

Control biológico por conservación. Coccinélidos entomófagos en Zoquiapan, Estado de México

José F. Cervantes, Nora E. Galindo, Jesús Romero, Alfonso Pescador
Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana
Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México
Instituto de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados
Centro Universitario de Investigación y Desarrollo Agropecuario,
Universidad Autónoma de Colima, México
jfcervan@correo.xoc.uam.mx



Resumen / Abstract / Résumé

El fenómeno de la hibernación de los Coccinellidae y los factores que están involucrados son poco conocidos en México. Las estrategias de control biológico por conservación requiere de este tipo de información, sobretodo de los ciclos de vida de los insectos. Esta investigación se realizó en el Parque Nacional Zoquiapan en el invierno de 1994/1995, teniendo por objetivo estimar el tamaño de las poblaciones de coccinélidos hibernantes; así como constatar las condiciones biológicas y físicas que determinan la ubicación de los agregados de los coccinélidos hibernantes. En orden de abundancia, las tres especies de Coccinellidae encontradas fueron: *Hippodamia koebelei* Timberlake (84.6%), *Coccinella nugatoria nugatoria* Mulsant (14.2%) y *Cycloneda sanguinea sanguinea* (L.) (1.2%); las cuales fueron localizadas en pastos de *Muhlenbergia macroura* (H.B.K.) Hitch. y *Festuca tolucensis* (H.B.K.), ubicados en zonas despejadas de bosque de *Pinus hartwegii* Lindl. UAM, ©2003

Palabras clave :
Coccinellidae
entomófagos
hibernación
Edo. de México

In México, coccinellid hibernation and the different factors involved are poorly known. The objective of this work was to determine the abundance of hibernating coccinellids, the biological and physical conditions, and find areas where they hibernate in the Zoquiapan National Park. The study was conducted during the winter 1994-1995. Three coccinellid species were found to be more abundant in the area: Hippodamia koebelei Timberlake (84.6%), Coccinella nugatoria nugatoria Mulsant (14.2%) and Cycloneda sanguinea sanguinea (L.) (1.2%). The hibernation habitats were mainly found in meadows of Pinus hartwegii Lindl. forest; with the highest abundance in Muhlenbergia macroura (H.B.K.) Hitch. grasses and less in areas of Festuca tolucensis (H.B.K.).

Key words:
Coccinellidae
entomophagous
hibernation
abundance
Muhlenbergia
Festuca
Mexico

Le phénomène d'hibernation des Coccinellidae et les facteurs en jeu sont peu connus au Mexique. Les stratégies de contrôle biologique pour la conservation nécessitent ce type d'information, surtout celui des cycles de vie des insectes. Cette recherche a été réalisée dans le Parc National Zoquiapan, pendant l'hiver 1994/1995. Elle avait pour objectif l'estimation de la taille des populations de coccinélidos en hibernation, ainsi que la constatation des conditions biologiques et physiques qui déterminent la localisation des agrégats de coccinélidos hibernants. Par ordre d'abondance, les trois espèces de Coccinellidae trouvées sont: Hippodamia koebelei Timberlake (84.6%), Coccinella nugatoria nugatoria Mulsant (14.2%) et Cycloneda sanguinea sanguinea (L.) (1.2%). Celles-ci ont été localisées dans des prairies de Muhlenbergia macroura (H.B.K.) Hitch. et Festuca tolucensis (H.B.K.), dans des zones ouvertes de forêts de Pinus hartwegii Lindl.

