

Fecundidad potencial de *Dactylopius coccus* (Hemiptera: Dactylopiidae) bajo condiciones de invernadero

Potential fecundity of *Dactylopius coccus* (Hemiptera: Dactylopiidae) under greenhouse conditions

ARTURO RAMÍREZ-CRUZ¹ y CELINA LLANDERAL-CÁZARES²

Resumen: La fecundidad potencial (FP), en el caso de los insectos, es la cantidad total de ovocitos (u ovariolas) presentes en los ovarios previo al proceso de la oviposición. Es la variable más confiable del potencial reproductivo de una especie. *Dactylopius coccus* es un insecto de gran importancia industrial para la obtención del colorante natural ácido carmínico. Debido a la carencia de información sobre la fecundidad potencial en *D. coccus*, el objetivo de este trabajo fue la cuantificación de dicha variable, considerando que esta información podría ser útil en la cría comercial de la especie. La fecundidad real (FR) se determinó en hembras adultas maduras, una vez finalizado el periodo de la oviposición. Mediante disección se registró el número de individuos remanentes en los ovarios (IRO), calculándose finalmente la fecundidad potencial (FP). La FR fue en promedio de 147,13 individuos por hembra, mientras que el número de IRO presentó un valor promedio de 184,48 individuos por hembra. Por su parte, la fecundidad potencial calculada en *D. coccus* tuvo un valor promedio de 331,62 ovocitos u ovariolas por hembra, lo que indica que el 55,89 % de la fecundidad potencial permanecen como IRO; esto representa altas pérdidas de potenciales ninfas que permanecen en los ovarios al término de la oviposición, por lo que es necesario ajustar las condiciones de cría del insecto para disminuir al mínimo este valor.

Palabras clave: Grana cochinilla. Ovarios. Reproducción.

Abstract: Potential fecundity (PF), in the case of insects, is the total number of oocytes (or ovarioles) present in the ovaries before oviposition. It is the most reliable variable of the reproductive potential of a species. *Dactylopius coccus*, from which the natural dye carminic acid is obtained, is highly important for industry processes. Because information on the potential fecundity of *D. coccus* is lacking, this study was conducted to quantify this variable given that this information could be useful in commercial rearing of the species. Real fecundity (RF) was determined in mature adult females after the oviposition period had ended. These females were dissected to determine the number of remaining individuals in the ovaries (RIO), and lastly the potential fecundity (PF) was calculated. RF was, on average, 147,13 individuals per female, while RIO had an average value of 184,48 individuals per female. Moreover, potential fecundity calculated in *D. coccus* had an average value of 331,62 oocytes, or ovarioles, per female, indicating that 55,89 % of potential fecundity remains as RIO. This large loss of potential nymphs remaining in the ovaries at the end of oviposition makes it necessary to adjust rearing conditions to minimize losses.

Key words: Cochineal insect. Ovaries. Reproduction.

Introducción

La fecundidad real, es decir, la cantidad total de huevos que oviposita una hembra durante su vida, se considera una de las variables más importantes para determinar la capacidad reproductiva de los insectos (Rabinovich 1984); sin embargo, esta variable no necesariamente representa el verdadero potencial reproductivo de una especie, ya que muchos de los ovocitos presentes en los ovarios, en su momento podrían no llegar a madurar y mucho menos ser ovipositados (Engelman 1970). Por ello es importante determinar la llamada fecundidad potencial, la cual en el caso de los insectos representa la cantidad total de ovocitos (u ovariolas) presentes en los ovarios antes de que se realice el proceso de la oviposición (Rabinovich 1984), ya que puede representar una variable más específica del verdadero potencial reproductivo de una especie (Hodin 2009).

Dactylopius coccus Costa, 1829 (Hemiptera: Dactylopiidae) es de gran importancia comercial para la obtención del colorante rojo ácido carmínico, el cual tiene infinidad de aplicaciones en diferentes industrias (Méndez-Gallegos *et al.*

2003). Es una especie ovovivípara (Pérez-Guerra y Kosztarab 1992). Presenta ovarios de tipo telotrófico con más de 400 ovariolas, cada una de las cuales contiene un solo ovocito; dichas ovariolas maduran asincrónicamente por lo que es posible encontrarlas en diferentes grados de madurez (Ramírez-Cruz *et al.* 2008).

