

Distribución de las puestas de *Ochlerotatus caspius* (Pallas) y *O. detritus* (Haliday) (Diptera: Culicidae) en ecosistemas de inundación mareal en Huelva

F. CÁCERES, S. RUIZ

Los ecosistemas de marisma mareal del litoral onubense están sujetos a períodos de inundación-deseccación que les hacen especialmente aptos para la cría de mosquitos culícidos. El estudio de la distribución de las puestas de *Ochlerotatus caspius* y *O. detritus* pretende conocer la potencialidad culicidógena de los distintos hábitats en función de la posición relativa en los estuarios, la configuración geomorfológica y composición vegetal de los mismos. Los resultados obtenidos evidenciaron que las características topobatómicas en los ambientes marismesños de inundación temporal son determinantes en la elección de los lugares de puesta, en especial en las denominadas cubetas hipersalinas. Así mismo, la gramínea *Spartina densiflora* manifestó un papel preferente en la elección de las zonas de oviposición por parte de las hembras de mosquitos, con independencia de la posición topográfica que ocupa en los estuarios.

F. CÁCERES, S. RUIZ. Servicio de Control de Mosquitos. Diputación Provincial de Huelva. Avda. Martín Alonso Pinzón, 9. 21003. Huelva

Palabras clave: *Ochlerotatus caspius*, *Ochlerotatus detritus*, *Spartina densiflora*, culícidos, marisma mareal, oviposición.

INTRODUCCIÓN

Casi todas las especies de aedinos pertenecientes al género *Ochlerotatus* que viven en las zonas templadas de la Tierra, realizan la puesta sobre suelos húmedos que están sometidos temporalmente a períodos de inundación (CLEMENTS, 1999), en ocasiones, como consecuencia del régimen de inundación-deseccación impuesto por las mareas, siendo éste el caso de *O. caspius* y *O. detritus* en las marismas mareales del litoral onubense. El régimen de inundación mareal en las marismas, esto es, la frecuencia de los períodos de sumersión y la amplitud de los mismos, constituyen los factores ambientales claves que condicionan la aptitud de las distintas zonas como medios receptores de

las puestas de *O. caspius* y *O. detritus* (SERVICE, 1968; LÓPEZ, 1989; CÁCERES, 2002), determinando al tiempo, distintos patrones de distribución vegetal (RUBIO, 1985), con influencia directa en la elección de los lugares de puesta en función de la organización espacial, de las condiciones microclimáticas y del contenido en materia orgánica del suelo (METGE y HASSAÏNE, 1998).

Así mismo, la superficie susceptible de recibir las puestas de *O. caspius* y *O. detritus* variará en la medida que lo hagan las alturas de las pleamares en cada ciclo de mareas vivas, con relación a las cotas altimétricas de los terrenos marismesños.

Los objetivos planteados al abordar el estudio de la distribución de los huevos en el ámbito de las marismas mareales en los

estuarios del Tinto y del Odiel pretenden conocer la potencialidad de los distintos medios de inundación temporal como receptores de puestas de *O. caspius* y *O. detritus*, en función de su posición relativa en los estuarios, de la composición vegetal y de la configuración geomorfológica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las estaciones elegidas para llevar a cabo el programa de muestreos se situaron en el estuario del Odiel, en las zonas conocidas como Peguerillas (cota de inundación 3,34 m), Marisma de Aljaraque (3,42 m), y Calatilla (3,16 m); y en el estuario del Tinto, en la zona de Nicoba (3,10 m). En cada estación de muestreo se seleccionaron distintas localidades en función del régimen de inundación, composición vegetal y configuración geomorfológica. En la estación de Marisma de Aljaraque se establecieron tres localizaciones diferenciadas atendiendo a su posición relativa en una cubeta hipersalina: talud, borde y fondo de cubeta; valiéndonos para ello del levantamiento topobatimétrico de la estación de muestreo, que ocupó una superficie total de 56 m².

Las muestras estaban constituidas por porciones de suelo de 100 cm², obtenidas con la ayuda de un marco metálico que era incrustado en el sustrato hasta una profundidad de 2-3 cm. De esta forma se obtuvieron un total de 214 muestras.

