en el estudio de poblaciones de organismos vivos (Rabinovich, 1982). En ese sentido, las tablas de vida resultan una herramienta apropiada para el estudio de una población de insectos bajo condiciones controladas debido a que pueden proveer importantes parámetros biológicos y demográficos (Maia *et al.*, 2000). Esos parámetros han sido utilizados como índices de crecimiento poblacional en respuesta a determinadas condiciones y como indi-

ces bioclimáticos para evaluar el potencial de incremento demográfico de una plaga en una área nueva (Southwood & Henderson, 2000; Ohta & Ohtaishi, 2002; Díaz & Fereres, 2005).

Los parámetros obtenidos a partir de una tabla de vida de un artrópodo herbívoro, especialmente la tasa intrínseca de incremento natural (r_m), pueden ser usados para evaluar el nivel de resistencia de determinadas plantas, debido a que expresan el potencial reproductivo de una población alimentándose de las mismas (Birch, 1948; Southwood, 1994).

Este estadístico también ha sido utilizado en el estudio de enemigos naturales y hospedadores para la elaboración de estrategias de control (Orphanides & Gonzáles, 1971). Las tablas de vida sirven además como base para representar las curvas de supervivencia y de crecimiento de las poblaciones (Rabinovich, 1982). Las plantas anfitrionas que logran bajos valores de la r_m en sus huéspedes presentan, comparativamente, mayor resistencia que aquellas en las que los insectos muestran altas tasas de incremento (Razmjou *et al.*, 2006).

El objetivo de este trabajo es comparar los parámetros biológicos y poblacionales de *P. ficus* sobre los cultivares de *Vitis vinifera*, Chardonnay y Malbec, así como evaluar el efecto de la temperatura sobre tales parámetros y obtener las respectivas curvas estimadas de crecimiento poblacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las hembras de *P. ficus* utilizadas en este trabajo provinieron de un viñedo localizado en Luján de Cuyo, Mendoza (32° 59,11' 75'' S; 68° 49,45' 28'' O). La identificación se realizó según Williams & Granara de Willink (1992). Se estableció una colonia madre sobre frutos de zapallo "anquito" (*Cucurbita moschata* Duch.), ubicados en cajas transparentes de plástico (Walton & Pringle, 2005). Las mismas se llevaron a una cámara de cría a 25 °C con un fotoperíodo de 16:8 h (Luz: Oscuridad). Luego de establecida la colonia, a los 30 días aproximadamente, la misma se replicó en otros zapallos. Una vez obtenido suficiente material se comenzó el ensayo sobre plantas de *Vitis vinifera* cv Chardonnay y Malbec de dos años. Con un pincel de pelo fino se colocó una hembra con ovisaco por planta (de la misma edad e igual tamaño

de ovisaco). En todos los casos, las plantas de vid cultivadas en macetas conteniendo tierra se colocaron en una cámara climática (Bio-Control Mod. AX) a tres diferentes temperaturas: 15 °C, 25 °C y 37 °C, HR de 46% y 16:8 (L: O) de fotoperiodo. A estas temperaturas no se registran estudios de parámetros biológicos en cochinillas. Cada planta se cubrió con un tubo farol de vidrio (diámetro = 15 cm) cuya boca se envolvió con tela de algodón de entramado fino para evitar la dispersión de los individuos recién nacidos y conservar la individualidad de la cohorte. Se realizaron cuatro repeticiones por variedad y por temperatura, totalizando 24 ensayos. Para realizar los recuentos, cada planta fue retirada de la cámara de cría, se quitó el tubo farol y se realizaron las observaciones con un estereomicroscopio Carl Zeiss Stemi 2000-C. Diariamente se contó el número de individuos de cada estadio y los cambios de estadio hasta alcanzar el estado adulto. Con una aguja entomológica se sacaron las mudas. Una vez alcanzado el estado adulto, y producida la fecundación y la oviposición, se tomaron trozos de plantas con hembras y sus respectivos sacos de huevo. Se colocaron en cápsulas de Petri de 10 cm de diámetro, envueltas en cinta adhesiva ancha, 20 hembras por repetición, en forma individual. Dada la imposibilidad de saber cuántos huevos había por ovisaco, se controlaron diariamente el número de ninfas emergidas y adheridas a la cinta, la cual se cambiaba al comprobar la supervivencia de las hembras y la muerte de las mismas. Cuando no se constataron ninfas, se revisó el ovisaco para observar la posible presencia de huevos no fecundados. A partir de la información obtenida, se calcularon los estadísticos vitales mediante la utilización de dos programas desarrollados para el procesamiento de datos provenientes de cohortes de laboratorio, denominados TABLAVI y PERIOD, desarrollados por La Rossa & Kahn (2003). Estos programas aplican el método "Jackknife" que permite el cálculo de los estimadores, intervalos de confianza al 95% y los correspondientes errores estándar (E.E.), con los que es posible efectuar comparaciones entre las cohortes. Este método está indicado especialmente cuando los parámetros surgen de ecuaciones complejas como el caso de r_m .

