

SEGUIMIENTO MEDIANTE MARCAJE SATELITAL DE 10 CRÍAS DE TORTUGA BOBA NACIDAS EN 2016 EN EL LITORAL VALENCIANO

2017

LIFE IP INTEMARES

Gestión integrada, innovadora participativa de la Red
Natura 2000 en el medio marino español

SEGUIMIENTO MEDIANTE MARCAJE SATELITAL DE 10 CRÍAS DE TORTUGA BOBA (*Caretta caretta*)
NACIDAS EN 2016 EN EL LITORAL VALENCIANO EN EL MARCO DEL PROYECTO LIFE IP-PAF INTEMARES
(LIFE15 IPE ES 012), “GESTIÓN INTEGRADA, INNOVADORA Y PARTICIPATIVA DE LA RED NATURA 2000
EN EL MEDIO MARINO ESPAÑOL”

INFORME FINAL
CONTRATO Nº 28-5296

INFORME REALIZADO POR
Eduardo J. Belda y Sara Abalo-Morla
Instituto de Investigación para la gestión de las Zonas Costeras
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS DE GANDIA

Gandia, 28 de Febrero de 2018

Firmado. Eduardo J.Belda

INDICE

ANTECEDENTES.....	4
ORIGEN DE LAS CRÍAS DE TORTUGA BOBA.....	5
MARCAJE Y LIBERACIÓN DE LAS TORTUGAS CON MARCAS SATELITALES.....	6
SEGUIMIENTO DE LAS TORTUGAS.....	14
DISPERSIÓN DE LAS TORTUGAS A PARTIR DE DATOS DE SATÉLITE.....	15
ANÁLISIS DE SUPERVIVENCIA.....	27
USO DE HABITAT	29
CONCLUSIONES	35



1. ANTECEDENTES

La tortuga boba (*Caretta caretta*) es una especie catalogada como Vulnerable en el Catálogo Español de Especies Amenazadas y está incluida en el Anexo II de la “Directiva Hábitats”. A pesar de que es considerada como no reproductora en España, en los últimos años se vienen detectando eventos de nidificación de tortuga boba (*Caretta caretta*) en las costas del litoral español en lo que puede ser un mecanismo de colonización de nuevas áreas de cría. En la Comunidad Valenciana, en tiempos recientes el primer nido se halló en el año 2007, y de nuevo se encontró otro nido en 2014, año a partir del cual se vienen encontrando evidencias de nidificación que han producido neonatos todos los años hasta este mismo año 2017 (en el que se encontraron neonatos en una playa de Peñíscola). Al tratarse de una especie protegida y en un estado de conservación deficiente (Vulnerable) son necesarias actuaciones por parte de la administración para favorecer el éxito de estos eventos de nidificación. Para ello, en la Comunidad Valenciana, auspiciado por el Servicio de Biodiversidad de la “Conselleria de Agricultura, Medi Ambient, Canvi Climàtic i Desenvolupament Rural” se ha establecido el “Grupo de Trabajo en Tortugas Marinas” en el que participan la propia Consellería, la Universitat Politècnica de Valencia, La Unidad de Zoología Marina de la Universidad de Valencia (UV), la Fundación Oceanogràfic y las ONG Xaloc y Chelonia. Desde el año 2014, ante el hallazgo de nidos en las playas, se procede a evaluar la viabilidad de los mismos y en su caso se trasladan los huevos a playas donde puedan protegerse y favorecer la eclosión del nido. Una parte de los neonatos se incorporan a un programa de cría en cautividad con el fin de aumentar sus posibilidades de supervivencia y de que en un futuro regresen a criar a estas playas. Estas crías son reintroducidas al mar tras un año y una parte de ellas se sigue vía satélite para estudiar su comportamiento.

La reintroducción de estos ejemplares a su medio natural y la validez de dichas medidas de gestión necesita ser evaluada, pero no es algo sencillo ya que se trata de una especie con un ciclo de vida muy largo y que no alcanza su madurez sexual hasta pasada más de una década. Durante este tiempo, se desconoce especialmente durante sus primeros años qué es lo que hacen, donde van, cuáles son sus áreas de alimentación o de invernada, y aunque empiezan a existir algunos estudios, estos se han realizado en el Atlántico y en el Pacífico principalmente, mediante el uso de seguimiento de ejemplares de uno o dos años de edad vía satélite. En el Mediterráneo los datos que se tienen provienen sólo de avistamientos y/o de varamientos de ejemplares juveniles. El año 2015 realizamos el primer trabajo de marcado y seguimiento de crías de tortuga boba de un año de edad. En septiembre del 2015 fueron liberadas en la playa del *Carabassí* (Elx, Alicante), ocho crías de tortuga boba (*Caretta caretta*) de un año de edad con un dispositivo para su seguimiento vía satélite. Estas tortugas proceden de un nido encontrado en la playa de San Juan de Alicante en julio del 2014. En el año 2015 se encontró un nido en Torre Vieja (Alicante) y otro en San Juan de los Terreros (Pulpi, Almería). Ese año

nuestro equipo realizo para el CSIC (A. Marco) el marcado vía satélite de 9 crías de tortuga boba del nido de Pulpi, con crías procedentes de headstarting.

Hasta el momento se han realizado pocos estudios sobre supervivencia, dispersión y distribución de estos juveniles de en torno al año en aguas españolas y resto del Mediterráneo occidental, una vez que son liberados en las costas españolas. Es por tanto necesario el seguimiento mediante emisores satélite de crías de tortuga boba de un año para disponer de datos sobre su comportamiento y adaptación al medio marino, así como de sus movimientos y patrones de dispersión con el objetivo final de garantizar su supervivencia mediante la adopción de medidas de conservación adecuadas, incluida la planificación espacial de actividades humanas.

Estas medidas de gestión se contemplan en las acciones previstas en el marco del proyecto LIFE IP INTEMARES coordinado por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente a través de la Fundación Biodiversidad. Por ello desde el proyecto INTEMARES se financia el proyecto de seguimiento mediante marcaje satelital de 10 crías de tortuga boba nacidas en 2016 en el litoral valenciano. El objetivo del proyecto es el estudio de la supervivencia y el comportamiento en el mar de las crías de tortuga boba procedentes de nidos hallados en nuestras costas para mejorar las medidas de gestión encaminadas a la conservación de esta especie de tortuga marina. Este proyecto se ha financiado con el contrato con nº de expediente **28-5296 sobre SEGUIMIENTO MEDIANTE MARCAJE SATELITAL DE 10 CRÍAS DE TORTUGA BOBA (*Caretta caretta*) NACIDAS EN 2016 EN EL LITORAL VALENCIANO EN EL MARCO DEL PROYECTI LIFE IP-PAF INTEMARES (LIFE15 IPE ES 012), “GESTIÓN INTEGRADA, INNOVADORA Y PARTICIPATIVA DE LA RED NATURA 2000 EN EL MEDIO MARINO ESPAÑOL”**

2. ORIGEN DE LAS CRÍAS DE TORTUGA BOBA

En julio de 2016 una hembra de tortuga boba desovó en la playa valenciana de Les Palmeretes, en Sueca, y de dicha puesta se trasladaron parte de los huevos al Arca del Mar del Oceanogràfic de Valencia, y parte a una playa protegida en el Saler (Playa de la Punta). Tras la eclosión, nacieron 46 neonatos en septiembre de 2016, de los cuales, 30 se liberaron en la playa de Sueca donde se encontró el nido. El resto, 16 tortugas, se incorporaron a un programa de cría en cautividad de “headstarting”. De las 16 tortugas en el programa de cría, 8 provienen de los huevos que eclosionaron en la playa del Saler y 8 de los que se llevaron a una incubadora en ARCA. El objetivo del programa de “headstarting” era mejorar sus probabilidades de supervivencia y mejorar la probabilidad de que estas vuelvan a reproducirse a las costas españolas dado que la especie presenta una elevada filopatria. Mediante el “headstarting” se pretende dar una ventaja a estos

ejemplares, ya que cuando van al mar lo hacen con un tamaño que les permite teóricamente mejorar las expectativas de supervivencia, a la vez que se incrementan las posibilidades de que alguno de estos ejemplares pueda volver a reproducirse a estas playas, y en un periodo más corto de tiempo. En este sentido, los estudios más recientes señalan que es muy importante el campo magnético en el que se produce el desarrollo embrionario para poder orientarse y regresar, tras 10-15 años a las playas donde nacieron para desovar. En cada caso, el campo magnético experimentado por las tortugas durante su desarrollo embrionario, fue diferente, dado que la incubadora empleada, al ser de metal, altera el campo magnético.

Las tortugas, al nacer se identificaron con un número. De las 16 tortugas, cuatro se enviaron al Acuario de Sevilla para continuar su programa de cría en cautividad, evitando de esta manera que todos los ejemplares estuviesen en el mismo centro de recuperación y evitar de este modo, los riesgos asociados a que se produjera accidentalmente alguna catástrofe como la aparición de enfermedades que pudiesen reducir el éxito del programa de cría en cautividad. Tras un año de cría en el ARCA y en el Acuario de Sevilla, han sobrevivido las 16. Los datos de las tortugas en septiembre están en la Tabla 1. De las 16 tortugas, se seleccionaron 10 para el marcaje satelital. De ellas se escogieron aleatoriamente, 5 crías de las procedentes de incubadora y 5 de las que nacieron en la playa. La selección se realizó de forma que no existieran diferencias significativas en el peso medio de las tortugas de cada grupo experimental (incubadora o playa. Fig.1) El resto (6 crías) se liberaron en Torrevieja en la playa donde se encontró un nido en 2015).

3. MARCAJE Y LIBERACIÓN DE LAS TORTUGAS CON MARCAS SATELITALES

Las crías de tortuga boba se marcaron con marcas del modelo SEATAG_TT de DesertStar S.L. Las marcas empleadas fueron de tres variantes del modelo, con pesos de 17g, de 18g o de 21g. En todos los casos estas marcas suponen menos de un 3% del peso del animal. Las marcas se anclaron al caparazón de las tortugas usando una base acrílica (Technovit 6091) sobre la que se pegaron dos bandas de neopreno de 7 x 0.8 cm y 5mm de grosor. La marca se adhirió a esta base usando silicona Sikaflex 291i para medio marino (Figs, 2, 3 y 4). El método es una modificación del propuesto por Mansfield et al 2012 (*Mar. Ecol. Prog. Ser.* 457, 181-192). El peso total de la marca más el anclaje no superó el 3% del peso de las tortugas marcadas (Tabla 2). Todas las tortugas fueron marcadas con PIT por personal del grupo de marcado de tortugas marinas de la Comunidad Valenciana (responsable Jesús Tomás, Universidad de Valencia).

nº Id tortuga	Centro de recuperación	Peso (15/09/2017)	Incubación	Marcaje satelital
1	ARCA	1593	ARCA-incubadora	SI
2	ARCA	1285	ARCA-incubadora	SI
3	ARCA	1118	ARCA-incubadora	
5	ARCA	1438	ARCA-incubadora	SI
7	ARCA	1419	ARCA-incubadora	SI
8	ARCA	1659	ARCA-incubadora	SI
9	ARCA	1704	Playa Saler	SI
10	ARCA	1428	Playa Saler	SI
13	ARCA	1800	Playa Saler	
19	ARCA	1538	Playa Saler	SI
27	ARCA	1702	Playa Saler	SI
28	ARCA	1727	Playa Saler	SI
4	Acuario Sevilla	765	ARCA-incubadora	
6	Acuario Sevilla	787	ARCA-incubadora	
16	Acuario Sevilla	1104	Playa Saler	
17	Acuario Sevilla	928	Playa Saler	

Tabla 1. Datos de peso, origen de incubación y centro de recuperación en el que han sido mantenidas en el programa de cautividad de las crías de tortuga boba nacidas en 2016 procedentes de un nido hallado en la playa de les Palmeres (Sueca, Valencia)

