

***HELICOVERPA ARMIGERA* (HÜBNER)(LEPIDOPTERA. NOCTUIDAE):
EMERGENCIA PRIMAVERAL DE ADULTOS Y CAPTURAS EN
TRAMPAS DE FEROMONAS.**

Izquierdo, J; Millan, I.
Escola Superior d'Agricultura de Barcelona
Urgell 187
08036 BARCELONA

RESUMEN

Helicoverpa armigera (Hübner) pasa el invierno en la zona del Delta del Llobregat en forma de pupas en diapausa de las que emergerán los adultos en primavera. El origen del inicio de vuelo en primavera en la zona Mediterránea es un tema de controversia ya que en ciertas situaciones su presencia es justificada por movimientos migratorios. En este trabajo se ha realizado un seguimiento de la emergencia de adultos provenientes de pupas en diapausa y las capturas de machos en trampas de feromonas en el Del-

ta del Llobregat (Cataluña). La emergencia de los adultos en los ensayos de diapausa tuvo lugar entre la segunda quincena de mayo y junio. Las capturas en trampas de feromonas se produjeron previamente a las emergencias, transcurriendo de 2 a 3 semanas entre el inicio de las capturas y la emergencia de machos.

Palabras clave: *Helicoverpa armigera*, diapausa, trampas de feromonas.

ABSTRACT

Helicoverpa armigera (Hübner) (Lepidoptera. Noctuidae): Spring emergence of adults and pheromone catches.

Helicoverpa armigera (Hübner) spends the winter in the area of the Llobregat Delta in the form of a diapaused pupa, from which the adult will emerge in

spring. The origin of its flight in spring in the Mediterranean zone is a controversial topic, since, its presence is explained by migratory movements, under certain situations. This work studies the emergence of adults from diapaused pupae and male catches in pheromone traps in the Llobregat Delta (Catalonia). Adult eclosion in diapause experiments took place in the second half

of May and in June. Catches in pheromone traps were produced before the eclosion, elapsing 2 to 3 weeks between the beginning of catches and male eclosion.

Key words: *Helicoverpa armigera*, diapause, pheromone traps, spring emergence.

1. INTRODUCCIÓN

Helicoverpa armigera (Hübner) es un lepidóptero plaga en numerosos cultivos de Euroasia, África y Oceanía (Fitt, 1989, Reed y Pawar, 1982). En Cataluña se detectan ataques en fresón, judía, alcachofa, pimiento, maíz, pepino, lechuga, numerosas plantas ornamentales, etc., pero los problemas principales se centan en clavel y tomate (Izquierdo, 1994).

H. armigera presenta como estrategia de supervivencia en invierno un comportamiento de diapausa como pupa enterrada en el suelo (Hmimina, 1979; Reed, 1965; Roome, 1979; Wilson *et al.*, 1979). El área mediterránea no es una excepción, observándose que los insectos que pupan en octubre no emergen hasta la primavera siguiente (Gabarra, 1990; García *et al.*, 1980; Poitout y Bues, 1979).

La mayor parte de la bibliografía menciona el papel esencial de fotoperíodos cortos modulados por bajas temperaturas en la inducción de la diapausa sobre larvas de *H. armigera* (Bues *et al.*, 1989; Foley, 1981). En la zona mediterránea estas condiciones se producen a finales de verano-otoño.

La detección de la salida de los adultos procedentes de pupas en diapausa informa del inicio de la presencia de *H. armigera* en cada campaña, salvo en el caso de fenómenos migratorios que dan lugar a la aparición de adultos previamente a la emergencia de las pupas locales. La fecha de inicio de capturas y su número en estas fases iniciales son datos importantes en la predicción de la evolución de la población de *Heliothinae* a lo largo de la campaña en USA

(Goodenough *et al.*, 1988).

El comportamiento de *H. armigera* al principio de la campaña ha sido, y es, objeto de controversia en la zona mediterránea. En Francia, en la estación de Monfavet, se han realizado capturas en trampas que sólo parecen justificadas por movimientos migratorios en primavera (Poitout y Bues, 1979). En España, en la provincia de Granada, Cabello y Salmerón (1989) dan cuenta de la presencia de adultos de *H. armigera* en períodos invernales y a inicio de primavera. Esta presencia es difícilmente justificable por el comportamiento de la población autóctona.

Los estudios sobre inicio de vuelo de *H. armigera* deben establecer correctamente la metodología a utilizar, ya que ésta puede afectar notablemente los resultados obtenidos y su posterior interpretación (Gabarra, 1990; Murray y Wilson, 1991). Así, por ejemplo, los valores de captura varían notablemente según se utilicen trampas de luz o trampas de feromonas; ello es debido a las diferencias en el comportamiento de ambas (Bues *et al.*, 1985; Cabello y Salmerón, 1989; Hartstack *et al.*, 1978). A principios de campaña se considera a las trampas de feromonas más sensibles en la captura de adultos de *Heliothinae* que las trampas de luz (Hartstack *et al.*, 1978).

En ensayos de campo se han observado retrasos de 8-9 días en la emergencia de adultos de *H. zea* procedentes de pupas en diapausa cuando se utilizaron jaulas de malla (López y Hartstack, 1983). Este hecho se debe a la variación de la insolación a nivel del suelo, disminuyendo su temperatura, y a su efecto sobre el desarrollo de las pupas. Los insectos utilizados en ensayos pueden proceder de cultivos infestados (García *et al.*, 1980; López y Hartstack, 1983) o criados en laboratorio con dieta artificial e inducciones de diapausa más o menos programadas. El enterramiento puede ser totalmente natural, por sus propios medios en suelo agrícola, o más o menos dirigido (suelos modificados, estructuras de protección (Bues *et al.*, 1990), confinamiento en tubos (McCann *et al.*, 1989), etc.). Estas diferencias dificultan la comparación entre ensayos.

