



A1-304 El complejo gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) y su relación con el suelo y el manejo agrícola

Paulette Huelgas Marroquín¹, Marta Astier Calderón², John Larsen¹, Miguel Nájera Rincón³, Ek del-Val de Gortari¹.

¹Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad-UNAM. ²Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental-UNAM. ³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. phuelgas@cieco.unam.mx; mastier@ciga.unam.mx; jlarsen@cieco.unam.mx; najera.miguel@inifap.gob.mx; ekdelval@cieco.unam.mx

Resumen

El término *gallina ciega* designa a las larvas de 1179 especies de escarabajos, principalmente de la familia Melolonthidae en México, algunas de las cuales son consideradas plaga. La identificación de la especie (o género) y con ello sus hábitos generales (rizófagas estrictas, facultativas, o saprófitas), las características del suelo y el manejo agrícola que inciden en la diversidad son puntos fundamentales para diseñar estrategias de control agroecológicas. Hoy, gracias a la estadística multivariada, es posible indagar más sobre los factores que afectan a las comunidades de insectos. El objetivo de este trabajo fue estudiar cuáles variables resultan más relevantes en la incidencia de gallina ciega. Las características del suelo relacionadas con la zona donde se encuentran las parcelas son el factor más relevante en la incidencia total de las larvas y en la ordenación de parcelas; sin embargo, el tipo de manejo parece ser más importante en términos de riqueza de especies.

Palabras clave: Melolontidos; plaga; riqueza; maíz; análisis-estadístico.

Abstract

Gallina ciega is the name of more than 1179 species of beetles mainly of Melolonthidae family in Mexico, some of which are considered pests. The identification of the species (or genus) and their general habits (strict or facultative rhizophagous, or saprophytes), and the soil characteristics and agricultural management that affect the diversity, are key points to design agroecological strategies of control. Today, thanks to statistical tools, we find out more about relationships and factors affecting communities of these insect. The objective of this work was to study which factors are determinant for *gallina ciega* incidence. Soil characteristics related to the area are the most important factor in the overall larvae incidence and in ordination of plots; however the type of management seems to be more important in terms of species richness.

Keywords: Melolonthids; pest; diversity; corn; statistical-analysis.

Introducción

El complejo gallina ciega (CGC) es el nombre que se utiliza en México para designar la etapa larval de 1179 especies de escarabajos principalmente de la familia Melolonthidae (Morón *et al.*, 2014). Los géneros presentes dentro del complejo son distintos en cada localidad y cambian de acuerdo a la sucesión natural o en respuesta a las modificaciones introducidas por la actividad humana. De las numerosas especies que han sido reportadas en hábitats naturales, sólo algunas especies han podido establecerse en suelos perturbados por la agricultura (Morón *et al.*, 1997, Smith y Evans, 2005).

Se considera que el CGC está asociado con pérdidas económicas importantes, algunas aproximaciones sugieren que puede causar daños de hasta el 15% en el cultivo de maíz; según otros autores las larvas pueden reducir la producción de grano en 1.3 t/ha (Arguello, *et al.*, 1999). A pesar de la problemática que la gallina ciega constituye, no existen recomendaciones viables para su control, en gran medida, debido a la falta de conocimiento de la especie que está causando daño, sus hábitos generales y en consecuencia un método para combatirla (Aragón y Morón, 2004). La mayoría de los estudios reportan a las larvas como pertenecientes al género *Phyllophaga*, a pesar de que las especies edafícolas en México pertenecen a 68 géneros (Morón, 2003).