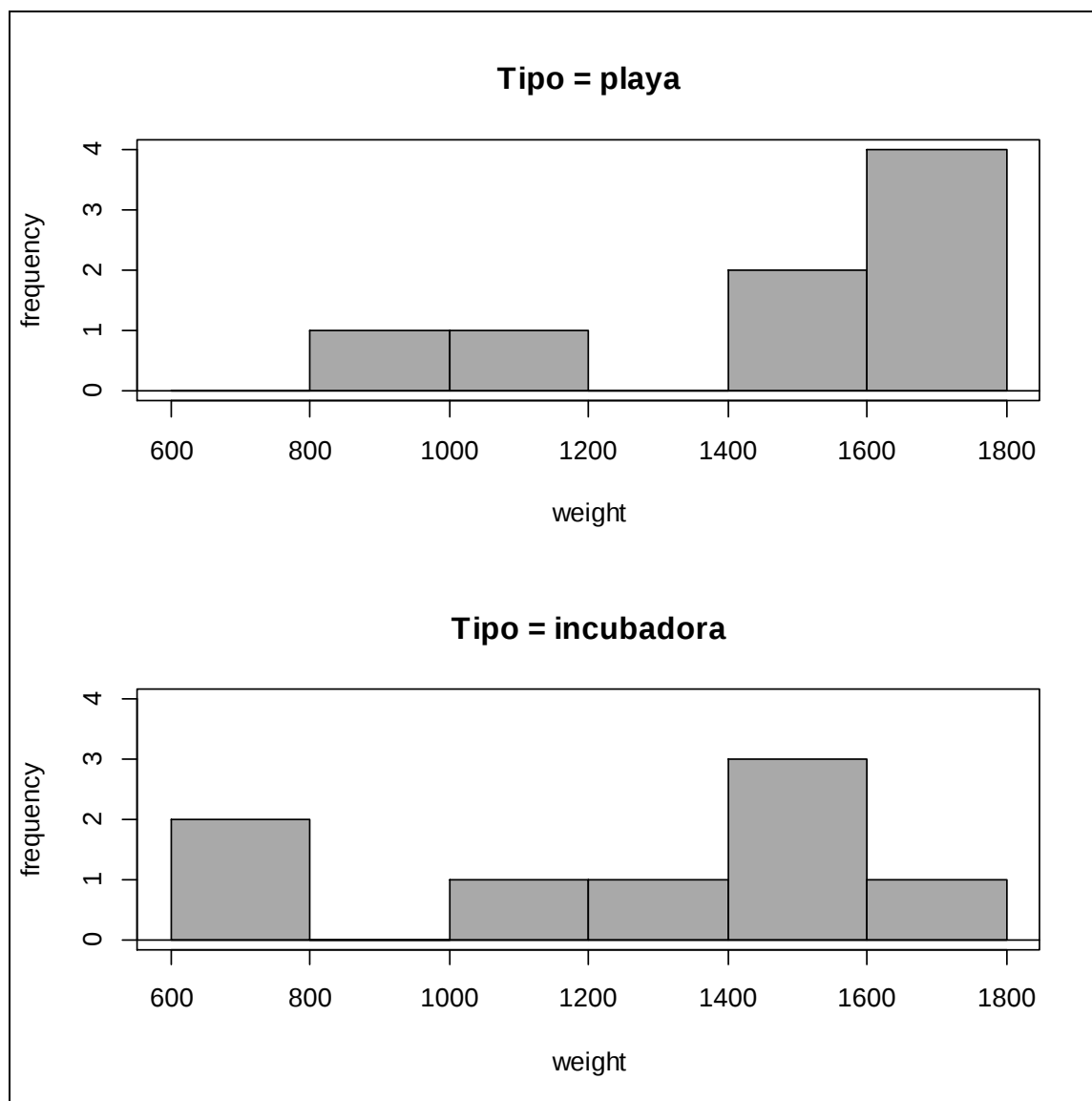


Fig. 1. Distribución de pesos de las tortugas seleccionadas para el marcaje satelital. Las diferencias entre los dos grupos en peso medio no son significativas ($P > 0.05$).

ID	PIT	Peso	Origen	Argos Ids	nombre	Peso (g)con la marca	% peso añadido	
1	97810108161	5434	1922	incubadora	34231	Vinaros	1977 (55)	2.86
2	97810108161	2861	1526	incubadora	34232	Benicarlo	1571 (45)	2.95
5	97810108161	2471	1682	incubadora	44324	Castello	1731 (49)	2.91
7	97810108161	1839	1641	incubadora	163093	Burriana	1690 (49)	2.99
8	97810108161	2733	1861	incubadora	163094	Valencia	1914 (53)	2.85
9	97810108161	4022	1897	Playa	34233	Cullera	1947 (50)	2.64
10	97810108161	3559	1696	Playa	44325	Gandia	1746 (50)	2.95
19	97810108161	5245	1841	Playa	160302	Denia	1893 (52)	2.82
27	97810108161	1178	2004	Playa	163095	Santapola	2060 (56)	2.79
28	97810108161	1705	1951	Playa	44326	Torrevieja	1993 (42)	2.15

Tabla 2. Datos del marcado con terminales vía satélite de las tortugas bobas nacidas en 2016 en la Comunidad Valenciana usadas en el presente estudio. Las tortugas se liberaron en la playa de la Punta de El Saler (Valencia, latitud 39,31; longitud -0.29) el 19/10/2017. Todas las tortugas se marcaron en el ARCA tres días antes de la suelta (16/10/2017) y se liberaron el 19/10/2017.

El seguimiento de las marcas se realizó empleando el sistema de satélites ARGOS (<http://www.argos-system.org>). Las marcas están incluidas en el programa de ARGOS 05788 perteneciente a la Universitat Politècnica de València. Cada una de las marcas tiene un número de identificación de ARGOS que es usado para identificar la tortuga por el sistema de satélites. Dichos números para cada una de las crías marcadas están en la Tabla 2. A cada una de las tortugas se le asoció a un nombre, tomándose como base las cofradías de pescadores que participan de forma más activa en el programa de recuperación de tortugas marinas de la Comunidad valenciana. Los datos de los nombres de cada tortuga están en la Tabla 2. Los datos de localizaciones se han almacenado en www.seaturtle.org, creándose un proyecto específico para los datos de estas crías (Anexo I). A esta base de datos se dio acceso a personal del ministerio y del proyecto LIFE IP INTEMARES. Este proyecto además permite que los movimientos de estas tortugas puedan ser seguidos con 24 horas de demora en la web http://www.seaturtle.org/tracking/?project_id=1286. El marcaje fue realizado por investigadores del Campus de Gandia de la Universitat Politècnica de València. Colaboraron personal de la Unidad de Zoología Marina de la UV (Jesús Tomás) y se realizó bajo supervisión de los veterinarios del ARCA (J.L. Crespo) y la correspondiente autorización de la Generalitat Valenciana.

Las tortugas se marcaron el día 16 de octubre de 2017, y se liberaron en la playa de la Punta de El Saler (Valencia, latitud 39,31; longitud -0.29). Todas las tortugas se soltaron a la vez, sobre la arena de la playa, a

unos 2 m del inicio de la zona de rompiente de las olas. Entre los días 16 y 19, se mantuvieron en el ARCA. De este modo las tortugas pueden acostumbrarse a nadar con el peso añadido, para minimizar los posibles efectos de la marca.

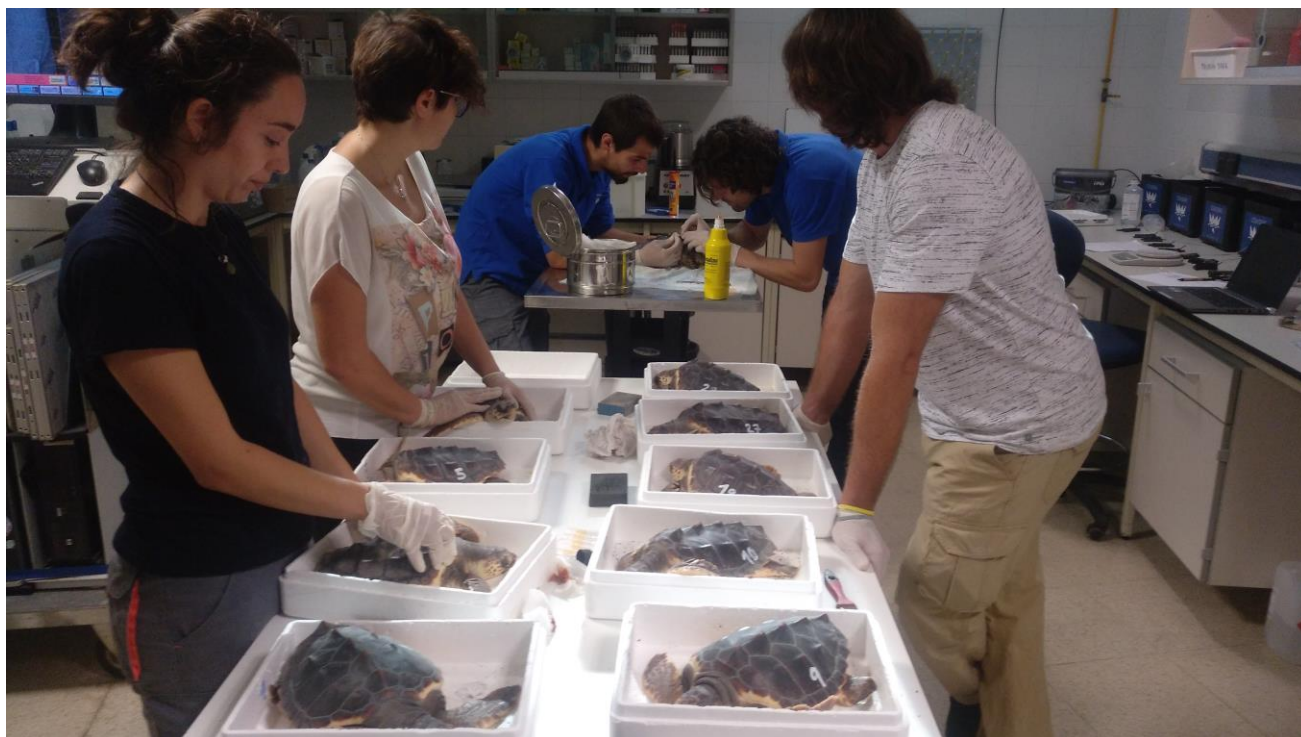


Fig. 2. *Marcaje de las crías de tortuga boba con marcas satelitales*



Fig. 3. Imágenes de las 10 crías de tortuga boba con la capa de acrílico ya pegada al caparazón, durante el proceso de marcaje. Las tortugas en la línea superior de la imagen corresponden con las procedentes de incubadora y las 5 de la parte inferior nacieron en la playa del Saler.

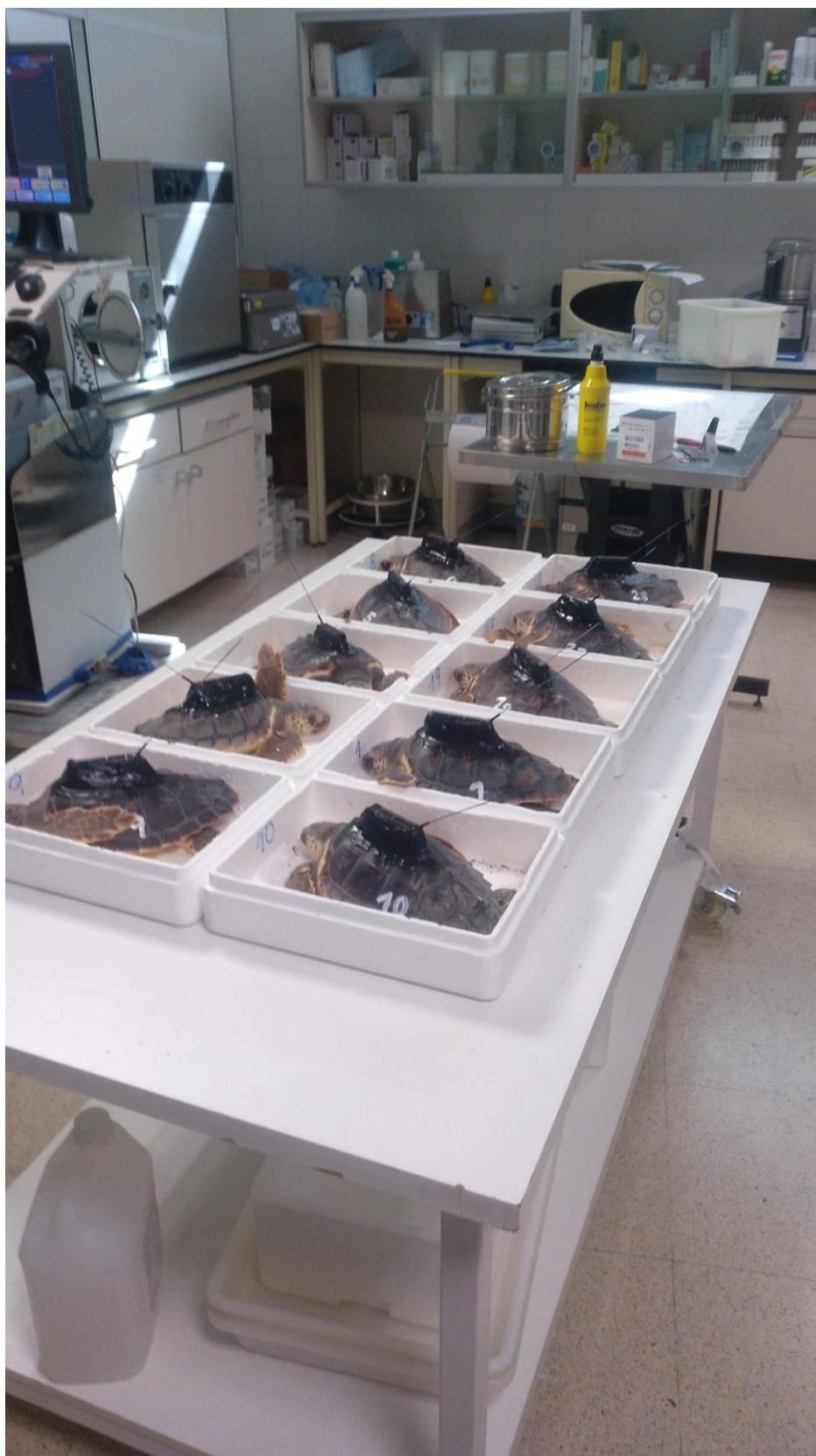


Fig. 4. Imagen de las 10 crías de tortuga boba marcadas con marcas satelitales. Fecha 16/10/2017



Fig. 5 Imagen de la suelta de las 10 crías de tortuga marcadas con emisores satelitales realizada en la playa del Saler (Valencia) el 19/10/2017.

