

INVESTIGACION

CULTURA CIENCIA Y TECNOLOGIA



VOLUMEN 11

Nº 21

2019

INVESTIGACION

CULTURA CIENCIA Y TECNOLOGIA

Revista Nº 21
VOLUMEN 11 2019

Director

José Luis Vázquez López
investigación@galicia.com
C./ Oporto, 1, 3º
36201 Vigo

Dirección Creativa e Innovación

María del Mar Vázquez Jiménez
mariadelmarvj@gmail.com

ISSN: 1889 - 4399
DEPÓSITO LEGAL:
VG - 347 - 2009

Consejo de Redacción

Francisco Javier Rodríguez Berrocal
Almudena Fernández Brieria
José Luis Vázquez López

Comité Científico

Jesús Souza Troncoso
José Luis Legido Soto
Juan Manuel Vieites Baptista de Sousa
María Victoria Besada Montenegro
Francisco Javier Rodríguez Berrocal
Almudena Fernández Brieria
Ángel Tomás Camacho García

Secretaría y Dep. Divulgación

Raquel María Vázquez

Revista adscrita al

INSTITUTO DE CULTURA,
CIENCIA Y TECNOLOGÍA (ICCT)
www.institutociencia.es

Patrocina



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE ECONOMÍA,
EMPREGO E INDUSTRIA



INSTITUTO CULTURA CIENCIA Y TECNOLOGIA

Queda prohibida la reproducción total o parcial de cualquiera de los contenidos de esta publicación, sin citar la procedencia. La revista "Investigación" no se hace responsable, ni se identifica con artículos, ni opiniones que publican sus autores y colaboradores.

LOS INVESTIGADORES DE INSTITUCIONES, EMPRESAS, LABORATORIOS Y UNIVERSIDADES INTERESADOS EN REMITIR ARTÍCULOS, PREVIAMENTE DEBERÁN CONTACTAR CON NUESTRO DEPARTAMENTO DE REDACCIÓN PARA RECIBIR INSTRUCCIONES: investigación@galicia.com



índice

SUMARIO
VOLUMEN 11 Nº 21 2019

Editorial

6 **R** ECONOCIMIENTO A UN INSIGNE CIENTÍFICO
Ana María Pastor Julián
Presidenta del Congreso de los Diputados de España.

Biología Animal

8 **U**SO DE LA COSTA ROCOSA POR LA GAVIOTA PATIAMARILLA (*Larus cachinnas* Pallas, 1811) Y EL CORMORÁN MOÑUDO (*Phalacrocorax aristotelis* Linnacus, 1758) DE LAS ISLAS CIES
Jeffrey A. Sibaja-Cordero (1), (2); Jesús S. Troncoso (1)
(1). *Departamento de Ecología y Biología Animal. Facultad Ciencias del Mar, Universidad de Vigo.*
(2). *Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), Universidad de Costa Rica.*

Parasitología

17 **E**STUDIO COMPARATIVO DE LAS NECESIDADES NUTRICIONALES DE DIVERSAS CEPAS DE AMEBAS LIMAX
Marta Castro Pérez, Alina Lavinia Grigoras, Cristina Arias Fernández, Laura González Neira, Lorena Paganini Costas
Laboratorio de Parasitología. Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud. Facultad de Biología. Universidad de Vigo.

22 **E** Divulgación Científica
EL INSTITUTO DE CULTURA, CIENCIA Y TECNOLOGÍA NOMBRA AL DOCTOR ARSUAGA FERRERAS, MIEMBRO DE HONOR DISTINGUIDO
José Luis Vázquez López (1), (2)
(1) Presidente del Instituto de Cultura, Ciencia y Tecnología (ICCT).
(2) Director de la revista científica INVESTIGACIÓN.

29 **D** Derecho
DERECHOS HUMANOS Y SOSTENIBILIDAD. RELACIÓN INDISOCIABLE PARA LA PROMOCIÓN DEL ESTADO SOCIAL Y MEDIOAMBIENTAL DE DERECHO EN BRASIL
Laura Magalhaes de Andrade
Universidad Federal Fluminense (UFF, BR) Brasil.

37 **L** Tecnología de los Alimentos
LAS ESPECIES MARINAS COMO FUENTE DE LÍPIDOS RICOS EN ÁCIDOS OMEGA-3
Alejandra Espinosa (1), Alicia Rodríguez (2), Santiago P. Aubourg (3)
(1) Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
(2) Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
(3) Instituto de Investigaciones Marinas, CSIC, Vigo, España.

45 **S** Análisis de Datos de Audiencia Infantil
SOLO O ACOMPAÑADO? ¿EN EL SALÓN O EN LA COCINA?
HÁBITOS DEL NIÑO ANTE EL TELEVISOR. UNA APROXIMACIÓN AL CASO EN GALICIA
Beatriz Feijoo Fernández (1), Aurora García González (2)
(1) Universidad de los Andes, Chile.
(2) Universidad de Vigo, España.

53 **E** Biocidas Naturales
STUDIO DE INGREDIENTES NATURALES COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE A LOS BIOCIDAS UTILIZADOS EN ACUICULTURA CONTINENTAL
Martíña Ferreira, Mohamed Soula, Leticia Regueiro, Diego Méndez, Virginia González, Celina Costas, Juan M. Vieites
Centro de Tecnologías Avanzadas de Investigación para la Industria Marina y Alimentaria (CYTMA), ANFACO-CECOPECA.

editorial

RECONOCIMIENTO A UN INSIGNE CIENTÍFICO

Quisiera agradecer, en primer lugar, al *"Instituto de Cultura científica, Ciencia y Tecnología"* -a su Presidente D. José Luis Vázquez López, a su Junta Directiva y a todos sus miembros-, la amable invitación para asistir y participar en este acto.

Supone una gran satisfacción poder sumarme, junto a la comunidad científica gallega, al merecido homenaje que hoy se brinda al Profesor Arsuaga y que se plasma en la concesión de la Medalla de *"Miembro de Honor Distinguido"*.

Esta tarde celebramos la excelencia y el rigor de una trayectoria personal y profesional consagrada al conocimiento y a la divulgación científica.

Y celebramos también el esfuerzo y la labor divulgativa que lleva a cabo el *"Instituto de Cultura científica, Ciencia y Tecnología"* en el ámbito de la investigación, la ciencia y la innovación.

Es justo reconocer el prestigio que en muy pocos años ha acumulado esta institución, que sirve de plataforma a la producción investigadora de Galicia y que ha sabido articular una estrecha y fructífera colaboración con el ámbito universitario, el tejido productivo e industrial y la comunidad científica.

Al hacer referencia a ese esfuerzo en constituirse como casa común de la divulgación científica de Galicia, resulta obligatorio destacar a la revista *"INVESTIGACIÓN"*, de la que estamos celebrando su décimo aniversario. Publicación editada en nuestra tierra, con alcance nacional y global, y que difunde y nos acerca los últimos desarrollos de I+D+i, y conocimientos logrados.

Nos recordaba el paleontólogo gallego Emiliano Aguirre, maestro de maestros que: *"en ninguna faceta de la vida hay un solo camino a la verdad"*. Tenía toda la razón, y debemos agradecer al *"Instituto de Cultura científica, Ciencia y*

Tecnología” sus esfuerzos para guiarnos en esa búsqueda de la verdad y del conocimiento, constituyéndose así en una herramienta de primerísima utilidad que nos permite ubicarnos mejor en la realidad y el mundo que nos rodea.

Una misma guía que encontramos en las trayectorias ejemplares de Emiliano Aguirre y de Juan Luis Arsuaga; y en la relevancia y significado del Proyecto Atapuerca, al que tan unidos se encuentran.

Un proyecto que siempre se concibió y se ha desarrollado bajo tres premisas principales: investigar, aprender y enseñar. Tres acciones que sintetizan la filosofía y el método de trabajo del Dr. Arsuaga.

Siempre atraído y fascinado por los postulados de Darwin y la biología, ha desarrollado una exitosa carrera académica e investigadora que le han situado a la vanguardia de la investigación paleoantropológica mundial gracias a la constancia, a un amplio bagaje teórico y a la incorporación de las últimas técnicas.

El trabajo que ha desarrollado junto a su equipo -y que se complementa con la colaboración con diversas instituciones y universidades tanto de España como del extranjero-, se ubica en la intersección de varias especialidades, de la biología, de la antropología, de la arqueología y de la geología; lo que la hace aún más relevante y meritorio.

Sus investigaciones han sido cruciales para la ampliación del campo de estudio de la antropología; disciplina a la que describía Eric Wolf como: *“la más científica de las humanidades y la más humanista de las ciencias”*.

Y efectivamente, ambos valores, humanistas y científicos, permean la personalidad y la trayectoria de nuestro homenajeado.

Una trayectoria que hemos seguido y con la que hemos aprendido casi todo de lo que sabemos sobre hominización y paleoantropología.

Pero él es el primero que mantiene viva esa capacidad de asombro y de aprendizaje que impregna y caracteriza al mejor método científico.

Junto a Juan Luis Arsuaga, toda la comunidad científica internacional, y todos nosotros, hemos sentido la fascinación del hallazgo del Homo antecesor -del primer homínido que

pobló Europa-, y de todos los sucesivos descubrimientos que, en su conjunto, nos ofrecen un recorrido completo -en un solo yacimiento, en Atapuerca-, de todas las especies de homínidos que han habitado nuestro continente.

Y por último, quisiera referirme a la encomiable labor divulgativa que siempre ha desarrollado, y que ha sabido potenciar desde las actuaciones e iniciativas que impulsa desde la Fundación Atapuerca.

Como dice el propio Profesor Arsuaga: *“El yacimiento de Atapuerca enseña lo más importante; que es quienes somos. La sociedad tiene que entender que hay una continuidad entre pasado, presente y futuro”*.

A comprender esta continuidad y a conocernos mejor, ha contribuido desde sus numerosos artículos publicados en las más relevantes revistas científicas y a través de sus muchas ponencias y conferencias impartidas en congresos científicos internacionales y universidades.

Queridos amigos:

El yacimiento de Atapuerca y el trabajo científico del Doctor Arsuaga se erigen como un punto de referencia insoslayable para el conocimiento y comprensión de la prehistoria europea y constituyen un paradigma inexcusable para el estudio de la evolución humana.

Como reconocía S. M. el Rey, entonces S. A. R. Príncipe de Asturias, con ocasión de la concesión del Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica en 1997: *“Su tarea dedicada a iluminar el pasado con sólidos fundamentos científicos es uno de los mejores modos de entender en su plenitud el presente y sus posibilidades.”*

No puedo, para concluir, más que unirme al sentido de estas palabras, reiterar mi admiración hacia la trayectoria de Juan Luis Arsuaga y agradecer al “Instituto de Cultura científica, Ciencia y Tecnología” que me haya permitido participar en este merecido reconocimiento a uno de nuestros más insignes científicos.

Ana María Pastor Julián

Presidenta del Congreso de los Diputados

USO DE LA COSTA ROCOSA POR LA GAVIOTA PATIAMARILLA (*LARUS CACHINNANS* PALLAS, 1811) Y EL CORMORÁN MOÑUDO (*PHALACROCORAX ARISTOTELIS* LINNAEUS, 1758) DE LAS ISLAS CÍES, ESPAÑA

Jeffrey A. Sibaja-Cordero ^{1, 2} · Jesús S. Troncoso ¹

¹ Departamento de Ecología y Biología Animal, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Vigo, Vigo, Spain.

² Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

ABSTRACT

El presente estudio es una descripción del uso de la costa rocosa por parte de la gaviota patiamarilla y el cormorán moñudo de las Islas Cíes, N.W. España. Se usó un método instantáneo con fotografías digitales para el conteo de las aves presentes en los acantilados inaccesibles de estas islas. El número de gaviotas en el litoral superior fue similar entre las dos islas y entre la costa expuesta o protegida a la influencia oceánica. La densidad por hectárea de gaviotas fue alta en el litoral medio y bajo, principalmente en la costa protegida. La costa expuesta de las islas cuenta con más área en los diferentes horizontes de sus acantilados, donde se observaron más individuos, pero la densidad por hectárea fue baja. Durante el período de estudio (febrero y marzo), la disponibilidad de comida y su acceso fueron los factores que influyeron en la cantidad observada de gaviotas en el intermareal. Dichas condiciones toman relevancia en el apareo y período de anidación siguientes. En el caso de los cormoranes fue común encontrarlos formando agrupaciones de pesca en el litoral medio (2-10 m nivel del mar) para acceder a los bancos de arena en la marea baja. Otros individuos de estas aves se encontraron en reposo en la zona superior del litoral, en sitios para descanso o algunos defendiendo sus territorios.

Keywords: Aves costeras, mejillones, *Mytilus galloprovincialis*, conducta, ecología.

INTRODUCCIÓN

Las poblaciones de aves son indicadores de la biodiversidad y calidad del hábitat, por el uso de una amplia gama de dimensiones que poseen sus nichos (St-Louis *et al.* 2006). Se asocia la distribución espacial de las aves costeras a la

fase de cría, donde ellas concentran sus poblaciones en sitios donde las presas están más disponibles (Amorim *et al.* 2009). También, la selección del sitio para la cría por aves costeras en los archipiélagos es afectada por la topografía del terreno (capacidad de locomoción para las aves), el lecho marino y su profundidad (disponibilidad del alimento), sitios de bajo estrés físico (resguardo a la exposición del oleaje), así como factores biológicos como la presencia de parejas para el cortejo, sitios más adecuados para la puesta de los huevos, entre otros (Rönkä *et al.* 2008).

Los territorios de las islas son importantes para la existencia de poblaciones de aves costeras en otras regiones del mundo (Amorim *et al.* 2009). En la costa gallega (NW, España), un gran número de islas soportan poblaciones de estas aves (Velandó *et al.* 2005a). Por ejemplo, las Islas Cíes tienen una población de anidada aproximada de 1000 parejas del cormorán moñudo, *Phalacrocorax aristotelis* (Linnaeus, 1758), (Velandó 2000, 2001), y 25000 parejas de las gaviota patiamarilla, *Larus cachinnans* Pallas, 1811 (Alonso-Álvarez y Velandó 2003).

El cormorán construye sus nidos en cavidades formadas por rocas caídas (Velandó 2001), y las gaviotas anidan en los precipicios de la costa oeste de las islas. La población de gaviotas tiende a poner los primeros huevos entre la última semana de abril y la primera de mayo (Pérez *et al.* 2006). Por varios años la extracción de huevos de gaviota y pollos de cormorán para consumo humano desplazó la zona de anidada de estas aves hacia los precipicios más inaccesibles (Villas-Paz *et al.* 2005). Las Islas Cíes se declararon Parque Natural en 1980 y Zona Especial de Protección de Aves en 1988. Con las leyes de protección, las aves crían en las laderas sin la

presencia de depredación por humanos (Villas-Paz *et al.* 2005). De esta manera, en Galicia el 98% de la población de gaviotas anida en estas islas, y desde los años setenta, la población de *L. cachinnans* se multiplicó con un incremento anual del 12% (Munilla 1997a). Además, el número de parejas de cormoranes en las Islas Cíes aumentó de 1986 a 1992 (Velando y Freire 2002). Así, se sabe bien que, en enero, las gaviotas empiezan a ocupar los acantilados de las islas, para anidar al principio de abril. Vienen de costas alrededor de Galicia, Portugal y Asturias (ARCEA 2006). Por otro lado, los cormoranes son principalmente sedentarios y se quedan alrededor de las colonias de cría todo el año (Velando *et al.* 2005b).

Para estas aves costeras la mayoría de estudios se enfocan en estrategias de apareamiento y de su periodo de anidada (Alonso-Álvarez y Velando 2003, Velando 2000, 2001, 2002). Información ecológica y datos de la conducta antes de los periodos de apareamiento de ambas especies, son escasos. El presente estudio hace una cuantificación del uso de la costa rocosa durante una marea baja por parte de la gaviota patiamarilla y el cormorán moñudo en la Islas Cíes, N.W. España. Utilizamos un método instantáneo para conteos de aves que usan los acantilados más inaccesibles, utilizando fotografía digital.

MATERIALES Y MÉTODOS

La costa rocosa de las islas Sur y Norte del Parque Nacional Islas Cíes, N.W. España, fue muestreada durante el periodo de mareas bajas vivas del 28 de febrero y 14 del marzo de 2009, respectivamente. La línea de costa expuesta y protegida del Archipiélago (Fig. 1) se inspeccionó fotográficamente (cámara de 7 megapíxeles) desde un bote con motor fuera de borda. Se tomó un total de 482 imágenes siguiendo los 40 transectos ubicados en la Figura 1. Cada fotografía se tomó en un punto independiente de la pared rocosa. Las fotografías abarcaron desde el nivel de baja mar hasta por encima de la línea de vegetación litoral. La altura (~35 cm) de la gaviota *L. cachinnans*, capturada en primer plano en cada fotografía se usó para calibrar la escala espacial de las imágenes y convertir las coordenadas x-y de píxeles a una escala métrica. De esta manera, la altura (coordenada y de la imagen) sobre el nivel del mar de cada individuo de gaviotas y cormoranes, la línea de vegetación y el límite superior de los mejillones (*Mytilus galloprovincialis*) presentes en la roca se estimaron en centímetros por análisis digital de imágenes con el comando "Point" del software UTHSCSA Image Tool, desarrollado por University of Texas Health Science Center, San Antonio, Texas (<http://ddsdx.uthscsa.edu/dig>).

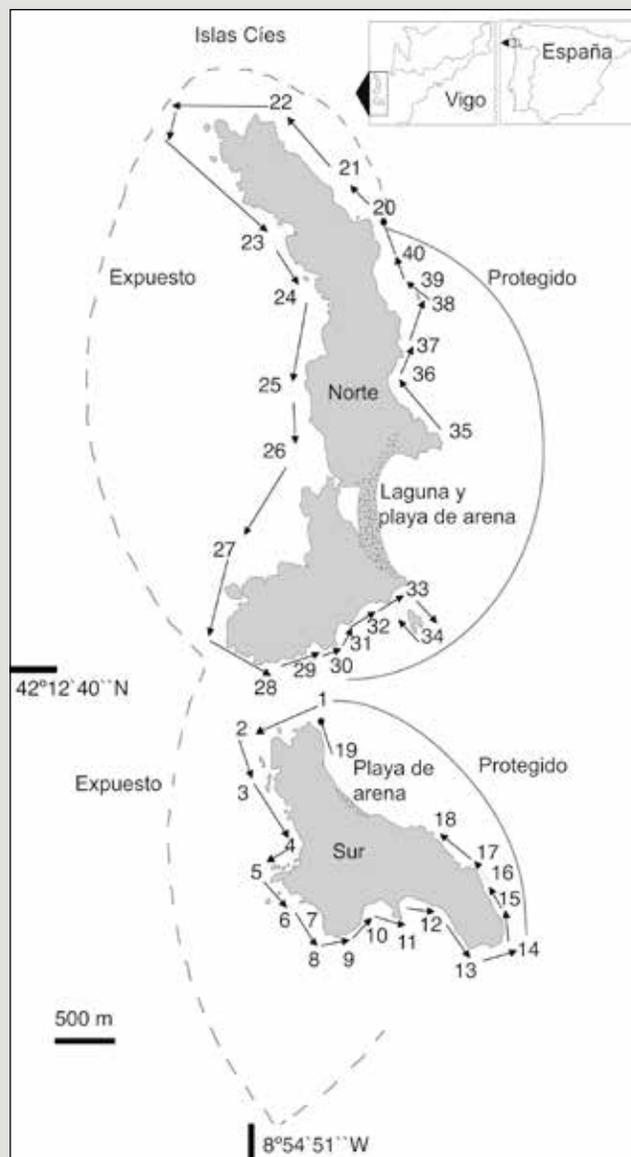


Fig. 1. Secciones de la costa rocosa y la condición de exposición al océano en el Parque Nacional Islas Cíes, NW España. 2009. Líneas de exposición basadas en Acuña-Castroviejo *et al.* 1984.

TABLA 1. ÁREA MUESTREADA FOTOGRÁFICAMENTE (HECTÁREAS) DE TRES ZONAS EN LA COSTA ROCOSA SEGÚN ISLA Y SU CONDICIÓN DE EXPOSICIÓN AL OCÉANO

Zona del intermareal	Expuesto		Protegido	
	Norte	Sur	Norte	Sur
Litoral superior	9.7	1.8	0.6	0.3
Litoral medio	9.9	2.8	1.0	0.4
Litoral bajo	1.8	1.1	0.5	0.2

Para medir el uso vertical de las paredes rocosas, el número de aves costeras (gaviotas o cormoranes) fueron contabilizados en toda la zona litoral, desde la zona superior (sobre la línea de vegetación litoral), el litoral alto (abajo de la línea de vegetación pero sobre el límite superior de mejillones) y el litoral bajo (abajo del límite superior del mejillón). El número de aves costeras en dichas zonas del intermareal en ambas islas y según su condición de exposición al oleaje, se comparó por Chi cuadrado; corregido por el área de muestreo fotografiada. El uso de la costa rocosa se representó como el número de individuos por hectárea por zona del intermareal, durante el muestreo. En el litoral bajo se cuantificó cuantas gaviotas realizaban búsqueda o consumo de alimento y cuantas estaban en reposo o interactuando. Valores que se compararon de igual manera con pruebas de Chi cuadrado.

RESULTADOS

El área de la pared rocosa es más grande en la Isla Norte que en la Isla Sur. Además, el área es más grande para cada zona del intermareal en la costa expuesta que en la protegida de ambas islas, por lo que el bosque o la vegetación litoral aparecen más arriba en la costa expuesta. En cada cara de las islas, el litoral bajo tiene un área menor que las zonas más altas y el área de la zona superior varía debido a la altura de la pared rocosa entre islas. Estas características se reflejaron en el área muestreada (Tabla 1).

La figura 2 presenta las diversas actividades de las aves marinas en la orilla rocosa de ambas islas, que incluyen búsqueda de alimento, interacciones y descanso. La figura 3, muestra la dispersión de gaviotas observadas en las Islas Cíes. Las gaviotas tienen un espacio vertical más amplio en la costa expuesta. Se observó un total de 3224 individuos en la Isla Norte y 1289 en la Isla Sur. La costa expuesta del archipiélago sumó 3411 gaviotas y la costa protegida 1102 individuos. El Chi cuadrado probó diferencias en la cantidad de gaviotas usando el área

TABLA 2. GAVIOTAS POR HECTÁREA LAS TRES ZONAS EN LA COSTA ROCOSA SEGÚN ISLA Y SU CONDICIÓN DE EXPOSICIÓN AL OCÉANO

Zona del intermareal	Expuesto		Protegido	
	Norte	Sur	Norte	Sur
Litoral superior	142	184	144	152
Litoral medio	99	229	476	422
Litoral bajo	23	44	495	263



Foto: Cristian Aldea.

rocosa según su posición en las islas ($X^2=1932.17$, d.f.=6, $p<0.001$). El menor número de gaviotas ocurrió en el litoral bajo de la costa expuesta con 41 y 48 gaviotas en la Isla Norte y Sur, respectivamente. Un número alto de gaviotas ocurrió en la costa protegida de las islas (266 individuos en la Isla Norte y 59 en la Isla Sur). La costa protegida presentó más uso por hectárea del intermareal bajo que en la costa expuesta (Tabla 2). La cara expuesta de la Isla Norte presentó un bajo uso por hectárea del litoral bajo por parte de las gaviotas (Tabla 2).

Gaviotas: Las gaviotas en el litoral bajo de ambas costas (expuesta y protegida) se encontraron mayoritariamente en reposo, en segundo lugar se dedicaron a la búsqueda de alimento (escaneo visual), y su consumo (Fig. 4). Solo unas pocas parejas de aves interactuaban mientras buscaban o consumían el alimento. La prueba de Chi cuadrado con el número de gaviotas observadas no brinda diferencias ($X^2=2.25$, d.f.=3, $p=0.523$), pero al corregir el número de gaviotas en cada actividad por el área del intermareal en cada costa se encuentra que hubo más gaviotas haciendo cada actividad en la costa protegida ($X^2=819.14$, d.f.=3,

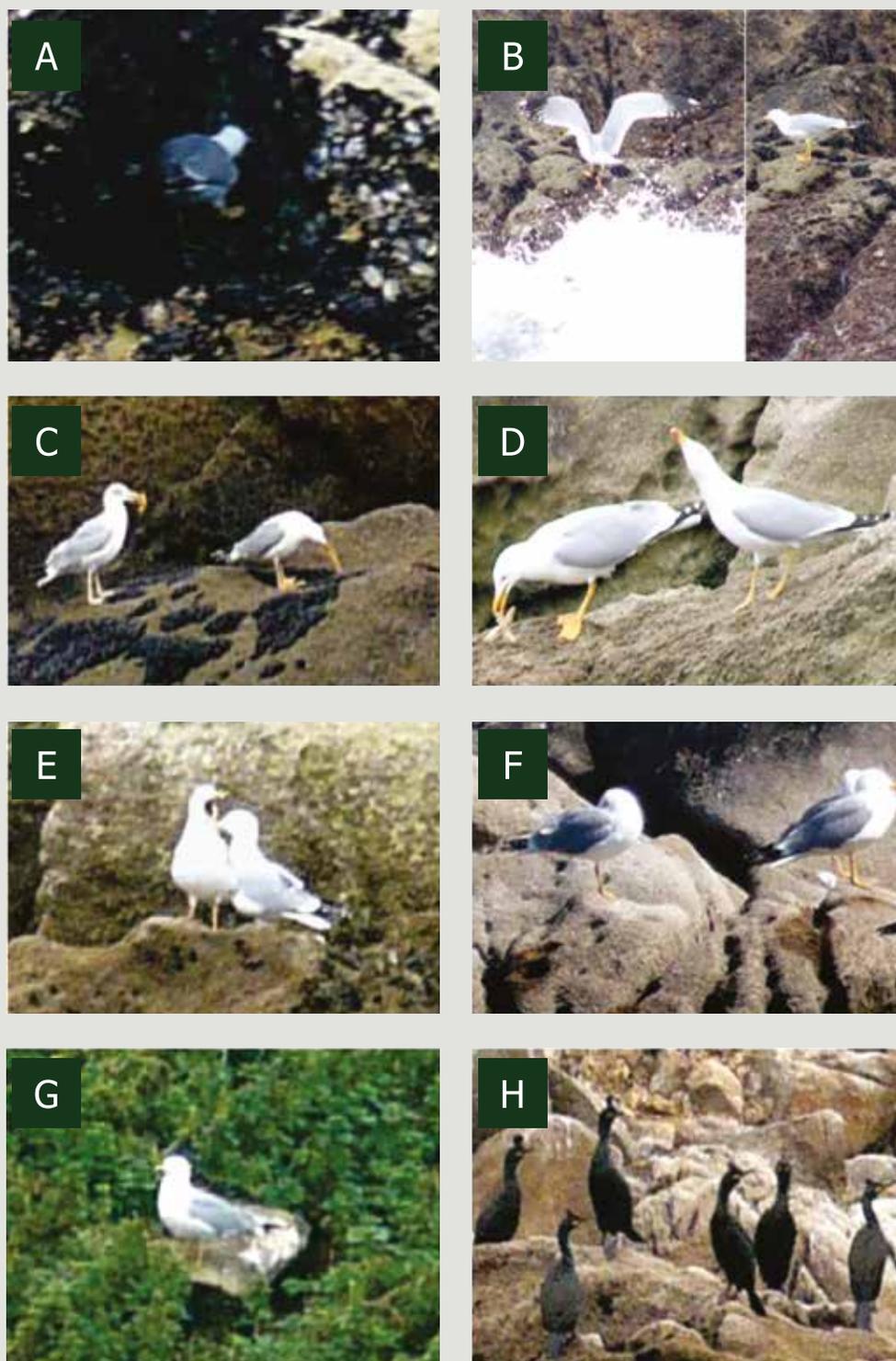


Fig. 2. Actividades realizadas por aves costeras en la costa rocosa de Islas Cíes, NW España. Gaviotas A) buscando en el intermareal bajo, B) escapando del oleaje, C) comiendo mejillones, D) comiendo asteroideos, E) interactuando por comida, F) descansando en el litoral medio, y G) en el litoral superior. H) Cormorán moñudo, grupo de pesca en reposo en el litoral medio.

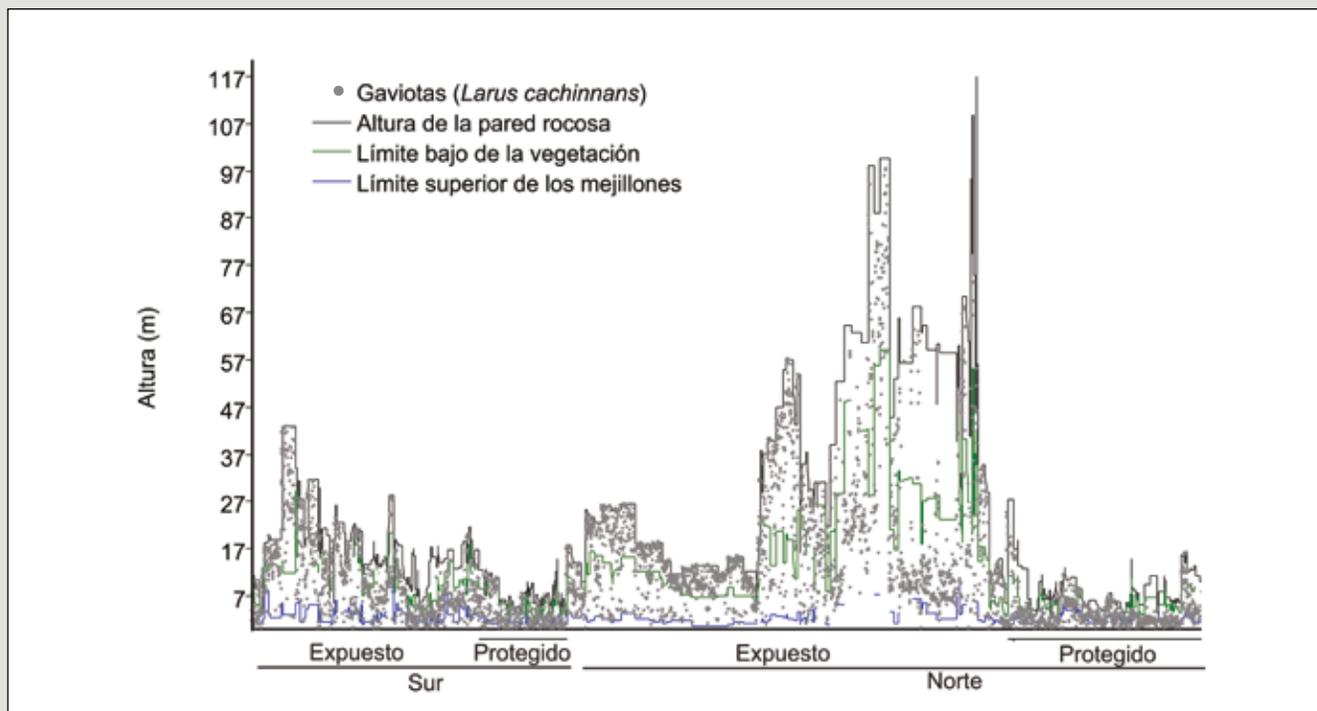


Fig. 3. Dispersión de la gaviota patiamarilla (altura sobre el nivel del mar), por isla y condición de exposición al océano. Islas Cíes, NW España.