En experiencias realizadas por García *et al.* (1980) con técnicas de enterramiento natural de *H. armigera* en Badajoz se detectaron las primeras emergencias durante la segunda semana de mayo, prolongándose hasta mediados de junio y alcanzando el máximo durante la segunda quincena de mayo. Durante este período, las capturas en trampas de luz fueron insignificantes.

En Francia, Bues *et al.* (1990), en

un ensayo con pupas enterradas en cajas con turba y protegidas de depredadores, observaron el inicio de emergencia en los últimos días de mayo, que llegó a un máximo a finales de junio-principios de julio. Esta evolución es relativamente coincidente con un primer vuelo que se detecta en la zona. En España, en la zona del litoral barcelonés, Gabarra (1990) observa valores del 50% de emergencia que se sitúa en la segunda quincena de

abril o junio según el año y la técnica utilizada para realizar el seguimiento.

Este trabajo tiene como objetivo conocer los periodos de emergencia de *H. armigera* de adultos provenientes de pupas en diapausa hivernal en la zona del Delta del Llobregat y determinar la capacidad de las trampas de feromonas para detectar estas emergencias.

2. MATERIAL Y METODOS.

Este trabajo se ejecutó durante los períodos otoño 1990-primavera 1991, otoño 1991-primavera 1992 y otoño 1992-primavera 1993.

2.1. Material vivo e inducción a la diapausa

Las pupas de *H. armigera* procedían de cría de laboratorio ó de larvas recogidas en campo durante el período septiembre-octubre. En los procesos de cría, las larvas se extrajeron de las condiciones estándares (25°C, fotoperíodo 14 horas luz: 10 horas oscuridad), a lo

Tabla 1: Cantidad de pupas, fechas de obtención e implantación en campo de los ensayos de emergencia de adultos procedentes de pupas en diapausa.

	n		pupación			implantación en campo		
	♀	♂	mediana	inicio	fin	mediana	inicio	fin
1990-1991	23	41	26/10	3/10	7/1	31/10	18/10	9/1
1991-1992	110	90	11/12	31/10	2/1	2/1	10/12	26/1
1992-1993	160	164	19/10	1/10	9/11	20/10	15/10	12/11

sumo cuando éstas alcanzaban el estadio L-3. Las larvas se acabaron de criar en un insectario en contenedores transparentes individuales de 30 cc., expuestos a condiciones ambiente de temperatura y fotoperíodo. Durante este período las larvas fueron alimentadas con dieta semi-artificial (Poitout y Bues, 1974) hasta que puparon, hecho que acontecía en el mismo recipiente de cría.

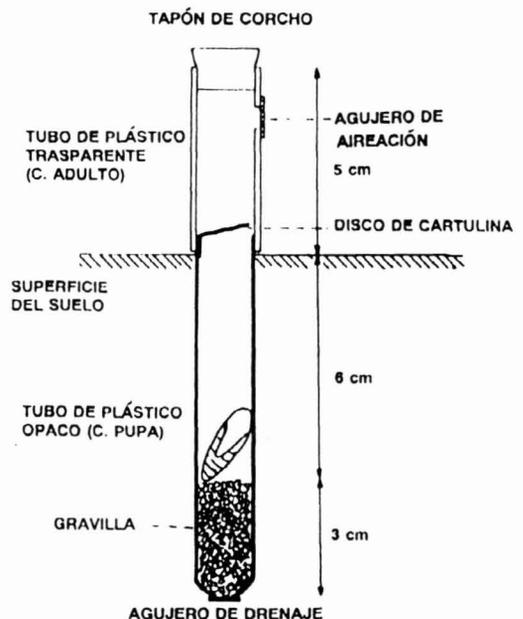
Las pupas se sexaron a partir de las características morfológicas presentes en los últimos segmentos abdominales (Phillips y Newson, 1966; Wilson *et al.*, 1979), y se desinfectaron superficialmente por inmersión en una solución de hipoclorito sódico al 0,2%. El número de pupas en cada año se presenta en la tabla 1.

2.2. Cabinas de diapausa

Las pupas sexadas se instalaron en cabinas construidas simulando las cámaras de enterramiento en el suelo que realizan las larvas antes de pupar. Este método permite el control individualizado de cada pupa y constituye una barrera para los agentes de mortalidad bióticos, básicamente los depredadores. Estos organismos pueden tener una incidencia notable en condiciones de campo y afectar el desarrollo satisfactorio del ensayo (Bues *et al.*, 1990).

El diseño de la cabina es, con ciertas modificaciones, el utilizado por McCann *et al.* (1989)(fig. 1). La cabina estaba formada por un tubo de ensayo plástico opaco de 9,5 cm de longitud y 1,5 cm de diámetro al que se realizó un agujero en la base (diámetro 3mm) para permitir el intercambio ambiental con el suelo. Este orificio se cubrió por medio

Figura 1: Características constructivas de las cabinas de diapausa y su instalación en el suelo.



de una malla metálica inoxidable (18/8) de una luz de 0,34 mm e hilo de 0,21 mm para evitar la penetración de depredadores. Esta zona constituyó la cámara de la pupa. En la parte alta del tubo se encajó una porción de tubo transparente (cámara del adulto) de un diámetro ligeramente superior. Esta zona permaneció por encima del nivel del suelo y se separó de la cabina de pupación con un disco de cartulina fina fijado en un lateral.

Se practicó un agujero de aireación de 5 mm de diámetro en un lateral de este tubo transparente y se cerró por arriba con un tapón de corcho. El agujero de aireación se cubrió con una malla inoxidable idéntica a la que cubría el agujero de drenaje.