4. SEGUIMIENTO DE LAS TORTUGAS

Se ha realizado el seguimiento de las tortugas durante 4 meses, del 19 de octubre de 2017 al 18 de febrero de 2018. De las diez tortugas marcadas inicialmente, 8 de ellas continúan emitiendo mensajes y siete de ellas de forma regular localizaciones vía Argos-Doppler. (Tabla 3). Hasta el día 18 de febrero, (122 días de seguimiento desde la liberación, Tabla 3) se han recibido más de cinco mil localizaciones La tortuga que menos tiempo ha enviado localizaciones lo ha hecho durante 69 días (Cullera, Tabla 3). De forma que podemos decir que la supervivencia, durante el periodo más crítico de la reintroducción las primeras semanas se ha superado con éxito.

ARGOS ID (nombre)	Locs	3	2	1	0	A	B	Z	-	last loc	Last message	Días con localización	displace
DENIA (160302)	818	2	4	16	273	137	182	204	54	18/02/2018	18/02/2018	122 days	529 km
Borriana (163093)	226	0	0	41	25	24	86	87	192	18/02/2018	18/02/2018	122 days	1223 km
163094 (Valencia)	27	0	0	0	3	6	11	7	152	29/01/2018	18/02/2018	102 days	658 km
163095 (Santapola)	731	7	37	92	92	98	165	240	44	18/02/2018	18/02/2018	122 days	952 km
34231 (Vinaros)	753	1	5	19	294	109	136	189	40	18/02/2018	18/02/2018	122 days	213 km
34232 (Benicarlo)	498	1	3	6	144	67	114	163	80	15/02/2018	15/02/2018	119 days	1272 km
34233 (Cullera)	450	1	3	14	173	62	102	95	30	27/12/2017	27/12/2017	63 days	443 km
44324 (Castello)	584	5	5	30	116	86	144	198	52	18/02/2018	18/02/2018	122 days	1063 km
44325 (Gandia)	645	0	5	6	178	102	153	201	54	18/02/2018	18/02/2018	122 days	1319 km
44326 (Torrevieja)	545	2	4	22	139	63	132	183	78	18/02/2018	18/02/2018	122 days	1290 km
Summary	5277	19	66	209	1437	754	1225	1567	786			115 days	896 Km

Tabla 3. Tabla resumen de mensajes recibidos de cada una de las tortugas marcadas. Se indica en su caso la calidad de la localización según el código de ARGOS (siendo 3 las de mejor calidad y precisión, y Z las de menor). Se indica también la fecha de la última localización (“last loc”) a día de hoy, del último mensaje recibido por ARGOS-CLS (“last message”) y de la duración del seguimiento con localizaciones (“días con localización”) y la distancia en línea recta desde la última localización validada y el punto de suelta. Todas las tortugas se soltaron el 19/10/2017 en la Playa del Saler (Valencia).

En total se han recibido y procesado 6.063 mensajes desde su liberación el día 19, de los cuales ha sido posible obtener hasta 5277 localizaciones hasta el periodo estudiado de cuatro meses de seguimiento, con una media de 527 datos de posición para cada una de las 10 tortugas marcadas (rango 27 – 818). Tras cuatro meses de seguimiento (del 19 de Octubre de 2017 al 18 de febrero de 2018) las tortugas se encuentran de media a 896 km del lugar de suelta estimando la distancia en línea recta (rango entre 32 y 1278 km), y han recorrido de media cada una de ellas 2493 km. Los datos de las localizaciones para cada una de las tortugas se encuentran en un fichero de tipo CSV como Anexo II.

5. DISPERSIÓN DE LAS TORTUGAS A PARTIR DE DATOS DE SATÉLITE

Las crías de tortuga boba se han localizado durante estos cuatro meses en el Mediterráneo, no habiendo ninguna que se haya desplazado hacia el Atlántico a través del Estrecho de Gibraltar (Fig. 6). El desplazamiento en el Mediterráneo se ha realizado principalmente en dirección SE, y 7 de las 10 tortugas marcadas han cruzado el Estrecho de Sicilia, encontrándose actualmente en el Mediterráneo Oriental (Fig 6 y Fig 7).

vel (m/s)

Min. :0.00000
1st Qu.:0.02834
Mean :0.64123
3rd Qu.:1.06036
Max. :3.14764
N :10

Tabla 4. Datos de velocidad (m/s) para las 10 crías de tortugas.

La distancia media recorrida por las tortugas es de 21.7 km/día. La velocidad media ha sido de 0.64 m/s (Tabla 4). Los mapas de dispersión para cada una de las tortugas para las cuales se han obtenido datos de localización están en la Figura 8.

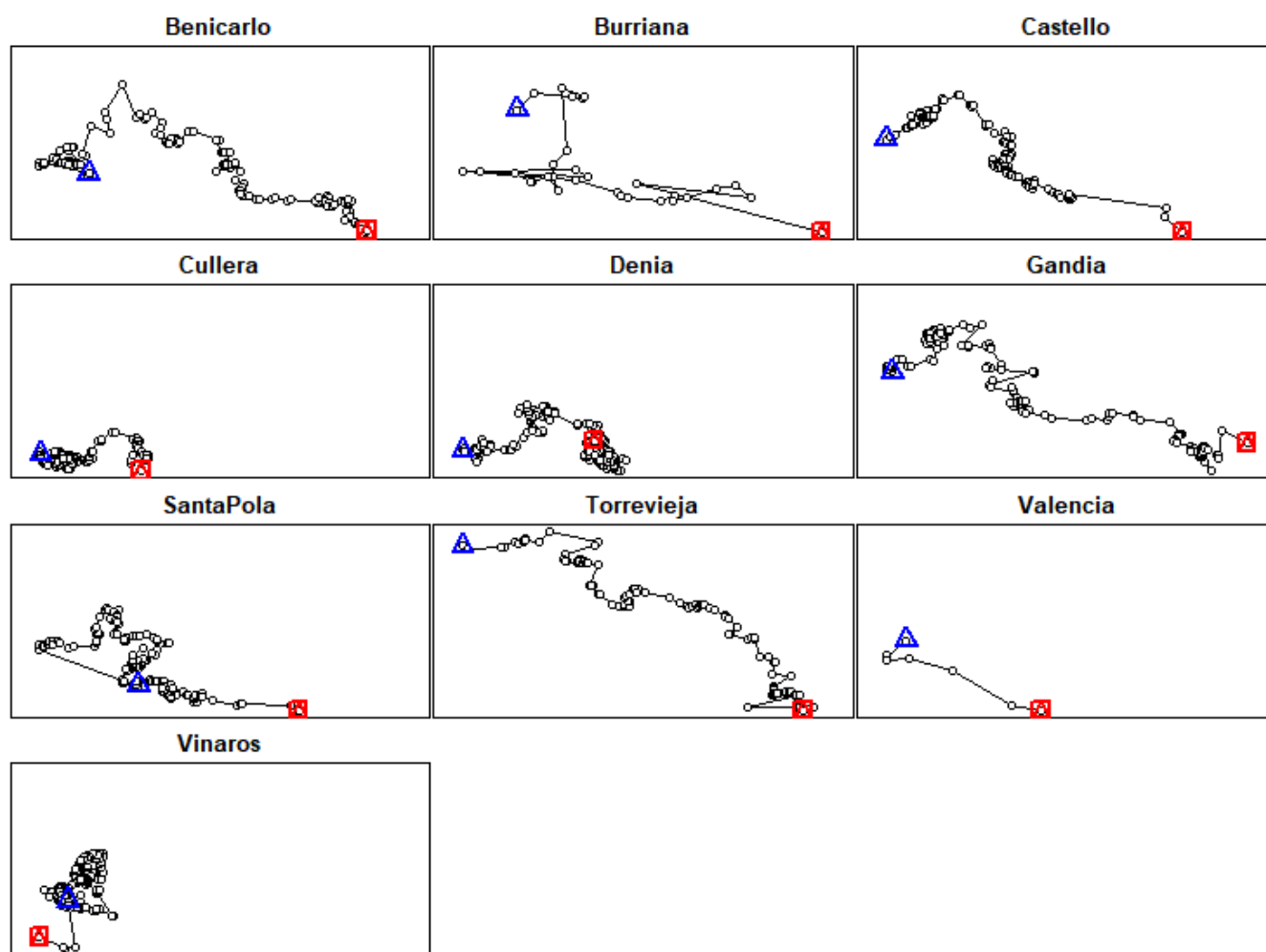


Fig 6. Trayectorias individualizadas para cada una de las tortugas, siendo el N. arriba de las figuras. Puede observarse como tras cuatro meses la dirección de dispersión predominante ha sido hacia el SE.



Fig. 7 Mapa de seguimiento de 10 crías de tortuga boba liberadas con emisores satelitales en el marco del proyecto LIFE15 IP ES012.

Fig 8. Rutas de dispersión de cada una de las tortugas para las cuales se han obtenido un número suficiente de datos de localización vía satélite. Las flechas coloreadas indican la dirección de las corrientes y su intensidad a 20 de febrero de 2018.

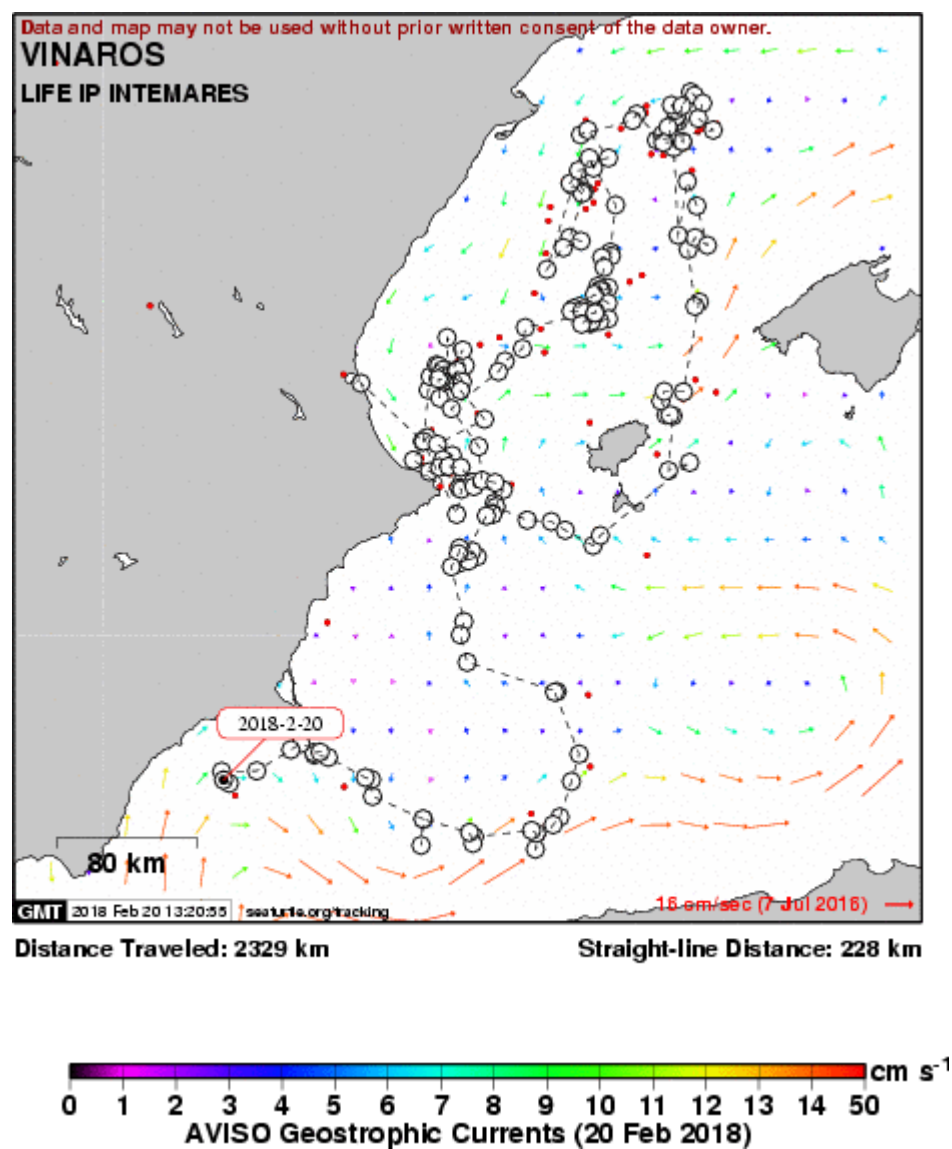


Fig 8 (cont). Rutas de dispersión de cada una de las tortugas a partir de datos de localización vía satélite. Las flechas coloreadas indican la dirección de las corrientes y su intensidad a 20 de febrero de 2018.

