

Composición y ritmo diario de la deriva de las exuvias pupales de los Quironómidos en el río Martil (Rif- Marruecos)

K. Kettani, T. El Ouazzani

Dpto. de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Aldehmalek Essaâdi, 93000 Tetuán, Marruecos

Las exuvias pupales de Quironómidos fueron recogidas cada hora a la deriva sobre 24 horas en mayo de 1996; 59 especies fueron identificadas, 5 de las cuales eran nuevas citas para Marruecos. El número de las especies demostró un cambio marcado entre las muestras durante el ritmo diario: 25 especies fueron recogidas a la puesta del sol y durante la noche y 18 especies en la mañana. Se presentan la periodicidad diaria de emergencia de 10 especies abundantes. La mayoría de las exuvias de Orthoclaadiinae fueron recogidas durante horas de la luz del día, mientras que la mayoría de los Chironomini y Tanytarsini fueron recogidas en la oscuridad. Los factores endógenos así que las phototaxis negativas están implicados en deriva nocturna.

Pupal exuviae of chironomids were collected hourly by drift netting, over 24 hours in May 1996; 59 species were identified, 5 of which are new to Morocco. The number of species showed a marked change between samples: 25 species were caught at sunset and during the night and 18 in the morning. The diel periodicity of emergence was studied by collecting exuviae for 10 abundant species. Most of the Orthoclaadiinae exuviae were collected during daylight hours, whereas most of the Chironomini and Tanytarsini were sampled during darkness. Both endogenous activity patterns and negative phototaxis are involved in nocturnal drift.

Introducción

Los primeros estudios sobre la fenología nictemeral de los Quironómidos (Díptera) datan de unos sesenta años (Brundin, 1949; Palmén, 1955; Morgan y Waddell, 1961; Lehmann, 1971; Coffman, 1973). Desde entonces, numerosas investigaciones se interesaron al fenómeno de emergencia diaria así como estacional de las especies, como componente principal de producción en una comunidad (Coffman, 1973; Wilson y Bright, 1973). Estos estudios tienen interés desde varios puntos de vista. En primer lugar, el análisis del ciclo diario de emergencia conlleva el conocimiento de la disponibilidad temporal de los Quironómidos como posible alimento para otros animales y depredadores, sobre las especies probablemente nocivas y ayuda a establecer una estrategia efectiva para su control.

En este contexto de periodicidad diaria de las especies, los Quironómidos juegan un papel a menudo no desdeñable en el régimen alimentario de los animales del momento en que muchas especies quironómidas presentan varios picos a lo largo del día, así como a lo largo del año. En la región mediterránea, los estudios relativos a las periodicidades diarias de las especies siguen siendo relativamente escasos (Laville, 1972; Rieradevall, 1985; Rieradevall y Prat, 1986; Vilchez y Lavandier, 1986; Gendron y Laville, 1992; Calle, 1994). Hasta hoy en día, ningún estudio relativo al fenómeno de emergencia se hizo, ni en Marruecos ni en ningún otro país del norte de África. Por esta razón, nos proponemos estudiar el ritmo diario de las exuvias pupales de los Quironómidos en el curso Nakhla (**Fig. 1**) del río Martil que pertenece al macizo rifeño (norte de Marruecos).

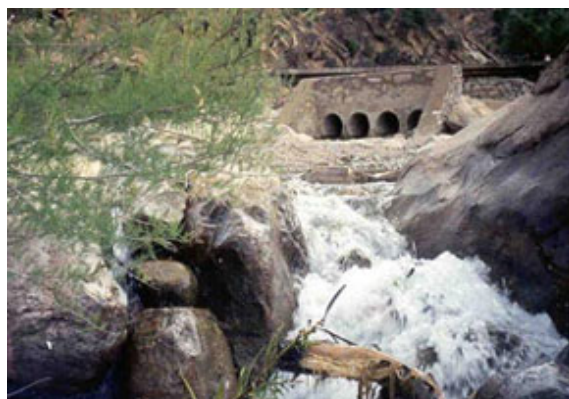


Figura 1. Imágenes del curso Nakhla.

