

## VII. DISCUSIÓN

### 7.1. Hábitos y comportamiento reproductivo de *Phyllophaga ilhuicaminai*

#### 7.1.1. Hábitos de vuelo y alimentación

Las observaciones para *P. ilhuicaminai* fueron iniciadas en el mes de mayo de 2007, la frecuencia con que los individuos fueron encontrados fue muy irregular y en una alta proporción de hembras respecto a machos (5:1 en promedio). Estos datos concuerdan con lo reportado por Nochebuena (2004), quien cita que en colectas de *Phyllophaga ravida* con trampas tipo embudo provistas con luz flúor negra el 89% fueron hembras. Espinosa-Islas *et al.* (2005) reportan para *Phyllophaga obsoleta* en Texcoco que al inicio de la época de lluvias la mayoría de los individuos atraídos por la luz son machos, después se equilibra la proporción sexual y hacia el fin de la temporada de vuelo la totalidad de los ejemplares atraídos son hembras. Dado que las lluvias durante el año en que se realizó el trabajo se adelantaron respecto a años anteriores en que se han realizado observaciones para *P. ilhuicaminai*, y el temporal se caracterizó por presentar mayor uniformidad de mes a mes en comparación a los observados en los años en que fueron registrados los antecedentes (Figuras 7.1 y 7.2), es probable que la actividad de vuelo de *P. ilhuicaminai* haya comenzado antes de la época en que ha sido reportada su actividad de vuelo la cual fue registrada en 1999 y 2001 durante los meses de junio, julio y agosto con la máxima actividad a finales de junio y principios de julio en cultivos de estatis en Atlixco (Aragón, 2005; Aragón *et al.*, 2006) mientras que en el mismo sitio se reporta para 1998 el vuelo durante mayo, junio y julio (Aragón y Morón, 1998).

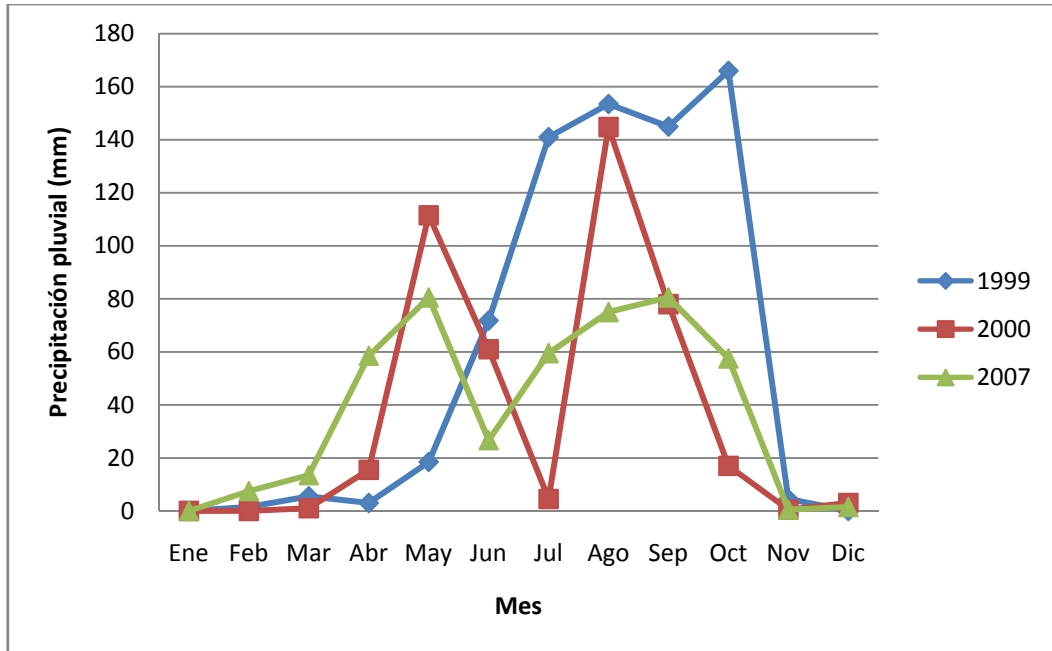


Figura 7.1. Precipitación mensual por año para Tehuacán. Datos proporcionados por el Observatorio Meteorológico de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) Puebla (2008).