Existen diversos trabajos que sugieren que existen factores relacionados con el manejo agrícola que determinan la composición del CGC, por ejemplo el contenido de materia orgánica en el suelo o la irrigación (Pérez-Agis *et al.*, 2008; Rodríguez del Bosque *et al.*, 1995; Morón *et al.*, 2001; Morón, 2010); sin embargo, son pocos los estudios que correlacionan factores agroclimáticos con géneros o especies de estos insectos (Díaz *et al.*, 2006). En este sentido, los objetivos de este trabajo fueron: 1) explorar mediante un análisis de componentes principales (PCA) la agrupación de las parcelas para determinar una posible aglomeración por características del suelo o por manejo agrícola; 2) evaluar qué factor (suelo o el manejo) resulta más importante en la incidencia de gallina ciega y 3) determinar qué características del suelo se asocian con la abundancia de los géneros de larvas.

Metodología

El sitio de estudio se localiza en la comunidad de Napízaro, municipio de Erongarícuaro en Michoacán, México, a 19°36'N 101°43'O, a 2,100 msnm y con topografía variada. El clima es templado con temperatura media anual de 15°C y precipitación media anual de 1,040 mm, principalmente en los meses de junio a octubre (del-Val *et al.*, 2013).

Caracterización del manejo del cultivo. Las parcelas (señaladas con una P) con cultivo de maíz fueron manejadas durante cuatro años bajo tres sistemas agrícolas diferentes: sistema rotación de cultivos (SRC), sistema de fertilización orgánica (SFO) y sistema de cultivo convencional (SCC); cada uno representado por cuatro parcelas, la caracterización de manejos se realizó mediante entrevistas semiestructuradas. Cabe señalar que debido a las prácticas agrícolas propias de la zona y a la necesidad de seleccionar parcelas con sistemas de manejo similares, las 12 parcelas utilizadas para el muestreo se encontraban distribuidas en cuatro zonas diferentes dentro de Napízaro (Tabla 1).

TABLA 1. Distribución de parcelas, zonas y manejo.

Zona	Manejo
La Presa (Z1)	SFO (P1 y P2)
La Joya (Z2)	SCC (P3, P4 y P6) y SFO (P5)
La Cuateramba (Z3)	SRC (P7, P8, P9 y P10)
El Panteón (Z4)	SFO (P11) y SCC (P12)

Caracterización de suelos. Para evaluar la composición de los suelos se homogenizaron nueve muestras por cada parcela, tomadas en forma de zigzag con nucleadores edafológicos a lo largo del terreno y posteriormente se mezclaron para obtener una muestra compuesta. Se realizaron análisis de: textura (arena, arcilla y limo), densidad aparente (DenApar), capacidad de campo (CapacCampo), punto de saturación, pH, materia orgánica (MO), carbono total, nitrógeno asimilable, fósforo asimilable o de Bray (PBray), carbonatos

totales, bases intercambiables (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+), minerales y micronutrientes (Ca, Mg, Na, K, Fe, Co, Mn, Zn) y se calculó la capacidad de intercambio catiónica (CIC).

Muestreo e identificación de larvas y adultos. El muestreo de larvas se realizó cada mes durante el ciclo primavera-verano 2013, de junio a octubre. De cada parcela se tomaron cinco muestras elegidas al azar mediante cepellones de 30x30x30 cm. La tierra de cada cepellón se revisó cuidadosamente para separar las larvas presentes, cada larva fue colocada en un recipiente de plástico con suelo proveniente del lugar de colecta, se utilizaron trozos de zanahoria previamente lavados para la alimentación de las larvas (Rodríguez del Bosque *et al.*, 1995). La identificación de morfoespecies y géneros de larvas se realizó mediante observaciones del raster y de epifaringe con la asesoría del MSc. Miguel Nájera. Algunas de las larvas se fijaron en solución Pampel y algunas otras se criaron hasta alcanzar el estado adulto para determinar la especie a la que pertenecen. Para la identificación de adultos del género *Phyllophaga* se utilizaron las claves dicotómicas de Morón (1986). Para seleccionar las características del suelo que ordenan las parcelas, se realizaron dos análisis de componentes principales (PCA), el primero considerando todas las variables del suelo y el segundo seleccionando sólo aquellas que mostraron los coeficientes más importantes dentro de los dos primeros componentes en el primer PCA, este último es el que se muestra en la Figura 1.