Estación de muestreo y métodos

El estudio del ritmo nictemeral de las exuvias pupales de Quironómidos se ha llevado a cabo en el río Martil, en una estación de orden 3 localizada en un afluente de este río, el curso Nakhla (**Fig. 2**). Este curso toma nacimiento a una altitud de 1704 m al monte Alliouiyine, se extiende sobre una longitud de 40 km para verterse sobre la presa Nakhla antes de lanzarse sobre el curso principal del río Martil, constituyendo así un afluente principal del río Martil.

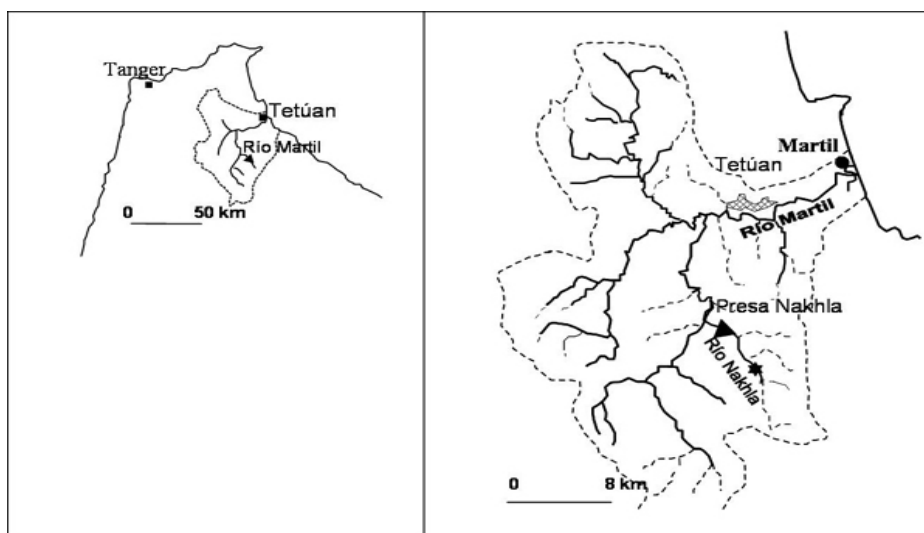


Figura 2. Red hidrográfica del río Martil. *: localización de la estación de estudio.

La estación de muestreo se sitúa a 380 m de altitud y se caracteriza por una vegetación ripícola muy densa dominada por *Tamarix gallica*, *Nerium oleander*; y una vegetación acuática más escasa y dominada esencialmente por algas filamentosas submergidas y del perifiton. A este nivel, el curso de agua tiene una amplitud de 8 m y una profundidad de 60 cm. El sustrato está constituido esencialmente por rodillos y piedras.

La temperatura del agua varió de 15 °C a las primeras horas de la mañana (4 h 30 min) a 23 °C en la tarde, luego, se redujo a 19 °C al ocaso (19 h 30 min). La velocidad del agua era de 1,2 m/s en la mañana, de 1 m/s al mediodía, y de nuevo 1,2 m/s al ocaso.

Con el fin de llevar a cabo un estudio nictemeral, se ha empleado la recogida de exuvias pupales a la deriva para el estudio taxonómico y fenológico en el mes de mayo 1996. Las recogidas se realizaron sobre una duración continua de 24 horas, de las 8 de la mañana del 17 de mayo de 1996 hasta las 8 de la mañana del día siguiente. Se han utilizado redes de deriva (de una apertura rectangular de 35 x 26 cm y de 250 µm de diámetro de poro). La red se mantiene con su entrada perpendicular a la dirección de la corriente sin sumergirla totalmente, para poder recoger el material flotante con procedencia de aguas arriba. En este mes de mayo, el alba se observó a 4h 30min de la mañana y el ocaso a 19h 30min de la tarde.