Mots-clés:
Coccinellidae
entomophages
hibernation
Etat de Mexico

Introducción

Los coccinélidos entomófagos o catarinas, tienen importancia agrícola como enemigos naturales de los pulgones (Homoptera: Aphididae), los cuales pueden constituirse como plagas que afectan a una gran variedad de cultivos (Minks y Harrewijn, 1988; Hagen et al. 1999). Existen numerosas especies de insectos que, en alguna etapa específica de su ciclo vital, modifican su fisiología o cambian de hábitat para poder sobrevivir a condiciones adversas (Tauber y Tauber, 1976). En particular, las catarinas de regiones templadas enfrentan estas condiciones por presentar un mecanismo que detiene su desarrollo, conocido como diapausa invernal (hibernación); aunado a este fenómeno, existe la migración hacia el lugar donde llevan a cabo su hibernación (Hagen, 1962; Hodek, 1967; Hodek y Honek, 1996). En México, se localizan en una diversidad de hábitats como son: hojarasca de bosques de encino (*Quercus* spp.), en las montañas que rodean la región de "El Bajío" en Guanajuato (Marín et al., 1992); en frondas de arbustos de *Juniperus* sp., en los bosques de *Abies religiosa* (H.B.K.) en El Chico, Hidalgo y en pastos amacollados conocidos como "zacatonas" de los géneros *Muhlenbergia* y *Festuca*, en las montañas que rodean el Valle de México (Cervantes, 1994).

Las catarinas migran de las áreas donde se alimentan y reproducen, a las áreas de hibernación en los bosques que se encuentran a mayor altitud, donde se protegen de la carencia de alimento y de las fuertes fluctuaciones de temperatura y humedad (Hagen, op. cit). La forma de agregados que presentan las especies de coccinélidos en los pastos amacollados del Valle de México es conocida como "agregación hipsotáctica" (Hagen, op. cit), que se caracteriza por estar asociada a objetos prominentes, aislados y situados en condiciones relativamente secas. Estos agregados son característicos de coccinélidos que se alimentan de áfidos (Hodek y Honek, 1996). En esta región, la disponibilidad de los pastos donde ocurre la diapausa invernal, se ve reducida debido a incendios inducidos en el invierno (Benítez, 1988), que coinciden con la etapa de hibernación de los coccinélidos así como con el sobrepastoreo (Velázquez, 1992).

El conocimiento de la hibernación de los coccinélidos y las condiciones biológicas y físicas en la que se

realiza, cobran importancia por sus implicaciones ecológicas y económicas en el ámbito del manejo de insectos benéficos, en este caso particular de afidófagos. Ya que esto podría formar parte de una estrategia de control biológico por conservación para esta región, siendo que estos insectos son originarios de esta zona y realizan sus ciclos de vida migrando e hibernando en los bosques de coníferas. Asimismo, estos organismos regulan las poblaciones de insectos plaga en los campos de cultivo a lo largo de muchos años. Como parte de esta estrategia se busca proporcionar las condiciones adecuadas para que las catarinas permanezcan en el sistema con propuestas para el manejo sustentable de este importante recurso. Como una aportación al conocimiento de la biología y ecología de Coccinellidae, en este trabajo se pretende: estimar el tamaño de las poblaciones de coccinélidos hibernantes, así como constatar las condiciones biológicas y físicas que determinan su ubicación.

