

## **MODELO CONCEPTUAL DE COEXISTENCIA ENTRE *Phyllophaga crinita* Y *Anomala flavipennis* EN AGROECOSISTEMAS DEL NORESTE DE MÉXICO\***

## **A CONCEPTUAL MODEL FOR COEXISTENCE BETWEEN *Phyllophaga crinita* AND *Anomala flavipennis* IN AGROECOSYSTEMS OF NORTHEASTERN MEXICO**

**Luis Angel Rodríguez-del-Bosque<sup>1§</sup>**

<sup>1</sup>Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Apartado Postal 172, Km 61 carretera Matamoros-Reynosa. 88900 Río Bravo, Tamaulipas, México. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: rodriguez.luis@inifap.gob.mx

### **RESUMEN**

La diversidad de gallina ciega en el norte de Tamaulipas, México se compone de una decena de especies en los géneros *Phyllophaga* y *Anomala*. Sólo dos especies, *Phyllophaga crinita* (Burmeister) y *Anomala flavipennis* (Burmeister), forman 97% de los adultos capturados en trampas de luz y larvas colectadas del suelo en cultivos de sorgo y maíz. Un estudio de 25 años (1979-2003) en Río Bravo, Tamaulipas, México, informa de una captura alta muy similar de adultos de *P. crinita* y *A. flavipennis* en la misma trampa de luz durante la última semana de abril y primera semana de mayo. De ser éste el único dato a considerar, se supondría una gran competencia entre ambas especies en esta región. Si estas dos especies comparten nichos ecológicos (rizofagia) y hábitats (subsuelo) similares, ¿por qué coexisten? El presente ensayo expone los mecanismos y estrategias de *P. crinita* y *A. flavipennis* que les permiten coexistir en los agroecosistemas del norte de Tamaulipas. Se discuten las diferencias en la distribución temporal y espacial de *P. crinita* y *A. flavipennis*, así como sus atributos poblacionales. Se propone mediante un modelo conceptual, que la coexistencia de ambas especies en esta región se deriva principalmente de la baja probabilidad de competencia entre ellas (4%) en tiempo y espacio por el recurso raíz.

**Palabras Clave:** *Anomala flavipennis*, *Phyllophaga crinita*, competencia interespecífica, ecología, nicho, hábitat.

\* Recibido: Abril de 2005

Aceptado: Marzo de 2007

### **ABSTRACT**

The diversity of white grubs in northern Tamaulipas, Mexico, includes ten species in the genus *Phyllophaga* and *Anomala*. However, only two species, *Phyllophaga crinita* (Burmeister) and *Anomala flavipennis* Burmeister, comprise 97% of the adults captured in light traps and larvae collected from soil samples in commercial fields of grain sorghum and maize. A study conducted during 25 years (1979-2003) at Río Bravo, Tamaulipas, Mexico, showed similar high captures of *P. crinita* y *A. flavipennis* adults in the same light trap during late April and early May. If this was the only available information considered, a strong competition between the two species might be suggested. However, if these two species share similar ecological niches (root feeding) and habitats (underground), why do they coexist?. The present report discusses the mechanisms and strategies of *P. crinita* y *A. flavipennis* that allow them to coexist in the agroecosystems of northern Tamaulipas. Differences in their temporal and spatial distribution and population attributes are discussed. A conceptual model is proposed that indicates that the coexistence of both species in this region is mainly due to a low probability for competition (4%) in time and space for food (roots).

**Key words:** *Anomala flavipennis*, *Phyllophaga crinita*, interspecific competition, ecology, niche, habitat.

## INTRODUCCIÓN

Las especies con nichos ecológicos similares tienden a competir entre sí hasta provocar el desplazamiento de una de ellas, de acuerdo con el principio ecológico conocido como la Ley de Gauss (1934), el cual establece que dos o más especies que ocupan el mismo nicho ecológico no pueden coexistir indefinidamente en el mismo hábitat. El desplazamiento es el resultado más severo de la competencia interespecífica y es más frecuente entre organismos taxonómicamente relacionados (Reitz y Trumble, 2002).

