

Factores de riesgo eco-entomológicos en la emergencia de arbovirosis en las zonas húmedas de la comunidad Valenciana. Valencia, España

Eco-epidemiological risk factors in the emergence of arboviruses in the Valencian autonomous region's wetlands. Valencia, España

Alberto Bernués Bañeres*¹, Rubén Bueno Marí¹, Francisco Alberto Chordá Olmos¹ & Ricardo Jiménez Peydró¹

RESUMEN

El presente trabajo analiza las posibilidades de emergencia de arbovirosis en los humedales de la Comunidad Valenciana. El objetivo, es inferir qué zonas húmedas podrían suponer un escenario potencial para el desarrollo de un brote epidémico, en función de sus características físicas y biológicas. Se llevó a cabo un programa de muestreo estacional para la captura de larvas de mosquito (Diptera: Culicidae), por ser los organismos vectores de la enfermedad. Para su captura, se empleó la técnica de "dipping", a la vez que se caracterizó el cuerpo hídrico muestreado mediante el uso de sistema portátil de medida multiparamétrico Consort C535. Se recolectaron un total de 3.418 ejemplares, fijándose en 6 las especies de mosquito potencialmente vectoras de arbovirus, siendo éstas: *Aedes albopictus* (n=10), *Culex modestus* (n=62), *Culex pipiens* (n=2246), *Culex theileri* (n=2), *Culiseta annulata* (n=94) y *Ochlerotatus caspius* (n=330), lo que supone un posible riesgo de transmisión de virus West Nile, Sindbis, Usutu y Tahyna. El diseño y análisis de los mosaicos de contingencia, reveló que los humedales con mayor potencialidad para sufrir brotes epidémicos en la Comunidad Valenciana son las albuferas, los marjales y los saladares.

Palabras clave: Culicidae, Enfermedades transmisibles, Arbovirus, Epidemiología, Virus West Nile, Salud Pública, España, Valencia.

INTRDUCCIÓN

Los arbovirus son causantes de enfermedades animales o zoonosis (Gubler, 2002) que han cobrado una gran importancia en materia de Salud Pública, principalmente, aquéllos pertenecientes a las familias Flaviviridae, Togaviridae y Bunyaviridae. El Catálogo Internacional de Arbovirus registra 534 de estos virus, de los cuales 134 han sido

SUMMARY

The present work analyses the possibility of the emergence of West Nile virus in the Valencian Autonomous Region's wetlands (Eastern Spain), with the aim of inferring what kind of wetland possesses the necessary characteristics to cause a West Nile epidemiological outbreak. A seasonal sampling program of mosquito larvae (Diptera: Culicidae) was carried out. Larvae were captured by "dipping" technique, and a Consort C535 laptop system was used to measure physical and chemical water bodies characteristics. Data was statistically analyzed with JMP 7 statistical program. A total of 3418 individuals were collected; obtaining a total of 6 mosquito species: *Aedes albopictus* (n= 10), *Culex modestus* (n= 62), *Culex pipiens* (n= 2246), *Culex theileri* (n= 2), *Culiseta annulata* (n= 94) and *Ochlerotatus caspius* (n= 330). These results represent the possibility of transmission of West Nile and other flaviviruses like Sindbis, Usutu or Tahyna. The design of contingency mosaics revealed that wetlands with the greatest capacity to produce a disease outbreaks in the Valencian Autonomous Region, are lagoons, pocosins and saltmarshes.

Key words: Culicidae, Communicable diseases, Arboviruses, Epidemiology, West Nile Virus, Spain, Valencia.

documentados como causantes de enfermedad en humanos (Karabatsos, 1985). De ellos, al menos 19 son transmitidos por mosquitos, por lo que estos insectos son considerados como potenciales vectores de los mismos (Gubler, 2006).

Aún habiendo sido consideradas como enfermedades de menor relevancia, en los últimos años se ha observado un fenómeno de resurgencia de

¹Laboratorio de Entomología y Control de Plagas. Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva. Universitat de València (Estudi General). Valencia - España.

*Autor de correspondencia: alberto.bernues@uv.es

enfermedades arbovíticas (Gubler, 2002), siendo uno de los ejemplos más claros el caso del virus West Nile (WNV) (CDC, 1999a; CDC, 1999b).

En Europa, entorno a la Cuenca Mediterránea, se detectaron de forma intermitente casos de encefalitis humana y equina durante la década de los 50 y los 60 (Hubálek & Halouzka, 1999; Murgue *et al.*, 2001); produciéndose en los 90 brotes epidémicos de carácter aislado (Murgue *et al.*, 2001; Zeller & Schuffenecker, 2004). En España, durante los últimos 50 años, se han registrado casos humanos y aviares (Sanchis-Vayarri, 1974; Lozano & Filipe, 1998; Hubálek & Halouzka, 1999; Zeller & Schuffenecker, 2004; Bofill *et al.*, 2006; Bernabeu *et al.*, 2007; Figuerola *et al.*, 2007a; 2007b; 2008; Kaptoul *et al.*, 2007; Höfle *et al.*, 2008; Jiménez-Clavero, 2008).

A pesar de la presencia de arbovirosis en la Península Ibérica, existen pocos estudios actualizados sobre el tema en la Comunidad Valenciana (Sanchis-Bayarri, 1974). Igualmente ocurre con trabajos dirigidos al estudio de las dinámicas poblacionales de mosquitos (Bueno Marí *et al.*, 2008), sus nichos ecológicos y el nivel de cohabitación con los reservorios naturales de la enfermedad, aún habiendo sido en el pasado, una región endémica de enfermedades como la malaria (Clavero & Romeo Viamonte, 1948; Bueno Marí & Jiménez Peydró, 2008). El interés vectorial que despiertan estos artrópodos en el ámbito de la Salud Pública (Bueno Marí *et al.*, 2009) y la necesidad de enfrentarse a la amenaza de invasiones de especies alóctonas (Bueno Marí & Jiménez Peydró, 2009); suponen dos puntos fuertes para potenciar el conocimiento del área entomo-médica como medida para garantizar el futuro de la Salud Pública Española.

