



**Universitat de les  
Illes Balears**

Facultat de Ciències

**Memòria del Treball de Fi de Grau**

# Estudio del comportamiento individual del pulpo (*Octopus vulgaris*): personalidad y vulnerabilidad a la pesca

Marta Domínguez López

**Grau de Biologia**

Any acadèmic 2017-18

Treball tutelat per Pablo Arechavala López  
Departamento de Ecología de Recursos Marinos, IMEDEA (CSIC/UIB)

S'autoritza la Universitat a incloure aquest treball en el Repositori Institucional per a la seva consulta en accés obert i difusió en línia, amb finalitats exclusivament acadèmiques i d'investigació	Autor		Tutor	
	Sí	No	Sí	No
	X		X	

Paraules clau del treball:

*Octopus vulgaris*, Cefalópodo, Comportamiento, Artes de pesca, Vulnerabilidad, Personalidad



## ÍNDICE

Resumen.....	1
Introducción.....	2
Material y métodos.....	3
Resultados.....	7
Discusión.....	19
Bibliografía.....	21

## RESUMEN

*Octopus vulgaris* es una especie bentónica capaz de cambiar su apariencia visual rápidamente y con gran flexibilidad debido a su complejidad neuronal, comportamental y estructura corporal, que les permite crear repertorios específicos de patrones corporales y texturas de la piel. Además, se trata de una especie muy importante en las pesquerías mundiales debido a su distribución, que a lo largo de los últimos años ha ido experimentando fluctuaciones considerables. Existen muchos estudios sobre el comportamiento de estos cefalópodos en cautiverio y sus habilidades miméticas y cognitivas, pero actualmente no existe ningún estudio basado en el comportamiento de los pulpos frente a las distintas artes de pesca. Por tanto, en este estudio se llevó a cabo una serie de experimentos para determinar los patrones comportamentales de los pulpos cuando se encuentran una nasa o una red de trasmallo, así como las diferencias entre individuos, lo que podría indicar el rango de personalidad o vulnerabilidad entre individuos. Para ello, un total de 8 ejemplares de *Octopus vulgaris* adultos fueron capturados y mantenidos en cautividad, donde se observó su comportamiento en presencia de nasas, redes de trasmallo o actividad humana. Todos los test fueron grabados y las imágenes tomadas posteriormente analizadas para determinar qué comportamientos exhibieron los pulpos y la duración de los mismos. Dicha información permitió posteriormente estudiar la variabilidad entre individuos y generar “etogramas” generales para cada test agrupando todos los individuos. Cada pulpo mostró una serie de comportamientos similares pero se observaron variaciones entre individuos, ya que algunos individuos mostraban mayor actividad y seguridad a la hora de acercarse al cebo o a las personas circundantes, mientras que otros individuos se mostraron más indecisos o tímidos. La presencia de esta variabilidad etológica refleja un claro rango de personalidades, que a su vez señala la existencia de diferencias en cuanto a la vulnerabilidad de los pulpos a nivel interindividual y en función del arte de pesca utilizada. Las conclusiones de este estudio apuntan a la necesidad de más estudios que completen el conocimiento de esta interacción entre los pulpos y las artes de pesca, ya que podrían servir de ayuda para el desarrollo de futuras estrategias de conservación y de gestión de esta especie.

## INTRODUCCIÓN

El pulpo común (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797) es una especie de elevado interés ecológico y económico, cuya distribución abarca todo el Mediterráneo y aguas del NE Atlántico, siendo muy común a lo largo de toda la costa española (Jereb et al. 2015). No obstante, presenta diferencias morfológicas y genéticas entre sus poblaciones en todo su rango de distribución (De Luca et al., 2016; Amor et al., 2017). Es una especie merobentónica, que habita tanto en fondos de roca como de arena y fango, desde la costa hasta el borde exterior de la plataforma continental (200 m), y constituye un recurso pesquero importante durante todo el año, ya que es una especie objetivo para la pesca profesional, desde barcos de arrastre a embarcaciones artesanales que emplean principalmente nasas, cadufos y/o trasmallos para capturarlos (Hernández-García et al., 1998; Quetglas et al., 1998; Sartor et al., 1998; Belcari et al., 2002; Fernández-Rueda y García-Flórez, 2007; González et al., 2011; Arechavala-López et al., 2018a,b; Bañón et al., 2018). Aunque la mayoría de los desembarques de pulpo provienen de la pesca de arrastre en alta mar, los desembarques de las pesquerías artesanales costeras tienen una alta importancia en la economía local y en la sociedad de los países del sur de Europa (Pierce et al., 2010).

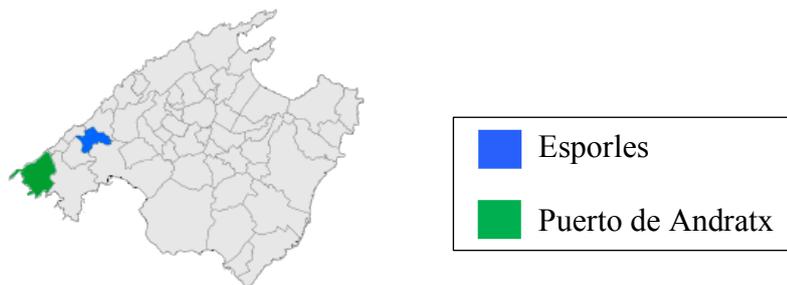
Debido a la importancia de la pesquería del pulpo común y la tendencia a la baja en los desembarques durante las últimas décadas, existe un interés creciente en la gestión y la conservación de las poblaciones comunes de pulpo, ya que la existencia de distintos tipos de vulnerabilidad promueve el desarrollo de más estudios para preservar la especie (Katsanevakis & Verriopoulos, 2006). Las primeras observaciones de cefalópodos viviendo en condiciones de cautiverio dio una idea de la complejidad de su comportamiento y capacidades de aprendizaje (Piéron, 1991). No obstante, se trata de un molusco cefalópodo, y el hecho de presentar una convergencia evolutiva con los peces (Packard, 1972) hace que sea un grupo de elevado interés para muchos campos de la ciencia, especialmente la neurobiología y la ecología del comportamiento (Hochner et al., 2006; Aronson, 1991; Tricarico et al., 2014; Mather, 2008; Kuba et al., 2003; Boycott & Young, 1958). El estudio del comportamiento para la evaluación de la personalidad es una herramienta valiosa para determinar cualquier diferencia a nivel individual (Mather and Anderson, 1993). De hecho, en los últimos años ha crecido el interés científico por estudiar dichas diferencias de comportamiento individuales o “personalidades” ya que parece jugar un papel muy importante en la conservación y la gestión de los recursos pesqueros (Conrad et al., 2011; Wolf & Weissing, 2012). Existen diversos estudios sobre posturas corporales, modos de locomoción y personalidad para algunas especies de pulpos (Packard & Sanders, 1971; Roper & Hochberg, 1988; Hanlon &

Wolterding, 1989; Hanlon *et al.*, 1999; Norman *et al.*, 2001; Sinn *et al.*, 2001; Pronck *et al.*, 2010; Mathers & Anderson, 1993).

No obstante, a día de hoy no existen experimentos que describan patrones conductuales de los pulpos en presencia de distintas artes de pesca, por lo que el presente estudio tiene como objetivo estudiar el comportamiento de *O. vulgaris* frente a nasas y trasmallos en condiciones experimentales, ampliando el conocimiento sobre su comportamiento y aportando información relevante sobre su vulnerabilidad tanto a nivel individual como de especie, un aspecto a tener en cuenta en el desarrollo de futuras estrategias de gestión y conservación de la especie.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se ha llevado a cabo en el Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuicultura (LIMIA), en el Puerto de Andratx, unidad asociada al Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (IMEDEA-CSIC/UIB), situado en Esporles (Figura 1).



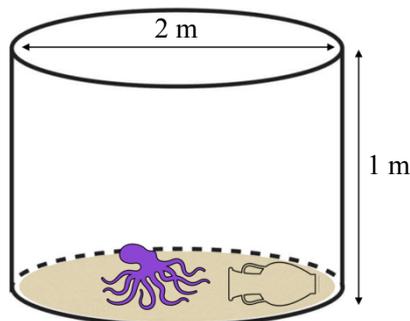
**Figura 1.** Mapa en el que se detalla la ubicación de los lugares de trabajo, el LIMIA y el IMEDEA

Durante los meses de Octubre y Noviembre del 2017, se capturaron un total de 8 pulpos en el puerto de Andratx, usando un total de 6 nasas (Tabla 1). Una vez que el individuo caía en la trampa, se anestesiaba con 1,5% de etanol al 96% y agua marina durante 2-4 minutos (Estefanell *et al.*, 2011) y así podía ser pesado y sexualmente determinado causándoles el mínimo estrés posible (Tabla 1). Después, se le implantaba un microchip subcutáneo (Passive Integrated Transponders) para poder llevar a cabo una identificación a nivel individual. Este tipo de captura, marcaje y manipulación se ha aplicado exitosamente en estudios previos (Estefanell *et al.*, 2011; Arechavala-López *et al.*, 2018).