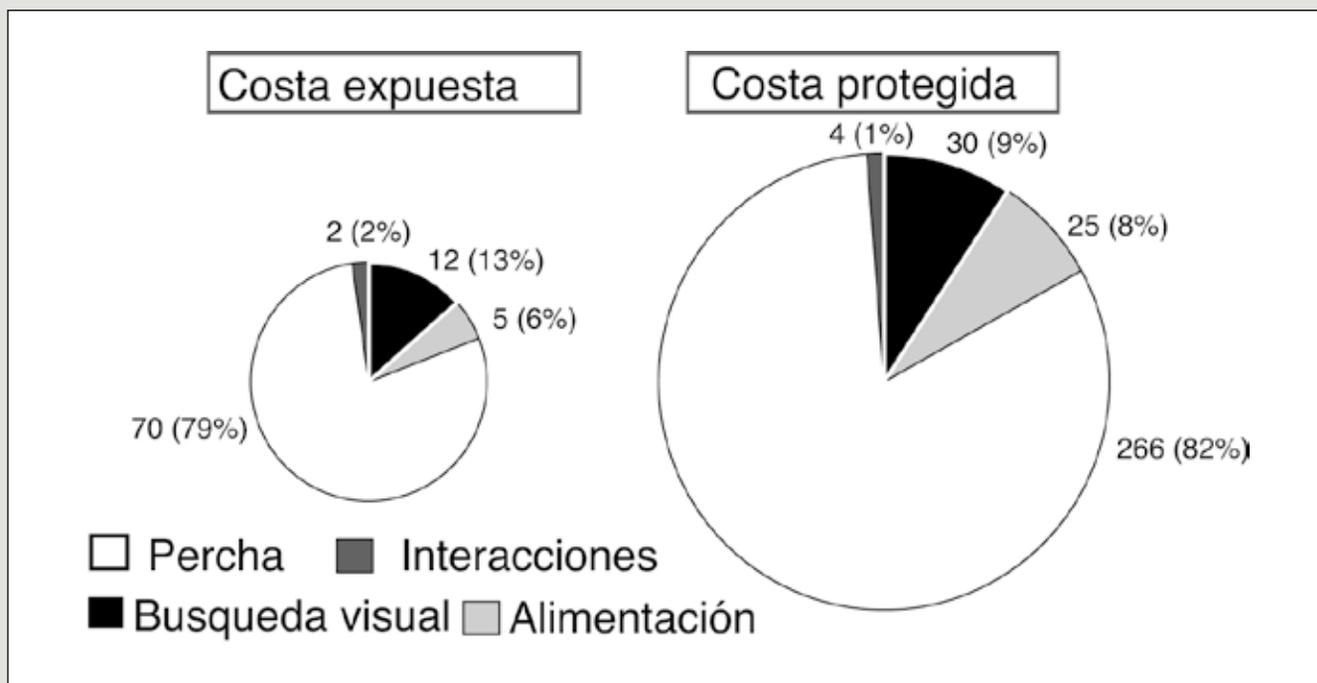


Fig. 4. Número y porcentaje de gaviotas realizando diversas actividades en el litoral bajo, Islas Cíes, España. El tamaño de los círculos es proporcional a la densidad por hectárea.

$p < 0.001$), que cuenta con menos espacio vertical que la costa expuesta. Así, en la costa protegida se encontró más individuos en relación al área de roca disponible (Fig. 4).

Durante nuestros muestreos, hemos observado más gaviotas en el litoral medio de la costa expuesta (977 en la Isla Norte y 638 en el Sur), que en la costa protegida (474 en la Isla Norte y 170 en la Isla Sur). Sin embargo, la densidad de usuarios por hectárea fue baja en las caras expuestas, donde el litoral medio tiene más área (Tabla 2). La Isla Norte también presentó un uso más bajo que la Isla Sur (Tabla 2). En la zona superior del litoral se localizaron más aves en la costa expuesta (1375 gaviotas en Isla Norte y 332 en Isla Sur), comparado con la costa protegida (91 gaviotas en Isla Norte y 42 Isla Sur). En este caso la densidad de usuarios por hectárea fue más alta en la cara expuesta de la Isla Sur (Tabla 2).

Cormoranes: La figura 5 muestra la dispersión de los cormoranes en la costa rocosa de las Islas Cíes. Se observó un total de 75 individuos en la Isla Sur y 53 cormoranes en la Isla Norte. El número de cormoranes fue de 106 individuos en la costa expuesta y 22 individuos en la protegida. La prueba de Chi cuadrado determinó esa diferencia en la cantidad de cormoranes que usan el área rocosa según su posición en el archipiélago ($X^2 = 171.94$, d.f. = 6, $p < 0.001$). En el litoral bajo, se observó solo un cormorán en cada cara protegida de las islas. Esta zona del intermareal fue usada por cuatro individuos por hectárea (Tabla 3), mientras en la costa expuesta no se encontraron individuos (Tabla 3). En la cara expuesta, en el litoral medio se observó más individuos (32 cormoranes en Isla Norte y 39 en Isla Sur), que en la protegida (3 cormoranes en la Isla Norte y 11 en Isla Sur). Pero el uso por hectárea (Tabla 3), fue significativamente más alto en la Isla Sur. Este mismo patrón se dio con los cormoranes en la zona superior (15 individuos en la Isla Norte y 20 en la Isla Sur), el número de cormoranes en relación con el área fue más alto para la Isla Sur. En la costa protegida se encontró solo dos cormoranes en la Isla Norte y cuatro en la Isla Sur. La parte superior de la Isla Norte, fue utilizada más por hectárea que la Isla Sur (Tabla 3).

DISCUSIÓN

Similares resultados a los hallados por nosotros para las Islas Cíes, fueron encontrados por Rönkä *et al.* (2008) para varias aves costeras en el archipiélago Finandés, Mar Báltico. La mayor parte de estas islas poseen un área pequeña, cobertura pobre de árboles, costa rocosa, y una capa de suelo delgada. En esta zona, las aves escogen las costas abiertas de las islas más altas

TABLA 3. CORMORANES POR HECTÁREA USANDO LAS TRES ZONAS EN LA COSTA ROCOSA SEGÚN ISLA Y SU CONDICIÓN DE EXPOSICIÓN AL OCEANO

Zona del intermareal	Expuesto		Protegido	
	Norte	Sur	Norte	Sur
Litoral superior	2	11	3	14
Litoral medio	3	14	3	27
Litoral bajo	0	0	2	4

para la anidación. Villablanca *et al.* (2007) también encuentra semejanzas con las Islas Cíes, mencionando que las especies de *Larus* muestran sus mayores abundancias en aguas neríticas, asociadas con la localización de las colonias de cría.

En la zona superior del litoral, y por no estar en época de anidación, no se encontraron agregaciones masivas de aves, con preferencia por alguna de las dos islas o tipo de costa. Muchos de los individuos escogerán en los meses siguientes los sitios más idóneos para anidar en los acantilados de las islas (Alonso-Álvarez y Velando 2003). Así, en el presente estudio (febrero y marzo de 2009), ambas especies estaban en el período del pre-apareamiento (Alonso-Álvarez y Velando 2001). Para este momento, los ejemplares machos de cada especie comienzan a defender sus territorios para la próxima época de apareamiento. Los cormoranes no se dispersan lejos de sus colonias y empiezan a defender territorios en noviembre y el cortejo de las gaviotas comienza en abril (Ardea 2006), (Velando 1997).

Varias de las gaviotas que se observaron durante el muestreo usaban la zona intermareal baja. Las gaviotas estuvieron principalmente presentes en la costa protegida, donde la altura de la ola y su período es menor que en la costa expuesta (Queralt *et al.* 2002). En esta zona las aves tienen acceso a fuentes de alimento, como los parches de mejillón (Fig. 2C), u otros invertebrados. Donde además el comportamiento agonístico “usando” o “con” los asteroideos *Marthasterias glaciaris* y *Asterias rubens* fue observado (Fig. 2D). Las aves en el intermareal bajo de la costa protegida tienen más oportunidad y seguridad para la consecución del alimento (forrajeo) (Fig. 2B). Por ejemplo, Munilla (1997b) encontró que *L. cachinnans* en Galicia, presenta como principales componentes de su alimento, el cangrejo pelágico, *Polybius henslowii* (36,4%), y los mejillones, *Mytilus galloprovincialis* (13,5%). La gran parte de las gaviotas en el intermareal bajo de Islas Cíes, se encontraron buscando o comiendo mejillones (Fig. 2A, C, Fig. 4). Similar pauta de alimentación, la



Foto: Cristian Aldea.

podemos encontrar para las gaviotas (*Larus smithsonianus* Coues) del otro lado del Atlántico, en las costas de Massachusetts, que forrajean en el intermareal bajo donde consumen mejillones, y cangrejos (Dumas y Witman 1993). Además, las Gaviotas Occidentales en Oregón consumen los reclutas de los mejillones *Mytilus* (Dumas y Witman 1993). Las agregaciones marinas de gaviotas se correlacionan con frentes (límite entre dos masas de agua), áreas de afloramiento y bancos de peces pelágicos. Así, la distribución de los recursos alimenticios explica los cambios en las poblaciones de esta gaviota a lo largo de la costa y su distribución en grupos (Villablanca *et al.* 2007).

Machos de gaviotas en buena condición (fitness) defienden un mejor territorio y a su hembra. Los que no lo hacen son expulsados a zonas menos pobladas de los acantilados (Alonso-Álvarez y Velando 2001). Además, la supervivencia de los embriones y más de los hijos macho es afectada por las condiciones alimenticias de alguno o ambos padres (Alonso-Álvarez y Velando, 2001, 2003, Pérez *et al.* 2006). De esta manera, la comida dada por el macho en el cortejo es importante para la condición óptima de la hembra (Velando 2004). Por lo tanto, el éxito de la reproducción está relacionado con la condición nutritiva de los adultos, y una concentración alta de colesterol es un indicador de la buena condición de la hembra (Alonso-Álvarez y Velando 2003). Los mejillones del litoral bajo son, por esto, una gran fuente de lípidos (Freites *et al.* 2002). El volumen de lípidos en los mejillones (*M. galloprovincialis*) tiene un máximo en invierno (Kopp *et al.* 2005), antes del apareamiento y del período de anidación de las gaviotas en Islas Cíes. En ese sentido, el forrajeo sobre mejillones

fue una de las actividades más realizada por las gaviotas en el período estudiado.

La costa expuesta tiene más área en los diferentes horizontes de los acantilados, y se observaron más individuos, pero la densidad por hectárea fue baja. La densidad de gaviotas fue alta en el litoral medio y bajo de la costa protegida. Hábitats resguardados aumentan el número de fauna móvil como lapas, estrellas de mar y cangrejos, todos presas de las gaviotas (pers. obs., Dumas y Witman 1993). Con los resultados del presente estudio se espera una baja tasa de depredación de mejillones en los acantilados expuestos y más alta depredación en la costa protegida de las Islas Cíes (Fig. 4).

En cuanto a los cormoranes, parejas de alta calidad, hacen el nido de primeros, en los mejores sitios, con protección del nido de la pleamar y de las condiciones atmosféricas adversas (Velando y Freire 2003). En las Islas Cíes los acantilados alcanzan 100-150 m y estos están cubiertos con rocas graníticas caídas a diversas alturas en la pared de roca (Velando y Freire 2001). Estas rocas ofrecen seguridad y calidad para el período de anidada (Velando y Freire 2001). La presencia de individuos encontrados en el litoral superior, indican sitios posiblemente defendidos por machos. Pero todos los cormoranes en el presente estudio se localizaron por abajo de 25 m sobre nivel del mar. Otra explicación es que los adultos usan los acantilados como sitios de descanso. Estas zonas pueden también tener un propósito social para los adultos (Velando y Freire 1999; Velando *et al.* 1999). Se encontraron más cormoranes usando el litoral superior en la isla Sur.

El cormorán moñudo se alimenta de peces pelágicos y bentónicos (Velando y Freire 1999). Los individuos de cormorán en el medio litoral, estaban entre 2 a 10 m del nivel del mar. Varios grupos de cormoranes se situaban en la roca desnuda y plana de los afloramientos rocosos, relativamente protegidos de los sitios 8-12, en la costa expuesta de la Isla Sur. Un número más grande de adultos al nivel del mar, se observan más fácilmente durante las mareas bajas (Velando 2001), concordando con los datos obtenidos también para este estudio. Ese es el período de tiempo favorito de estas aves para alimentarse (Velando 2001). Esta especie forma agrupaciones de pesca del lanzón (Ammodytidae), en bancos de arena cerca de las colonias (Velando y Freire 1999; Velando *et al.* 1999). Grupos "estables" de individuos explotan mejor sus recursos en un ambiente poco constante (Velando 2000, 2001), y en las Islas Cíes, los sectores con alimento se localizan principalmente en la costa protegida (Velando *et al.* 2005a).

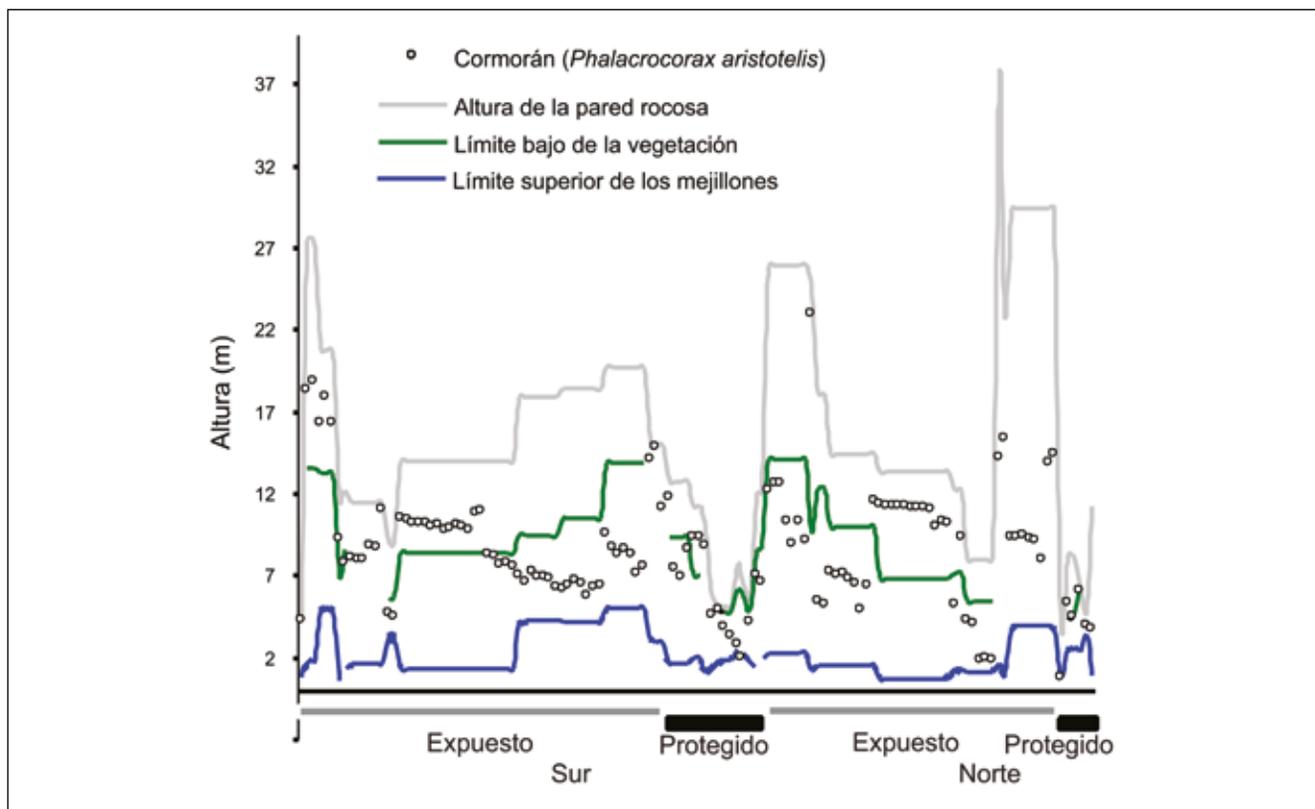


Fig. 5. Dispersión del Cormorán moñudo (altura sobre el nivel del mar), por isla y condición de exposición al océano. Islas Cíes, NW España.

Para concluir, al final del invierno (período del pre-apareamiento), las gaviotas y cormoranes buscan alimento y territorios, que se requieren como condición óptima indispensable para el siguiente apareamiento y el éxito del nido. La costa protegida permite más beneficios que costas durante la bajamar debido a que ofrece más tiempo de acceso de las gaviotas a las fuentes de alimento en el litoral bajo. Dichas fuentes de alimento contienen un alto volumen de lípidos, que resultan en buenas condiciones para que las gaviotas realicen el cortejo y el cuidado parental. Los bancos de la arena son abundantes en la costa protegida y en aguas poco profundas durante la bajamar, esta condición explica el número de cormoranes agrupados para pescar durante la marea baja en los afloramientos rocosos.

Agradecimientos: Agradecemos a los colegas Marcelo Rodrigues Gómez, Cristian Aldea y Patricia Esquete del Laboratorio de Adaptaciones de Animales Marinos, Universidad de Vigo por su ayuda con el trabajo de campo. Cristian Aldea tomó las fotografías de la Fig. 2B y D.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acuña-Castroviejo, R. C.; Durán-Neira, Rodríguez-Solórzano, M. & A. Sanjuán-López. 1984. Campañas de estudio del macrobentos infralitoral rocoso en el parque natural de las islas Cíes (NW de España). II. Actas IV Simp. Ibér. Estud. Benthos Mar. 1: 287-305.
2. Alonso-Álvarez, C. & A. Velando. 2001. Effect of testosterone on the behaviour of Yellow-legged gulls (*Larus cachinnans*) in a high-density colony during the courtship period. *Ethol. Ecol. Evol.* 13: 341-349.
3. Alonso-Álvarez, C. & A. Velando. 2003. Female body condition and brood sex ratio in Yellow-legged Gulls *Larus cachinnans*. *Ibis* 145: 220-226.
4. Amorim, P., M. Figueiredo, M. Machete, T. Morato, A. Martins & R. Serrão-Santos. 2009. Spatial variability of seabird distribution associated with environmental factors: a case study of marine Important Bird Areas in the Azores. *ICES J. Mar. Sci.* 66: 29-40.
5. ARCEA. 2006. Guía de la Fauna Terrestre del Parque Nacional de las islas Atlánticas de Galicia. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente. Vigo.
6. Dumas, J. V. & J. D. Witman. 1993. Predation by Herring Gulls (*Larus argentatus* Coes) on two rocky intertidal crab species [*Carcinus maenas* (L.) & *Cancer irroratus* Say]. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 169: 89-101.
7. Freitas, L., M. J. Fernández-Reiriz & U. Labarta. 2002. Lipid classes of mussel seeds *Mytilus galloprovincialis* of subtidal and rocky shore origin. *Aquaculture* 207: 97-111.
8. Hilgerloh, G. & H. Siemoneit. 1999. A simple mathematical model upon the effect of predation by birds on a blue mussel (*Mytilus edulis*) population. *Ecol. Model.* 124: 175-182.
9. Joiris, C.R. 2000. Summer at-sea distribution of seabirds and marine mammals in polar ecosystems: a comparison between the European Arctic seas and the Weddell Sea, Antarctica. *J. Mar. Syst.* 27: 267-276.
10. Kopp, J., F. Cornette & C. Simonne. 2005. A comparison of growth and biochemical composition of *Mytilus galloprovincialis* (Lmk.) and *Mytilus edulis* (L.) on the West coast of Cotentin, Normandy, France 1999-2000. *Aquaculture Internat.* 13: 327-340.
11. Munilla, I. 1997a. Estudio de la población y la ecología trófica de la gaviota patiamarilla (*Larus cachinnans*) en Galicia. PhD thesis, Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela.
12. Munilla, I. 1997b. Henslow's swimming crab (*Polydora henslowii*) as an important food for yellow-legged gulls (*Larus cachinnans*) in NW Spain. *ICES J. Mar. Sci.* 54: 631-634.
13. Pérez, C., A. Velando & J. Domínguez. 2006. Parental food conditions affect sex-specific embryo mortality in the yellow-legged gull (*Larus michahellis*). *J. Ornithol.* 147: 513-519.
14. Queralt, S., Rodríguez-Fernández, N., A. M. Bernabeu, D. Rey & F. Villas. 2002. Características morfosedimentarias de las playas de la Ría de Vigo: influencia de las condiciones hidrodinámicas. *Geogaceta* 32: 211-214.
15. Rönkä, M., H. Tolvanen, E. Lehtikoinen, M. von Numers & M. Rautkari. 2008. Breeding habitat preferences of 15 bird species on south-western Finnish archipelago coast: Applicability of digital spatial data archives to habitat assessment. *Biol. Conserv.* 141: 402-416.
16. St-Louis, V., A. M. Pidgeon, V. C. Radeloff, T. J. Hawbaker & M. K. Clayton. 2006. High-resolution image texture as a predictor of bird species richness. *Rem. Sens. Env.* 105: 299-312.
17. Velando, A. & J. Freire. 1999. Intercolony and seasonal differences in the breeding diet of European shags on the Galician coast (NW Spain). *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 188:225-236.
18. Velando, A. & J. Freire. 2001. How general is the central-periphery distribution among seabird colonies? Nest spatial pattern in the European shag. *Condor* 103: 544-554.
19. Velando, A. & J. Freire. 2002. Population modelling of European shag at their southern limit: conservation implications. *Biol. Conserv.* 107:59-69.
20. Velando, A. & J. Freire. 2003. Nest-site characteristics, occupation and breeding success in the European shag. *Waterbirds* 26: 473-483.
21. Velando, A. 1997. Ecología y comportamiento del cormorán moñudo *Phalacrocorax aristotelis* en las Islas Cíes y Ons. PhD thesis, Universidad de Vigo, Vigo.
22. Velando, A. 2000. The importance of hatching date for dominance in young shags. *Anim. Behav.* 60: 181-185.
23. Velando, A. 2001. Postfledging crèche behavior in the European shag. *J. Ethol.* 19:121-127.
24. Velando, A. 2004. Female control in yellow-legged gulls: trading paternity assurance for food. *Anim. Behav.* 67: 899-907.
25. Velando, A., D. Álvarez, J. Mouriño, F. Arcos & A. Barros. 2005a. Population trends and reproductive success of the European shag *Phalacrocorax aristotelis* on the Iberian Peninsula following the Prestige oil spill. *J. Ornithol.* 146: 116-120
26. Velando, A., I. Munilla & P. M. Leyenda. 2005b. Short-term indirect effects of the 'Prestige' oil spill on European shags: changes in availability of prey. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 302: 263-274.
27. Velando, A., J. E. Ortega-Ruano & J. Freire. 1999. Chick mortality in European shag *Stictocorax aristotelis* related to food-limitations during adverse weather events. *Ardea* 87: 51-59.
28. Vilas-Paz, A., B. Gamallo-Liste, J. Framil-Barreiro, J. Bonache-López, K. Sanz-Ochoa, M. Lois-Silva & M. Toubes Porto. 2005. Atlantic Islands of Galicia National Terrestrial-Maritime Park. Galicia. Visitor's Guide. Autonomous Body for National Parks. Galicia.
29. Villablanca, R., G. Luna-Jorquera, V. H. Marín, S. Garthe & A. Simeone. 2007. How does a generalist seabird species use its marine habitat? The case of the kelp gull in a coastal upwelling area of the Humboldt Current. *ICES J. Mar. Sci.* 64:1348-1355.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS NECESIDADES NUTRICIONALES DE DIVERSAS CEPAS DE AMEBAS LIMAX

Marta Castro Pérez, Alina Lavinia Grigoras, Cristina Arias Fernández, Laura González Neira, Lorena Paganini Costas

Laboratorio de Parasitología. Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud. Facultad de Biología, Universidade de Vigo.

RESUMEN

Las Amebas limax o amebas de vida libre (AVL) tienen una gran importancia en los ecosistemas acuáticos y terrestres, alimentándose y asociándose con una gran variedad de microorganismos. En este trabajo se muestran las necesidades nutricionales de diversas cepas de Amebas limax, aisladas de cinco muestras de agua diferentes. Para ello utilizamos una serie de microorganismos, entre ellos cinco bacterias y seis levaduras. Los resultados obtenidos demuestran una mayor preferencia de las amebas por las bacterias anaerobias facultativas. También se llevaron a cabo pruebas de termotolerancia, las cuales demuestran que las cepas aisladas no son potencialmente patógenas, aunque tienen una gran importancia sanitaria debido a su capacidad para transportar microorganismo patógenos de humanos y animales.

Palabras clave: Ameba limax, fagocitosis, crecimiento, bacterias, levaduras.

Introducción, Materiales y Métodos y Resultados (en otro archivo).

INTRODUCCIÓN

Las amebas de vida libre (AVL) son protozoos, eucariontes y aerobios (Becerril, 2014). Se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza, siendo aislados en fuentes de agua, dulce o salada, en el suelo, o con preferencia aquellas fuentes de agua que están contaminadas o estancadas, con materia orgánica en descomposición, rejillas de ventilación e incluso en soluciones oftálmicas. También se han encontrado en diferentes tipos de poblaciones sean urbanas, semiurbanas y rurales, lo que nos indica que su ubicación

no depende de una zona determinada (Carbal *et al.*, 2016). Son más abundantes en aquellas aguas que presenten una temperatura superior a los 25°C, así como aguas naturales de los trópicos y subtropicales (Bonilla *et al.*, 2004). También se les conoce como amebas anfitriónicas porque tienen la dualidad tanto de vivir libremente en la naturaleza, como la capacidad de inducir enfermedades en el ser humano y en los animales (Becerril F., 2014).

Estos protozoos tienen gran importancia biológica y ecológica, mejorando el reciclaje de nutrientes y ocupando un lugar esencial en el circuito microbiano de las comunidades naturales acuáticas, alimentándose y asociándose con bacterias, cianobacterias, diatomeas, otros protozoos y hongos (Gallegos *et al.*, 2014).

También se caracterizan por tener una nutrición heterótrofa, alimentándose de forma osmótrofa o holozoica (por fagocitosis) (Gallegos *et al.*, 2014). La fagocitosis es la internalización (vía receptor y dependiente de moléculas de actina) de las partículas o de microorganismos dentro de vesículas, esto puede ocurrir en cualquier punto de la ameba. El mecanismo de fagocitosis implica: El reconocimiento de la partícula por los receptores de la superficie de la célula fagocitaria; La generación de señales que activan el citoesqueleto; La formación de los pseudópodos que introducen la partícula. (Pertuz *et al.*, 2014).

La partícula de alimento englobada, junto con agua ambiental, constituyen una vacuola digestiva o fagosoma que, al unirse con los lisosomas portadores de los enzimas digestivos forman el fagolisosoma en cuyo interior tendrá lugar el proceso digestivo, aislado del citoplasma (Berenguer, 2007). Conforme

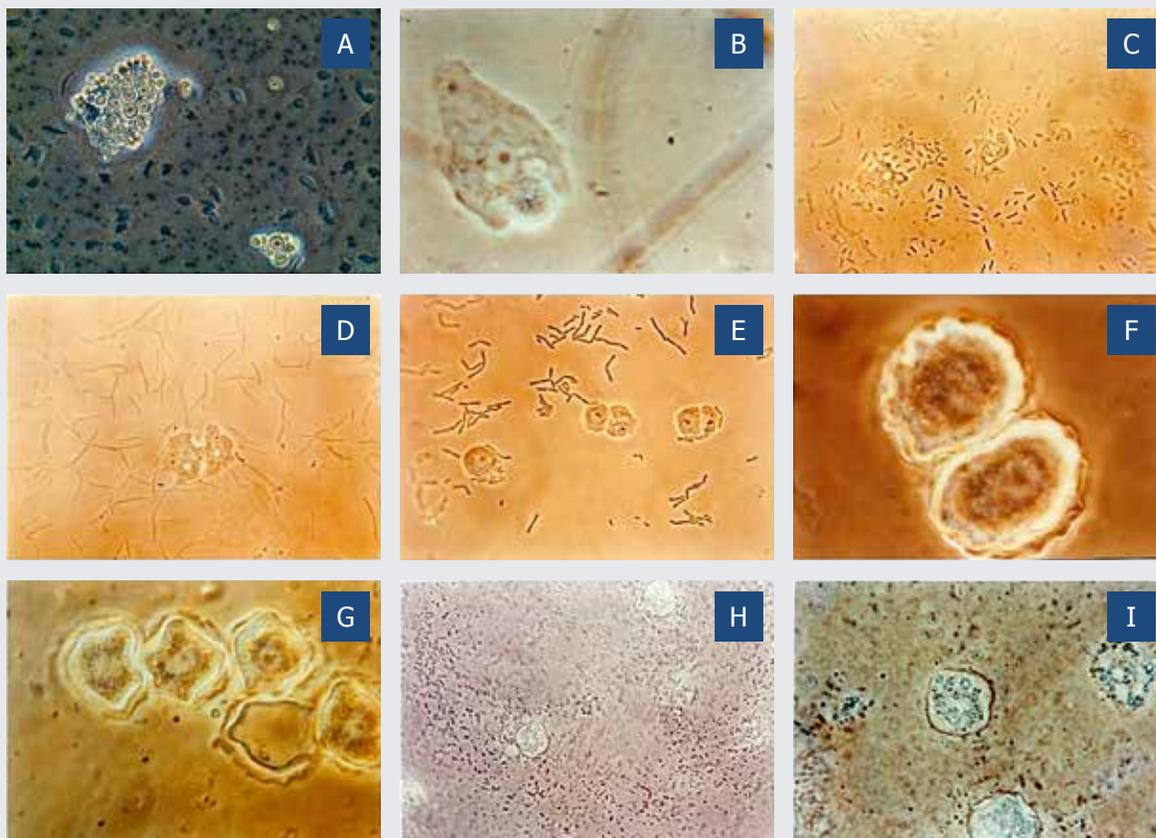


Figura 1. Tipos y características morfológicas de las cepas de amebas encontradas; la imagen A obtenida en cultivo de placa agar y las imágenes B-I obtenidas en microcultivos; (A) quistes de *Acanthamoeba* sp. (flecha blanca) y trofozoitos (10x); (B) trofozoito de *Acanthamoeba* sp. en fagocitosis (100x); (C) trofozoitos de *Acanthamoeba* sp. (100x); (D) fase final de la mitosis en *Acanthamoeba* sp. (40x); (E) prequistes de *Acanthamoeba* sp. (40x); (F) quistes de *Acanthamoeba castellanii* (100x); (G) quistes maduras y un quiste vacío (flecha blanca) de *Acanthamoeba polyphaga* (100x); (H) quistes de *Acanthamoeba* sp. en distintas fases de regresión (40x); (I) quistes de *Acanthamoeba* sp. en fase de regresión (100x).

se produce la digestión en el interior de la vacuola por la acción enzimática, el agua y los materiales digeridos pasan al citoplasma. Los restos sin digerir son expulsados al exterior a través de la membrana plasmática (Hickman *et al.*, 2006). Las amebas tienen preferencia por las bacterias Gram negativas, consumiendo casi un 50% de la biomasa bacteriana. Dentro de éstas destacamos el grupo de las Enterobacterias, microorganismos procedentes del tracto intestinal (Gallegos *et al.*, 2014). (Pertuz *et al.*, 2014).