Material y métodos

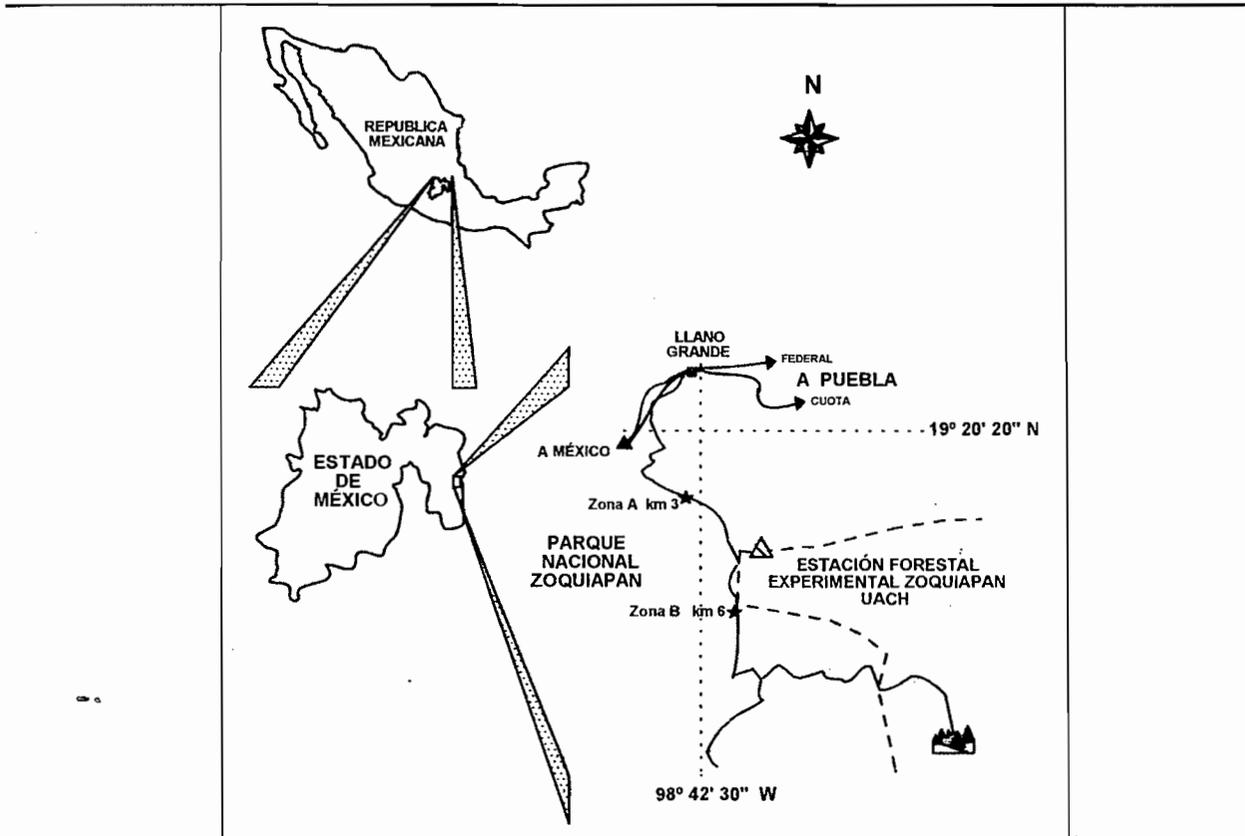
El estudio se llevó a cabo en el Parque Nacional Zoquiapan, en la Sierra Nevada, Estado de México a una altitud promedio de 3,270 m. (Fig. 1). La vegetación más común es el bosque de coníferas (Rzedowski, 1978), con predominio de *Pinus hartwegii* Lindl. y pequeños manchones de *Abies religiosa* (H.B.K.).

Las observaciones de este trabajo se realizaron durante el ciclo invernal 1994/1995, en dos áreas del bosque con alto grado de insolación y densamente pobladas por pastos amacollados. Por investigaciones preliminares se presume que éstos reúnen las condiciones adecuadas para el establecimiento de los agregados de coccinélidos hibernantes (Cervantes, 1994). Estas áreas se ubican en los kilómetros tres (Zona A) y seis (Zona B), al lado del camino de terracería que va del poblado de Llano Grande, Edo. de México, a la Estación Forestal Experimental Zoquiapan (EFEZ) de la Universidad Autónoma de Chapingo (Fig. 1). Se delimitó una zona de exclusión de 15 x 15 m en las dos áreas escogidas. La zona A se escogió por presentar pastos amacollados de las especies *Muhlenbergia macroura* (H.B.K.) Hitch. y *Festuca toluensis* (H.B.K.) y por estar en un área totalmente despejada, con el fin de establecer si había preferencia de los coccinélidos

por alguna especie de pastos como sitio de hibernación. La zona B se escogió por presentar sólo pastos de *M. macroura* divididos en una sección solea-

da y en otra bajo la sombra de los pinos, con el fin de determinar si había preferencia por alguna de estas condiciones físicas.

Cuadro 1. Características de los macollos en la zona de exclusión A



Fuente: Elaboración propia, 2003

Un año previo a las observaciones (abril de 1994), las zonas de exclusión se cercaron con un alambrado de protección para evitar la perturbación por ramoneo del ganado. Durante el periodo invernal 1994-95, en cada una de las zonas se identificaron todos los pastos amacollados presentes, se midió la circunferencia basal, la altura de cada uno y su ubicación en los claros del bosque. También se observó la presencia o ausencia de coccinélidos en dichos macollos.