Pulpo n°	Fecha de captura	Peso (kg)	Sexo	N° veces que se ha realizado cada test		
				Nasa	Intermedio	Red
1	26/10/17	0,787	F	4	4	4
2	26/10/17	0,871	F	4	4	4
3	26/10/17	1,543	M	4	4	4
4	9/11/17	1,465	M	3	3	3
5	9/11/17	3,4	F	3	3	3
6	9/11/17	1,366	F	3	3	3
7	21/11/17	1,034	F	3	3	3
8	22/11/17	0,785	F	2	2	2

**Tabla 1.** Tabla en la que se proporcionan el número de individuos de *O. vulgaris* utilizados para el experimento, los datos de peso, sexo y el número de veces que se ha realizado cada prueba.

Tras el pesado y marcaje, los pulpos eran llevados al laboratorio donde se mantuvieron en unos tanques cilíndricos y opacos de forma individual, con un diámetro de 2 metros y un metro de profundidad (volumen total= 3140 litros), y a una temperatura media de 15°C (semejante a la ambiental) (Figura 2). Cada uno de ellos disponía de un sistema de circulación de agua semiabierto, de manera que esta era tomada directamente del mar, pasando por un proceso de filtrado mecánico y por ultravioletas. En el interior del tanque se instaló una vasija para que sirviera de refugio al animal, y gravilla en el fondo a modo de enriquecimiento ambiental. Además, cada vez que las pruebas finalizaban se colocaba una malla encima del tanque para evitar que pudiesen escapar. Se estableció un tiempo de aclimatación de 3 días y posteriormente se dio paso a la realización de los test.



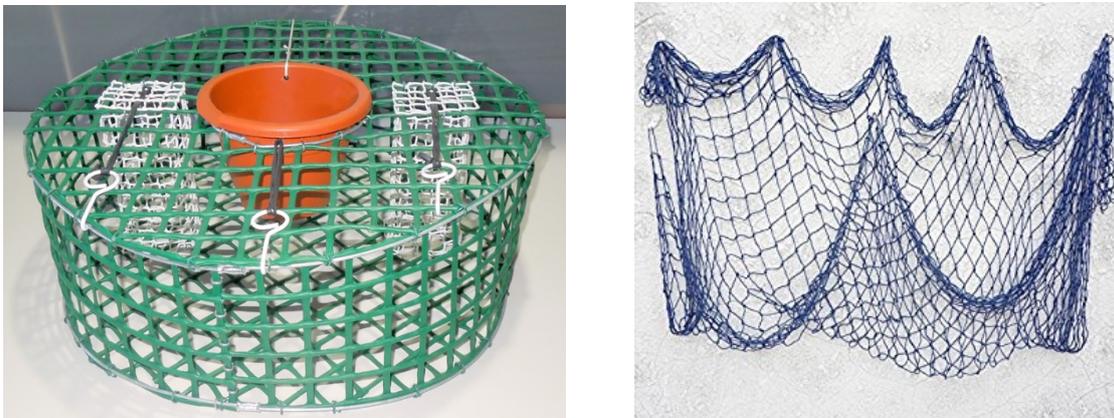
**Figura 2.** Dibujo esquemático de los tanques en los que se mantenían a los ejemplares de *O. vulgaris*.

### Fase experimental

Cada uno de los pulpos fue sometido a dos pruebas diferentes, que consistían en la presencia de un objeto de pesca (nasa o red de trasmallo) durante una hora. Todas las pruebas se realizaron por la mañana, repitiéndose cada prueba entre 2 y 4 veces en cada individuo, dependiendo de la disponibilidad de tanques y de ejemplares. Además, el hecho de prolongar

los ensayos podría llegar a provocar un proceso de aprendizaje en los pulpos. No obstante, el pulpo es el candidato ideal para la realización de este experimento debido a la facilidad de mantenerlo en tanques y a su curiosidad natural. Son capaces de adaptar su repertorio de comportamientos a las circunstancias y el ambiente presentes en el momento (Maldonado, 1964).

La nasa (Figura 3, izquierda) se trata de un sistema de pesca tradicional formado por un agujero central por el que entran los pulpos y del que es difícil salir. Al tratarse de una trampa de captura directa se evita la captura accidental de otras especies, por lo que no resulta perjudicial para el medio marino.



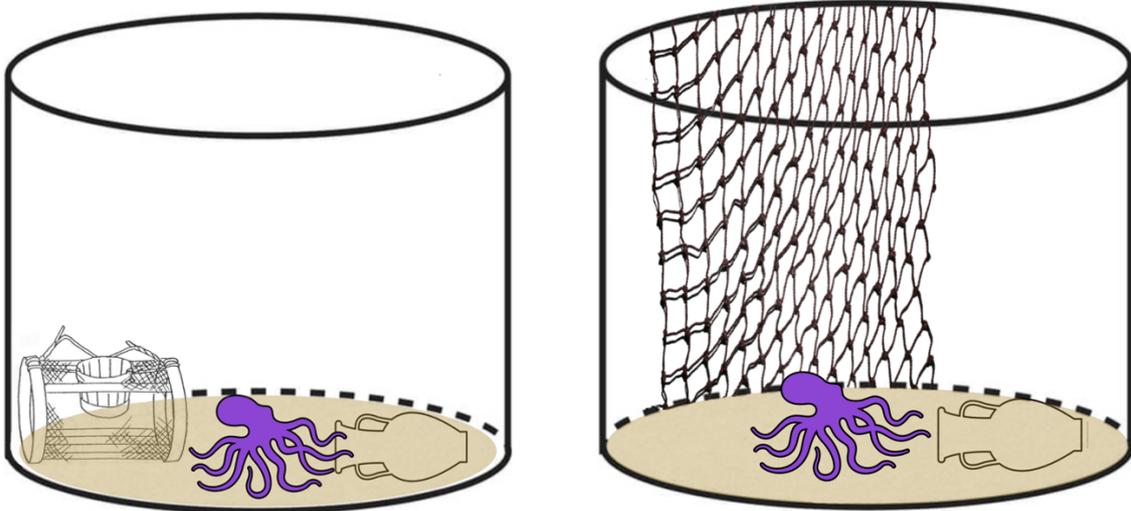
**Figura 3.** Artes de pesca utilizadas para la captura de los ejemplares de *O. vulgaris*. A la izquierda, la nasa chata y a la derecha, la red.

Por otro lado, la red (Figura 3, derecha) es una trampa que no se emplea específicamente para pescar pulpos, ya que el hecho de que queden atrapados en ellas se debe a una forma de captura accidental.

Tanto en el interior de la nasa como en la red se introduce pescado (jurel o sardina, indistintamente) fuertemente atado para atraer la atención del animal. Por consiguiente, se retira la trampa y se introduce la siguiente durante el mismo periodo de tiempo. Si en algún caso el pulpo consigue la presa, el test se da por finalizado.

Todas las pruebas han sido grabadas mediante la colocación de una cámara de vídeo fuera del tanque y evitando la presencia humana u otro tipo de estímulos que pudiera alterar el comportamiento de los pulpos en cautividad.

De hecho, el tiempo corrido entre retirar la nasa y meter la red, o viceversa, también se ha tenido en cuenta para el posterior análisis de datos, denominado “Intermedio”, considerando este intervalo de tiempo como un período en el cual el pulpo puede verse amenazado por la presencia humana o alteraciones del medio.



**Figura 4.** Dibujo esquemático de los tanques preparados para la realización de los tests. El dibujo izquierdo hace referencia al test de la nasa y el derecho al de la red.

Una vez que la prueba se daba por concluida, eran alimentados con sardinas y/o jureles. Cabe destacar que todos los animales fueron devueltos al mar después de la finalización de las pruebas y, una vez terminada la parte práctica del experimento se dio paso al procesado y análisis de datos.

### **Análisis de datos**

En primer lugar, se visualizaron todos los vídeos y se elaboró una tabla de parámetros comportamentales con relación al tipo de comportamiento que iban mostrando y en función de la bibliografía revisada (Tabla 2). Se fue anotando la letra correspondiente al tipo de comportamiento que realizaban y la duración de este. A partir de dichos datos se elaboró una tabla de abundancias y otra de frecuencias, estandarizándolas exactamente a una hora de duración para obtener así los tiempos decimales y los valores resultantes de dividir la duración de cada comportamiento entre la duración de cada test.