Aunque existe información sobre valores de la fecundidad de *D. coccus* cuando se cría bajo diferentes condiciones ambientales (Marín y Cisneros 1977; Pérez-Guerra y Kosztarab 1992; Flores-Flores y Tekelenburg 1995) y de substrato alimenticio (Méndez-Gallegos *et al.* 2010), no existe información acerca de su fecundidad potencial, por lo que el objetivo de este trabajo fue determinar dicha variable con el fin de contribuir al conocimiento de su biología reproductiva, información que además podría ser útil en el cultivo comercial de esta especie.

Materiales y métodos

La cría de los insectos se realizó durante la primavera de 2012, sobre cladodios de *Opuntia ficus indica* (L.) Mill (Cac-

¹ Ph. D. Centro de Educación Continua, Unidad Morelia. Instituto Politécnico Nacional. 58190. Morelia, Michoacán. México. aramirez@ipn.mx. Autor para correspondencia. ² Ph. D. Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo, km 36.5 Carretera México Texcoco. 56230. Montecillo, Edo. de México. México. lcelina@colpos.mx.

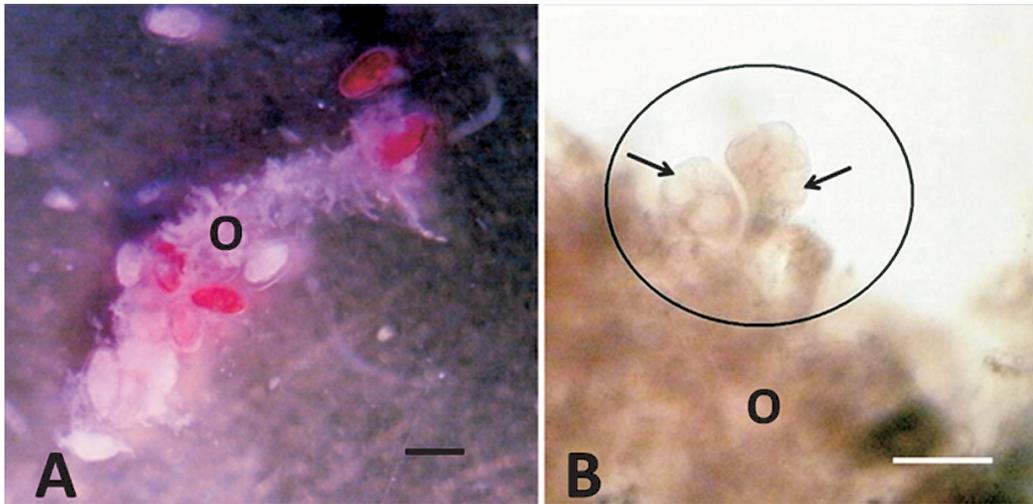


Figura 1. Fragmentos de oviductos laterales (O) de *D. coccus*. **A.** con ninfas color rojo y ninfas y huevos incoloros que han perdido completamente el ácido carminico. **B.** ovariolas inmaduras (círculo) donde sólo se observan cistocitos (flechas). (Escala: **A**, 500 μ m; **B**, 30 μ m).

taceae) con el método de penca invertida colgante propuesto por Aldama-Aguilera y Llanderal-Cázares (2003). Se usó un invernadero para la cría de grana cochinilla, con una temperatura que osciló entre 12-27 °C y una humedad relativa de 40-70%, el cual se ubica en el Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México, México (19°29'N y 98°54'O), a una altitud de 2.250 m.

