

Identificación Morfológica y Molecular de Barrenadores del Tallo de la Caña de Azúcar Distribuidos en Sinaloa

Author(s): Guadalupe Vejar-Cota , Cipriano García-Gutiérrez ,
Ninfa M. Rosas-García , Luis A. Rodríguez-Del-Bosque , y Clara
Inés Saldamando-Benjumea

Source: Southwestern Entomologist, 41(1):153-162.

Published By: Society of Southwestern Entomologists

<https://doi.org/10.3958/059.041.0117>

URL: <http://www.bioone.org/doi/full/10.3958/059.041.0117>

BioOne (www.bioone.org) is a nonprofit, online aggregation of core research in the biological, ecological, and environmental sciences. BioOne provides a sustainable online platform for over 170 journals and books published by nonprofit societies, associations, museums, institutions, and presses.

Your use of this PDF, the BioOne Web site, and all posted and associated content indicates your acceptance of BioOne's Terms of Use, available at www.bioone.org/page/terms_of_use.

Usage of BioOne content is strictly limited to personal, educational, and non-commercial use. Commercial inquiries or rights and permissions requests should be directed to the individual publisher as copyright holder.

Identificación Morfológica y Molecular de Barrenadores del Tallo de la Caña de Azúcar¹ Distribuidos en Sinaloa

Morphological and Molecular Identification of Sugarcane Borers¹ Distributed in Sinaloa

Guadalupe Vejar-Cota, Cipriano García-Gutiérrez*, Ninfa M. Rosas-García², Luis A. Rodríguez-Del-Bosque³, y Clara Inés Saldamando-Benjumea⁴

Instituto Politécnico Nacional CIIDIR Sinaloa, IPN-COFFA. Blvd. Juan de Dios Bátiz Paredes no. 250, Colonia San Joaquín, Guasave, Sinaloa. CP. 81101

Resumen. Se identificaron mediante estudio de los genitales de machos a tres especies de barrenadores de la caña de azúcar distribuidos en 28 sitios de muestreo de las zonas cañeras norte y centro de Sinaloa. La identificación molecular de éstas se hizo secuenciando el gen de la subunidad I de la enzima citocromo c oxidasa (COI) del ADN mitocondrial. Se identificó a *Diatraea considerata* Heinrich, *D. grandiosella* Dyar, y *Eoreuma loftini* (Dyar) distribuidas en la zona cañera norte (Los Mochis) y centro (El Dorado). Las secuencias de nucleótidos de estas especies comparadas en el GenBank tuvieron similitud con *D. considerata* 99% (673 pb) (acc. no. KP259614), para *D. grandiosella* del 97% (647 pb) (acc. no. KP259615), y para *E. loftini* del 99% (645 pb) (acc. no. KP259616). Se hizo también un análisis de Máxima Verosimilitud (ML) para determinar la proximidad entre estas especies, encontrando que las secuencias corresponden a estas mismas especies reportadas en el GenBank, con el 96% para *D. considerata*, 88% para *E. loftini*, y el 100% para *D. grandiosella*, dando con esto mayor precisión sobre la identidad de las especies distribuidas en esa área. Esta información es básica para la implementación de futuras estrategias de control biológico de estas plagas en Sinaloa.

Abstract. Three species of sugarcane borers were identified based on study of the male genitalia; these were distributed at 28 sampling sites of northern and central sugarcane areas in Sinaloa, Mexico. The molecular identification of the three species was done by sequencing the enzyme gene of the subunit I of cytochrome c

¹(Lepidoptera: Crambidae)

²Centro de Biotecnología Genómica, Instituto Politécnico Nacional, Reynosa, Tamaulipas, México 88710.

³INIFAP, Campo Experimental Rio Bravo. Apartado Postal 172, Rio Bravo, Tamaulipas, México 88900.

⁴Escuela de Biociencias, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia Calle 59ª # 63-20.