El uso de tablas dinámicas ha sido necesario para obtener el promedio, la desviación estándar y el recuento a nivel general e individual. Para calcular el error estándar se ha dividido la

desviación estándar entre la raíz del recuento y, una vez realizados todos los cálculos, tanto para las abundancias como para las frecuencias, se han elaborado varias gráficas: una general para la nasa, otra general para la red y otra general para el intermedio. Mismo procedimiento se ha llevado a cabo para la obtención de las gráficas a nivel individual y así poder observar si existe un patrón común o no, es decir, para ver si hay diferencias comportamentales significativas entre individuos.

Finalmente, se ha elaborado un etograma general para cada tipo de test a partir de matrices de transición basándose en el modelo de cadenas de Márkov (Figuras 5 y 6), teniendo en cuenta la abundancia, duración y probabilidad de los comportamientos de todos los individuos estudiados. Dicho catálogo de conductas se pretende utilizar para evaluar la existencia de una estructura temporal estereotipada en los patrones de comportamiento que ocurren de manera no aleatoria (Egge *et al.*, 2011).

## **RESULTADOS**

A partir del visionado de las imágenes, se cuantificaron y determinaron un total de 19 pautas comportamentales distintas entre todos los individuos y durante todos los test durante los tests (Tabla 2).

LETRA	COMPORTAMIENTO	DESCRIPCIÓN
A	Alerta	Levanta la cabeza, con los brazos abajo
B	En reposo	Cuerpo bajo, con brazos levantados por encima de la cabeza
C	Técnica de captura	El sujeto se aproxima a la presa con el cuerpo; también implica la entrada a la nasa
D	Cambio en la piel	El patrón de la piel cambia
E	Arrastrarse	Huye de la amenaza al fondo del tanque
F	Agarrar comida	Agarra la comida con los brazos
G	Agarrar objeto	Agarra el objeto con los brazos
H	Agitar la cabeza	Movimientos verticales de la cabeza
I	Refugio	Permanece dentro del refugio
J	Tinta	Libera tinta de camuflaje en el agua
K	Movimiento	El sujeto cambia de localización; movimiento aleatorio
M	Retirada	Aumenta la distancia desde el objeto; movimiento de retirada al refugio
N	Extensión	Plano en el fondo con los brazos abiertos
O	Chorro	Lanza chorros de agua a través del sifón
P	Propulsión	El sujeto se aleja de la amenaza por propulsión
S	Persecución	Movimiento dirigido al objeto; se engancha al objeto con el cuerpo
T	Toque	Toque con brazo/s, pero sin agarrar
U	Exploración objeto	El sujeto se mueve alrededor del objeto con todo el cuerpo; también implica la salida de la nasa
X	Circular	Movimientos circulares de los brazos

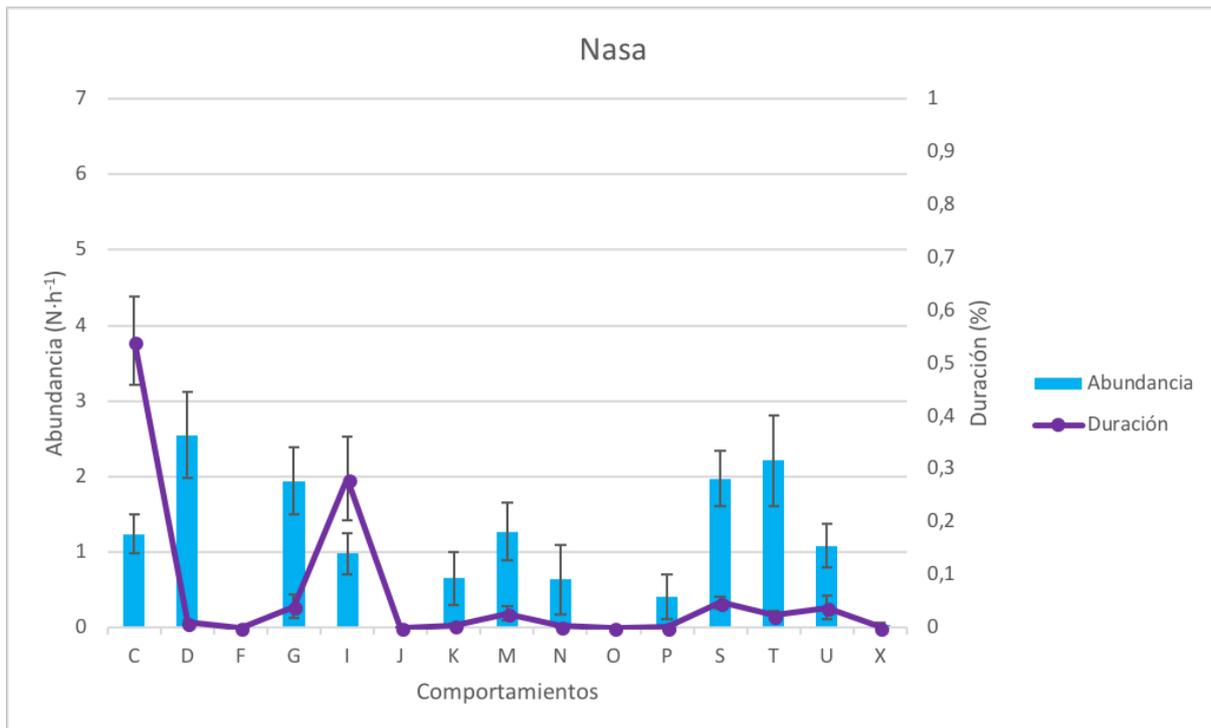
**Tabla 2.** Tabla con los tipos de comportamientos que ha mostrado *O. vulgaris* durante la realización de los test.

## Abundancias y duración general

### Nasa

Este test ha hecho que los pulpos desencadenen una gran variedad de comportamientos, siendo el cambio de piel el más abundante (D) y agarrar la comida (F), liberar tinta (J), lanzar chorros de agua (O) y realizar movimientos circulares (X) los menos abundantes o algunos ni si quiera han llegado a aparecer durante la realización de esta prueba, como son levantar la cabeza (A), estar en reposo (B) y arrastrarse (E) (Figura 5).

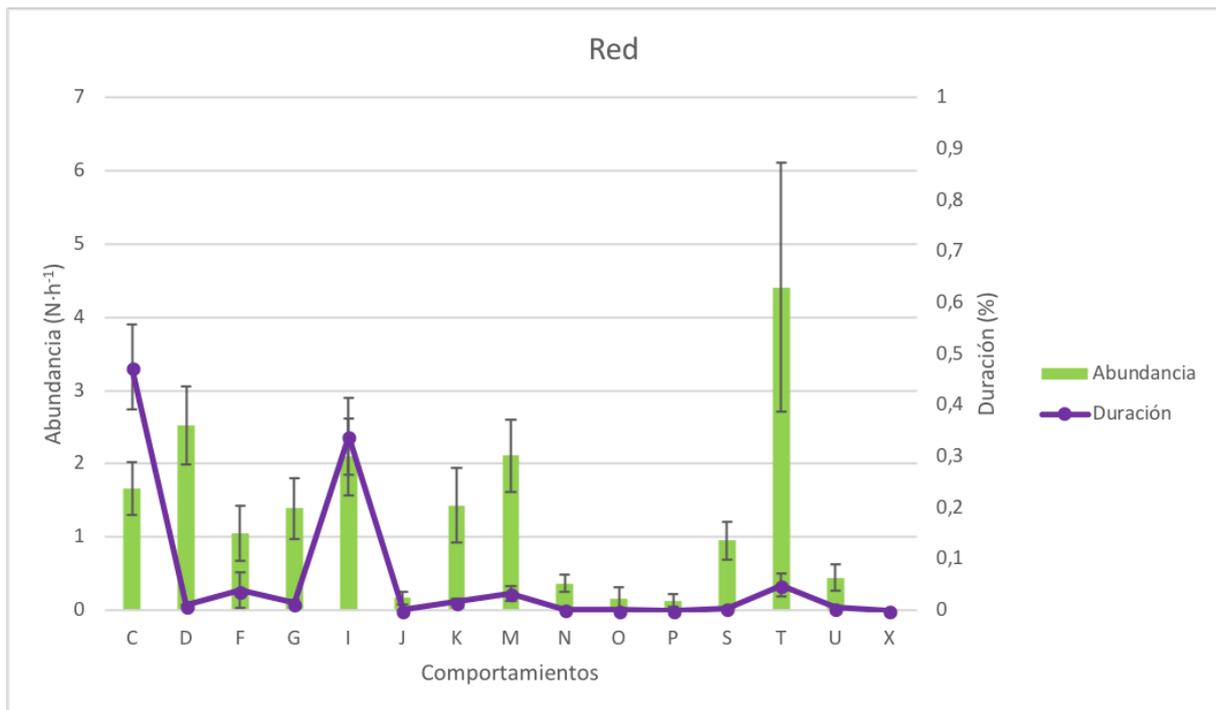
Caso contrario ocurre si se observa la duración, ya que más de la mitad del tiempo, casi el 60%, han estado dentro de la nasa (técnica de captura, C). El segundo porcentaje más alto, con el 30%, se le atribuye al hecho de permanecer en su refugio (I). El resto de los comportamientos han tenido una duración bastante igualada, siendo ésta de unos pocos minutos o incluso segundos. Las conductas más abundantes han sido el cambio de piel (D) y la interacción con la nasa, ya sea mediante toques (T) o agarres a ella (G y S).