Para determinar el número de huevos presentes en cada muestra se actuó siguiendo el método descrito por GABINAUD (1975), que en lo fundamental consiste en: 1º, homogeneización de la muestra mediante trituración en medio saturado en agua; 2º, tamizado de la pasta de suelo-agua por sucesivos tamices hasta llegar a una luz de malla de 0,08 mm, capaz de retener los huevos de *O. caspius* y *O. detritus*; 3º, obtención de residuo final exento de partículas minerales mediante flotación diferencial en medio acuoso hipersalino; 4º, separación y recogida del sobrenadante; y 5º, observación del material obtenido bajo lupa binocular. Debido a la falta de

medios ópticos adecuados (microscopía óptica de contraste de fases), no se diferenciaron los huevos por especies.

Las especies de halófitas consideradas fueron: *Spartina densiflora* Brongn, *Arthrocnemum macrostachyum* (Moric.), *Sarcocornia fruticosa* (L.) Scott, *Salicornia ramosissima* (Woods), *Halimnion portulacoides* (L.) Aellen, y *Juncus maritimus* Lam. Los valores de densidad de huevos obtenidos en medios equivalentes: suelos hipersalinos, suelos bajo vegetación, y en cubetas hipersalinas, presentes en las estaciones de muestreo fueron contrastados mediante el test de rangos con signo de Wilcoxon (SYSTAT v.5 1992).

RESULTADOS

Cabe destacar en primer lugar que los valores de densidad de huevos obtenidos por unidad de superficie pusieron de manifiesto que la distribución de las puestas en los distintos sustratos de inundación temporal era de tipo contagioso, alcanzándose altos valores de varianzas muestrales respecto a las correspondientes medias, coincidiendo con las observaciones realizadas por otros autores (GABINAUD, *op. cit.*; GISLASON y RUSSELL, 1997).

Considerando los medios: suelo hipersalino, suelo bajo *Spartina densiflora* y cubeta hipersalina, comunes todos ellos en las estaciones de muestreo de Peguerillas, Calatilla y Nicoba, se obtuvo que las densidades medias de huevos viables por unidad de superficie en la estación de Nicoba, fueron más elevadas que las correspondientes a esos mismos tipos de medios en las marismas de Calatilla y Peguerillas; sin embargo el test de Wilcoxon sólo contrastó diferencias significativas entre los valores de densidad de huevos obtenidos en Nicoba respecto a los de Peguerillas en las muestras obtenidas en suelos bajo *S. densiflora* y en cubetas hipersalinas ($Z = 2,454$, $P < 0,05$ y $Z = 2,197$, $P < 0,05$, respectivamente), no detectándose diferencias significativas entre las estaciones de Calatilla y Nicoba para los tres medios considerados.

Cuadro 1.- Densidades medias de huevos de *O. caspius* y *O. detritus* según la tipología y localización de los medios de inundación mareal. N, n° de muestras.

Estación	Característica del medio	Densidad por 100 cm ²		Total N° huevos ²
		N	(media ± SE) ¹	
Peguerillas	Suelo bajo <i>H. portulacoides</i> y <i>Juncus</i> sp.	13	0,231 ± 0,231	12
	Suelo bajo <i>A. macrostachyum</i> y <i>S. fruticosa</i>	13	0,308 ± 0,175	9
	Suelo hipersalino	13	0,385 ± 0,311	7
	Suelo bajo <i>Spartina densiflora</i>	13	1,077 ± 0,560	29
	Cubeta hipersalina	13	2,000 ± 0,768	30
Calatilla	Suelo hipersalino	13	0,539 ± 0,313	13
	Suelo bajo <i>Salicornia ramosissima</i>	13	0,846 ± 0,355	26
	Suelo bajo <i>Spartina densiflora</i>	13	3,846 ± 1,234	89
	Cubeta hipersalina	13	6,462 ± 3,018	159
	Red de drenaje	12	0,333 ± 0,256	6
Nicoba	Suelo hipersalino	12	0,750 ± 0,305	14
	Suelo bajo <i>S. fruticosa</i> y <i>H. portulacoides</i>	13	0,385 ± 0,104	11
	Suelo bajo <i>Spartina densiflora</i>	13	7,539 ± 2,541	147
	Cubeta hipersalina	7	9,286 ± 2,851	73
	Suelo sumergido	13	4,154 ± 0,919	77
Aljaraque	En talud de cubeta hipersalina	5	0,800 ± 0,200	4
	En borde de cubeta hipersalina	5	8,200 ± 3,455	41
	En fondo de cubeta hipersalina	5	0,600 ± 0,245	3