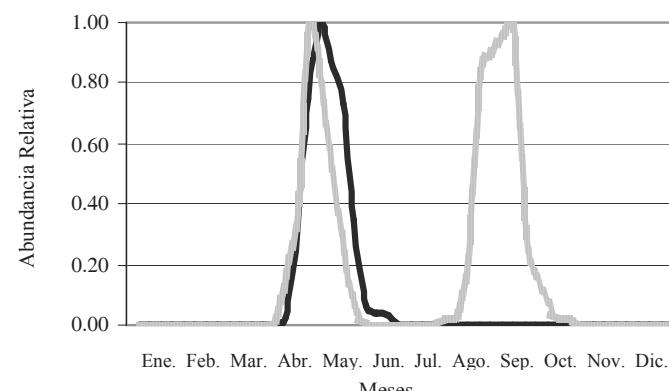
En el norte de Tamaulipas, se ha practicado el monocultivo de gramíneas (sorgo y maíz) durante las últimas cuatro décadas en cerca de un millón de hectáreas. Entre los insectos dañinos más importantes en esta región, están los que atacan el sistema radicular y la base del tallo, principalmente gallinas ciegas, gusanos de alambre, alfilerillo, trozadores y pequeño barrenador. De éstas, sobresalen las gallinas ciegas por sus altas densidades, daños severos y amplia distribución (Rodríguez-del-Bosque 1980, 1988, 1996a, 1998, Rodríguez-del-Bosque *et al.*, 1995).

La diversidad de gallinas ciegas en el norte de Tamaulipas, se compone de una decena de especies en los géneros *Phyllophaga* y *Anomala*. Sin embargo, sólo dos contribuyen con 97% del total de adultos capturados en trampas de luz y de larvas colectadas del suelo en sorgo y maíz, lo que sugiere que el resto de las especies no tienen importancia agrícola. Las dos especies de gallinas ciegas más abundantes en esta región son *Phyllophaga crinita* (Burmeister) y *Anomala flavipennis* Burmeister (Coleoptera: Scarabaeidae) (Rodríguez-del-Bosque *et al.*, 1995).

Un estudio de 25 años (1979-2003) en Río Bravo, Tamaulipas, indica que la captura total de *P. crinita* y *A. flavipennis* adultos en la misma trampa de luz negra (similar a la reportada por Harding *et al.*, 1966) durante la última semana de abril y primera semana de mayo ha sido de 8400 y 8600, respectivamente, lo que representa una proporción muy equilibrada de ambas especies en tiempo y espacio. De ser éste el único dato a considerar, se supondría una gran competencia entre ambas especies en la región. Si éstas comparten nichos ecológicos (rizofagia) y habitats (subsuelo) similares, ¿por qué coexisten y no aplica la Ley de Gauss en este caso? La presente investigación tuvo como objetivo explicar mediante un modelo conceptual los mecanismos y estrategias de *P. crinita* y *A. flavipennis* que les permiten coexistir en los agroecosistemas del norte de Tamaulipas.

## CICLO BIOLÓGICO

Las dos especies, *P. crinita* y *A. flavipennis*, difieren notablemente en sus respectivos ciclos de vida en el noreste de México. A su vez, los mismos ciclos difieren para las mismas especies en otras áreas de distribución geográfica. En esta región, *P. crinita* tiene un ciclo biológico anual. Los adultos emergen con mayor abundancia desde finales de abril hasta finales de mayo (Figura 1). La presencia de huevos en el suelo se observa comúnmente durante mayo. El primer y segundo estadios larvales se desarrollan normalmente durante junio y julio, respectivamente. El tercer estadio se observa comúnmente a partir de agosto hasta fines de marzo y principios de abril, cuando comienzan a pupar (Rodríguez-del-Bosque 1982, 1988, 1996b). En latitudes mayores *P. crinita* puede tener un ciclo de vida cada dos años (Teetes *et al.*, 1976).