**Figura 5.** Comparación entre la abundancia y la duración de cada tipo de comportamiento que tuvo lugar durante el test de la nasa a nivel general. Ver Tabla 2 para descripción de las letras que asignan los comportamientos.

### Red

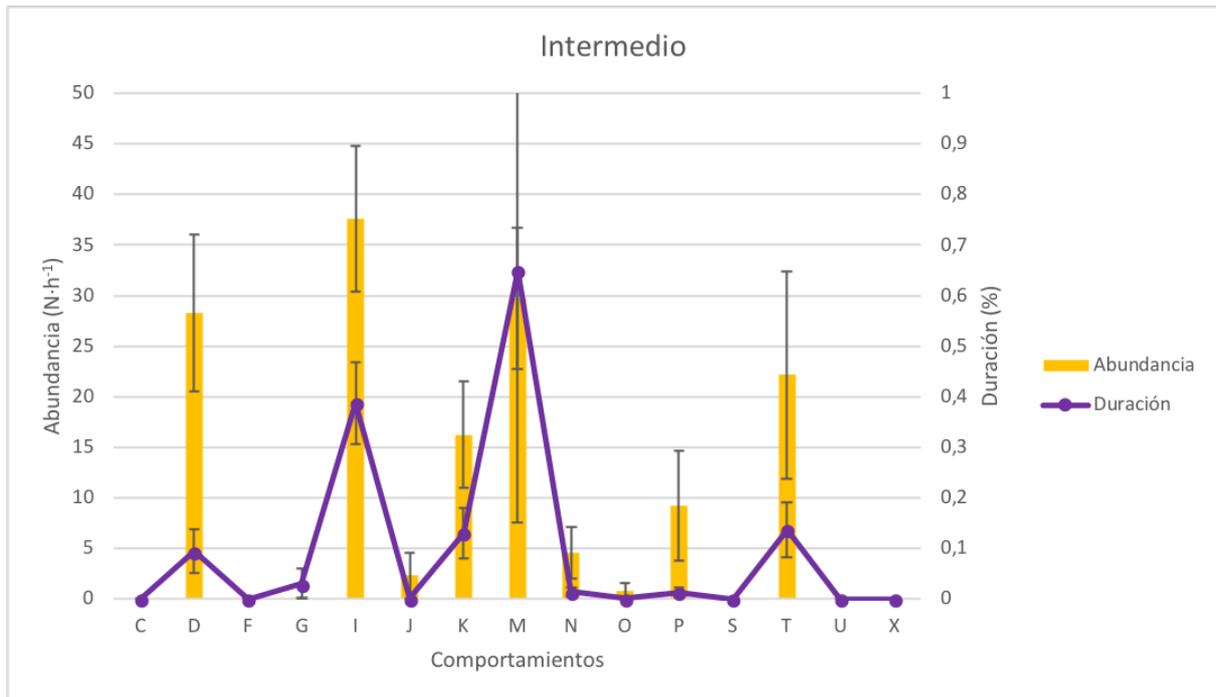
La Figura 6 muestra también los comportamientos C e I los más duraderos, pero varía en la abundancia máxima, ya que el comportamiento notablemente destacado ha sido la realización de muchos toques (T) en periodos de tiempos muy cortos. La abundancia de los demás comportamientos ha sido muy variable, ya que algunos de ellos se han mantenido estables, en torno a 1-2 veces/hora, y otros han sido muy escasos o nulos.



**Figura 6.** Comparación entre la abundancia y la duración de cada tipo de comportamiento que tuvo lugar durante el test de la red a nivel general. Ver Tabla 2 para descripción de las letras que asignan los comportamientos.

### Intermedio

Como se puede observar en la Figura 7, el comportamiento más realizado a nivel general durante el intermedio ha sido el I (permanece en el refugio), seguido del M (movimiento de retirada), el D (cambio en la piel) y el T (toque). Además, la duración es directamente proporcional a la abundancia en los comportamientos M e I porque han sido los más duraderos, pero no en D ni en T. El hecho de que los dos primeros coincidan en duración se debe a que cuando el animal comienza el movimiento de retirada, por lo general suele dirigirse a su refugio. Se podría decir que existe una variabilidad a nivel general durante el intermedio debido a que algunos individuos son más tímidos o están asustados y por eso se dirigen al cadufo, y otros, en menor proporción, realizan toques al aire con los brazos mostrando curiosidad.



**Figura 7.** Comparación entre la abundancia y la duración de cada tipo de comportamiento que tuvo lugar durante el Intermedio a nivel general. Ver Tabla 2 para descripción de las letras que asignan los comportamientos.

### Abundancias y duración individual

Si se evalúan los resultados a nivel individual se puede observar que existen patrones entre ellos. A continuación se describen los resultados observados en cada prueba:

#### Nasa

La figura 8 muestra similitudes en cuanto a la duración de los comportamientos captura (C) y refugio (I) ya que los pulpos 1, 2, 7 y 8 presentan los picos máximos de duración en estas conductas, siendo el C el más duradero con un 60% en casi todos los casos. Los pulpos 3 y 5 también han mostrado semejanzas en la duración de permanecer en el refugio. Sin embargo, los pulpos 4 y 6 han reflejado una mayor variabilidad en el uso del tiempo para varios comportamientos.

En cuanto a las abundancias, los pulpos 7, 5 y 8 realizan el comportamiento D un número de veces mucho mayor en relación con el resto de los comportamientos, teniendo en cuenta, además, que presentan una baja variabilidad comportamental. Caso contrario ocurre con los individuos 3, 4 y 6, que han realizado una variedad de comportamientos distintos y un número de veces elevado.

### Red

En la figura 9 se puede observar cómo los pulpos 1, 2, 5 y 7 presentan una duración máxima en el comportamiento de captura (C), y los individuos 3, 4, 6 y 8 en el refugio (I). Estos tres últimos muestran un patrón común en la duración total del test para la red, es decir, la duración es directamente proporcional al tipo de comportamiento realizado.

En cuanto a las abundancias, destacan los pulpos 4 y 8 por poseer máximos de entre 7 - 8  $N \cdot h^{-1}$  en I y T. El individuo número 2, a parte de ofrecer poca variabilidad también presenta unos valores de abundancia mínimos. Los pulpos 5 y 6 han realizado toques (T) un número de veces bastante elevado. Finalmente, los ejemplares 3 y 4 muestran gran variabilidad pero poca abundancia de cada uno de los comportamientos.