En las amebas del género *Naegleria*, parece haber una diferencia en los requerimientos nutricionales entre cepas patógenas y no patógenas. Estas diferencias no son tan evidentes en el caso de las especies del género *Acanthamoeba*. En su mayor parte, las especies patógenas y no patógenas de *Acanthamoeba* crecen bien en los mismos medios

Se ha demostrado que varias especies de amebas de vida libre, tanto patógenas como no patógenas, pueden actuar como vectores y reservorios de otros patógenos como mimivirus y enterovirus o bacterias como *Legionella pneumophila*, *Vibrio cholerae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Helicobacter pylori*, *Mycobacterium avium*, entre otras. De esta manera, las amebas protegen a las bacterias y otros microorganismos de los biocidas ambientales y antibióticos aplicados al huésped, así como los usan de medio de transporte y colonizar nuevos hábitat aprovechando los mecanismos de dispersión de las AVL (Becerril F., 2014). En las amebas del género *Acanthamoeba* destaca *Pseudomonas aeruginosa*, un importante patógeno (Galindo *et al.*, 2012), algo similar ocurre con *Campylobacter jejuni* (Olofsson *et al.*, 2013). Otras bacterias patógenas o potencialmente patógenas que se han descrito en asociación

con *Acanthamoeba* spp. son *Mycobacteria avium*, *Listeria monocytogenes*, *Burkholderia pseudomallei*, *Escherichia coli*, *Chlamydia* spp. y bacterias similares a *Chlamydia* y *Vibrio cholerae*. En este tema, la mayoría de los trabajos se centran en la relación de las Amebas limax, en concreto las especies *Acanthamoeba castellanii* y *Acanthamoeba polyphaga* y las distintas especies de Micobacterias (Taylor *et al.*, 2003) (Lamrabet *et al.*, 2012).

Por todo ello en este trabajo nos planteamos dos objetivos principales: El estudio del grado de crecimiento de las cepas de Amebas limax; *Acanthamoeba polyphaga*, aislada del Río Alvedosa (Redondela), *Acanthamoeba astronyxys* aislada de agua embotellada, *Acanthamoeba castellanii* y *Acanthamoeba* sp., y de los microorganismos que se emplean como alimento de dichos Protozoos y el estudios comparativos de las necesidades nutricionales de la cepas de Amebas limax objeto de estudio. Por otra parte y como objetivo secundario nos planteamos un estudio de termotolerancia de las cepas de Amebas limax anteriormente citadas y comprobación de la posible variación de la termotolerancia en la cepa de *Acanthamoeba polyphaga* aislada de un río en el año 2017 y que estaba mantenida en el laboratorio por resiembras sucesivas, en cultivo monoxénico.

DESARROLLO

Este estudio muestra las necesidades nutricionales de cinco cepas del género *Acanthamoeba*, desde un punto de vista hasta ahora no utilizado, el tiempo de enquistamiento. Al observar el tiempo de enquistamiento de estas amebas, podemos saber su capacidad de fagocitosis y si ésta es selectiva.

Para este trabajo se utilizaron las siguientes cepas de Amebas limax todas pertenecientes al género *Acanthamoeba*: *A. polyphaga* aislada del Río Alvedosa (Redondela); *A. astronyxis* aislada de un agua embotellada; *A. castellanii* aislada del estanque del Parque Quiñones de León y dos cepas de *Acanthamoeba* sp. aisladas de dos fuentes.

Los microorganismos que seleccionamos para comprobar la capacidad de fagocitosis de las cepas de amebas, fueron cinco bacterias (*Bacillus cereus*; *Escherichia coli* *Klebsiella* sp.; *Pseudomonas aeruginosa*; *Serratia* sp) y seis levaduras (*Candida glabrata*; *Candida parapsiposis*; *Kloeckera apiculata*; *Pichia pastoris* y *Saccharomyces cerevisiae*). Como medio de cultivo de estos microorganismos empleamos el TSB (Tryptic Soy Broth) para bacterias y el YEPD (Yeast Extract Peptone Dextrose) para las levaduras.

Para cultivo de las amebas, se realizaron los correspondientes cultivos en Placa Petri, las resiembras necesarias y los

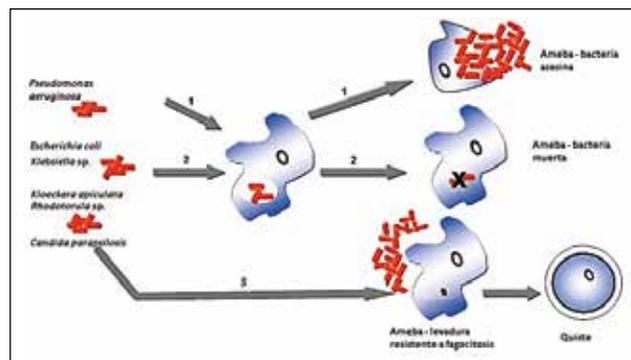


Figura 2. Diferentes formas de interacción *Acanthamoeba castellanii*-bacteria/levadura, figura modificada de Lamrabet *et al.* (2012).

microcultivos, siguiendo la metodología de uso habitual en este tipo de trabajos (Berenguer 2007), (Rodrigo 2014) (fig. 1).

Para verificar los resultados obtenidos con *P. aeruginosa*, se sembraron 3 placas en agar no nutritivo al 2%; 1 placa con *P. aeruginosa*, 1 placa con el sobrenadante del proceso de centrifugación *P. aeruginosa* y 1 placa control con *E. coli*. Para la obtención del sobrenadante libre de células se llevó a cabo centrifugación de los cultivos celulares después de 48 h de incubación, cultivos que alcanzaron una densidad óptima. Las condiciones de centrifugación fueron 15 min, 8.000 x g, 4°C y los sobrenadantes fueron esterilizados filtrando en membranas de acetato de celulosa de 0,2 µm (Leyton, *et al.*, 2015). Todos los pasos se llevan a cabo en condiciones de esterilidad.

Para realizar las pruebas de termotolerancia, todas las muestras aisladas se sembraron en placas de agar en medio monoxénico y se incubaron a 20°C, 37°C y 45°C, observando la presencia y crecimiento de trofozoítos y quistes, a las 24, 48 y 72 horas (Rodrigo, 2014). Para así poder calcular el rango de temperatura para cada muestra en el que se observaba crecimiento.

Una vez comprobado lo sucedido tanto con los trofozoítos como con los quistes a 37°C y 45°C, se volvieron a cultivar a 30°C, como temperatura más favorable, para comprobar si los quistes eran viables o no. Si eran capaces de desenquistarse y se observaban trofozoítos, indicaba que el quiste realmente permanece viable y por lo que se produce crecimiento cuando las condiciones son favorables. Por el contrario, si transcurridos 15 días no se obtenía presencia de trofozoítos y por lo tanto crecimiento, se consideró que los quistes eran inviables y que por lo tanto no habían conseguido resistir las altas temperaturas (Rodrigo, 2014).

RESULTADOS

Todas las cepas de *Acanthamoeba* crecieron bien en los cultivos básicos de mantenimiento en placa y en los microcultivos. En general, todas las cepas de Amebas en cultivo demuestran un Tiempo de enquistamiento (T.E.) largo, lo que significa gran capacidad de fagocitosis, con las bacterias *E. coli*, *B. cereus* y *Klebsiella*. La única excepción es la cepa de *A. astronyxis*, en la cual se observa un tiempo de enquistamiento largo única y exclusivamente con *E. coli*. En los cultivos con levaduras, todas las amebas se enquistan a las 24 horas, prácticamente nula capacidad de fagocitosis, excepto con las especies *C. glabrata*, *S. cerevisiae*. Con estas dos levaduras, los tiempos de enquistamiento oscilan entre las 48 y 72 horas, siempre tiempos muy inferiores a los cultivos con bacterias, en particular enterobacterias.

Los resultados obtenidos con las pruebas de Termotolerancia demostraron que ninguna de las 5 cepas presentó crecimiento a 37°C y 42°C, esto demuestra que no son patógenas. Los resultados de la cepa de *A. polyphaga* mantenida en el laboratorio por sucesivas resiembras coinciden con los datos obtenidos en 2017, no crece a 37°C y tampoco a 42°C, por lo tanto no hubo variación en la termotolerancia.

Comprobamos que el género *Acanthamoeba* puede lisar bacterias Gram-positivas y Gram-negativas alimentándose de ellas, siendo la cepa de *A. castellani*, la que presenta una mayor capacidad de fagocitosis y *A. astronyxis* la que tiene menor capacidad. Sin embargo, se producen claras diferencias en el tiempo de enquistamiento de varias de las cepas.

Coincidimos con todos los autores consultados al afirmar que las cepas de *Acanthamoeba* que estudiamos, fagocitan muy bien, *Escherichia coli*.

Un caso especial fue el de la fagocitosis de la bacteria *P. aeruginosa* altamente patógena, por *Acanthamoeba castellanii*. La ameba fagocita a la bacteria observándose la formación de una vacuola que consideramos era una vacuola digestiva. A los seis días del comienzo de la fagocitosis observamos que la bacteria no fue digerida. Al contrario de lo ocurrido con otras bacterias, *P. aeruginosa* se multiplicó rápidamente produciendo la muerte de la ameba (Figura 2). Este resultado coincide con los obtenidos por Abdet al. (2008). Estos autores demostraron que la bacteria extracelular *P. aeruginosa*, una vez fagocitada por *Acanthamoeba castellanii*, se comporta como un parásito intracelular generando una vacuola parasitófora llegando a producir tanto la apoptosis como la necrosis de la ameba.

CONCLUSIONES

De las pruebas de fagocitosis podemos concluir, que son las bacterias anaerobias facultativas, las más idóneas como alimento para las cepas de Amebas *Limax* estudiadas.

Las pruebas de termotolerancia demostraron que las AVL estudiadas no sobreviven a 37°C ni a 45°C, esto nos hace concluir que no son potencialmente patógenas para las personas inmunocomprometidas ni para personas inmunocompetentes. Sin embargo, si podemos afirmar que deben ser consideradas todas ellas importantes como portadoras de agentes patógenos humanos.

El hecho de que la cepa de *Acanthamoeba castellanii* presente la mayor capacidad fagocítica de todas las amebas, nos lleva a la conclusión de que es la más peligrosa desde el punto de vista de la sanidad ambiental, humana y animal, por ser la que tiene más capacidad para transportar agentes infecciosos y, porque puede convertirse en hospedador activo de algunos de estos microorganismos patógenos.

Agradecimientos:

Nuestro más sincero reconocimiento a la Dra. Pilar Combarro, profesora de Microbiología en la Universidad de Vigo, sin cuya ayuda no hubiera sido posible la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Abd, H.; Wretlind, B.; Saeed, A.; Idsund, E.; Hulthenby, K.; Sandstrom, G. (2008). *Pseudomonas aeruginosa* utilises its Type III secretion system to kill the. *Journal of eukaryotic microbiology*. 55(3): 235-243. <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.2008.00311.x>
2. Acha, P. N. & Szyfres, B. (2003). *Zoonosis y enfermedades transmitibles comunes al hombre y a los animales*. 3 ed. Washington D.C.: Organización Panamericana de la Salud.
3. Arana, I.; Irizar, A.; Seco, C.; Muela, A.; Fernández-Astorga, A.; Barcina, I. (2003). gfp-tagged cells as a useful tool to study the survival of *Escherichia coli* in the presence of the river microbial community. *Microb. Ecol.* 45(1): 29-38. <https://doi.org/10.1007/s00248-002-1029-9>.
4. Barker, J. H.; Brown, M. W. (1999). Survival of *Escherichia coli* O157 in a soil protozoan: implications for disease. *FEMS microbiology letters*. 173(2): 291-295. HYPERLINK "<https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.1999.tb13516.x>" <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.1999.tb13516.x>
5. Becerril Flores, M. A. (2014). *Parasitología médica*. 4 ed. México: McGraw Hill.
6. Berenguer, J. G. (2007). *Manual de parasitología: morfología y biología de los parásitos de interés sanitario*. Universitat Barcelona.
7. Bonilla, P.; Ramírez, E.; R., O. & Eslava, C. (2004). La ecología de las amebas patógenas de vida libre en ambientes acuáticos. En: Rosas, I., Cravioto, A., Ezcurra, E. (Eds.). *Microbiología Ambiental*. México: INE-SEMARNAT, pp. 67-81.
8. Bowers, B.; Olszewski, T. E. (1983). *Acanthamoeba* discriminates internally between digestible and indigestible particles. *J Cell Biol.* 97(2): 317-322. HYPERLINK "<https://doi.org/10.1083/jcb.97.2.317>" <https://doi.org/10.1083/jcb.97.2.317>
9. Carbal, L.; Foen, L.; Morales, M. & Orozco, M. (2016). Amebas de Vida Libre aisladas en aguas superficiales del municipio de Turbaco, Bolívar-Colombia. *Rev Cubana Med Trop.* 68(1): 59-69.
10. Forbes, B. A. (2009). *Diagnóstico microbiológico*. 12 ed. Buenos Aires: Médica Panamericana.
11. Galindo, M. P. (2012). Hallazgos de Amibas de Vida Libre de los géneros *Acanthamoeba* y *Naegleria*. Una experiencia venezolana. *VITAE. Academia Biomédica Digital* (51): 1-16.
12. Gallegos, E. M.; Lugo, A.; Calderón, A.; Sánchez, M. R.; Mayén, R. (2014). Biodiversidad de protistas amébidos de vida libre en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad R.M.B.* 8: 10-25. HYPERLINK "<https://doi.org/10.7550/rmb.33691>" <https://doi.org/10.7550/rmb.33691>
13. Hickman, C. P.; Ower, W. C. & Garrison, C. W. (2006). *Principios integrales de zoología*. 13 ed. Madrid: McGraw-Hill interamericana.
14. Lamrabet, O.; Medie, F. M.; Drancourt, M. (2012). *Acanthamoeba polyphaga*-enhanced growth of *Mycobacterium smegmatis*. *PloS one*. 7(1): e29833. HYPERLINK "<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029833>" <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029833>
15. Leyton, A.; Urrutia, H.; Vidal, J. M.; de la Fuente, M.; Alarcón, M.; Aroca, G.; González-Rocha, G.; Sossa, K. (2015). Actividad inhibitoria del sobrenadante de la bacteria Antártica *Pseudomonas* sp. M19B en la formación de biopelículas de *Flavobacterium psychrophilum* 19749. *Rev. biol. mar. oceanogr.* 50(2): 375-381. HYPERLINK "<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572015000300016>" <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572015000300016>
16. Mella, C. M.-M.; Toledo, Z.; Simaluiza, R. J.; Pérez-Pérez, G.; Fernández, H. (2016). Interaction between zoonotic bacteria and free living amoebas. A new angle of an epidemiological polyhedron of public health importance? *Arch Med Vet.* 48(1): 1-10.
17. Oddó, D. (2006). Infecciones por amebas de vida libre. *Comentarios históricos, taxonomía y nomenclatura, protozoología y cuadros anatómo-clínicos*. *Rev. chil. infectol.* 23(3): 200-214. HYPERLINK "<https://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182006000300002>" <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182006000300002>
18. Olofsson, J. y otros, 2013. *Campylobacter jejuni* actively invades the amoeba *Acanthamoeba polyphaga* and survives within non digestive vacuoles. *PLoS One*, 8(11), p. e78873. HYPERLINK "<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0078873>" <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0078873>
19. Pertuz B., S. & Rámirez, E. (2014). Caracterización de la fagocitosis en cepas de *Acanthamoeba*. *Deutschland: Académica Española*.
20. Pickup, Z. L.; Pickup, R.; Parry, J. D. (2007). Effects of bacterial prey species and their concentration on growth of the amoebae *Acanthamoeba castellanii* and *Hartmannella vermiformis*. *Appl. Environ. Microbiol.* 73(8): 2631-2634.
21. Rodrigo, M. T. F. (2014). Caracterización molecular de Amebas de Vida Libre e identificación de otros parásitos en aguas de red de la provincia de Zaragoza. Universidad de Zaragoza: Tesis Doctoral.
22. Rojas-Triviño, A. (2011). *Conceptos y práctica de microbiología general*: Universidad Nacional de Colombia. pp 1-161.
23. Schuster, F. L., Visvesvara, G. S. (2004). Free-living amoebae as opportunistic and non-opportunistic pathogens of humans and animals. *Int. J Parasitol.* 34(9): 1001-1027. HYPERLINK "<https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2004.06.004>" <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2004.06.004>
24. Taylor, S. J.; Ahonen, L. J.; de Leij, F. A., & Dale, J. W. (2003). Infection of *Acanthamoeba castellanii* with *Mycobacterium bovis* and *M. bovis* BCG and survival of *M. bovis* within the amoebae. *Appl. Environ. Microbiol.* 69(7): 4316-4319. <https://doi.org/10.1128/AEM.69.7.4316-4319.2003>
25. Thomas, J. M., & Ashbolt, N. J. (2010). Do free-living amoebae in treated drinking water systems present an emerging health risk? *Environ. Sci. Technol.* 45(3): 860-869. <https://doi.org/10.1021/es102876y>
26. Visvesvara, G. S.; Moura, H.; Schuster, F. L. (2007). Pathogenic and opportunistic free-living amoebae: *Acanthamoeba* spp., *Balamuthia mandrillaris*, *Naegleria fowleri*, and *Sappinia diploidea*. *FEMS Immunology & Medical Microbiology*. 50(1): 1-26. HYPERLINK "<https://doi.org/10.1111/j.1574695X.2007.00232.x>" <https://doi.org/10.1111/j.1574695X.2007.00232.x>
27. Weekers, P. H.; Engelberts, A. M., & Vogels, G. D. (1995). Bacteriolytic activities of the free-living soil amoebae, *Acanthamoeba castellanii*, *Acanthamoeba polyphaga* and *Hartmannella vermiformis*. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 68(3), 237-243.

EL ICCT NOMBRA AL DR. JUAN LUIS ARSUAGA FERRERAS MIEMBRO DE HONOR DISTINGUIDO

José Luis Vázquez López

*Presidente del Instituto de Cultura, Ciencia y Tecnología.
Director de la revista Investigación.*

El Instituto conmemora con esta distinción el 10º aniversario de la revista de divulgación científica “Investigación”

El día 25 de abril del año 2019, el doctor Juan Luis Arsuaga Ferreras, catedrático de Paleontología, Doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad Complutense de Madrid, Director Científico del Museo de la Evolución Humana de Burgos. Ha desarrollado la mayor parte de su carrera científica en los yacimientos de la Sierra de Atapuerca, de los que es co-director. Este proyecto obtuvo el Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica. Entre otros, es doctor honoris causa por las Universidades de Burgos, Politécnica de Valencia y Zaragoza.

Este significativo evento se desarrolló en un amplio auditorio de la ciudad de Vigo, dotado de los medios técnicos necesarios para una celebración de estas características. Comenzó con la presentación de un vídeo en una gran pantalla, donde se narraba brevemente la historia del Instituto de Cultura, Ciencia y Tecnología (ICCT). A continuación el Presidente del citado Instituto, y Director de la revista “INVESTIGACIÓN”, José Luis Vázquez López, después de presentar al Dr. Arsuaga, mediante la lectura de un breve historial, llevó a cabo una intervención donde hizo amplias referencias a este insigne científico, dando a conocer las razones de su elección, para a continuación imponerle la Medalla que le reconoce como “**Miembro de Honor Distinguido**” del Instituto Cultura, Ciencia y Tecnología (ICCT).



De izq. a derecha José Luis Vázquez, Ana Pastor y Juan Vieites.

Matizó, se lleva a cabo este nombramiento para honrar a quién se ha distinguido por **sus méritos, como es el caso, profesionalmente en la ciencia, cultura científica, innovación, etc., y que con su trabajo ha contribuido al desarrollo, eficacia, así como la excelencia de la actividad investigadora en todo el mundo.**

Así, también en este acto, además del Presidente, tomaron parte otros miembros directivos del Instituto de Cultura, Ciencia y Tecnología, como el Vicepresidente, Juan Manuel Vieites, que hizo referencia al acta que acredita al profesor Arsuaga, como Miembro de Honor Distinguido

Instantáneas del homenajeadado



El profesor Arsuaga con la medalla de Miembro de Honor Distinguido.



Recibiendo la medalla del presidente José Luis Vázquez.



Recibiendo el diploma de Tomás Camacho,
Directivo del Área Médica ICCT.



Acto Miembro de Honor.

y, por parte del responsable del Área de investigación médica del Instituto, Ángel Tomás Camacho, que le hizo entrega del diploma acreditativo que distinguía al homenajeado como Miembro de Honor.

El Instituto, con sede en Vigo, y ámbito Galicia, tiene como objetivo fomentar la investigación científica, y quiere reconocer con esta distinción el importante papel social, cultural y científico desarrollado por el Dr. Arsuaga a través de su labor divulgativa.

Durante la entrega de la Medalla que lo distingue como Miembro de Honor del ICCT, el Dr. Arsuaga, uno de los paleoantropólogos más prestigiosos del mundo, impartió la conferencia *“Eres lo que comes: el impacto de la alimentación en la evolución humana”*. Un discurso excepcional que entusiasmó. Una intervención de gran altura, que fue escuchada en todo momento con gran atención de los asistentes, para a continuación recibir largos y merecidos aplausos de todo el auditorio.

El nombramiento del Dr. Arsuaga como Miembro de Honor, tiene lugar en el marco del 10º aniversario de la publicación *“INVESTIGACIÓN, Cultura, Ciencia y Tecnología”*, que es

editada por el Instituto, que tiene como objetivo acercar la investigación a la sociedad y en la que a lo largo de estos diez años han colaborado más de 350 investigadores.

Este acto, celebrado en el Auditorio de Afundación de Vigo, una vez completo el aforo, con una asistencia de más de 300 personas invitadas de los distintos ámbitos: autoridades, académicos, investigadores, instituciones, sociedad, etc., ha contando en la mesa con la presencia de Ana María Pastor Julián, Presidenta del Congreso de los Diputados; Patricia Argerey, Directora de la Axencia Galega de Innovación de la Xunta de Galicia, por delegación del Conselleiro de Economía, Empleo e Industria; Ernesto Pedrosa, Presidente del Consello Social de la Universidad de Vigo; José Luis Vázquez López, Presidente del ICCT, y Juan Manuel Vieites, Vicepresidente del mismo instituto.

No estaría completo este artículo si no digo que la trayectoria del Dr. Juan Luis Arsuaga es conocida por todos. Por ello, es de destacar algunos aspectos que son enormemente sugerentes e inspiradores de su recorrido, inseparable, sin lugar a dudas de lo que se está desarrollando en la Sierra de Atapuerca en Burgos, algo que el profesor ya asume con naturalidad y con el orgullo del trabajo bien hecho.

Así pues, lo centramos en tres aspectos.

En primer lugar, su trayectoria científica basada en el estudio de la evolución del ser humano, entendido en un sentido amplio y no sólo restringido a nuestra especie. Dentro de la ciencia existen algunos campos muy atractivos, especialmente cuando se trasladan al conjunto de la sociedad; entre ellos, siempre se encuentran la cuestión de los orígenes del universo, de la vida, y del ser humano; en cierta manera conocer los orígenes nos ayuda a conocernos mejor y sobre todo, nos ayuda a intentar entender que lugar ocupamos en este universo. El profesor Juan Luis Arsuaga, es uno de esos científicos que a lo largo de su camino ha trabajado en una de estas grandes cuestiones, el origen de la especie humana, y su trabajo ha contribuido, de manera significativa, a plantear muchas nuevas hipótesis que han dado un vuelco al conocimiento que teníamos sobre la evolución humana. Pero estas aportaciones no hubiesen sido posibles sin dos elementos que han marcado su itinerario, “trabajo” y “pasión”. ATAPUERCA es un yacimiento excepcional pero, que como muy bien sabe el profesor, no te regala sus secretos; éstos, se extraen después de mucho esfuerzo, tanto a la hora de excavar como después en el laboratorio a la hora de analizar los restos exhumados. Además, el profesor Arsuaga ha desarrollado una enorme capacidad para coordinar equipos con investigaciones multidisciplinarias, poniendo en marcha sinergias que a lo largo de los años han estado dando sus frutos, convirtiendo a Atapuerca, y a la investigación que se realiza en España, en un referente a nivel mundial.



Juan Luis Arsuaga dirigiéndose al auditorio.

Inseparable de esta trayectoria científica, el profesor Arsuaga se ha preocupado por transmitir todo ese conocimiento en multitud de conferencias que, a buen seguro, le han supuesto un enorme esfuerzo y dedicación, pero que entiende que son una parte inherente a su trabajo como científico. En esta misma línea, se podrían situar las publicaciones de difusión científica con los libros publicados, de lo que algunos, como por ejemplo, EL COLLAR DEL NEANDENTAL o LA ESPECIE ELEGIDA, ya se han convertido en unos clásicos.

El tercer y último perfil a destacar del Dr. Arsuaga es su percepción estratégica; un aspecto muy importante es su acertada visión de que toda esa labor que se estaba desarrollando en Atapuerca no tenía que tener un carácter puntual, sino indefinido, lo que le llevó a poner en marcha toda una serie de estructuras permanentes de investigación y divulgación científica que les han permitido dotar de las herramientas necesarias para asegurar el futuro de la investigación. En este sentido, es significativa la creación de elementos estructurales como la Fundación Atapuerca, el Museo de la Evolución Humana de Burgos, y el Centro de la Evolución y Comportamiento Humano en Madrid.

En definitiva, acabar con una reflexión. Toda la trayectoria del profesor Arsuaga nos ha ayudado mucho, no sólo a tener una idea más aproximada de cuál es nuestro origen, sino que nos ha puesto en una encrucijada, ya que nos ha permitido tener conciencia de lo singulares que somos, pero a su vez, del enorme parecido que tenemos con otras especies, especialmente con los primates, y por tanto, esa singularidad no debe servirnos para sentirnos superiores, sino especialmente responsables con el conjunto de seres que conviven con nosotros y que, no nos engañemos, en su propia evolución son tan singulares como lo somos nosotros.

En el transcurso de este acto, han tenido lugar otras intervenciones que por su interés se especifican a continuación. La conferencia de la Presidenta del Congreso de los Diputados, que en este acto participó como presidenta de la mesa, se clasifica como Editorial en este número de la revista.

HACER QUE LA CIENCIA LLEGUE, SE CONOZCA Y SE VALORE

Patricia Argerey Vilar

*Directora de la Axencia Galega de Innovación (Gain).
Consellería de Economía, Emprego e Industria de la Xunta de Galicia.*

Hoy reconocemos y celebramos aquí dos labores diferentes pero con el mismo espíritu: hacer que la ciencia no solo exista, que desde luego no es poco, **sino que llegue, que se conozca y se valore.**

Nuestro homenajeado de esta tarde, el profesor Arsuaga, es sin duda un gran científico. Pero igual de admirable que es su trabajo de investigación, lo es su esfuerzo continuado para que todos sepamos por qué Atapuerca

es tan relevante en el estudio de la evolución humana. Y también **su empeño no solo por ejercer, sino por defender, la divulgación científica como una práctica necesaria para el bien común.**

Durante décadas, él se ha consagrado al mayor proyecto sobre evolución humana que existe en el mundo. Pero, **lejos de quedarse en la cueva con sus hallazgos, los saca a la luz haciendo el esfuerzo de traducirlos incluso para los más pequeños.** “Mi primer atlas de la Prehistoria” está esperando en la estantería para cuando mis hijos tengan edad suficiente. Gracias, profesor, por estas pequeñas grandes joyas.

Hoy conmemoramos también los 10 años de trayectoria de la revista Investigación, un hito para la comunicación científica en Galicia que debemos al Instituto de Cultura, Ciencia y Tecnología. Por ello quiero felicitar a su



De izquierda a derecha: Patricia Argerey, José L. Vázquez, J. L. Arsuaga, Ana Pastor, Ernesto Pedrosa y J. Vieites.

presidente, José Luis Vázquez López, y a todo el equipo que forma parte del Instituto.

Esta publicación se ha ganado el apoyo de la Xunta por ofrecer a la investigación hecha en Galicia un **canal de comunicación con la comunidad científica, empresarial e institucional a nivel internacional**.

Es importante hacer grandes cosas. También lo es facilitar el camino a aquellos y aquellas que las hacen, por lo que nos comprometemos cada día desde la Xunta de Galicia con los investigadores e investigadoras. **Pero ninguna de las grandes cosas que logra la ciencia cobra todo su valor si no se difunde, si no se comparte.** La ciencia es para las personas, la innovación tiene un efecto directo sobre nuestra salud, nuestro bienestar o nuestra capacidad para progresar.

Pero ahora nos estamos dando cuenta de hasta qué punto es tan importante hacer ciencia como contarla. Y esa es una responsabilidad compartida por todos.

En este contexto, me van a permitir que haga una referencia muy especial a las mujeres, porque hoy se celebra el **Día Internacional de las Niñas en las**

tecnologías de la información y la comunicación.