**Figura 1. Ocurrencia de adultos de *P. crinita* (línea negra) y *A. flavipennis* (línea gris) durante el año. Promedio de capturas en trampa de luz negra de 1979 a 2003. Río Bravo, Tamaulipas, México.**

Por su parte, *A. flavipennis* tiene un ciclo de vida bivoltino en esta región, con una generación que emerge en primavera y la segunda en otoño. Los adultos de la primera generación emergen principalmente desde fines de abril hasta mediados de mayo y la segunda desde finales de agosto hasta finales de septiembre. Las larvas de la primera generación ocurren en junio-julio y las de la segunda generación desde octubre hasta principios de marzo. Las pupas ocurren comúnmente en marzo y agosto en la primera y segunda generación, respectivamente. En contraste, *A. flavipennis* se comporta como una especie univoltina en latitudes mayores, incluyendo los estados de Nebraska, Kansas y Georgia, EE. UU., en donde los adultos emergen solamente en junio-julio (Hayes and McColloch, 1924; Forschler y Gardner,

1991; Ratcliffe, 1991). La adaptación al bivoltinismo en *A. flavipennis* al sur de su distribución, en comparación con el univoltismo en el norte, se atribuye a la acumulación del doble de unidades calor a través del año, lo que le permite completar dos generaciones por año (Rodríguez-del-Bosque, 1998).

## ABUNDANCIA, ECOLOGÍA Y HÁBITOS

Es notoria la mayor abundancia de *P. crinita* y *A. flavipennis* en el norte de Tamaulipas, en comparación con otras localidades en sus respectivos rangos de distribución. En esta región, se han capturado hasta 47 000 y 129 000 adultos de *A. flavipennis* durante toda la época de emergencia en la primera y segunda generación, respectivamente, muy por encima de las capturas en otras localidades de EE. UU. (Rodríguez-del-Bosque, 1998). La captura de adultos de *P. crinita* ha alcanzado hasta 45 000 en un año, cifras también superiores a las reportadas en otras localidades de México y EE. UU. (Rodríguez-del-Bosque 1988, 1993 y Rodríguez del Bosque *et al.*, 1995). Los registros diarios en la trampa de luz ubicada en Río Bravo, Tamaulipas, indican una captura récord de 12 000 adultos de *P. crinita* el 8 de mayo de 1992 y de 25 000 adultos de *A. flavipennis* el 20 de agosto de 1992 (Rodríguez-del-Bosque, 1993).

Una de las probables causas de las altas poblaciones de *P. crinita* en esta región es la práctica del monocultivo de gramíneas (sorgo y maíz) en casi un millón de hectáreas durante las últimas cuatro décadas. Lo anterior se basa en que *P. crinita* prefiere ovipositar en sorgo y maíz que en otros cultivos como girasol, soya y frijol (Rodríguez-del-Bosque, 1984). Aunque no se ha determinado la preferencia de *A. flavipennis* a diversas plantas hospederas, es probable que esta especie no sea tan atraída a las gramíneas como *P. crinita*, debido a la limitada presencia de larvas observada (menos del 20%) en muestreos intensivos en sorgo y maíz, en donde *P. crinita* domina con más del 80% de las larvas colectadas (Rodríguez-del-Bosque *et al.* 1995). Aún se desconoce cuáles son las plantas hospederas o hábitats preferidos por *A. flavipennis*, cuya abundancia en esta región es explicada más por su bivoltinismo que por el monocultivo de gramíneas.

Invariablemente, la precipitación o el agua de riego estimulan la emergencia de adultos de *P. crinita* entre tres y cuatro días después del riego o una precipitación significativa (Gaylor y Frankie, 1979; Rodríguez-del-Bosque, 1993). Esta condición le permite a las hembras ovipositar en suelos