¹ Referida como n° de huevos viables excepto en Saipán que va referida como huevos totales (viables, más no viables, más eclosionados). ² Referido como huevos viables, más no viables, más eclosionados.

Respecto al efecto de la cubierta vegetal sobre la capacidad de acogida de las puestas de *O. caspius* y *O. detritus*, los medios de inundación temporal bajo la cobertura de *S. densiflora* fueron los que acumularon las puestas más abundantes, mientras que las

densidades de huevos en medios con cobertura vegetal integrada por otras especies de halófitas resultaron ser sensiblemente inferiores.

Los valores de densidad media de huevos obtenidos en función del régimen de inunda-

Cuadro 2.- Valores del estadístico Z del test de rangos con signo de Wilcoxon, entre densidades de huevos de *O. caspius* y *O. detritus* y tipos de cobertura vegetal (abreviaturas deducibles de las Tablas 19 ó 20).¹

	<i>Hp - J</i>	<i>Am - Sfr</i>	<i>Salicornia</i>	<i>Sfr - Hp</i>	<i>Spartina</i> ²	<i>Spartina</i> ³	<i>Spartina</i> ⁴
<i>Hp - J</i>	0,000						
<i>Am - Sfr</i>	0,368 NS	0,000					
<i>Salicornia</i>	1,466 NS	1,725 NS	0,000				
<i>Sfr - Hp</i>	0,707 NS	0,333 NS	-1,100 NS	0,000			
<i>Spartina</i> ²	2,214 *	1,510 NS	0,173 NS	1,807 NS	0,000		
<i>Spartina</i> ³	2,887 **	2,898 **	2,690 **	2,971 **	1,901 NS	0,000	
<i>Spartina</i> ⁴	2,936 **	2,937 **	2,752 **	2,944 **	2,454 *	1,247 NS	0,000

¹ Niveles de significación: *, P < 0,05; **, P < 0,01; NS, no significativo.

² *S. densiflora* en Peguerillas.

³ *S. densiflora* en Calatilla.

⁴ *S. densiflora* en Nicoba.

ción demostraron ser más elevados en los medios en los que la permanencia del agua era más estable, al menos, durante los primeros días que siguen a la emersión de los adultos, en contraposición con las menores densidades medias obtenidas en los medios acuáticos más efímeros, tipificados como "suelos hipersalinos".

En la estación de Marismas de Aljaraque las densidades de huevos en las posiciones del borde de la cubeta fueron marcadamente superiores, a las registradas en las posiciones del fondo y talud de la misma, aunque las diferencias observadas no alcanzaron significación estadística (test de rangos con signos de Wilcoxon). El 85,42% del total de huevos se obtuvieron entre las cotas de 13,5 y 16,0 cm respecto al fondo de la cubeta.

DISCUSIÓN

La importancia del factor topobatimétrico en los ambientes de inundación temporal con relación a la elección de los lugares de puesta de huevos por *O. caspius* y *O. detritus* ha sido manifestada previamente por otros autores como SERVICE (*op. cit.*) y GABINAUD (*op. cit.*); aunque cabría matizar que la elevada dinámica de los factores ambientales en los ecosistemas intermareales, confieren a estos biotopos unas características especialmente singulares que no poseen otros medios de inundación temporal, en los que igualmente pueden desarrollarse prósperas poblaciones de *O. caspius* y *O. detritus*.

Las áreas intermareales susceptibles de recibir las puestas de aedinos han de responder a unos requerimientos ambientales mínimos que aseguren la viabilidad biológica de los huevos, su permanencia en el medio y la eclosión de los mismos mediada la inundación de las zonas de cría. Fundamentalmente, los factores ambientales que condicionan lo que SINEGRE (1974) denomina el "tactismo de la puesta" son: una alta humedad edáfica, concentraciones salinas no muy elevadas en el suelo, y una moderada cobertura vegetal (PETERSEN, 1969; TURNER y STREEVER, 1997; METGE y HASSAÏNE, *op. cit.*).