Hemos sabido hace poco, a través de una publicación de COTEC, que Galicia destaca entre las demás comunidades por las oportunidades que ofrece para el liderazgo femenino. Así que siempre, pero hoy especialmente, abogo por **divulgar entre nuestras niñas y jóvenes no solo la tecnología o la investigación como una opción de futuro, sino también Galicia como el lugar ideal para materializarla.**

Termino ya insistiendo en el firme compromiso que tenemos desde la Xunta de Galicia de acompañar a todos los agentes del Sistema de I+D+i -investigadores, tecnólogos, empresas, emprendedores, etc.- en **cualquier iniciativa capaz de generar crecimiento económico y bienestar social a través del conocimiento y la innovación.** Y esto incluye, por supuesto, el esfuerzo compartido por la difusión y divulgación.

Felicidades profesor Arsuaga y gracias por su contribución a la ciencia.

Felicidades, por último, también para el Instituto de Cultura, Ciencia y Tecnología.

DIEZ AÑOS DE UNA PUBLICACIÓN CIENTÍFICA

Ernesto Pedrosa Silva

Presidente Consejo Social de la Universidad de Vigo.

Muchas gracias Profesor Arsuaga y enhorabuena por tan brillante exposición. Siempre es un placer escucharle. Hace usted que la aproximación al conocimiento se convierta en un placer. Tiene el don de despertar la curiosidad en todos nosotros quedándonos con ganas de saber más.

Cada vez que llaman desde el Instituto de Cultura, Ciencia y Tecnología al Consello Social de esta Universidad,

procuramos responder rápido y afirmativamente a lo que solicitan. Si hoy lo hacen para estar en el décimo aniversario de la revista Investigación, una publicación que como aquí se ha dicho abarca las cinco áreas del conocimiento y funciona como “canal directo de la transferencia de I+D+i realizada desde los centros de investigación a las empresas”, tal como recoge en su página web, nosotros estamos prestos para acudir y celebrar con todos esta efeméride.

No es para nada una labor fácil permanecer durante diez años en un mercado tan complicado como el de la divulgación científica y, además, escrita. Nada fácil. Cualquiera de los profesores e investigadores que se encuentran en la sala lo pueden corroborar. Más en

estos tiempos en los que para publicar en las revistas científicas de cierto renombre es necesario hacer frente a cantidades de dinero, a veces, insultante. Publicar los avances de una investigación para que lleguen a públicos interesados pasa por pagar una suscripción. España, es uno de los países europeos que más dinero gasta en suscripciones a revistas científicas para sus universidades y centros de investigación. Se estima que más de 25 millones de euros se van en este concepto. Tanto es así que un partido político presentó ante el Congreso de Diputados una proposición no de Ley y dos preguntas dirigidas al gobierno interesándose por el elevado coste, en comparación con otros países, y la implementación del acceso abierto de las publicaciones de esta especie.

No estamos hablando de algo baladí. Las agencias de financiación científica de 11 países europeos -España no está entre ellos-, anuncia que solo publicaran sus resultados en revistas de acceso gratuito a partir del 2020. La Comisión Europea apoya el plan y el Comisario de Investigación ha instado al Parlamento y al Consejo Europeo a respaldar la iniciativa.

Esto quiere decir que publicaciones científicas que resulten de investigaciones financiadas mediante subvenciones públicas por organizaciones firmantes deberán publicarse en revistas o plataformas de libre acceso. Cuando se aprueba la Ley de la Ciencia en las convocatorias de proyecto se exige que las publicaciones producidas estén en abierto, siguiendo las directrices europeas, aunque la norma existe no se garantiza su aplicación.

En España es casi norma que a un investigador se le evalúe por las revistas en las que ha publicado fijando su atención en "Nature", "Cell" o "American Science" por, poner tres ejemplos suficientemente conocidos; siendo

reticentes a publicar en otras que no tengan un prestigio reconocido. El cambio, por lo tanto, aplicado a la política de publicaciones lleva a introducir un cambio en la política de las evaluaciones científicas y comunicárselas a los científicos.

La revista "Investigación" con diez años en el mercado y en el que han publicado, y publican, los investigadores del Sistema Universitario Gallego, se ha adelantado a los acontecimientos que hemos estado relatando por lo que se le presume gran éxito en esta nueva época donde las publicaciones científicas tendrán que estar en plataformas abiertas y con controles más ajustados.

El apoyo que recibe de la Xunta y, desde este Consello Social, la convierte en un medio abierto para que aquellos que deseen publicar sus trabajos lo hagan sin cortapisas. Es una publicación necesaria y, entiendo que cumple una función necesaria en el sector de la ciencia en Galicia.

Ojalá, el éxito de esta publicación alcance el de la revista *Industrias Pesqueras*, editada aquí en Vigo y, que este mes de abril, cumple los 92 años de su salida. Contar con un medio de comunicación que reúna la historia de Galicia, de la manera que éste lo hace, nos debería hacer sentir orgullosos y satisfechos de una iniciativa, que, siendo privada, nunca ha ocultado su origen y ha permitido internacionalizar el mundo de la pesca, de los sectores que giran a su alrededor, incluido el de la ciencia y la investigación.

Deseo, ya como final de esta intervención, felicitarles por el décimo aniversario. Después de la primera década las siguientes serán más fáciles y, sobre todo, si la normativa europea se aplica, como así parece ser, el éxito está garantizado.

Mucha suerte y que el viento venga de popa.

Fotografías: Jesús Nieto.

DERECHOS HUMANOS Y SOSTENIBILIDAD: RELACIÓN INDISOCIABLE PARA LA PROMOCIÓN DEL ESTADO SOCIAL Y MEDIOAMBIENTAL DE DERECHO EN BRASIL

Laura Magalhães de Andrade

**Profesora e investigadora de la Universidad Federal Fluminense (UFF, BR) (1).*

RESUMEN

Desde las últimas décadas del siglo XX, el desarrollo sostenible, especialmente después de la Constitución de la República de 1988, con su art. 225, está en la pauta del gobierno brasileño, con el objetivo no solo de minimizar los impactos ya existentes en la naturaleza, sino de revisar los hábitos del propio Estado y de la sociedad, impulsando prácticas sostenibles en el cotidiano público-privado, a fin de que los derechos fundamentales de ellos resultantes sean efectivamente tutelados. En este contexto, el objetivo de este trabajo es estudiar la indisociable relación entre los derechos humanos y la sostenibilidad para la promoción de un Estado Social y Medioambiental de Derecho, cuyo concepto es pautado en un necesario ciclo de acciones ético-ambientales que promuevan el derecho al medio ambiente ecológicamente equilibrado y a una calidad de vida saludable. De este modo, se pretende presentar el resultado de una investigación legislativa, teórica y práctica sobre el tema, a fin de que se comprenda este modelo estatal en Brasil, a partir de la utilización del saneamiento básico como retrato de la realidad en el país, lo que evidenciará los desafíos presentes y el porvenir. Al final, será posible concluir que el Estado Social y Medioambiental de Derecho brasileño está fundado en una grave dicotomía entre la teoría y su efectividad.

Palabras clave: Derechos Humanos, sostenibilidad, Brasil, Derecho Ambiental Constitucional.

Introducción, Materiales y Métodos y Resultados.

ABSTRACT

Since the last decades of the twentieth century, sustainable development, notably after the 1988 Constitution, with its art. 225, is on the agenda of the Brazilian government, with the aim not only of minimizing the impacts already existing in nature, but of reviewing the habits of the State and of society, instituting sustainable practices in public-private daily life, so that rights fundamental rights deriving from them are effectively protected. In this context, this study aims to study the inseparable relationship between human rights and sustainability for the promotion of a Socio-environmental State of Law, whose concept is based on a necessary cycle of ethical-environmental actions that promote the right to the environment ecologically balanced and the healthy quality of life. In this way, we intend to present the result of a theoretical-legislative and practical investigation on the subject, in order to understand this state model in Brazil, using the basic sanitation as a picture of the reality in the country, which will show the present and future challenges. In the end, it will be possible to conclude that the Brazilian Socio-environmental State of Law is based on a serious dichotomy between theory and its effectiveness.

Keywords: Human Rights; Sustainability; Brazil; Constitutional Environmental Law.

1. INTRODUCCIÓN

La Constitución brasileña de 1988 innovó al instituir el Estado Social y Medioambiental de Derecho, pautado en la garantía de derechos liberales, sociales y ecológicos (SARLET,

FENSTERSEIFER, 2012: 44-45) que apuntan a construir un equilibrio entre la esfera privada y los derechos de los intereses colectivos.

Esta relación de valores e intereses se realiza en cumplimiento del principio constitucional de la solidaridad (artículo 3º, I, de la Constitución Federal) que expresa la responsabilidad del individuo y del Poder Público ante las condiciones de existencia ambiental de la colectividad y de las generaciones futuras, a fin de proteger derechos humanos fundamentales que ambicionan promover un medio ambiente equilibrado y seguro para efectivamente proporcionar una vida digna y saludable a la población.

En este contexto, el desarrollo sostenible, conceptualizado como aquel “que encuentra las necesidades actuales sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones para atender sus propias necesidades” (ONU, 1987) fue incorporado a la Constitución brasileña de 1988 y dispone sobre las dimensiones económica, social y ambiental del desarrollo económico, como se observa, por ejemplo, en los derechos y obligaciones relacionados al medio ambiente ya la colectividad presentes en el artículo 225, *in verbis*:

Art. 225. Todos tienen derecho al medio ambiente ecológicamente equilibrado, bien de uso común del pueblo y esencial a una calidad de vida saludable imponiéndose al poder público y a la colectividad el deber de defenderlo y preservarlo para las presentes y futuras generaciones.

(...)

§ 3º Las conductas y actividades consideradas perjudiciales al medio ambiente le supondrán a los infractores, personas físicas o jurídicas, a sanciones penales y administrativas, independientemente de la obligación de reparar los daños causados.

Tales dispositivos revelan la imprescindibilidad de garantizar un medio ambiente equilibrado y una calidad de vida saludable para las generaciones actuales y futuras, siendo este entendimiento, también, íntimamente relacionado al principio de la solidaridad, presente en el artículo 3, inciso I, de la Constitución, el cual establece como uno de los objetivos fundamentales de la República brasileña la construcción de una “sociedad libre, justa y solidaria” y, por ello, imponen un deber de solidaridad intergeneracional frente al Estado y la colectividad, que se expresa en un conjunto de responsabilidades de las presentes generaciones en no degradar el medio ambiente y de protegerlo, con el fin de permitir su fruición por generaciones futuras.

Se resalta que estas disposiciones son vinculantes al ejercicio de la actividad económica, según se extrae del artículo 170, caput, inciso VI, de la Ley Mayor -que preconiza la defensa del medio ambiente como uno de los principios a ser observados- lo que consiste en afirmar que todas las acciones en el medio ambiente urbano, aunque relacionadas al desarrollo de tecnologías, a la producción industrial y a la prestación de servicios públicos, deben satisfacer los intereses de la sociedad con el mínimo impacto en el medio ambiente y máxima búsqueda por el cumplimiento de las funciones sociales de la ciudad como, por ejemplo, la adecuada gestión final de residuos y el acceso a la vivienda digna por las poblaciones marginadas.

Con respecto a los aspectos metodológicos, el presente trabajo se desarrolló a partir de la utilización del método deductivo, que se caracteriza como el procedimiento que se vale del análisis lógico para construir argumentos y obtener una conclusión acerca de determinadas premisas.

Además, el método principal fue robustecido a partir de otras herramientas complementarias, traducidas en los siguientes métodos: (i) descriptivo, a partir de la presentación de las variables propuestas y de sus principales características; (ii) estadístico, para informar y evaluar datos recolectados a partir de la investigación bibliográfica; (iii) jurídico-doctrinal, a fin de que las variables sean correctamente definidas a partir de los adoctrinadores y de las normas brasileñas pertinentes; y (iv) analítico, a fin de reunir todos los argumentos obtenidos a partir de los instrumentos arriba mencionados para, finalmente, establecer un resultado científico que confirme las hipótesis abajo formuladas.

Además, la relevancia de este estudio se basa en la relación indisoluble existente entre derechos humanos y sostenibilidad para la promoción del Estado Social y Medioambiental de Derecho brasileño. Por lo tanto, el problema de la investigación fue así formulado: ¿cómo se da la configuración jurídico-fáctica sobre tal relación en el ordenamiento jurídico brasileño, especialmente a partir de la Constitución Federal de 1988?

Esta configuración brasileña, sobre los temas en cuestión, llevó a la formulación de las siguientes hipótesis: (i) los derechos humanos fundamentales más básicos y esenciales están vinculados a la sostenibilidad, y (ii) la inexistente o inadecuada protección del medio ambiente, a ejemplo de la precariedad en la prestación del servicio público de saneamiento básico, es responsable de la violación de derechos constitucionalmente garantizados.

Finalmente, el objetivo general de este estudio, a partir de lo que quedó evidenciado en los demás elementos metodológicos arriba presentados, fue investigar las interfaces entre derechos

humanos y sustentabilidad en el contexto brasileño; y, como objetivos específicos, se buscó (i) establecer, teóricamente, cuáles son los puntos consonantes entre las variables propuestas; (ii) levantar datos sobre las condiciones actuales de saneamiento básico en Brasil, a modo de ilustración de la situación fáctica vivida en el país, y (iii) asociar esos datos a las definiciones jurídico-doctrinales de una calidad de vida saludable y un medio ambiente ecológicamente equilibrado, pilares del Estado Social y Medioambiental de Derecho.

Ante todo lo expuesto, es necesario evidenciar que la interdependencia de los derechos humanos y fundamentales significa, en efecto, que la falta de respeto a un derecho acarrea en la violación de otros. Además, debe ser aseverado que las prácticas insostenibles interfieren en la tutela de otros derechos y, fundamentalmente, en la concreción del principio de la dignidad de la persona humana, que está expresado entre los fundamentos de la República brasileña, en el artículo 1, inciso III, de la Constitución Federal.

Este principio es, de hecho, uno de los cimientos y “valor supremo del orden jurídico”, así como señaló José Afonso da Silva (1998: 91) y, como tal, debe orientar la actuación del Poder Público y de toda la sociedad y la colectividad con vistas a la universalización de la sostenibilidad como instrumento de tutela del mínimo existencial, comprendido como la garantía a la salud básica, al saneamiento, a la vivienda, a la educación fundamental y a la dignidad, conforme a los dictados de la justicia social.

Sin embargo, innumerables son los desafíos en busca de la universalización de esos derechos en Brasil y, para ilustrar, este trabajo presenta la situación del saneamiento básico en el país, por considerar que éste es un derecho esencial en la concreción de otros derechos igualmente fundamentales para la dignidad humana, siendo el deber del Estado y de toda la colectividad, especialmente del medio académico y de los juristas, fomentar discusiones, acciones y políticas públicas para su promoción y fortalecimiento.

2. LA INDISOCIABILIDAD ENTRE DERECHOS HUMANOS Y SOSTENIBILIDAD

El objeto central de investigación de este estudio se concentra en evidenciar la indisociabilidad entre las variables propuestas, que son: los derechos humanos y la sostenibilidad, desde una perspectiva orientada a los deberes del Estado -primariamente-, pero también de la colectividad, frente a los derechos humanos fundamentales incorporados al ordenamiento jurídico brasileño a partir de la promulgación de la Constitución Federal de 1988.

Antes de esbozar el objeto en cuestión, conviene hacer un paréntesis para el hecho de que, cuando se utiliza la expresión “derechos humanos fundamentales”, se debe tener en cuenta que los derechos humanos son aquellos originalmente positivos en el marco del derecho internacional. Los derechos fundamentales son reconocidos por las Constituciones de cada Estado, y se rigen dentro de los límites de un determinado territorio. En la actualidad, los derechos humanos están siendo, de forma gradual, internalizados en el ordenamiento jurídico de los Estados, lo que originó la denominación en comento, defendida por doctrinadores como Manoel Gonçalves Ferreira Filho (SARLET, 2009: 30-35).

Es importante resaltar, además, la indivisibilidad de los derechos humanos, observando que estos son universales, indivisibles, interdependientes e interrelacionados (SILVA, 2016). Además, toda comunidad internacional necesita tratar los derechos humanos globalmente, de forma justa y equitativa, es decir, el derecho de un individuo debe tener la misma aplicación y repercusión tanto en su país como en cualquier otro lugar del mundo. El principio de indivisibilidad, por lo tanto, consagra que los derechos humanos deben ser considerados sin distinción de categorías, sean ellos individuales, económicos, políticos o sociales, teniendo en cuenta que esos derechos interactúan entre sí.

Hecho este breve paréntesis, se parte para el detalle del objeto, que debe ser iniciado por medio de un análisis legislativo. Así, se alude que antes del advenimiento de la Constitución de la República de 1988 a las Cartas brasileñas se confería el estatus de un documento eminentemente político, sin aplicabilidad directa e inmediata por los Poderes Públicos, principalmente por el Poder Judicial (BARROSO, 2015).

Era necesario, por lo tanto, voluntad política para la reglamentación e implementación de las materias en ellas sistematizadas, lo que se tornaba dificultoso, teniendo en vista la falta de acceso a la información ya instrumentos populares de control de las acciones gubernamentales que permitieran al Poder Público responsabilizarse de la violación de derechos individuales y colectivos. La Ley Fundamental de 1967/69, por ejemplo, se limitaba a organizar el Estado y reconocer -formalmente- algunos derechos fundamentales, sin mención directa a la protección ambiental. Sin embargo, había predicción de protección a la salud (artículo 8, XIV, CF/69) pero sin ejemplificar medios de carácter ambiental para ese fin, como posteriormente se evidenció en la Constitución de 1988, con la promoción de un medio ambiente seguro y sano a la colectividad, en la redacción del ya mencionado artículo 225.

Sobre lo que viene a ser el medio ambiente, José Afonso da Silva lo designa, jurídicamente, como “la interacción del

conjunto de elementos naturales, artificiales y culturales que propicien el desarrollo equilibrado de la vida en todas sus formas". Para ejemplificar el concepto de medio ambiente seguro y sano, se hace alusión a las consideraciones del mismo autor sobre el tema, en las que afirma que (SILVA, 2013: 20-25):

(...) la calidad del medio ambiente se transforma, así, en un bien o patrimonio, cuya preservación, recuperación o revitalización se han convertido en un imperativo del Poder Público, para asegurar una buena calidad de vida, que implica buenas condiciones de trabajo, ocio, educación, salud, seguridad - en fin, buenas condiciones de bienestar del hombre y de su desarrollo.

En este paso, un cambio de paradigmas en cuanto al papel del Estado y de la sociedad para la garantía del medio ambiente ecológicamente equilibrado y de la tutela de la persona humana ocurre progresivamente a partir de la promulgación de la Constitución Federal de 1988. Esta Ley Fundamental, por lo tanto, posee un carácter garantizador de los pilares del Estado brasileño de reconocimiento y concreción de derechos humanos y fundamentales, así como de salubridad y seguridad alrededor del espacio de vivencia de los seres vivos, por medio de la designación de deberes dirigidos a la sostenibilidad.

Las características constitucionales mencionadas son fruto de una influencia directa del escenario internacional, en que en los años anteriores se elevaron las preocupaciones en proporcionar mecanismos político-jurídicos claros y favorables a las prácticas sostenibles. Tal movimiento se inició con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, celebrada en Estocolmo, Suecia, en 1972, cuyo informe final estableció principios que pretendían armonizar el crecimiento económico con la protección del medio ambiente.

En este contexto, cabe destacar también la elaboración del informe "Nuestro futuro común", también conocido como Informe Brundtland, por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de las Naciones Unidas, en 1987, en el que se estableció efectivamente el concepto de desarrollo sostenible, como se he dicho antes.

Estos acontecimientos culminaron en la realización de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en Río de Janeiro en 1992. Conocida como "Cumbre de la Tierra", la Río 92 ha ratificado, por 179 países, el documento titulado "Agenda 21" que consiste en un plan de acción que estableció metas para los Estados en la promoción del desarrollo sostenible, combatiendo las causas de los principales problemas que afectan al mundo, en el trípede

formado por aspectos económicos, ambientales y sociales, lo que puede ser relacionado, y posteriormente, al concepto de Triple Bottom Line, surgido del estudio realizado por Elkington (1994) y que significa "People, Planet y Profit". De acuerdo con Sarlet y Fensterseifer, los tres elementos pueden ser analizados de la siguiente forma (2012: 73):

(...) económico, cuyo propósito es la creación de emprendimientos viables, atractivos para los inversores; Ambiental, cuyo objetivo es analizar la interacción de procesos con el medio ambiente sin causar daños permanentes; y Social, que se preocupa por el establecimiento de acciones justas para trabajadores, socios y sociedad.

Después de estos eventos, se realizaron diversas acciones similares por las Naciones Unidas, entre las cuales la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible (Río + 10) en 2002; la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible (Río + 20) en 2012; y la Cumbre de Desarrollo Sostenible en 2015, cuando se definieron los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) en una nueva agenda que sucede y actualiza los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) de 2000, estableciendo 17 objetivos y 169 metas en el marco a favor de resultados económicos, sociales y ambientales satisfactorios para 2030. De este modo, se demuestra que la comunidad internacional -en diferentes medidas- se ha adherido a una agenda global que busca promover la igualdad y la justicia social a través de acciones dirigidas a la sostenibilidad.

Todos estos eventos fueron fundamentales para la consolidación de la sostenibilidad en el orden jurídico brasileño, a iniciarse por la Constitución de la República de 1988, en que el constituyente originario asume la relación recíproca entre los derechos humanos fundamentales y el medio ambiente, apuntando a la incumbencia estatal y para los deberes fundamentales de la colectividad de no degradar el medio ambiente y de actuar activamente en el sentido de impedir cualquier acción u omisión que resulte en perjuicios irreparables al ambiente ya las presentes y futuras generaciones. Se trata de un proyecto constitucional de instauración y mantenimiento de un Estado Social y Medioambiental de Derecho, así descrito por Sarlet y Fensterseifer (2012: 44-45):

(...) en verdad, no abandona las conquistas de los demás modelos de Estado de Derecho en términos de salvaguardia de la dignidad humana, sino que sólo añade una dimensión ecológica, comprometiéndose con la estabilización y prevención del cuadro de riesgos y degradación ecológico. El proceso de afirmación histórica de los derechos fundamentales, bajo la perspectiva de

sus diferentes dimensiones (liberal, social y ecológica) refuerza la caracterización constitucional del Estado Socioambiental, en superación a los modelos de Estado Liberal y Social. El marco jurídico-constitucional socioambiental se ajusta a la necesidad de tutela y promoción -integrada e interdependiente- de los derechos sociales y de los derechos ambientales en un mismo proyecto jurídico-político para el desarrollo humano en patrones sostenibles (...).

En este contexto está el principio de la solidaridad, el cual, además de evidenciar la responsabilidad de todos en el trato con el medio ambiente, refleja, además, la limitación del arbitrio y poder decisorio del Estado cuando esas hipótesis resulten en inequívoca violación a derechos garantizados expresa o implícitamente por la Constitución de la República de 1988. A modo de ejemplo, es posible la responsabilización acumulativa en las esferas civil, penal y/o administrativa, dependiendo de las circunstancias de lo ocurrido, de particulares y del Poder Público por la violación del derecho al medio ambiente ecológicamente equilibrado (artículo 225, §3º, CF / 88).

Así, en los casos en que el Estado provoca perjuicios al medio ambiente y al bienestar de la colectividad, hay, incluso, la posibilidad de proposición de los instrumentos de control de la actuación de los representantes electos en el ámbito del Poder Judicial, por medio de la Acción Popular, por ciudadanos, o aún, de la Acción Civil Pública, cuyo polo activo deberá ser el Ministerio Público, la Defensoría Pública o, incluso, las asociaciones civiles, especialmente en acciones que tengan por objeto imponer la obligación de hacer o no hacer contra acto omiso del Estado (SARLET; FENSTERSEIFER, 2012: 245-255).

En suma, al proporcionarse al individuo el desarrollo de una vida digna y sana, sumada al acceso a otros derechos básicos como a la educación y a la salud, así como a la previsión constitucional de instrumentos populares indispensables a la ciudadanía, es permitido que sea sujeto activo en el proceso decisorio estatal y en la fiscalización de las acciones públicas.

Se tendría, de esa forma, una sociedad formada por ciudadanos capaces de utilizar los órganos y aparatos legales para exigirle al Estado la tutela integral de sus derechos. Enfatizando, en este caso, la esencialidad de protección integrada a la dignidad y a los derechos humanos fundamentales más basilares, tales como el medio ambiente y la salud, en detrimento, por tanto, de la inercia estatal que sea únicamente producto del albedrío y negligencia del Poder Público.

3. EL SANEAMIENTO BÁSICO COMO PARADIGMA DE ESTA RELACIÓN EN BRASIL

La Constitución Federal de 1988 fue la primera en tratar específicamente la protección del medio ambiente al traer un capítulo dedicado a él en el título de la Orden Social, se aborda detalladamente los deberes de cada ente federativo y de la sociedad respecto del tema, como es posible observar en los siguientes dispositivos: art. 21, incisos IX, XIX y XX; el art. 23, incisos III, VI, VII, IX; el art. 24, incisos VI, VII, VIII; y art. 225, §§1º y 3º; entre otros.

A partir de esas disposiciones, la Constitución de 1988 favoreció la elaboración de diversas legislaciones y programas que tienen el propósito de tutelar el medio ambiente y la colectividad, tales como: la Ley de las Aguas (Ley n° 9.433 / 97) que instituyó la Política Nacional de recursos hídricos (PNRH); la Ley Federal del Saneamiento Básico (Ley n° 11.445 / 07) que creó el Plan Nacional de Saneamiento Básico (PNSB); la Política Nacional de Residuos Sólidos (PNRS) instituida por la Ley n° 12.305 / 10; la Política Nacional de Educación Ambiental (PNEA) Ley n° 9.795 / 99; y la Ley n° 10.257 / 01, denominada Estatuto de las Ciudades, que establece directrices para la política urbana; entre otros.

Se infiere, así, que la Constitución de la República trae avances inmensurables en la tutela del medio ambiente y de la persona humana, construyéndose, verdadera y progresivamente, un Estado Socioambiental de Derecho. Se debe destacar, sin embargo, la situación fáctica negativa de algunas cuestiones esenciales a la relación entre derechos humanos y sostenibilidad en Brasil, que pone en jaque -en términos prácticos- este modelo estatal, como se puede deducir de la situación fáctica del saneamiento básico en el país, elegido para este estudio como referencia de garantía a los derechos al medio ambiente ecológicamente equilibrado ya la vida saludable y que, por lo tanto, corrobora con la esencialidad de la relación propuesta. Antes, sin embargo, de revelar el panorama actual sobre el saneamiento en Brasil, es importante contextualizarlo bajo el prisma teórico, a fin de evidenciar la necesidad de su tratamiento como derecho humano fundamental.

3.1. El Saneamiento como un derecho humano fundamental

El saneamiento básico es un servicio público esencial, además de ser, indiscutiblemente, un derecho fundamental, siendo su provisión un deber del Estado. Esto porque el saneamiento básico se sitúa entre dos aspectos: la garantía del mínimo existencial social y la protección del medio ambiente.

Esta asertiva puede ser comprobada al mirar a las poblaciones con poco o ningún acceso a las condiciones existenciales básicas. Estos grupos están marcados por una amplia desigualdad (social, económica y ambiental) teniendo en cuenta la injusticia socioambiental y la limitada efectividad de los derechos sociales básicos. De esta forma, cuando se piensa en condiciones mínimas de existencia, deben estar presentes las nociones de justicia social y ambiental, siendo necesarias para una distribución igualitaria de bienes sociales y ambientales.

Se destaca que aunque la Constitución Federal de 1988 no proporciona de manera expresa el saneamiento entre los derechos sociales, ese rol es meramente ejemplificativo (artículo 5º, § 2º, CF) lo que permite el entendimiento de que el derecho al saneamiento básico es implícito en el texto constitucional, derivando de los derechos sociales a la salud ya la vivienda.

Sobre la base de esta afirmación, es innegable el papel del Estado en versar sobre el saneamiento, y en materializar ese derecho por medio de políticas públicas concretas y eficaces, que deberán realizarse por medio de la necesaria cooperación entre los entes federativos. Siendo, por cierto, que solamente con la sinergia de acciones será viable la creciente reducción de desigualdades y la erradicación de la marginación (artículo 3º, III, CF).

Además, en un sentido de saneamiento más amplio, según Pereira Jr. (1996: 60, apud, BRASIL, 2009: 414) se puede conceptualizar:

El saneamiento básico como el conjunto de servicios esenciales para la salud pública y el bienestar de las personas y el saneamiento ambiental como el propio saneamiento básico más acciones y actitudes destinadas a recuperar y mantener la calidad del medio ambiente afectado por la ocupación humana del suelo y por la fricción, también por el hombre, de condiciones propicias para la salud y el bienestar.

En suma, al pensar en el saneamiento ambiental, la falta en su prestación interfiere directamente en la tutela de otros derechos y, fundamentalmente, en la concreción del principio de la dignidad de la persona humana. Por lo tanto, la actuación del Poder Público con miras a la universalización del acceso al saneamiento básico es esencial e indispensable para la garantía del mínimo existencial y la vida saludable afirmación ésta que podrá ser verificada, estadísticamente, en la próxima sección, cuando serán presentados los datos más recientes sobre el saneamiento.

3.2. Breve panorama actual sobre el saneamiento en Brasil

La Constitución Federal de 1988, como ya se ha mencionado, es uno de los grandes avances en lo que se refiere al medio ambiente y su tutela. Esto porque, además de conferir mayor autonomía, ese texto constitucional clasifica el medio ambiente como un bien de uso común del pueblo, lo que lo hace un bien difuso por excelencia. Se resalta, además, que el medio ambiente equilibrado, como se puede extraer del texto constitucional, es puesto como indispensable a la vida saludable y está ligado a las mínimas condiciones de existencia.

En contraposición, datos sobre la situación actual del saneamiento básico en Brasil, presentados por el Instituto Trata Brasil en abril de 2018 -el mayor instituto de investigación sobre el tema en el país- evidencian que, en 2016, el 83,3% de la población era abastecida con agua potable, lo que quiere decir que el otro 16,7%, o 35 millones de brasileños, aún no tenían acceso al servicio. En cuanto a la recolección de aguas residuales, el 51,9% de la población tenía acceso al servicio en 2016. Ya el 48,1%, o más de 100 millones de personas, utilizaban medidas alternativas para lidiar con los desechos. Además, sólo el 44,9% del alcantarillado generado en el país era tratado en 2016. Finalmente, de las 100 mayores ciudades de Brasil, más de la mitad tiene menos del 60% del alcantarillado tratado y sólo seis relataron tratar todo el alcantarillado, lo que significa decir que más del 50% del alcantarillado producido en el país es lanzado *in natura*, sin ningún tratamiento.