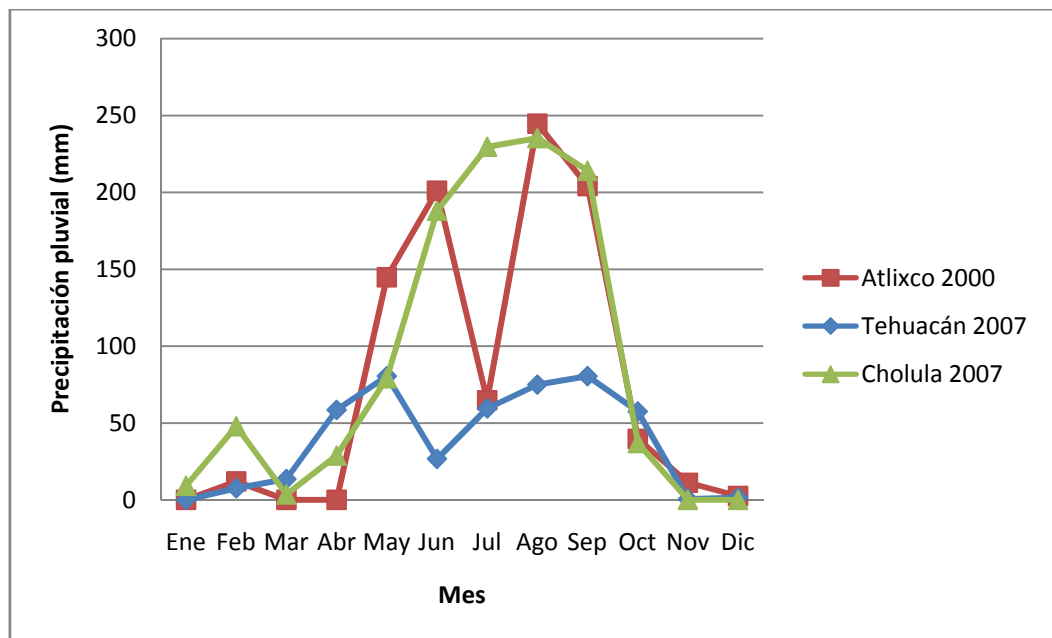


Figura 7.2. Precipitación mensual por año para Atlixco en el año 2000; Tehuacán y Cholula en el año 2007. Datos proporcionados por el Observatorio Meteorológico de la CONAGUA Puebla (2008).

Así mismo el desfase en fechas de vuelo podría deberse a diferencias climáticas entre los sitios de muestreo y en los distintos años en que fue estudiado este comportamiento, ya que se ha reportado que las etapas del ciclo de vida se ven influenciadas por factores ambientales como la temperatura y humedad (Aragón *et al.*, 2006). Atlixco presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, mientras que en el Valle de Tehuacán se encuentra un clima seco de templado a muy cálido; por otro lado, en Chiautla de Tapia, sitio de colecta en julio, el clima es cálido con lluvias en verano (INEGI, 2006).

El vuelo de los adultos de *P. ilhuicaminai* ocurrió de 20:15 a 20:50 (horario de verano) en San Pedro Atzumba y La Vista durante el mes de mayo, cabe mencionar que mientras la trampa funcionaba fueron encontradas dos hembras alimentándose sobre hojas de trueno. En Chiautla de Tapia en el mes de julio los adultos fueron atraídos por la luz de 20:30 a 21:30. El horario de vuelo reportado por Aragón (2005) para *P. ilhuicaminai* es de 20:35 a 22 horas, cuya duración de 85 minutos es similar a las observaciones de este trabajo, según las cuales el vuelo tiene una duración de 75 minutos, considerando que esta cifra se obtiene del intervalo en que fue observado el vuelo en distintas fechas y sitios, con duraciones de 35 y 60 minutos.

La información sobre los hábitos de vuelo de las especies es importante para desarrollar un programa de manejo integrado de plagas económico, selectivo para las especies dañinas y con el menor impacto posible en otros componentes del ecosistema.

Únicamente fueron observadas en el sitio La Vista dos hembras alimentándose de hojas de trueno (*Ligustrum* sp.), sustrato reportado por Aragón (2005) junto con el

eucalipto (*Eucalyptus* sp.) y encino (*Quercus* sp.) (Aragón *et al.*, 2006 ; Morón,1998a). Ninguno de estos hospederos fue encontrado cerca de las parcelas en estudio en el Valle de Tehuacán ni en Chiautla de Tapia, tampoco fueron registrados adultos alimentándose de algún sustrato vegetal en ninguno de estos sitios, ni en cautiverio. Debido a esto se sugiere intensificar la búsqueda de un hospedero vegetal en el Valle de Tehuacán.