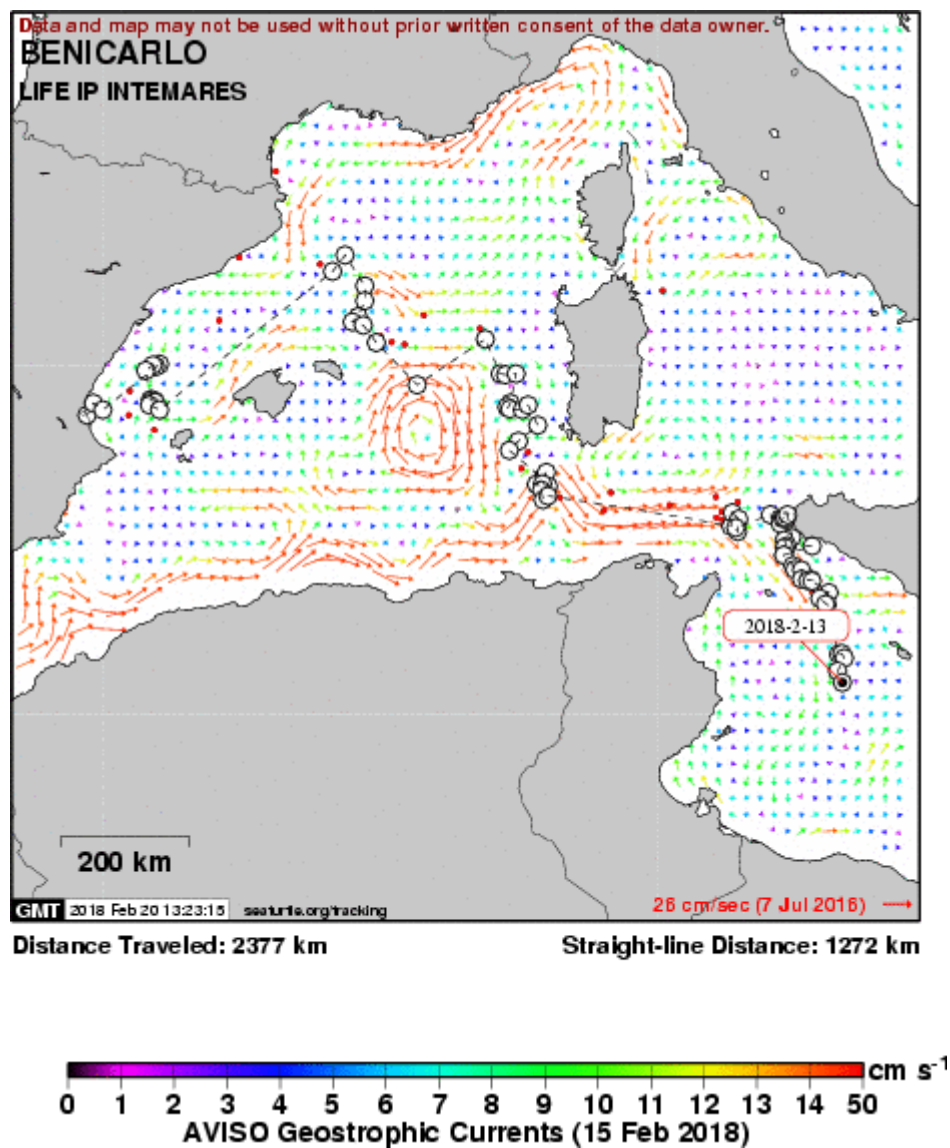


Fig 8 (cont). Rutas de dispersión de cada una de las tortugas a partir de datos de localización vía satélite. Las flechas coloreadas indican la dirección de las corrientes y su intensidad a 20 de febrero de 2018.

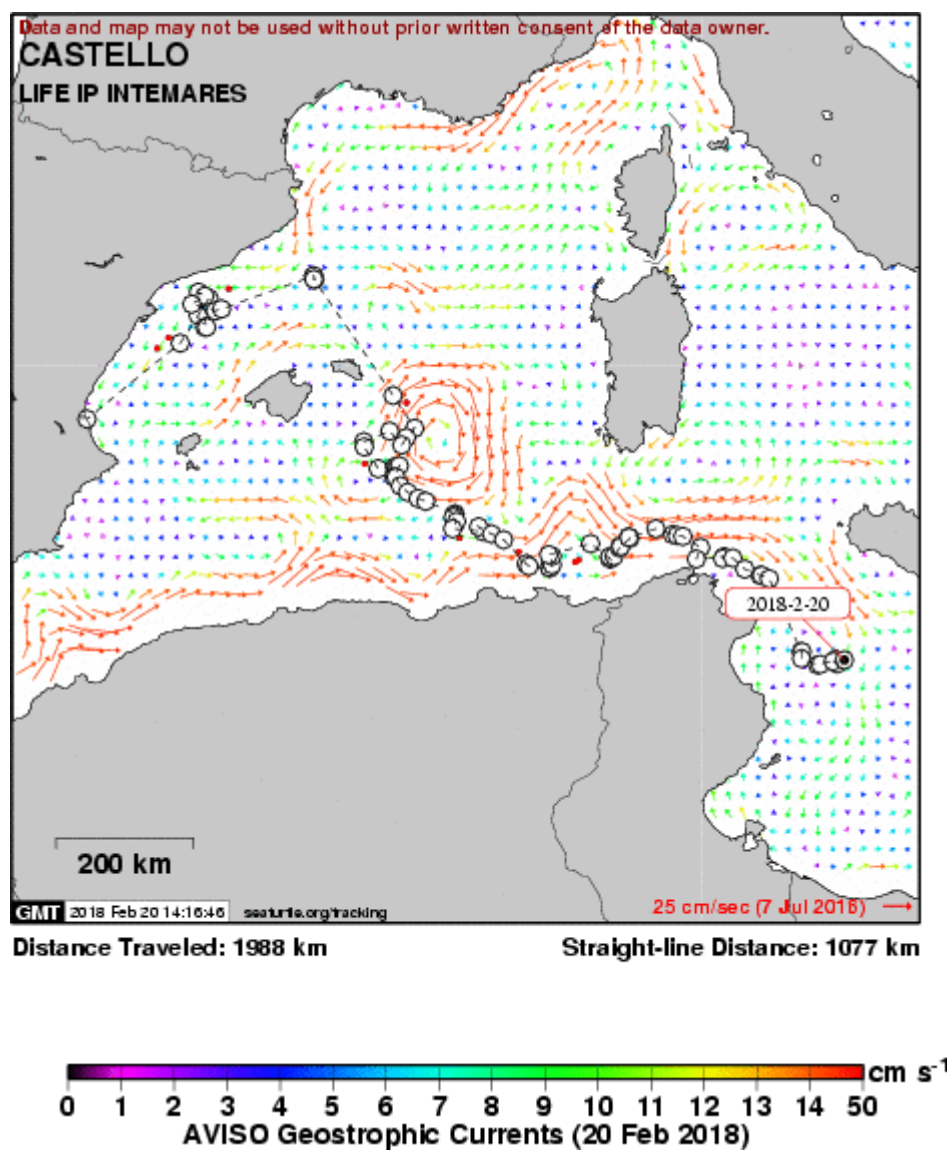


Fig 8 (cont). Rutas de dispersión de cada una de las tortugas a partir de datos de localización vía satélite. Las flechas coloreadas indican la dirección de las corrientes y su intensidad a 20 de febrero de 2018.

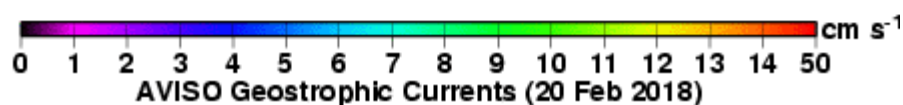
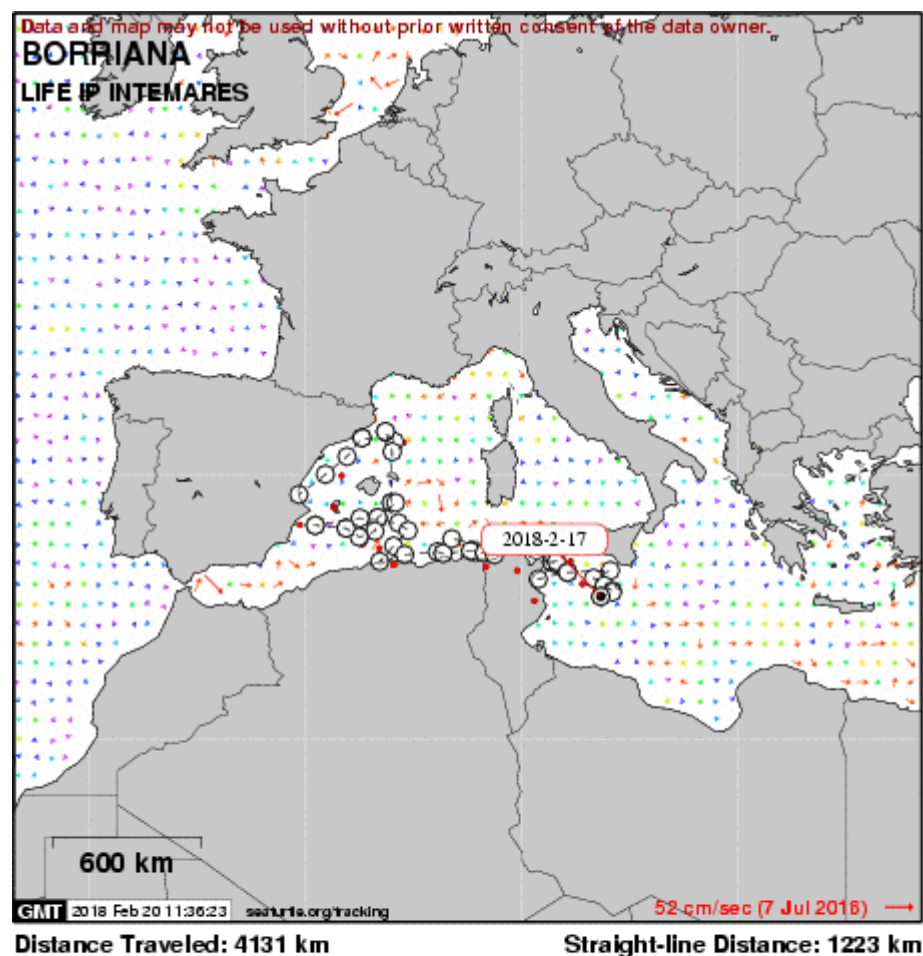


Fig 8 (cont). Rutas de dispersión de cada una de las tortugas a partir de datos de localización vía satélite. Las flechas coloreadas indican la dirección de las corrientes y su intensidad a 20 de febrero de 2018.

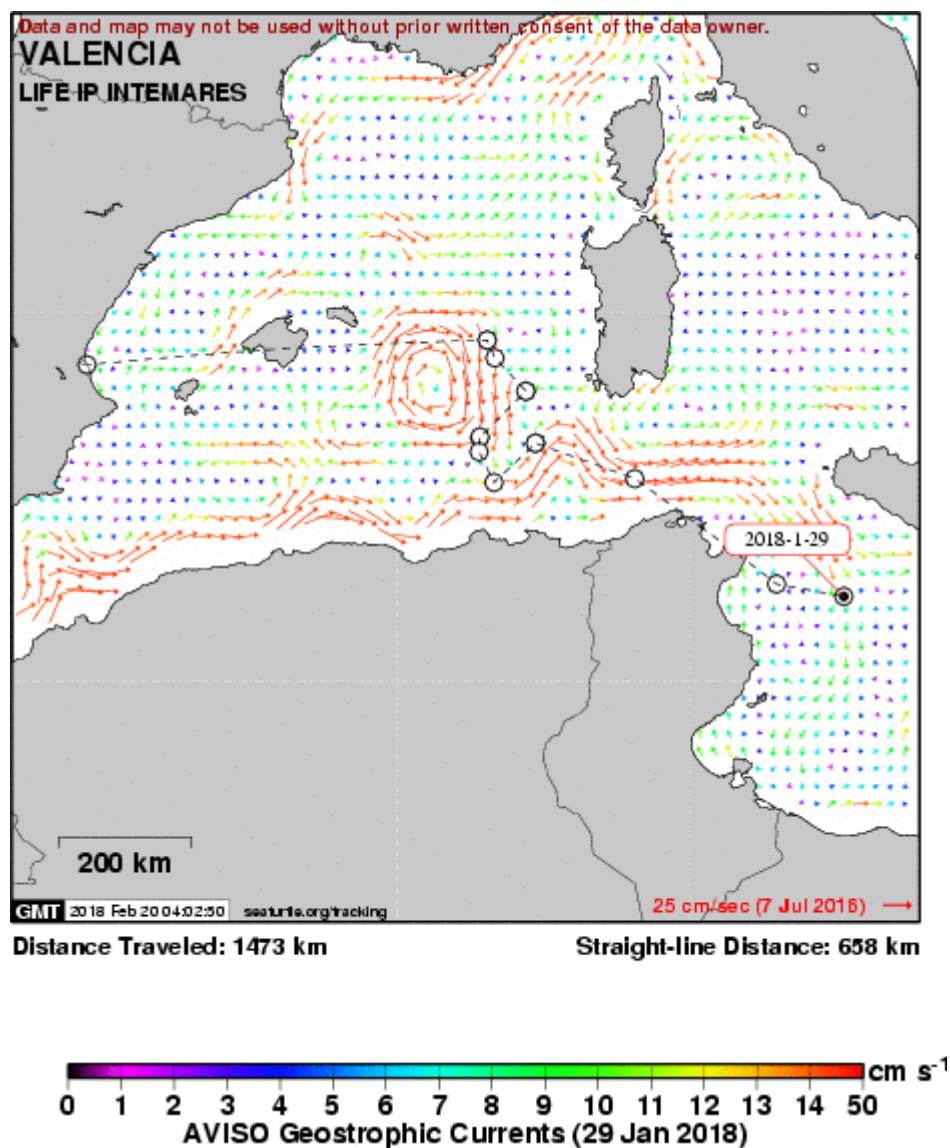


Fig 8 (cont). Rutas de dispersión de cada una de las tortugas a partir de datos de localización vía satélite. Las flechas coloreadas indican la dirección de las corrientes y su intensidad a 20 de febrero de 2018.