El ensamblaje final de la cabina consistió en rellenar con gravilla fina 3 cm de la cámara de la pupa, depositar la pupa previamente caracterizada (día de pupación, sexo) y colocar el tubo transparente en su parte superior. Una vez finalizada esta operación ya se instaló en el suelo, verticalmente, dejando por encima del nivel del terreno la cámara del adulto (fig. 1).

Este diseño permitió que la pupa se encontrase enterrada a una profundidad conocida, en oscuridad, protegida de

los depredadores, y en condiciones ambientales (temperatura y humedad relativa) bastante aproximadas a las cabinas de enterramiento natural (McCann *et al.*, 1989). Una vez emergía el adulto, éste subía por el tubo superando el disco de cartulina (que dificultaba su posterior retorno a la cabina de pupación) y se hacía visible en la cámara del adulto.

2.3. Diseño de la experiencia y seguimiento

Durante los tres años la experiencia se emplazó en una pequeña parcela de terreno agrícola del municipio de El Prat de Llobregat (UTM DF 2476). La textura del suelo era franco-limosa (clas. USDA), con un pH (pasta saturada) de 7.37 y un valor de materia orgánica oxidable del 2.66% p/p.

Los períodos de instalación de las cabinas se indican en la tabla 1. El terreno se mantuvo libre de vegetación durante el seguimiento. Las cabinas fueron examinadas una vez a la semana durante el período invernal; el número de visitas semanales se incrementó a 3 en primavera. A principios de mayo las pupas fueron examinadas directamente para determinar el estado de los individuos del ensayo (mortalidad invernal).

Se recogió la información meteo-

rológica diaria sobre temperaturas máximas y mínimas del aire y precipitaciones de los observatorios Aeropuerto de Barcelona-Prat y Gavà-Miranda de la zona del Delta del Llobregat. Del observatorio Fabra (situado en Barcelona, a unos 10 km de la zona de estudio) se recogieron las temperaturas máxima y mínima del aire y las temperaturas del suelo a 5 y 10 cm de profundidad a las 7 y 13 horas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Emergencia de adultos provenientes de pupas confinadas

En la tabla 2 se muestran los resultados del seguimiento de la emergencia de adultos provenientes de pupas en diapausa confinadas en cabinas de enterramiento individuales.

A lo largo de los tres años estudiados, los adultos emergieron desde inicios de la segunda quincena de mayo hasta finales de junio. La media de emergencia se localizó entre los últimos días de mayo y mediados de junio. Las diferencias de precocidad entre medias de emergencia no fue superior a 15 días. El período de emergencia de *H. armigera* observado se ajusta al descrito por García *et al.* (1980) en Badajoz, y es ligeramen-

te más precoz que el registrado por Bues *et al.* (1990) en el Sur de Francia.

Se obtuvieron datos de capturas semanales de machos de *H. armigera* en 8 trampas de feromonas de la zona del Delta del Llobregat (Izquierdo, 1994) en las primaveras de los años 1991, 1992 y 1993. Estos datos fueron cotejados con la evolución de la emergencia de adultos provenientes de las pupas enterradas.

Se detectó un comportamiento de emergencia más precoz en hembras de *H. armigera* que en machos, con diferencias de 7 a 13 días entre las medias de emergencia. Este resultado concuerda con los autores que han tenido en cuenta la diferencia de sexos en el estudio de la emergencia primaveral. Este comportamiento es común en *Heliiothinae*, habiéndose detectado tanto en *H. armigera* (Fitt y Daly, 1990) como en *H. zea* y *H. virescens* (López y Hartstack, 1983; McCann *et al.*, 1989). En un trabajo sobre *H. zea*, López (1986) explica este comportamiento en base al hecho de que la rotura de la diapausa en hembras requiere umbrales térmicos más

Tabla 2: Fechas de emergencia de adultos provenientes de pupas en diapausa confinadas en cabinas individuales.

AÑO	SEXO	n ¹	Supervivencia (%)	emergencia ²			
				inicio	final	media	mediana
1991	♀	6	30	29MAY/149	18JUN/169	5JUN/155.9	5JUN/156
	♂	3	13.1	13JUN/164	26JUN/177	18JUN/168.3	13JUN/164
	TOTAL	9	20.9	29MAY/149	26JUN/177	9JUN/160.0	5JUN/156
1992	♀	26	23.6	19MAY/139	20JUN/171	9JUN/159.2	4JUN/155
	♂	28	31.1	31MAY/151	23JUN/174	18JUN/168.2	20JUN/171
	TOTAL	54	27.1	19MAY/139	23JUN/174	13JUN/163.9	19JUN/170
1993	♀	19	16.5	17MAY/137	14JUN/165	27MAY/146.7	24MAY/144
	♂	18	14.9	21MAY/141	17JUN/168	5JUN/154.2	4JUN/155
	TOTAL	37	15.8	17MAY/137	17JUN/168	30MAY/150.5	29MAY/149

¹ n= número de individuos emergidos

² Las fechas se expresan según el formato día mes/ día juliano

bajos que en el caso de los machos.

López y Hartstack (1983) consideran que el período invernal actúa como homogeneizador del estado fisiológico de las pupas, por lo que el momento de inicio del estado de pupa no tiene porqué predisponer el momento de la emergencia. Estas afirmaciones no parecen contemplar aspectos como el tipo de inducción que según Bues *et al.* (1989; 1990) puede afectar las características de la diapausa, lo que explicaría en parte, el

escalonamiento de la emergencia primaveral. En los ensayos realizados, el enterramiento de las pupas fue en lotes, a medida que se generaban, por lo que en algún experimento se dispuso de material que variaba en más de un mes y medio en el momento de pupar (tabla 1). A pesar de esta variabilidad, no se observaron comportamientos de emergencia diferentes en función del momento en que se producía la pupa. Sin embargo, ni el número de individuos supervivientes ni las características del ensayo permiten

realizar afirmaciones taxativas al respecto.