Siendo así, las zonas de inundación mareal con cotas topográficas más elevadas, presentarán un déficit en la frecuencia y períodos de inundación respecto a otras zonas más bajas, en las que los niveles de humedad edáfica oscilarán con menor frecuencia e intensidad, posibilitando el desarrollo de la vegetación halófitas sin el estrés fisiológico que suponen las altas concentraciones de sales en los medios hipersalinos.

La relativa independencia del régimen mareal en la estación de Peguerillas, derivada de su alta posición topográfica en el estuario de Odiel (3.34 m de cota de inundación), es causa de la elevada conductividad de las aguas que se acumulan en los focos de cría larvaria en los agujeros de las mareas de coeficientes más altos, alcanzándose los máximos registros de conductividad eléctrica en todo el estuario del Odiel. Bajo esas circunstancias el desarrollo de la vegetación se ve seriamente comprometido, quedando el suelo desprotegido por la ausencia de plantas que amortigüen las drásticas oscilaciones térmicas diarias, al tiempo que el aporte de materia orgánica de origen vegetal debe verse notablemente reducido; METGE y HASSAÏNE (*op. cit.*) encontraron que la densidad de huevos de *O. caspius* y *O. detritus* era superior en las zonas en donde la capa suelo vegetal era más abundante.

La concurrencia de estos factores adversos para la puesta por parte de *O. caspius* y *O. detritus* ha condicionado una menor densidad de huevos en Peguerillas respecto a las estaciones de marisma mareal en Calatilla y Nicoba, situadas en cotas de inundación más bajas. A pesar de ello, esta particularidad no supone que no se lleguen a alcanzar elevadas densidades larvarias en los focos de cría en las zonas más elevadas del estuario del Odiel, motivadas por las amplias extensiones de marisma asociadas a las áreas de inundación temporal, fenómeno éste que también ha sido puesto de manifiesto por TURNER y STREEVER (*op. cit.*) en marismas australianas en donde habita *O. vigilax* (Skuse).

Respecto a la relación entre el tipo de vegetación y la capacidad de acogida de

puestas, los resultados obtenidos ponen de manifiesto el papel destacado de *Spartina densiflora* como especie vegetal preferente en los lugares de puesta seleccionados por *O. caspius* y *O. detritus* en las marismas mareales del Tinto y Odiel, con independencia de la altura topográfica que ocupe en estos estuarios, o el tipo de estructura geomorfológica en la que se implante (llanuras de inundación en marismas medias, en cubetas de estero o en los bordes de los mismos). El hecho de que *S. densiflora* tenga un protagonismo similar en las tres estaciones de muestreo como especie que atrae las puestas de mosquitos, pone de relieve un rasgo o particularidad biológica que el resto de especies halófitas estudiadas no tienen, incluso aquellas que requieren condiciones hidrológicas semejantes para su desarrollo; esta cualidad le confiere carácter bioindicador.

Una explicación que justificaría el efecto atrayente de *S. densiflora* podría ser consecuencia indirecta de las elevadas tasas de productividad de esta gramínea en las marismas onubenses, que le permite alcanzar biomasa aérea entre 3,000 y 10,000 g de peso seco/m²/año (FIGUEROA *et al.*, 1985). El desarrollo vegetativo continuo provoca, al mismo tiempo, que se generen notables cantidades de material vegetal muerto, que se descompone aceleradamente en un ambiente cálido y húmedo, produciendo compuestos volátiles que podrían constituir un poderoso reclamo para atraer las puestas de las hembras grávidas de *O. caspius* y *O. detritus*. Esta hipótesis puede verse apoyada por los resultados obtenidos por WALTON *et al.* (1997), quienes encontraron que las hembras grávidas de *Culex tarsalis* Coquillett, eran atraídas por sustancias volátiles y otros subproductos generados en la descomposición bacteriana de *Schoenoplectus californicus* (CA Mey), con la particularidad de que una especie similar, *S. acutus* (Mulh. ex Bigelow) más refractaria a la descomposición bacteriana, resultaba ser menos atractiva como sustrato de puesta; ambas especies de juncos son de crecimiento rápido y se utilizan ampliamente para acondicionar las ori-

llas de lagunas artificiales de depuración de aguas residuales en los Estados Unidos de América.