A partir de la obtención de tablas de vida se estimaron los estadísticos vitales: supervivencia

por edades (lx), donde $l_{x0}=1000$, fecundidad por edad (mx) y los siguientes parámetros poblacionales: tasa neta de reproducción (R_0), tasa intrínseca de crecimiento natural (r_m), tiempo generacional medio (T), tasa finita de incremento (λ) y tiempo de duplicación (D). También se obtuvieron otros estadísticos como: duración media de los períodos ninfal, prereproductivo, reproductivo y posreproductivo, longevidad y fecundidad.

Con los resultados obtenidos a 25 °C, se modelizaron las curvas teóricas de crecimiento poblacional mediante la ecuación:

$$N_t = N_0 \lambda^t$$

donde: N_0 y N_t números inicial y final de cochinillas, respectivamente; λ : tasa finita de crecimiento; t : tiempo.

Para comparar si dos o más curvas de supervivencia pueden ser explicadas o no por el azar, se debe realizar una prueba estadística de contraste de hipótesis. Para ello existen diversas pruebas, siendo en todas ellas la hipótesis nula la que mantiene que las diferencias no son importantes a lo largo del tiempo, y la alternativa la que dice que al menos uno de los grupos se comporta de forma distinta al resto. Una de las pruebas estadísticas más utilizadas para la comparación entre grupos es el test Log-Rank, y al igual que sucede con otras pruebas como el test de Wilcoxon (Breslow), se basan en comparar las muertes observadas en cada grupo con las esperadas, si la mortalidad fuese la misma en todos los grupos. Si las curvas de supervivencia se cruzan durante el seguimiento, es muy poco probable que podamos encontrar diferencias, por ello se realiza otro test de comparación como el de Wilcoxon. Se emplea la prueba del chi-cuadrado para analizar las pérdidas observadas y esperadas.

Análisis de datos. Los valores obtenidos se analizaron mediante la prueba de normalidad de Shapiro – Wilks modificado. Al comprobarse que los datos no presentaban una distribución normal, se realizó un análisis de varianza utilizando el test no paramétrico de Kruskal Wallis con un nivel de significancia de $\alpha= 0,05$. Con ello, se visualizó el posible efecto del hospedante (cultivar) sobre el insecto. Todos los datos fueron analizados mediante el paquete estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2011). Se graficaron las curvas de supervivencia, de fecundidad y de crecimiento poblacional de P .

ficus sobre los dos cultivares de *V. vinifera*. Las curvas de supervivencia se analizaron mediante el programa SAS / START 9.2., usando el procedimiento PROC LIFETEST.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tiempos de desarrollo. Tal como se muestra en la Tabla I, a 25 °C, la duración del ciclo de desarrollo reproductivo y la fecundidad arrojaron diferencias significativas entre las cohortes de *P. ficus* criadas sobre *V. vinifera* cv Chardonnay y Malbec (reproductivo: $H = 14,21$; $p = 0,0001$, fecundidad: $H = 37,82$; $p < 0,0001$). El periodo ninfal fue similar en ambos cultivares ($H = 2,79$; $p = 0,0944$) y tuvo una duración de aproximadamente 20 días, siendo la etapa más larga del ciclo de desarrollo. El tiempo pre-reproductivo no fue significativamente diferente ($H = 1,86$; $p = 0,1553$). El ciclo pos-reproductivo abarcó pocos días en Chardonnay y fue casi inexistente en Malbec ($H = 0,24$; $p = 0,4571$). La longevidad fue de 44,56 y 36,45 días en Malbec y Chardonnay, respectivamente, no registrándose diferencias significativas ($H = 1,02$; $p = 0,3123$). La fecundidad de *P. ficus* sobre la variedad tinta (Malbec) fue tres veces mayor que sobre la blanca ($H = 37,82$; $p < 0,0001$).

Walton & Pringle, (2005), en Sudáfrica, realizaron ensayos sobre *V. vinifera* cv Waltham Cross, a la misma temperatura y obtuvieron un tiempo de desarrollo ninfal similar de 17,32 días; el periodo prereproductivo fue de 3,44 días, menor que los valores registrados en Chardonnay y Malbec. La longevidad fue de 24,61 días y la fecundidad de 297 huevos por hembra, un valor intermedio a los obtenidos para los cultivares estudiados en Mendoza. Cabe destacar que el cultivar Waltham Cross sobre el cual se desarrolló el estudio de *P. ficus* era una variedad de uva de mesa, la cual presenta una fenología diferente a las de vinificación. Varikou *et al.* (2010), estudiaron el desarrollo de *P. ficus* sobre hojas de *V. vinifera* cv Sultaniya y determinaron un periodo ninfal de 36,1 días, mientras que la longevidad fue de 43,27 días, similar a la hallada sobre el cv Malbec.