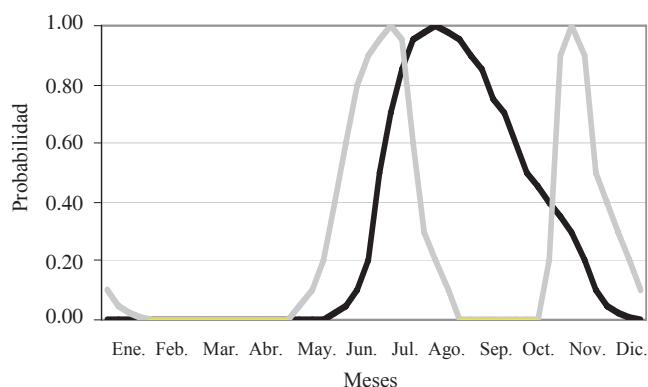
húmedos pero no saturados para garantizar una mayor sobrevivencia de huevos y larvas (Gaylor y Frankie, 1979). En contraste, el efecto de la lluvia o riego no es determinante en *A. flavipennis* a pesar de que, en la mayoría de los casos, la precipitación estimula la emergencia de *A. flavipennis* en promedio seis días después, es frecuente observar gran actividad de adultos aún bajo condiciones de sequía. El impacto de las condiciones de suelo seco sobre la oviposición y sobrevivencia de *A. flavipennis* se desconocen (Rodríguez-del-Bosque, 1998).

La sobrevivencia de larvas y pupas de *A. flavipennis* es significativamente mayor que la de *P. crinita* bajo condiciones controladas. En contraste, la longevidad de adultos de *P. crinita* es mayor que la de *A. flavipennis*. Se localizó que una hembra de *P. crinita* vivió 87 días bajo condiciones extremadamente secas, lo que demuestra la capacidad de esta especie de sobrevivir en la celda pupal por largos períodos, en espera de la ocurrencia de lluvia para emerger y así encontrar condiciones propicias para ovipositar (Rodríguez-del-Bosque, 1996b).

## ACTIVIDAD ALIMENTICIA

La actividad alimenticia estacional de *P. crinita* es diferente a la de *A. flavipennis* como resultado de sus diferentes ciclos biológicos (voltinismo) en el norte de Tamaulipas (Figura 2). Con base en el porcentaje de daño a la raíz, la actividad alimenticia de las larvas de segundo estadio de *P. crinita* es moderada (41%) durante julio. El tercer estadio tiene la máxima actividad desde julio a septiembre (66-88%), para después disminuir gradualmente de octubre (33%) a diciembre (5%) y cesar su alimentación en enero y febrero (Rodríguez-del-Bosque, 1996a). La mayoría de las especies de gallinas ciegas cesan su alimentación y emigran a mayores profundidades del suelo, particularmente en zonas templadas (Ritcher, 1958). Sin embargo, esto no ocurre en los trópicos, como el caso de *Ligyrus subtropicus* Blatchely, la cual se alimenta de las raíces de la caña de azúcar durante todo el año en Florida, EE. UU. (Cherry, 1991).

En contraste, las larvas de primera generación de *A. flavipennis* tienen una mayor actividad alimenticia durante julio (72%), la cual decrece rápidamente en agosto (14%), para dar inicio al estadio pupal. Las larvas de la segunda generación se alimentan activamente en noviembre (53%), para decrecer gradualmente de diciembre (16%) a enero (6%). Las larvas permanecen inactivas en febrero y marzo, para después iniciar el período pupal (Rodríguez-del-Bosque, 1996a).



**Figura 2. Probabilidad de actividad alimenticia de larvas de segundo y tercer estadio de *P. crinita* (línea negra) y *A. flavipennis* (línea gris) durante el año.** Datos estimados de acuerdo a información de Rodríguez-del-Bosque (1996a). Río Bravo, Tamaulipas, México.

## UN MODELO CONCEPTUAL DE COEXISTENCIA

Ambas especies de gallinas ciegas, *P. crinita* y *A. flavipennis*, tienen en común el mismo nicho ecológico: la rizofagia. La gran capacidad de estas dos especies de dañar el sistema radicular ha sido demostrada en esta región (Rodríguez-del-Bosque, 1996a). Además, son muy abundantes en esta localidad. Estas dos características *per se* sugerirían una gran competencia entre las dos especies por el recurso en esta zona. Sin embargo, existen otras características biológicas y ecológicas que las diferencian y que, evidentemente, les permiten la coexistencia en esta región. Dichas diferencias han sido detalladas en las secciones anteriores.