El análisis de correspondencia canónica (CCA) se utilizó para analizar las relaciones entre especies y características del suelo con la finalidad de determinar posibles factores abióticos que determinan las comunidades del CGC. Para establecer si existen diferencias significativas entre el número total de larvas se utilizó un modelo lineal generalizado (GLM) por zona, y otro por manejo. Por otra parte, con los datos de presencia y ausencia de géneros se realizó un análisis de conglomerados usando el índice de similitud de Jaccard y el método del vecino más lejano.

Resultados y discusiones

Características del suelo y manejo agrícola. El PCA mostró que las parcelas se ordenan en relación a la zona donde se encuentran y no con el manejo agrícola que reciben, las parcelas de La Cuateramba (Z3, marcadas con el círculo verde) se diferencian por sus valores de materia orgánica, capacidad de campo, pH y manganeso, principalmente (Fig. 1). Se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los dos grandes grupos para las variables anteriores.

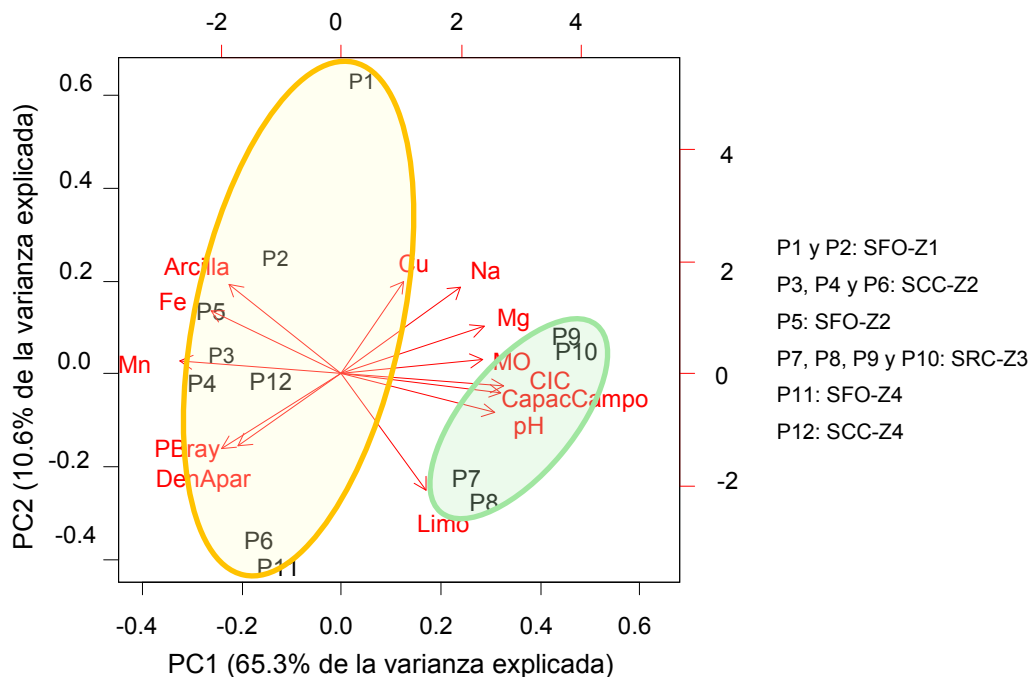


FIGURA 1. PCA de variables del suelo seleccionadas. El círculo verde corresponde a las parcelas ubicadas en la Cuateramba (Z3) y el círculo naranja al resto de las parcelas.

Debido a que en la Z3 se lleva a cabo la rotación de cultivo (SRC) y que se trata de una “zona de jugo” por la evaporación de agua del lago de Pátzcuaro, las variables que la diferencian del resto de zonas deben estar relacionadas tanto con su origen como con las prácticas agrícolas que ahí se realizan. Cuando se analicen datos sobre comunidades de plagas es relevante considerar las características propias del suelo (zonas) además de los sistemas agrícolas que se estén estudiando.