Etchebarne (2004) observó en cría en laboratorio a 25 °C que *P. ficus* completó su desarrollo biológico en 30 días sobre cv Cabernet Sauvignon y Malbec. La fecundidad osciló entre 400 y 420 huevos por hembra y el periodo pos-reproductivo fue nulo ya que la hembra mo-

ría al finalizar la oviposición. Estos últimos datos coinciden con los resultados obtenidos sobre el cv Malbec, no así los de longevidad. Malakar-Kuenen *et al.* (2001), observaron que *P. ficus* sobre brotes de papa (*Solanum tuberosum* L.) cumplió el ciclo ninfal entre 18 y 22 días, a 27 °C, en una primera y segunda generación, respectivamente. La longevidad para ambas generaciones fue de 31 y 36 días. Estos valores son inferiores a los obtenidos en cualquiera de los dos cultivares de *V. vinifera*. Salazar (1996), en España, realizó estudios con otro pseudocócido, *Planococcus citri* Signoret, determinando una duración del periodo ninfal que osciló entre 7 y 21 días, mientras que la longevidad fluctuó entre 19 y 45 días. Este último valor es similar al de *P. ficus* obtenido en el presente estudio. Morandi Filho *et al.* (2008) reportaron para *P. citri* sobre hojas de *V. vinifera* cv Cabernet Sauvignon una duración del periodo ninfal de 28 días. La longevidad de las hembras fue de 56,4 días, bastante superior a las halladas en Chardonnay y Malbec. La fecundidad fue de 67,27 huevos por hembra, muy baja, comparada con las determinadas en este estudio.

A 15 °C no se obtuvieron diferencias significativas en los periodos ninfales ($H=1,00$; $p = 0,3170$), prereproductivo ($H = 0,03$; $p = 0,8237$), reproductivo ($H = 0,10$; $p = 0,2211$), posreproductivo ($H = 0,00041$; $p = 0,9357$), longevidad ($H = 0,69$; $p = 0,4072$) y fecundidad ($H = 0,03$; $p = 0,3897$), entre ambos cultivares. (Tabla I). *P. ficus* tuvo un periodo ninfal de 59 y 68 días en Chardonnay y Malbec, respectivamente. Varikou *et al.* (2010), reportaron que a la temperatura de 15 °C las ninfas de primer estadio no sobrevivieron luego de la emergencia del huevo. Estos investigadores determinaron mediante regresiones lineales y modelos no lineales que la temperatura mínima de desarrollo era de 11,11 °C y 14,2 °C, respectivamente para *P. ficus*. Según los resultados obtenidos en Mendoza, la temperatura de 14,2 °C sería adecuada para esta región. También difiere con los resultados obtenidos por Walton & Pringue (2005), quienes a través de una regresión cuadrática estimaron que 16,85 °C era el umbral mínimo de temperatura para el desarrollo de la cochinilla harinosa de la vid. En Chardonnay, los individuos que llegaron al estado adulto no se reprodujeron, mientras que en Malbec sucedió lo contrario, pero con una etapa reproductiva corta y fertilidad baja. Se estima

Tabla I. Duración media en días (\pm error estándar) de los períodos ninfal, prereproductivo, reproductivo, posreproductivo, longevidad y fecundidad (número de ninfas/hembra) de *Planococcus ficus* sobre los cultivares Chardonnay y Malbec a 25 °C, 15 °C y 37 °C.

Variedad	Periodo ninfal	Periodo Pre-Reproductivo	Periodo Reproductivo	Periodo Post-reproductivo	Longevidad	Fecundidad
25 °C						
Chardonnay	19,40 (0,70)a	11,33 (0,96)a	5,42 (0,60)a	4,21 (0,86)a	36,45 (1,63)a	134,22 (14,53)a
Malbec	20,52 (0,70)a	14,41 (0,95)a	9,14 (0,68)b	0,48 (0,14)a	44,56 (1,79)a	403,63 (37,05) b
15 °C						
Chardonnay	59,16 (3,25 a	11,95 (3,36)a	0 (0)a	0 (0)a	71,11 (5,72)a	0 (0)a
Malbec	68,28 (4,95)a	11,90 (2,66)a	2,84 (2,7)a	11,76 (2,67)a	83,02 (6,49) a	0,4 (0,4)a
37 °C						
Chardonnay	5,21 (1,40) a	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Malbec	5,91 (1,08) a	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

Letras iguales en la misma columna señalan que los valores no difieren significativamente ($\alpha=0,05$).

que a bajas temperaturas se produce una mayor mortalidad de machos, dada su fragilidad. La etapa prereproductiva tuvo una duración de 11 días en ambos cultivares. El ciclo posreproductivo fue significativamente diferente, abarcó alrededor de 12 días *en* Malbec y fue nulo *en* Chardonnay ($H = 5,68$; $p < 0,001$), ya que sobre esta última no se verificó reproducción. La longevidad fue de 83 días en Malbec, algo mayor que en Chardonnay, que fue de 71 días.

A la temperatura de 37 °C la etapa ninfal fue corta, se observaron ninfas muertas de primer estadio dentro del ovisaco y algunas que lograron mudar al 2^{do} estadio. Luego de esto, se produjo el 100% de mortalidad y ninguna ninfa desarrolló el ciclo completo. No se observaron diferencias en ninguno de los cultivares ($H = 0,19$; g.l: 2,8; $p = 0,7429$). Varikou *et al.* (2010) reportaron que a 35 °C, *P. ficus* no pasó al 1^{er} estadio ninfal, o lo hizo en muy baja proporción, registrándose un 100% de ninfas muertas. Estos autores, sugieren como temperatura óptima de desarrollo los 30°C, en la cual el período de la cochinilla harinosa de la vid se extiende a 39,87 días. Walton & Pringue (2005), mediante una regresión cuadrática determinaron el umbral máximo de desarrollo en 35,61 °C. Los resultados de este trabajo coincidirían con los autores anteriormente citados, que señalan que temperaturas superiores a 35 °C impiden el desarrollo de la cochinilla harinosa.