Resultados

Composición faunística

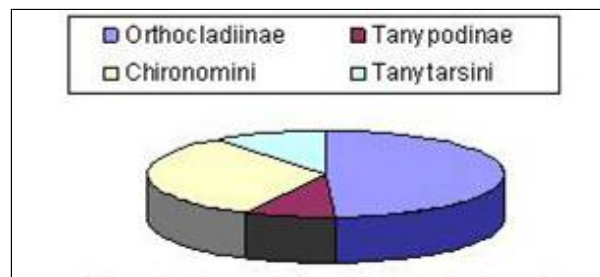
Durante 24 horas de muestreo, se obtuvo un total de 6394 exuvias pupales pertenecientes a 3 subfamilias (*Tanypodinae*, *Orthocladiinae* y *Chironominae*), 28 géneros y 59 especies (**Tabla 1**). La **Tabla 2** describe el ritmo diario de las especies más frecuentes. La distribución de las especies en subfamilias (**Fig. 3**) pone de manifiesto que los *Orthocladiinae* son mayoritarios desde el punto de vista cualitativo, representando el 49% del total de la comunidad. Cuatro especies eran las más abundantes: *O. thienemanni* (40,75%), *O. ashei* (23,61%), *C. fuscus* (12,6%) y *E. cyanea* (5,4%). *P. stylatus* (4,3%), *T. verralli* (2,54%), *T. calvescens* (2,51%), *C. capucinus* (1,33%) y *E. claripennis* (1,06%) eran las más frecuentes. Estas 9 especies representan el 94% de la totalidad de las especies capturadas. Los *Chironomini* son bastante representados en la comunidad (32%). Entre sus componentes destacan, con mayor representatividad, *P. albicorne*, *P. mikiana* y *S. maculipennis*. Los *Tanypodinae* como los *Tanytarsini* son las menos representadas (10%) con dos especies principales: *R. maculipennis* y *R. reissi*. Entre los géneros, *Polypedilum* (9 especies), *Eukiefferiella* (5 especies) y *Orthocladus* (5 especies) son los más representados en especies.

Tabla 1. Especies y número de individuos recogidos durante la emergencia diaria. @: especie nueva para Marruecos. +: especie nueva par el Rif (norte de Marruecos).

Especies	N. ind.	Especies
TANYPODINAE (5 especies)		CHIRONOMINEA (25 especies)
<i>Chonchapelopia viator</i> (K.)	6	Chironomini (19 especies)
<i>Macropelopia nebulosa</i> (Mg.)	4	<i>Chironomus riparius</i> (Mg.)
<i>Paramerina cingulata</i> (Walk.)	3	@+ <i>Cryptochironomus psittacinus</i> (M.)
<i>Rheopelopia maculipennis</i> (Zett.)	8	<i>Cryptochironomus rostratus</i> (K.)
<i>Rheopelopia ornata</i> (Mg.)	5	<i>Microtendipes britteni</i> Edw.
ORTHOCLADIINAE (29 especies)		+ <i>Microtendipes confinis</i> (Mg.)
<i>Brilla modesta</i> (Mg.)	2	<i>Paracladopelma camptolabis</i> (K.)
<i>Cardiocladius capucinus</i> (Zett.)	82	+ <i>Paracladopelma mikiana</i> (G.)
<i>Cardiocladius fuscus</i> (K.)	868	<i>Polypedilum aegyptium</i> (K.)
<i>Corynoneura carriana</i> Edw.	2	<i>Polypedilum albicorne</i> (Mg.)
+ <i>Corynoneura lobata</i> Edw.	1	<i>Polypedilum arundineti</i> (G.)
<i>Cricotopus triannulatus</i> (Macq.)	1	<i>Polypedilum convictum</i> (Walk.)
<i>Cricotopus vierriensis</i> G.	8	+ <i>Polypedilum cultellatum</i> G.
<i>Eukiefferiella claripennis</i> (Lund.)	73	<i>Polypedilum nubeculosum</i> (Mg.)
<i>Eukiefferiella clypeata</i> (K.)	11	<i>Polypedilum quadriguttatum</i> K.
<i>Eukiefferiella coerulescens</i> (K.)	29	<i>Polypedilum pedestre</i> (Mg.)
+ <i>Eukiefferiella cyanea</i> Th.	372	<i>Polypedilum sordens</i> (V.d.W.)
<i>Eukiefferiella gracei</i> (Edw.)	8	@+ <i>Stictochironomus histrio</i> (Fabr.)
<i>Heleniella ornatocolis</i> (Edw.)	1	<i>Stictochironomus maculipennis</i> (Mg.)
@+ <i>Krenosmittia boreoalpina</i> (G.)	1	<i>Stictochironomus pictilus</i> (Mg.)
@+ <i>Limnophysa ninae</i> Sae.	4	
<i>Nanocladius rectinervis</i> (K.)	2	Tanytarsini (6 especies)
<i>Orthocladus ashei</i> Sop.	1622	<i>Micropsectra contracta</i> Reiss
<i>Orthocladus frigidus</i> (Zett.)	1	<i>Rheotanytarsus pentapoda</i> (K.)
<i>Orthocladus rubicundus</i> (Mg.)	47	<i>Rheotanytarsus reissi</i> Leh.
<i>Orthocladus ruffoi</i> Rossaro	4	<i>Tanytarsus medius</i> Reiss & Fitt.
<i>Orthocladus thienemanni</i> K.	2262	<i>Virgatanytarsus albisitus</i> (Crans.&Arm.)
<i>Parametriocnemus stylatus</i> (K.)	296	@+ <i>Virgatanytarsus</i> Pe1 Lang. 1991
<i>Parametriocnemus</i> Pe1 Lang. 1991	2	
<i>Paratrichocladus micans</i> (K.)	1	
<i>Rheocricotopus atripes</i> (K.)	9	
<i>Rheocricotopus chalybeatus</i> (Edw.)	45	
<i>Rheocricotopus tirolus</i> Leh.	3	
<i>Tvetenia calvescens</i> (Edw.)	172	
<i>Tvetenia verralli</i> (Edw.)	175	