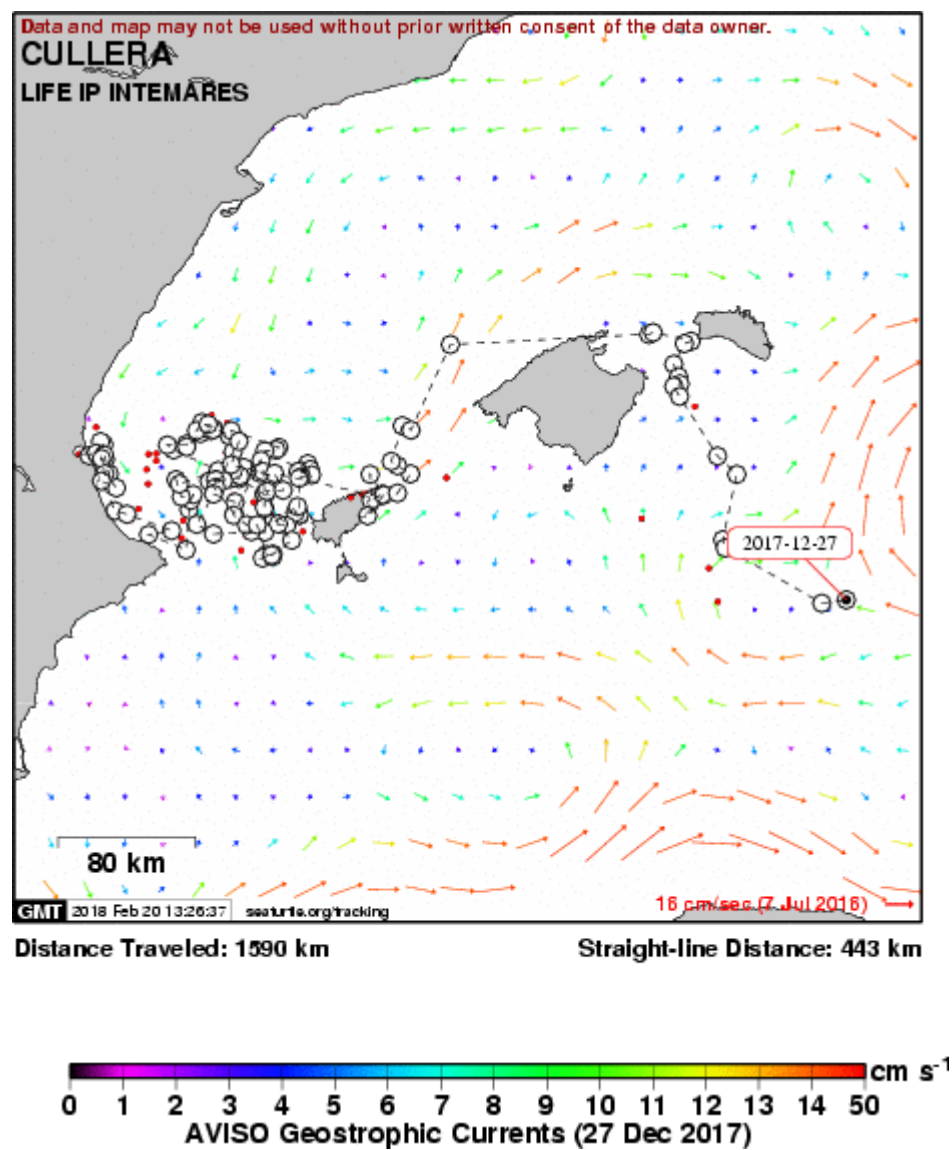


Fig 8 (cont). Rutas de dispersión de cada una de las tortugas a partir de datos de localización vía satélite. Las flechas coloreadas indican la dirección de las corrientes y su intensidad a 20 de febrero de 2018.

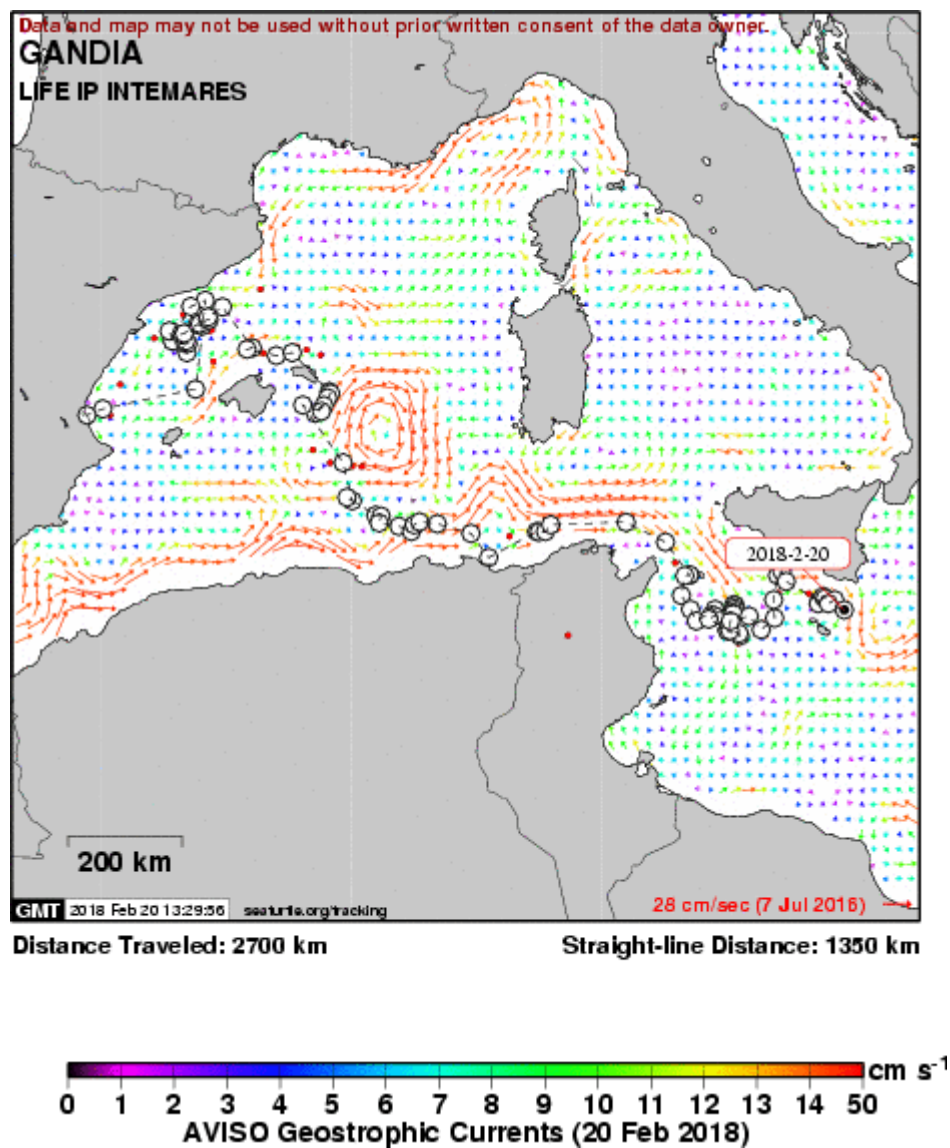


Fig 8 (cont). Rutas de dispersión de cada una de las tortugas a partir de datos de localización vía satélite. Las flechas coloreadas indican la dirección de las corrientes y su intensidad a 20 de febrero de 2018.

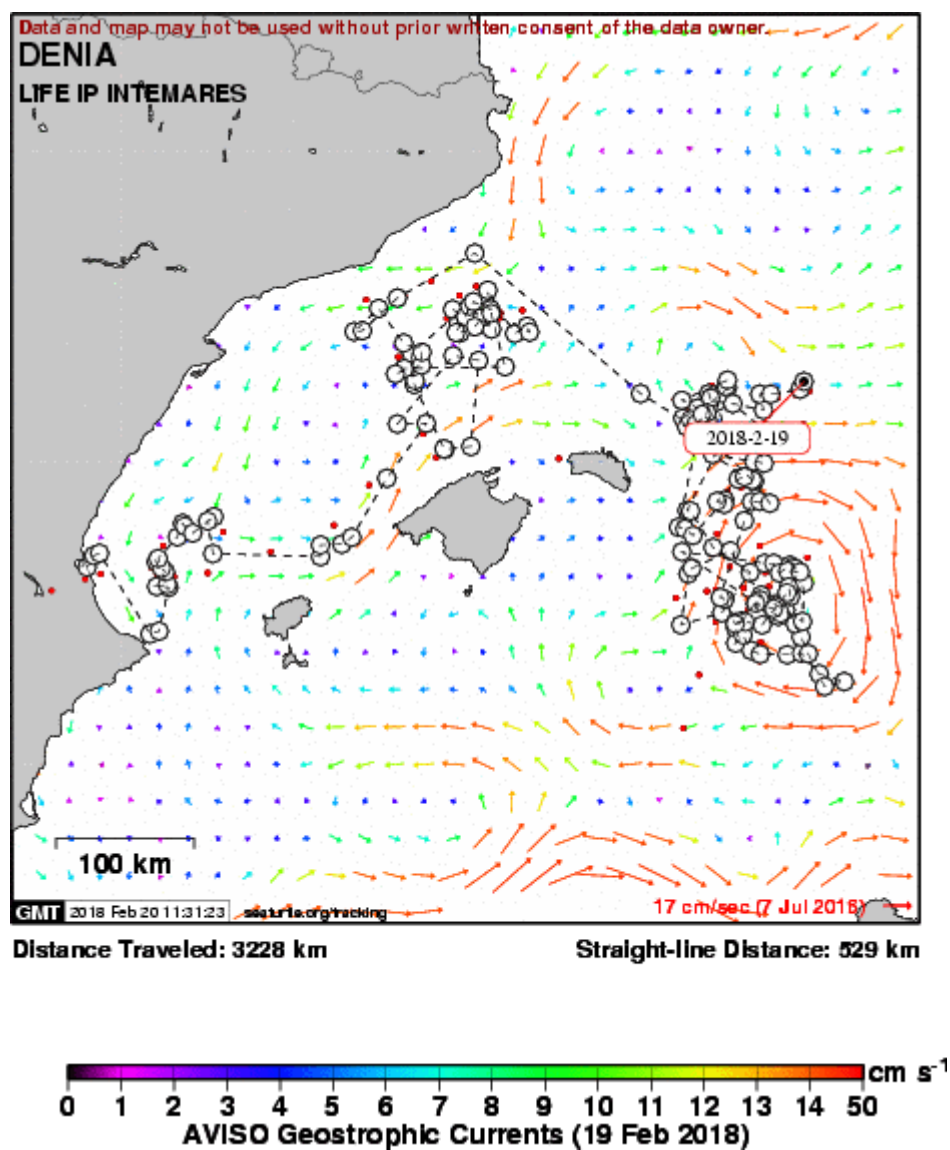


Fig 8 (cont). Rutas de dispersión de cada una de las tortugas a partir de datos de localización vía satélite. Las flechas coloreadas indican la dirección de las corrientes y su intensidad a 20 de febrero de 2018.