Para evaluar el efecto de varios factores simultáneos como: altura, circunferencia basal de los macollos (zonas A y B), especie de pasto (zona A) y sombreado de macollos (zona B) en el uso de un hábitat particular, se realizó un análisis de regresión logística con los datos recabados en ambas zonas (Draper y

Smith, 1981; Hosmer y Lemeshow, 1989; Manly, 1992; SAS Institute Inc., 1995).

Las zonas de exclusión se eligieron para ponderar los efectos de factores biológicos y físicos en la hibernación de coccinélidos. Para determinar la abundancia de estos afidófagos, se colectaron nueve macollos completos de *M. macroura* con circunferencia basal mayor de 70 cm, cercanos a cada una de las zonas de exclusión; a los macollos se les midió la altura y circunferencia basal, colocándolos en bolsas de polietileno dobles para llevarlos al laboratorio y cuantificar los agregados de coccinélidos hibernantes presentes. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de correlación canónica (Morrison, 1976), para determinar el grado de correlación entre altura y circunferencia basal del

pasto (variables independientes) y el número de individuos de las especies de coccinélidos presentes (variables dependientes).

Resultados y discusión

En la Zona de exclusión A (3,240 msnm) se revisaron 36 macollos de *M. macroura* y 116 de *F. toluensis* cuyos rangos de altura y circunferencia basal se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Características de los macollos en la zona de exclusión A

| Especie de pasto | Número de macollos | Rango de altura | Media \pm error estándar | Rango de circunf. basal | Media \pm error estándar |
|------------------------------|--------------------|-----------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| <i>Mublenbergia Macroura</i> | 36 | 60-135 cm | 93.11 \pm 3.126 | 57-289 cm | 137.63 \pm 11.093 |
| <i>Festuca toluensis</i> | 116 | 50-120 cm | 77.17 \pm 1.32 | 25-175 cm | 73.23 \pm 2.62 |

Fuente: Elaboración propia, 2003

En el cuadro 2 se presenta la distribución resultante de los agregados de las especies *Hippodamia koebelei* Timberlake y *Coccinella nugatoria nugatoria* Mulsant, hibernantes en pastos amacollados en la

zona A. Se hace notar que en 83% de los *M. macroura* se encontró por lo menos a alguna especie de coccinélido, lo que contrasta con 28% de los *F. toluensis*.

Cuadro 2. Distribución de coccinélidos hibernantes en los macollos de la zona de exclusión A.

| Especie de pasto | Número de macollos | Num. y % de macollos con <i>K. Koebelei</i> | Num. y % de macollos con <i>C. n. nugatoria</i> | Num. y % de macollos con ambas especies | Num. y % de macollos sin coccinélidos |
|------------------------------|--------------------|---|---|---|---------------------------------------|
| <i>Mublenbergia Macroura</i> | 36 | 9; 25% | 3; 8% | 18; 50% | 6; 17% |
| <i>Festuca toluensis</i> | 116 | 9; 8% | 5; 4% | 18; 16% | 84; 72% |

Fuente: Elaboración propia, 2003

Al realizar el análisis de regresión logística a las especies de pastos, su altura y circunferencia basal (variables independientes), con respecto a la presencia de las dos especies de catarinas (variables dependientes) que forman agregados hibernantes en la zona A (*H. koebelei* y *C. n. nugatoria*), se constató que en ambos casos, prefirieron pastos de *M.*

macroura cuyas características físicas son de mayor dimensión, con hojas gruesas y centro poco compacto, a diferencia de *F. toluensis* con menor diámetro, hojas más delgadas y centro compacto (Cuadro 3). Dichas condiciones microambientales son propicias para que se presenten en mayor cantidad los agregados de coccinélidos.