Tabla 2 : Distribución de las especies frecuentes en el ciclo nictemeral.

Hora solar	1	2	4	5	7	9	11	13	15	16	17	18	19	20	21	23	Total	%
ORTHOCLADIINAE																		
<i>C. capucinus</i>						2				21	6	18	36	9			92	1,3
<i>C. fuscus</i>						3			198	81	27	288	240	27	4		868	1,3
<i>E. claripennis</i>				1	1		2	1		16	12	6	16	14	4		73	1,1
<i>E. cyanea</i>									42	37	12	96	140	49			372	5,4
<i>O. ashei</i>			1		1				404	268	120	472	302	51	1		1620	24
<i>O. thienemanni</i>									755	516	422	623	420	65			2803	41
<i>P. stylatus</i>	2	6	5	17	33	17	8	19	26	18	8	34	16	18	35	20	296	4,3
<i>T. calvescens</i>	16	5	7	9	40	6	1	4	14	6	4	24	12	14	6	2	172	2,5
<i>T. verralli</i>	10	2	8	8	17	4	3	5	2	15	9	44	28	8	12	1	176	2,5
CHIRONOMINI																		
<i>P. albicorne</i>	8	7	5	18	10	2							1	2	11	14	78	1,2

**Figura 3.** Porcentajes correspondientes a las distintas subfamilias y tribus de los Quironómidos

Dinámica nictemeral global del conjunto de especies

La variación diaria de las especies pone de manifiesto fluctuaciones durante el día (**Fig. 4**). Se observó un máximo (21 especies) entre 20h y 21h de la noche y un mínimo (5 especies) entre 3h y 4h de la mañana. Una media de 11 especies se observa por hora. Los picos resultan también durante el amanecer (4h - 5h), antes del anochecer (18h - 19h), y después de éste. El número de individuos muestra también un máximo (1628 individuos incluido esencialmente *O.thienemanni* y *O.ashei*) antes del ocaso (17h-18h) y un mínimo (5 individuos) entre 3h y 4h de la mañana. El número de especies y el número de individuos siguen al parecer la misma evolución general, caracterizada por la preponderancia de los valores nocturnos, cuando la luminosidad comienza a disminuir.