*Corresponding author: garciaciprian@hotmail.com

oxidase (COI) of the DNA mitochondrial. *Diatraea considerata* Heinrich, *D. grandiosella* Dyar, and *Eoreuma loftini* (Dyar) were identified with their distribution in north zone (Los Mochis) and central zone (El Dorado) of sugarcane area. The nucleotide sequences of these species were compared in GenBank, had a similarity to *D. considerata* 99% (673 bp) (acc. No. KP259614), *D. grandiosella* 97% (647 bp) (acc. no. KP259615), and *E. loftini* 99% (645 bp) (acc. no. KP259616). An Analysis of Maximum Likelihood (ML) was done to determine the proximity between these species, founding that the sequences correspond to these same species reported in GenBank, with a confidence of 96% to *D. considerata*, 88% to *E. loftini*, and 100% to *D. grandiosella*, giving certainty to the identification of these species distributed in this area. This information is basic for the implementation of future strategies for biological control of these pests in Sinaloa.

Introducción

La producción de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en México asciende a 54 millones de ton de caña y 6 millones de ton de azúcar en 790,000 ha de caña cultivada anualmente (CONADESUCA 2014). Uno de los factores limitantes para el cultivo de la caña de azúcar en el país son los barrenadores del tallo, los cuales se encuentran distribuidos en todas las zonas cañeras de México (Rodríguez del Bosque et al. 2014). Los géneros de importancia económica son *Diatraea* y *Eoreuma*, estas ocasionan pérdidas en producción de 2 a 10 ton de caña por ha (Rodríguez del Bosque y Vejar-Cota 2008, Rodríguez del Bosque et al. 2014).

En Sinaloa, esta plaga causa pérdidas económicas de 100 millones de pesos en 25 mil ha de cultivo cada año (Rodríguez del Bosque y Vejar-Cota 2008). Un problema para los productores cañeros en el Estado es la movilización de nuevas especies de barrenadores (Rodríguez del Bosque y Pantaleón-Paulino 2012, Rodríguez del Bosque et al. 2014). Aunque la biología y ecología de los barrenadores es similar, algunos hábitos como sitios de oviposición y de alimentación son diferentes entre las especies de los géneros *Diatraea* y *Eoreuma* (Leerdam et al. 1986, Smith et al. 1993, Rodríguez del Bosque et al. 2014), lo que limita la implementación de estrategias de manejo de esta plaga, principalmente en la selección y establecimiento de parasitoides (Wiedenmann et al. 2003, Rodríguez del Bosque et al. 2014).

Rodríguez del Bosque et al. (2014) generaron información sobre las especies de barrenadores de importancia económica en México, así como su distribución y estrategias de manejo; sin embargo, las técnicas para la separación de especies son escasas, debido a que comparten características similares, principalmente en los estados de huevo, larva y pupa (Agnew et al. 1988, Riley y Solis 2005, Passoa 2014). Bleszynski (1969) provee información detallada para identificar adultos de barrenadores mediante el análisis de los genitales, lo que le da mayor precisión a la identificación de la especie para la selección de agentes de control biológico apropiados y el uso de estrategias de manejo específicas. Agnew et al. (1988) compararon especies de barrenadores que han sido confundidas, y señalan que el uso de los genitales del macho proporcionó suficiente evidencia para la separación de especies. Vargas et al. (2013) describieron a tres especies de barrenadores del Valle del Río Cauca en Colombia, y mencionando que la separación de especies en estado de pupa y los genitales del macho proporcionan evidencia suficiente para su identificación.

Hebert et al. (2003) lograron la identificación exitosa de 200 especies de Lepidoptera, con lo cual propusieron un sistema de identificación de especies mediante la secuenciación del gen de la subunidad I de la citocromo c oxidasa (COI) del ADN mitocondrial (ADNmt) que definieron como “Código de barras”. Actualmente existen numerosos trabajos de secuenciación del gen COI del ADNmt de insectos (Hajibabaei et al. 2006). Lanteri (2007) y Jinbo et al. (2011) mencionan que la secuenciación de una fracción del COI no sustituye la taxonomía alfa o la filogenia, pero ayuda a agilizar las tareas de identificación en cualquier estado de desarrollo del insecto. Por lo anterior, el presente trabajo tuvo por objetivo: identificar morfológica y molecularmente a las especies de barrenadores de la caña de azúcar distribuidas en las regiones cañeras del norte y centro de Sinaloa.