En los ensayos de 1990 y 1992, a finales de octubre y noviembre se detectó emergencias de adultos de los primeros lotes de enterramiento, en los cuales, previsiblemente, no se había inducido diapausa, por lo que los valores de supervivencia se obtuvieron sobre el material diapausado. La supervivencia media de las pupas en los ensayos osciló entre el 15.8 y 27.1 %. Estos valores confirman que a pesar de limitar el efecto de factores de depredación, la mortalidad de las pupas durante el período invernal es elevada (Bues *et al.*, 1990; Eger *et al.*, 1983; Fitt y Daly, 1990; Rummel y Neece, 1989). El sistema de confinamiento no impidió que algún factor biótico afectase su viabilidad. Concretamente, se detectó la presencia de nemátodos entomopatógenos y podredumbres fúngicas. La influencia de estos elementos no fue analizada de forma sistemática, pero pone de manifiesto la incidencia de otros factores bióticos, además de la depredación, en la mortalidad de pupas en el suelo (Fitt y Daly, 1990).

Los períodos de emergencia se prolongaron durante 0.8-1.2 meses, siendo estos valores más cortos que los observados por otros autores (Bues *et al.*, 1990; García *et al.*, 1980). Una posible expli-

cación de este resultado podría residir en la homogeneidad de la profundidad de enterramiento de las pupas.

3.2. Capturas en trampas de feromonas

En la tabla 3 se muestra la evolución de las capturas en trampas de feromonas en la zona del Delta del Llobregat, expresada como medias de capturas semanales y como porcentaje semanal respecto el total de capturas de los meses abril-junio. Este período de tiempo se delimitó en función de las observaciones locales de inicio de vuelo y de la información bibliográfica sobre períodos de emergencia en áreas próximas (Bues *et al.* 1990; Gabarra, 1990; García *et al.*, 1980).

La evolución de las capturas durante las diversas campañas estudiadas fue variable. El inicio de las capturas fue precoz en 1993, siendo capturados los primeros individuos durante la primera quincena de abril; este año también destacó por un valor de captura media acumulada máximo. Si se define el inicio de vuelo como la primera semana en que todas las trampas empiezan a capturar de forma ininterrumpida, se observa que la campaña 1993 sigue presentando la mayor precocidad en cuanto a capturas, seguida respectivamente de las campañas

Tabla 3: Capturas de *H. armigera*, medias y %, en trampas de feromonas en la zona del Delta del Llobregat para el período abril-junio.

MES	SEMANA	Día JULIANO	1991		1992		1993	
			CAPTURAS ¹	% ²	CAPTURAS	%	CAPTURAS	%
ABR	15	98-104	0	0	0	0	0.88	0.3
	16	105-111	0	0	0	0	0.86	0.3
	17	112-118	0.32	0.28	0.12	0.10	1.27	0.4
MAY	18	119-125	0.16	0.14	0.26	0.20	2.71	0.9
	19	126-132	0.02	0.01	2.54	2.6	5.14*	1.8
	20	133-139	0.45	0.39	3.44*	4.0	11.57	4.0
	21	140-146	1.14	1.0	15.93	18.8	6.86	2.4
	22	147-153	14.07*	12.3	24.54	28.9	7.59	2.6
JUN	23	154-160	18.82	16.5	18.16	21.4	10.59	3.7
	24	161-167	15.56	13.6	5.70	6.7	31.35	11.0
	25	168-174	20.87	18.3	3.91	4.6	35.75	12.6
	26	175-181	20.28	17.8	3.20	3.7	67.12	23.8
	27	182-188	22.22	19.4	7.35	8.6	101.16	35.7
			113.3		75.1		274.4	

¹ media de capturas semanales / ² %= porcentaje de las capturas semanales respecto al total del período abril-junio