En general, para las tres temperaturas estudiadas, se observa una discrepancia en relación a los resultados hallados con respecto a otras investigaciones. Se concuerda con Varikou *et al.* (2010), que las mismas pueden deberse al uso de distintos cultivares, partes de las plantas utilizadas en el ensayo, fotoperíodo y diferencias genéticas en las poblaciones de *P. ficus* estudiadas.

Estadísticos vitales. En la Tabla II se presentan los estadísticos vitales obtenidos para cochinilla harinosa en cada cultivar. Se encontraron diferencias significativas entre las cohortes del cv Chardonnay y Malbec (r_m : $H = 44,56$; $p < 0,0001$, R_0 : $H = 22,89$; $p < 0,0001$, T : $H = 13,18$; $p < 0,001$, λ : $H = 38,85$; $p < 0,0001$, D : $H = 34,77$, $p < 0,0001$). A 25 °C, los parámetros demográficos de *P. ficus* sobre el cv Chardonnay demuestran que la población creció 162 veces en 47,16 días (T) y que por cada hembra en el presente habrá 162 hembras en la próxima generación. Además, por cada hembra contemporánea, habrá casi 1,09 (λ) hembras al día siguiente. Sobre Malbec, los parámetros indican que las colonias de la cochinilla harinosa aumentaron 404,4 veces en 44,65 días y por cada hembra presente habrá 404,4 hembras en la próxima generación. Se puede mencionar también que por cada hembra actual en un día, habrá 1,11 hembras al día posterior. La tasa intrínseca de incremento natural resultó menor en Chardonnay (0,11), lo cual hace que el cv Mal-

Tabla II. Parámetros poblacionales (\pm error estándar) de *Planococcus ficus* en dos cultivares de vid (*Vitis vinifera*) a 25 °C y 15 °C.

Variedad	r_m	R_0	T	λ	D
25 °C					
Chardonnay	0,11 (0,0026) a	162 (16,16) a	47,16 (0,46) a	1,09 (0,01) a	6,4 (0,15) a
Malbec	0,14 (0,0023) b	404,43 (37,19) b	44,64 (0,41) b	1,11 (0,03) b	5,16 (0,09) b
15 °C					
Malbec	0,004	1,666	134,442	1,004	182,641

r_m : tasa intrínseca de incremento natural; R_0 : tasa neta de reproducción (hembras/hembra/generación); T : tiempo generacional de la cohorte; λ : tasa finita de incremento; D : tiempo de duplicación (días).

Letras iguales en la misma columna señalan que los valores no difieren significativamente ($\alpha=0,05$).

bec parezca un mejor hospedador del insecto. Esto se refleja en la tasa finita de incremento que sigue la misma tendencia. La r_m encontrado por Walton & Pringue (2005) fue de 0,169 ♀.día⁻¹, mayor que los cultivares Chardonnay y Malbec. Morandi Filho *et al.* (2008) reportaron un valor de 0,1392 ♀.día⁻¹ similar al de Malbec.

La tasa neta de reproducción es 2,5 veces mayor en la variedad Malbec y 2 veces mayor que la hallada por Walton & Pringue (2005) de 248,01 ♀.♀⁻¹.generación⁻¹ en el cv Waltham Cross. En Brasil sobre el cv Cabernet Sauvignon, Morandi Filho *et al.* (2008) obtuvieron un valor de 301,37 ♀.♀⁻¹.generación⁻¹ en la tasa de reemplazo.

El tiempo generacional de la cohorte fue menor en Malbec, al igual que el tiempo de duplicación lo que significa que las cochinillas criadas en este cv alcanzarían un nivel poblacional dado en menor tiempo que en el otro cultivar. Walton & Pringue (2005) a 25 °C reportaron un tiempo generacional de 29,5 días, mucho menor que los encontrados en este estudio, y Morandi Filho *et al.* (2008) obtuvieron un tiempo generacional para *P. citri* de 41 días, similar al hallado sobre el cv Malbec.

A 15 °C sólo una de las cohortes de *P. ficus* sobre el cv Malbec se desarrolló en forma completa, en la Tabla II se muestran los parámetros obtenidos. La población creció 1,66 veces en 134,4 días (T) y por cada hembra en el presente habrá 1,66 hembras en la próxima generación. Además, por cada hembra contemporánea en un día, habrá casi 1,004 (λ) hembras al día siguiente. El valor de la tasa neta de reproducción fue mayor a 1, por lo que la población estaría en estado de crecimiento. El tiempo de duplicación fue de 182 días. Si se compara con el obtenido a 25 °C, es 35 veces mayor.

Curvas de duración de los estados ninfa-

les. En las figuras 1 y 2 se muestran las curvas de duración de los estadios ninfales y de la hembra de la cochinilla harinosa sobre los distintos cultivares. En las mismas se observa que, en general, existe una marcada superposición de los estadios ninfales.

A 25 °C en el cv Malbec es notoria la duración en el estado de huevo que se extiende por 19 días, mientras que en Chardonnay dura solo 13 días. Los períodos ninfales en general, son mayores en Chardonnay, sobre todo en los estadios II y III donde la diferencia respecto a Malbec es de aproximadamente 7 días. La aparición de adultos ocurre 4 días antes en la variedad blanca respecto de la tinta. La duración del período de adultez es de 54 días en Chardonnay y de 44 días en Malbec. Aproximadamente el 40% de los individuos alcanzan la madurez, siendo este valor similar en ambas variedades. La muerte de la última hembra en Chardonnay ocurrió en el día 64, mientras que en Malbec aconteció a los 58 días.