### Intermedio

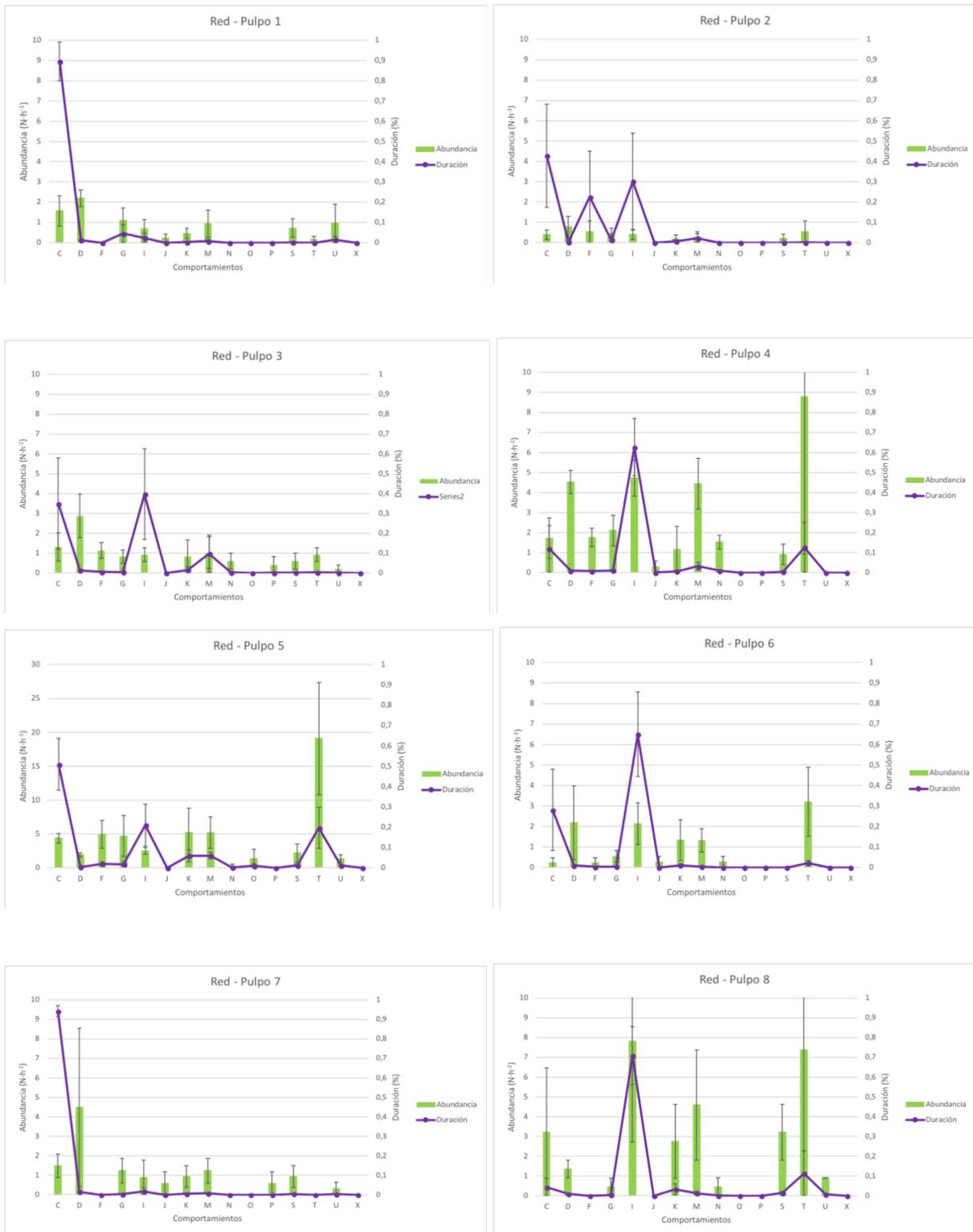
La figura 10 muestra una similitud que es común a todos los individuos excepto al pulpo número 7, la poca variabilidad de comportamientos, ya que sólo son 4 o 5 tipos de conductas las que se observaron durante la prueba. En términos de abundancia, los seis primeros pulpos suelen realizar la mayoría de comportamientos unas 20-40 veces por hora, contrariamente a los pulpos 7 y 8, que han llegado a alcanzar valores de 80-100  $N \cdot h^{-1}$ .

La duración del comportamiento de permanecer en el refugio (I) ha sido notable en los pulpos 2, 3, 5, 7 y 8. Además, en algunos casos esta conducta va acompañada de la M (retirada). El pulpo número 4 presenta un comportamiento curioso ya que presenta los máximos de abundancia y duración en I, M y T. En este caso, se podría decir que la personalidad podría estar jugando un papel importante a la hora de tomar decisiones comportamentales debido a que el animal está asustado (I, M) pero a la vez siente curiosidad (T, toques).

En casi todos los casos, los máximos de duración se corresponden con las máximas abundancias, por lo que se podría decir a nivel general que ambos parámetros son directamente proporcionales durante el intermedio.



**Figura 8.** Comparación entre la abundancia y la duración de cada tipo de comportamiento que tuvo lugar durante el test de la nasa a nivel individual. Todas las gráficas tienen un máximo de 10 en el eje y excepto la del pulpo 5.



**Figura 9.** Comparación entre la abundancia y la duración de cada tipo de comportamiento que tuvo lugar durante el test de la red a nivel individual. Todas las gráficas tienen un máximo de 10 en el eje x excepto la del pulpo 5.



**Figura 10.** Comparación entre la abundancia y la duración de cada tipo de comportamiento que tuvo lugar durante el Intermedio a nivel individual.

## Matrices y etogramas

A continuación, se pueden observar las matrices de transición, tanto de abundancias como de probabilidades, necesarias para elaborar los etogramas mediante cadenas de Márkov (Jang *et al.*, 2008).

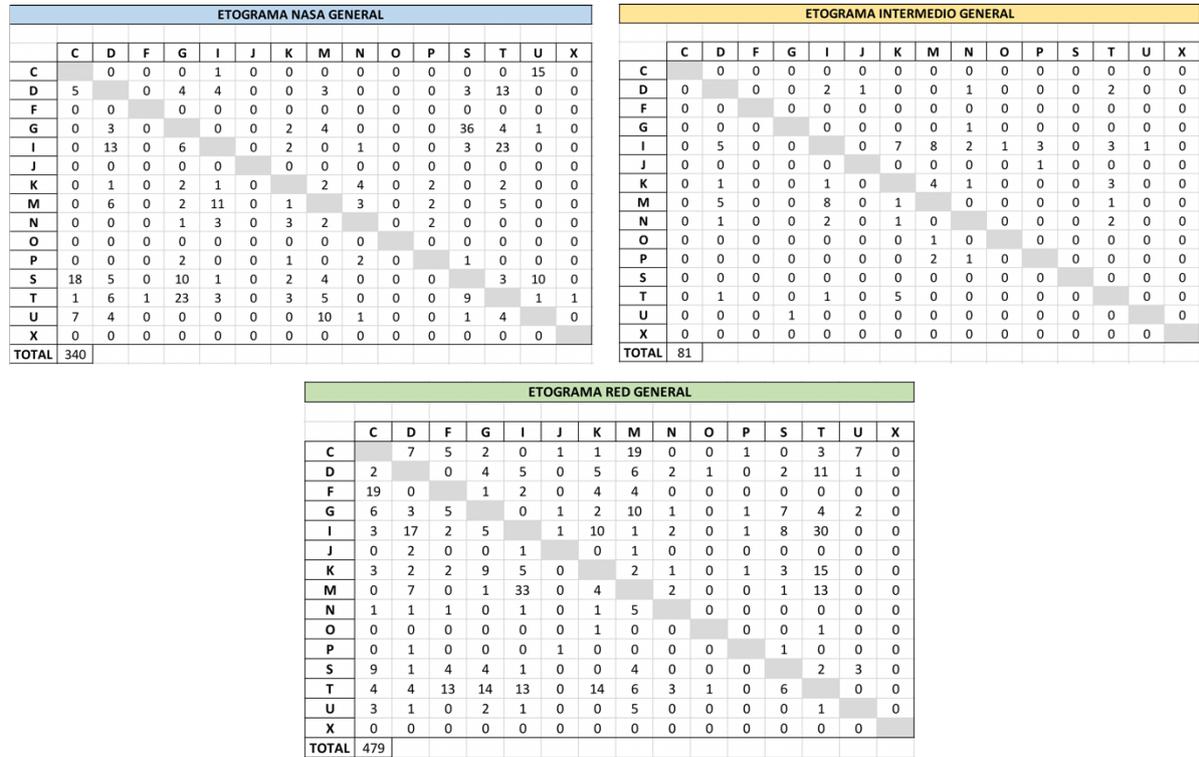
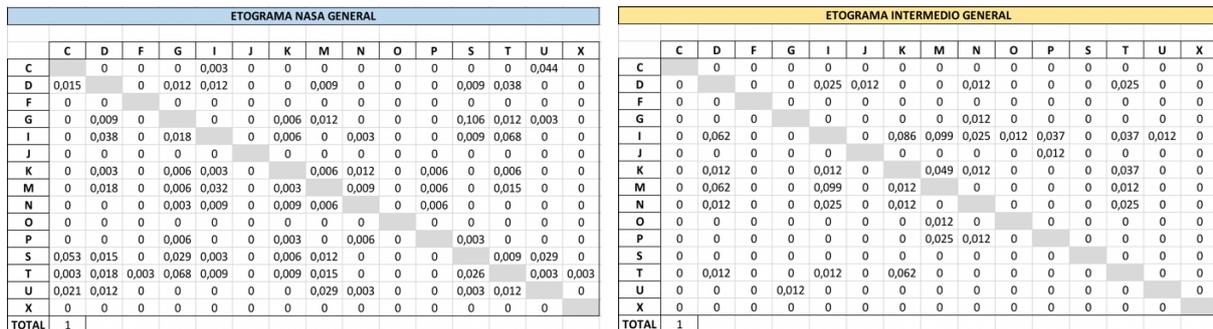


Figura 11. Matrices de transición de abundancias a nivel general siguiendo el modelo de cadenas de Márkov.