Además, sabiendo que, en 1992, la población brasileña era de 154 millones de personas, habiendo actualmente pasado de 207 millones, el aumento poblacional fue de aproximadamente 34%, siendo superior a la media de prestación de saneamiento básico en el país a lo largo de que se ha convertido en un 16%. Esto significa que, durante los 30 años de la Constitución de 1988, las acciones gubernamentales no han sido suficientes para la superación de déficit de políticas públicas efectivas que apunte a universalizar el acceso, lo que implica el riesgo de haber retracciones en los porcentuales presentados.

Con respecto a las cien mayores ciudades de Brasil, como se mencionó, puede ser destacado el municipio de Nova Iguaçu, ciudad natal de esta investigadora, en la que los datos son aún más alarmantes. En el ranking de las 100 ciudades más grandes formuladas por el Instituto Trata Brasil en 2018 y basado en diversos indicadores de saneamiento básico, como abastecimiento de agua; recolección y tratamiento de aguas residuales; e inversiones y recaudación en el sector, el municipio de Nova Iguaçu ocupa la 93ª posición. En el estudio anterior realizado por la misma institución, el referido

municipio ocupaba la 92ª posición, revelando la retracción arriba mencionada, lo que puede ser asociado al hecho de que, aún hoy, Nova Iguaçu no dispone de ningún tipo de tratamiento del agotamiento sanitario, que es que se lanzó *in natura* en los cursos de agua.

A partir de esos datos -que no tienen la intención de condicionar, sino sólo ilustrar- exhalan la degradación ambiental y los riesgos para la salud humana, causados por el inadecuado acceso al saneamiento básico: la contaminación de ríos que sirven para el abastecimiento de agua y la consiguiente contaminación de alimentos durante su producción o higienización; la incidencia de inundaciones provenientes del inadecuado manejo de residuos sólidos y de la falta de sistemas de drenaje; el contacto directo de poblaciones y, especialmente, de niños con residuos y alcantarillas domésticos, industriales y hospitalarios como consecuencia de mala disposición en la naturaleza y de la falta de servicios de alcantarillado sanitario, especialmente en áreas de construcciones irregulares; entre otros sucesos (RIBEIRO; ROOKE, 2010).

La relevancia del presente estudio puede ser notada, por lo tanto, a partir de la configuración jurídico-fáctica sobre la relación existente entre derechos humanos y sostenibilidad para la promoción del Estado Socioambiental de Derecho en Brasil, evidenciada a partir de la descripción del objeto y de los datos arriba mencionados, que revelan la dicotomía existente entre las previsiones constitucionales y la realidad vivida por los ciudadanos brasileños, lo que merece esencial atención del Poder Público, de la colectividad y, especialmente, de aquellos que realizan investigaciones en pro del bien común.

4. CONCLUSIONES

La Constitución Federal de 1988, por todo lo expuesto, puede ser considerada como un gran avance en lo que se refiere al medio ambiente y su tutela. Esto porque, además de conferir mayor autonomía, la Carta Mayor clasifica el medio ambiente como un bien de uso común del pueblo, conforme previsión del art. 225, ya presentada. Se resalta, además, que el medio ambiente equilibrado, como se puede extraer del texto constitucional, es puesto como indispensable a la vida saludable y atado a las mínimas condiciones de existencia, derechos éstos que consubstancian el concepto de Estado Socioambiental de Derecho.

Se resalta, entonces, que el principal propósito de este modelo estatal es, en síntesis, la salvaguardia de derechos humanos fundamentales -entre los cuales están los arriba mencionados- y revelan un ineludible deber jurídico socioambiental

del Estado y de la colectividad, cuya base está anclada o fundamentada en la democracia participativa y en el valor agregado a la naturaleza, así como en el bienestar de las sociedades, relacionándose así con las características del principio constitucional de la solidaridad.

Sin embargo, al analizar el paradigma del saneamiento básico en Brasil, se constatan, en los datos estadísticos presentados, una clara violación al artículo 225, caput, de la Constitución Federal de 1988 y, en consecuencia, a todos los derechos fundamentales abarcados por el presente estudio, esencialmente concentrados en la idea de la dignidad humana. Esto es porque se trata de datos que evidencian una prestación incompleta de un servicio público considerado esencial para una vida digna. Esta notoria precariedad o ineficiencia de políticas públicas sostenibles efectivas viola claramente el derecho difuso al medio ambiente ya la vida saludable, no viabilizando y dificultando la existencia de un medio ambiente ecológicamente equilibrado, no sólo para las futuras generaciones, pero también para las presentes.

Se concluye, así, que no hay como hablar de universalización de derechos humanos mientras gran parte de la población brasileña sufre situaciones insostenibles de vida, por ejemplo de la precariedad de gestión de residuos y de la ausencia de acceso a las redes de agua y alcantarillado, como se observó a partir de los datos estadísticos presentados sobre saneamiento básico. De este modo, aunque sea deber del Poder Público y de la colectividad defender y preservar el medio ambiente, así como restablecer su equilibrio cuando sea necesario, aún así el desequilibrio socioambiental puede ser notado en Brasil, por ejemplo de las limitaciones del acceso al saneamiento básico en el país.

Siendo, además, la cuestión de la salud pública un derecho de todos y deber del Estado, queda comprobado que la insuficiencia o ineficiencia de las políticas públicas que objetiven la universalización del acceso al medio ambiente ecológicamente equilibrado y, por lo tanto, de prácticas sostenibles en su sentido lato, dará lugar a la inviabilidad de condiciones que proporcionen una calidad de vida saludable, significando una clara violación al principio de la dignidad de la persona humana.

En este escenario, se evidencian la relevancia y urgencia de un análisis de forma integrada, participativa y continuada para la formulación de políticas públicas sostenibles efectivas, involucrando a la universidad, el poder público y toda la sociedad civil en debates necesarios, para que sus desdoblamientos se reviertan, finalmente, en acciones transformadoras que concreten el Estado Socioambiental de Derecho en Brasil.

BIBLIOGRAFÍA

1. BARROSO, Luís Roberto. **Curso de direito constitucional contemporâneo: os conceitos fundamentais e a construção do novo modelo**. 5. Ed. São Paulo: Saraiva, 2015.
2. BRASIL. **Constituição federal de 1967**. Redação dada pela Emenda Constitucional nº 1, de 17 de outubro de 1969. [En línea]. Disponible en: <http://planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao67EMC69.htm>. [Accedido: 24-ene-2018].
3. BRASIL. **Constituição federal de 1988**, de 5 de outubro de 1988. Disponible en: <http://planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao>. [Accedido: 07-nov-2018].
4. INSTITUTO TRATA BRASIL. **Desafios para Disponibilidade Hídrica e Avanço da Eficiência do Saneamento Básico - 2018**. Disponible en: <<http://tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas>>. [Accedido: 06-nov-2018].
5. MAGALHÃES DE ANDRADE, Laura. **Derecho a la Educación Ambiental**. Almería: Círculo Rojo, 2019. ISBN 978-84-1317-956-8.
6. OLIVEIRA, L. R.; MEDEIROS, R. F.; TERRAC, P. B.; QUELHAS, O. L. G. **Sustentabilidade: da evolução dos conceitos à implementação como estratégia nas organizações**. *Produção*, v. 22, n. 1, p. 70-82, jan./fev. 2012.
7. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **A ONU e o meio ambiente**. Disponible en: <<https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>>. [Accedido: 03-nov-2018].
8. RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M. S. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública**. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Especialização em Análise Ambiental) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010. Disponible en: <<http://ufff.br/analiseambiental/files/2009/11/TCC-SaneamentoSa%C3%BAde.pdf>>. [Accedido: 29-ene-2019].
9. SARLET, Ingo Wolfgang. **A eficácia dos direitos fundamentais: uma teoria geral dos direitos fundamentais na perspectiva constitucional**. 10. Ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2009.
10. SARLET, Ingo Wolfgang; FENSTERSEIFER, Tiago. **Direito constitucional ambiental: Constituição, direitos fundamentais e proteção do ambiente**. 2. Ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2012.
11. SILVA, José Afonso da. **A dignidade da pessoa humana com valor supremo da democracia**. *Revista de Direito Administrativo*, Rio de Janeiro, v. 212, p. 89-94, abr. 1998. ISSN 2238-5177.
12. SILVA, José Afonso da. **Direito Ambiental Constitucional**. 10. Ed. São Paulo: Malheiros, 2013.
13. SILVA, Ariane Verusca Rocha da. **Indivisibilidade dos Direitos Humanos: Na Aplicação dos Programas Sociais da Alemanha, Brasil e Venezuela**. In: *Âmbito Jurídico*, Rio Grande, XIX, n. 147, abr 2016. Disponible en: <http://ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=17096&revista_caderno=29>. [Accedido: 03-feb-2019].

**(1). Investigadora visitante de la Universidad de Vigo, a través del Programa de Doctorado Sandúiche en el Exterior de la CAPES (Centro de Perfeccionamiento de Personal de Enseñanza Superior de Brasil).*

LAS ESPECIES MARINAS COMO FUENTE DE LÍPIDOS RICOS EN ÁCIDOS OMEGA-3

Alejandra Espinosa¹, Alicia Rodríguez² y Santiago P. Aubourg³

¹ Departamento de Tecnología Médica, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

² Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

³ Departamento de Tecnología de Alimentos, Instituto de Investigaciones Marinas, CSIC, Vigo, España.

ASPECTOS NUTRITIVOS Y CONTENIDO EN LÍPIDOS

Desde hace varias décadas, asistimos a una propaganda constante que nos recomienda el consumo de productos marinos. Hasta entonces, se consideraba a dichos productos como alimentos buenos, pero incómodos por su fácil y rápida alteración, así como de valor inferior por esa sensación de saciar menos que otros tipos de alimentos como los cárnicos. Sin embargo, esta idea se ha ido modificando en los últimos años llegándose a considerar a los alimentos marinos como indispensables en nuestra dieta por distintos motivos.

A nivel nutritivo, las especies marinas suponen el aporte de importantes constituyentes (Simopoulos *et al.*, 1997). Así, las proteínas reflejan un alto nivel de calidad, siendo sus valores nutricionales y coeficientes de digestibilidad similares a las proteínas cárnicas. Las proteínas de origen marino están constituidas por los veinte aminoácidos fundamentales, presentando un contenido especialmente alto en aminoácidos esenciales como lisina y metionina.

A nivel de vitaminas, su aporte especialmente alto radica en las de tipo lipídico (liposolubles), como las A y D, y también la E. Se acumulan especialmente en ciertas zonas musculares (ventrales o cercanas a las vísceras) en el caso de las especies de pescado graso, y en el hígado u órgano equivalente en las especies de pescado magro e invertebrados.

Por vivir en un medio muy rico en oligoelementos, es de esperar que las especies marinas sean portadoras de numerosos macro- y micro-elementos. Así sucede, y es de destacar el aporte en halógenos y otros elementos como Ca, K, ciertos metales de transición (Fe, Cu o Zn) y Se. Este último ha

acaparado una gran atención al ser cofactor de la enzima glutatiónperoxidasa, muy importante por su papel como antioxidante endógeno.

Y finalmente, la fracción lipídica. Lo que caracteriza y distingue a las especies marinas de las que no lo son es su composición rica en ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), que alcanzan cadenas de hasta 20 ó 22 átomos de carbono con un número de dobles enlaces por molécula que puede llegar a 5 ó 6. Muchas de estas propiedades positivas de los alimentos marinos se basan precisamente en la presencia de AGPI de la denominada serie ω 3 o n3.

De forma comparativa con otros tipos de alimentos, se puede decir que la composición de los productos marinos es muy similar a la de los productos cárnicos, diferenciándose ya bastante de otros tipos de alimentos, especialmente los ricos en carbohidratos (cereales, leguminosas, hortalizas y frutas). El contenido de este grupo bioquímico resulta despreciable en el pescado propiamente dicho, pero alcanza ciertos niveles en los crustáceos y moluscos, en función de la mayor o menor rigidez del medio.

El principal obstáculo para establecer la composición próxima en las especies marinas ha sido la variación relativamente grande del contenido de sus constituyentes. En concreto, esta variación se refleja especialmente en su contenido lipídico. Así, los factores que afectan al contenido de este constituyente son numerosos, pero se pueden englobar en dos bloques. Por un lado se pueden mencionar los de naturaleza intrínseca, como genética (especies magras, grasas y semigrasas), morfológica (diferente contenido según la zona muscular considerada) y fisiológica (diferencias entre sexos y como resultado del

desarrollo sexual). Por otro lado estarían factores externos o de ambiente (relativos a condiciones de vida, particularmente, temperatura del agua y facilidad de alimentación).

Es importante expresar la independencia entre los contenidos en lípidos y proteínas, en el sentido de que las variaciones en el contenido de lípidos no llevan a fluctuaciones en el de las proteínas. En cambio, sí guarda una relación fuerte con el contenido acuoso, en el sentido que se ha señalado una relación inversa entre grasa y humedad en pescado, tal que la suma de ambos suele ser del orden de 78-85 %.

LOS ÁCIDOS DE LA SERIE OMEGA-3

Tradicionalmente se ha considerado a los alimentos de origen marino como una fuente interesante en ácidos esenciales como linoleico (C18:2 ω 6) y linolénico (C18:3 ω 3), que hoy en día podríamos llamar esenciales clásicos. Serían ácidos que el organismo humano necesita pero que no es capaz de sintetizar. En la actualidad se presta gran atención a los denominados AGPI de la serie ω 3. De acuerdo con numerosas investigaciones recientes, parece que son estos ácidos en concreto los responsables de la acción positiva de los lípidos marinos en el tratamiento de ciertas enfermedades. Dado que los humanos no somos capaces de fabricar ácidos de las series ω 6 y ω 3, nos vemos en la necesidad de conseguir dichos ácidos a través de la dieta. Así, la fuente principal de los primeros serían los vegetales en general, mientras que la fuente fundamental de los segundos serían los alimentos de origen marino. Dentro de los AGPI de la serie ω 3, los más característicos y a la vez los más abundantes en las especies marinas son el de 22 átomos de carbono y 6 dobles enlaces (C22:6 ω 3), llamado ácido docosahexaenoico (DHA), y el de 20 átomos de carbono y 5 dobles enlaces (C20:5 ω 3), llamado ácido eicosapentaenoico (EPA).

Recientemente se otorga una importancia muy grande a la relación entre los contenidos en ácidos ω 3 y ω 6 (relación ω 3/ ω 6) (FAO/WHO, 2010; Simopoulos *et al.*, 2008). Como resultado de investigaciones llevadas a cabo en relación a la alimentación de épocas anteriores o de sociedades actuales poco desarrolladas desde el punto de vista tecnológico (cazadores, agricultores, etc.), se ha visto que dicha relación es prácticamente la unidad. Sin embargo en nuestra sociedad tecnológica, ya desde hace un par de siglos, este equilibrio se ha venido rompiendo en favor de los ácidos ω 6, siendo este efecto especialmente importante en las últimas décadas. Numerosas investigaciones al respecto han demostrado

una fuerte incidencia de este desequilibrio sobre enfermedades como las coronarias, desórdenes inflamatorios y de autoinmunidad, desarrollo cancerígeno, etc. Actualmente, los expertos recomiendan que el valor ω 3/ ω 6 de la dieta no sea inferior a 0.20-0.25.

La llamada “*dieta occidental*” se caracteriza por una elevada densidad calórica, un desequilibrio en la proporción de ácidos ω 3/ ω 6 en favor de los segundos, y un alto contenido en grasa saturada, grasa trans, colesterol y azúcares refinados. Como resultado, se pueden producir distintas alteraciones metabólicas entre las que se incluyen la obesidad, la resistencia a la insulina, la hiperglucemia, la dislipidemia (incremento anormal del contenido de grasa en sangre) y la hipertensión. La coexistencia de al menos tres de estas alteraciones en un mismo individuo determina el diagnóstico conocido como “*síndrome metabólico*”, un trastorno multifactorial que eleva de manera significativa el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo 2 (Cordain *et al.*, 2005). Como resultado de numerosas investigaciones, tanto en modelos animales como humanos, se ha visto que la suplementación con AGPI de la serie ω 3, especialmente EPA y DHA, constituye una de las estrategias más eficaces al objeto de balancear el desequilibrio de la relación ω 3/ ω 6.

ESTUDIO DEL CONTENIDO LIPÍDICO Y DE ÁCIDOS ω 3 EN DISTINTAS ESPECIES MARINAS

En lo que sigue de este trabajo se llevará a cabo una descripción de diversos estudios de composición en distintas especies marinas (vertebradas/invertebradas, grasas/magras y salvajes/cultivadas). En estos estudios se analizan diversos tipos de efectos, tanto intrínsecos como extrínsecos, sobre el contenido lipídico, así como sobre el perfil de ácidos ω 3 y sobre la relación ω 3/ ω 6. Asimismo, se hace especial incidencia en el contenido en los ácidos DHA y EPA por ser los más abundantes dentro del grupo de ácidos de la serie ω 3.

a) Atún blanco (*Thunnus alalunga*)

También denominado bonito del norte o albacora, es una especie de gran interés en la industria conservera, siendo el túnido más cotizado en el mercado. El estudio consideró tres zonas musculares conocidas con los nombres comerciales de tronco, tarantelo y ventresca. Por otra parte, el estudio se centró en dos clases de lípidos de características muy diferentes: fosfatidilcolina (PC, clase lipídica estructural) y triglicéridos (TG, clase lipídica de acumulación) (Gallardo *et al.*, 1989).

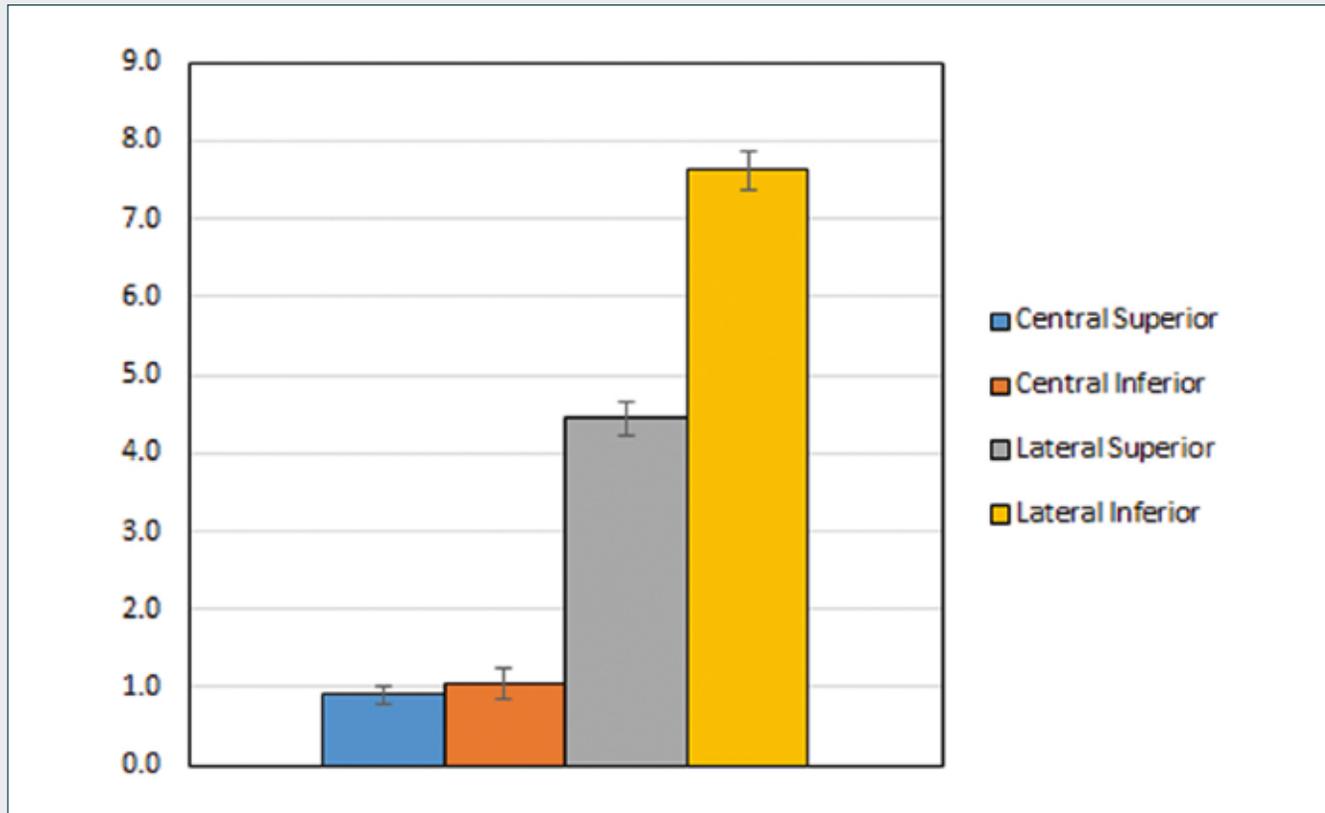


Figura 1: Contenido lipídico (g/100 g músculo) en las cuatro zonas musculares estudiadas de gallo (lados superior e inferior del cuerpo; zonas central y lateral).

Se observó una marcada diferencia zonal a nivel de contenido lipídico, siendo los valores obtenidos 5.8 (tronco), 4.3 (tarantelo) y 18.5 (ventresca), todos ellos expresados en g/100 g músculo. Se concluye por ello, que la ventresca es la zona de acumulación lipídica.

A nivel de contenido en las dos clases de lípidos seleccionadas, la clase TG reflejó valores altos en todas las zonas musculares, siendo superiores en el caso de la ventresca (92.0 g/100 g lípidos) frente a tronco y tarantelo (83.7 y 80.1 g/100 g lípidos, respectivamente). Al ser una clase de acumulación lipídica, el contenido en TG es superior en la zona muscular especializada en la acumulación lipídica.

El análisis de la PC, reflejó una distribución opuesta a los TG. Así, la ventresca reflejó el valor inferior (1.0 g/100 g lípidos), frente a 3.9 y 4.1 g/100 g lípidos para tronco y tarantelo, respectivamente. Al tratarse de una clase lipídica de tipo estructural, su contenido es menor en la zona muscular dedicada a la acumulación lipídica.

A nivel de ácidos, el EPA proporcionó valores en el rango 4.2-5.7 g/100 g ácidos grasos totales (AGT), sin reflejar diferencias entre zonas musculares ni entre las dos clases lipídicas estudiadas. Sin embargo, en el caso del DHA, su contenido fue claramente superior en la PC (30.6-36.0 g/100 g AGT) que en los TG (15.2-15.8 g/100 g AGT); en este ácido tampoco se observaron diferencias entre las zonas musculares, pero sí es de destacar su contenido claramente superior al del EPA.

El contenido en ácidos $\omega 3$ reflejó valores superiores en la PC (36.6-44.2 g/100 g AGT) frente a los TG (26.2-26.9 g/100 g AGT), sin mostrar diferencias entre zonas musculares. A nivel de la relación $\omega 3/\omega 6$, se obtuvieron valores superiores en la PC (9.4-10.4) frente a los TG (5.7-6.8), siendo de destacar valores inferiores en ventresca que en las otras dos zonas en el caso de considerar la PC. Es importante destacar que en todos los tipos de muestras estudiadas, los valores de $\omega 3/\omega 6$ son altamente recomendables para la dieta humana.

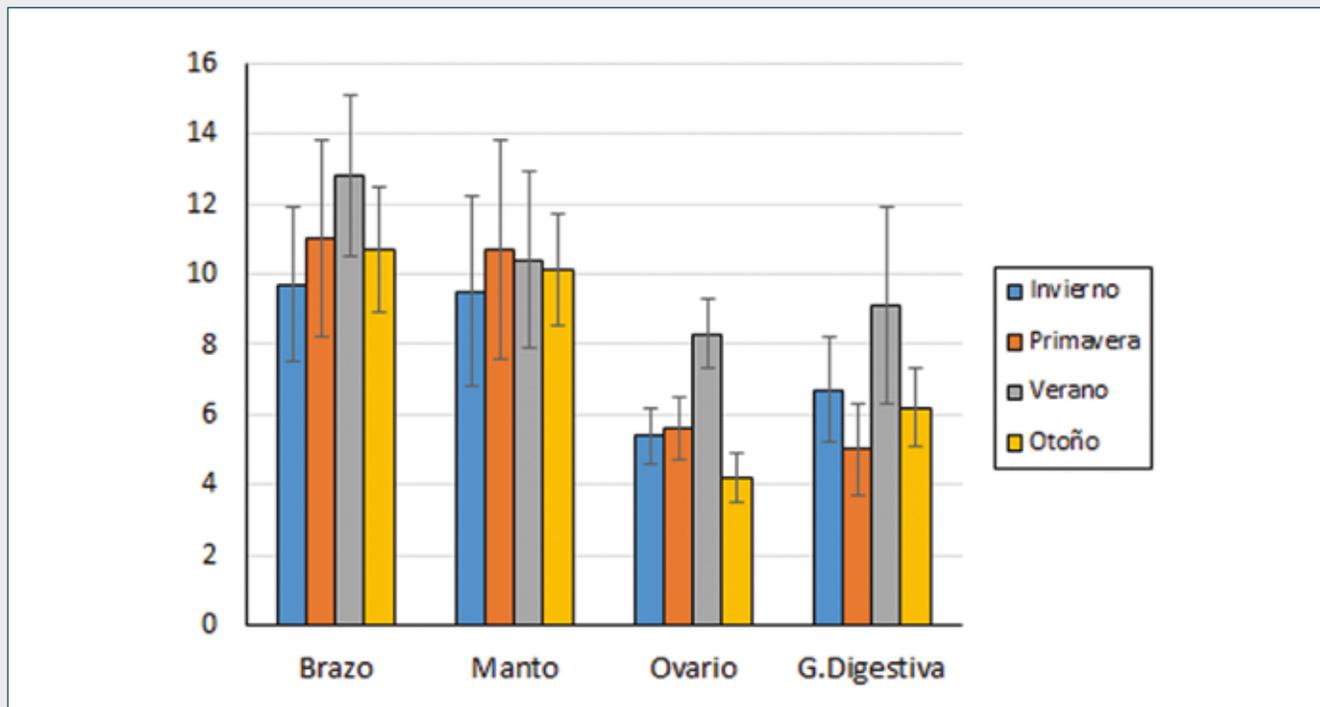


Figura 2: Valor de la relación ω_3/ω_6 en los distintos tejidos estudiados de pulpo (brazo, manto, ovario y glándula digestiva) para cada una de las estaciones del año.

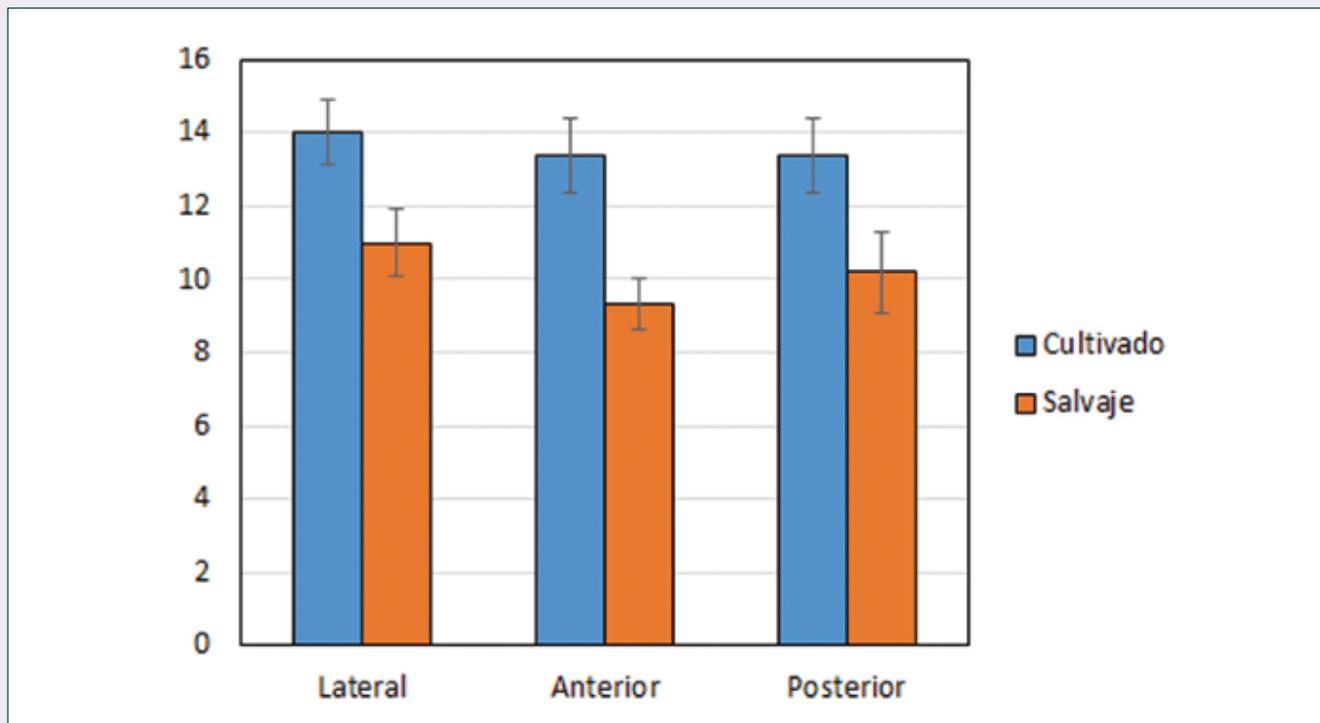


Figura 3: Contenido en ácido eicosapentaenoico (EPA; g/100g ácidos grasos totales) en las distintas zonas musculares estudiadas (lateral, anterior y posterior) para individuos cultivados y salvajes de rodaballo.