Como consecuencia, los objetivos fijados para el presente trabajo fueron: 1. Dar a conocer la composición faunística de las especies potencialmente vectoras de arbovirus (mosquitos) y sus potenciales reservorios (aves) en los humedales valencianos; 2. Sugerir el papel de las mismas en posibles brotes epidémicos y, 3. Inferir los factores de riesgo en las diferentes zonas húmedas como marco de establecimiento y transmisión de estas enfermedades.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La Comunidad Valenciana cuenta con una superficie territorial aproximada de 2.326.252 ha, de las cuales 264.952,89 son catalogadas como zonas ZEPA (Zonas de Especial Protección para las Aves) (DOCE, 1979) y 44.862 ha como humedales (GVA, 2000). Como consecuencia, aproximadamente un 13,32 % del territorio de la Comunidad actúa como lugar de concentración para aves nidificantes, invernantes y migratorias (SEO, 2010).

Recolección del material entomológico

Durante los años 2008, 2009 y 2010, se muestrearon un total de 27 (56,25% del total) de las 48 zonas húmedas catalogadas en la Comunidad Valenciana en busca de fauna culcida (GVA, 2000). El muestreo abarcó desde el mes enero a diciembre, en lapsos de 15 días, con objeto de estudiar la distribución de los potenciales vectores de arbovirus en tiempo y espacio. La técnica empleada para la recolección de larvas fue la conocida como “dipping”, consistente en la introducción de un recipiente de 350 ml de capacidad, denominado “dipper”, en el medio hídrico del cual se desea obtener una alícuota, y cuyo uso está ampliamente contrastado (Becker *et al.*, 2010). Para estandarizar la obtención de datos, el esfuerzo muestral se fijó en 15 minutos, incluyendo la búsqueda y captura de larvas en cada punto de muestreo. Los ejemplares capturados, se depositaron en botes de cristal y se transportados en condiciones de refrigeración hasta el laboratorio. La determinación de las especies se realizó mediante la observación bajo microscopio binocular y estereoscópico de la anatomía, morfología y morfometría larvaria siguiendo criterios taxonómicos, sistemáticos (Encinas Grandes, 1982; Darsie & Voyadjoglou, 1997; Romi *et al.*, 1997; Schaffner *et al.*, 2001) y nomenclaturales (Reinert, 2000) contrastados.

Los datos fueron cuantificados y catalogados en las siguientes categorías atendiendo al tipo de zona húmeda de la que fueron obtenidos (GVA, 2000): Albuferas (ALB) y marjales litorales (MAR), ambientes fluviales y litorales asociados (FLU), manantiales (MAN), lagunas y humedales de interior (LAG), saladares litorales (SAL) y embalses de

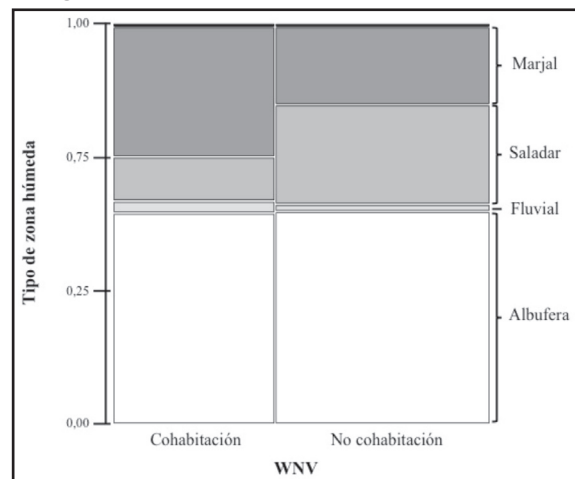
fluctuación escasa (EMB). Paralelamente, se tomaron medidas in situ de las características fisicoquímicas del agua, (pH, Conductividad, Potencial Redox, Salinidad, Solutos en disolución o TDS y Temperatura) con objeto de caracterizar los cuerpos hídricos donde se tomaron las muestras.

Las variables analizadas fueron de tipo cualitativo, por lo que se llevó a cabo un análisis de contingencia empleando el estadístico χ^2 de Pearson, que testea que la distribución de la variable respuesta sea la misma para cada nivel del factor (test de homogeneidad marginal) (Camilli & Hopkins, 1978; Rao & Scott, 1981; Planckett, 1983). Todo el análisis se llevó a cabo con el paquete estadístico JMP 7.0.2 (Statistical Discovery from SAS). Para inferir el papel de los humedales sobre posibles brotes arbovídicos, se construyeron mosaicos de contingencia basados en la frecuencia de cohabitación entre especies potencialmente vectoras y sus posibles reservorios naturales. Los mosaicos de contingencia, son un método gráfico para visualizar tablas de contingencia (de n-entradas) que permiten construir modelos que tengan en cuenta las asociaciones entre variables (Friendly, 1994; 1995; 1997; 1999).

RESULTADOS

La Tabla I recoge el desglose de las muestras obtenidas en humedales según el tipo que representan. Las zonas de marjalería litoral (60,31% del total de muestras recolectadas) presentan un claro predominio para la fauna culícida de la Comunidad. Otro tipo de humedal con gran peso en el estudio, fueron los SAL (15,82% del total de muestras recolectadas), que junto con los MAR, son los dos tipos de mayor incidencia en el desarrollo de mosquitos. El 23,87% de la representatividad restante, quedó repartida entre zonas húmedas de tipo FLU y, ALB y EMB; siendo los peor representados las LAG y MAN, por ser éstas últimas zonas muy puntuales y restringidas en el territorio valenciano. El total de muestras procesadas, cuyas características quedan recogidas en la Tabla I, ascendió a 335, identificándose un total de 16 especies determinadas pertenecientes a 6 géneros distintos (Tabla II). De las especies recolectadas, 6 son capaces de actuar como potenciales vectores de WNV y otras arbovirosis en los humedales valencianos. El total de parejas de aves censadas ascendió a 10435, detectándose 10 especies como posibles reservorios naturales de arbovirus (Hubálek, 2003; Spurr, 2004) (Tabla IV).