Materiales y Métodos

Obtención de los Insectos. De agosto de 2013 a marzo de 2014, se realizaron colectas del barrenador del tallo en dos zonas cañeras del estado de Sinaloa, 23 sitios de muestreo en el norte (Los Mochis, 25° 42' - 25° 53' N, 108° 53' - 109° 14' O; 5-20 msnm) y 5 en el centro (El Dorado, 24° 21' - 24° 36' N; 107° 14' - 107° 27' O; 9-32 msnm) (Fig. 1). En una parcela de cada sitio se tomaron 100 tallos con síntomas de daño por barrenadores, los cuales se cortaron longitudinalmente. Después las larvas y/o pupas fueron extraídas y colocadas individualmente en cajas de plástico de 6 cm de diámetro para transportarlas al laboratorio. Se colectaron 1,325 larvas y 211 pupas del barrenador en ambas zonas cañeras del estado, a una altitud de 5 a 32 msnm. Algunas larvas se conservaron en alcohol etílico absoluto para utilizarlas en la caracterización molecular, y otras se alimentaron con dieta artificial modificada para obtener adultos (Badilla et al. 1994) (313 adultos, 180 machos, y 133 hembras), los cuales fueron conservados en alcohol al 70% para el análisis de los genitales. Los especímenes identificados se encuentran depositados en la colección de referencia del CIIDIR Sinaloa.

Extracción y Montaje de Genitales. Los adultos se separaron por localidad, especie y sexo. A los machos se les cortó la parte distal del abdomen y esta se colocó en un tubo de 2.0 mm con KOH al 10% para ponerlo en baño maría a 80°C por 20 min, se dio un lavado con agua destilada y se deshidrató en alcohol absoluto. A los genitales se le eliminó el excedente de tejido circundante y se separaron las estructuras bajo el microscopio estereoscópico a 40X, después se montaron en bálsamo de Canadá. Se utilizaron las estructuras genitales del macho por ser las que permiten la diferenciación entre las especies de barrenadores (Agnew et al. 1988, Vargas et al. 2013). Para la separación de especies se utilizó la clave de Bleszynski (1969). Las fotografías de los genitales se tomaron con un microscopio Carl Zeiss Primo Star® a 4X, con una cámara digital AxioCamERC5s® integrada y un estereoscopio Carl Zeiss Discovery V8® a 10, 20, y 40X.

Para determinar la distribución de los barrenadores se tomó el número promedio de cada especie por cada parcela muestreada en cada zona cañera. Después se hizo una separación de medias del número de larvas colectadas mediante la prueba de t ($P < 0.05$) (SAS Institute 2009).

Caracterización Molecular. A cada larva de barrenador se le cortó un segmento de 2 mm de la región cefálica y se colocó en un tubo de 1.5 ml a -70°C por 30 min. Para la extracción del ADN se utilizó el kit comercial Promega (Wizard® Genomic DNA Purification Kit A1120, Madison, WI). La amplificación de