Cuadro 3. Regresión logística entre variables en la zona de exclusión A.

| Variables independientes | <i>H. Koebelei</i> Estimado | <i>H. Koebelei</i> Significancia | <i>C. N. nugatoria</i> Estimado | <i>C. N. nugatoria</i> Significancia |
|--------------------------|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| Intercepto | 2.712 | 0.014 | 2.332 | 0.031 |
| altura | -0.022 | 0.111 | -0.018 | 0.174 |
| Circunferencia basal | -0.007 | 0.162 | -0.002 | 0.597 |
| Pasto spp. | -0.812 | *0.001 | -0.661 | *0.007 |

* $p > 0.05$ / p =probabilidad

Fuente: Elaboración propia, 2003

En la Zona B (3,300 msnm), en donde sólo se encontraron pastos de *M. macroura* se revisaron 62

macollos cuyos rangos de altura y circunferencia basal se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Características de los macollos de la zona de exclusión B.

| Especie de pasto | Número de macollos | Rango de altura | Media \pm error estándar | Rango de circunf. basal | Media \pm error estándar |
|------------------------------|--------------------|-----------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| <i>Mublenbergia Macroura</i> | 62 | 30-120 cm | 70.54 \pm 2.25 | 55-235 cm | 104.45 \pm 4.87 |

Fuente: Elaboración propia, 2003

La distribución de dos especies de coccinélidos: *H. koebelei* y *C. n. nugatoria* se observó en las dos áreas, una soleada con 40 macollos y otra sombreada bajo el dosel de varios pinos con 22 macollos, la cual se presenta en el cuadro 5. Es importante

resaltar que en 62% de macollos ubicados en el área soleada, se localizaron ambas especies de catarinas, mientras que en 50% de los macollos ubicados en el área sombreada no se encontraron catarinas hibernando.

Cuadro 5. Distribución de coccinélidos hibernantes en los macollos de la zona de exclusión B.

| Ubicación del pasto | Número de macollos | Num. y % de macollos con <i>K. Koebelei</i> | Num. y % de macollos con <i>C. n. nugatoria</i> | Num. y % de macollos con ambas especies | Num. y % de macollos sin coccinélidos |
|---------------------|--------------------|---|---|---|---------------------------------------|
| Al sol | 40 | 1; 3% | 10; 25% | 25; 62% | 4; 10% |
| A la sombra | 22 | 0; 0% | 6; 27% | 5; 23% | 11; 50% |

Fuente: Elaboración propia, 2003

Al realizar el análisis de regresión logística de la presencia y ausencia de agregados de coccinélidos con respecto a la altura, circunferencia basal y a la ubicación de los pastos, se constató de una manera significativa que la ubicación de pastos en áreas soleadas favorece la presencia de ambas especies

(Cuadro 6), esto coincide con lo mencionado por Roach y Thomas (1991) que localizaron agregados de coccinélidos hibernantes principalmente en pastos que crecen en claros de bosque con alta insolación.

Cuadro 6. Regresión logística entre variables de dos especies en la zona de exclusión B.

| Variables independientes | <i>H. Koebelei</i> Estimado | <i>H. Koebelei</i> Significancia | <i>C. N. nugatoria</i> Estimado | <i>C. N. nugatoria</i> Significancia |
|--------------------------|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| Intercepto | 2.751 | 0.046 | -3.575 | 0.000 |
| altura | -0.035 | 0.100 | 0.042 | 0.091 |
| Circunferencia basal | -0.001 | 0.901 | -0.005 | 0.664 |
| Pasto spp. | 1.185 | *0.001 | 0.796 | *0.021 |

* $p > 0.05$ / p =probabilidad

Fuente: Elaboración propia, 2003

Al cuantificarse los coccinélidos hibernantes en 18 macollos muestreados de *M. macroura* fuera de las dos zonas, cuyas características estructurales se muestran en el cuadro 7, se encontró que la especie más abundante fue *H. koebelei* con 1,600 ejem-

plares que representan 84.6% del total, con un máximo de 413 individuos en un macollo y un promedio de 88.9 individuos por macollo ± 29.8 de error estándar; en cuatro macollos no se encontraron ejemplares de esta especie.