Fig. 1. Mosaico de contingencia de cohabitación/ no cohabitación vector-reservorio de WNV según categoría de humedal



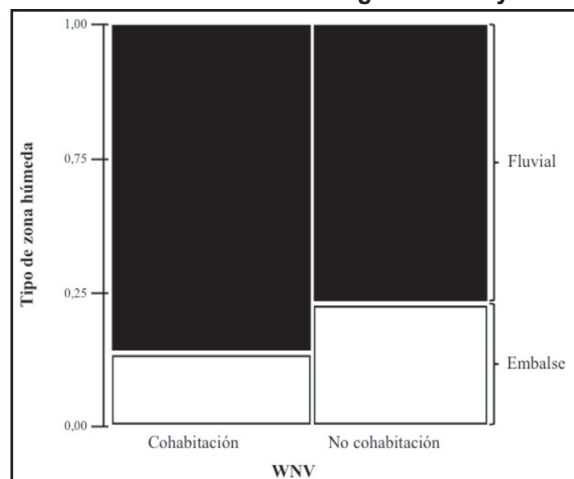
Los resultados del análisis de contingencia (Fig. 1), permitieron realizar las siguientes observaciones:

1. El análisis estadístico puso de manifiesto la existencia de relaciones significativas en las frecuencias de cohabitación vector-reservorio ($\chi^2=1268,32$; $P<0,0001$). La tabla de contingencia (Tabla III), recoge el desglose de los valores obtenidos para cada uno de los casos estudiados.
2. Los humedales con mayor proporción de cohabitación entre especies de mosquitos y aves susceptibles de transmitir y amplificar arbovirosis, principalmente WNV, y, por tanto, de suponer un riesgo para la Salud Pública, fueron las agrupadas en las categorías de ALB y MAR (52,67% y 32,29% de las frecuencias positivas respectivamente), seguidos por SAL (11,12%). Las ZH con menor frecuencia de cohabitación vector-reservorio registrada, fueron FLU y EMB (2,94% y 0,77%) (Fig. 2). Las categorías LAG y MAN (0,21% y 0,01% respectivamente) resultaron despreciables, por lo que no se realizó discusión alguna sobre las mismas.

DISCUSIÓN

Los datos de abundancia (Tabla II), y el análisis de distribución por tipología de ZH, están en consonancia con las características bioecológicas descritas para las especies de mosquito capturadas (Becker *et al.*, 2010).

Fig. 2. Detalle de las frecuencias de cohabitación/ no cohabitación vector-reservorio para las zonas húmedas incluidas en las categorías EMB y FLU.



El hallazgo de *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) en el Parque Natural de las Lagunas de La Mata-Torrevieja (Alicante), se produjo en contenedores de origen antrópico, lo que corresponde con la biología y ecología descritas para la especie en España (Aranda *et al.*, 2006; Bueno Marí & Jiménez Peydró, 2010). Esta especie alóctona de origen asiático, destaca por su capacidad de colonización y expansión hacia nuevos hábitats, que en los últimos años se ha establecido en la mayor parte de la cuenca mediterránea (Benedict *et al.*, 2007), incluyendo la región más oriental de la Península Ibérica (Eritja *et al.*, 2005). Su capacidad para transmitir de forma eficiente arbovirosis como el Dengue, la Fiebre Amarilla o el virus West Nile (Schaffner *et al.*, 2001), lo convierten en una de las especies diana de los programas de control de mosquitos a nivel mundial (Becker *et al.*, 2010), a pesar de que, debido a la naturaleza de sus biotopos larvarios, no ha sido tenido en cuenta en el presente estudio.

Desde el punto de vista de la transmisión de arbovirosis en las ZH de la Comunidad Valenciana, se postulan como más probables los virus West Nile, Sindbis y Usutu, por desarrollarse sus vectores en ambientes rurales o salvajes como son los humedales (Bueno Marí & Jiménez Peydró, 2010). La presencia de especies de mosquitos con capacidad para actuar como potenciales vectores de estas virosis en las ZH, sugiere un posible marco de transmisión, además de que el hallazgo de otras especies con potencialidad para transmitir otras enfermedades, amplía el rango de enfermedades transmisibles en los humedales

valencianos. Se detectaron 6 especies de mosquito constatadas como potencialmente vectoras de WNV en poblaciones naturales (Schaffner *et al.*, 2001) y, por tanto, con posibilidad de transmitirlo en nuestros humedales; así como 10 especies de aves con capacidad de actuar como posibles reservorios del mismo (Clavero, 1946; Garret-Jones, 1964; Schaffner *et al.*, 2001; Hubálek, 2008) (Tabla IV). Los potenciales vectores capaces de mantener la enzootia entre la población aviar residente, serían *Culiseta annulata* (Schrank, 1776) y *Culex pipiens* Linnaeus, 1758; presentando, este último, la posibilidad de actuar como puente de infección al ser humano (Savage *et al.*, 1999); sumando en este caso, la capacidad potencial de *Culex modestus* Ficalbi, 1889, *Culex theileri* Theobald, 1903 y *Ochlerotatus caspius* (Pallas, 1771) para actuar como vectores de la misma por su marcada antropofilia. El caso de *Ae. albopictus*, es más complejo; la asociación de esta especie a focos de cría típicamente antrópicos, hace descender su peso como posible vector natural de la enfermedad en ambientes salvajes, motivo por el cual ha sido excluido en el análisis estadístico de los datos. Otro factor a destacar, es la capacidad de algunas de estas especies para desplazarse decenas de kilómetros desde sus lugares de cría por lo que la zona de riesgo no quedaría circunscrita a los límites del humedal, sino que podrían verse afectadas poblaciones humanas cercanas a los mismos.

La Fig. 1, muestra que las mayores diferencias en las frecuencias de cohabitación vector-reservorio, se observan entre MAR y SAL; hecho explicado por la biología y ecología de las especies de mosquito halladas en los mismos. Los MAR se definen como hábitats de influencia marina, con aguas de salinidad variable, desde dulces a salobres (Tabla I), con capacidad para albergar dos de las especies potencialmente vectoras más eficientes de WNV, *Cx. pipiens* y *Oc. caspius*. Los SAL, descritos como hábitats de intrusión marina, registran valores de salinidad del agua extremos (Tabla I), hecho que limita el desarrollo de los culícidos, destacando en estos ambientes especies típicamente halófilas como *Ochlerotatus detritus* (Haliday, 1833), el cual no se comporta como vector comprobado de WNV (Schaffner *et al.*, 2001). Las ALB, muestran una práctica equivalencia entre frecuencias de cohabitación y no cohabitación vector-reservorio. Esto se explica por la abundancia de especies de culícidos constatadas como potencialmente vectoras y otras, consideradas como potencialmente no vectoras (al no existir

Tabla I. Características fisicoquímicas de los enclaves muestreados; se muestran los rangos mínimo y máximo.