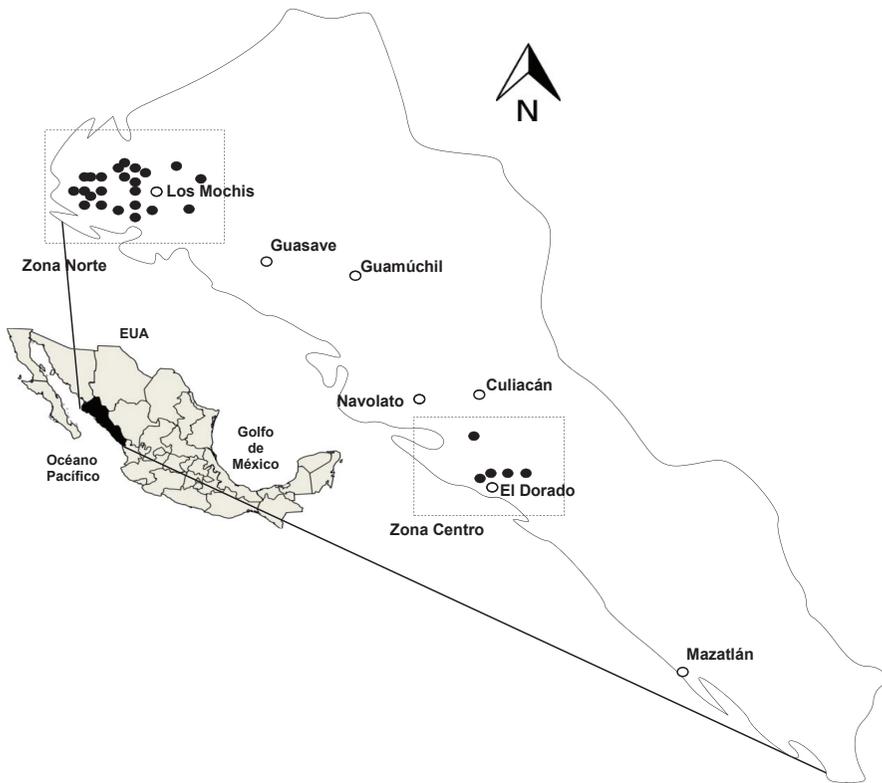


Fig. 1. Sitios de muestreo de barrenadores de la caña de azúcar en Sinaloa, México.

Fig. 1. Sampling sites of sugarcane borers in Sinaloa, Mexico.

la región COI del ADNmt se hizo en un termociclador (Veriti® 384-Well Thermal Cycler, Applied Biosystems®, Hercules, CA). Se utilizaron los primers LCO1490 (5'-GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG-3') y HCO2198 (5'-TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA-3') propuestos por Folmer et al. (1994) y Hebert et al. (2003). La reacción de PCR consistió en 5 µl de Buffer GoTaq® 1X, 0.5 µl de la mezcla de dNTP's 0.2 mM, 1.0 µl de cada primer 0.2 mM, 0.25 µl de ADN polimerasa GoTaq® 1.25 U, 16.25 µl de agua ultra pura y 1 µl del ADN molde para obtener un volumen total de 25 µl. La amplificación se realizó en dos fases, la primera consistió en un ciclo de desnaturalización inicial (1 min a 94°C), cinco ciclos (1 min a 94°C), alineación (1.5 min a 45°C), y extensión (1.5 min a 72°C). La segunda fase fue de 35 ciclos (1 min a 94°C), alineación (1.5 min a 50°C), y extensión (1 min a 72°C), y una extensión final (5 min a 72°C) (Hebert et al. 2003). Se incluyó una muestra positiva (ADN de *D. considerata* del Centro de Biotecnología Genómica) y una negativa (mezcla de los reactivos sin ADN). Cada producto de la PCR fue limpiado con Exo-SAP IT® (Santa Clara, CA) por

incubación a 37 y 80°C por 15 min en cada temperatura. Para la reacción de secuenciación se utilizó un kit comercial (Big Dye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing, NimaGen, The Netherlands) y se purificó con un kit comercial (Big Dye® X-Terminator Purification). La secuenciación se realizó en un equipo automatizado ABI 3130 (Applied Biosystems®).

Análisis de Datos. Las secuencias obtenidas fueron ensambladas en el programa Lasergene SeqMan Pro® (Dnastar®, Boston, MA) y alineadas en el programa Clustal W 2.1, y luego se compararon con las secuencias del National Center for Biotechnology Information con el programa BLAST (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov>). La información de las secuencias del COI del ADNmt se subieron a la base de datos del GenBank con los números de acceso KP259614 (*D. considerata*), KP259615 (*D. grandiosella*), y KP259616 (*E. loftini*).

Además se compararon 30 secuencias de barrenadores del GenBank con una longitud de 614 pb con las secuencias de las especies de barrenadores de este trabajo, obteniendo así un árbol de genes mediante el algoritmo de Máxima Verosimilitud (ML) (Guindon y Gascuel 2003) con el programa Mega 6 (Tamura et al. 2013). Este árbol se utilizó para visualizar las secuencias obtenidas en este trabajo junto con las secuencias obtenidas del GenBank de estas especies, y confirmar con esto la identidad y variabilidad genética del material colectado.