Cuando se observó que algunas hembras iniciaron la oviposición, se seleccionaron 29 hembras adultas oviplenas, las cuales se desprendieron de los cladodios y se mantuvieron individualmente en recipientes de plástico circulares de 4 cm de diámetro, provistos de una tapa con rejilla en el centro para la ventilación. Se contabilizó la cantidad total tanto de huevos como de ninfas libres puestos por hembra, lo cual correspondió a la fecundidad real o total (FR). Una vez terminado su periodo de oviposición, las hembras se fijaron en líquido de Carnoy de acuerdo a Martínez (1999) durante 24 h y después se lavaron con alcohol al 70%. A cada una de las hembras se le extrajo los ovarios para determinar la cantidad de ovariolas inmaduras, así como de individuos (embriones y ninfas) remanentes en los ovarios (IRO). De las 29 hembras evaluadas, se seleccionaron seis para contabilizar la cantidad de IRO que pudieran haber entrado en reabsorción, es decir, degenerado, previo a la fijación con Carnoy. Para facilitar la visualización y el conteo, los ovarios fueron transparentados con KOH al 10%, y se contaron las ovariolas de ambos ovarios bajo el estereomicroscopio, desprendiendo cada una de ellas y retirándolas de inmediato para evitar errores de conteo. De esta manera la fecundidad potencial (FP) se calculó mediante la relación: $FP = FR + IRO$.

Se analizaron las diferencias entre los valores promedio del número de huevos y número de ninfas libres, correspon-

dientes a la FR, mediante la prueba t-Welch con el programa estadístico GraphPad Instat II (1993).

Resultados y discusión

De acuerdo a las condiciones ambientales, el sistema de producción y substrato empleados en este estudio, la FR de *D. coccus* fue en promedio de 147,13 individuos por hembra (Tabla 1), dicho valor difiere del promedio de 419 (Marín y Cisneros 1977), 430 (Pérez-Guerra y Kosztarab 1992), 100 (Llanderal y Nieto 2001) y 167,3 (Méndez-Gallegos *et al.* 2010) huevos por hembra registrados para esta especie. Lo anterior es reflejo de que la fecundidad depende de variables externas, así como de la capacidad intrínseca que presenta *D. coccus* para producir y madurar continuamente una cantidad variable de ovariolas (y en consecuencia de ovocitos) durante su vida adulta (Ramírez-Cruz *et al.* 2008), ya que si bien el número de ovariolas puede estar controlado genéticamente, también puede ser influenciado por factores externos (Hodin 2009).

Las hembras de *D. coccus* depositaron tanto huevos (ninfas aún dentro del corion) como ninfas libres (en proporción de 4,1:1,0), siendo significativamente mayor la cantidad de huevos que de ninfas (Tabla 2). Esto contrasta con lo registrado por Pérez-Guerra y Kosztarab (1992) quienes a dos temperaturas y humedades relativas constantes (24 °C - 70% HR; 26 °C - 60% HR), nunca observaron la puesta de ninfas sino únicamente de huevos. Esto podría sugerir que la variación entre la cantidad de huevos y ninfas libres puestos por la hembra de *D. coccus*, también está condicionada por factores ambientales, aspecto que debe ser comprobado. En este sentido, el estado de huevo en los insectos es muy vul-

Tabla 1. Valores promedio de la fecundidad real (FR), número de individuos remanentes en los ovarios (IRO) y la fecundidad potencial (FP) en *D. coccus*.

FR	IRO	FP
$\bar{x} \pm d.e.$ (mínimo - máximo)	$\bar{x} \pm d.e.$ (mínimo - máximo)	$\bar{x} \pm d.e.$ (mínimo - máximo)
147,13 \pm 52,68 (0,0 - 244)	184,48 \pm 56,45 (83 - 322)	331,62 \pm 82,61 (185 - 502)

Tabla 2. Comparación entre el número promedio de huevos y ninfas libres puestos por hembra, durante el periodo de oviposición de *D. coccus*.