Características del suelo y géneros de gallina ciega. Una vez que se analiza el PCA es posible seleccionar una serie de variables con la finalidad de simplificar análisis posteriores, en este caso el CCA. De acuerdo con este análisis preliminar, la capacidad de campo (CapCam) y la materia orgánica (MO) se asocian con el género *Macroductylus*, y a su vez todas estas variables con las parcelas 7, 8, 9, 10, 11 y 12 las cuales se encuentran en las zonas Z3 y Z4. Por otra parte, el manganeso (Mn) y el hierro (Fe) se asocian con los demás géneros en las parcelas 1, 2, 3, 5, 6 y 7 en las zonas Z1 y Z2. Nuevamente, no se encontró que las parcelas se agruparan de acuerdo al tipo de manejo agrícola (Figura 2).

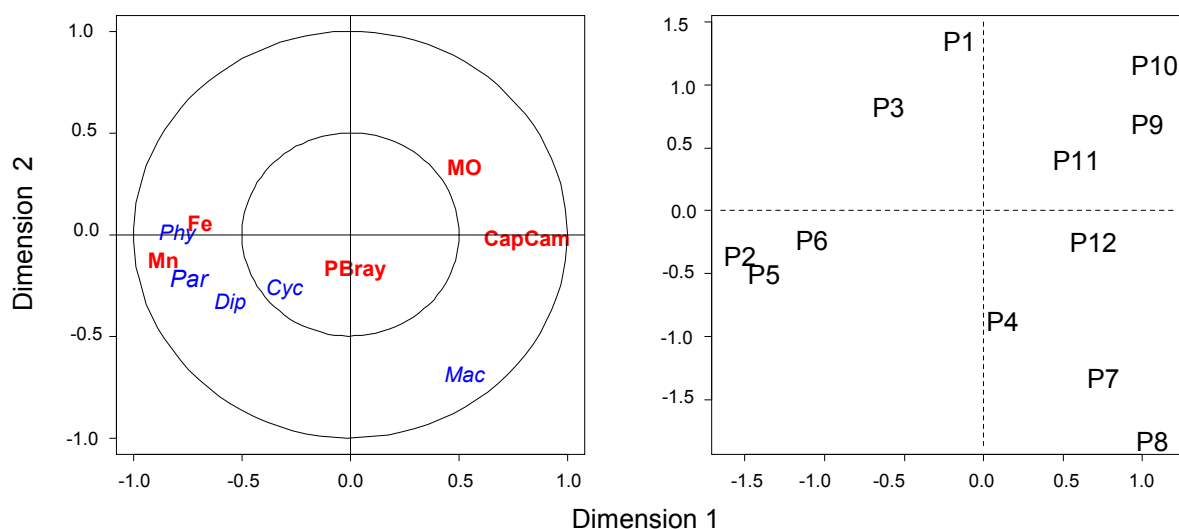


FIGURA 2. CCA basado en géneros de gallina ciega y variables ambientales. Las variables aparecen en la figura izquierda (características del suelo y especies) y los sitios del lado derecho.

Estos datos sugieren que algunas variables ambientales pueden ser útiles como indicadores de presencia o incidencia de géneros de gallina ciega, sin embargo, se requiere más investigación para determinar si la relación que se observa tiene un fundamento biológico.

Incidencia de gallina ciega. Para establecer el efecto de la zona y el manejo agrícola, los datos de incidencia total de larvas se analizaron mediante modelos lineales generalizados (GLM). En el modelo por manejo se encontró una diferencia marginalmente significativa entre los tratamientos orgánico (SFO) y de rotación (SRC) ($p=0.0523$); en el modelo por zonas se encontraron diferencias significativas ($p<0.05$) entre La Presa y La Joya con las zonas de La Cuateramba y El Panteón, en las dos primeras zonas la incidencia fue significativamente mayor. En la comparación entre modelos, el modelo por zona resultó mejor que el de manejo, los valores de R^2_m indican que el modelo por zona (Mes y Zona)

explica 74% de la varianza, mientras que el modelo por manejo (Mes y Manejo) explica el 49% de la varianza (Tabla 2).