Resultados y Discusión

Identificación de Especies de Barrenadores. Las especies identificadas fueron *Diatraea considerata* Heinrich, *D. grandiosella* Dyar, y *Eoreuma loftini* (Dyar) (Fig. 2). Lo anterior confirma la presencia de estas especies con reportes previos para el estado (Vejar-Cota et al. 2005, Rodríguez del Bosque y Vejar-Cota 2008). Con base en los estudios de Bleszynski (1969) y Agnew et al. (1988), y considerando el estudio de las características morfológicas de los genitales del macho se elaboró la siguiente clave pictórica para la separación de especies de barrenadores de Sinaloa.

CLAVE BASADA EN LOS GENITALES DEL MACHO PARA SEPARAR ESPECIES DE BARRENADORES DE LA CAÑA DE AZUCAR EN SINALOA, MEXICO.

1. Lóbulo lateral del tegumen presente (Fig. 2-A3)..... *D. considerata*
- Lóbulo lateral del tegumen ausente (Fig. 2-B3, 2-C3)..... 2
2. Valva simétrica con una espina subapical en los brazos laterales de la juxta (Fig. 2-B2) *D. grandiosella*
- Valva asimétrica con el proceso costal derecho truncado y ensanchado distalmente, el proceso costal izquierdo ligeramente reducido en el centro y curvado hacia el interior (Fig. 2-C2)..... *E. loftini*

Diatraea considerata se encontró en todas las parcelas muestreadas durante los muestreos (n = 1,097 larvas), obteniéndose un promedio de 43.2 ± 12.2 larvas en la zona cañera norte y de 20.6 ± 8.2 larvas en la zona cañera centro. Los genitales del macho de *D. considerata* se caracterizan por presentar los lóbulos del tegumen redondeados en forma de dedo (Bleszynski 1969), característica que puede utilizarse para separarla de *D. grandiosella* y *E. loftini* en el estado adulto (Fig. 2A-3).

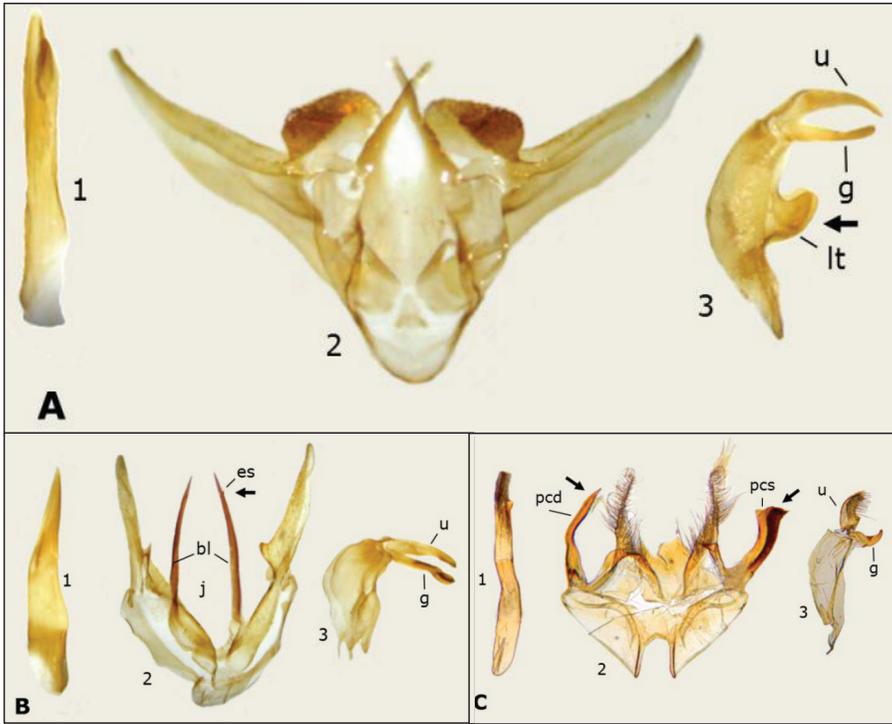


Fig. 2. Genitales ♂, A. *Diatraea considerata*, B. *D. grandiosella* y C. *Eoreuma loftini*. Estructuras clave: 1) Aedeagus; 2) Valvas, juxta (j), brazos laterales (bl), espina subapical (es), proceso costal dextral (pcd), proceso costal sinistral (pcs); 3) Tegumen, uncus (u), gnathos (g), lóbulo lateral tegumenal (lt).