A 15 °C, según se observa en la Fig. 3, se repitió al igual que a 25 °C, una marcada superposición en las curvas. El estado de huevo tiene una duración aproximada de 25 días. Los estadios ninfales I, II y III: 47, 53 y 68 días respectivamente, con un porcentaje de mortalidad de 20% en todos los estadios. La etapa de adultez tuvo una extensión de 35 días, la cual fue alcanzada por el 40% de los individuos. Varikou *et al.* (2010) a 17,5 °C determinaron que la duración de los períodos ninfales I, II y III fue de: 29,28; 27,62 y 39,50 días respectivamente, resultados inferiores a los hallados en este estudio a 15 °C. El porcentaje de mortalidad fue de 0%, 36,6% y 11,1% en estos tres estadios. La muerte de la

última hembra ocurrió alrededor del día 155 del ciclo de vida de la cochinilla harinosa.

Curvas de supervivencia y fecundidad. En Chardonnay la supervivencia desciende hasta el 60% alrededor del día 25, mientras que en Malbec se mantiene al 90% en ese mismo lapso (Fig. 4). El resultado de los test aplicados, test de Rango log ($\chi^2 = 15,1865$; g.l = 1; $p < 0,001$) y Wilcoxon ($\chi^2 = 5,5051$; g.l = 1; $p = 0,0190$), mostró que las

curvas de supervivencia de los dos cultivares son diferentes. La del cv Chardonnay, en su etapa inicial, se asemejaría a una curva de tipo III (Deevey, 1947), en la cual hay una fracción constante de cochinillas que mueren en cada uno de los intervalos de edad. Esta mortalidad se correspondería con la etapa de eclosión y muerte del 40% de las ninfas de primer estadio. Una vez superada esta primera etapa juvenil, la curva se estabiliza reduciéndose notablemente la mortalidad durante 25 días. Luego de este período, la curva cae drásticamente. La curva de supervivencia de Malbec fue similar a la típica curva tipo I, siendo la mortalidad baja durante todas las etapas de la vida de *P. ficus* hasta prácticamente el final, donde se produce la muerte de los insectos viejos. La supervivencia llegó al 80% en el día 50 de la vida de la cochinilla harinosa de la vid sobre esta variedad.

En las curvas de fecundidad también se observaron diferencias entre los dos cultivares (Fig. 4). Las hembras comenzaron a ovipositar a los 29 días en la variedad blanca, mientras que en la tinta lo hicieron a los 35 días. En el caso de Chardonnay, las oviposiciones se prolongaron durante 35 días, con varios picos, alcanzando un valor promedio diario máximo de alrededor de 23 huevos por hembra viva a los 63 días, casi al final de su período de desarrollo. En esta variedad la caída de la curva de supervivencia fue compensada por un período más extenso de fecundidad, como estrategia de *P. ficus* frente a este huésped. Sin embargo, se evidencia por parte de la cochinilla harinosa, una menor capacidad de reproducción y sobrevivencia en los primeros estadios sobre esta variedad de *V. vinifera*. En Malbec, la curva de fecundidad se extendió a 23 días, con un valor promedio diario máximo de oviposición de 38 huevos por hembra viva por día hacia el día 45. Por lo expuesto, es de esperar que el cv Malbec sea propenso a altos grados de infestación por parte de *P. ficus*. En ambos cultivares la fecundidad es mayor hacia el final de la etapa reproductiva.

En la Fig. 5 se muestran las curvas de supervivencia y de fecundidad de *P. ficus* criada a 15°C en condiciones en laboratorio. La curva de supervivencia empezó a descender hasta aproximadamente el 85% de individuos vivos en el día 10 de su ciclo de vida. En esta etapa se asemeja a una curva tipo III de Deevey, en la cual se observa la muerte constante de los individuos

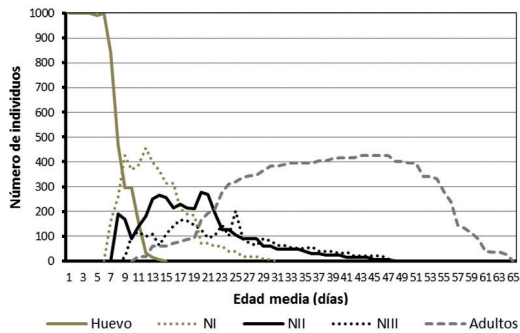


Fig. 1. Duración promedio de los estadios ninfales y del estado adulto de *Planococcus ficus* sobre *Vitis vinifera* cv Chardonnay a 25 °C.

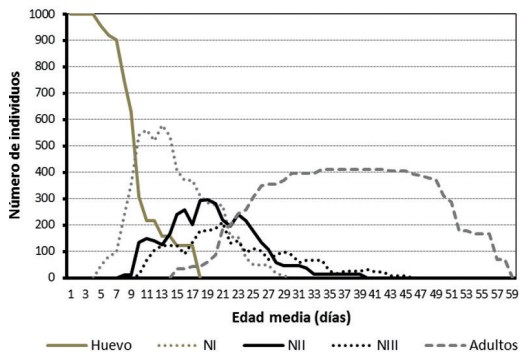


Fig. 2. Duración promedio de los estadios ninfales y del estado adulto de *Planococcus ficus* sobre *Vitis vinifera* cv Malbec a 25 °C.