### **7.1.2. Hábitos copulatorios**

Aragón (2005) reporta cópulas de esta especie sobre eucalipto. En este trabajo fueron observadas dos cópulas sobre pastos en el sitio La Vista y una en cautiverio sobre suelo. Tanto el tiempo como el comportamiento de cópula fueron muy similares en las parejas observadas en campo y en cautiverio sin embargo es importante considerar que, en total, tres cópulas fueron observadas.

Los comportamientos de cópula de las especies de *Phyllophaga* son diversos. Eberhard (1993a) estudió el acoplamiento de siete especies de *Phyllophaga* observando distintos comportamientos, por ejemplo, en el ángulo que forma el eje longitudinal del macho con el eje de la hembra durante el clímax de la transferencia espermática, que en algunas especies es cercano o mayor a los 90°, mientras en otras hembra y macho se mantienen en una posición casi paralela. En este trabajo se observó que para *P. ilhuicaminai* la posición de monta se mantiene durante toda la cópula y es el macho quien muestra el mayor despliegue de cortejo, mediante acciones de estimulación a la hembra, mientras la hembra se sujeta del sustrato o se desplaza caminando por el suelo. El reconocimiento del patrón de cópula es de utilidad para la identificación de una especie determinada *in situ*, en condiciones complicadas para la observación detallada de las

estructuras normalmente utilizadas para la identificación, como son las uñas y los genitales. Por lo tanto, es de relevancia para diferenciar las especies activas en cierta temporada del año.

### **7.1.3. Hábitos de oviposición**

En este trabajo se observó que la hembra de *P. ilhuicaminai* deposita en promedio 20.87 huevos y que cada hembra realiza de 1 a 5 eventos de oviposición en cada uno de los cuales fueron contados un máximo de 26 huevos y un mínimo de 1, sin ser necesariamente el primer evento el que mayor número de huevos presenta. Estos resultados difieren de los de Aragón (2005) quien reporta un solo evento de oviposición por hembra formado por 11 a 28 huevos, con un promedio de 16 huevos. Esta variación puede explicarse con el hecho de que en ambos trabajos se desconoce si las hembras confinadas para el estudio son vírgenes o si han realizado oviposiciones previas y, por lo tanto, las observaciones en cautiverio no representan el total de los eventos.

Comparando la cantidad de huevos obtenida a partir de los adultos en la pecera respecto a las parejas aisladas, se puede decir que las hembras aisladas tienden a ovipositar un mayor número de huevos, por lo tanto el recurso espacio es importante en la selección de la hembra para el lugar de la oviposición y el lugar donde se desarrollarán las larvas. En campo esto se refleja al observar que las poblaciones de gallina ciega en las parcelas de cultivo se presentan en manchones (Aragón *et al.*, 1998).

## **7.2. Cría de *Phyllophaga ilhuicaminai***

El proceso de incubación tuvo una duración de entre 8 y 18 días con un promedio de 11.69 días (n=216); el desarrollo del primer estadio duró entre 20 y 29 días con un promedio de 23.87 días (n=186); el desarrollo del segundo estadio fue de entre 34 y 48 días con un promedio de 35.84 días (n=75); el desarrollo del tercer estadio tuvo una duración de entre 84 y 160 días con un promedio de 127.60 días (n=16). Estas observaciones son similares a las reportadas por Aragón (2005), quien reporta un periodo de incubación entre 10 y 16 días con un promedio de 14.3 días; un tiempo de desarrollo de primer estadio larval de 17 a 47 días, con un promedio de 24.17 días; un periodo de 19 a 56 días, con un promedio de 37.01 días para el segundo estadio, mientras que el tercero abarcó un periodo de 80 a 122 días y en promedio 97.4 días. En ambos trabajos el promedio del tiempo de desarrollo de los diferentes estadios es similar y los rangos entre los valores extremos para cada etapa muestran dispersión, aunque pueden notarse ciertas diferencias en dicha característica, sobre todo en el desarrollo de los dos primeros estadios larvarios, ya que en este trabajo se reportan rangos menores. Esta diferencia se atribuye a la diferencia en condiciones de humedad y temperatura durante el cautiverio.

Las observaciones de hábitos alimenticios en relación a la ecdisis y desarrollo coinciden con las de Aragón (2005), quien reporta que las larvas de *P. ilhuicaminai* y otras cuatro especies del género dejaron de comer unos días antes de realizar la ecdisis y que las larvas de tercer estadio pasaron por periodos de una o hasta dos semanas en que no consumieron alimento. Asimismo, observó la expulsión discreta del contenido intestinal previo a la inmovilización de la prepupa en larvas de *P. ilhuicaminai* aunque reporta que este comportamiento es más notorio en otras especies por ejemplo, *Phyllophaga vetula*.