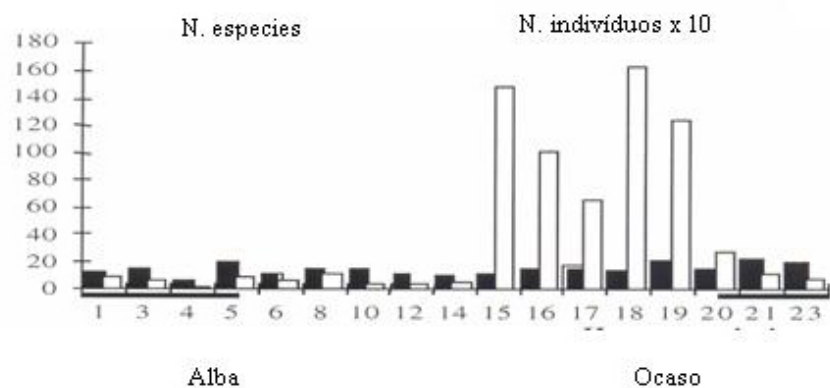


Figura 4. Variación diaria del número de especies (barras negras) e individuos (barras blancas).

Variación diaria de las distintas subfamilias y tribus

Los *Orthocladinae* (Fig. 5) dominan durante toda la dinámica diaria señalando al mismo tiempo un aumento progresivo a principios de la mañana para alcanzar un máximo que se extiende a lo largo de la tarde, después disminuyen en la noche, cediendo el lugar a una fuerte aparición de los *Chironomini*. Para los *Tanytarsini*, sus emergencias se observan exactamente antes y después del anochecer y antes y después del amanecer. La emergencia de los *Tanypodinae* se hace tarde después del anochecer cuya aparición sigue así hasta las primeras horas de luz.

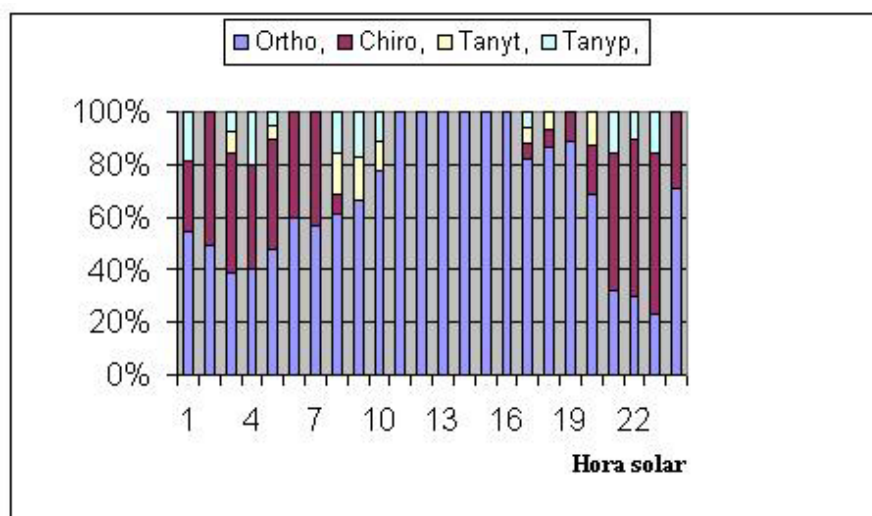


Figura 5. Variación diaria de las distintas subfamilias y tribus.

Ritmos específicos

Con el fin de establecer los distintos modelos de periodicidad diaria, se presenta el ritmo diario de las diez especies más abundantes en la deriva (Fig. 6). Dentro de los *Tanypodinae*, *Rheopelopia maculipennis* muestra dos picos en el ciclo nictemeral; uno alrededor de la primeras horas de luz y otro en el ocaso. El mismo resultado fue encontrado en 1994 por Calle (1994) en Guadalquivir en abril.