Con base en la información generada durante 25 años sobre la biología y ecología de *P. crinita* y *A. flavipennis* en el norte de Tamaulipas, se propuso un modelo conceptual para explicar su coexistencia mediante el análisis de dos características diferentes entre ambas especies: a) la actividad alimenticia estacional (tiempo) y b) el hábitat (espacio). Si ambas especies coinciden en la utilización del recurso raíz (alimento) en el mismo tiempo (x) y espacio (y) estarían bajo una presión de competencia determinada en función de la magnitud de dicha coincidencia (xy).

Tomando como base la Figura 2, donde se muestra la probabilidad de actividad alimenticia de larvas de *P. crinita* y *A. flavipennis* (Rodríguez-del-Bosque, 1996a), a continuación se discuten tres escenarios conceptuales de competencia entre ambas especies:

**a) Competencia máxima.** Supongamos dos dimensiones en el eje de las "y" para indicar dos posibles hábitats: 1) el agroecosistema de sorgo-maíz, que es el más común en el norte de Tamaulipas; y 2) otros cultivos diferentes a sorgo-maíz u otras plantas hospederas en áreas sin sembrar, como en canales, drenes, caminos, o en pequeñas áreas silvestres, cerca de las parcelas comerciales. Si ambas especies de gallina ciega tuvieran la misma oportunidad de aprovechar ambos hábitats, la competencia entre ellas por el alimento tendría una probabilidad máxima, representado por la Figura 3. Sin embargo, aunque ambas especies se traslanan mutuamente en el 100% en los hábitats de sorgo-maíz y otras plantas hospederas (y), la competencia (coincidencia) entre ellas es de sólo 28%, debido a su diferente ocurrencia temporal (x). Este valor de competencia fue calculado con base en el área de traslape de las dos especies de gallinas ciegas (PA) dividido entre la suma de las áreas de ambas especies (P+A) multiplicado por 100:

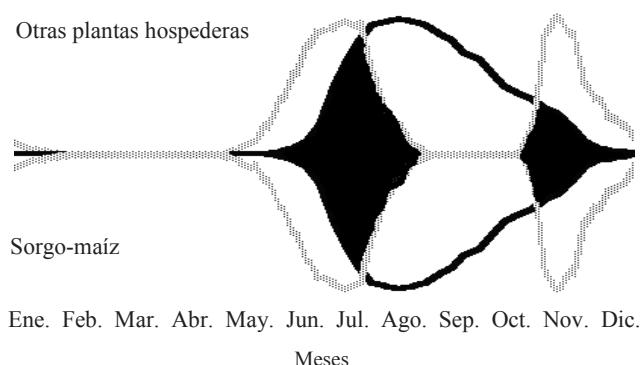
$$\text{Área de traslape de ambas especies (PA)} = 53$$

$$\text{Área de } P. crinita (P) = 100$$

$$\text{Área de } A. flavipennis (A) = 88$$

$$\% \text{ Competencia entre ambas especies (PA)} = (53/188) \times 100 = 28$$

Las áreas fueron calculadas de acuerdo a los datos presentados en la Figura 2 y estandarizadas con base a 100 para el área de *P. crinita*.



**Figura 3. Competencia máxima (escenario 1) en tiempo (x) y espacio (y) entre larvas de *P. crinita* (línea negra) y *A. flavipennis* (línea gris).** Aunque ambas especies se traslanan mutuamente en el 100% en los hábitats de sorgo-maíz y otras plantas hospederas (y), la competencia (coincidencia) es de sólo el 28%, debido a su diferente ocurrencia temporal (x). Río Bravo, Tamaulipas, México.