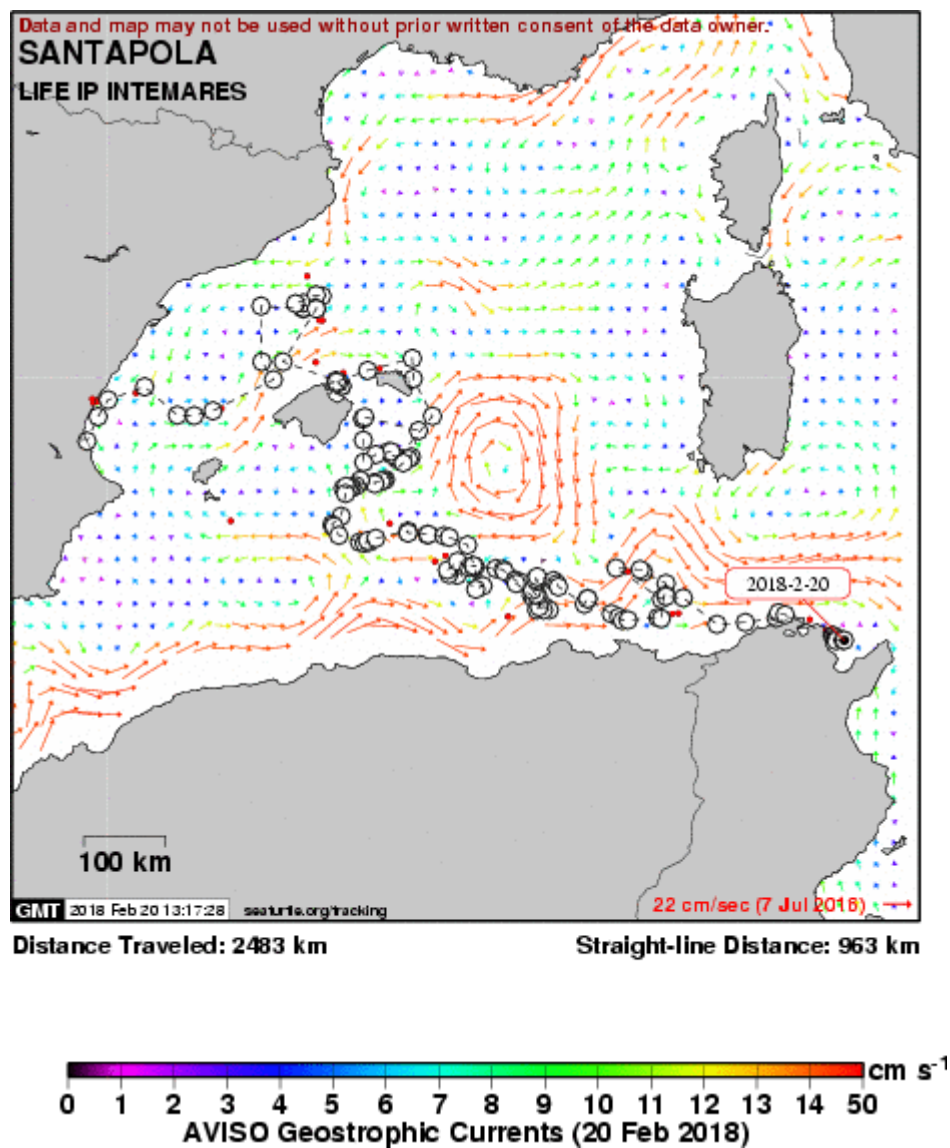
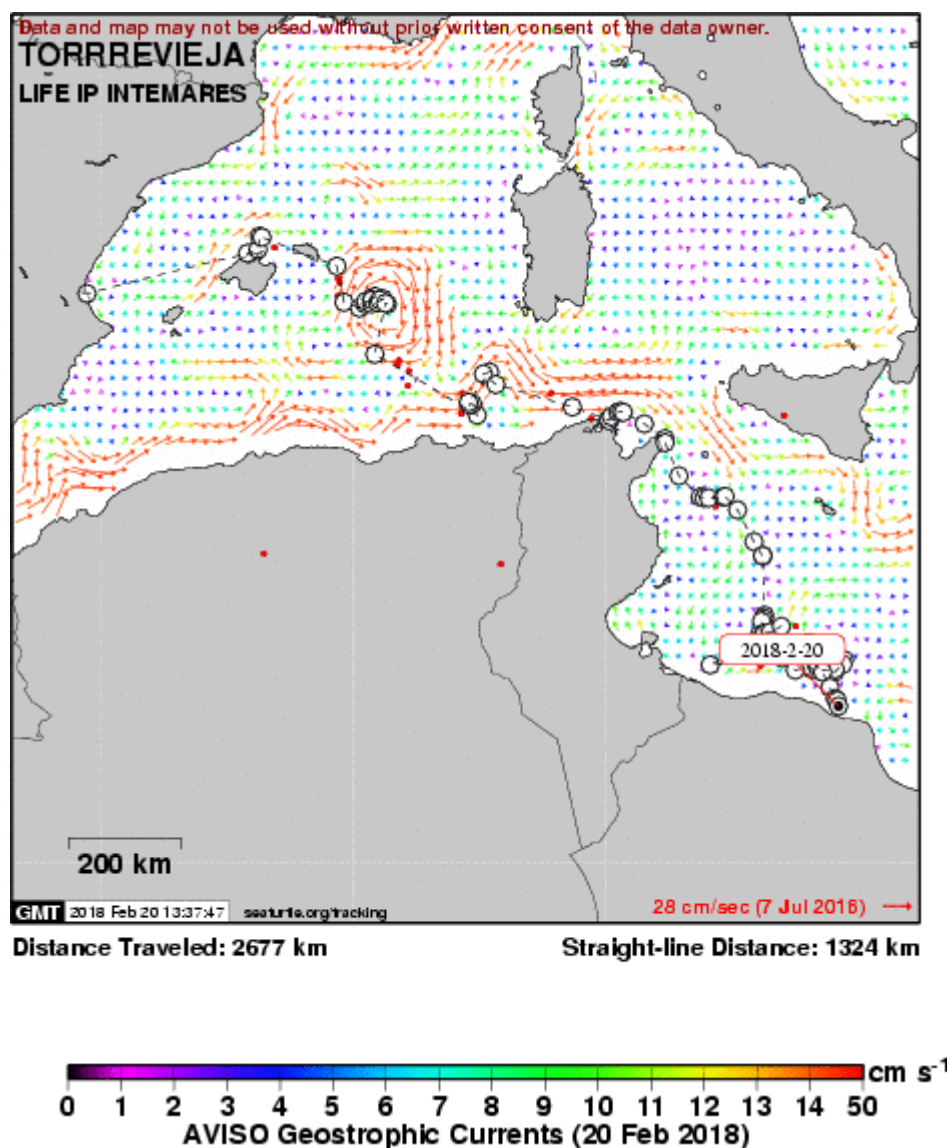


Fig 8 (cont). Rutas de dispersión de cada una de las tortugas a partir de datos de localización vía satélite . Las flechas coloreadas indican la dirección de las corrientes y su intensidad a 20 de febrero de 2018.



6. ANÁLISIS DE SUPERVIVENCIA

De las 10 crías de tortuga boba marcadas, 8 de ellas han seguido emitiendo de forma normal hasta el día 18 de febrero y continúan emitiendo. El número medio de días con localizaciones para las diez tortugas es de 115 días tras cuatro meses de seguimiento. La tortuga que dejó de emitir antes (ID Cullera) lo hizo con 63 días y mientras que Benicarlo ha emitido localizaciones durante 119 días 8Valencia ha continuado emitiendo con posterioridad al día 18 de febrero).

Para analizar la probabilidad de supervivencia hemos empleado la metodología descrita en Abalo-Morla et al . 2018. EL análisis se ha realizado con el programa MARK 7.1. Este análisis permite separar al

menos parcialmente, la probabilidad de supervivencia de la probabilidad de captura (en este caso de localización por parte de ARGOS).

Los transmisores pueden dejar de emitir por muchos motivos, pero principalmente o bien porque el animal se muere, y al hundirse no puede emitir mensajes vía satélite, bien porque la marca se despegue. Además, puede fallar la recepción de mensajes por otros motivos, tales como una carga insuficiente del emisor. De esta forma si no se tiene en cuenta esta probabilidad, se infravalora la probabilidad de supervivencia. Con el método aplicado, este sesgo se reduce (Abalo-Morla et al. 2018. Puede consultarse en <http://rdcu.be/HcZE>).

La metodología empleada es la misma que se ha utilizado en seguimientos de crías de tortuga boba de headstarting estudiadas en 2015 y 2016 procedentes de los nidos hallados en San Juan y en Pulpi en los años anteriores respectivamente y que también se liberaron al año de edad (Tabla 5). Los datos del análisis de supervivencia indican que para estas diez tortugas la probabilidad de supervivencia diaria ha sido mayor que en los nidos de años anteriores, aunque no hay diferencias con las tortugas procedentes del nido hallado en 2015 en Pulpi (Almería), pero sí con las de San Juan. Esto se observa gráficamente en la figura 9.

Nido	Estimate	SE	LCI	UCI
San Juan 2015	0.9812207	0.0070511	0.9610608	0.9910406
Pulpi 2016	0.9957581	0.0027602	0.9848979	0.9988179
Sueca 2017	0.9988331	0.0011662	0.9917661	0.9998356

Tabla 5. Probabilidad de supervivencia diaria para tortugas de un año de edad obtenidas a partir de datos de captura y recaptura. Datos de San Juan y Pulpi obtenidos de Abalo-Morla et al 2018. <http://rdcu.be/HcZE>).

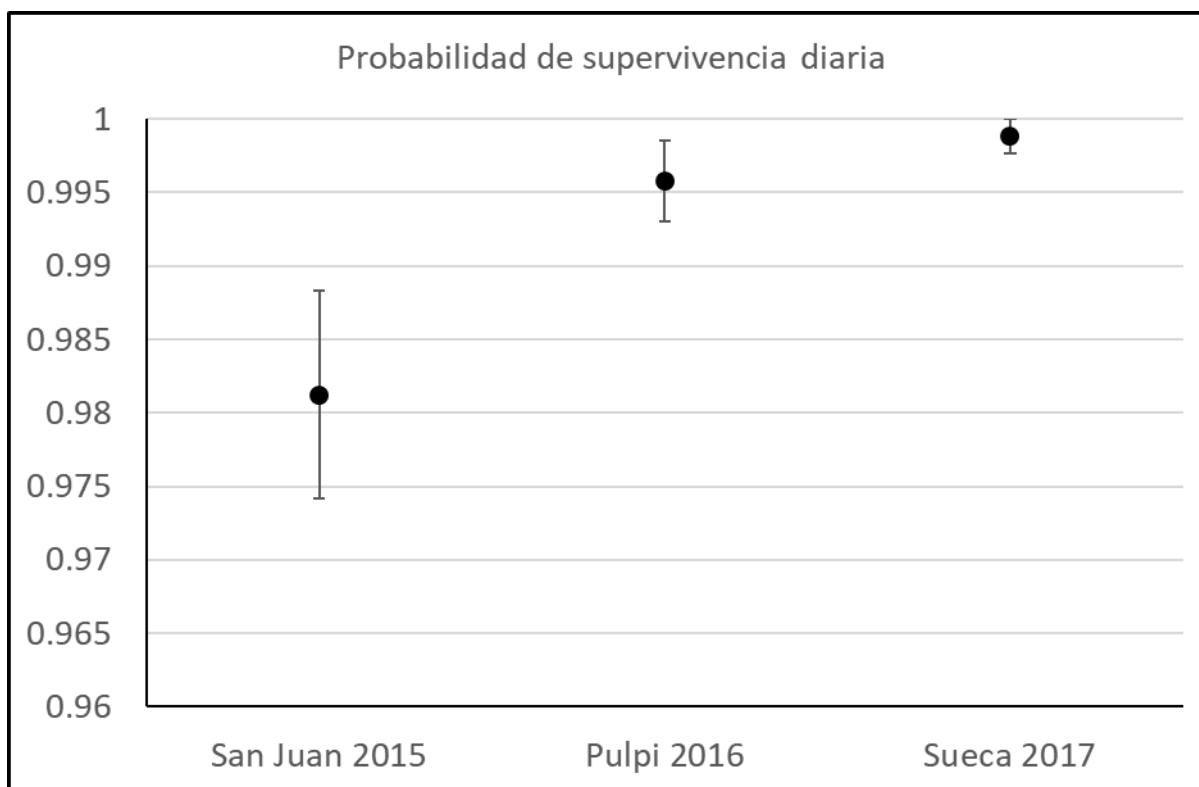


Fig. 9. Estimaciones de probabilidad de supervivencia diaria para juveniles de un año de edad de tortuga boba procedentes de headstarting. Los datos se han obtenido a partir del seguimiento durante 90 días mediante transmisores via satélite y análisis de captura y recaptura. Usando MARK 7.1

7. USO DEL HABITAT

En cuanto al uso del hábitat hemos empleado dos descriptores, por un lado el uso de kernesl, para ver la distribución del uso horizontal del hábitat, y por otro hemos analizado el uso de hábitat dentro (profundidad < 200m) y fuera (> 200 m) de la plataforma continental.

En cuanto al uso del hábitat oceánico y nerítico, las tortugas han usado principalmente lugares con profundidades mayores de 200 m (es decir fuera de la plataforma continental), véase Fig. 10-. Esto coincide con lo esperado teóricamente en esta fase de ciclo de vida, que aunque no se conoce bien en esta especie, se supone que son principalmente oceánicas.