Las distintas especies de plantas que integran las comunidades vegetales propias de los ecosistemas marismesños revelan, con su presencia o ausencia, importante información acerca de las condiciones hidrológicas imperantes en cada zona, que pueden condicionar la atracción o repulsión de las hembras de *Ochlerotatus* spp. para llevar a término la puesta de los huevos. La posibilidad de poder correlacionar la presencia de determinadas especies vegetales con los hábitats preferentes para la puesta de huevos, puede representar un instrumento útil para la gestión de los tratamientos de lucha integrada contra mosquitos aedinos en ecosistemas mareales. Presenta, además, una ventaja innegable, cual es la fácil y rápida percepción de los distintos patrones de distribución vegetal en estos ecosistemas, en contraposición con el notable esfuerzo que representa la tediosa manipulación de múltiples muestras de suelos para determinar la densidad de huevos, con el inconveniente añadido derivado del carácter contagioso de las puestas de *Ochlerotatus* spp., lo que dificulta aún más los estudios de dinámica de poblaciones de mosquitos en grandes extensiones de marismas.

Los resultados obtenidos en las Marismas de Aljaraque han puesto de manifiesto la importancia del factor geomorfológico en la elección del lugar de la puesta en unos medios, las cubetas hipersalinas, de especial relevancia en cuanto a su potencialidad como focos de cría de mosquitos. Las posiciones más bajas, la mayor parte del tiempo sumergidas en cada ciclo mareal, constituyen las zonas menos favorables para la puesta. Mayoritariamente, las puestas se concentran en las orillas o márgenes de las cubetas o charcas en donde se asientan los primeros pies de las halófitas, mientras que en las cotas más profundas la vegetación desaparece, mostrándose el suelo desnudo durante los períodos en los que las cubetas permanecen secas.

El estudio de la distribución de las puestas de *O. caspius* y *O. detritus* ha revelado que las marismas mareales del Tinto y Odiel que se sitúan en posiciones topográficas consideradas como marismas medias, y presentan patrones de inundación que hacen posible el desarrollo de rodales de *S. densiflora* o la formación de cubetas hipersalinas, constituyen hábitats ideales en donde las hembras de mosquitos realizan sus puestas.

La identificación y determinación de la capacidad culicidógena de estos medios ha de promover una mejor gestión de los tratamientos contra las plagas de mosquitos, faci-

litando la puesta en marcha de medidas de control alternativas al uso exclusivo de larvicidas. Pensamos, por ejemplo, en el empleo de sustancias atrayentes de la oviposición basadas en extractos o infusiones vegetales, partiendo de especies de plantas propias de los hábitats de cría de mosquitos. En la Universidad de California se están realizando estudios para evaluar la eficacia de extractos derivados de juncos como atrayentes de la oviposición de *Culex* spp. (MILLAR, 1997); en nuestro caso, los extractos o infusiones de *S. densiflora* podrían ensayarse para valorar su uso como atrayentes de la puesta de *O. caspius* y *O. detritus*.

ABSTRACT

CÁCERES F., S. RUIZ. 2004. The distribution of egg-layings of *Ochlerotatus caspius* (Pallas) and *O. detritus* (Haliday) in ecosystems of tidal inundation areas in Huelva (SW.Spain). *Bol. San. Veg. Plagas*, 30: 663-669.

The ecosystems of the tidal marshes of the Huelva coastline are subject to periods of inundation and dessication which make them especially apt for the breeding of culicidae mosquitoes. The study of the distribution of *Ochlerotatus caspius* and *O. detritus* egg-layings attempts to comprehend the culicidae potential of different habitats according to their comparative situation in estuaries, their geomorphological characteristics and their vegetal composition. The results which have been obtained make it clear that the topobathymetric characteristics of periodically flooded marsh environments conclusive in the choice of egg-laying sites, particularly in salt pans. Likewise, a preferential role in the choice of egg-laying sites by female mosquitoes has been observed in the graminea *Spartina densiflora* of the topographical situation which they inhabit in estuaries.