Cuadro 7. Características de los macollos fuera de las zonas de exclusión.

| Especie de pasto | Número de macollos | Rango de altura | Media \pm error estándar | Rango de circunf. basal | Media \pm error estándar |
|--|--------------------|-----------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| <i>Mublenbergia</i> <i>Macroura</i> | 18 | 39-75 cm | 51.78 \pm 2.46 | 70-131 cm | 94.17 \pm 4.38 |

Fuente: Elaboración propia, 2003

La siguiente especie en abundancia fue *C. n. nugatoria* con 268 individuos en total que representan 14.2%, con un máximo de 52 especímenes y en promedio 14.9 individuos por macollo ± 4.2 de error estándar; a esta especie no se le localizó en seis macollos.

De la tercera especie *Cycloneda sanguinea sanguinea* (L.) se contó con 22 insectos que representan el 1.2% restante, con 6 individuos como máximo en un macollo, promediando 1.2 individuos por macollo ± 0.482 de error estándar; a esta especie no se le localizó en 11 macollos revisados. Cabe aclarar que esta especie, en comparación con las otras dos, se encuentra aislada sin formar agregados.

En siete de 18 macollos muestreados, se ubicaron 3 especies de coccinélidos; en 4 a *H. koebelei* y a *C. n. nugatoria*; en 3 sólo a *H. koebelei*; en uno a *C. n. nugatoria* y en los 3 restantes a ningún coccinélido. A *C. s. sanguinea* sólo se le encontró asociada con la presencia de agregados de *H. koebelei* y *C. n. nugatoria*.

Al realizar un análisis de correlación canónica (Morrison, op. cit) entre variables dependientes (número de individuos de especies de catarinas) e independientes (circunferencia basal y altura de macollos) se pudo establecer la siguiente función:

$$\begin{aligned}
 &.531 (\text{H. koebelei/ hembras}) + .529 (\text{H. koebelei/ machos}) \\
 &+ .812 (\text{C. n. nugatoria/ hembra}) + .921 (\text{C. n. nugatoria/ machos}) \\
 &+ .541 (\text{C. s. sanguinea/ hembras}) \\
 &= -.007 (\text{circunferencia basal}) + 1.000 (\text{altura})
 \end{aligned}$$

En donde los valores indican la correlación de una manera comparativa, de cada variable dentro de la función canónica. Pudiendo observar por medio de los coeficientes correspondientes que hembras y machos de *C. n. nugatoria* están más correlacionados con la altura del macollo y que la correlación de hembras y machos de *H. koebelei* y hembras de *C. s. sanguinea* es menos intensa; asimismo el efecto de la circunferencia basal del macollo es muy baja explicando muy poco la variación de las especies.

Con base en el número promedio de coccinélidos colectados en la muestra de los 18 macollos, y en la densidad de macollos de *M. macroura* en las zonas de exclusión (98 macollos en 450 m²), se estimó que la población existente de estos insectos por hectárea de pastizales de *M. macroura* sería de: 193,544 individuos de *H. koebelei*, 32,447 de *C. n. nugatoria* y 2,613 de *C. s. sanguinea*.

La mayor abundancia de *H. koebelei* en estos pastos, coincide con lo encontrado por Roach y Thomas (op. cit) que al igual que *H. convergens*, prefieren pastos amacollados en áreas descubiertas para hibernar. Estos datos relativos a su abundancia y a la ubicación de macollos preferidos como sitios de hibernación, nos dan una idea de dónde se podrían determinar posibles áreas de protección en un manejo racional de este recurso.

Conclusiones

Dentro de factores biológicos y físicos que favorecen la preferencia de los sitios de hibernación y presencia de agregados de coccinélidos se constató que: el mayor grado de insolación y la presencia de macollos de la especie *M. macroura* permiten una mayor cantidad de agregados de estos insectos, y en especial la altura de esta especie de pasto se correlaciona con la presencia de *C. n. nugatoria*. Dada la ubicación (a pleno sol) y la característica (altura) de los pastos en que se localizan principalmente los agregados de *H. koebelei* y *C. n. Nugatoria*, se puede constatar que presentan un tipo de agregación "hipsotáctica", mientras que individuos de *C. s. sanguinea*, fueron muy escasos y dispersos. En orden de abundancia las tres especies de Coccinellidae encontradas fueron: *H. koebelei*, *C. n. nugatoria* y *C. s. sanguinea*.