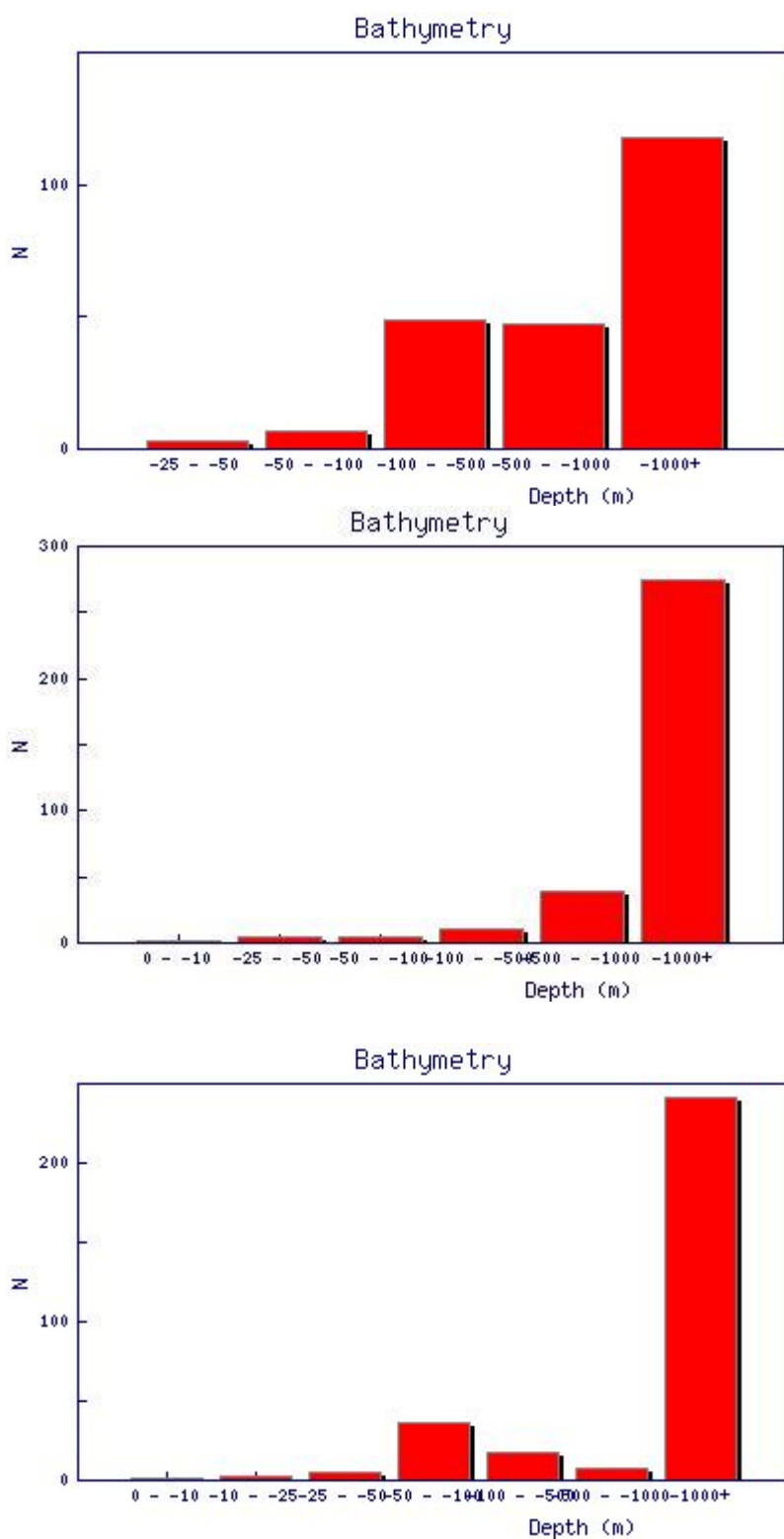


Fig. 10. Histograma de la distribución de número (N) de localizaciones a diferentes profundidades. Se representa solo el caso de 3 tortugas, pero se sigue el mismo patrón en todas ellas.

El análisis del uso del hábitat (Fig. 11) nos indica que la zona con mayor probabilidad de uso ha sido el mar Balear, aunque vemos una amplia dispersión hasta el mediterráneo oriental, algo que no se había observado en el seguimiento de juveniles de un año en el Mediterráneo en años anteriores.

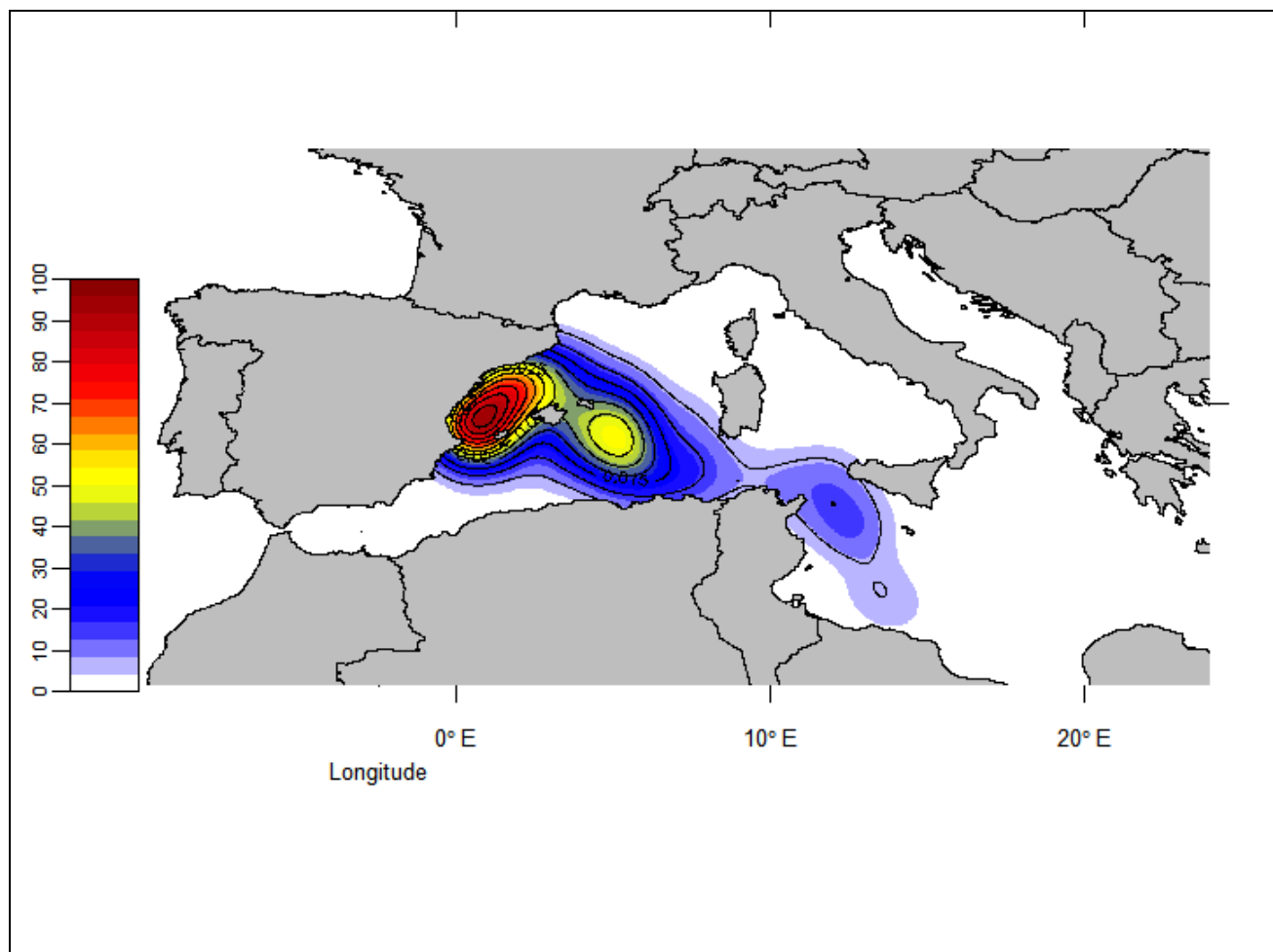
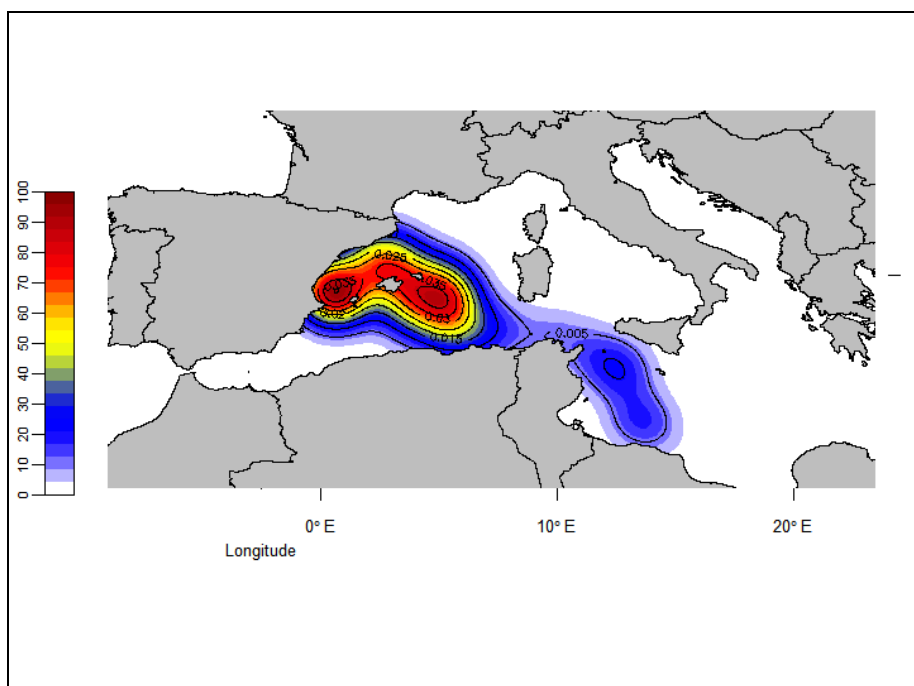


Fig. 11. Distribución del uso del hábitat (“home range”) durante los cuatro meses de seguimiento de 10 juveniles de tortuga boba de un año de edad (19 de octubre de 2017 a 18 de febrero de 2018).

Parece existir alguna diferencia entre las tortugas que se trasladaron a la playa y las procedentes de huevos mantenidos en incubadora (Fig. 12). Este hecho hay que tomarlo interpretarlo con precaución ya que se trata de un análisis preliminar con un número de individuos bajo ($n = 5$ para cada grupo).