Zona Húmeda	Tipo	N	n	%	Fisicoquímica del agua					
					pH	Conductividad (mS/cm ²)	Redox (mV)	Salinidad (g/L)	TDS (g/L)	Tª (°C)
Balsa de Chóvar	EMB	1	27	0,30	7,31	0,228	-31	0,10	0,112	15,5
Clot de la Mare de Deu	FLU	2	1	0,60	6,40-7,06	2,370-3,290	[-11]-20	1,1-1,1	1,260-2,110	13,2-17,4
Desembocadura del Riu Algar	FLU	8	41	2,39	6,43-7,23	2,300-2720	[-19]-27	1,1-1,9	1,230-2,010	25,0-25,0
Desembocadura del Riu de les Coves	FLU	3	19	0,90	7,37-7,37	0,376-0,376	[-34]-[-34]	0,2-0,2	0,201-0,201	21,8-21,8
Desembocadura del Ríu Senia	FLU	1	11	0,30	N.R.*	N.R.*	N.R.*	N.R.*	N.R.*	N.R.*
Desembocadura del Mijares	FLU	3	20	0,90	N.R.*	N.R.*	N.R.*	N.R.*	N.R.*	N.R.*
Desembocadura del Riu Xeraco	FLU	3	7	0,90	6,04-7,34	0,510-2,050	[-25]-47	0,0-0,8	0,330-1,320	7,6-9,4
Desembocadura y Frente Litoral del Segura	FLU	7	29	2,09	4,66-8,28	3,890-24,800	[-92]-108	2,0-14,6	2,080-14,300	10,1-17,8
Els Bassars-Clot de Galvany	MAR	15	270	4,48	6,09-9,05	1,760-29,200	[-130]-39	0,8-17,9	0,930-17,000	13,7-25,0
Els Carrisars d'Elx	MAR	6	20	1,80	7,08-8,03	0,229-20,700	[-66]-[-26]	0,1-1,0	0,122-1,122	22,1-25,0
Embalse de Elxe	EMB	5	71	1,49	7,76-9,89	16,400-21,600	[-125]-88	9,4-13,0	9,400-12,400	20,7-28,7
Embalse de Embarcaderos	EMB	5	37	1,49	7,31-8,20	0,117-1,230	[-87]-[-37]	0,1-0,6	0,361-0,660	16,2-20,4
Embalse de Tibi	EMB	3	34	0,90	9,86-9,86	1,800-1,800	[-126]-[-126]	0,8-0,8	0,950-0,950	21,7-21,7
Embalse del Bosquet	EMB	3	15	0,90	8,39-8,77	0,115-0,930	[-64]-[41]	0,1-0,4	0,490-0,610	14,4-19,4
Font dels Sants	MAN	2	6	0,60	8,08-8,08	0,184-0,184	[-25]-[-25]	0,2-0,2	0,184-0,184	22,4-22,4
Laguna y Saleros de Villena	LAG	11	80	3,28	7,63-8,64	1,230-19,100	[-89]-[-47]	0,6-11,2	0,650-10,800	7,9-24,1
Lavajos de Sinarcas	LAG	2	11	0,60	N.R.*	N.R.*	N.R.*	N.R.*	N.R.*	N.R.*
Marjal de la Safor	MAR	4	36	1,19	5,72-7,52	0,640-4,010	[-35]-64	0,0-1,5	0,410-2,580	6,4-12,3
Marjal de Nules-Burriana	MAR	1	32	0,30	7,90	0,720	-65	0,3	0,380	20,8
Marjal de Peñíscola	MAR	6	214	1,80	7,44-10,17	0,006-3,960	[-187]-[46]	0,0-1,6	0,041-1,64	13,6-28,3
Marjal dels Moros	MAR	39	260	11,64	4,62-11,86	0,703-15,700	[-282]-514	0,3-8,9	0,375-8,800	3,8-32,6
Marjal y Estany de la Ribera del Xúquer	MAR	1	104	0,30	8,07	2,190	-24	1,0	1,170	18,8
Marjal y Estany d'Almenara	MAR	5	21	1,49	7,46-7,80	1,680-5,610	[-52]-[-32]	0,8-3,0	1,070-3,020	6,2-13,4
Meandros abandonados del Segura	FLU	3	11	0,90	7,09-8,25	0,165-4,020	[-77]-[-47]	0,0-2,1	0,087-2,170	14,5-32,0
Parque Natural de l'Albufera de València	ALB	18	151	5,37	7,07-9,15	1,150-27-100	[114]-[-24]	0,5-15,1	0,610-16,000	13,2-33,2
Parque Natural de la Marjal de Pego-Oliva	MAR	8	68	2,39	6,22-8,65	0,370-1,290	[-113]-30	0,2-0,6	0,200-0,690	9,6-16,0
Parque Natural de las Lagunas de La Mata-Torrevieja	SAL	25	627	7,46	6,68-8,38	0,523-4,240	[-88]-[-2]	0,3-2,3	0,305-2,290	21,9-25
Parque Natural de las Salinas de Santa Pola	SAL	28	214	8,36	6,38-8,65	0,252-42,600	[-112]-30	1,0-26,3	0,760-25,800	7,0-26,9
Parque Natural del Fondo d'Elx	MAR	37	340	11,04	5,25-9,83	0,137-0,821	[-128]-96]	0,0-14,8	0,072-422,00	10,4-32,0
Parque Natural del Prat de Cabanes	MAR	80	642	23,88	6,41-9,78	0,483-52,100	[-159]-15	0,2-33,7	0,256-30,700	11,2-36,8
TOTAL	-	335	3419	100,00	-	-	-	-	-	-

¹ Número de muestras obtenidas por ZH; ² Número de ejemplares larvarios capturados por ZH; ³ Porcentaje de ejemplares larvarios capturados por ZH respecto del total de capturas; * Datos no registrados.