*= primera semana en que todas las trampas capturaron adultos de *H. armigera*

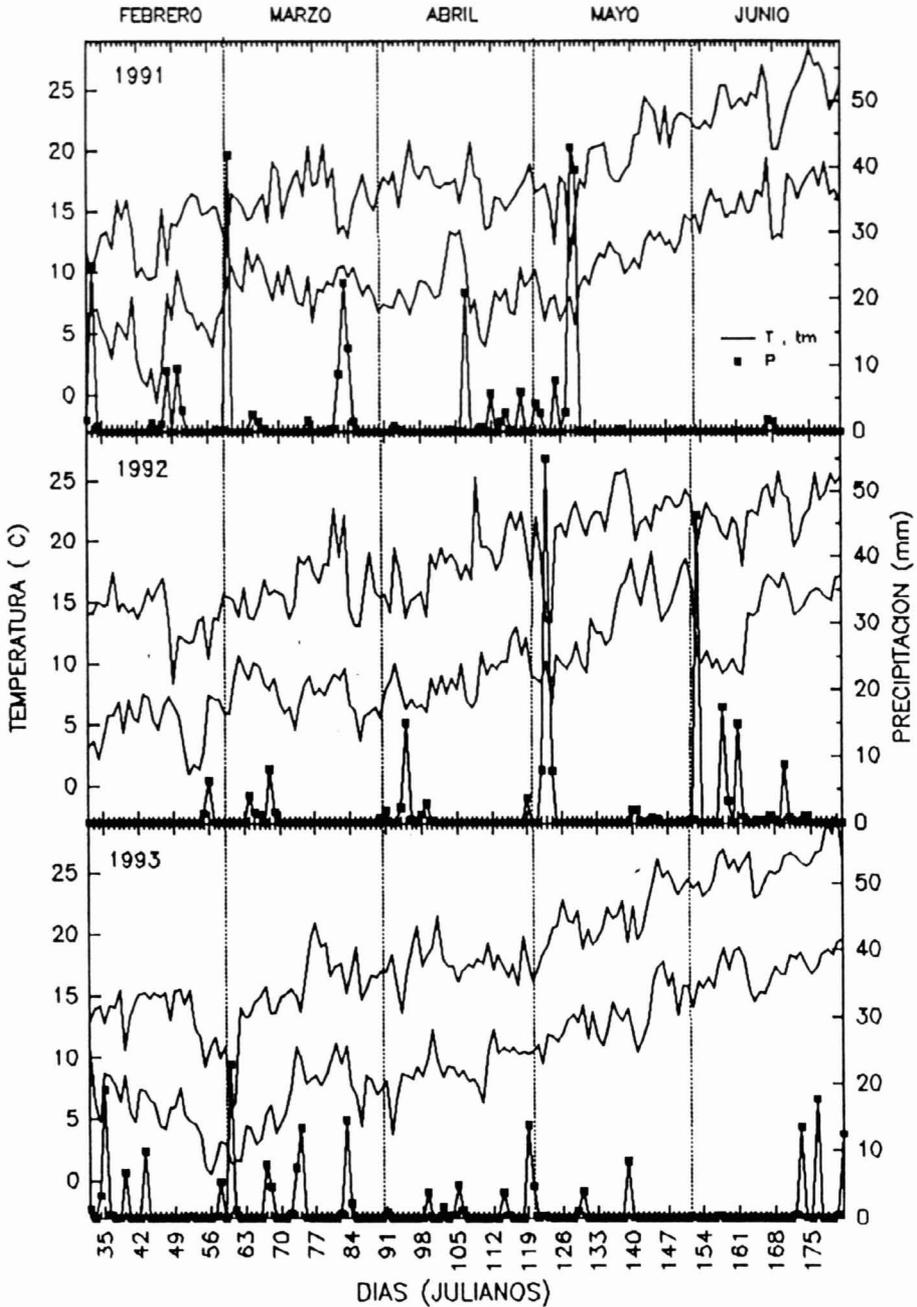
1992 y 1991. El inicio de vuelo osciló entre las semanas 19 y 22 (inicios y finales de mayo), definiendo unas diferencias extremas de 3 semanas. Si se toman en consideración los datos de la campaña de 1990 (Izquierdo, 1994), en la que el inicio de vuelo se produjo durante la semana 16, este intervalo se amplía a 6 semanas. Todos estos datos ponen de manifiesto que las diferencias en la fase inicial de vuelo de *H. armigera* en la zona pueden llegar a ser notables.

La evolución de las capturas alcan-

za un pico muy evidente a finales de mayo de 1992 -semana 22-. En 1993 se observa un pequeño pico en la semana 20, pero los máximos de captura se sitúan en las últimas semanas del período estudiado -semanas 26 y 27-. En 1991, a partir del momento que se observa el inicio de vuelo, las capturas mantienen valores bastante constantes (tabla 3).

3.3. Relación entre la emergencia de adultos, las capturas y las condiciones meteorológicas

Figura 2: Temperaturas máximas (T) y mínimas (tm) y precipitación (P) diarias durante 1991-93, en el período febrero-junio, en el Delta del Llobregat.



La temperatura es el factor fundamental en el proceso de rotura de diapausa, y condiciona la velocidad de desarrollo de la pupa en *Heliothinae* (Foley, 1981; López, 1986). Estas al encontrarse enterradas están sometidas a la temperatura del suelo donde se encuentren que puede diferir notablemente del aire. Los cocientes temperatura del suelo a 5 y 10 cm/ temperatura del aire presentan valores que oscilan entre el 1,12 y 1,38 durante abril-junio. Este hecho indica que las temperaturas más altas del suelo, permitieron una acumulación térmica (grados acumulados) durante los meses de primavera muy superior a la que se presentó a partir de las temperaturas del aire. Wilson *et al.* (1979) indican que son necesarias temperaturas superiores a 17°C para que se rompa la diapausa de las pupas y se inicie el desarrollo normal de los individuos. Bues *et al.* (1990) proponen valores entre 18 y 21°C para se produzca esta activación. La evolución de las temperaturas en el suelo permitió que se alcanzasen estas temperaturas umbral de una forma más rápida y frecuente que en condiciones de temperatura del aire. Por ejemplo, en 1991, si se toman estos últimos valores, se observa que sólo 7 y 8 días en marzo y abril superaron los 18°C de máxima, mientras que en temperaturas de suelo a 5 cm de profundidad, los 18°C se registraron 14