Key words: *Ochlerotatus caspius*, *Ochlerotatus detritus*, *Spartina densiflora*, culicidae, tidal marshes, oviposition.

REFERENCIAS

- CÁCERES, F. 2002. *Bases Técnicas para el Control de Mosquitos de la Costa de Huelva* [Tesis doctoral]. Sevilla: Universidad de Sevilla. 325 pp.
- CLEMENTS, A. N. 1999. *The biology of mosquitoes, Volume 2. Sensory reception and behaviour* Wallingford: CABI Publishing
- FIGUEROA, M. E., MARTOS, M. J., FERNÁNDEZ-PALACIOS, J. M., RUBIO, J. C. 1985. Papel geomorfológico de *Spartina maritima* (Curtis) y *S. densiflora* Brong en las marismas del Odiel. I Reunión del Cuaternario Ibérico. Lisboa: 367-378
- GABINAUD, A. 1975. *Ecologie de deux Aedes halophiles du littoral méditerranéen français Aedes (Ochlerotatus) caspius (Pallas, 1771) Aedes (Ochlerotatus) detritus (Haliday, 1833) (Nematocera-Culicidae)* [Tesis doctoral]. Perpignan: Univ. Sciences et Techniques du Languedoc. 451 pp.
- GISLASON, G. M. y RUSSELL, R. C. 1997. Oviposition sites of the saltmarsh mosquito, *Aedes vigilax* (Skuse) (Diptera, Culicidae), at Homebush Bay, Sydney, NSW - A preliminary investigation. *Aust. J. Entomol.* 36:97-100
- LÓPEZ, S. 1989. *Control Integral de Mosquitos en Huelva. Estudio ecológico de las poblaciones larvarias* Sevilla: Junta de Andalucía, Consejería de Salud y Servicios Sociales Fuera de series nº 12.
- METGE, G. y HASSAÏNE, K. 1998. Study of the environmental factors associated with oviposition by *Aedes caspius* and *Aedes detritus* along a transect in Algeria. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 14:283-288

- MILLAR, J. G. (Department of Entomology, University of California). 1997. *Bulrush infusion and infusion extracts as sources of oviposition attractants for Culex mosquitoes*. Annual Report 1997. 6 p. Disponible en Dept. Entomología.
- PETERSEN, J. J. 1969. Oviposition response of *Aedes sollicitans*, *Aedes taeniorhynchus*, and *Psorophora confinnis* to seven inorganic salts. *Mosq. News* 29:472-483
- RUBIO, J. C. 1985. *Ecología de las Marismas del Odiel* [Tesis doctoral]. Sevilla: Universidad de Sevilla. 997 pp.
- SERVICE, M. W. 1968. The ecology of the immature stages of *Aedes detritus* (Diptera: Culicidae). *J. Appl. Ecol.* 5:613-630
- SINEGRE, G. 1974. *Contribution a l'étude physiologique D'Aedes (Ochlerotatus) caspius (Pallas, 1771) (Nematocera-Culicidae). Ecllosion - Dormance - Developpement - Fertilité* [Tesis doctoral]. Académie de Montpellier: Univ. Sciences et Techniques du Languedoc. 285 pp.
- SYSTAT Inc. 1992. SYSTAT for Windows: statistics, version 5. Evanston, IL (USA)
- TURNER P. A. y STREEVER, W. J. 1997. The relationship between the density of *Aedes vigilax* (Diptera: Culicidae) eggshells and environmental factors on Kooragang Island, New South Wales, Australia. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 13:361-367
- WALTON, W. E., WORKMAN, P. D., OFFIL, Y. A., RANDALL, L. A., JIANNINO, J. A. (Department of Entomology, University of California). 1997. *Influence of vegetation on mosquito production from a constructed wetland California: Division Agriculture and Natural Resources*. Annual Report 1997. 4 p. Disponible en Dept. Entomología.

(Recepción: 17 febrero 2004)

(Aceptación: 30 junio 2004)