Tabla II. Especies capturadas, indicando abundancia y porcentaje respectivo, así como tipo de Zona Húmeda en la que se produjo el hallazgo.

Especie	Ejemplares capturados	%	Zona Húmeda de captura ¹
<i>Aedes albopictus</i>	10	0,29	SAL
<i>Anopheles algeriensis</i>	7	0,20	EMB
<i>Anopheles claviger</i>	2	0,06	EMB
<i>Anopheles petragrani</i>	13	0,38	EMB
<i>Culex hortensis hortensis</i>	18	0,53	EMB
<i>Culex impudicus/ territans</i>	31	0,92	ALB, EMB
<i>Culex laticinctus</i>	75	2,19	FLU, MAR, SAL
<i>Culex modestus</i>	62	1,81	ALB, FLU, MAR
<i>Culex pipiens</i>	2246	65,71	ALB, EMB, FLU, LAG, MAN, MAR, SAL
<i>Culex theileri</i>	2	0,06	ALB
<i>Culiseta annulata</i>	94	2,75	FLU, MAR, SAL
<i>Culiseta longiareolata</i>	300	8,78	EMB, FLU, LAG, MAN, MAR, SAL
<i>Ochlerotatus caspius</i>	330	9,65	EMB, FLU, MAR, SAL
<i>Ochlerotatus detritus</i>	214	6,26	FLU, MAR, SAL
<i>Uranotaenia unguiculata</i>	14	0,41	MAR
TOTAL	3418	100%	

¹Tipo de Zona Húmeda de captura: ALB (Albufera), EMB (Embalse), FLU (Fluvial), LAG (Laguna), MAN (Manantial), MAR (Marjal) y SAL (Saladar).

Tabla III. Resultados del análisis de contingencia para cada caso estudiado.

		ALB	FLU	SAL	MAR	LAG	EMB	MAN	TOTAL
Cohabitación	n	6675	373	1409	4092	26	98	1	12674
	%	22,70	1,27	4,79	13,91	0,09	0,33	0,00	43,09
	E	6709,76	280,11	2403,36	3166,56	15,08	96,53	2,59	12673,99
	(O - E)	-34,77	92,89	-994,36	925,44	10,92	1,47	-1,59	-
	χ^2	0,18	30,80	411,41	270,46	7,90	0,02	0,97	721,74
No Cohabitación	n	8895	277	4168	3256	9	126	5	16736
	%	30,24	0,94	14,17	11,07	0,03	0,43	0,02	56,91
	E	8860,24	369,89	3173,64	4181,44	19,92	127,47	3,41	16736,01
	(O - E)	34,76	-92,89	994,36	-925,44	-10,92	-1,47	1,59	-
	χ^2	0,14	23,33	311,55	204,82	5,98	0,02	0,74	546,58
	N	15557	650	5577	7348	35	224	6	29410
% Total	52,94	2,21	18,96	24,98	0,12	0,76	0,02	-	

referencias en la literatura acerca de su capacidad de transmisión arboviral) asociadas a la presencia de aves capaces de actuar como posible reservorio y otras que no (al no haber sido constatadas como tal en la literatura precedente). Así pues, la conjunción de estos factores tiene como consecuencia la inexistencia de diferencias significativas en las frecuencias de

cohabitación, aún cuando se registraron frecuencias positivas del 22,7%.

Por último, analizando el caso de EMB y FLU, se observa que la abundancia de muestras para los mismos es tan reducida que no queda representada en el gráfico. Un análisis en detalle de la situación en

Tabla IV. Especies de aves censadas con capacidad para actuar como potenciales reservorios de WNV, indicando abundancia y porcentaje respectivo, así como tipo de ZH en la que se contabiliza.

Especie	Promedio de parejas censadas	Porcentaje (%)	Zona Húmeda de censo ¹
<i>Anas platyrhynchos</i>	2517	24,12%	ALB, MAR, FLU, EMB, SAL
<i>Ardeola ralloides</i>	236	2,26%	ALB, FLU, MAR, SAL
<i>Fulica atra</i>	560	5,37%	ALB, EMB, FLU, MAR, SAL
<i>Gallinula chloropus</i>	2645	25,35%	ALB, EMB, FLU, MAR, SAL
<i>Larus ridibundus</i>	1672	16,02%	ALB, MAR, SAL
<i>Plegadis falcinellus</i>	16	0,15%	SAL
<i>Podiceps cristatus</i>	104	1,00%	ALB, FLU, MAR, SAL
<i>Porphyrio porphyrio</i>	332	3,18%	ALB, EMB, FLU, MAR, SAL
<i>Sterna hirundo</i>	2351	22,53%	ALB, MAR, SAL
<i>Vanellus vanellus</i>	2	0,02%	MAR
TOTAL	10435	100%	

¹Tipo de Zona Húmeda de censo: ALB (Albufera), EMB (Embalse), FLU (Fluvial), LAG (Laguna), MAN (Manantial), MAR (Marjal) y SAL (Saladar).

este tipo de zonas húmedas (Fig. 2), sugiere que la significatividad presentada en este análisis se explica por la captura de ejemplares de *Cx. pipiens* en estos enclaves, otorgando positividad a las frecuencias de cohabitación para la transmisión de WNV.

Del resto de arbovirosis tratadas a continuación, indicar que están clasificadas como esporádicas en humanos (Schaffner *et al.*, 2001; Bueno Marí & Jiménez Peydró, 2010). Por este motivo, no existe información fiable sobre seroprevalencias y niveles de viremia en aves y mamíferos, por lo que estos datos no se incluyeron en el estudio sobre frecuencias de positividad para los humedales valencianos. En consecuencia, únicamente se hace referencia a la presencia de los posibles vectores en las ZH, para la discusión sobre la situación de estas virosis; quedando sin resolver la cuestión sobre la distribución y abundancia de sus posibles reservorios naturales.