TABLA 2. Criterios de comparación de modelos.

	Modelo por manejo	Modelo por zona
AIC	361.18	354.42
logLik	-158.59	-151.21
R ² m	0.493	0.742

De acuerdo con estos resultados podemos concluir que tanto la zona como el manejo resultan factores importantes en la incidencia total de gallina ciega a lo largo del ciclo; sin embargo, la zona parece tener un efecto más importante que el manejo. Esto coincide con los resultados del PCA donde se encontró que la zona es más importante en la ordenación de las parcelas.

Finalmente, el análisis de conglomerados se utilizó para evaluar datos de presencia/ausencia (riqueza) de géneros. Se encontró que existe un alto recambio de géneros entre las parcelas; los dos grandes grupos que se forman difieren entre sí en un 60%. Las parcelas bajo cultivo convencional (SCC) están agrupadas con un valor de disimilaridad de 20%, y se trata del grupo de parcelas más similares entre sí. En todas las parcelas estuvo presente el género *Phyllophaga*. Tres de las cuatro parcelas bajo manejo orgánico (SFO) no mostraron la presencia de *Cyclocephala*, además este grupo de parcelas es el que muestra más variación. Por otra parte todas las parcelas de SRC, registraron la presencia de *Macroductylus* (Fig. 3).

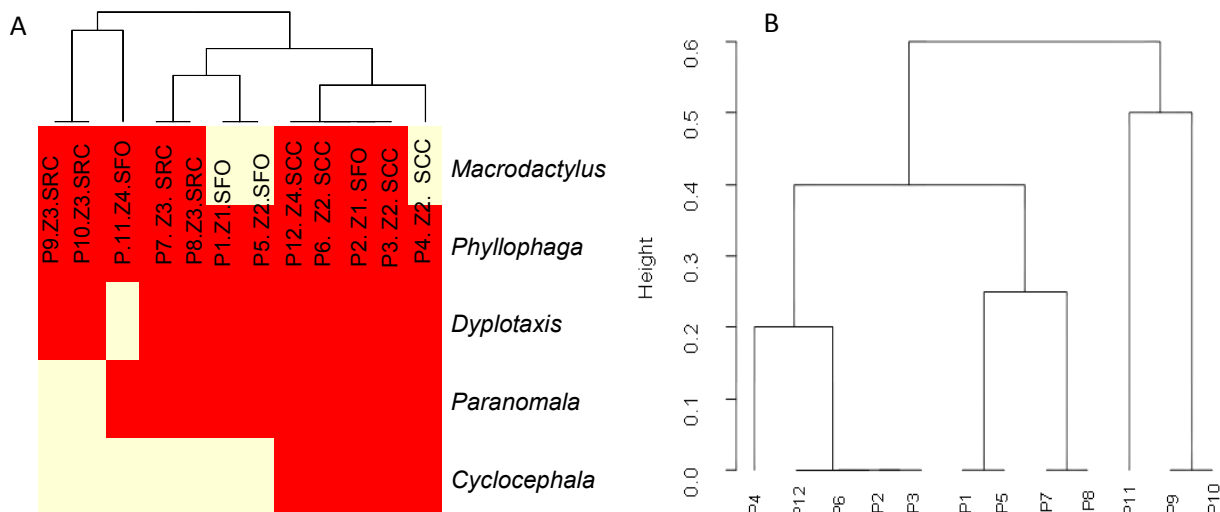


FIGURA 3. A. Mapa de calor por géneros. El color rojo significa presencia y el amarillo ausencia. Z1, Z2, Z3 y Z4 se refieren a las zonas donde se ubica cada parcela. B. Análisis de conglomerados.