ETOGRAMA RED GENERAL															
	C	D	F	G	I	J	K	M	N	O	P	S	T	U	X
C															
D	0,004	0,015	0	0,008	0,01	0	0,002	0,002	0,04	0	0	0,002	0	0,006	0,015
F	0,04	0		0,002	0,004	0	0,008	0,008	0	0	0	0	0	0	0
G	0,013	0,006	0,01		0	0,002	0,004	0,021	0,002	0	0,002	0,015	0,008	0,004	0
I	0,006	0,035	0,004	0,01		0,002	0,021	0,002	0,004	0	0,002	0,017	0,063	0	0
J	0	0,004	0	0	0,002		0	0,002	0	0	0	0	0	0	0
K	0,006	0,004	0,004	0,019	0,01	0		0,004	0,002	0	0,002	0,006	0,031	0	0
M	0	0,015	0	0,002	0,069	0	0,008		0,004	0	0	0,002	0,027	0	0
N	0,002	0,002	0,002	0	0,002	0	0,002	0,01		0	0	0	0	0	0
O	0	0	0	0	0	0	0,002	0	0		0	0	0,002	0	0
P	0	0,002	0	0	0	0,002	0	0	0	0		0,002	0	0	0
S	0,019	0,002	0,008	0,008	0,002	0	0	0,008	0	0	0		0,004	0,006	0
T	0,008	0,008	0,027	0,029	0,027	0	0,029	0,013	0,006	0,002	0	0,013		0	0
U	0,006	0,002	0	0,004	0,002	0	0	0,01	0	0	0	0	0,002		0
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	1														

Figura 12 Matrices de transición de probabilidades a nivel general siguiendo el modelo de cadenas de Márkov.

Todas aquellas probabilidades menores a 0,01 no se han tenido en cuenta para la elaboración de los etogramas, ya que se consideraron puntuales o esporádicas, es decir, no existe repetitividad, y por tanto no se consideran para generar patrones. Cabe destacar que las gráficas de los intermedios siguen unos máximos del eje y (abundancia) distintos a los de las nasas y redes, ya que si se igualasen estos dos últimos, los resultados no podrían apreciarse correctamente.

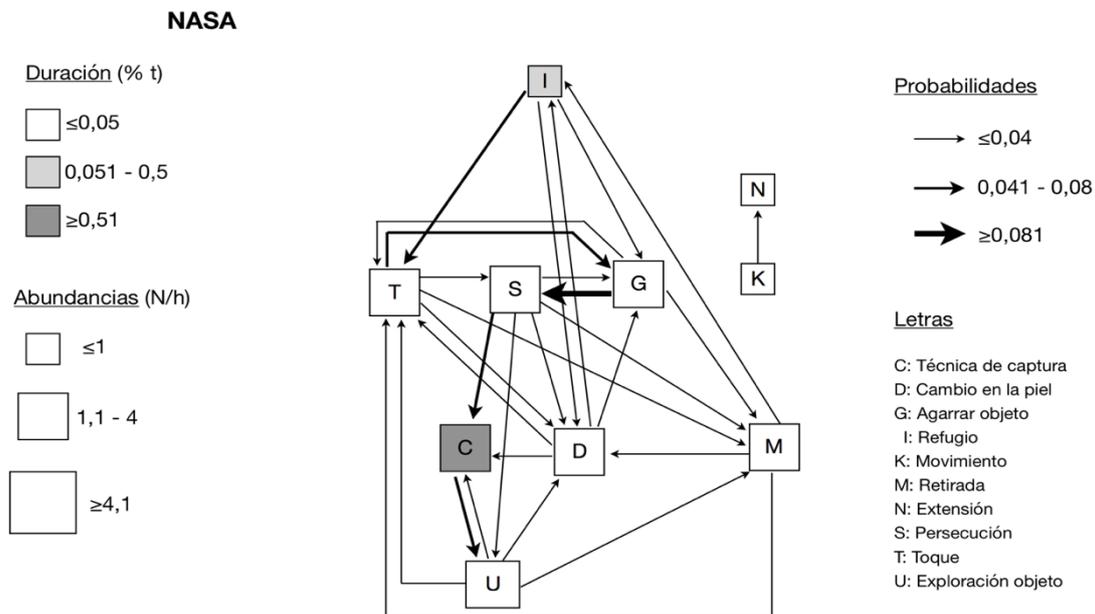
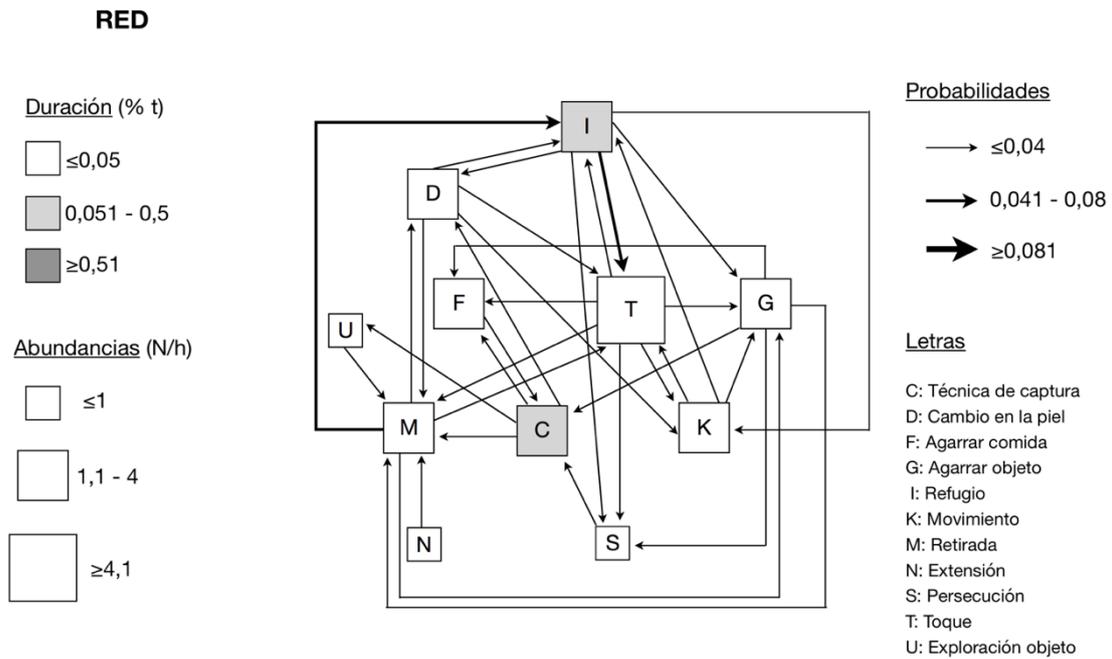
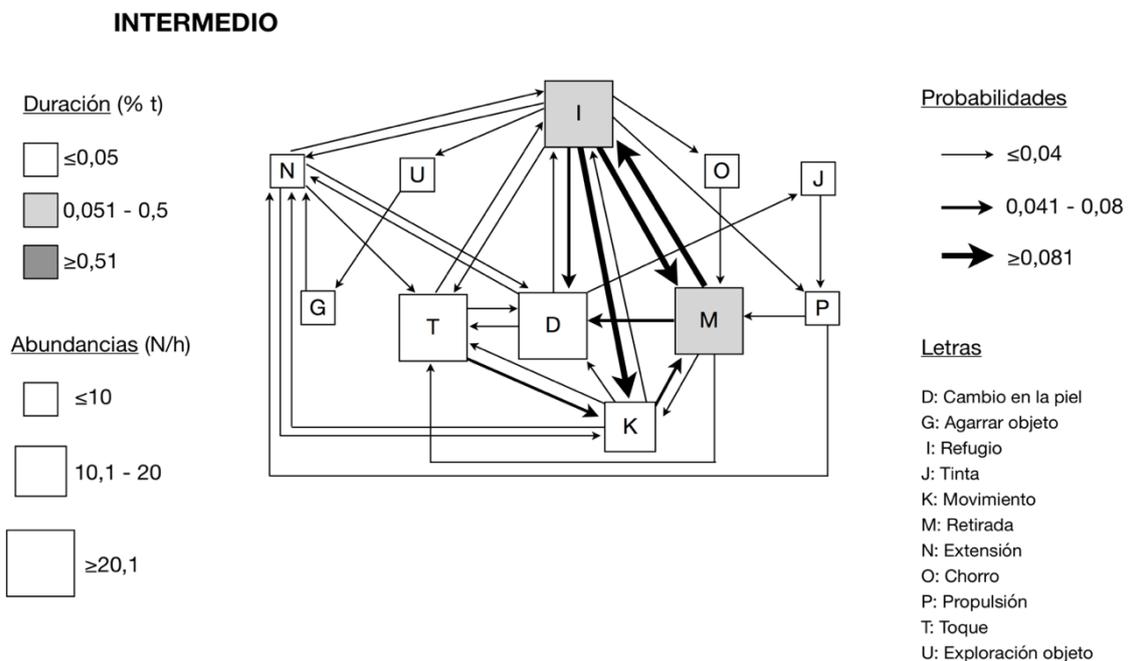


Figura 13. Etograma de la nasa a nivel general en el que se describen los parámetros de abundancia, duración, probabilidad y tipo de comportamiento realizado por los pulpos. El grosor de la flecha indica la probabilidad de ocurrencia de cada comportamiento, el tamaño del cuadrado indica el número de individuos por hora que han realizado dicho comportamiento y el color del cuadrado indica la duración de cada comportamiento en tanto por uno.