Estas observaciones permiten proponer una estrategia de control biológico por conservación, ya que estos organismos son nativos de esta región y han permanecido a lo largo de mucho tiempo mediante sus ciclos de migración e hibernación entre los campos de cultivo y las áreas de hibernación. Considerando que en esta estrategia se busca proporcionar las condiciones adecuadas a los organismos benéficos para que permanezcan en el sistema y regulen a las poblaciones de especies plaga, se sugiere promover propuestas entre los pobladores locales para que eviten las quemadas y el sobrepastoreo sobre los macollos que utilizan los insectos como hábitats para hibernar y así conservar este importante recurso, además de establecer mecanismos que permitan la implementación de la normatividad vigente con relación al uso y movilización de coccinélidos hibernantes.

Referencias

- Benítez B., G. 1988. Efectos del fuego en la vegetación herbácea de un bosque de *Pinus hartwegii* Lind. de la Sierra del Ajusco. En Rapoport E., H. y López-Moreno, R.I. (eds.) *Aportes a la ecología Urbana de la Ciudad de México*. Ed. Limusa. México, pp. 111-152 pp.
- Cervantes M., J.F. 1994. Ecología de la hibernación de los coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae) en la estación forestal experimental Zoquiapan, Edo. de México. Cuadernos de Extensión Universitaria (*Quinta Semana de la Investigación Científica*). pp. 147-149.
- Draper, N.R. and H. Smith. 1981. *Applied regression analysis*. 2ª de. John Wiley & Sons. New York.
- Hagen, K.S. 1962. Biology and ecology of predaceous Coccinellidae. *Ann. Rev. Entomol.* 7:289-326.
- Hagen, K.S., Mills, N.J., Gordh, G. and McMurtry, J.A. 1999. Terrestrial arthropod predators of insect and mite pests. 383-503 pp. En Bellows, T.S. y Fisher, T. W. (eds.) *Handbook of Biological Control*. Academic Press. San Diego, USA.
- Hodek, I. and A. Honek. 1996. *Ecology of Coccinellidae*. Kluwer Academic Publishers. Dodrech, Netherlands.
- Hodek, I. 1967. Bionomics and ecology of predaceous Coccinellidae *Ann. Rev. Entomol.* 12:79-104.
- Hosmer, D.W. and Leweshow, S. 1989. *Applied logistic regression*. John Wiley & Sons. New York.
- Manly B., F.J. 1992. *The design and analysis of research studies*. Cambridge University Press. U.K.
- Marín J., A., et al. 1992. Estivación de *Hippodamia convergens* Guerin (Coleoptera: Coccinellidae) en la zona sorguera del Estado de Guanajuato. México. Memorias del IV Congreso Internacional MIP. El Zamorano, Honduras. 116 pp.
- Minks, A.K. and Harrewijn, P. 1988. *Aphids their biology, natural enemies and control*. Elsevier.
- Morrison, D.F. 1976. *Multivariate statistical methods*. 2ª ed. Mc Graw Hill. New York.
- Roach, S.H. and Thomas, W.M. 1991. Overwintering and spring emergence of three coccinellid species in the coastal plain of South Carolina. *Environ. Entomol.* 20(2):540-544.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México.
- SAS Institute INC. 1995. *JMP Introductory Guide*. Cary, N.C.
- Tauber, M.J. and Tauber, C.A. 1976. Insects seasonality diapause, maintenance, termination and postdiapause development. *Ann. Rev. Entomol.* 21:81-107.
- Velázquez, A. 1992. Grazing and burning in grassland communities of high volcanoes in México. In Balslev, H. and Luteyn, J.L. (eds.). *Paramo*. Academic Press. New York. 216-231 pp.