A) Uso del hábitat en juveniles de tortuga boba que nacieron en playa



B) Uso del hábitat en juveniles de tortuga boba que nacieron en incubadora

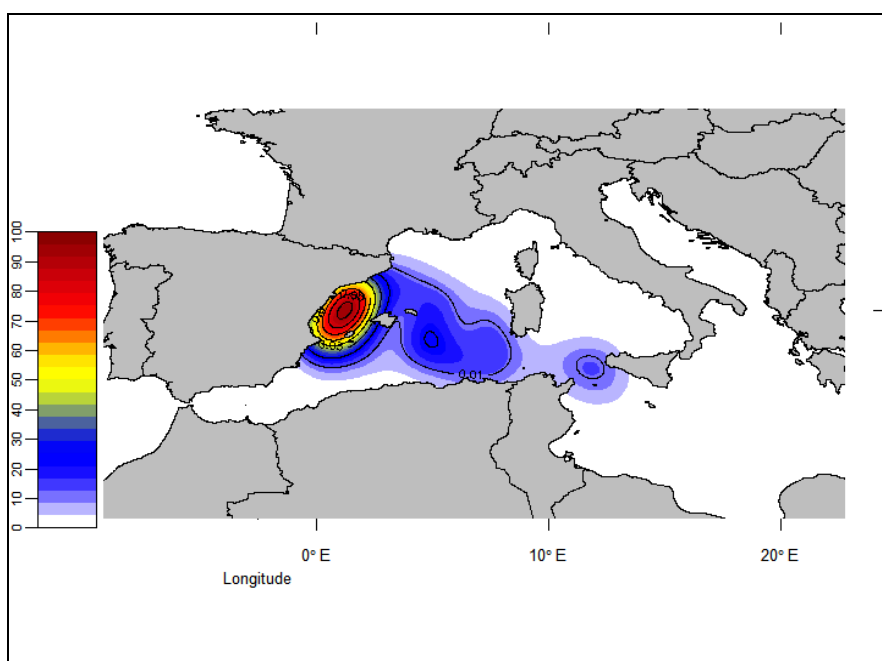
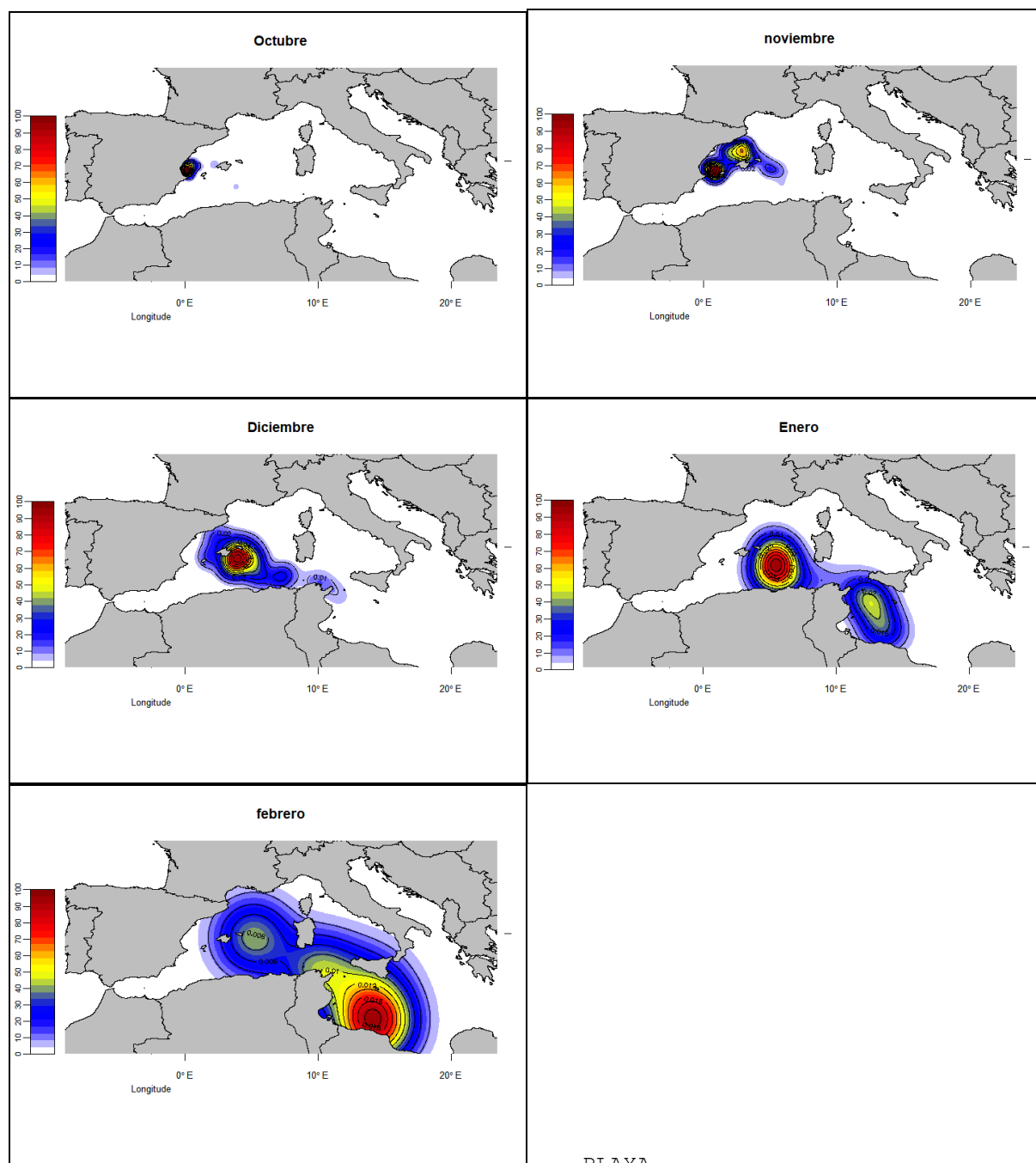
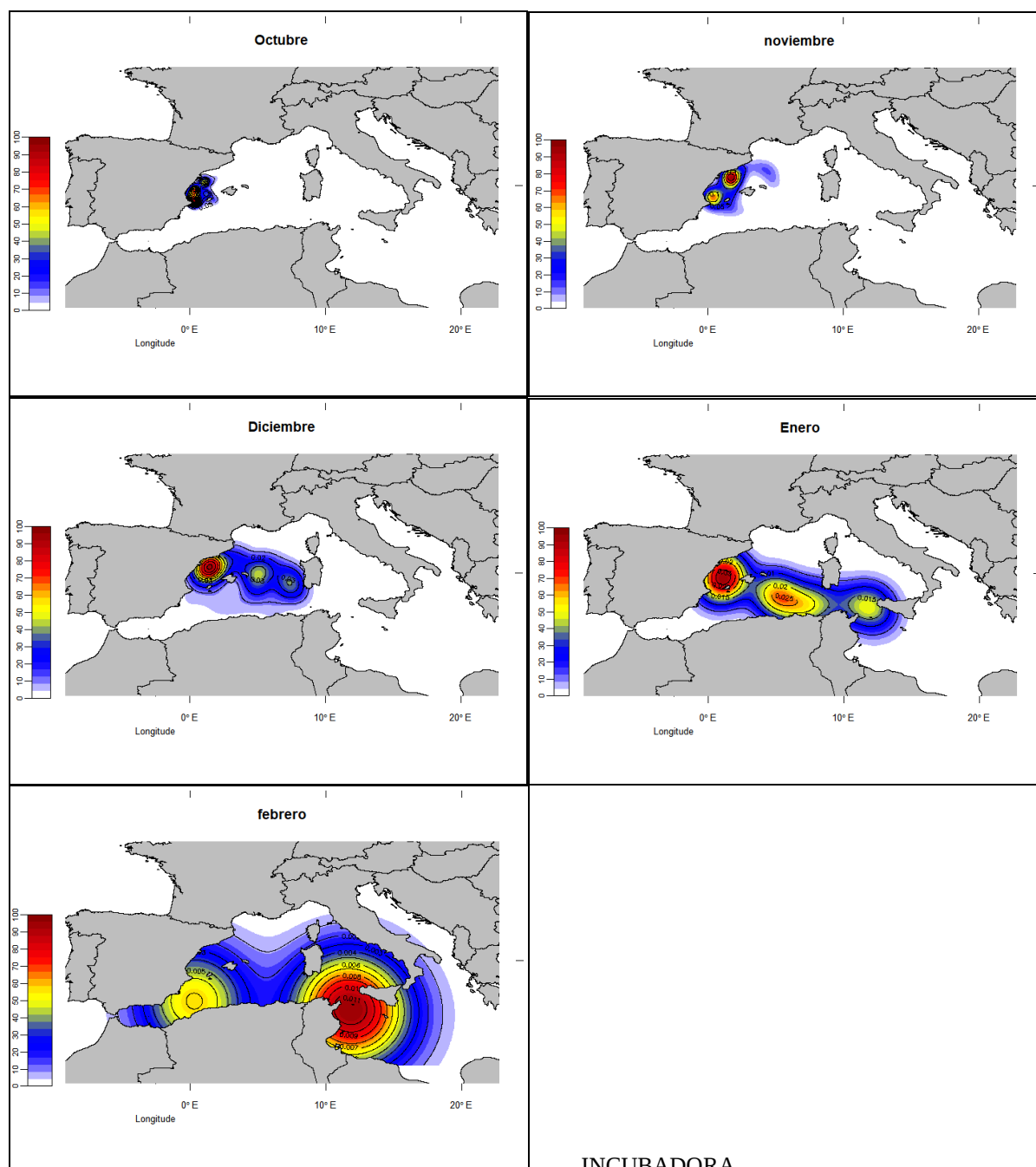


Fig. 12. Distribución del uso del hábitat (“home range”) durante los cuatro meses de seguimiento de 10 juveniles de tortuga boba de un año de edad (19 de octubre de 2017 a 18 de febrero de 2018), en función de donde se trasladaron los huevos, bien en playa (A) o a incubadora en el Oceanográfico de Valencia (B)



PLAYA

Fig.. 13. Variación estacional (mensual) en el uso del hábitat por parte de los juveniles de tortuga boba de un año de edad procedentes de huevos de un nido hallado en Sueca en 2016 y que se traslocaron a la playa de la Punta (El Saler, Valencia), liberado e la misma playa tras un año de “headstarting”.



INCUBADORA

Fig.. 14. Variación estacional (mensual) en el uso del hábitat por parte de los juveniles de tortuga boba de un año de edad procedentes de huevos de un nido hallado en Sueca en 2016 y que se traslocaron a incubadora en el Oceanogràfic, liberado tras un año de “headstarting” en la playa de la Punta (Saler, Valencia). .

El empleo de kernel para estudiar el uso del hábitat no tiene en cuenta la posible variación estacional. La importancia del mar Balear puede deberse al efecto de suelta y la importancia que tendría esa zona en el hipotético caso de nidificación de tortuga boba en el área, como fue el caso del nido hallado en Suelca del cual proceden estas crías de tortuga.

Para observar la variación estacional hemos realizado también el análisis del uso del hábitat para cada uno de los meses durante los que ha habido seguimiento. Puede observarse en la Fig 13 y 14, como hay un cambio de uso de hábitat estacionalmente. En octubre y noviembre, las tortugas usaron hábitat en el mar Balear principalmente. Aparte de diciembre observamos ligeras diferencias en la probabilidad de uso del hábitat entre las tortugas procedentes de huevos nacidos en la playa y nidos incubados artificialmente (incubadora). Hay una mayor uso del mar de Cerdeña y progresivamente en ambos casos puede verse como el uso del hábitat se desplaza hacia el sur y sureste.

9. CONCLUSIONES

Se han marcado diez crías de tortuga boba con emisores satelitales. Las crías proceden de un nido hallado en julio de 2016 en playas de la Comunidad Valenciana y mantenidas en un programa de cría en cautividad en el ARCA del Oceanogràfic (Valencia) durante un año. Una parte de las tortugas se trasladó a una playa protegida cercana a la playa donde se halló el nido natural y otra parte se llevó para incubarlas artificialmente (en incubadora en el Oceanogràfic de Valencia). De las tortugas que nacieron, 16 se incorporaron a un programa de cría en cautividad, y de ellas 10 son las que se han seguido en este proyecto. De esas diez, cinco procedían de las nacidas en la playa y otras tantas de las nacidas en incubadora. Todas las crías superaban los 1.700 g en el momento de su liberación y el peso de las marcas fue inferior al 3% del peso del animal. Existen muy pocos estudios de seguimiento de juveniles de un año de edad de tortuga boba (dos trabajos anteriores en el Atlántico), y este es el tercer año que marcamos en el Mediterráneo (véase Abalo-Morla et al. 2018).

El seguimiento se ha realizado durante cuatro meses y al mayoría de las tortugas han podido seguirse todo este periodo, siendo algo más de dos meses en el caso que menos tiempo se ha seguido.

Las tortugas se liberaron en la playa donde nacieron los huevos trasladados y muy próximo a la playa de origen. A partir de los resultados obtenidos podemos deducir las siguientes conclusiones:

- I. Viabilidad de la playa del Saler como lugar, no sólo para la traslocación de nidos, sino también como punto de suelta. Especialmente es destacable el hecho de que las tortugas proceden de un nido realizado a muy pocos kilómetros.
- II. Viabilidad de programas de headstarting. El seguimiento de 10 de las 16 tortugas que formaron parte del programa de cría en cautividad ha permitido demostrar que las tortugas han sido capaces de adaptarse al medio tras su liberación. Las tasas de supervivencia así lo demuestran, así como el hecho de que, tras cuatro meses, la mayoría sigan con seguridad vivas.
- III. La supervivencia diaria ha sido elevada, similar a las crías de tortuga monitorizadas en 2016, y superior al de las tortugas de headstarting estudiadas en 2015. Esto pone de relieve la importancia de que la cría en cautividad se ha de llevar a cabo en las condiciones adecuadas. La principal diferencia ha sido que las crías se mantuvieron en tanques con circuito de agua aislado, para reducir el riesgo de contraer enfermedades de otras tortugas que se encuentren en el centro de recuperación. Al menos durante los primeros meses, cuando el sistema inmunitario es más débil. Futuros proyectos de headstarting deben llevarse a cabo en centros con las condiciones y el personal adecuados, con experiencia.
- IV. El estudio de la dispersión nos ha aportado información valiosa sobre el uso del hábitat y sus rutas de dispersión.
 - a. Protección de áreas: las tortugas han utilizado principalmente áreas en alta mar, más allá de la plataforma continental, y en muchos casos fuera de la zona económica exclusiva de España. La implementación de zonas protegidas para la conservación de sus áreas de dispersión o de alimentación debe plantearse como una estrategia a más amplia escala que simplemente a nivel nacional.
 - b. Alternativamente, las medidas de conservación y manejo a nivel nacional deben dirigirse hacia las playas de puesta, la localización de nidos y protección de los mismos., y a favorecer la supervivencia de estas crías mediante programas de “headstarting”.

Estamos con toda probabilidad ante el inicio de una nueva colonización de esta especie de nuevas zonas de puesta, debido al aumento de las temperaturas en un contexto de cambio climático.

- V. Los resultados, a falta de posteriores investigaciones, sugieren que no debe realizarse la incubación en incubadoras que alteren el campo magnético. Deberá priorizarse que la incubación se realice en la playa o al menos no haya alteraciones del campo magnético debidas a la incubadora. Aunque se trata de resultados preliminares que sugieren ciertas diferencias en la dispersión de las tortugas en función de la incubación (en playa o en incubadora), estos resultados están apoyados por recientes investigaciones de orientación.