Con respecto al virus Sindbis, podemos citar 3 de las especies halladas como vectores potenciales en los humedales valencianos: *Cx. pipiens* (como vector principal), *Cx. modestus* y *Cx. theileri*. Se trata de una arbovirosis típicamente aviar, para la que destacan como posibles humedales aglutinantes las categorías ALB y FLU (99,2% y 81,5% de frecuencias positivas respectivamente). En otro orden de magnitud, SAL y LAG siguen en frecuencia de positividad a las anteriores (75,7% y 74,3% respectivamente). Las

MAR, presentan una frecuencia de positividad del 64,4%, seguidas de EMB y MAN con frecuencias de cohabitación reservorio-vector del 31,5% y 16,7% respectivamente.

Los virus Usutu y Tahyna, ambos de tipo zoonótico (el primero afectando principalmente a aves y el segundo a pequeños mamíferos (Schaffner *et al.*, 2001)), se caracterizan por su baja seroprevalencia entre la población humana (Sanchis-Vayari, 1974) y por cursar asintóticamente; no obstante pueden manifestar sintomatología en forma de fiebre, cefalea, faringitis, mialgia, náuseas y alteraciones gastrointestinales (Labuda, 2001). Se detectaron 2 especies potencialmente transmisoras de virus USU, *Cx. pipiens* (como vector principal debido al peso poblacional que representa) y *Cs. annulata* (que mantendría la enzootia entre la población aviar). En este caso, los humedales con mayores niveles de frecuencias positivas son los FLU (85,2% de positividad), seguidos de los tipos SAL y LAG (76,5% y 74,3% de positividad respectivamente). Los humedales con menor frecuencia son los tipos ALB, MAR, EMB y MAN (66,2%, 65,6%, 31,5% y 16,7% respectivamente).

Con respecto a la potencialidad de transmisión del virus TAH, las ALB vuelven a cobrar protagonismo con un 97,7% de frecuencias positivas. Una situación muy parecida se observa para FLU, que presentan un 89,8% de positividad, al que le

siguen los tipos SAL y MAR, con un 84,7% y 80,1% de frecuencias positivas respectivamente. Por último, LAG, EMB y MAN, presentan frecuencias positivas del 74,3%, 36,9% y 16,7% respectivamente.

Otras arbovirosis que han sido descritas como potencialmente peligrosas para la Península Ibérica (Domingo *et al.*, 2007; Bueno Marí & Jiménez Peydró, 2010), como el Dengue, la Fiebre amarilla y Chikungunya, presentan una distribución principalmente urbana; ello se debe a que, en poblaciones naturales, los reservorios de estas enfermedades son primates, cuyo semejante en las zonas urbanas es el ser humano, y, por ende, aquel con capacidad para sostener un nivel de viremia suficiente que permita la reinfección de nuevos vectores que cierren el ciclo de transmisión.

Los hábitos de las especies capaces de transmitir estas enfermedades, hacen sugerir que los programas de control deberían dirigirse hacia núcleos urbanos y no a las zonas húmedas de la Comunidad. Sin embargo, el hallazgo de *Ae. albopictus* en el área delimitada por las Lagunas de La Mata-Torre Vieja, debe ser indicativo de la necesidad de seguimiento de sus poblaciones en el mencionado enclave, tanto desde el punto de vista ecológico, pues se trata de una especie exótica invasora, como medida profiláctica para posibles procesos de infección.

Los virus INK y BAT no suponen un riesgo directo en los enclaves que nos ocupan. INK ha sido descrito como una arbovirosis de ascendencia escandinava, cuyos vectores potenciales no han sido hallados en la Comunidad Valenciana hasta la fecha. Respecto al virus BAT, se dispone de muy poca información clínica, y el ser humano es muy raramente infectado por el mismo, ya que afecta primordialmente a bóvidos y óvidos, siendo las especies posibles vectoras poco antropofílicas.

Conocer y entender el funcionamiento de los ciclos zoonóticos y zooantroponóticos de estas arbovirosis en ambientes como los humedales valencianos, requiere de una visión globalizadora e integradora. El estudio de la biología y ecología, tanto de virus, como de vectores y hospedadores, se torna de suma importancia al quedar patentes las múltiples relaciones establecidas entre los eslabones de esta cadena.

El uso que hace el ser humano de estos enclaves, la cercanía de núcleos urbanos a los mismos, el trasiego de especies migratorias y residentes y la capacidad de diseminación de los vectores de la enfermedad, deben ser los puntos clave a tener en cuenta para la correcta gestión y actuación sobre la problemática de las arbovirosis en la Salud Pública Española (Gascón, 2008).

Como conclusión, de las 16 especies recolectadas, 6 son potenciales vectores de WNV; algunas de ellas con un elevado grado de antropofilia, como *Oc. caspius* y *Oc. detritus*. Como posibles especies capaces de mantener la enzootia entre la población aviar, se postulan las especies *Cs. annulata* y *Cx. pipiens*, mientras que aquellas con capacidad para actuar como posible puente con el ser humano son *Cx. modestus*, *Cx. theileri*, *Oc. caspius* y *Cx. pipiens*. De la misma forma, se postulan, al menos, 10 especies de aves censadas en los humedales con capacidad para actuar como posibles reservorios de esta arbovirosis.

Los datos faunísticos, bioecológicos y censales, sugieren un posible papel relevante de los humedales valencianos en el establecimiento de ciclos de transmisión zoonóticos y zooantroponóticos. A la luz de los datos, se postulan como principales zonas húmedas de riesgo las ALB, MAR y SAL, tanto para posibles casos de transmisión de WNV como del resto de arbovirosis tratadas; quedando las restantes, teóricamente, como enfermedades relegadas a un plano secundario.

Por último, recalcar la importancia de los estudios acerca de la biología y ecología de vectores y reservorios en estos enclaves, siempre acompañados de estudios médicos y serológicos por parte de los órganos competentes en Salud Pública; garantizando la eficiente detección y tratamiento de posibles episodios epidémicos en las zonas húmedas de la Comunidad Valenciana.

CONFLICTOS DE INTERESES

Los Autores manifestamos que no ha habido conflictos de intereses en la realización de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Expresar nuestro agradecimiento a la Consellería de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme

i Habitatge de la Generalitat Valenciana por la concesión de los permisos de captura de insectos en Espacios y Áreas Naturales Protegidos. Así mismo, manifestar nuestro agradecimiento al Ministerio de Ciencia e Innovación de España por la financiación de una parte de este estudio a través del proyecto CGL 2009-11364 (BOS).