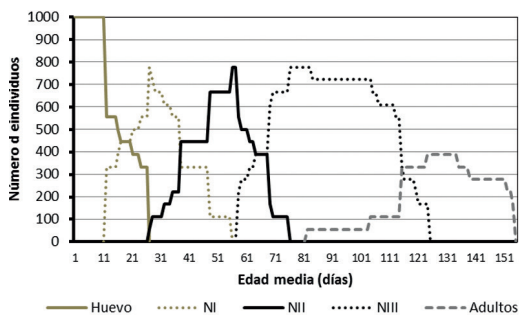


Fig. 3. Duración promedio de los estadios ninfales y del estado adulto de *Planococcus ficus* sobre *Vitis vinifera* cv Malbec a 15 °C.

correspondientes al primer estadio ninfal. Posteriormente continúa bajando hasta el 75% y a los 22 días se estabiliza por un lapso de 88 jornadas, disminuyendo los riesgos de mortalidad hasta que la cochinilla harinosa inicia su vida adulta. Luego continúa el descenso, en forma escalonada, hasta el día 155 cuando muere el 20% de los individuos adultos. En este último lapso se asemeja a una curva tipo III nuevamente.

La curva de fecundidad muestra que la mis-

ma se manifiesta hacia el final por un lapso muy corto, apenas 6 días, con un pico promedio diario máximo de 1,6 huevos por hembra viva a los 136 días de comenzado el ciclo de vida. En ese momento la curva de supervivencia fue del 33% aproximadamente.

Curvas de crecimiento poblacional. Partiendo de 10 individuos de cualquier edad, la población de *P. ficus* sobre el cv Chardonnay podría alcanzar en 64 días un total de 2484 individuos, mientras que sobre el cv Malbec producirían 7955 descendientes, en el mismo lapso (Fig. 6).

Iniiciando la curva con el mismo número de cochinillas, a los 20 días, la población de *P. ficus* tendría un total de 56 individuos en el cv Chardonnay y 80 en Malbec. Si las dos variedades brotaran al mismo tiempo, en igualdad de condiciones, con la misma cantidad de individuos iniciales, *P. ficus* se reproduciría menos en Chardonnay, ya que la r_m es menor que en Malbec. Sin embargo, si se tiene en cuenta que el cv Chardonnay inicia su ciclo de brotación entre 7 y 15 días antes que Malbec (Alcalde, 1989), la curva de crecimiento poblacional sería como la que se muestra en la Fig. 7. En este caso las curvas de crecimiento de la población de la cochinilla harinosa de la vid se tornan paralelas. Partiendo de una colonia de 10 individuos y teniendo en cuenta un inicio de brotación anticipada de 10 días en Chardonnay, a los 20 días se estaría en presencia de 111 cochinillas en este cultivar y de 80 individuos en Malbec. Esto explicaría por qué en condiciones de campo, durante las primeras generaciones, se visualiza una población más numerosa sobre Chardonnay respecto de Malbec. Sin embargo, hacia la cosecha los perjuicios son graves en ambos cultivares (observación personal de MFG).

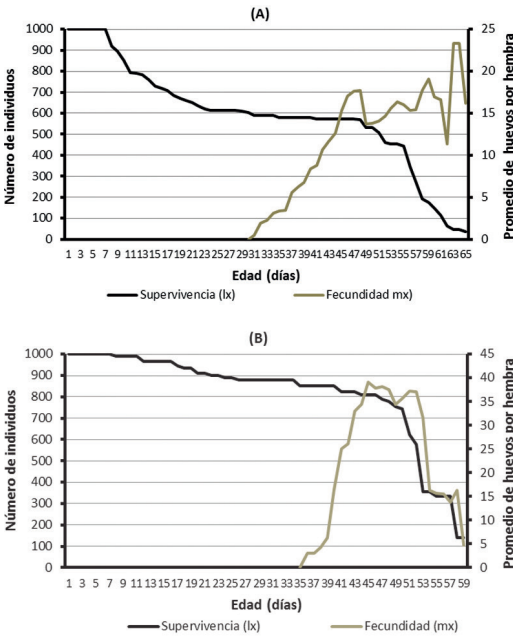


Fig. 4. Supervivencia (lx) expresada como proporción en base 1000 de individuos vivos y fecundidad (mx) expresada como el número promedio de huevos por hembra viva de *Planococcus ficus* en *Vitis vinifera* cv Chardonnay (A) y Malbec (B) criados a 25° C.

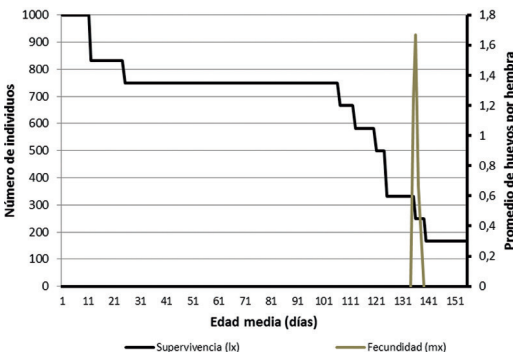


Fig. 5. Supervivencia (lx) expresada como proporción de individuos a la edad x y fecundidad (mx) expresada como el número promedio de ninfas neonatas por hembra viva de *Planococcus ficus* en *Vitis vinifera* cv Malbec a 15 °C.