Huevos $\bar{x} \pm d.e$ (mínimo - máximo)	Ninfas libres $\bar{x} \pm d.e$ (mínimo - máximo)	t	df	p
118,58 \pm 46,91 (0,0 - 191)	28,55 \pm 32,15 (0,0 - 108)	8,37	49	< 0,0001

nerable, de modo que desde el punto de vista ecológico se puede considerar que la puesta de huevos en *D. coccus* sería más desventajosa en comparación con la puesta de ninfas libres, tanto por la desecación a la que pueden estar sometidos los huevos mientras emergen las ninfas, como por la deprecación por parte de sus enemigos naturales; de hecho en *D. coccus*, al final del periodo de oviposición es común observar cadenas de varios huevos que no llegan a eclosionar, lo cual influye negativamente en el proceso de infestación en la cría comercial.

Con relación al número de IRO contabilizado en *D. coccus*, se obtuvo un valor promedio de 184,48 individuos por hembra (Tabla 1); la totalidad de las hembras disecadas presentaron exclusivamente ovariolas con embriones o con ninfas, mientras que la cantidad de ovariolas en etapa de maduración (con clara distinción entre las células nutricias y el ovocito) contabilizadas por ovario, fue insignificante ya que no era mayor a tres o cuatro ovariolas por ovario. Las ovariolas en estado de reabsorción, correspondieron al 44,21 \pm 14,55 % de los IRO, y se caracterizaron por contener embriones o ninfas que murieron previo a la fijación con Carnoy, ya que eran individuos transparentes o incoloros por haber perdido por completo el ácido carmínico o porque su interior estaba ocupado por material amorfo conformado por pequeños coágulos blanquecinos (Fig. 1A). Esto indica que en *D. coccus* aproximadamente la mitad del valor de IRO, después de la etapa de oviposición, son individuos muertos, lo que es muy importante, ya que éstos no contribuyen para la concentración total de ácido carmínico presente en la hembra. Se sabe que en las hembras de mayor peso la concentración de ácido carmínico disminuye, mientras que aumenta su fecundidad, y se ha sugerido que esto se debe al uso del ácido carmínico para la defensa o para la reproducción (Rodríguez *et al.* 2005). Sin embargo, esto también puede ser consecuencia de la gran cantidad de ovariolas que entran en reabsorción en *D. coccus* conforme aumenta de tamaño.

Después de contabilizar las ovariolas correspondientes al valor de IRO, se observó que todas las hembras estudiadas contuvieron ovariolas inmaduras muy pequeñas, emergiendo a lo largo de los oviductos laterales y en las que sólo fue posible distinguir los citocitos (no había diferencia entre las células nutricias y el ovocito) (Fig. 1B); aunque estas ovariolas no pudieron ser cuantificadas debido a su reducido tamaño, sí representan una disminución importante de la fecundidad potencial de *D. coccus*, ya que son ovariolas/ovocitos que nunca llegan a madurar.

La fecundidad potencial (FR + IRO) calculada para *D. coccus*, tuvo un valor promedio de 331,62 ovocitos u ovariolas por hembra (Tabla 1), de modo que más de la mitad (el 55,89 \pm 12,86 %) de la fecundidad potencial permanecen como IRO, es decir, como potenciales ninfas en el interior de los ovarios, ello sin considerar la cantidad de ovariolas inmaduras, ya mencionadas, que sólo emergen de los oviductos y no llegan siquiera a madurar. Este valor representa una reducción alta de potenciales ninfas que quedan en los ovarios

de *D. coccus* al término de la oviposición. En consecuencia esto soporta la sugerencia de cosechar las hembras adultas a los 10 días de edad, ya que han alcanzado un tamaño adecuado con el máximo contenido de ácido carmínico (Briseño-Garzón y Llanderal 2008). Cosecharlas después de esta edad, representaría pérdida indirecta de colorante tanto por la alta reabsorción de huevos como por la alta cantidad de ovariolas que no llegan a madurar. Además, sería necesario estandarizar cuidadosamente las condiciones ambientales de la cría comercial de *D. coccus*, con la finalidad de obtener la mayor cantidad de ovariolas en maduración y reducir al mínimo la cantidad de reabsorción de las mismas.

Agradecimientos

A los revisores anónimos por sus valiosos aportes para mejorar el escrito final.