Fig. 2. Genitalia ♂, A. *Diatraea considerata*, B. *D. grandiosella* and C. *Eoreuma loftini*. Key structures: 1) Aedeagus; 2) Valvae, juxta (j), lateral arms (bl), subapical spine (s), dextral costal process (pcd), sinistral costal process (pcs); 3) Tegumen, uncus (u), gnathos (g), lateral tegumenal lobes (lt).

Por otro lado, *D. grandiosella* ($n = 113$ larvas) se encontró en todas las parcelas muestreadas de la zona cañera centro (18.8 ± 6.4 larvas), mientras que en la zona cañera norte solo se encontró en 6 de las 23 parcelas (0.8 ± 2.2 larvas). La característica principal para distinguir esta especie es la ausencia del lóbulo teguminal y la presencia de una espina subapical en los brazos de la juxta de los genitales (Fig 2B-2).

Eoreuma loftini se encontró en 27 de las 28 parcelas muestreadas en ambas zonas cañeras ($n = 115$ larvas). Esta especie se distingue de *Diatraea* debido a la forma asimétrica de las valvas de los genitales del macho, así como en la forma de los procesos costales (Fig. 2C-2).

Caracterización Molecular. Se obtuvo el producto de la PCR del gen COI del ADN de *D. considerata*, *D. grandiosella*, y *E. loftini*. Las secuencias de nucleótidos obtenidos de cada especie se observan en la Fig. 3. Estas secuencias

conducen con las registradas en el GenBank, obteniéndose una similitud del 99% para *D. considerata* (673 pb) y *Eoreuma loftini* (645 pb), respectivamente, y del 97% para *D. grandiosella* (647 pb).

El árbol de Máxima Verosimilitud (ML) (Fig. 4) agrupó la secuencia Seq1 de la especie *D. considerata* con 96% de confianza, la secuencia Seq3 de la especie