REFERENCIAS

- Aranda C., Eritja R. & Roiz D. (2006). First record and establishment of the mosquitos *Aedes albopictus* in Spain. *Med. Vet. Entomol.* **1**: 150-152.
- Becker N., Petric D., Zgomba M., Boase C., Madon M., Dahl C. *et al.* (2010). *Mosquitoes and their control*. (2nd ed). Springer (Berlin, Germany).
- Benedict M. Q., Levine R. S., Hawley W. A. & Lounibos L. P. (2007). Spread of the Tiger: Global Risk of Invasion by the Mosquito *Aedes albopictus*. *Vector Borne Zoonotic Dis.* **7**: 76-85.
- Bernabeu-Wittel M., Ruiz-Pérez M., del Toro M. D., Aznar J., Muniain A., de Ory F. *et al.* (2007). West Nile Virus Past infections in the general population of Southern Spain. *Enferm. Infecc. Microbiol. Clin.* **25**: 561-565.
- Bofill D., Domingo C., Cardeñosa N., Zaragoza J., de Ory F., Minguell S. *et al.* (2006). Human West Nile Virus Infection, Catalonia, Spain. *Emerg. Infect. Dis.* **7**: 1163-1164.
- Bueno Marí R. & Jiménez Peydró R. (2008). Malaria en España: aspectos entomológicos y perspectivas de futuro. *Rev. Esp. Salud Pública.* **82**: 467-489.
- Bueno Marí R. & Jiménez Peydró R., (2009). La creciente amenaza de las invasiones biológicas de mosquitos sobre la salud pública española. *Emf. Emerg.* **11**: 30-35.
- Bueno Marí R. & Jiménez Peydró R. (2010). Situación actual en España y ecoepidemiología de las arbovirosis transmitidas por mosquitos culícidos (Diptera: Culicidae). *Rev. Esp. Salud Pública.* **84**: 255-269.
- Bueno Marí R. (2011). *Biecológia, diversidad e interés epidemiológico de los culícidos mediterráneos (Diptera: Culicidae)*. Servei de Publicacions de la Universitat de València. (Valencia, España).
- Bueno Marí R., Moreno Marí J., Oltra Moscardó M. A. & Jiménez Peydró R. (2009). Artrópodos con interés vectorial en la salud pública en España. *Rev. Esp. Salud Pública.* **83**: 201-214.
- Bueno Marí R., Rueda Sevilla J., Bernués Bañeres A., Lacomba Andueza I. & Jiménez Peydró R. (2008). Contribución al conocimiento de las poblaciones larvianas de culícidos (Diptera, Culicidae) presentes en el “Marjal dels Moros” (Valencia). *Boln. Asoc. Esp. Ent.* **32**: 351-365.
- Bueno Marí R. & Jiménez Peydró R. (2010). *Aedes albopictus* (Skuse, 1894): current status and records of an important invasive mosquito species in Spain. *Bol. Mal. Salud. Amb.* **1**: 139-143.
- Camilli G. & Hopkins K. D. (1978). Aplicability of chi-square to 2x2 contingency tables with small expected cell frequencies. *Psychol. Bull.* **85**: 163-167.
- CDC (1999a). Outbreak of West Nile –like viral encephalitis - New York, 1999. *Morb. Mortal. Wkly. Rep.* **48**: 845-849.
- CDC (1999b). Update: West Nile-like viral encephalitis - New York, 1999. *Morb. Mortal. Wkly. Rep.* **48**: 944-946.
- Clavero G. & Romeo Viamonte J. M. (1948). El paludismo en las huertas de Murcia y Orihuela. Ensayos de aplicación de los insecticidas modernos, D.D.T y 666, en la lucha antipalúdica. *Rev. Sanid. Hig. Pública (Madr).* **22**: 199-228.
- Clavero G. (1946). Aedinos de España. *Rev. Sanid. Hig. Pública (Madr).* **20**: 1205-1232.
- Darsie R.F. & Voyadjoglou S. (1997). Keys for the identification of the mosquitoes of Greece. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.* **13**: 247-254.
- Diario Oficial de las Comunidades Europeas (1979). Directiva 79/409/CEE relativa a la conservación de las aves silvestres. Documento en línea. Disponible en: <http://www.boe.es/doue/1982/210/L00010-00010.pdf> [Consultado: 2011, Abril, 11].