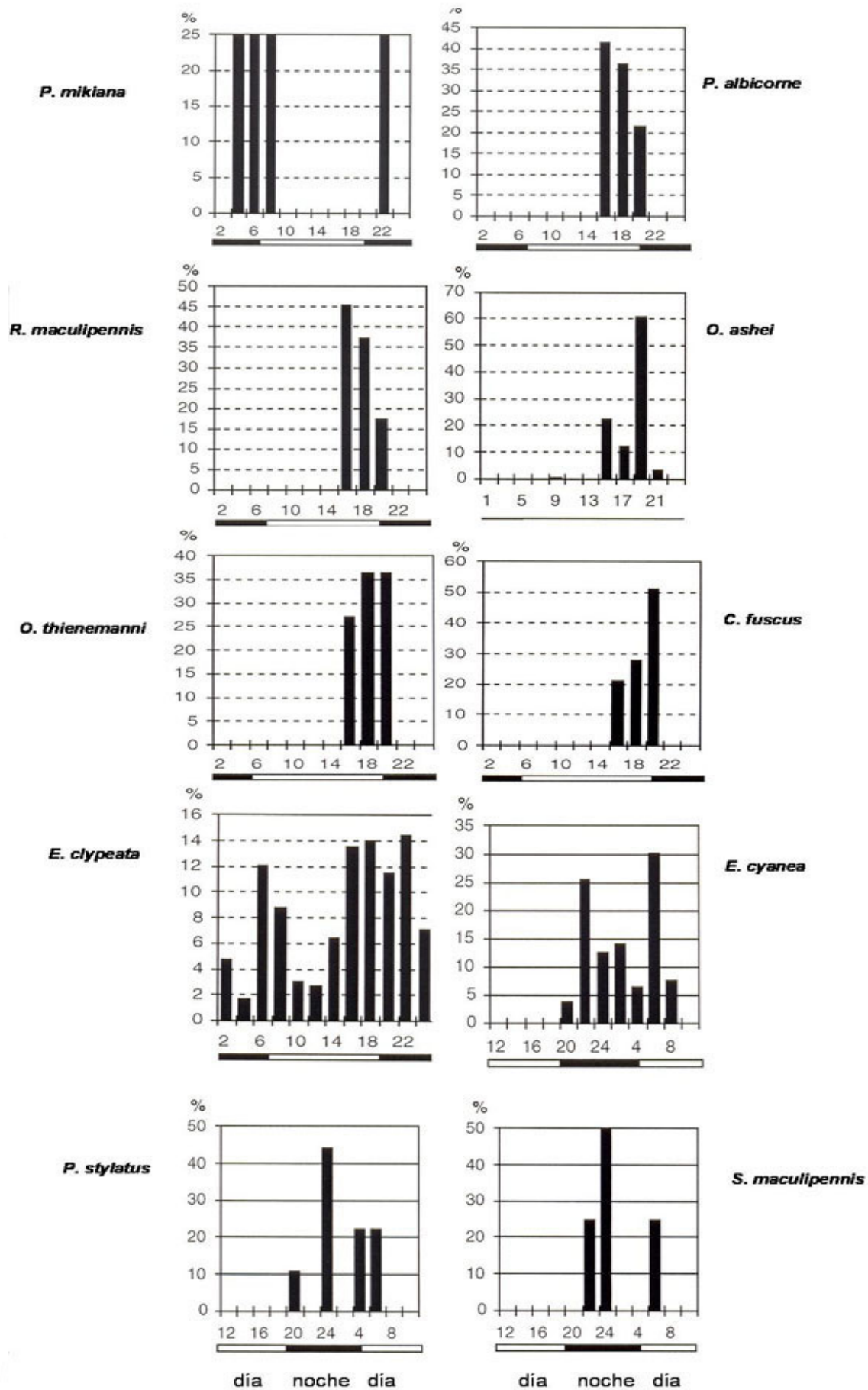


Figura 6. Ritmo diario de deriva de las exuvias pupales de las principales especies. %: porcentaje de exuvias por horas.

Dentro de los *Orthoclaadiinae*, *Orthocladus ashei* como *O.thienemanni* de la tribu *Orthoclaadiini*, se encuentran bastante abundantes en las recogidas, pero sus emergencias están centradas principalmente entre 14h y 16h de la tarde solamente. *O.ashei* y *O.thienemanni* presentan así una aparición paralela de tipo unimodal.