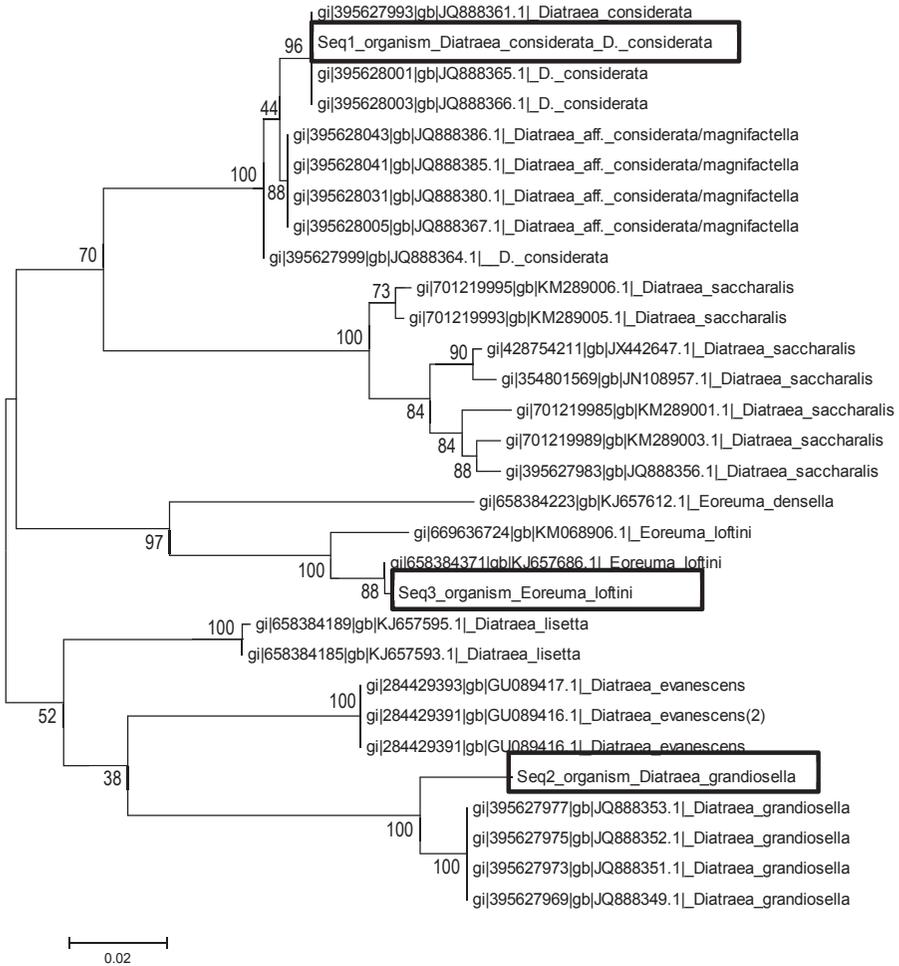


Fig. 4. Árbol de Máxima Verosimilitud de las secuencias obtenidas de *Diatraea considerata* (Seq1), *Diatraea grandiosella* (Seq2), y *Eoreuma loftini* (Seq3), y secuencias reportadas en el GenBank.

Fig. 4. Maximum likelihood tree of sequences obtained of *Diatraea considerata* (Seq1), *Diatraea grandiosella* (Seq2), and *Eoreuma loftini* (Seq3), with sequences reported in GenBank.

E. loftini con un 88% y *D. grandiosella* con 100%. Estas con sus respectivos grupos de secuencias provenientes del GenBank.

Estos resultados corroboraron la identificación precisa de estas tres especies de barrenadores distribuidas en las zonas cañeras norte y centro de Sinaloa. Este método para la identificación de barrenadores es básico para la implementación de futuras estrategias de control biológico de estas plagas en Sinaloa.

Agradecimiento

Se agradece a CONACyT México por la beca (357687), Química Internacional Aplicada S.A. de C.V. y al equipo de trabajo del Laboratorio de Biotecnología Ambiental del Centro de Biotecnología Genómica por el apoyo durante la estancia en Reynosa, Tamaulipas. Este estudio fue financiado a través del proyecto multidisciplinario IPN-SIP 20140409.

Referencias Citadas

- Agnew, C. A., L. A. Rodríguez del Bosque, and J. W. Smith, Jr. 1988. Misidentification of Mexican stalkborers in the subfamily Crambinae (Lepidoptera: Pyralidae). *Folia Entomol. Mex.* 75: 63-75.
- Badilla, F., A. I. Solís, y D. Alfaro. 1994. Manual de producción del parasitoide *Cotesia flavipes* para el control biológico de los taladradores de la caña de azúcar *Diatraea* spp. en Costa Rica. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), Costa Rica.
- Bleszynski, S. 1969. The taxonomy of the Crambine moth borers of sugar cane, pp. 11-59. In J. R. Williams, J. R. Metcalfe, R. W. Montgomery, and R. Mathes [eds.], *Pests of Sugar Cane*. Elsevier Pub. Co., New York.
- CONADESUCA. 2014. Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar, campo y fábrica Zafra 13-14, Sistema INFOCaña. Consultado el 10 de Septiembre de 2014. www.conadesuca.org.mx.
- Folmer, O., M. Black, W. Hoeh, R. Lutz, and R. Vrijenhoek. 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Mol. Mar. Biol. Biotech.* 3: 294-299.
- Guindon, S., and O. Gascuel. 2003. A simple fast and accurate method to estimate large phylogenies by maximum-likelihood. *Syst. Biol.* 52: 696-704.
- Hajibabaei, M., D. H. Janzen, J. M. Burns, W. Hallwachs, and P. D. N. Hebert. 2006. DNA barcodes distinguish species of tropical Lepidoptera. *P. Natl. Acad. Sci. USA* 13: 968-971.
- Hebert, P. D. N., A. Cywinska, S. L. Ball, and J. R. de Waard. 2003. Biological identification through DNA barcodes. *Proc. R. Soc. B.* 270: 313-321.
- Jinbo, U., T. Kato, and M. Ito. 2011. Current progress in DNA barcoding and future implications for entomology. *Entomol. Sci.* 14: 107-124.
- Lanteri, A. A. 2007. Código de barras del ADN y sus posibles aplicaciones en el campo de la entomología. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 66: 15-25.
- Leerdam, M. B., J. R. Johnson, y J. W. Smith, Jr. 1986. Ovipositional sites of *Eoreuma loftini* (Lepidoptera: Pyralidae) in sugarcane. *Environ. Entomol.* 15: 75-78.