- Domingo C., Collado X., Falcón A., Ledesma J., Negro A., Pozo F., *et al.* (2007). Virus importados en nuestro ámbito sanitario: situación actual y riesgos de futuro. *Virología*. **12**: 7-35.
- Encinas Grandes A. (1982). *Taxonomía y biología de los mosquitos del área salamantina (Diptera: Culicidae)*. Universidad de Salamanca, Salamanca, España.
- Eritja R., Escosa R., Lucientes J., Marquès E., Molina R., Roiz D., *et al.* (2005). Worldwide invasión de vector mosquitos: present European distribution and challenges for Spain. *Biol. Invasions*. **7**: 87-97.
- Figuerola J., Soriguer R., Rojo G., Gómez Tejedor C. & Clavero M. A. (2007a). Seroconversion in Wild Birds and Local circulation of West Nile Virus, Spain. *Emerg. Infect. Dis.* **12**: 1915-1917.
- Figuerola J., Jiménez-Clavero M. A., Rojo G., Gómez-Tejedor C. & Soriguer R. (2007b). Prevalence of West Nile Virus neutralizing antibodies in colonial aquatic birds in southern Spain. *Avian. Pathol.* **36**: 209-212.
- Figuerola J., Jiménez-Clavero M. A., López G., Rubio C., Soriguer R., Gómez-Tejedor C., *et al.* (2008). Size matters: West Nile Virus neutralizing antibodies in resident and migratory birds in Spain. *Vet. Microbiol.* **132**: 39-46.
- Foresight (Office of Science and Innovation) (2006). Infectious Diseases: preparing for the future. West Nile virus: drivers, sources, pathways and receptors. Documento en línea. Disponible en: http://www.foresight.gov.uk/Infectious%20Diseases/t5_12.pdf. [Consultado: 2011, Abril, 11].
- Friendly M. (1994). Mosaic displays for multi-way contingency tables. *J. Am. Stat. Assoc.* **89**: 190-200.
- Friendly M. (1995). Conceptual and visual models for categorical data. *Am. Stat.* **49**: 153-160.
- Friendly M. (1997). Conceptual models for visualizing contingency table data. Pp. 17-35. En: *Visualization of categorical data*. Greenacre M. & Blasius J. Academy Press (San Diego, California).
- Friendly M. (1999). Mosaic displays: marginal, conditional and partial views of categorical data. *J. Comput. Graph. Stat.* **8**: 373-395.
- Garret-Jones C. (1964). The Human Blood Index of Malaria Vectors in Relation to Epidemiological Assessment. *Bull. World. Health. Org.* **30**: 241-261.
- Gascón J. (2008). Epidemiología y problemática de las enfermedades infecciosas en España. *Neurol. Supl.* **4**: 8-11.
- Gubler D. J. (2002). The global emergence/resurgence of arboviral diseases as public health problems. *Ar. Med. Res.* **33**: 330-342.
- Gubler D. J. (2006). Human Arbovirus Infections Worldwide. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **951**: 13-24.
- GVA (2000). *Catálogo de Zonas Húmedas de la Comunidad Valenciana*. Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda. 112 pp.
- Höfle U., Blanco J. M., Crespo E., Naranjo V., Jiménez-Clavero M. A., Sánchez A., *et al.*, (2008). West Nile Virus in the endangered Spanish imperial eagle. *Vet. Microbiol.* **129**: 171-178.
- Hubálek Z. & Halouzka H. (1999). West Nile fever – A reemerging Mosquito-Borne Viral Disease in Europe. *Emerg. Infect. Dis.* **5**: 643-650.
- Hubálek Z. (2008). Mosquito-borne viruses in Europe. *Parasitol. Res.* **103**: 29-43.
- Hubálek Z., Kriz B., Menne B. & Bertollini R. (2003). *West Nile Virus: Ecology, epidemiology and prevention*. Unedited Technical Report of World Health Organization (WHO). 32 pp.
- Jiménez-Clavero M. A., Sotelo E., Fernández-Pinero J., Llorente F., Blanco J. M., Rodríguez-Ramos J., *et al.* (2008). West Nile Virus in Golden Eagles, Spain, 2007. *Emerg. Infect. Dis.* **9**: 1489-1491.
- Kaptoul D., Viladrich P.F., Domingo C., Niubó J., Martínez-Yélamos S., de Ory F. *et al.* (2007). West Nile Virus in Spain: Report of the first diagnosed case (in Spain) in a human with aseptic meningitis. *Scand. J. Infect. Dis.* **39**: 70-93.

- Karabatsos N. (1985). *International catalogue of arboviruses*. (3rd ed.). American Society of Tropical Medicine and Hygiene. San Antonio, Texas - USA.
- Labuda M. (2001). Tahyna virus. Pp. 482-483. En: *The Encyclopedia of Arthropod-transmitted Infections*. Service, M.W. (1st ed.). CABI Publishing, New York, U.S.A.
- Lozano A. & Filipe A. R. (1998). Anticuerpos frente a Virus West Nile y otros virus transmitidos por artrópodos en la población del Delta del Ebro. *Rev. Esp. Salud Pública*. **72**: 245-250.
- Murgue B., Murri S., Triki H., Deubel V. & Zeller G. (2001). West Nile in the Mediterranean Basin: 1950-2000. *An. N. Y. Acad. Sci.* **951**: 117-126.
- Planckett R. L. (1983). Karl Pearson and the Chi-squared test. *Int. Stat. Rev.* **51**: 59-72.
- Rao J. N. K. & Scott A. J. (1981). The analysis of categorical data from complex simple surveys: chi-squared test for goodness of fit and independence in two-way tables. *J. Am. Stat. Assoc.* **76**: 221-230.
- Romi R. G., Pontuale G. & Sabatinelli G. (1997). Le zanzare italiane: generalità e identificazione degli stadi preimaginali (Diptera: Culicidae). *Frag. Entomol.* **29**: 1-141.
- Reinert J. F. (2000). New classification for the composite genus *Aedes* (Diptera: Culicidae: Aedini) elevation of subgenus *Ochlerotatus* to generic rank, reclassification of the other subgenera, and notes on certain subgenera and species. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.* **16**: 175-188.
- Sanchis-Bayarri V. (1974), Contribución al estudio de la serología de las infecciones por arbovirus. *Hosp. Gen. (Madr)*. **14**: 417-424.
- SAS (Statistical Discovery From SAS) (2011). JMP Documentation. Documento en línea. Disponible en: <http://www.jmp.com/support/downloads/documentation.shtml>. [Consultado: 2011, Abril, 11].
- Savage H., Ceianu C., Nicolescu G., Karabatsos N., Lanciotti R., Vladimirescu A., et al. (1999). Entomologic and avian investigations of an epidemic of West Nile fever in Romania in 1996, with serologic and molecular characterization of a virus isolate from mosquitoes. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **61**: 600-611.
- Schaffner F., Angel G., Geoffroy B., Hervy J.J.O. & Rhaeim A. (2001). *The mosquitoes of Europe/ Les moustiques d'Europe*. IRD Éditions and EID Méditerranée (Montpellier, France).
- SEO (Sociedad Española de Ornitología) (2010). Censo de aves acuáticas nidificantes en los humedales de la Comunidad Valenciana. Documento en línea. Disponible en: <http://www.seo-alicante.org/nuestrasaves.htm>. [Consultado: 2011, Abril, 11].
- Spurr E. B. (2004). *Preliminary risk assessment for the establishment of West Nile virus in New Zeland*. Manaaki Whenua Press (Lincoln, New Zeland).
- Zeller H. G. & Schuffenecker I. (2004). West Nile Virus: An Overview of its Spread in Europe and the Mediterranean Basin in Contrast to Its Spread in the Americas. *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.* **23**: 147-156.

Recibido el 08/03/2012
Aceptado el 19/09/2012