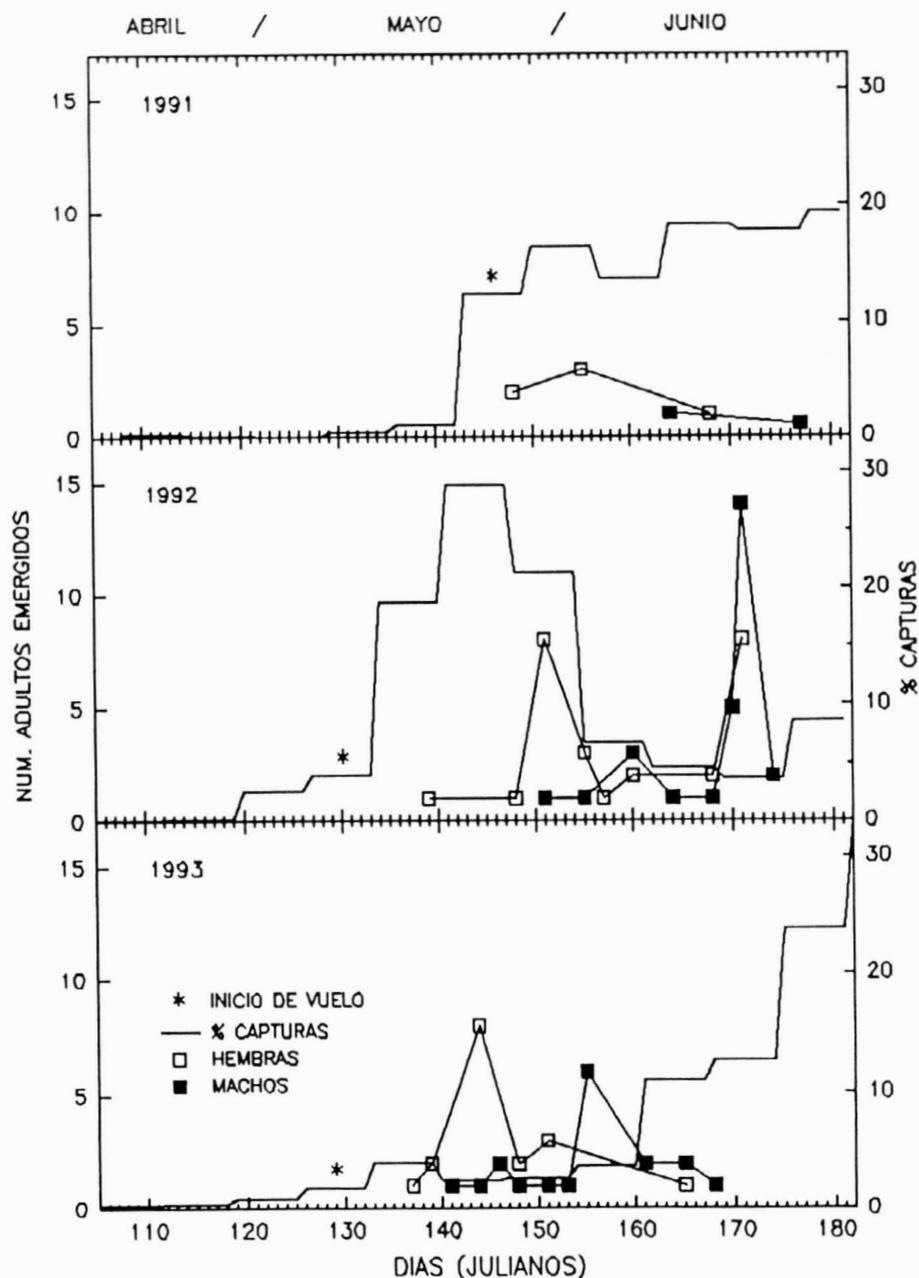
y 24 días de marzo y abril, respectivamente.

Los valores de temperaturas y precipitaciones diarias del período final de invierno-primavera se muestran en la figura 2. Cabe destacar las diferencias de precipitaciones entre campañas y su relación con disminuciones de temperatura. Por ejemplo, la primera quincena de junio de 1992 fue especialmente lluviosa, con temperaturas inferiores a las normales de este período.

Los datos que se muestran son la media de los registros de dos observatorios de la zona del Delta del Llobregat (Aeroport y Gavà-Miranda). Las diferencias entre las medias de temperaturas registradas por ambos observatorios en un mismo día pueden alcanzar hasta 3-4 grados; en Gavà-Miranda siempre se presentan los valores más altos. Suponiendo la estandarización de los métodos de registro de temperaturas, este comportamiento confirmaría una variabilidad climática de la zona estudiada (Roses, 1989).

Las temperaturas del aire, sobre todo las nocturnas, afectan tanto el comportamiento de los adultos de *Heliothinae* como la eficiencia de las trampas de feromonas -difusión, radio de actividad, etc - (Hartstack *et al.*, 1978). Los datos

Figura 3: Evolución de las capturas semanales en trampas de feromona (en %) y emergencia de adultos (machos y hembras) provenientes de pupas confinadas.



meteorológicos disponibles permiten interpretar ciertos aspectos de la evolución de las capturas en trampas de feromonas que podrían pasar inadvertidos. Por ejemplo, en el apartado anterior se ha comentado la presencia de un pico de capturas a finales de mayo de 1992 produciéndose una depresión de las capturas en semanas posteriores. Este hecho puede interpretarse en base a las condiciones ambientales de este período -descenso de las temperaturas, lluvia- que afectaron negativamente las emergencias y la actividad de los adultos, y la capacidad de atracción de las trampas de feromonas.

En la figura 3 se puede apreciar que el inicio del vuelo (primera semana en la que se registran capturas en todas las trampas de feromonas) se produce aproximadamente una semana antes del inicio de la emergencia de los adultos confinados. Las primeras emergencias en los ensayos de pupas confinadas siempre correspondieron a hembras, mientras que en las trampas de feromonas se capturan machos. En los ensayos la emergencia de machos fue entre 7 y 13 días más tardía que la de hembras; por lo que el tiempo que media entre el inicio de vuelo y la emergencia de machos procedentes de las pupas estudiadas oscila entre 2 y 3 semanas. En la mayoría de estudios de emergencia de adultos no se realiza la separación de sexos, a diferencia

de este trabajo, por lo que resulta difícil comparar estos datos con los obtenidos por otros autores.