Conclusiones

Las características del suelo pueden ser más relevantes que aquellas impuestas por el tipo de manejo al hablar de incidencia total de larvas; sin embargo el sistema de cultivo convencional (SCC) genera parcelas más parecidas entre sí en términos de

presencia/ausencia de géneros de gallina ciega lo que podría resultar en una mayor incidencia de plagas y daño al cultivo. El análisis multivariado es fundamental para entender y explorar la relevancia de diversas variables ambientales en el establecimiento de comunidades.

Agradecimientos

A los agricultores de Napízaro por su apoyo y disposición a compartir el conocimiento, a Claudio Meléndez por el trabajo en campo y el apoyo en los análisis estadísticos. Al CONACyT por la beca otorgada.

Referencias bibliográficas

- Aragón GA & MA Morón (2004). Un método de cría para “gallinas ciegas” rizófagas del género *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthidae). En Cría de Insectos plaga y organismos benéficos. B. Figueroa S. Director. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 109:115.
- Argüello H; O Cáceres & MA Morón (1999). Guía ilustrada para identificación de especies de gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) presentes en las principales zonas agrícolas de Nicaragua. PROMIPAC– Nicaragua, Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras. 18:19.
- del-Val E, E Arnes, JA Gaona & M Astier (2013). Incidencia de gallina ciega, sistemas de manejo campesinos y variabilidad climática en la comunidad de Napízaro, Michoacán, México. *Agroecología*. (8) 53:62.
- Díaz P, MB Nájera, R Lezama, O Rebolledo, HE Flores & JA Martínez (2006). Especies de gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) y su asociación con factores agroclimáticos y de manejo del maíz en los altos de Jalisco, México. *Fitosanidad*, 10(3): 209-215.
- Morón, MA (1986). El género *Phyllophaga* en México. Morfología, Distribución y Sistemática Supraespecífica (Insecta: Coleoptera). Publ. 20. Instituto de Ecología. México. 342 pp.
- Morón MA, BC Ratcliffe & C Deloya (1997). Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera Lamellicornia. Volumen 1. Familia Melolonthidae. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Sociedad Mexicana de Entomología, México, 280.
- Morón MA (2001). Larvas de escarabajos del suelo en México (Coleoptera: Melolonthidae). *Acta Zoológica Mexicana* (n.s) Num.Esp 1:111-130.
- Morón MA (2003). Diversidad, distribución e importancia de las especies de *Phyllophaga Harris* en México (Coleoptera: Melolonthidae). En Aragón-García A, MA Morón y A Marín-Jarillo (eds.) Estudios sobre coleópteros del suelo en América. Publicación Especial Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. Páginas 1-27.
- Morón MA (2010). Diversidad y distribución del complejo “gallina ciega” (Coleoptera: Scarabaeoidea). En L.A. Rodríguez del Bosque y M.A. Morón (eds). Plagas del suelo. Editorial Mundi-Prensa. México, D.F. Pp 41-63.
- Morón MA, G Nogueira, CV Rojas-Gómez & R Arce-Pérez. (2014). Biodiversidad de Melolonthidae (Coleoptera) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85. 298:302.
- Pérez-Agis SE, MA Morón, MB Nájera-Rincón, E. López-Barbosa & M. Vázquez-García (2008). Análisis de diversidad del complejo “gallina ciega” (Coleoptera: Melolonthidae) en dos sistemas de producción tradicional de maíz en la región Purhépecha, Michoacán. *Acta Zoológica Mexicana*, 24(1).
- Rodríguez del Bosque A, RL Crocker & EJ Riley (1995). Diversity and abundance of *Phyllophaga* and *Anomala* species in agroecosystems of Northern Tamaulipas, México. *Southwestern Entomologist* 20 (1),55:59.
- Smith ABT & AV Evans (2005). A supplement to the checklist of the classification and evolution of the major scarab beetle clades (Coleoptera: Scarabaeoidea: Melolonthinae) with notes on their tribal classification. *Zootaxa*. (1032). 29:60.