**Figura 14.** Etograma de la red a nivel general en el que se describen los parámetros de abundancia, duración, probabilidad y tipo de comportamiento realizado por los pulpos. El grosor de la flecha indica la probabilidad de ocurrencia de cada comportamiento, el tamaño del cuadrado indica el número de individuos por hora que han realizado dicho comportamiento y el color del cuadrado indica la duración de cada comportamiento en tanto por uno.



**Figura 15.** Etograma del intermedio a nivel general en el que se describen los parámetros de abundancia, duración, probabilidad y tipo de comportamiento realizado por los pulpos. El grosor de la flecha indica la probabilidad de ocurrencia de cada comportamiento, el tamaño del cuadrado indica el número de individuos por hora que han realizado dicho comportamiento y el color del cuadrado indica la duración de cada comportamiento en tanto por uno.

## DISCUSIÓN

Este estudio demuestra que los pulpos muestran una serie de comportamientos similares pero se pueden observar variaciones entre individuos. La presencia de esta variabilidad etológica refleja un claro rango de personalidades, que a su vez señala la existencia de diferencias en cuanto a la vulnerabilidad de los pulpos a nivel inter-individual y en función del arte de pesca utilizada. Se puede observar que hay individuos más atrevidos frente al primer contacto con un objeto desconocido y otros tienen más miedo o son más tímidos.

Los ojos y el sistema nervioso del pulpo están organizados de tal manera que cualquier objeto que se mueva en el campo visual puede ser atacado. El animal abandona la vasija, nada o camina hacia el arte de pesca y lo agarra con sus brazos. Si la situación es desconocida o el objeto supera un determinado tamaño, la probabilidad de ataque es más baja y los ataques se realizan solo después de una demora bastante larga. Aunque, como tales ataques resultan en la adquisición de alimentos, la probabilidad de ataque aumenta rápidamente (Boycott & Young, 1958). La probabilidad de que el animal persista en el refugio cuando es sometido a la red es el doble que cuando es sometido a la nasa, hecho que puede estar condicionado por el mayor tamaño de la red en comparación con la nasa, o que en la red permanece expuesto mientras que en la nasa puede refugiarse en el interior de la misma.

Sin embargo, tales experimentos siempre están abiertos a dificultades, producidas por el hecho de que no se sabe hasta qué punto los atributos de las "nuevas" situaciones experimentales pueden corresponder a los de situaciones que el animal ya ha encontrado anteriormente en el mar (Boycott & Young, 1958).

Kelly Marie Voss (2016) obtuvo un resultado similar, y es que dentro de los individuos, los comportamientos no variaron significativamente con el tiempo en la mayoría de los contextos, ya que once de los diecisiete pulpos demostraron conductas que fueron consistentes a lo largo del tiempo.

No obstante, los resultados muestran ciertos patrones comunes en algunos individuos. Por ejemplo, tanto en la nasa como en la red la mayor duración casi siempre se da en los mismos comportamientos, que son C (captura) e I (refugio). En algunas situaciones, se ha podido observar un "comportamiento retraído" en el que el animal se mantuvo principalmente en su hogar. Por el contrario, en otras pruebas, se encontró un pulpo nadando alrededor del tanque

y moviéndose mucho más a menudo que un pulpo normal (Boycott & Young, 1958). Ambas situaciones podrían asociarse a distintos tipos de personalidad.

No todos los comportamientos demostrados en los ensayos se analizaron para este estudio porque atribuyeron porcentajes muy pequeños del total de los comportamientos. Varios comportamientos (por ejemplo, lanzar chorros de agua a través del sifón, liberar tinta o propulsión) fueron mostrados por una proporción muy baja de animales. De hecho, un pulpo mostró un "movimiento característico": El pulpo 6 fue el único en realizar el comportamiento X, caracterizado por repetir de forma continuada movimientos circulares con los brazos. Pero esto no es sorprendente, considerando tanto la variación en los tipos de personalidad como las habilidades de aprendizaje y resolución de problemas que se sabe que poseen los pulpos (Voss, 2016).

Algunos estudios previos de la personalidad en pulpos han demostrado que los comportamientos de los individuos están correlacionados solo en ciertos contextos y solo durante ciertos períodos de tiempo. Por ejemplo, se ha demostrado que el comportamiento del pulpo en respuesta a las pruebas de alerta, amenaza y alimentación podría reducirse a componentes principales que representaban dimensiones más amplias de la personalidad (Mather y Anderson, 1993).

Los cambios en el patrón del cuerpo, que es una combinación del color de la piel, la textura de la piel y la postura del cuerpo (Hanlon & Messenger, 1988), pueden cumplir una variedad de funciones; el más conocido es el camuflaje en muchas situaciones dentro de los contextos de alimentación y evitación de depredadores, pero también como un método para señalar el intento a los conspecíficos (Scheel *et al.*, 2016).

En este estudio se ha demostrado la existencia de patrones comportamentales en los pulpos, a nivel de grupo, cuando se encuentran una nasa o una red de trasmallo, pero también diferencias entre individuos, indicando una cierta variabilidad o rango de personalidades o vulnerabilidad entre individuos. Las conclusiones de este estudio apuntan a la necesidad de más estudios que completen el conocimiento de esta interacción entre los pulpos y las artes de pesca, ya que podrían servir de ayuda para el desarrollo de futuras estrategias de conservación y de gestión de esta especie.

## BIBLIOGRAFÍA

- Amor, M. D., Norman, M. D., Roura, A., Leite, T. S., Gleadall, I. G., Reid, A., ... & Hochberg, F. G. (2017). Morphological assessment of the *Octopus vulgaris* species complex evaluated in light of molecular-based phylogenetic inferences. *Zoologica Scripta*, 46(3), 275-288.
- Aronson, R. B. (1991). Ecology, paleobiology and evolutionary constraint in the octopus. *Bulletin of Marine Science*, 49(1-2), 245-255.
- Arechavala-Lopez, P., Minguito-Frutos, M., Follana-Berná, G., & Palmer, M. (2018). Common octopus settled in human-altered Mediterranean coastal waters: from individual home range to population dynamics. *ICES Journal of Marine Science*.
- Bañón, R., Otero, J., Campelos-Álvarez, J. M., Garazo, A., & Alonso-Fernández, A. (2018). The traditional small-scale octopus trap fishery off the Galician coast (Northeastern Atlantic): Historical notes and current fishery dynamics. *Fisheries Research*, 206, 115-128.
- Belcari, P., Cuccu, D., González, M., Srairi, A., and Vidoris, P. 2002. Distribution and abundance of *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 (Cephalopoda: Octopoda) in the Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, 66: 157–166.
- Boycott, B. B., & Young, J. Z. (1958). Reversal of learned responses in *Octopus vulgaris* Lamarck. *Animal Behaviour*, 6(1-2), 45-52.
- Carter, A. J., Feeney, W. E., Marshall, H. H., Cowlshaw, G., & Heinsohn, R. (2013). Animal personality: what are behavioural ecologists measuring?. *Biological Reviews*, 88(2), 465-475.
- Conrad, J. L., Weinersmith, K. L., Brodin, T., Saltz, J. B., & Sih, A. (2011). Behavioural syndromes in fishes: a review with implications for ecology and fisheries management. *Journal of Fish Biology*, 78(2), 395-435.
- De Luca, D., Catanese, G., Procaccini, G., & Fiorito, G. (2016). *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797) in the Mediterranean Sea: Genetic diversity and population structure. *PloS one*, 11(2), e0149496.

Egge, A. R., Brandt, Y., & Swallow, J. G. (2011). Sequential analysis of aggressive interactions in the stalk-eyed fly *Teleopsis dalmanni*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 65(2), 369-379.

Estefanell, J., Socorro, J., Afonso, J. M., Roo, J., Fernández-Palacios, H., & Izquierdo, M. S. (2011). Evaluation of two anaesthetic agents and the passive integrated transponder tagging system in *Octopus vulgaris* (Cuvier 1797). *Aquaculture Research*, 42(3), 399-406.

FAO. 2014. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Fisheries information, Data and statistics Unit. FishStatJ version 2.1.0. Universal software for fisheries statistics time series. Rome.