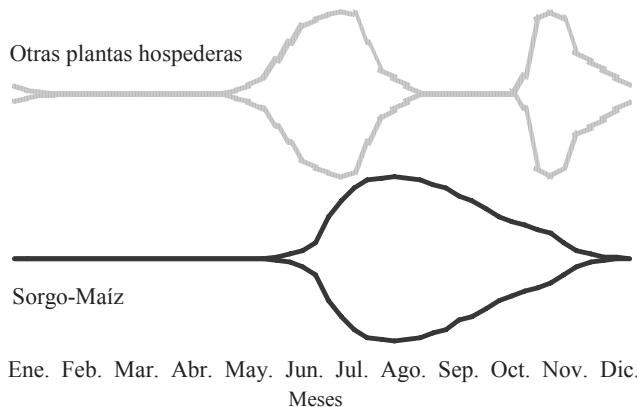
**b) Competencia nula.** Supongamos que ambas especies son mutuamente excluyentes al preferir diferentes hábitats: *P. crinita* a sorgo-maíz y *A. flavipennis* a otras plantas hospederas. Bajo este escenario (Figura 4), la competencia entre ambas especies de gallina ciega sería nula, debido a que no existe traslape alguno entre ellas en los dos hábitats:

Área de traslape de ambas especies (PA)= 0

Área de *P. crinita* (P)= 100

Área de *A. flavipennis* (A)= 88

% Competencia entre ambas especies (PA)= $(0/188) \times 100=0$



**Figura 4. Competencia nula (escenario 2) en tiempo (x) y espacio (y) entre larvas de *P. crinita* (línea negra) y *A. flavipennis* (línea gris).** Ambas especies no se traslanan en los hábitats de sorgo-maíz y otras plantas hospederas (y), por lo que no existe competencia (coincidencia) alguna. Río Bravo, Tamaulipas, México.

**c) Competencia mínima.** Supongamos que ambas especies se traslanan mutuamente en 20% en los hábitats: sorgo-maíz y otras plantas hospederas de acuerdo al reporte de Rodríguez-del-Bosque *et al.*, (1995), discutido previamente. En este escenario (Figura 5), la competencia entre ambas especies de gallina ciega sería de tan sólo 4%, debido al mínimo traslape entre ellas en los dos hábitats (20%) y a su diferente ocurrencia temporal:

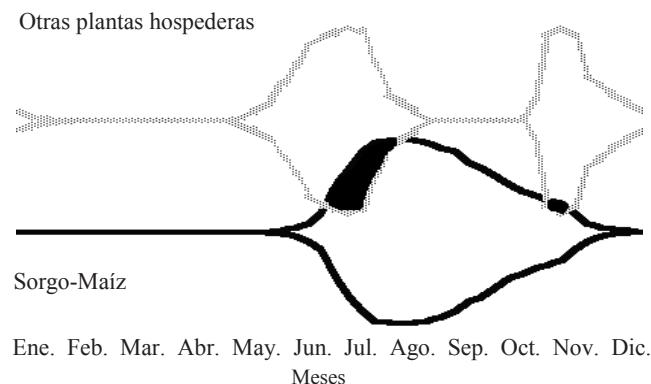
Área de traslape de ambas especies (PA)= 7

Área de *P. crinita* (P)= 100

Área de *A. flavipennis* (A)= 88

% Competencia entre ambas especies (PA)= $(7/188) \times 100=4$

Se propone este escenario de competencia mínima como el responsable de la coexistencia de *P. crinita* y *A. flavipennis* en el norte de Tamaulipas. Este mecanismo de mínimo traslape en tiempo y espacio, aunado al subsidio de energía característico de los grandes agroecosistemas, ha permitido a las dos especies coexistir en forma abundante en esta región, comparado con las menores poblaciones observadas en otras áreas de su respectiva amplia distribución geográfica.



**Figura 5. Competencia mínima (escenario 3) en tiempo (x) y espacio (y) entre larvas de *P. crinita* (línea negra) y *A. flavipennis* (línea gris).** Aunque ambas especies se traslanan mutuamente en 20% en los hábitats de sorgo-maíz y otras plantas hospederas (y), la competencia (coincidencia) entre ellas es sólo 4%, debido a su diferente ocurrencia temporal (x). Río Bravo, Tamaulipas, México.