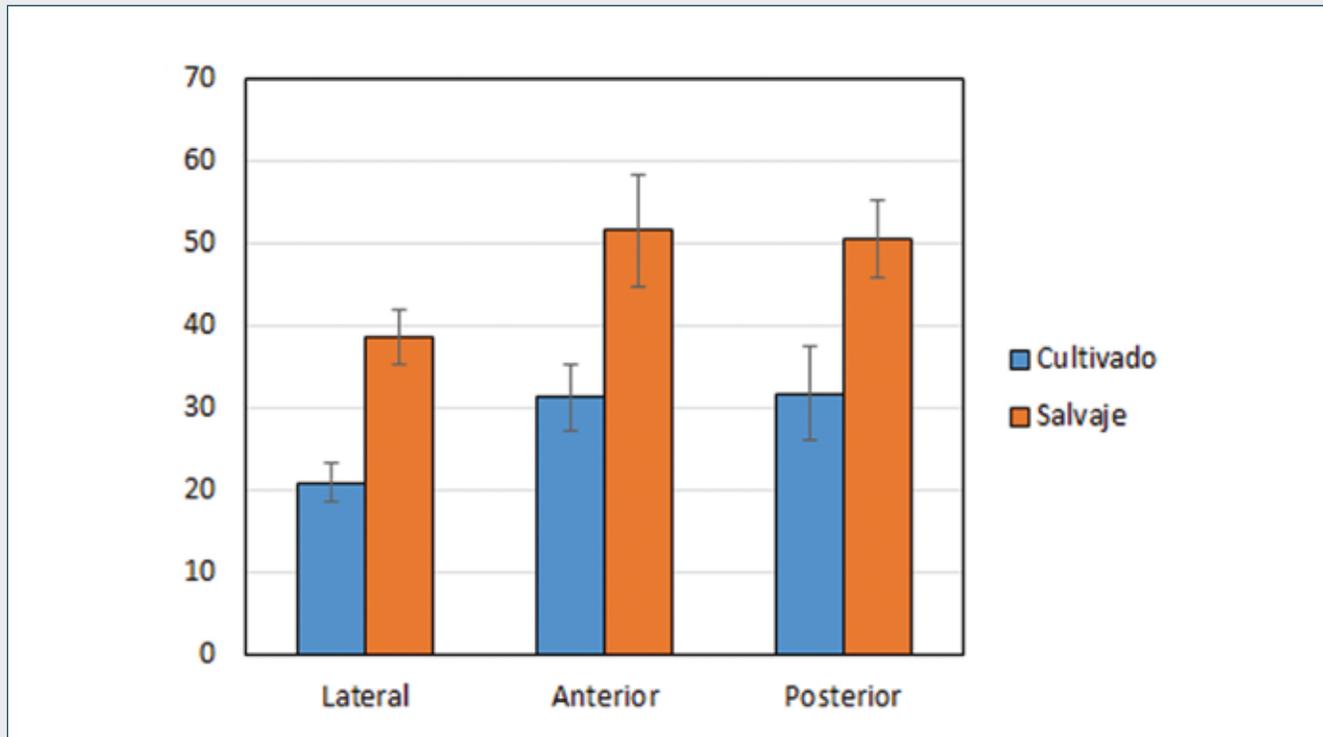


Figura 4: Contenido en ácido docosahexaenoico (DHA; g/100g ácidos grasos totales) en las distintas zonas musculares estudiadas (lateral, anterior y posterior) para individuos cultivados y salvajes de rodaballo.

b) Gallo (*Lepidorhombus whiffiagonis*)

Es una especie plana, muy abundante en el caladero de Gran Sol (Sur-Oeste de Irlanda) y apreciada por el consumidor y con una gran importancia económica. En este estudio se consideraron dos zonas musculares (central y lateral), así como los dos lados (superior e inferior) de su cuerpo (Barbosa *et al.*, 2018).

El contenido lipídico resultó ser especialmente mayor en ambas zonas laterales (4.5-7.6 g/100 g músculo) al ser comparadas con las zonas centrales (0.9-1.0 g/100 g músculo) (Figura 1). Asimismo, los valores medios del lado inferior fueron superiores a los correspondientes del lado superior.

A nivel de ácidos ω 3, el EPA reflejó contenidos mayores en las zonas laterales (50.4-51.1 mg/g lípidos) frente a las zonas centrales (45.9-47.1 mg/g lípidos) para ambos lados. El DHA indicó una distribución opuesta, siendo más abundante en las zonas centrales (167.9-173.4 mg/g lípidos) que en las laterales (120.7-122.8 mg/g lípidos).

El contenido en ácidos ω 3 mostró una distribución similar al ácido DHA, al ser el más abundante en este grupo. Así, los

valores fueron superiores en las zonas centrales (231.5-238.1 mg/g lípidos) frente a las zonas laterales (189.2-193.9 mg/g lípidos). Asimismo, el valor ω 3/ ω 6 fue claramente mayor en las zonas centrales (11.2-11.5) que en las zonas laterales (7.6-8.4). Es de destacar la escasa diferencia a nivel de composición ácida entre los dos lados del cuerpo de esta especie.

c) Pulpo (*Octopus vulgaris*)

Es un producto de gran aceptación por parte del consumidor en el Sur de Europa, especialmente en España, y en concreto en Galicia. El estudio se llevó a cabo en hembras, en cuatro tejidos (brazo, manto, ovario y glándula digestiva), llevando a cabo el estudio comparativo de individuos capturados en las cuatro estaciones del año (Sieiro *et al.*, 2006).

A nivel de contenido lipídico, brazo y manto reflejaron valores muy bajos (inferiores a 0.5 g/100 g tejido) frente a ovario (2.0-4.0 g/100 g tejido) y glándula digestiva (5.4-9.0 g/100 g tejido). Estos valores superiores en la glándula digestiva indican que este tejido es el empleado para la acumulación li-

pídica. Por ello, es en la glándula digestiva donde se pueden observar más fácilmente diferencias en el contenido lipídica a nivel estacional. Así, los valores superiores se obtuvieron en los individuos capturados en otoño (9.0 g/100 g tejido) frente a los menos grasos correspondientes a la primavera (5.4 g/100 g tejido).

En cuanto a la composición ácida, el EPA reflejó valores superiores en brazo y manto (19.1-21.4 g/100 g AGT) frente a ovario y glándula digestiva (13.4-18.1 g/100 g AGT). Tanto en ovario como en glándula digestiva, es en otoño cuando los valores resultaron ser inferiores. En cuanto al DHA, sus valores no reflejaron diferencias importantes entre los cuatro tejidos estudiados (16.7-34.2 g/100 g AGT), siendo de destacar valores medios algo inferiores en la glándula digestiva. A nivel estacional, los individuos correspondientes a la primavera reflejaron valores inferiores en ovario y glándula digestiva.

En relación a los ácidos $\omega 3$, se obtuvieron valores medios superiores en brazo y manto (50.2-55.5 g/100 g AGT) frente a ovario y glándula digestiva (41.5-54.0 g/100 g AGT). A nivel estacional, la diferencia más notable fue el valor menor en individuos de verano y otoño (45.1 g/100 g AGT) frente a los correspondientes de invierno y primavera (52.4-54.7 g/100 g AGT). La relación $\omega 3/\omega 6$ mostró valores claramente superiores en los tejidos musculares (9.5-12.8) frente a ovario y glándula digestiva (4.2-9.1) (Figura 2). En ovario y glándula digestiva, los valores superiores se obtuvieron en los individuos correspondientes a verano. Sin embargo, es de destacar el alto valor obtenido para esta relación en todas las muestras sometidas a este estudio.

d) Rodaballo (*Psetta maxima*)

Es una especie plana de gran aceptación por parte del consumidor y con un gran potencial como especie de acuicultura. En este estudio se analizaron de forma comparativa individuos maduros, tanto cultivados como salvajes, así como se consideraron tres zonas musculares distintas (anterior, posterior y lateral) (Aubourg *et al.*, 2007).

El análisis del contenido lipídico reflejó valores similares en las zonas anterior y posterior para ambos tipos de individuos (0.3-0.4 g/100 g músculo). Sin embargo, estos valores se incrementaron notablemente al considerar la zona lateral en individuos salvajes (1.6 g/100 g músculo) y cultivados (18.4 g/100 g músculo). Se concluye que para ambos tipos de individuos, la zona lateral es utilizada como zona de acumulación lipídica, de acuerdo con los resultados previamente señalados en el estudio de gallo.

El estudio de composición ácida indicó que el EPA estaba presente en valores similares en las tres zonas musculares

consideradas (Figura 3); sin embargo, los valores fueron superiores en los individuos cultivados (13.4-14.0 g/100 g AGT) que en los salvajes (9.3-11.0 g/100 g AGT). Sin embargo, el DHA indicó una distribución opuesta, siendo sus valores claramente superiores en los individuos salvajes (38.6-51.6 g/100 g AGT) frente a los cultivados (20.9-31.8 g/100 g AGT) (Figura 4); a diferencia del EPA, la distribución del DHA demostró valores superiores en las zonas anterior y posterior que en la zona lateral para ambos tipos de individuos.

El contenido en ácidos $\omega 3$ reveló una distribución similar al DHA, de acuerdo con el hecho de ser éste el ácido más abundante. Así, los individuos salvajes reflejaron contenidos superiores (51.9-62.0 g/100 g AGT) a los cultivados (39.8-51.4 g/100 g AGT), siendo los valores de la zona lateral ligeramente inferiores a los de las zonas anterior y posterior. La relación $\omega 3/\omega 6$ mostró valores claramente superiores en los individuos salvajes (13.8-14.9) frente a los cultivados (6.2-9.0); la comparación entre zonas reveló valores superiores en las zonas anterior y posterior. Sin embargo, es de destacar que todas las zonas consideradas, así como los dos tipos de individuos analizados, revelan valores altamente positivos de cara a ser incluidos en la dieta humana.

e) Besugo (*Pagellus bogaraveo*)

Es una especie muy apreciada por el consumidor, que recientemente se ha comenzado a producir en acuicultura, por lo que su potencial comercial se está viendo notablemente incrementado. En este estudio se compararon tres zonas musculares (dorsal, ventral y cola) en individuos maduros, tanto salvajes como de cultivo (Álvarez *et al.*, 2009).

A nivel de contenido lipídico, no se observaron diferencias zonales en los individuos salvajes (0.5-0.6 g/100 g músculo). Sin embargo, en el caso de los individuos de cultivo, la zona ventral reflejó un nivel superior (1.5 g/100 g músculo) que las zonas dorsal y cola (1.2 g/100 g músculo). La comparación entre los dos tipos de individuos indicó valores superiores en las tres zonas para los especímenes provenientes de cultivo.

La composición ácida indicó niveles claramente superiores de EPA en los individuos cultivados (0.80-1.01 g/kg músculo) frente a los salvajes (0.18-0.26 g/kg músculo). Sin embargo, el contenido en DHA no reflejó diferencias a nivel zonal, ni tampoco entre tipos de individuos (2.08-2.68 g/kg músculo).

El contenido en ácidos $\omega 3$ reflejó valores superiores en los individuos cultivados (3.79-4.78 g/kg músculo) frente a los salvajes (2.56-2.78 g/kg músculo), sin apenas proporcionar diferencias a nivel zonal tanto en cultivados como en salvajes. Esta diferencia entre el perfil del ácido DHA y el contenido en ácidos $\omega 3$ hace pensar en la posible inclusión en la dieta de

importantes niveles de ácido linolénico (C18:3 ω 3). Asimismo, el valor ω 3/ ω 6 mostró valores claramente superiores en el caso de los especímenes salvajes (10.7-12.1) frente a los de origen de cultivo (2.4-2.6), sin que se reflejasen diferencias a nivel zonal en cualquiera de los dos tipos de individuos considerados. La gran diferencia existente entre el contenido en ácidos ω 3 y los valores de la relación ω 3/ ω 6 hace pensar en la probable inclusión en la dieta de valores muy notables del ácido linoleico (C18:2 ω 6). En cualquier caso, el valor de esta relación puede considerarse nutricionalmente buena, incluso para los individuos correspondientes a condiciones de cultivo.

CONCLUSIONES

Se ha comprobado un efecto importante sobre el contenido lipídico de distintos factores intrínsecos y extrínsecos, de acuerdo con resultados previos relacionados llevados a cabo en otras especies marinas. Así, las especies grasas tienden a acumular lípidos en determinadas zonas musculares ventrales, mientras que las magras e invertebrados lo hacen en el hígado o glándula digestiva; por su parte, las especies planas tienen tendencia a acumular lípidos en las zonas musculares laterales. La comparativa salvaje/cultivado, ha llevado a valores superiores en contenido lipídico en éstas últimas, fruto de unas condiciones de alimentación más fáciles y abundantes, así como resultado de una vida menos activa.

Del análisis de ácidos grasos, se concluye que, en todos los casos, la relación ω 3/ ω 6 es lo suficientemente alta como para que cualquiera de las muestras analizadas sea recomendada en la dieta al objeto de equilibrar dicha relación. Es de destacar que este valor es superior en el caso de zonas comestibles y en zonas que en los individuos no estén dedicadas a la acumulación lipídica. Asimismo, la comparativa salvaje/cultivado indica un valor superior en todos los casos para los especímenes correspondientes a la condición de salvaje. En todos los casos estudiados, el ácido DHA ha sido el componente mayoritario en el grupo de ácidos ω 3.

Agradecimientos

Este trabajo fue llevado a cabo con la financiación proporcionada por el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT; Chile) a través del proyecto número 1181774.

BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez, V., Medina, I., Prego, R. and Aubourg, S. P. 2009. Lipid and mineral distribution in different zones of farmed and wild blackspot seabream (*Pagellus bogaraveo*). *European Journal of Lipid Science and Technology* 111: 957-966.
2. Aubourg, S. P., Losada, V. and Prego, R. 2007. Distribution of lipids and trace minerals in different muscle sites of farmed and wild turbot (*Psetta maxima*). *International Journal of Food Science and Technology* 42: 1456-1464.
3. Barbosa, R. G., Trigo, M., Prego, R., Fett, R., and Aubourg, S. P. 2018. The chemical composition of different edible locations (central and edge muscles) of flat fish (*Lepidorhombus whiffiagonis*). *International Journal of Food Science and Technology* 53: 271-281.
4. Cordain, L., Eaton, S., Sebastian, A., Mann, N., Lindeberg, S., Watkins, B., O'Keefe, J., Brand-Miller, J. 2005. Origins and evolution of the Western Diet: health implications for the 21st century. *The American Journal of Clinical Nutrition*. American Society for Nutrition 81: 341-354.
5. FAO/WHO 2010. *Fats and Fatty Acids in Human Nutrition; Report of an Expert Consultation*; Food and Agriculture Organisation/World Health Organisation: Rome, Italy; 166pp.
6. Gallardo, J. M., Aubourg, S. P. and Pérez-Martín, R. 1989. Lipid classes and their fatty acids at different loci of albacore (*Thunnus alalunga*): Effects of the pre-cooking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 37: 1060-1064.
7. Sieiro, M^a P., Aubourg, S. P., and Rocha, F. 2006. Seasonal study of lipid composition in different tissues of the common octopus (*Octopus vulgaris*). *European Journal of Lipid Science and Technology* 108: 479-487.
8. Simopoulos, A. 1997. Nutritional aspects of fish. In: *Seafood from producer to consumer, integrated approach to quality*. Luten, J., Børrensen, T., and Oehlenschläger, J. (Eds.). Elsevier Science, London, UK, pp. 589-607.
9. Simopoulos, A. 2008. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine* SAGE Publications 233: 674-688.

¿SOLO O ACOMPAÑADO? ¿EN EL SALÓN O EN LA COCINA?

HÁBITOS DEL NIÑO ANTE EL TELEVISOR. UNA APROXIMACIÓN AL CASO EN GALICIA.

Beatriz Feijoo Fernández (1), Aurora García González (2)

(1) Universidad de los Andes (Chile).
(2) Universidade de Vigo (España).

RESUMEN

Análisis de datos de audiencias realizados desde el año 2015 por Kantar Media concluyen que el consumo televisivo del público entre 4 y 12 años supera las dos horas diarias y, aunque se trate de un perfil muy afín y receptivo a la multiplicidad de plataformas, la televisión sigue siendo una de sus principales opciones de entretenimiento. En este contexto, este trabajo ha intentado profundizar, a partir de la consulta a los propios niños, en cómo los escolares interactúan con este medio; para ello se planteó estudiar con quién, en dónde y qué actividades compatibilizan cuando se sientan frente al televisor. Con ello se perseguía el objetivo de complementar la información cuantitativa aportada por otros estudios. Esta investigación se enmarca en una de mayor magnitud sobre niños y consumo de pantallas en la que participó -a través de la técnica de la encuesta- una muestra de 2.200 estudiantes de sexto de primaria de 77 centros educativos de Galicia.

Palabras clave: Televisión, audiencia infantil, hábitos consumo.

1. INTRODUCCIÓN

Los espectadores comprendidos entre las franjas de los cuatro y los 24 años son el perfil de edad que menos ve la televisión al día, a pesar de lo cual su consumo sigue por encima de las dos horas. Según estudios de Kantar Media, el tiempo de visionado crece conforme aumenta la edad de la audiencia, y alcanza su máximo entre los mayores de 65 años, que duplican el consumo de los más jóvenes. En números

absolutos la audiencia infantil (4-12 años) consume mucha menos televisión que otras franjas de edad.

Aunque, por otra parte, resulta innegable que el ocio de los niños se ha ido llenando de diversas pantallas, la televisión continúa ocupando una posición preponderante en sus hábitos y rutinas, de ahí que pareciera interesante analizar en qué condiciones ven televisión: solos o acompañados, en qué momento del día, en la intimidad de su habitación o en el salón o si compatibilizan su consumo con otro tipo de actividades.

2. TIPOLOGÍA DE LOS HOGARES GALLEGOS

La población de 10 a 14 años reviste poca importancia demográfica en Galicia (3,8%). Su volumen únicamente supera al de la población de más de 80 años, lo que pone de manifiesto su escasa representatividad en el conjunto de la sociedad gallega caracterizada por su envejecimiento.

Además de pocos, están concentrados en el 33% hogares que afirman tener algún niño a cargo, que, comparativamente con aquellos que no tienen niños suelen tener más ingresos, aunque con el paso de los años han ido perdiendo poder adquisitivo.

Para completar la descripción de la realidad del público objetivo se atendió a la distribución del tiempo de los escolares fuera del horario escolar. Una mayoría (siete de cada 10) dedicaron aproximadamente siete horas a la semana a actividades no lectivas dentro del propio centro escolar,

preferentemente actividades extraescolares y comedor. En menor proporción (cinco de 10), empleaban parte de su tiempo no lectivo (sobre cuatro horas) en actividades fuera de la escuela, como academias o actividades deportivas (Instituto Gallego de Estadística).

En total, y si se tiene en cuenta el horario lectivo y las actividades no lectivas, en el momento en que se efectuó este trabajo, los niños gallegos pasaban una media de 31,9 horas a la semana en los centros de educación o en actividades programadas fuera del propio centro escolar.

En este contexto, resultó también interesante el papel que los abuelos desempeñaban en la educación y formación de sus nietos. El IGE (Instituto Gallego de Estadística) constató que más de la mitad de los padres que necesitaron ayuda en la crianza de sus hijos recurrieron a la opción de los abuelos, independientemente de la causa (imprevistos, vacaciones estivales, enfermedad...). Los abuelos son el principal referente para la supervisión de los niños cuando los progenitores están ocupados, algo que ocurre en la mayoría de los hogares pues en más del 90% en los que conviven niños, alguno de los padres está empleado.

2.1. Equipamiento tecnológico de los hogares

En relación al acceso a la tecnología, convivir o no con menores marca la diferencia. La presencia del ordenador y del acceso a internet es casi el doble en las viviendas con niños (88% y 75% respectivamente).

En cuanto al equipamiento audiovisual, según datos del EGM (Estudio General de Medios), ya desde 2014 el 100% de la población gallega cuenta con alguna televisión y teléfono -ya sea fijo o móvil-. Un 65% de los gallegos dispone de algún ordenador, mientras que otros aparatos como las videoconsolas, la cámara de vídeo o de fotos, son menos corrientes.

Por lo que se refiere a la televisión, la mayoría (77%) cuenta con más de una televisión en sus hogares, las que acostumbran ser de un tamaño mayor a 13 pulgadas y de pantalla plana. Por su parte, los servicios de pago, como la televisión por cable o por internet, están poco implantados, menos de un 15% de la población declaró tener contratado alguna opción de pago.

En Galicia, la telefonía móvil supera a la fija, un 95% frente a un 82%, y lo más común es disponer de un móvil y que sea digital (con posibilidad de conexión a internet). En relación con los ordenadores, también ya es más frecuente poseer un portátil (51%) que uno de sobremesa (35%).

**TABLA 1.
EQUIPAMIENTO AUDIOVISUAL DE LOS GALLEGOS**

TOTAL TELÉFONOS	2.434.896	100
Fijo	1.998.081	82
Móvil	2.308.062	95
TELÉFONO MÓVIL PERSONAL	2.133.354	87
1 móvil	1.974.097	81
2 móviles	125.258	5
3 y + móviles	34.000	1
Móvil Digital	2.133.354	87
CÁMARA VÍDEO	486.422	20
CÁMARA FOTOS DIGITAL	1.086.215	45
ORDENADOR PERSONAL	1.579.587	65
Sobremesa	850.542	35
Portátil	1.251.878	51
TELEVISIÓN	2.429.001	100
Una	543.308	22
Dos	935.758	38
Tres o más	949.935	39
TV < 14 pulgadas	15.250	1
TV > 13 pulgadas	2.423.087	99
Televisor preparado alta definición	1.232.293	51
Recibe la TV fuera de la ant. convenc.	505.925	21
Televisor normal (de tubo)	1.279.247	52
Televisor de formato panorámico (16:9)	1.760.017	72
Televisor plano (plasma/LCD/LED)	1.919.457	79
Televisor 3D	87.257	4
Sistema de sonido (Home Cinema/Theatre)	272.921	11
Reciben Canal +	158.499	7
Reciben Tv por internet	41.871	2
Reciben Tv cable	319.772	13
Cable R	281.139	12
Otro cable	45.705	2
TDT Premium (Gol TV)	26.901	1
Yomvi	37.003	2
conCon DVD conectado	1.166.087	48
Grabador DVD	182.297	8
VÍDEOCONSOLA	763.140	31
*Total ind. Galicia = 2.441.464 Fuente: EGM (Estudio General de Medios), 3º oleada 2014.		

La relación de los niños (10-15 años) con las TIC está totalmente generalizada ya que los niveles de uso del ordenador y de internet se encuentran entre el 95% y 100% independientemente del hábitat, del tamaño y de la renta de sus hogares. La telefonía móvil goza de una penetración menor, pero se debe tener en cuenta que en este estudio toma como referente un grupo menor de 15 años, edad a partir de la cual sí se dispara la posesión de dicho dispositivo.

3. METODOLOGÍA

Con esta investigación se pretendía conocer el modo en el que los niños ven la televisión, prestando especial atención a aquellas rutinas o hábitos que pueden condicionar su relación con la pantalla. Se trataba de analizar variables que contextualizan su consumo del medio, en particular a si la ven solos o en compañía, en el salón, cocina o habitación, mientras hacen otras actividades..., cuestiones que influyen directamente en la forma en que reciben los contenidos, y que complementan los datos de consumo aportados por los estudios de audiencia.

Según datos del Instituto Nacional de Estadística en el momento de realizar el trabajo de campo la población gallega entre los 11 y los 12 años ascendía a 41.889 personas (21.513 hombres, 20.376 mujeres) repartidos en 898 centros educativos. Teniendo en cuenta el universo definido, para un índice de confianza del 95,5% con un margen de error de +/-2,5% (varianza $P=Q=50$), la muestra para ser representativa, debía estar formada por 1.542 individuos.

Se recurrió a la metodología cuantitativa de la encuesta autoadministrada ya que fueron los propios niños quienes leyeron y anotaron las respuestas, aunque siempre acompañados por un responsable de la investigación. Siguiendo a Sierra Bravo (2001) se empleó el cuestionario, instrumento básico de la observación por encuesta, recurriendo

en este caso al cuestionario simple que, de acuerdo a los parámetros expuestos, se repartió en un total de 77 colegios públicos y privados, consiguiendo una muestra final de 2.202 escolares.

El cuestionario contemplaba una batería de 23 preguntas que buscaban conocer la relación de los niños gallegos con los medios audiovisuales. Consecuentemente, dichas cuestiones se estructuraron en tres bloques temáticos, cada uno referido a una pantalla (televisión, videojuegos e internet) en los que se preguntó sobre el tiempo dedicado y los contenidos consumidos.

4. RESULTADOS

A continuación, se presentan las variables analizadas -tiempo de consumo, compañía, lugar de visionado y simultaneidad con otras actividades- diferenciadas en distintos subepígrafes.

De forma general las tablas contemplan dos tipos de datos: las frecuencias absolutas (Fi) y el porcentaje válido (así lo designa el programa SPSS), calculado sobre el total de casos que hayan respondido a la pregunta concreta.

4.1. Tiempo de consumo

En todas las franjas horarias (de 7 a 9h; de 12 a 14h; de 14 a 17h; de 17 a 20h; de 20 a 22h y de 22 a 24h), una inmensa mayoría de la muestra (en todos los casos un porcentaje superior al 70%) afirmó dedicar a la televisión menos de una hora.

No obstante, en la tabla se puede observar cómo el tiempo de consumo se va incrementando conforme el día avanza: si durante la mañana es prácticamente unánime un consumo inferior a los 60 minutos, en las franjas de tarde, a partir de las 14h, se aprecia cómo aumentó el porcentaje de niños que ven la televisión más de una hora. Así, casi un 30% manifestó dedicar de dos a tres horas en la franja de 20 a 22 horas, momento a partir del cual se volvió a reducir el consumo.

TABLA 2. HORAS DE CONSUMO DE TV POR FRANJA HORARIA

Franjas horarias	De 7 a 9h		De 12 a 14h		De 14 a 17h		De 17 a 20h		De 20 a 22h		De 22 a 24h	
	Fi	%	Fi	%	Fi	%	Fi	%	Fi	%	Fi	%
Menos de 1h	1.736	94,1	1.627	90,7	1.450	79,0	1.389	73,8	1.396	72,7	1.480	83,3
De 1 a 2h	109	5,9	167	9,3	282	15,4	348	18,5	523	27,2	297	16,7
De 2 a 3h	0	0,0	0	0,0	103	5,6	146	7,8	1	0,1	0	0,0

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 3. COMPAÑÍA MIENTRAS VE LA TV POR FRANJAS HORARIAS

Franjas horarias	De 7 a 9h		De 12 a 14h		De 14 a 17h		De 17 a 20h		De 20 a 22h		De 22 a 24h	
	Fi	%	Fi	%	Fi	%	Fi	%	Fi	%	Fi	%
Solo/a	719	37,7	529	29,5	582	31,5	693	37,0	643	33,5	411	23,3
Con padres	291	15,3	400	22,3	618	33,5	502	26,8	911	47,4	674	38,2
Hermanos	441	23,1	542	30,2	706	38,3	638	34,0	750	39,1	442	25,1
Abuelos	64	3,4	119	6,6	170	9,2	136	7,3	129	6,7	62	3,5
Amigos	50	2,6	48	2,7	95	5,2	151	8,1	79	4,1	51	2,9
Cuidadores	18	0,9	25	1,4	24	1,3	28	1,5	20	1,0	8	0,5

Fuente: Elaboración propia.

Menos de una hora fue el tiempo que la mayoría de niños y niñas declaró pasar frente a la pantalla en cada bloque horario. Sin embargo, se pudo distinguir que los varones tienden a dedicar más tiempo que las mujeres ante el televisor, un comportamiento que se repitió en todas las franjas horarias. Las diferencias por sexo en el tiempo de visionado fueron mayores en las franjas de mañana, tarde (17 a 20 h) y en el prime time.

4.2. Compañía

Gracias a este cuestionario se pudo corroborar que los niños ven la televisión bien solos o acompañados de sus padres o hermanos. Las demás opciones planteadas (con abuelos, amigos o cuidadores) fueron mencionadas en una proporción muy inferior a las anteriormente citadas.

- De 7 a 9 h: Un 37,7% de la muestra expresó ver la televisión en solitario, un 23,1% en compañía de los hermanos. Según los niños, la franja despertador se correspondió con el momento del día en el que es menos frecuente que vean la televisión con sus padres (15,3%).
- De 12 a 14 h: en este bloque horario lo más común es que el niño esté frente al medio acompañado de sus hermanos (30,2%) o en solitario (29,5%). La compañía de los padres adquirió mayor presencia conforme transcurre el día.
- De 14 a 17 h: en este momento del día continúa el comportamiento descrito en los bloques matutinos, el acompañamiento más recurrente fue el de los hermanos (38,3%), no obstante fueron más los niños que consumieron televisión en compañía de sus padres (33,5%) que en solitario (31,5%) -(posiblemente motivado por coincidir con el horario de la comida)-. Fue de 14 a 17 h cuando más niños marcaron ver la televisión con sus abuelos.

- De 17 a 20 h: tras la sobremesa, una mayor proporción de niños declaró preferir ver la televisión solo (37,0%) o con los hermanos (34,0%). La presencia de padres (26,8%) y abuelos (7,3%) descendió a favor de la de los amigos (8,1%) con respecto a la franja anterior.
- De 20 a 22 h: hacia las últimas horas del día se afianzó la compañía paterna, un 47,4% de los niños que consumían televisión a esas horas declararon hacerlo en compañía de sus padres; un 39,1% con sus hermanos y un 33,5% en solitario.
- De 22 a 24 h: durante el prime time, la compañía de los padres siguió siendo predominante, aun así un 23,3% de la muestra confirmó que a esas horas ve la televisión solo y un 25,1% con sus hermanos.

En resumen, en horario matinal y durante la tarde (de 14 a 20 h), los niños preferían ver la televisión bien en solitario, bien con sus hermanos. La compañía paterna se detectaba en mayor medida en los bloques vespertinos, de 20 a 24 h. En cambio, la compañía de abuelos o amigos fue más común en las franjas de tarde.

Se percibió además que los varones son más proclives a consumir la televisión en solitario, especialmente a primera hora de la mañana, en la sobremesa y en prime time. Las niñas indicaron en una mayor proporción que los niños consumir programas en compañía de padres, hermanos o abuelos. En este sentido, resultaron interesantes las diferencias observadas en cuanto al sexo cuando los acompañantes son los abuelos. Aunque no hay una amplia representatividad de escolares que consumieron la televisión con sus abuelos, los datos pusieron de relieve que más niñas que niños compartieron el tiempo de televisión con sus mayores.

TABLA 4. LUGAR DE LA CASA DONDE VEN LA TV POR FRANJAS HORARIAS

Franjas horarias	De 7 a 9h		De 12 a 14h		De 14 a 17h		De 17 a 20h		De 20 a 22h		De 22 a 24h	
	Fi	%	Fi	%	Fi	%	Fi	%	Fi	%	Fi	%
Salón	830	44,4	815	46,8	1.110	62,6	1.202	66,8	1.257	68,7	777	45,3
Cocina	288	15,4	308	17,7	334	18,8	200	11,1	252	13,8	125	7,3
Habitación	229	12,3	166	9,5	220	12,4	271	15,0	384	20,9	309	18,0

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Lugar de la casa para ver la televisión

Independientemente de la banda horaria, la sala de estar fue el lugar predominante del hogar para ver la televisión.