El desplazamiento observado puede explicarse a partir de movimientos migratorios de *H. armigera* (Cabello y Salmerón, 1989; Poitout y Bues, 1979) o por el diseño experimental. Los resultados obtenidos no confirman ni descartan taxativamente ninguna de las dos hipótesis planteadas, pero la segunda posibilidad parece más pausable. La metodología de confinamiento de la pupa dentro de tubos plásticos puede modificar el intercambio térmico con el suelo. Diversos autores comentan el efecto de retraso en la emergencia de pupas respecto al inicio de las capturas en trampas de feromonas que se produce al introducir artefactos que hacen posible el control de adultos (Fitt y Daly, 1990; Rummel *et al.*, 1986). Es importante señalar que las pupas se situaron a aproximadamente 6 cm de profundidad en el suelo, cuando de observaciones posteriores (datos propios no publicados) y de los trabajos de diversos autores (Fitt y Daly, 1988; Murray y Zalucki, 1990) se desprende que, mayoritariamente, las pupas se encuentran a 1,5-3,5 mm de profundidad. La constancia, entre años, del lapso de tiempo entre inicio de capturas y emergencias no parece un comportamiento típico debido a migraciones entre regio-

nes, ya que éstas suelen estar ligadas a condiciones meteorológicas (Drake, 1984; Drake y Farrow, 1985) que se presentan de una forma menos sistemática. Los fenómenos migratorios han de tener una zona de exportación del insecto, evidentemente esta zona debería estar al sur en un clima más benigno; podríamos pensar en puntos del litoral mediterráneo pero el tipo de agricultura intensiva que se practica no parece ofrecer una justificación ecológica que favorezca fenómenos migratorios. Por último, cabe observar que la zona donde se instalaron las cabinas de enterramiento está situada en municipio del Prat, próximo al río Llobregat y al observatorio meteorológico «Aeroport», donde se observa un microclima con temperaturas relativamente más bajas que en otras zonas del Delta. Por el contrario, los valores de capturas en trampas de feromonas procedieron de toda la zona del Delta.

Los aspectos naturales de variabilidad del entorno (microclima generado por la orientación del terreno, cobertura vegetal, exposición a vientos, etc.) y de

los insectos en diapausa en una campaña concreta (características de la diapausa, profundidad de enterramiento, etc.) hacen difícil obtener una visión nítida del comportamiento de emergencia de *H. armigera* en la zona a partir de un ensayo puntual.

Los grados acumulados son un método utilizado por diversos autores en *Heliothinae* en la construcción de modelos predictivos de la emergencia de adultos en primavera. McCann *et al.* (1989) proponen un modelo de emergencia de *H. zea* que se fundamenta en una primera fase de acumulación térmica con una base de temperatura alta hasta que se rompe la diapausa, tras lo que el proceso de desarrollo de la pupa sigue con unos valores de límite inferior de desarrollo normal. En la zona estudiada en el presente trabajo sólo se podrán establecer modelos semejantes que gocen de un mínimo de fiabilidad, cuando se disponga de mayor conocimiento del comportamiento de diapausa de las poblaciones locales de *H. armigera* y una información meteorológica más exhaustiva.

CONCLUSIONES

La emergencia de adultos provenientes de pupas en diapausa se produjo entre la segunda quincena de mayo y el mes de junio. Los valores medios de emergencia se situaron entre el 30 de mayo y el 13 de junio.

Las hembras de *H. armigera* emergieron más precozmente que los machos, con diferencias de 7-13 días entre medias.

Las capturas en trampas de feromonas se produjeron de forma previa a la emergencia de los adultos provenientes de las pupas en diapausa estudiadas. El lapso de tiempo entre el inicio de las capturas y la emergencia de machos de *H. armigera* fue de 2-3 semanas en función de la campaña. Este resultado parece obedecer más a cuestiones de diseño experimental que a posibles migraciones de adultos procedentes de otras zonas.

BIBLIOGRAFIA

BUES, R.; HMIMINA, M.; POITOUT, S.; GABARRA, R. (1989) Différents états de diapause nymphale et stratégie d'hivernation de *Heliothis armigera* Hübn. (Lep.: Noctuidae). *J. Appl. Entomol.*, **107**, 376-386.

BUES, R.; POITOUT, H.S.; TOUBON, J.F. (1985) Utilisation dans le cadre d'une lutte raisonnée des phéromones sexuelles de quatre espèces de lépidoptères noctuidae (*Mamestar brassicae* L., *Scotia segetum* Schiff., *Scotia ipsilon* Hfn., *Heliothis armigera* Hbn.). *Les colloques de l'INRA*, **46**, 139-156.

BUES, R.; TOUBON, J.F.; POITOUT, S.;

VILLEVIELLE, M. (1990) Les émergences printanieres de *Heliothis armigera* Hb. dans le sud de la France en relation avec les différents états de diapause nymphale et la migration. En: *Prognosis and integrated control against migrant noctuids. Meeting Prilep. Yu.*, pp. 82-87. IOBC/WPRS Bulletin XIII/3

CABELLO, T.; SALMERON, T. (1989) Estudios mediante trampas de feromonas sexuales y de luz de las fenologías de tres especies de noctuidos plagas (Lep.: Noctuidae) en el Sureste de España. *Bol. San. Veg. Plagas*, **15**, 225-232.

DRAKE, V.A. (1984) The vertical distribution of macro-insects migrating in the nocturnal boundary

layer: A radar study. *Boundary-Layer Meteorol.*, **28**, 353-374.

DRAKE, V.A.; FARROW, R.A. (1985) A radar and aerial-trapping study of an early spring migration of moths (Lepidoptera) in inland New South Wales. *Aust.J.Ecol.*, **10**, 223-235.

EGER, J.E.; STERLING, W.L.; HARTSTACK, A.W. (1983) Winter survival of *Heliothis virescens* and *Heliothis zea* (Lepidoptera: Noctuidae) in College Station, Texas. *Environ.Entomol.*, **12**, 970-975.