## LITERATURA CITADA

- Cherry, R. H. 1991. Feeding rates of different larval instars of a sugarcane grub, *Ligyrus subtropicus* Blatchely (Coleoptera: Scarabaeidae). *J. Agric. Entomol.* 8:163-168.
- Forschler, B. T. and Gardner, W. A. 1991. Flight activity and relative abundance of phytophagous Scarabaeidae attracted to blacklight traps in Georgia. *J. Agric. Entomol.* 8:179-187.
- Gauss, G. F. 1934. The struggle for existence. Williams and Williams. Baltimore, USA.
- Gaylor, M. J. and Frankie, G. W. 1979. The relationship of rainfall to adult flight activity; and of soil moisture to oviposition behavior and egg and first instar survival in *Phyllophaga crinita*. *Environ. Entomol.* 8:591-594.
- Harding, W. C. Jr.; Hartsock, J. G. and Rohwer, G. G. 1966. Blacklight trap standards for general insect surveys. *Bull. Entomol. Soc. Am.* 12:31-32.

- Hayes, Wm. P. and McColloch, J. W. 1924. The biology of *Anomala kansana* (Scarabaeidae, Coleop.) J. Econ. Entomol. 17:589-594.
- Ratcliffe, B. C. 1991. The scarab beetles of Nebraska. Bull. Univ. Nebr. Stati. Mus. 12:1-333.
- Ritcher, P. O. 1958. Biology of Scarabaeidae. Annu. Rev. Entomol. 3:311-334.
- Reitz, S. R. and Trumble, J. T. 2002. Competitive displacement among insects and arachnids. Annu. Rev. Entomol. 47:435-465.
- Rodríguez-del-Bosque, L. A. 1980. Evaluación de pérdidas en maíz por plagas del suelo en el norte de Tamaulipas, México. Folia Entomol. Mex. 45:97-98.
- Rodríguez-del-Bosque, L. A. 1982. Aspectos sobre la biología y comportamiento de la gallina ciega, *Phyllophaga crinita* Burm. (Col.: Scarabaeidae). Folia Entomol. Mex. 54:43-44.
- Rodríguez-del-Bosque, L. A. 1984. Oviposición de *Phyllophaga crinita* Burmeister sobre diferentes cultivos en el norte de Tamaulipas, México. Southwest. Entomol. 9:184-186.
- Rodríguez-del-Bosque, L. A. 1988. *Phyllophaga crinita* Burmeister (Coleoptera: Melolonthidae): Historia de una plaga del suelo (1855-1988). Memorias de la III mesa redonda sobre plagas del suelo. Soc. Mex. Entomol., 24 de Mayo, Morelia, Michoacán, México. p. 53-79.
- Rodríguez-del-Bosque, L. A. 1993. Abundancia estacional y ecología de coleópteros rizófagos: Un estudio durante 15 años en agroecosistemas del norte de Tamaulipas, México. En: M. A. Morón (ed.) Diversidad y manejo de plagas subterráneas. Publicación Especial de la Sociedad Mexicana de Entomología e Instituto de Ecología. p. 7-15.
- Rodríguez-del-Bosque, L. A., R. L. Crocker, and E. J. Riley. 1995. Diversity and abundance of *Phyllophaga* and *Anomala* in agroecosystems of northern Tamaulipas, Mexico. Southwest. Entomol. 20:55-59.
- Rodríguez-del-Bosque, L. A. 1996a. Seasonal feeding by *Phyllophaga crinita* and *Anomala* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae) larvae in northeastern Mexico. J. Entomol. Sci. 31:301-305.
- Rodríguez-del-Bosque, L. A. 1996b. Pupation and adult longevity of *Phyllophaga crinita*, *Anomala flavipennis* and *A. foraminosa* (Coleoptera: Scarabaeidae). Southwest. Entomol. 21:55-58.
- Rodriguez-del-Bosque, L. A. 1998. A sixteen-year study on the bivoltinism of *Anomala flavipennis* (Coleoptera: Scarabaeidae) in Mexico. Environ. Entomol. 27:248-152.
- Teetes, G. L., Wade, R. J., McInyre, C. and Schaefer, C. A. 1976. Distribution and seasonal biology of *Phyllophaga crinita* in the Texas High Plains. J. Econ. Entomol. 69:59-63.