Un comportamiento similar se observa en *Cardiocladius fuscus* y *C.capucinus*, *Eukiefferialla cyanea* y *E. clypeata* cuyas emergencias se notan al principio de la tarde, para alcanzar una máxima intensidad durante el ocaso. La emergencia de *Parametriocnemus stylatus* de la tribu *Metriocnemini* muestra un ritmo diario continuo durante todo el día y la noche, pero con mayor intensidad de emergencia por la mañana y por la noche. Este mismo comportamiento se observa en Ontario en mayo-junio (Singh y Harrison, 1982) y en Guadalquivir en Agosto (Calle, 1994). Otras especies recogidas en esta deriva nictemeral pertenecientes también a la tribu *Metriocnemini* muestran en cambio una aparición de tipo unimodal. Es el caso de *Corynoneura carriana* y *Limnophyes ninae* con los máximos centrados por la mañana. Este resultado es el mismo obtenido en el lago Berkshire en Inglaterra (Learner *et al*, 1990). Las especies *Corynoneura lobata*, *Krenosmittia halvorsini* y *Heleniella ornaticolis* tienen también una emergencia de comportamiento unimodal centrada por la mañana.

El ritmo diario de *Polypedilum albicorne* es claramente nocturno con un comportamiento bimodal principalmente de máxima intensidad después del ocaso y en las primeras horas de luz. *Paracladopelma mikiana*, *Stictochironomus maculipennis* y *Rheotanytarsus reissi* muestran un comportamiento parecido, principalmente una emergencia nocturna, pero unimodal con una mayor intensidad en el ocaso y un decremento en el resto de la noche. Resultados similares han sido encontrados en Guadalquivir (Calle, 1994) y en Coto Ríos (Vilchez y Lavandier, 1986).

Discusión

Entre las 59 especies recogidas durante la deriva diaria, cinco especies: *Krenosmittia boroalpina*, *Limnophyes ninae*, *Cryptochironomus psittacinus*, *Stictochironomus histrio* y *Virgatanytarsus* Pe1 Langton 1991 se citan por primera vez en Marruecos, elevando el total de las especies de Quironómidos conocidos en el Rif a 146 especies y el de Marruecos a 329 especies (Kettani, 1998; Kettani *et al*, 2001).

La ecología de estas nuevas especies da prueba del carácter metarhithral de esta zona del río Martil, que reagrupa a la vez especies de facies lóticos y leníticos reflejando su situación aguas arriba de la presa Nakhla.

El predominio del *Orthoclaadiinae* en primer lugar, seguido por los *Chironominae* confirma, asimismo, el carácter de la estación. La baja representatividad en las *Díamesinae* y los *Tanypodinae* se explica por la baja altitud de la estación en el caso de la primera subfamilia y por el carácter rhéico de las aguas de esta estación en el caso de la segunda subfamilia.

Las variaciones diarias de la emergencia de las especies de quironómidos en el río Nakhla pone de manifiesto que las recogidas más diversificadas se obtienen en el crepúsculo y después de éste: 36 especies entre 18h y 22h lo que da 61% del número total de especies obtenidas durante todo el ciclo de las 24 horas. Las recogidas nocturnas son claramente más ricas que las recogidas diurnas. No obstante, las recogidas obtenidas (18 especies) exactamente en el momento del alba, entre 4h y 5h de la mañana, constituyen, solamente entre ellas, el 30% del número total de especies obtenidas en este ciclo diario.

En general, la mayor parte de las especies analizadas muestran una emergencia que coincide a grandes rasgos con los resultados obtenidos por otros autores (Coffman, 1973; Gendron y Laville, 1992; Calle, 1994). El cambio de luminosidad que tiene lugar en la puesta del sol parece provocar, prácticamente en todos los casos, un incremento de la emergencia. La reducción de la luminosidad así como el cambio de la intensidad de la luz cuyas incidencia ha sido destacada por Palmén (1955) y Morgan y Waddel (1961), constituyen los factores preponderantes en el determinismo de las emergencias. La variación de la temperatura influye, seguramente, sobre estos momentos de emergencia, puesto que se tiene en cuenta que el número de las especies emergentes aumentan con el incremento de la temperatura al final de la tarde. Las especies son influidas sobre todo por dos factores: la luz y la temperatura, de tal manera que la luz desempeña un papel de estímulo para la emergencia y la temperatura influye como un factor determinante para las especies que son capaces de completar las últimas etapas para surgir (Calle, 1994).