FITT, G.P. (1989) The ecology of *Heliothis* species in relation to agrosystems. *Annu.Rev.Entomol.*, **54**, 17-52.

FITT, G.P.; DALY, J.C. (1988) The overwintering foe: Winter populations of *Heliothis* in cottongrowing areas and the importance of stubble cultivation. En: *Proc. Australian Cotton Conference. Agosto, 17-18, Surfers Paradise, Qld.*, pp. 13-24.

FITT, G.P.; DALY, J.C. (1990) Abundance of overwintering pupae and the spring generation of *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) in northern New South Wales, Australia: Implications for pest management. *J.Econ.Entomol.*, **83**.

FOLEY, D.H. (1981) Pupal development rate of *Heliothis armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) under constant and fluctuating temperatures. *J.Aust.Entomol.Soc.*, **20**, 13-20.

GABARRA, R. (1990) Evaluation of the methods for the prognosis of *Heliothis armigera* populations. En: *Prognosis and integrated control against migrant noctuids. Meeting Prilep.Yu.*, pp. 93-99. IOBC/WPRS Bulletin XIII/3.

GARCIA, F.; ALVEZ, C.; ARIAS, A. (1980) Observaciones biológicas sobre *Heliothis (Heliothis armigera Hb.)* en cultivo de tomate. Badajoz 1975, 1976, 1977 y 1978. *Comunicaciones del Servicio de Defensa contra Plagas.Serie: Estudios y Experiencias*, **22**.

GOODENOUGH, J.L.; WITZ, J.A.; LOPEZ, J.D.; HARTSTACK, A.W. (1988) Patterns of occurrence of *Heliothis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae), 1983-1985. *J.Econ.Entomol.* **81**, 1624-1630.

HARTSTACK, A.W.; HOLLINGSWORTH, J.P.; WITZ, J.A.; BUCH, D.R.; LOPEZ, J.D.; HENDRICKS, D.E. (1978) Relation of tobacco budworm catches in pheromone baited traps to field populations. *Southwest.Entomol.*, **3**, 43-51.

HMIMINA, M. (1979) Cycle et importance économique de *Heliothis armigera* Hb. sur tomate sur la côte atlantique marocaine *Al-Awamja*, **57**, 1-20.

IZQUIERDO, J (1994) *Utilización de feromonas en la predicción fenológica de Helicoverpa armigera (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)*. Tesis Doctoral. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària. Universitat de Lleida.

LOPEZ, J.D. (1986) Thermal requirements for diapause termination in laboratory cultures of *Heliothis zea* and *H. virescens* (Lepidoptera: Noctuidae). *Environ.Entomol.*, **15**, 919-923.

LOPEZ, J.D.; HARTSTACK, A.W. (1983) Tobacco budworm (Lepidoptera:Noctuidae): emergence from overwintering, with notes on predation by vertebrates. *J.Econ.Entomol.*, **76**, 278-282.

MCCANN, I.R.; LOPEZ, J.D.; WITZ,J.A. (1989) Emergence model for field populations of overwintering *Heliothis zea* and *H.virescens* (Lepidoptera:Noctuidae). *Environ.Entomol.*, **18**, 618-624.

MURRAY, D.A.H.; WILSON, A.G.L. (1991) Methods for studying diapause. En: *Heliothis: Research methods and prospects*, (ed M.P. Zalucki), pp. 30-48. Springer-Verlag. N.Y.

MURRAY, D.A.H.; ZALUCKI, M.P. (1990) Survival of *Helicoverpa punctigera* (Wallengren) and *H. armigera* (Hübner) (Lepidoptera:Noctuidae) pupae submerged in water. *J.Aust.Entomol.Soc.*, **29**, 191-192.

PHILLIPS, J.R.; NEWSON, L.D. (1966) Diapause in *Heliothis zea* and *H. virescens* (Lep. Noctuidae). *Ann. entomol. Soc. Am.*, **59**, 154-159.

POITOUT, H.S.; BUES, R. (1974) Elevage de chenilles de vingt-huit espèces de lépidoptères Noctuidae et deux espèces d'Arctiidae sur milieu artificiel simple. Particularités de l'élevage selon les espèces. *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, **6**, 431-441.

POITOUT, H.S.; BUES, R. (1979) La noctuelle de la tomate. *Heliothis* ou *Helicoverpa armigera*. Son cycle évolutif dans le Sud de la France. *La Défense des Végétaux*, **195**, 12-27.

REED, W. (1965) *Heliothis armigera* Hb. (Noctuidae) in western Tanganyika. I. Biology with special reference to the pupal stage. *Bull. Entomol. Res.*, **56**, 117-125.

REED, W.; PAWAR, C.S. (1982) *Heliothis*: A global problem. En: *Proc. Int. Workshop on Heliothis management. Nov. 1981. Patancheru, India.*, (eds W. Reed y V. Kumble) pp. 9-14. ICRISAT

ROOME, R.E. (1979) Activity of adult *Heliothis armigera* Hb. (Lep. Noctuidae) in Botswana: its regulation to the pupal stage. *Bull. Entomol. Res.*, **69**, 149-160.

ROSES, J. (1989) *L'economia del Baix Llobregat. Creixement i desequilibris*, Col·lecció Catalunya Comarcal. Caixa d'Estalvis de Catalunya. Barcelona.

RUMMEL, D.R.; NEECE, K.C. (1989) Winter survival of *Heliothis zea* (Boddie) in cultivated and noncultivated soil in the Southern Texas high plains. *Southwestern Entomologist*, **14**, 117-125.

WILSON, A.G.L.; LEWIS, T.; CUNNINGHAM, R.B. (1979) Overwintering and spring emergence of *Heliothis armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in the Namoi Valley, New South Wales. *Bull. Entomol. Res.*, **69**, 97-109.