- Passoa, S. C. 2014. Morphological guide to known species of *Diatraea* intercepted at U.S. ports of entry from Mexico, pp. 3. In T. M. Gilligan and S.C. Passoa [eds.], LepIntercept, An identification resource for intercepted Lepidoptera larvae. Identification Technology Program (ITP), USDA/APHIS/PPQ/S&T, Fort Collins, CO. [accessed at www.lepintercept.org].
- Riley, D. R., and A. Solis. 2005. Keys to immatures of the sugarcane borer and neotropical cornstalk borer from Tamaulipas, Mexico, intercepted on corn in southeastern Texas. *Southwest. Entomol.* 30: 35-39.
- Rodríguez del Bosque, L. A., and G. Pantaleón-Paulino. 2012. *Eoreuma loftini* (Lepidoptera: Crambidae) expanded its geographical range into Southern Veracruz and Northern Oaxaca, Mexico. *Southwest. Entomol.* 37: 525-527.
- Rodríguez del Bosque, L. A., y G. Vejar-Cota. 2008. Barrenadores del tallo (Lepidoptera: Crambidae) del maíz y caña de azúcar, pp. 9-22. In H. C. Arredondo Bernal y L. A. Rodríguez del Bosque [eds.], Casos de Control Biológico en México. Ed. Mundi-Prensa, México-España.
- Rodríguez del Bosque, L. A., G. Vejar-Cota, I. Vázquez-López, J. A. Villanueva-Jiménez, J. López-Collado, R. Alatorre-Rosas, y F. Hernández-Rosas. 2014. Plagas, pp. 147-186. In H. Mata-Vázquez; L. A. Rodríguez del Boque, V. H. Rodríguez-Morelos, y E. Vázquez-García [eds.], Manejo Integral de Caña de Azúcar. SAGARPA-INIFAP-UANL.
- SAS Institute. 2009. STAT/SAS User's Guide, release 9.0. ed. SAS Institute, Cary, NC.
- Smith, Jr., J. W., R. N. Wiedenmann, and W. A. Overholt. 1993. Parasites of lepidopteran stemborers of tropical gramineous plants. ICIPE Science Press, Nairobi, Kenya.
- Tamura, K, G. Stecher, D. Paterson, A. Filipski, y K. Kummar. 2013. Mega 6. Molecular Evolutionary Genetic Analysis Version 6.0. *Mol. Biol. Evol.* 30: 2725-2779.
- Vargas, G., L. A. Lastra, and M. A. Solis. 2013. First record of *Diatraea tabernella* (Lepidoptera: Crambidae) in the Cauca River Valley of Colombia. *Fla. Entomol.* 96: 1198-1201.
- Vejar-Cota, G., N. E. Echeverria, and L.A. Rodríguez-del-Bosque. 2005. Parasitism and development of *Conura acuta* (Hymenoptera: Chalcididae) on sugarcane stalkborers (Lepidoptera: Crambidae) in Mexico. *Env. Entomol.* 34: 1122-1128.
- Wiedenmann, R. N., J. W. Smith, Jr., and L.A. Rodríguez del Bosque. 2003. Host suitability of the new world stalkborer *Diatraea considerata* for three Old World *Cotesia* parasitoids. *BioControl* 48: 659-669.