CONCLUSIONES

El desarrollo de un insecto responde en forma directa a la temperatura, requiriendo una determinada acumulación de calor para cumplir cada etapa de su ciclo de desarrollo. Asimismo la calidad de la planta hospedera es un factor determinante de la fecundidad de los insectos herbívoros.

Este trabajo representa una importante contribución al conocimiento de la biología y demografía de la cochinilla harinosa de la vid sobre dos cultivares de vinificación de alta calidad enológica y de importancia económica para la

vitivinicultura argentina, teniendo en cuenta que los estudios precedentes fueron realizados sobre variedades de mesa. Los resultados obtenidos muestran que a la temperatura de 15 °C, el insecto termina su ciclo de desarrollo. A 37 °C no logra completar el ciclo por lo tanto es necesario continuar con la búsqueda de los umbrales mínimo y máximo de temperatura. La variedad tinta Malbec es la más cultivada en Mendoza, debido a su excelente adaptación que permite lograr vinos de calidad superior reconocidos entre los mejores del mundo. En el presente trabajo se ha demostrado que la capacidad reproductiva de *P. ficus* es más alta sobre Malbec comparada con la cv Chardonnay. Por último, de acuerdo con los resultados obtenidos sobre la duración del periodo ninfal (aprox. 20 días a 25 °C), se podría recomendar realizar dos pulverizaciones para el control de las primeras generaciones, separadas ambas entre 10 y 15 días para cubrir toda la emergencia de ninfas, que es el estado más sensible. Sin embargo, esto no sería recomendable en las siguientes generaciones debido al período de carencia de los productos registrados por SENASA para el control de *P. ficus*.

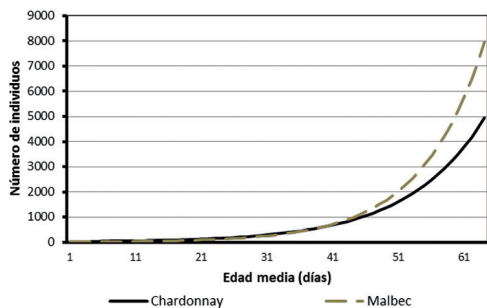


Fig. 6. Curva poblacional de *Planococcus ficus* sobre cv Chardonnay y Malbec a 25 °C.