Para el ritmo diario de las distintas subfamilias, los *Orthoclaadiinae* dominan durante el día en período luminoso, mientras que los *Tanytarsini* y los *Chironomini* dominan después de la puesta del sol. De allí, se tiene en cuenta una determinada influencia del grupo taxonómico sobre la frecuencia diaria de la especie. Los factores endógenos tienen así una influencia clara sobre la expresión de un modelo de emergencia.

La frecuencia diaria de las distintas subfamilias en el río Martil coincide perfectamente con los datos de la literatura relativa al nocturnalismo del *Chironominae* y el diurnalismo del *Orthoclaadiinae*; lo que, por lo tanto, puede asignarse a sus orígenes filogenéticos.

Referencias

- Brundin, L. 1949. Chironomiden und andere Bodentiere der südchwedischen Urgebirgsseen. Ein Beitrag zur kenntnis der boden-faunistischen Charakterzüge schwedischer oligotropher Seen. *Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm*, 30:1-914.
- Calle, D. 1994. *Quironómidos (Diptera, Chironomidae) del Alto Guadalquivir: Estudio ecologico, Faunistico y Systematico. Ciclos nictemerals de emergencia*. Tesis Doctoral. Univ. Granada, Granada, España, 366p.
- Coffman, W.P. 1973. Energy flow in a woodland stream ecosystem: II. The taxonomic composition and phenology of the Chironomidae as determined by the collection of pupal exuviae. *Arch. Hydrobiol.* 71: 281-322.
- Gendron, J.M. y Laville, H. 1992. Diel emergence patterns of drifting Chironomid (Diptera) pupal exuviae in the Aude river (Eastern Pyrenees, France). *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 26 (2-4): 243-279.
- Kettani, K. 1998. *Etude Hydrobiologique de l'oued Laou et de l'oued Martil (Rif-Maroc): Peuplements chironomidiens (Diptera, Nematocera) et Distribution longitudinale*. Thèse d'Etat. Univ. Abdel Malek Essaadi. Tétouan, Maroc. 250p.
- Kettani, K., Calle, D. y El Ouazzani, T. 2001. Mise à jour de l'inventaire des Chironomidés (Diptera) connus du Maroc. *Annls Limnol.* 37 (4) : 323-333.
- Laville, H. 1972. *Recherches écologiques sur les Chironomidés (Diptera) des lacs de montagne*. Thèse d'Etat. Univ. Paul Sabatier de Toulouse, France, 413p.
- Learner, M., Wiles, R. y Pickering, J. 1990. Diel emergence of Chironomids. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 75 (5): 569-581.
- Lehmann, J. 1971. Gattung die Chironomiden der fulda (systematische, ökologie und faunistische Untersuchungen). *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 37: 466-555.
- Morgan, N.C. y Waddell, A.B. 1961. Insect emergence from a small trout loch and its bearing on the food supply of fish. *Freshwat. Salm. Fish. Res.* 25: 1-39.
- Palmén, E. 1955. Diel periodicity of pupal emergence in some Norh european Chironomids. *Ann. Zool. Soc. Vanamo.* 17:1-30.
- Rieradevall, M. 1985. Ritmo diari de la deriva en una estacio del riu Llobregat, amb especial atencio a les exuvies pupals dels Chironomidae (Dipt.). *Memoria de Licenciatura*, Univ. Barcelona, España, 157p.
- Rieradevall, M. y Prat, N. 1986. Diel pattern of Chironomid drift in the Llobregat (N.E. Spain). *Oecol. aquatic* 8: 61-70.
- Singh, M.P.y Harrison, A.D. 1982. Diel periodicities of emergence of midges (Diptera, Chironomidae) from a wooded stream on the Niagara Escarpement, Ontario. *Aquat. Insects* 4: 29-37.
- Vilchez, A. y Lavandier, P. 1986. Composition et rythme journalier de la dérive des exuvies nymphales dans le Guadalquivir (Sierra de Cazorla - Espagne). *Annls Limnol.* 22 (3): 253-260.
- Wilson, R.S. y Bright, P.L. 1973. The use of Chironomid pupal exuviae for characterizing streams. *Freshwat. Bio.* 3: 283-302.