La mortalidad en cada uno de los estadios es elevada, especialmente entre el segundo y el tercero: En este trabajo se obtuvieron los siguientes valores de mortalidad: Huevos  $q_x = 0.388$ , L1  $q_x = 0.139$ , L2  $q_x = 0.596$ , que es alta, excepto para el primer estadio, en comparación con las observaciones de Aragón (2005), quien registra para Huevos  $q_x = 0.250$ , L1  $q_x = 0.278$ , L2  $q_x = 0.184$ , L3  $q_x = 0.383$ . La esperanza de vida es baja en comparación con la obtenida por el mismo autor, quien reporta valores cercanos al doble: Huevos  $e_x = 3.08$ , L1  $e_x = 2.93$ , L2  $e_x = 2.14$ ; siendo los valores obtenidos en el presente trabajo: Huevos  $e_x = 1.75$ , L1  $e_x = 1.53$ , L2  $e_x = 0.70$ .

Entre las causas de esta elevada mortalidad se encuentran la contaminación por hongos, la falta de fecundación de los huevos, así como inadecuadas condiciones de humedad en el suelo. Aragón (2005) por su parte no reporta presencia de entomopatógenos.

### **7.3. Hábitos y comportamiento reproductivo de *Macrodactylus ocreatus***

#### **7.3.1. Hábitos de vuelo y alimentación**

De acuerdo a Arce-Pérez y Morón (2000) *M. ocreatus* se distribuye en Oaxaca, Puebla y Estado de México, encontrándose adultos activos durante mayo y junio en ambientes situados entre los 1500 y 1700 m de altitud asociados a *Mimosa* sp. (Mimosaceae). En el presente trabajo los adultos de *M. ocreatus* fueron encontrados en el Valle de Tehuacán a altitudes entre los 2253 m y los 1999 m, activos durante el día y aún en la noche, alimentándose de floraciones de Pirul (*Schinus* sp.) sin fruto durante mayo y junio, sin embargo las personas del lugar reportaron el inicio del vuelo en abril.

### 7.3.2. Hábitos copulatorios

Las observaciones de *M. ocreatus* realizadas en este trabajo coinciden con el modelo propuesto por Arce-Pérez (1996), basado en estudios *in situ* de *M. mexicanus* y *M. subspinosus*: Los adultos se encuentran activos a finales de la primavera y durante el verano; realizan la cópula sobre el follaje de la planta de la cual se alimentan, principalmente en las horas más soleadas; mientras ocurre la cópula la hembra se alimenta, a diferencia de los machos, y la cópula tiene duración variable.

Es común en el género *Macroductylus* (Eberhard, 1993b) que el macho monte a la hembra abrazándola con las patas delanteras, aunque la duración de esta monta es variable, yendo desde pocos minutos hasta días. Igualmente variable es el tiempo de la introducción del edeago en el aparato genital de la hembra, desde segundos hasta alrededor de 120 minutos para algunas especies. En el caso de *M. ocreatus* los tiempos de cópula observados en cautiverio variaron entre 15 y 195 minutos (n=21), encontrándose la mayor frecuencia entre los 15 y los 75 minutos, aunque fue observada la introducción del edeago en el aparato genital de la hembra durante menos de 8 minutos e incluso segundos; estos eventos no fueron consideradas como cópulas propiamente y por lo tanto no se incluyeron en la gráfica de los resultados. Eberhard (1993b) estudió la relación entre los mecanismos genitales internos y los mecanismos o comportamientos externos en tres especies de *Macroductylus* y observó que las cópulas de corta duración representan un fracaso en la transmisión espermática, y que esto puede suceder incluso con algunas de larga duración. El mismo autor observa que la mayor parte del cortejo ocurre durante y después de la intromisión en lugar de antes de ésta, debido a que el macho trata de inducir una respuesta en la hembra que permita al espermátforo llegar a la espermateca, ya que la hembra tiene