Fernández-Rueda, P., and García-Flórez, L. 2007. *Octopus vulgaris* (Mollusca: Cephalopoda) fishery management assessment in Asturias (north-west Spain). *Fisheries Research*, 83: 351–354.

Gibbons, J. W., & Andrews, K. M. (2004). PIT tagging: simple technology at its best. *Bioscience*, 54(5), 447-454.

González, M., Barcala, E., Pérez-Gil, J. L., Carrasco, M. N., & García-Martínez, M. D. C. (2011). Fisheries and reproductive biology of *Octopus vulgaris* (Mollusca: Cephalopoda) in the Gulf of Alicante (Northwestern Mediterranean). *Mediterranean Marine Science*, 12(2), 369-389.

Halm, M. P., Agin, V., Chichery, M. P., & Chichery, R. (2000). Effect of aging on manipulative behavior in the cuttlefish, *Sepia*. *Physiology & behavior*, 68(4), 543-547.

Hanlon, R. T., Forsythe, J. W., & Joneschild, D. E. (1999). Crypsis, conspicuousness, mimicry and polyphenism as antipredator defences of foraging octopuses on Indo-Pacific coral reefs, with a method of quantifying crypsis from video tapes. *Biological Journal of the Linnean Society*, 66(1), 1-22.

Hanlon, R. T., & Messenger, J. B. (1988). Adaptive coloration in young cuttlefish (*Sepia officinalis* L.): the morphology and development of body patterns and their relation to behaviour. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 320(1200), 437-487.

Hanlon, R. T., & Wolterding, M. R. (1989). Behavior, body patterning, growth and life history of *Octopus briareus* cultured in the laboratory. *American Malacological Bulletin*, 7(1), 21-45.

Hernández-García, V., Hernández-López, J. L., and Castro, J. J. 1998. The octopus (*Octopus vulgaris*) in the small-scale trap fishery off the Canary Islands (Central-East Atlantic). *Fisheries Research*, 35: 183–189.

Hochner, B., Shomrat, T., & Fiorito, G. (2006). The octopus: a model for a comparative analysis of the evolution of learning and memory mechanisms. *The Biological Bulletin*, 210(3), 308-317.

Huffard, C. L. (2007). Ethogram of *Abdopus aculeatus* (d'Orbigny, 1834) (Cephalopoda: Octopodidae): Can behavioural characters inform octopodid taxonomy and systematics?. *Journal of Molluscan Studies*, 73(2), 185-193.

Jang, Y., Gerhardt, H. C., & Choe, J. C. (2008). A comparative study of aggressiveness in eastern North American field cricket species (genus *Gryllus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 62(9), 1397-1407.

Jereb, P., Allcock, A.L., Lefkaditou, E., Piatkowski, U., Hastie, L.C., & Pierce, G.J., Eds. (2015). Cephalopod biology and fisheries in Europe: II. Species Accounts. ICES Cooperative Research Report No. 325. 360 pp.

Jordan, T. S. (2010). *The role of behavioral temperaments on the ecology of the Caribbean reef octopus, Octopus briareus* (Doctoral dissertation, Clemson University).

Katsanevakis, S., & Verriopoulos, G. (2006). Seasonal population dynamics of *Octopus vulgaris* in the eastern Mediterranean. *ICES Journal of Marine Science*, 63(1), 151-160.

Kuba, M., Meisel, D. V., Byrne, R. A., Griebel, U., & Mather, J. A. (2003). Looking at play in *Octopus vulgaris*. *Berliner Paläontologische Abhandlungen*, 3, 163-169.

Maldonado, H. (1964). The control of attack by Octopus. *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, 47(6), 656-674.

Mather, J. A. (2008). Cephalopod consciousness: behavioural evidence. *Consciousness and Cognition*, 17(1), 37-48.

Mather, J. A. (2008). To boldly go where no mollusc has gone before: Personality, play, thinking, and consciousness in cephalopods. *American Malacological Bulletin*, 24(1), 51-58.

Mather, J. A., & Alupay, J. S. (2016). An ethogram for Benthic Octopods (Cephalopoda: Octopodidae). *Journal of Comparative Psychology*, 130(2), 109.

Mather, J. A., & Anderson, R. C. (1993). Personalities of octopuses (*Octopus rubescens*). *Journal of Comparative Psychology*, 107(3), 336.

Messenger, J. B. (2001). Cephalopod chromatophores: neurobiology and natural history. *Biological Reviews*, 76(4), 473-528.

Norman, M. D., & Finn, J. (2001). Revision of the *Octopus horridus* species-group, including erection of a new subgenus and description of two member species from the Great Barrier Reef, Australia. *Invertebrate Systematics*, 15(1), 13-35.

Packard, A. (1972). Cephalopods and fish: the limits of convergence. *Biological Reviews*, 47(2), 241-307.

Packard, A., & Hochberg, F. G. (1977). Skin patterning in *Octopus* and other genera. In *Symp. Zool. Soc. Lond* (Vol. 38, pp. 191-231).

Packard, A., & Sanders, G. D. (1971). Body patterns of *Octopus vulgaris* and maturation of the response to disturbance. *Animal Behaviour*, 19(4), 780-790.

Phares, E. J. (1991). Introduction to psychology.

Pierce, G. J., Allcock, L., Bruno, I., Bustamante, P., Gonzalez, A., Guerra, A., ... & Pereira, J. (2010). Cephalopod biology and fisheries in Europe. ICES.

Piéron, H. (1911). Contribution à la psychologie du poulpe: l'acquisition d'habitudes. *Bull. Inst. gen. Psychol.* 11, 111-19.

Pronk, R., Wilson, D. R., & Harcourt, R. (2010). Video playback demonstrates episodic personality in the gloomy octopus. *Journal of Experimental Biology*, 213(7), 1035-1041.

Quetglas, A., Alemany, F., Carbonell, A., Merella, P., and Sánchez, P. 1998. Biology and fishery of *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797, caught by trawlers in Mallorca (Balearic Sea, Western Mediterranean). *Fisheries Research*, 36: 237–249.

Roper, C. F., & Hochberg, F. G. (1988). Behavior and systematics of cephalopods from Lizard Island, Australia, based on color and body patterns. *Malacologia*, 29(1), 153-193.

Roper, C. F. E., Sweeney, M. J. & Nauen, C. E., 1984. Fao species catalogue, vol. 3. Cephalopoda of the world. An annotated and illustrated catalogue of the species of interest to fishery. *Fao Fisheries Synopsis*, 3(125): 1-247.

Roper, C. F. E., & Sweeney, M. J. (1983). Techniques for fixation, preservation, and curation of Cephalopods. *Memoirs of the National Museum of Victoria*, vol. 44 (pg. 28-47).

Sanchez, P., & Obarti, R. (1993). The biology and fishery of *Octopus vulgaris* caught with clay pots on the Spanish Mediterranean coast. *Recent Advances in Fisheries Biology*. Tokai University Press, Tokyo, 477-487.

Sartor, P., Belcari, P., Carbonell, A., González, M., Quetglas, A., and Sánchez, P. 1998. The importance of cephalopods to trawl fisheries in the western Mediterranean. *African Journal of Marine Science*, 20: 67–72.

Scheel, D., Godfrey-Smith, P., & Lawrence, M. (2016). Signal use by octopuses in agonistic interactions. *Current Biology*, 26(3), 377-382.

Sinn, D. L., Perrin, N. A., Mather, J. A., & Anderson, R. C. (2001). Early temperamental traits in an octopus (*Octopus bimaculoides*). *Journal of Comparative Psychology*, 115(4), 351.

Tricarico, E., Amodio, P., Ponte, G., & Fiorito, G. (2014). Cognition and recognition in the cephalopod mollusc *Octopus vulgaris*: Coordinating interaction with environment and conspecifics. In *Biocommunication of Animals* (pp. 337-349). Springer, Dordrecht.

Vaz-pires, P., Seixas, P. & Barbosa, A., 2004. Aquaculture potential of the common octopus (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797): a review. *Aquaculture*, 238(1-4): 221-238.

Voss, K. M. (2016). *Influence of personality on giant Pacific octopus (*Enteroctopus dofleini*) behavior* (Doctoral dissertation, Alaska Pacific University).

Wells, M. J., & Young, J. Z. (1965). Split-brain preparations and touch learning in the octopus. *Journal of Experimental Biology*, 43(3), 565-579.

Wolf, M., & Weissing, F. J. (2012). Animal personalities: consequences for ecology and evolution. *Trends in ecology & evolution*, 27(8), 452-461.

Young, J. Z. (1965). Influence of previous preferences on the memory of *Octopus vulgaris* after removal of the vertical lobe. *Journal of Experimental Biology*, 43(3), 595-603.

Young, J. Z. (1965). The nervous pathways for poisoning, eating and learning in Octopus. *Journal of Experimental Biology*, 43(3), 581-593.