Además del salón, los niños prefirieron la cocina a la habitación en horario matutino -sobre todo en la hora del almuerzo (18,8%)-. En las franjas horarias de tarde (de 17 a 20 h, 15,0%; de 20 a 22 h, 20,9%) y prime time (18,0%) se observa como los menores abandonaron la cocina para ver televisión en el dormitorio. Al diferenciar por sexo apenas se alteraron los resultados en este sentido.

4.4. Simultaneidad con otras actividades

Últimamente se ha catalogado la televisión como un medio cuyo consumo permite la simultaneidad con otras tareas. Una de las características que definen a los nativos digitales es su capacidad multitarea, por lo que se aprovechó este cuestionario para preguntarles qué actividad compaginaban con la televisión (comer, hacer los deberes, jugar o leer) o si no hacían nada más que atender a la pantalla. En este caso, los niños marcaron como opción mayoritaria que no

realizaban ninguna tarea cuando están frente al televisor; en caso contrario, aprovechan para comer y, en menor medida, para jugar.

Si se analiza por franjas horarias,

- De 7 a 9 h: un 29,7% de la muestra afirmó no estar haciendo nada más mientras veía la televisión; casi en la misma proporción, un 29,5% come mientras atiende a la pantalla y en mucha menor medida, un 9,5% juega y ve televisión a la vez. Fueron una minoría los que aprovecharon para hacer los deberes (3,8%) o para leer (2,0%).
- De 12 a 14 h: al mediodía se repiten los hábitos de la mañana ya que, de nuevo, en un porcentaje mayor (32,3%) los niños declararon prestarle toda la atención a la pantalla; un 24,1% manifestó que al mismo tiempo comía, mientras que un 10,4% jugaba a la par que veía la televisión.
- De 14 a 17 h: en la sobremesa, la mayor parte de los escolares (casi un 70%) ven la televisión sin hacer nada más o aprovechan para comer.

TABLA 5. SIMULTANEIDAD CON OTRAS ACTIVIDADES MIENTRAS VEN LA TV POR FRANJAS HORARIAS

Franjas horarias	De 7 a 9h		De 12 a 14h		De 14 a 17h		De 17 a 20h		De 20 a 22h		De 22 a 24h	
	Fi	%	Fi	%	Fi	%	Fi	%	Fi	%	Fi	%
Comer	538	29,5	407	24,1	523	30,3	325	18,6	447	25,5	184	11,1
Deberes	69	3,8	60	2,7	129	7,5	183	10,5	72	4,1	38	2,3
Jugar	174	9,5	175	10,4	232	13,4	335	19,2	267	15,2	121	7,3
Leer	36	2,0	64	3,8	70	4,1	94	5,4	92	5,2	55	3,3
Nada más	543	29,7	546	32,3	676	39,1	722	41,3	920	52,3	759	45,7
Cuidadores	18	0,9	25	1,4	24	1,3	28	1,5	20	1,0	8	0,5

Fuente: Elaboración propia.

- De 17 a 20 h: es durante la tarde cuando más niños juegan (19,2%), hacen los deberes (10,5%) o leen (5,4%) mientras están viendo la televisión. No obstante, la mayoría (41,3%) siguió optando por ver la televisión de manera concentrada, sin realizar otras actividades que dispersen su atención.
- De 20 a 22 h: es en esta franja horaria cuando más niños están centrados exclusivamente en la televisión, pues más de la mitad de la muestra (52,3%) afirmó no hacer nada más al estar frente a la pantalla. No obstante, $\frac{1}{4}$ aprovecha para comer y un 15,2% para seguir jugando.
- De 22 a 24 h: la mayoría de los escolares que permanece a estas horas frente a la pantalla (45,7%) solamente ve la tele, mientras que un 11,1% come a la vez.

En resumen, un porcentaje destacable de la muestra (nunca inferior al 29%) afirmó no compaginar el consumo de televisión con otra actividad, y, en el caso de hacerlo, la mayoría es para comer. Jugar y, en menor medida, hacer los deberes y leer mientras ven el televisor fueron rutinas menos frecuentes entre los escolares encuestados.

En este caso, ser niño o niña apenas marcó diferencias. Aun así, se advirtió que los varones son más proclives que sus homólogas femeninas a compaginar sus juegos con la televisión, sobre todo en las franjas horarias de tarde.

5. Discusión y conclusiones

Los resultados del cuestionario permitieron conocer cuáles son los momentos del día en que los niños prefieren ver la televisión y si coinciden con el horario de protección para menores establecido por el Código de Autorregulación de Contenidos Televisivos e Infancia y por la Ley 7/2010 de Comunicación Audiovisual. Como quedó patente, la mayoría de la muestra se decantó por las franjas del Access prime time (de 20 a 22 h) y por la tarde (de 17 a 20 h), efectivamente dentro del horario de protección, sobre todo la tarde, que entra dentro del horario designado con protección reforzada.

Los niños también definieron claramente cuáles eran los momentos del día en que menos se sentaban ante el televisor. Uno de ellos, la hora del desayuno (de 7 a 9 h), resultado que puede resultar contradictorio cuando la primera hora de la mañana, además de entrar en el horario de protección reforzada, siempre ha sido una franja contenedora de programación infantil. El prime time supuso el segundo momento del día menos preferido para ver la televisión, el que está totalmente fuera del horario de protección para menores (de 6 a 22 h).

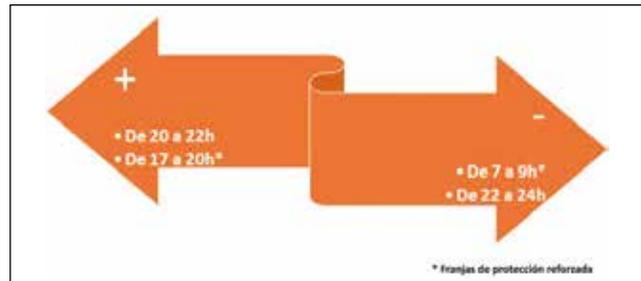


Gráfico N° 1: Franjas horarias de mayor y menor consumo de TV.
Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, los niños suelen sintonizar el televisor preferentemente por la tarde, muy probablemente tras finalizar el horario escolar y/o de actividades extraacadémicas. Como era de esperar, es en esas horas cuando los niños permanecen más tiempo viendo la televisión de forma ininterrumpida. Aunque preguntados por el tiempo de consumo en cada franja horaria la mayoría (90%) siempre marcó menos de una hora, en la franja de 20 a 22 h casi un 30% declaró permanecer frente al televisor entre una y dos horas seguidas.

De la misma manera, los niños confirmaron ver la televisión acompañados de algún familiar en la mayoría de las veces a excepción de la franja despertador (de 7 a 9 h) en la que una mayor parte (casi el 40%) respondió ver la televisión en solitario. Es más, la primera hora de la mañana es el instante del día que reúne a más niños solos ante la pantalla, mientras que en el resto de la jornada, los escolares declararon estar acompañados de sus padres o hermanos.

También se distingue perfectamente en qué momentos del día eligen una compañía fraternal o paternal: desde el mediodía hasta bien entrada la tarde (de 12 a 20 h) los hermanos se convierten en los principales acompañantes, a partir de las 20 h un mayor porcentaje de menores prefiere la compañía de sus padres.



Gráfico N° 2: Compañía más común ante la TV.
Fuente: Elaboración propia.

Aunque los abuelos no suponen una compañía habitual, su figura se hace más presente en las tardes, concretamente en las franjas de 14 a 17 h y de 17 a 20 h, momento del día en el que los niños finalizan su jornada escolar (ya sea continua o partida), pero sus padres todavía continúan en sus puestos de trabajo. De ahí que los abuelos sean una alternativa a los padres durante la tarde. Los amigos tampoco suelen ser una compañía frecuente para ver la televisión. No obstante, los niños que sí se inclinan por la cercanía de sus amigos los acompañan principalmente durante la tarde, de 17 a 20 h, justo después de la salida del colegio.

Como ya se mencionó en el análisis de resultados, la figura del cuidador no pasa de ser anecdótica en este cuestionario. En el apartado teórico ya se apuntó que en el contexto gallego la función del cuidador profesional era asumida por algún familiar, principalmente por los abuelos.

Aunque haya una tendencia a que padres y hermanos acompañen a los niños mientras ven la televisión, no se puede obviar el porcentaje importante de niños que afirmó verla en solitario, sobre todo en horas fuera de las franjas de protección reforzada. Aunque los mayores porcentajes de niños solos frente al televisor se dan a primeras horas de la mañana (37,7%) y por la tarde (37,0%), lo cierto es que casi uno de cada cuatro niños de 11-12 años está solo frente al televisor en prime time, un horario en que las cadenas emiten contenidos para un público adulto que por ley no pueden ofrecer en otros momentos del día.

El horario de protección infantil establecido en España parece que no es suficiente garantía de que los niños no vayan a acceder a contenidos inadecuados para su edad ya que, como demuestran las denuncias presentadas ante el Comité de Autorregulación del Código de Contenidos de TV e Infancia, muchos son los canales que incumplen el horario. Ahora bien, que escolares permanezcan ante las pantallas de 22 a 24 h y solos puede suponer el contacto con material perjudicial para su formación como persona.

En cuanto al lugar preferido de la casa para ver la televisión, los niños se inclinaron por el salón, el espacio más idóneo para un consumo en familia de la pantalla. Aquellos que usan la cocina suele coincidir en las horas del almuerzo (de 12 a 14 h y de 14 a 17 h) al compaginar el consumo de televisión con la comida. Los escolares que eligieron la habitación para ver la televisión la utilizan sobre todo a última hora de la tarde-noche: de las 20 a las 24 h aproximadamente uno de cada cinco niños prefirió el dormitorio.

Otro de los debates que suscita la televisión en relación con las otras pantallas y con la capacidad multitarea de los nativos digitales es si se está convirtiendo en un medio de acompañamiento con espectadores que aprovechan el tiempo

de visionado para realizar otras tareas. En todas las franjas del día son mayoría los niños que manifestaron no hacer nada más mientras ven la televisión, un hábito que se hace más firme conforme va pasando el día: de 7 a 9 h un 30% de la muestra confirmó prestar toda su atención al televisor, de 14 a 17 h ya suponía un 39% para llegar a ser más de la mitad de 20 a 22 h. Aunque en prime time el porcentaje de niños que solamente ve la televisión descendió al 45,7%, siguió siendo la conducta más habitual entre los menores encuestados. Si compatibilizan el consumo de televisión con alguna actividad es para comer y, como cabe esperar, es más común que suceda a las horas de las comidas- en el desayuno (de 7 a 9 h), en el almuerzo (de 14 a 17 h) y en la cena (de 20 a 22 h).

Jugar, hacer los deberes o leer mientras están frente al televisor es poco frecuente entre los niños encuestados. De las acciones mencionadas, la que más acostumbra a compaginar con la televisión son los juegos, preferentemente por la tarde. Son una minoría aquellos niños que compatibilizan actividades como la lectura o los deberes que necesitan un mayor esfuerzo intelectual con el consumo de pantallas, aun así un 10% refirió hacerlo preferentemente durante la tarde (de 17 a 20 h).

A la vista de los resultados obtenidos, no es posible hablar de un consumo simultáneo de televisión: un porcentaje representativo de la muestra declaró no estar haciendo nada más mientras está frente al televisor y, en caso de que compartan su atención con otra actividad, es frecuentemente con la comida. Consecuentemente, parece evidenciarse que los niños que participaron en esta investigación tienden a prestar toda su atención a los contenidos emitidos por la televisión, sin cabida a distracciones que puedan desviar su interés. Se trata por tanto de un espectador de calidad que, en principio, atiende a los mensajes que recibe a través de la pantalla.

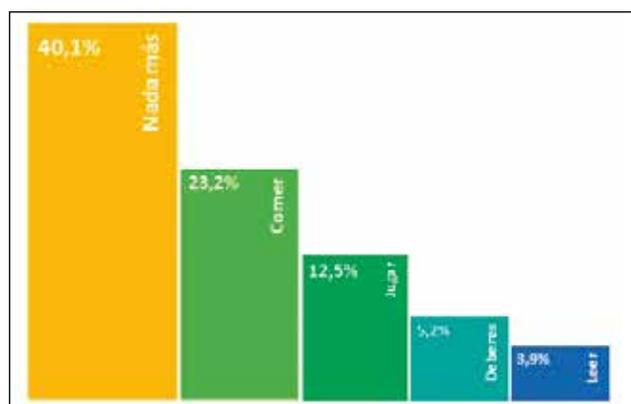


Gráfico Nº 3: Compatibilización de la TV con otras actividades.
Fuente: Elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA

1. ASOCIACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN DE MEDIOS DE COMUNICACIÓN. (2013). AIMC Marcas. Disponible en: <<http://www.aimc.es/-Resultados-AIMC-Marcas,208-.html>> (solo asociados AIMC).
2. ASOCIACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN DE MEDIOS DE COMUNICACIÓN. (2014). Estudio EGM: Equipamiento tecnológico. 3º Año Móvil 2014. Disponible en: <<http://egm.aimc.es/aimc/>> (solo asociados AIMC).
3. AUTOR, X. (2015).XXXX (tesis doctoral inédita). Universidade de Vigo, Pontevedra.
4. BARLOVENTO COMUNICACIÓN (2016). Análisis televisivo 2015. Disponible en: <<http://www.barloventocomunicacion.es/images/publicaciones/analisis-televisivo-2015-Barlovento.pdf>>. Acceso el 05/01/2017.
5. CÓDIGO DE AUTORREGULACIÓN SOBRE CONTENIDOS TELEVISIVOS E INFANCIA. Disponible en: <<http://tvinfancia.es/tvinfancia/sites/default/files/codigo.pdf>>. Acceso el 23/02/2017.
6. COMISIÓN MIXTA DE SEGUIMIENTO DEL CÓDIGO DE AUTORREGULACIÓN DE CONTENIDOS TELEVISIVOS E INFANCIA. (2015). Décimo informe de evaluación sobre la aplicación del Código de Autorregulación de Contenidos Televisivos e Infancia. Disponible en: <http://tvinfancia.es/tvinfancia/sites/default/files/2016-04-06_CMS_Informe%202015_0.pdf>. Acceso el 17/04/2019.
7. INSTITUTO GALEGO DE ESTATÍSTICA (2008). Enquisa social: os fogares e o medio ambiente. Disponible en: <<http://www.ige.eu/igebdt/selector.jsp?COD=2029&paxina=002001&c=0205009>>. Acceso el 27/12/2016.
8. INSTITUTO GALEGO DE ESTATÍSTICA (2012). Coidado de menores e conciliación familiar. Disponible en: <<http://www.ige.eu/igebdt/selector.jsp?COD=5981&paxina=003&c=0205019>>. Acceso el 17/04/2019.
9. INSTITUTO GALEGO DE ESTATÍSTICA (2012). Enquisa de condicións de vida das familias. Disponible en: <http://www.ige.eu/web/mostrar_actividade_estadistica.jsp?idioma=gl&codigo=0205002>. Acceso el 17/04/2019.
10. INSTITUTO GALEGO DE ESTATÍSTICA (2012). Ensino universitario, non universitario e formación non regrada. Disponible en: <<http://www.ige.eu/igebdt/selector.jsp?COD=448&paxina=001&c=0203002>>. Acceso el 17/04/2019.
11. INSTITUTO GALEGO DE ESTATÍSTICA (2014). Indicadores demográficos a 1/07/2014. Disponible en: <<http://www.ige.eu/estatico/estat.jsp?ruta=html/gl/poboacion/IndicadoresDemograficos.html#descarga>>. Acceso el 17/04/2019.
12. KANTAR MEDIA (2015). Anuario 2014 de audiencias de televisión. Disponible en: <<http://anuario2014.kantarmedia.es/>> en Biblioteca de la Facultade de Ciencias Sociais e da Comunicación, Universidade de Vigo. (Solo asociados KANTAR MEDIA).
13. LEY GENERAL DE LA COMUNICACIÓN AUDIOVISUAL. Boletín Oficial del Estado, núm. 79, de 1 de abril de 2010. Disponible en: <<http://www.boe.es/buscar/pdf/2010/BOE-A-2010-5292-consolidado.pdf>>. Acceso el: 15/04/2019.
14. SIERRA BRAVO, R. (2001). Técnicas de Investigación Social. Teorías y ejercicios. Madrid: Ediciones Paraninfo, S.A.

ESTUDIO DE INGREDIENTES NATURALES COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE A LOS BIOCIDAS UTILIZADOS EN ACUICULTURA CONTINENTAL

Martiña Ferreira, Mohamed Soula, Leticia Regueiro, Diego Méndez, Virginia González, Celina Costas y Juan M. Vieites

Centro de Tecnologías Avanzadas de Investigación para la Industria Marina y Alimentaria (CYTMA), ANFACO-CECOPECA, Vigo.

**Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto BIOSAN, beneficiario de una subvención concedida por la Fundación Biodiversidad en régimen de concurrencia competitiva, para el fomento e impulso de la sostenibilidad pesquera y acuícola, en el marco del Programa pleamar, cofinanciado por el Fondo Europeo Marítimo y de Pesca (FEMP), y ha sido ejecutado entre enero y diciembre del 2018.*

RESUMEN

Los biocidas habitualmente utilizados para combatir los ectoparásitos en acuicultura continental son sustancias potencialmente peligrosas para los ecosistemas acuáticos y también para los trabajadores que los manipulan. Por tanto, existe la necesidad de identificar alternativas viables desde el punto de vista económico y práctico, capaces de reducir la prevalencia y/o intensidad de las patologías. Además, es necesario evaluar posibles mejoras en los impactos ambientales derivados de su utilización como sustitutos totales o parciales de los biocidas convencionales. En el presente trabajo se ha llevado a cabo la evaluación de la acción antiparasitaria de varios ingredientes naturales como alternativa a los biocidas en el cultivo de trucha arco iris. Específicamente, se han seleccionado varios ingredientes con actividad antiparasitaria descrita en la literatura científica: extracto de ajo, ácido caprílico, Sangrotech® -un extracto comercial de *Sanguinaria canadensis*-, y jengibre en polvo. A partir de estos ingredientes se elaboraron una serie de formulaciones que se administraron a través del pienso a grupos de truchas arco iris, en experimentos realizados en las instalaciones de dos empresas acuícolas españolas. Para estudiar las mejoras ambientales asociadas a la sustitución del formaldehído por alguna de estas formulaciones, se realizó un análisis de ciclo de vida (ACV) en el que se analizaron diversas categorías de impacto, principalmente ecotoxicidad para aguas continentales, ecotoxicidad marina y eutrofización.

Los resultados muestran que el extracto de ajo y una combinación de extracto de ajo, ácido caprílico y Sangrotech® reducen la mortalidad de la trucha arco iris, en comparación con lotes de individuos que reciben un pienso sin aditivos. Sin embargo, esta menor mortalidad no está asociada a una disminución de la intensidad de parasitación, ya que en algunos casos los grupos de peces con menor mortalidad presentaban una parasitación más intensa. Por otro lado, todas las formulaciones ensayadas presentaron un efecto positivo moderado sobre la tasa de crecimiento de las truchas. El análisis de ciclo de vida realizado muestra asimismo mejoras ambientales importantes asociadas a la sustitución de los biocidas por los ingredientes naturales evaluados, principalmente en indicadores relacionados con ecotoxicidad y consumo de recursos abióticos, lo que sugiere que su implantación en los procesos productivos de las granjas de trucha arco iris contribuiría a mejorar el perfil ambiental asociado a la producción de esta especie.

INTRODUCCIÓN

La acuicultura, que comprende el cultivo de organismos acuáticos tanto en zonas costeras como del interior, es probablemente el sector de producción de alimentos de más rápido crecimiento (1). En 2016, la producción acuícola mundial fue de 80 millones de toneladas de pescado comestible y su valor total se estimó en 232.000 millones de dólares,

representando el 50% del pescado destinado a la alimentación a nivel mundial, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO (2). Los brotes de enfermedades en las granjas de cultivo se consideran un obstáculo importante para el desarrollo de un sector que emplea directa e indirectamente a cerca de 23 millones de trabajadores, con una estimación global de las pérdidas por enfermedades en el rango de billones de dólares por año (3). Además, la actual intensificación de la acuicultura ha llevado en muchos casos a la promoción de condiciones de cultivo tales como el hacinamiento, cambios bruscos de temperatura, baja concentración de oxígeno disuelto, mal estado nutricional y condiciones de salud adversas, que favorecen el desarrollo de enfermedades en los peces. Por lo tanto, los procedimientos para controlar las infecciones por microbios y parásitos son fundamentales para el desarrollo del sector.

Los antibióticos y agentes biocidas se emplean de manera profiláctica y terapéutica para controlar las enfermedades infecciosas, así como para incrementar la supervivencia de las especies cultivadas y su valor de mercado. Aunque su uso se ha vuelto imprescindible y está regulado en la Unión Europea (Reglamento UE n° 528/2012), existen importantes riesgos asociados a su capacidad de inducir la aparición de cepas bacterianas resistentes, con el consiguiente impacto en la salud humana o animal (4). Se considera que el desarrollo de resistencia a los antibióticos es uno de los riesgos más graves para la salud humana a nivel mundial. En este contexto, los sistemas de acuicultura han sido designados como "reactores genéticos" que facilitan la aparición de genes de resistencia antimicrobianos (5, 6). Desafortunadamente, el uso de antibióticos en acuicultura depende de las regulaciones locales, que varían ampliamente entre los diferentes países. Sin embargo, como resultado de la creciente conciencia acerca de uso prudente que debe hacerse de los antibióticos, existe una tendencia hacia regulaciones más estrictas sobre su empleo en el sector acuícola (7). Por otra parte, debido a sus propiedades tóxicas y al amplio espectro de actividad en los seres vivos, los agentes biocidas pueden ser perjudiciales no solo para los objetivos previstos, sino también para el medio ambiente y otros seres vivos. Muchos de sus compuestos químicos constituyentes son persistentes, no se descomponen y permanecen intactos durante largos períodos de tiempo, por lo que pueden ejercer toxicidad debido a su bioacumulación en tejidos humanos y animales. El formaldehído, por ejemplo, está entre las sustancias más comúnmente usadas en acuicultura por su elevada eficacia para el tratamiento de parásitos en especies como la dorada, rodaballo y trucha. El Reglamento UE 37/2010 autoriza su uso en acuicultura, sin embargo, esta sustancia está clasificado como posible carcinógeno por la

Agencia Europea de los Productos Químicos (ECHA), y es también muy tóxico para los organismos acuáticos. Por ello, debe gestionarse correctamente para evitar posibles efectos nocivos en los ecosistemas acuáticos.

Existe, por lo tanto, una necesidad imperiosa de identificar nuevas alternativas antimicrobianas y antiparasitarias más seguras para la salud pública y viables desde el punto de vista económico, capaces de reducir la prevalencia y/o intensidad de las infecciones. Por todos estos motivos se ha propuesto el desarrollo de nuevas estrategias dirigidas a controlar y reducir el uso de estas sustancias, incluidas medidas de prevención y tratamientos alternativos (3, 5, 7).

Los productos naturales derivados de plantas medicinales contienen sustancias activas con propiedades farmacológicas capaces de tratar y/o prevenir enfermedades infecciosas y, por lo tanto, promover el bienestar animal (8, 9). Esta propiedad se ha atribuido a algunos de los metabolitos secundarios, normalmente denominados fitoquímicos, que son biosintetizados por las plantas para protegerse contra las infecciones y otras condiciones externas de estrés (10). El uso de sustancias provenientes de fuentes naturales tiene varias ventajas sobre los compuestos sintéticos, ya que tienen menos probabilidades de inducir efectos adversos y pueden causar efectos sinérgicos cuando se combinan (11). Además, son una fuente de moléculas activas biodegradables, lo que las convierte en una opción ecológicamente correcta con un potencial terapéutico relevante (12).

En la literatura científica existen referencias acerca de la acción antiparasitaria y antibacteriana de diversas sustancias, muchas de ellas de origen vegetal. Destaca el extracto de ajo, cuya actividad está demostrada contra *Gyrodactylus spp.* y otros trematodos (13, 14), así como sus efectos antibacterianos como suplemento dietético (15). La sanguinarina, un alcaloide presente en distintas especies vegetales, es eficaz contra *I. multifiliis* (16) y se ha demostrado que incrementa la tasa de supervivencia frente a *Edwardsiella ictaluri* en pez gato (Phytobiotics GmbH, comunicación personal). Otro ingrediente con potencial como antibacteriano en acuicultura es el jengibre, que añadido al pienso incrementa la supervivencia de la tilapia *Oreochromis niloticus* frente a *Aeromonas hydrophyla* (17). El tratamiento mediante baño con extracto de jengibre también se ha demostrado eficaz contra *Gyrodactylus* (18). Entre las sustancias no vegetales con acción antiparasitaria y antibacteriana, destacan los ácidos grasos de cadena corta, como el ácido caprílico, que reducen la intensidad de parasitación en peces cuando se administran por vía oral (19, 20, 21).

Trabajos previos llevados a cabo en nuestro grupo de investigación (datos no publicados), ya habían puesto de manifiesto que la inclusión en la dieta de algunas de las sustancias anteriormente citadas resultaba eficaz para reducir de forma significativa la intensidad de parasitación por *Gyrodactylus* en trucha arco iris, aunque eran necesarios tratamientos prolongados. Se observaron también en algunos casos efectos positivos sobre el crecimiento, aunque los resultados no eran proporcionales a la concentración de suplemento añadido al pienso.

En España, el cultivo de la trucha arco iris es una actividad que se desarrolla en unas 200 instalaciones, distribuidas en prácticamente todas las Comunidades Autónomas salvo las insulares, la Comunidad Valenciana, Murcia, Madrid y Extremadura. En 2017 se produjeron un total de 17.984 toneladas de trucha arco iris, y alrededor de unas 18.800 toneladas en 2018, siendo las principales productoras Castilla y León, Galicia y Andalucía (22).

OBJETIVOS

Este trabajo se planteó con el objetivo de seguir profundizando en eficacia de los tratamientos alternativos a antibióticos y biocidas para el cultivo de trucha arco iris. Se trata de definir la composición de las formulaciones basadas en sustancias naturales, su dosificación y los protocolos de tratamiento más adecuados para lograr la máxima eficacia contra las parasitosis, y contribuir así a reducir el uso de biocidas y antibióticos en las granjas de acuicultura continental.

Además, se planteó también el objetivo de evaluar la posible mejora en el impacto ambiental que tiene la sustitución de los tratamientos convencionales por estos métodos alternativos para el control de patologías en la acuicultura continental.

Desarrollo experimental y resultados

A continuación, se describen las distintas actividades llevadas a cabo y los resultados obtenidos en cada una de ellas.

1. Diseño de formulaciones

En primer lugar, se seleccionaron los ingredientes a partir de los cuales se elaboraron varias formulaciones, para incorporar al pienso de las truchas. Los ingredientes seleccionados fueron: Extracto hidroalcohólico de ajo (cada g de producto está elaborado con 4 g de ajo; Condimentos SANCAN, S.L.); Sangrotech® (un producto comercial a base de extractos de *Sanguinaria canadensis*, rico en alcaloides; Phytobiotics GmbH); Ácido octanoico o caprílico (Sigma-Aldrich); Jengibre en polvo.

Las posibilidades de combinar estos ingredientes son múltiples. Finalmente, se decidió preparar cuatro mezclas que combinan extracto de ajo (A), ácido caprílico (C) y Sangrotech® (S) denominadas ACS, AC, AS y CS, ya que la combinación extracto de ajo -ácido caprílico- Sangrotech® se había ensayado con resultados interesantes en el pasado. El jengibre en polvo se utilizó solo, y en uno de los experimentos de campo se empleó también extracto de ajo solo. En la Tabla 1 se muestran las dosis de cada ingrediente utilizadas que aporta cada formulación, mientras que en la Tabla 2 se muestra la composición por kg de producto.

**TABLA 1.
DOSIS (MG/KG DE PEZ) DE CADA INGREDIENTE
APORTADA POR UNA DOSIS DE LAS
DISTINTAS FORMULACIONES ENSAYADAS**

	ACS	AC	AS	CS	JE
Ajo (puro)*	200	200	200		
Ácido caprílico	200	200		200	
Sangrotech®	2		2	2	
Jengibre en polvo					200

*Se refiere a ajo puro; el extracto de ajo utilizado es una preparación que incorpora un 25 % de ajo.

**TABLA 2.
COMPOSICIÓN (G/KG) DE LAS DISTINTAS
FORMULACIONES ENSAYADAS**

	ACS	AC	AS	CS	JE
Extracto de ajo	798	800	997,5		
Ácido caprílico	200	200		495	
Sangrotech®	2		2,5	5	
Jengibre en polvo					1.000
Aceite de girasol				500	

La formulación CS incorpora aceite de girasol como excipiente para favorecer la mezcla con el pienso

La elaboración de las formulaciones permitió, además, obtener información útil acerca de su modo de uso y las condiciones de almacenamiento. Por ejemplo, se observó que el ácido caprílico se solidifica a temperaturas ambiente bajas, fácilmente alcanzables en periodos invernales o en almacenes frescos, por lo que no es conveniente almacenar la formulación CS en refrigeración y puede ser necesario mantenerla en un lugar templado antes de usarla. También se observó que el extracto de ajo y el Sangrotech® tienden a sedimentar, por lo que es necesario agitar las formulaciones que los contienen antes de usarlas.

2. Pruebas de campo

Para la ejecución de esta actividad se contó con la colaboración de 2 empresas acuícolas productoras de trucha arco iris situadas en Galicia y en Aragón.

Los piensos suplementados según las dosificaciones establecidas con las formulaciones diseñadas en la actividad anterior, se utilizaron como alimento para varios lotes de trucha en una serie de experimentos con el objetivo de comprobar su seguridad y su efectividad en la reducción de la incidencia de patologías.

Los parámetros registrados en los muestreos realizados durante los experimentos fueron: el número de peces muertos, la intensidad de parasitación, el peso y el pienso consumido. A partir de los datos obtenidos se calcularon la tasa de mortalidad, la tasa de crecimiento específico o SGR ("specific growth rate") y el índice de conversión del alimento o IC.