la posibilidad de impedir el paso del edago a estructuras genitales internas para culminar la transmisión espermática aún después de permitir la entrada a la cámara genital. Esto coincide con el hecho de que los movimientos más activos de las patas meso y metatorácicas del macho de *M. ocreatus* se realizan durante la cópula, cerca de su final, y que el macho permanece montando a la hembra por un tiempo prolongado después de copular. Según Eberhard es posible que el macho también pueda provocar que la hembra vacíe al menos parcialmente su espermateca con el fin de recibir el nuevo esperma. En tres ocasiones fue observada la interrupción de la cópula seguida de una excreta de la hembra, sin embargo no fue colectada para su análisis, por lo tanto no puede asegurarse que se trate de un mecanismo de selección de esperma. Por otro lado, las hembras de *M. ocreatus* pueden impedir la cópula caminando rápidamente, impidiendo el paso del edeago a la cámara genital o pateando con las patas traseras, al igual que ha sido observado en otras especies por este autor. Al parecer, las estructuras del macho más utilizadas para contactar a la hembra durante la cópula son frecuentemente las superficies ventrales de tibia y fémur de las patas delanteras y espinas en la superficie ventral de tórax y abdomen, las cuales son diferentes para cada especie (Eberhard, 1993b) representando un tipo de barrera específica para la selección sexual.

### **7.3.3. Hábitos de oviposición**

Arce-Pérez (1996) menciona que las hembras del género *Macroductylus* depositan los huevos en grupos de cinco a treinta en el suelo húmedo a la sombra de las plantas huésped, a una profundidad entre 15 a 30 cm. En el caso de *M. ocreatus* se observó que cada hembra realiza entre 1 y 5 eventos de oviposición, cada uno formado por entre 1 y 25 huevos. El máximo número de huevos por hembra es 25 mientras el mínimo es 5, con un promedio de

9. Al igual que para *P. ilhuicaminai*, no se sabe si antes del confinamiento algunas hembras habían realizado alguna oviposición o si se trataba de hembras vírgenes, por lo que es posible que los resultados obtenidos en cautiverio no correspondan al total de eventos durante la actividad adulta de la hembra, sin embargo es una aproximación importante.

#### **7.4. Cría de *Macroductylus ocreatus***

Los estudios de ciclos de vida del género *Macroductylus* en México están basados en observaciones en campo de dos especies, en base a las cuales se propone que el tiempo de incubación dura de 16 a 30 días, el primer estadio larvario de 30 a 60 días, el segundo estadio larvario de 45 a 74 días y el tercero de 150 a 180 días; la pupa presenta una duración de 15 a 30 días y el nuevo adulto emerge al presentarse las primeras lluvias, observaciones realizadas en campo (Arce-Pérez, 1996).

De los 300 huevos obtenidos de *M. ocreatus*, eclosionaron 209 larvas del primer estadio (L1), después de un tiempo de incubación de entre 9 y 17 días con un promedio de 14.48 días. Este tiempo representa alrededor de la mitad del reportado por Arce-Pérez (1996). Únicamente tres larvas alcanzaron el segundo estadio (L2) después de un tiempo de entre 32 y 45 días con un promedio de 39.66 días de permanencia en L1 y como L2 tuvieron un tiempo de supervivencia de 13.33 días al término del cual murieron sin que se terminara de desarrollar el segundo estadio, por lo tanto ninguna de las larvas alcanzó el tercero.

Entre las posibles causas de muerte se encuentra la presencia de hongos y la falta de humedad en el suelo para algunos casos, sin embargo la mayoría de las muertes no tuvieron una razón clara, dado que no existen antecedentes de una dieta adecuada para las larvas de

éste género en cautiverio, la mortalidad puede atribuirse a que las larvas no consumieron el alimento que se les proporcionó.

Las larvas de este género han sido reportadas como rizófagas por distintos autores (Arce-Pérez, 1996; Arce-Pérez y Morón, 2000; Morón, 2004) y en particular *M. ocreatus* causa daños a raíces de cultivos (Aragón, 2007, Información personal), por lo tanto, la dieta administrada inicialmente fueron zanahorias, ya que ésta ha sido un alimento funcional en la cría de larvas rizófagas, sin embargo las larvas no las consumieron. Posteriormente se elaboró una mezcla de materia orgánica con base en una dieta para *Cotinis mutabilis*, pero las mortalidad no disminuyó. Algunas larvas presentaban contenido intestinal que podía ser observado a través de su cuerpo, por lo que se sospecha que la dieta podría ser una combinación entre zanahoria y materia orgánica, ya que a pesar de que se individualizaron no se logró que sobrevivieran.

El hecho de que no se haya estudiado el ciclo de vida en cautiverio de este género, puede atribuirse a que no existe en la bibliografía una dieta adecuada para las larvas. Esto plantea la necesidad de profundizar en la búsqueda de condiciones en cautiverio apropiadas, que permitan obtener información más exacta del ciclo de vida de las especies de este género.