Literatura citada

- ALDAMA-AGUILERA, C.; LLANDERAL-CÁZARES, C. 2003. Grana cochinilla: Comparación de métodos de producción en penca cortada. *Agrociencia* 37: 11-19.
- BRISEÑO-GARZÓN, A.; LLANDERAL, C. 2008. Contenido de ácido carmínico en hembras de grana cochinilla de diferentes edades. pp: 16-20. En: Llanderal C.; Zetina, D. H.; Viguera, A. L.; Portillo, L. (Eds.). Grana cochinilla y colorantes naturales. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Edo. de México. México. 124 p.
- ENGELMANN, F. 1970. The physiology of insect reproduction. Pergamon Press. Oxford. 307 p.
- FLORES-FLORES, V.; TEKELENBURG, A. 1995. Dacti (*Dactylopius coccus* Costa) dye production. pp: 167-184. En: Barbera G.; Inglese P.; Pimienta Barrios E. (Eds.). Agroecology, cultivation and uses of cactus pear. Plant production and protection. Paper 132. FAO, Roma, Italia. 216 p.
- GRAPHPAD INSTAT V2.03. 1993. GraphPad Software, Inc., San Diego, California. EEUU.
- HODIN, J. 2009. She shapes events as they come: plasticity in female insect reproduction. pp. 423-521. In: Whitman, D. W.; Ananthakrishnan, T. N. (Eds.). Phenotypic plasticity of insects: Mechanisms and consequences. Science Publishers, Inc. Enfield, New Hampshire. 894 p.
- LLANDERAL, C. C.; NIETO, H., R. 2001. Características biológicas de la grana cochinilla del nopal *Dactylopius coccus* Costa. pp: 23-30. En: Llanderal, C. C.; Nieto, H. R. (Eds.). Producción de grana cochinilla. Instituto de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados. Texcoco, Edo. de México. México. 140 p.
- MARÍN L, R.; CISNEROS, V. F. 1977. Biología y morfología de la cochinilla de carmín, *Dactylopius coccus* Costa (Homopt.: Dactylopiidae). *Revista Peruana de Entomología* 20 (1): 115-120.
- MARTÍNEZ M., I. 1999. Estudio de la anatomía microscópica en insectos: Técnicas básicas. *Folia Entomológica Mexicana* 105: 65-76.
- MÉNDEZ-GALLEGOS, S. de J.; PANZAVOLTA, T.; TIBERI, R. 2003. Carmine cochineal *Dactylopius coccus* Costa (Rhyngota: Dactylopiidae): Significance, production and use. *Advances in Horticultural Science* 17 (3): 165-171.

- MÉNDEZ-GALLEGOS, S. de J.; TARANGO-ARÁMBULA, L.A.; CARNERO, A.; TIBERI, R.; DÍAZ-GÓMEZ, O. 2010. Crecimiento poblacional de la cochinilla *Dactylopius coccus* Costa criada en cinco cultivares de nopal *Opuntia ficus-indica* Mill. *Agrociencia* 44: 225-234.
- PÉREZ-GUERRA, G.; KOSZTARAB, M. 1992. Biosystematics of the family Dactylopiidae (Homoptera: Coccinea) with emphasis on the life cycle of *Dactylopius coccus* Costa. Bulletin No. 92-1. Virginia Agricultural Experiment Station. 90 p.
- RABINOVICH, J. E. 1984. Introducción a la ecología de poblaciones animales. CECSA. 3ª edición. México. 313 p.
- RAMÍREZ-CRUZ, A.; LLANDERAL-CÁZARES, C.; RACOTTA, R. 2008. Ovariole structure of the cochineal scale insect, *Dactylopius coccus*. *Journal of Insect Science* 8 (20): 1-5.
- RODRÍGUEZ, L. C.; FAÚNDEZ, E.; SEYMOUR, J.; ESCOBAR, C. A.; ESPINOZA, L.; PETROUTSA, M.; AYRES, A.; NIEMEYER, H. M. 2005. Factores bióticos y concentración de ácido carmínico en la cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) (Homoptera: Dactylopiidae). *Agricultura Técnica (Chile)* 65: 323-329.

Recibido: 28-ene-2013 • Aceptado: 26-may-2013