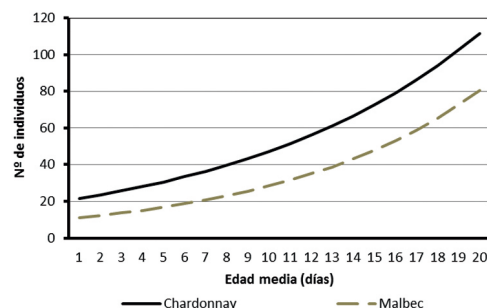


Fig. 7. Curva poblacional de *Planococcus ficus* sobre cv Chardonnay y Malbec teniendo en cuenta un período de 10 días de brotación anticipada del primer cultivar respecto del segundo.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ALCALDE, A. 1989. *Cultivares vitícolas argentinas*. Ed. Asoc. Coop. EEA Mendoza INTA, Mendoza.
- BECERRA, V., M. F. GONZALEZ, M. E. HERRERA & J. L. MIANO. 2006. Dinámica poblacional de *Planococcus ficus* (Hemiptera – Pseudococcidae) en viñedos. Mendoza (Argentina). *Revista Facultad de Ciencias Agrarias. UNCuyo* 38(1): 1-6.
- BIRCH, L. C. 1948. The Intrinsic Rate of Natural Increase of an Insect Population. *Journal of Animal Ecology* 17(1): 15-26.
- CATANIA, C., S. AVAGNINA, F. CASASSA, S. SARI, V. BECERRA & J. L. MIANO. 2007. Influencia del ataque de la "cochinilla harinosa de la vid" (*Planococcus ficus* Sign.) sobre las características enológicas y organolépticas de vinos Malbec y Chardonnay. *En: Resúmenes. XI Congr. Latinoamer. de Vitic. y Enol.*, Mendoza, 2007, pp.16-17.
- CHIOTTA, M. L., M. L. PONSONE, A. M. TORRES, M. COMBINA & S. N. SCHULZE. 2010. Influence of *Planococcus ficus* on *Aspergillus section Nigri* and ochratoxin A incidence in vineyards from Argentina. *Applied Microbiology* 51: 212-218.
- CUCCHI, N. J. A., V. BECERRA & M. F. GONZALEZ. 2009. Cochinita harinosa de la vid o chanchito blanco de la vid *Planococcus ficus* (= *Coccus vitis*, *Pseudococcus vitis*). *En: CUCCHI, N. J. A & V. BECERRA (eds.), Manual de Tratamientos Fitosanitarios para cultivos de clima templado bajo riego: vid*, Ediciones INTA, Argentina, pp. 71 - 85.
- DE BORBÓN, C. M., O. GRACIA & G. S. GOMEZ TALQUENCA. 2004. Mealybugs and grapevine Leafroll-Associated Virus 3 in vineyards of Mendoza, Argentina. *American Journal of Enology and Viticulture* 55(3): 283-285.
- DEEVEY, E. S. 1947. Life table for natural of animals. *Quarterly Review of Biology* 22: 283-314.
- DÍAZ, B. M. & A. FERERES. 2005. Life table and population parameters of *Nasonovia ribisnigri* (Homoptera: Aphididae) at different constant temperatures. *Environmental Entomology* 34(3): 527-534.
- DI RIENZO, J. A., F. CASANOVES, M. G. BALZARINI, L. GONZALEZ, M. TABLADA & C. W. ROBLEDO. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. [CD].
- ETCHEBARNE, F. 2004. Aportes al conocimiento de la biología de la cochinilla harinosa de la vid, evaluación de la eficacia de pesticidas aplicados en primavera para su control y determinación de curvas de degradación en uvas de mesa (*Vitis vinifera* L.) cv Superior (San Juan-Argentina). Tesis de Maestría en Viticultura y Enología. Chacras de Coria. Escuela de Postgrado. Facultad de Ciencias Agrarias. UNCuyo. Inédito.
- GÓMEZ TALQUENCA, S., O. GRACIA & O. GRAU. 2006. First report of Grapevine Leafroll associated Virus 6 in Argentina and partial characterization of an associated virus. *En: 15th Meeting of the International Council for the Study of Virus and Virus-like Diseases of the Grapevine*. Stellenbosch, South Africa. pp. 128.
- GÓMEZ TALQUENCA, G. S., C. MUÑOZ, O. GRAU & O. GRACIA. 2009. First description of Grapevine leafroll-associated virus 5 in Argentina and partial genome sequence. *Virus Genes* 38: 184-186.
- LANZA VOLPE, M., S. GÓMEZ TALQUENCA, E. A. ENGEL, & O. GRACIA. 2010. Incidence of Grapevine Leafroll Associated Viruses 1, 2, and 3 in Mendoza vineyards. *Tropical Plant Pathology* 35(6): 377-380.
- LA ROSSA, F. R. & N. KAHN. 2003. Dos programas de computadora para confeccionar tablas de vida de fertilidad y calcular parámetros biológicos y demográficos en áfidos. (Homoptera: Aphidoidea). *Revista de Investigaciones Agropecuarias (INTA)* 32(3): 127 - 142.
- MAIA, A. H. N., A. J. B. LUIZ & C. CAMPANHOLA. 2000. Statistical inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspects. *Journal of Economic Entomology* 93: 511-518.
- MALAKAR-KUENEN R., K. DAANE, K. E. GODFREY, J. C. BALL, W. BENTLEY, G. YOKOTA, L. MARVIN & D. GON-

- ZALEZ. 2001. Population dynamics of vine mealybug and its natural enemies in the Coachella and San Joaquin valleys. *U. C. Plant Protection Quarterly. Cooperative Extension University of California* 11: 1-3.
- MORANDI FILHO, W. J., A. D. GRUTZMACHER, M. BOTTON & A. BERTIN. 2008. Biología e tabela de vida de fertilidade de *Planococcus citri* em diferentes estruturas vegetativas de cultivares de videira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 43(8): 941-947.
- ORPHANIDES, G. M. & D. GONZALES. 1971. Fertility and life tables studies with *Trichogramma pretiosum* and *T. retortum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Annals of the Entomological Society of America* 64: 824-834.
- OHTA, I. & M. OHTAISHI. 2002. Life-history parameters of *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) reared on Qing-geng-cai at four constant temperatures. *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology* 46: 259-261.
- RABINOVICH, J. E. 1982. *Introducción a la ecología de poblaciones animales*. CECSA, México.
- RAZMJOU, J., S. MOHARRAMIPOUR, Y. FATHIPOUR & S. Z. MIRHOSEIN. 2006. Effect of cotton cultivar on performance of *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) in Iran. *Journal of Economic Entomology* 99: 1820-1825.
- SALAZAR, D. 1996. Melazos II. Unidad de Viticultura, *Departamento Producción Vegetal, Universidad Pontificia de Valencia* (2.625).
- SOUTHWOOD, T. R. E. 1994. *Ecological methods*. 2nd Edition. Ed. Chapman & Hal. London.
- SOUTHWOOD, T. R. E. & P. A. HENDERSON. 2000. *Ecological Methods*. 3rd Edition. Blackwell Science, Oxford.
- VARIKOU, K., A. BIROURAKI, N. BAGIS & D. C. KONTODIMAS. 2010. Effect of Temperature on the Development and Longevity of *Planococcus ficus* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Annals of the Entomology Society of America* 103(6): 943 - 948.
- WALTON, V. M. & K. L. PRINGLE. 2005. Developmental biology of vine mealybug, *Planococcus ficus* (Signoret) (Homoptera: Pseudococcidae), and its parasitoid *Coccidoxenoides perminutus* (Timberlake) (Hymenoptera: Encyrtidae). *African Entomology* 13(1): 143-147.
- WILLIAMS, D. J. & M. C. GRANARA DE WILLINK. 1992. *Mealybugs of Central and South America*. C.A.B. International, UK.