La tasa de crecimiento específico se calcula según la siguiente fórmula:

$$SGR = [\ln(B) - \ln(A)] / [t_B - t_A] \times 100$$

Donde A y B representan el peso, longitud u otro parámetro de crecimiento inicial y final respectivamente, y $t_B - t_A$ el intervalo de tiempo transcurrido entre uno y otro.

El IC se calculó como:

$$IC = \text{Alimento consumido} / (\text{peso final} - \text{peso inicial})$$

Toda esta información se analizó en conjunto para valorar la eficacia de las formulaciones en la reducción de la incidencia de parasitosis y el efecto general en la salud y el crecimiento de los peces.

Teniendo en cuenta estos parámetros, se llevaron a cabo 3 experimentos, que se describen a continuación:

2.1. Ensayo de aceptación de los piensos suplementados

El objetivo de este primer experimento fue verificar que los piensos suplementados con las distintas formulaciones no presentaban sabores desagradables ni efectos adversos sobre el apetito de los peces. Para ello, las 5 formulaciones preparadas en la actividad 1 (ACS, AC, AS, CS y JE), se enviaron a las 2 empresas participantes, donde se prepararon 5 lotes de pienso suplementado, que se administraron a varios grupos de truchas durante 3 semanas. Además, se utilizó un lote sin suplementar, como pienso control. Se observó el comportamiento de las truchas para ver si aceptaban o no los alimentos, y si éstos producían algún efecto adverso.

El día 1 se registró el peso medio inicial de las truchas y el día 20 se registró el peso medio final. En ambos casos, se capturó un grupo de peces, se pesaron en conjunto, se contaron y se calculó la media dividiendo el peso entre el número de peces. El pienso consumido y la mortalidad, que fue muy baja a lo largo del experimento, se parametrizaron diariamente, mientras que el incremento de peso se midió semanalmente. Las condiciones de cultivo de la empresa (A), fueron de 50.000 peces/tanque con una densidad de cultivo de 15 Kg/m³, mientras que en el caso de la empresa (B) las condiciones fueron de unos 3.500 peces/tanque con una densidad de 18 Kg/m³. Esta empresa realizó 2 réplicas por cada condición experimental.

Los operarios de la planta en la empresa (A) observaron que las truchas comían con apetito en todos los tanques, mientras que en el caso (B), los operarios observaron que las truchas parecían consumir con más apetito el pienso CS, seguido del control y de JE, y finalmente los piensos con ajo ACS, AC y AS.

Los resultados analíticos de la primera empresa pusieron de manifiesto diferencias importantes en el peso de los peces al final del experimento. Las truchas que recibieron los suplementos ACS, AC y CS presentaron un crecimiento mayor que las truchas control que recibieron pienso no suplementado. Por el contrario, las truchas que consumieron piensos suplementados con AS y JE presentaron un crecimiento notablemente más bajo que el control.

Los resultados de la empresa (B) fueron ligeramente diferentes; la dieta AS produjo la tasa de crecimiento más elevada, en contraste con la empresa (A) donde fue la dieta que dio un menor crecimiento. La segunda mejor dieta en cuanto a crecimiento fue ACS, seguida de JE y AC. Como ya hemos mencionado, la tasa de mortalidad fue baja en todos los casos.

En ambos casos, las dietas ACS y AC ocasionaron un crecimiento notablemente mayor que el del grupo control.

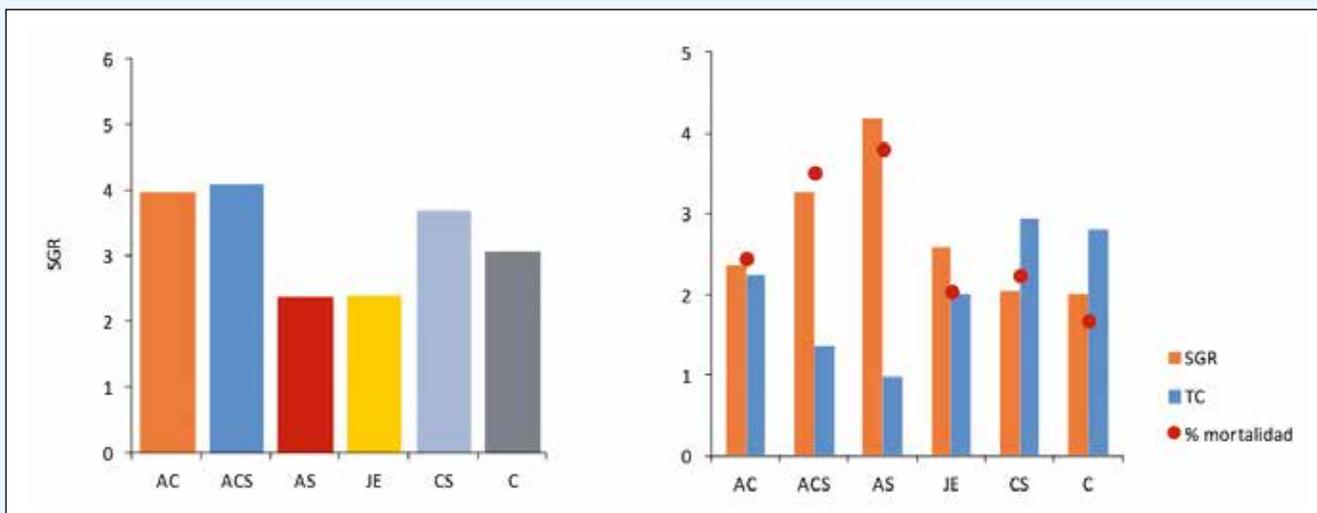


Figura 1. Izquierda: tasa de crecimiento (“specific growth rate” o SGR) de las truchas observada en el experimento 1 realizado en la empresa (A). Derecha: SGR, índice de conversión del alimento (IC) y tasa de mortalidad observadas en el experimento 1 llevado a cabo en la empresa (B).

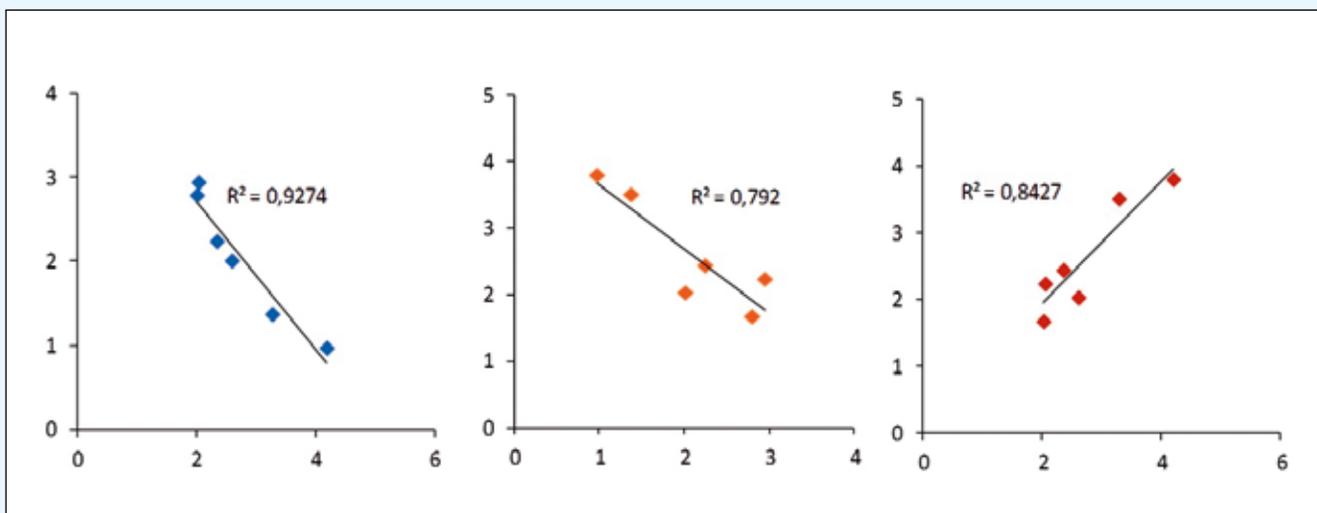


Figura 2. Correlación entre SGR e IC (izquierda), mortalidad e IC (centro) y mortalidad y SGR (derecha) a partir de los resultados del experimento 1 en la empresa (B).

También en ambos casos, las truchas alimentadas con la dieta CS presentaron un crecimiento ligeramente mayor que en el control. Las diferencias entre los dos emplazamientos se observaron en las dietas AS y JE, que dieron lugar a crecimientos más bajos o más altos que el control según la empresa (Figura 1).

A partir de los datos obtenidos en la empresa (B), se calcularon los coeficientes de correlación entre el índice de conversión del alimento (IC), la tasa de crecimiento (SGR) y la tasa de

mortalidad (Figura 2). La correlación entre la SGR y el IC resultó elevada ($R^2=0,927$) y negativa, lo que indica que los peces que más crecieron fueron también los que mejor asimilaron el alimento. La correlación entre la tasa de mortalidad y el IC fue también negativa y alta ($R^2=0,792$), mientras que la correlación entre la tasa de mortalidad y la SGR fue positiva ($R^2=0,843$). Una posible explicación a estos datos (los grupos en los que hay mayores mortalidades son también aquellos en los que el crecimiento de los supervivientes es más rápido y eficiente), podría ser precisamente que la mortalidad afecta a

los individuos más débiles y se va produciendo una selección de las truchas con mayor capacidad de asimilación del alimento y de crecimiento.

A raíz de los resultados obtenidos en el este experimento, las dietas seleccionadas para los experimentos posteriores fueron ACS, AC, CS y JE.

2.2. Ensayo de actividad antiparasitaria y antibacteriana

El objetivo de este experimento fue determinar la capacidad de los suplementos seleccionados de reducir la intensidad y prevalencia de parásitos, y la mortalidad por enfermedades bacterianas en las truchas. Para ello, se prepararon varios lotes de pienso suplementados con las formulaciones seleccionadas

en el ensayo de aceptación y se administraron a varios lotes de truchas durante un período de 90 días. Como control se utilizaron truchas que recibieron pienso estándar. Este segundo experimento se llevó a cabo en las instalaciones de la empresa (A), en tanques con una densidad de cultivo $<5 \text{ Kg/m}^3$. Se realizaron dos réplicas de cada condición experimental. El pienso consumido y la mortalidad, se midieron diariamente, mientras que el incremento de peso y la incidencia e intensidad de parasitación se muestrearon con una frecuencia quincenal. También se determinó la incidencia e intensidad de parasitación por *Gyrodactylus*, para lo cual se tomaron 10 truchas, se les aplicó una sobredosis del anestésico MS-222 y se realizó un frotis de la superficie branquial y de la piel situada bajo la aleta pectoral. Las muestras se observaron al microscopio y se contaron los *Gyrodactylus* presentes en todo el portaobjetos.

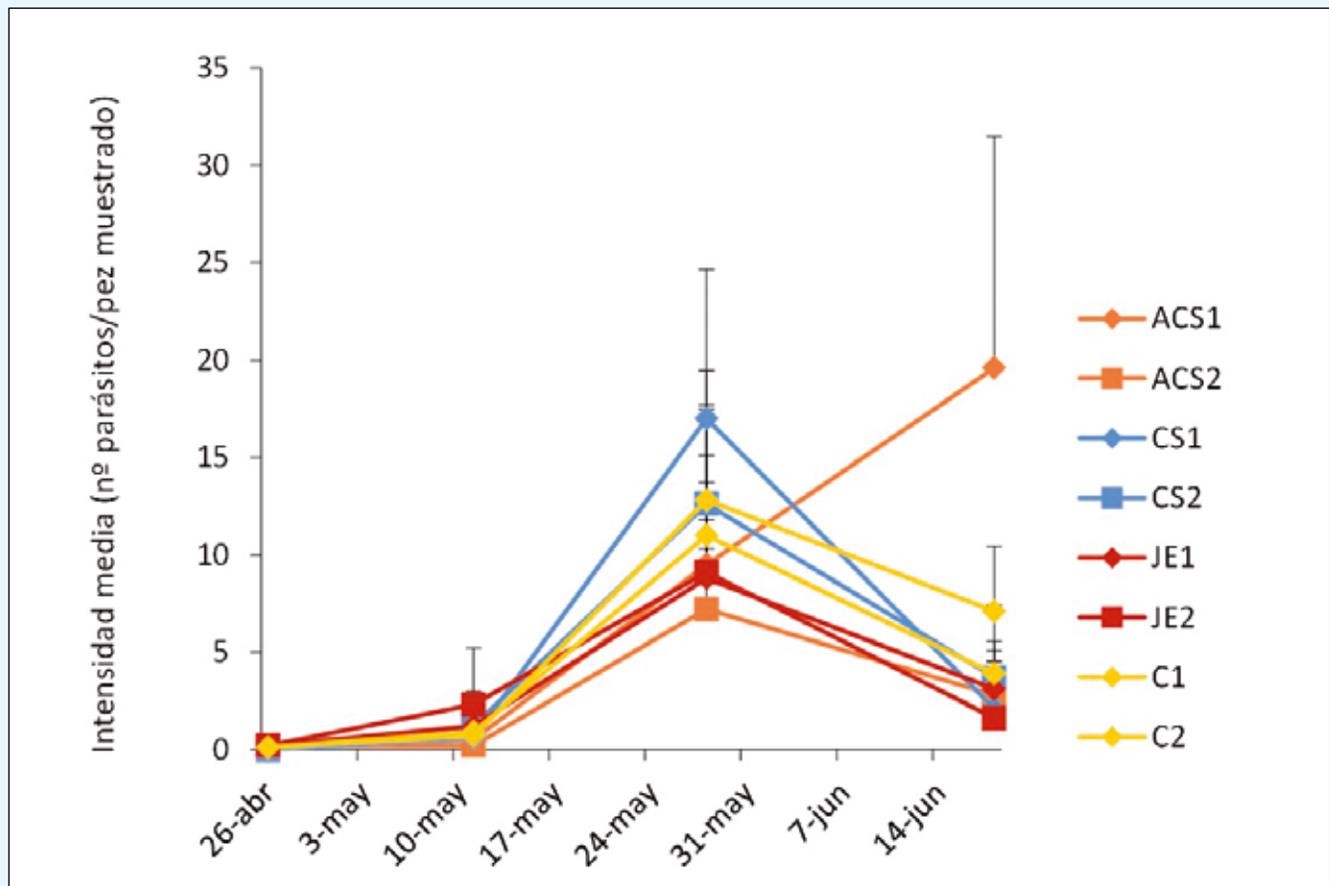


Figura 3. Intensidad media de parasitación en la piel (n=10 peces) en cada uno de los tanques del experimento 2. C: control (pienso sin suplementar).

Al inicio del experimento, tanto la incidencia de parasitación (porcentaje de peces parasitados) como la intensidad (número de parásitos por pez) fueron muy bajas. Ambos parámetros se fueron incrementando a lo largo del periodo experimental aproximadamente hasta el día 30. Durante esta fase, los peces que recibieron las dietas ACS y JE presentaron las intensidades más bajas de parasitación, mientras que los que recibieron la dieta CS presentaron los valores más elevados.

A partir del día 30 aproximadamente, la intensidad de parasitación disminuyó paulatinamente, con la única excepción de uno de los tanques de dieta ACS, en el que siguió incrementándose sin que pudiese establecerse el motivo (Figura 3). En todos los demás tanques que recibieron pienso suplementado, la intensidad de parasitación al final del experimento mostró valores inferiores a los observados en los tanques control. Al finalizar el experimento, las truchas alimentadas con las dietas CS y JE presentaron

la intensidad de parasitación más baja, con valores inferiores al grupo control, mientras que la dieta ACS, a pesar de los resultados observados hacia la mitad del período experimental, presentó valores de parasitación superiores al control, debido al mencionado brusco incremento en uno de los tanques.

La mortalidad de las truchas se incrementó notablemente a partir del día 15 de cultivo, se estabilizó en el período posterior, y finalmente se incrementó de nuevo en la última semana de experimento. Esta mortalidad fue ocasionada por una infección por *Yersinia ruckeri* que finalmente obligó a terminar el experimento antes de la fecha prevista para poder aplicar un tratamiento. Hasta el día 50 ó 51 del experimento, antes de producirse el brote de yersiniosis, la mortalidad más baja se registró en los tanques que recibieron la dieta JE, seguidos de los que recibieron la dieta ACS. La dieta CS fue la que acumuló las tasas más elevadas de mortalidad (Figura 4).

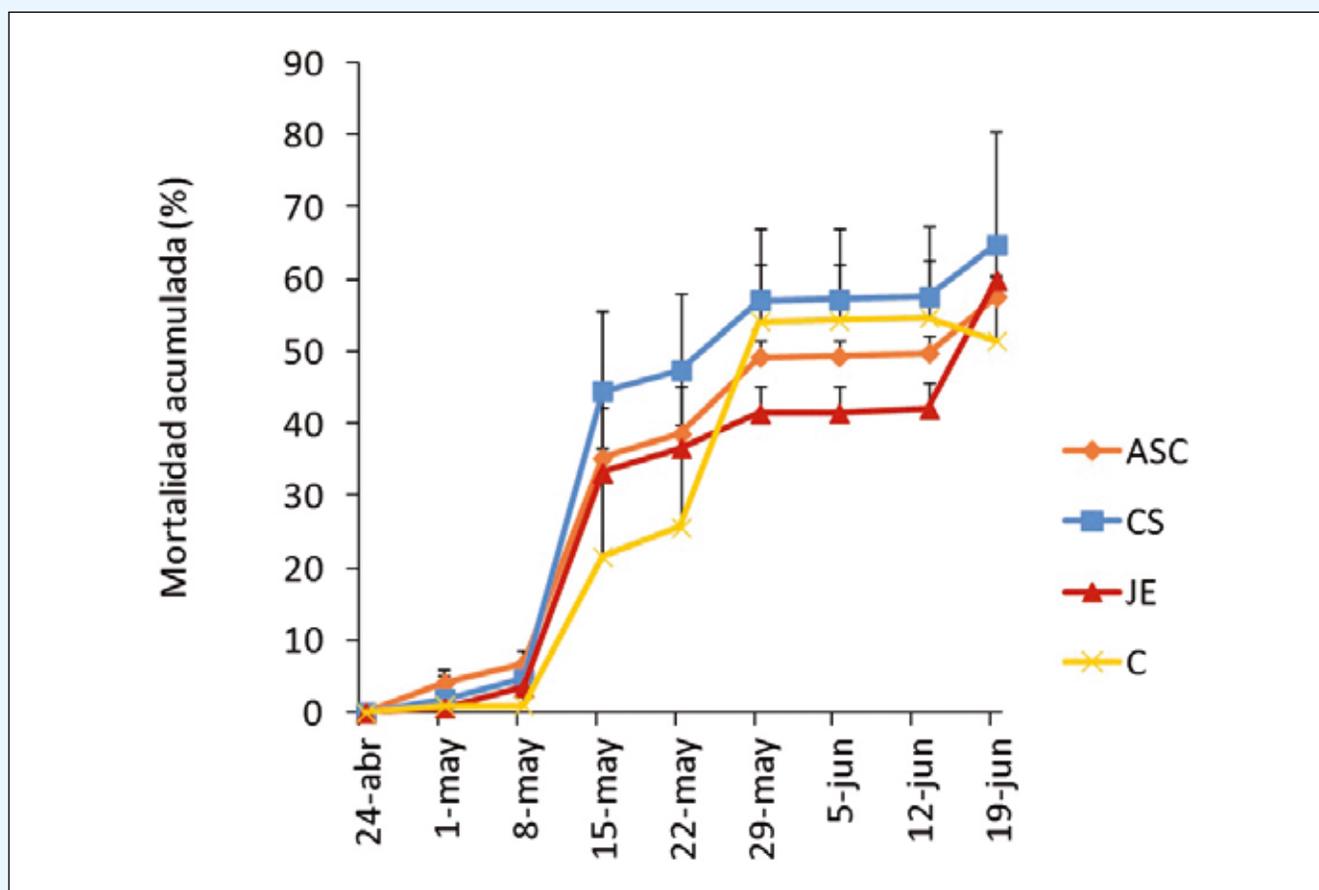


Figura 4. Mortalidad de las truchas acumulada en los distintos tratamientos del experimento 2.

En cuanto al peso de las truchas, la dieta CS dio lugar a los valores más elevados a lo largo de todo el experimento, seguida por la dieta control. El menor crecimiento se observó en los peces alimentados con pienso suplementado con jengibre.

2.3. Ensayo de confirmación de la efectividad

Con la realización de este tercer experimento se pretendía confirmar la eficacia de las formulaciones con mejores resultados en la prueba anterior y definir un protocolo de uso. Tras valorar varias alternativas, se decidió llevar a cabo este experimento en condiciones similares a las utilizadas en el ensayo anterior, pero en las instalaciones de la empresa (B). A mayores, se decidió evaluar también la acción antiparasitaria de una dieta no ensayada previamente. Las dietas ACS, AC, JE, y extracto de ajo solo, fueron los suplementos seleccionados para las dietas, además de un control de pienso sin suplementar.

- La dieta ACS había obtenido buenos resultados de crecimiento en el experimento 1 en ambos emplazamientos, pero en el experimento 2 los resultados fueron muy diferentes en las dos réplicas en cuanto a parasitación. Por lo tanto, para confirmar los resultados, se incluyó en este tercer experimento.
- La dieta JE dio lugar a resultados de crecimiento muy diferentes entre ambos emplazamientos en el experimento 1 y concretamente valores bajos en la prueba realizada en la empresa (A), pero en el experimento 2 los resultados obtenidos tanto en actividad antiparasitaria como en crecimiento fueron muy interesantes. Por este motivo la dieta JE se incluyó también en este experimento 3.
- La dieta AC no se evaluó en el Experimento 2, ya que las dos pruebas del experimento 1 habían dado resultados muy dispares. Sin embargo, se decidió incluirla en el Experimento 3 por los elevados valores de crecimiento observados en la empresa (A) y la alta supervivencia observada en el caso de la empresa (B).
- Finalmente, se decidió evaluar también la actividad del extracto de ajo (A) como ingrediente único, por las abundantes referencias bibliográficas respecto a su efectividad como antiparasitario por vía oral en peces.

El experimento 3 tuvo una duración de 70 días, se utilizaron 2 réplicas (tanques) por cada dieta, y en cada tanque se estabularon 1.500 truchas con un peso medio inicial de 4 g. Al igual que los experimentos anteriores, semanalmente se registró el peso medio de las truchas, y cada dos semanas se realizó un recuento de los parásitos (*Gyrodactylus*) en piel y branquias.

Al final del experimento se hizo un recuento de las truchas supervivientes y se realizó el cálculo del pienso suministrado.

La intensidad de parasitación fue muy baja al comienzo de este experimento, pero se fue incrementando gradualmente con el tiempo. Los grupos control fueron los que presentaron intensidades más bajas a lo largo de todo el experimento, mientras que los grupos que recibieron la dieta ACS fueron los que presentaron valores más elevados.

En este caso, la mortalidad acumulada a lo largo del experimento fue del 30 % en los grupos control. En los grupos que recibieron las dietas AC y JE la mortalidad fue mayor, cercana al 40 %, mientras que en los grupos alimentados con las dietas ACS y A la mortalidad acumulada fue ligeramente menor que en los controles, 28 % y 25 % respectivamente (Figura 5).

En cuanto al crecimiento, siguió la misma tendencia en todos los tratamientos, y el peso final medio de las truchas fue muy similar en todos ellos, en torno a 50 g. La cantidad total de pienso suministrado fue muy similar en todos los tanques, entre 114,8 y 115,2 kg.

A partir de los datos de consumo de pienso, mortalidad y crecimiento de los peces se calcularon la tasa de crecimiento específico SGR y el índice de conversión del alimento o IC para ambos experimentos (Figura 6). Los valores de SGR se corresponden con los resultados de crecimiento de las truchas al final de cada experimento, observándose diferencias marcadas entre las distintas dietas en el experimento 2, mientras que en el experimento 3 apenas hay diferencias entre las SGR de cada dieta. En cuanto al índice de conversión del alimento, en el experimento 2 no hubo diferencias entre las dietas, mientras que en el caso del experimento 3, tanto los valores de IC como las diferencias entre dietas fueron mayores. En ambos casos, se observó correspondencia entre SGR e IC, de forma que las dietas en las que el crecimiento fue mayor son también las que presentan mayores valores de IC, es decir menor eficiencia en el aprovechamiento del alimento (Figura 6).

Mediante el software PAST (23) se calcularon los coeficientes de correlación entre SGR, IC, la tasa de mortalidad y la intensidad de parasitación en cada experimento (Figura 7). Algunos de los resultados fueron comunes a ambos, pero también se observaron ciertas diferencias. En los dos casos, se observó una correlación positiva entre tasa de mortalidad y SGR, y entre mortalidad e IC. Es posible que una mortalidad alta diese lugar a una mayor disponibilidad de alimento para los peces supervivientes si la ración no se hubiese ajustado diariamente de forma precisa. En efecto, en ambos experimentos, la cantidad total de alimento consumida fue muy similar en todas las dietas, a pesar de las variaciones observadas en la tasa de mortalidad, por lo que la

ración disponible por pez pudo ser mayor en los tanques con mayor tasa de mortalidad. Sin embargo, la correlación positiva entre crecimiento e índice de conversión, que indica que las truchas que más crecieron fueron las que consumieron más alimento aunque fuesen más ineficientes en su asimilación, solamente se observa en el experimento 2. En el tercer experimento, los valores de SGR fueron muy similares entre las distintas dietas, lo que explica la ausencia de correlación con IC.

Además, en relación al efecto de la parasitación sobre la mortalidad, en la empresa (A) se observó una ausencia de correlación entre intensidad de parasitación y tasa de mortalidad, mientras que en la empresa (B) la correlación entre ambos parámetros fue negativa y relativamente alta.

El análisis de componentes principales indica que la variabilidad de resultados entre los tratamientos está relacionada sobre todo con la mortalidad y con la intensidad de parasitación (datos no

mostrados). El tratamiento ACS, común a los dos experimentos, dio lugar a resultados positivos y similares en ambos, mejorando la supervivencia respecto a los grupos control, pero con mayores intensidades de parasitación. El tratamiento con extracto de ajo (A) evaluado en la empresa (B) dio lugar a resultados similares a ACS. Por el contrario, el jengibre dio lugar a resultados positivos en cuanto a reducción de la mortalidad y la parasitación en la empresa (A), pero en la empresa (B) este tratamiento generó tasas de mortalidad elevadas, aunque los niveles de parasitación fueron bajos.

3. Análisis de Ciclo de Vida

Las herramientas de gestión ambiental como el análisis de ciclo de vida (ACV) se desarrollaron para ayudar a las empresas a controlar, mejorar y gestionar adecuadamente su desempeño ambiental. En esta tercera parte del desarrollo experimental,

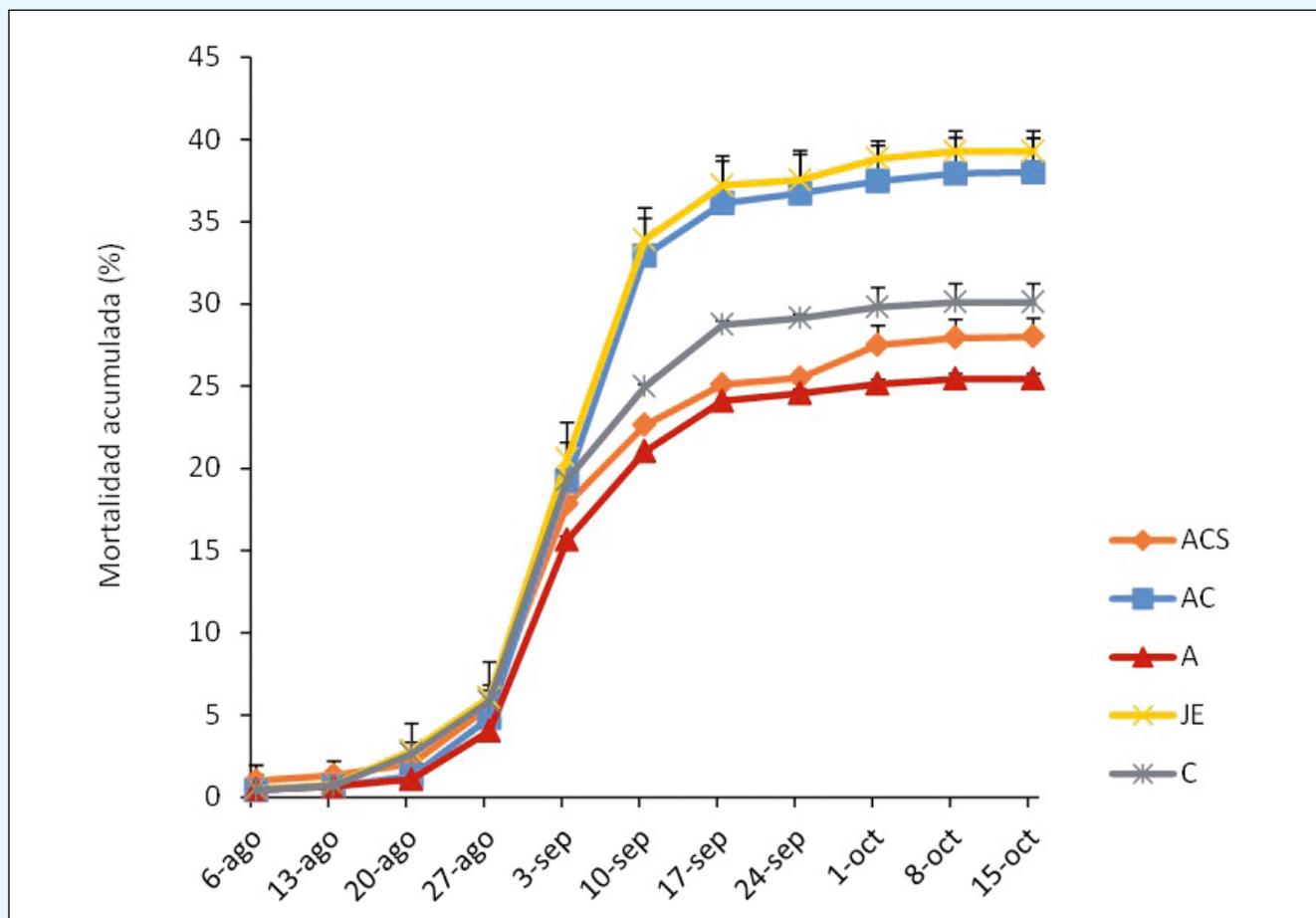


Figura 5. Mortalidad acumulada en los diferentes tratamientos del experimento 3.

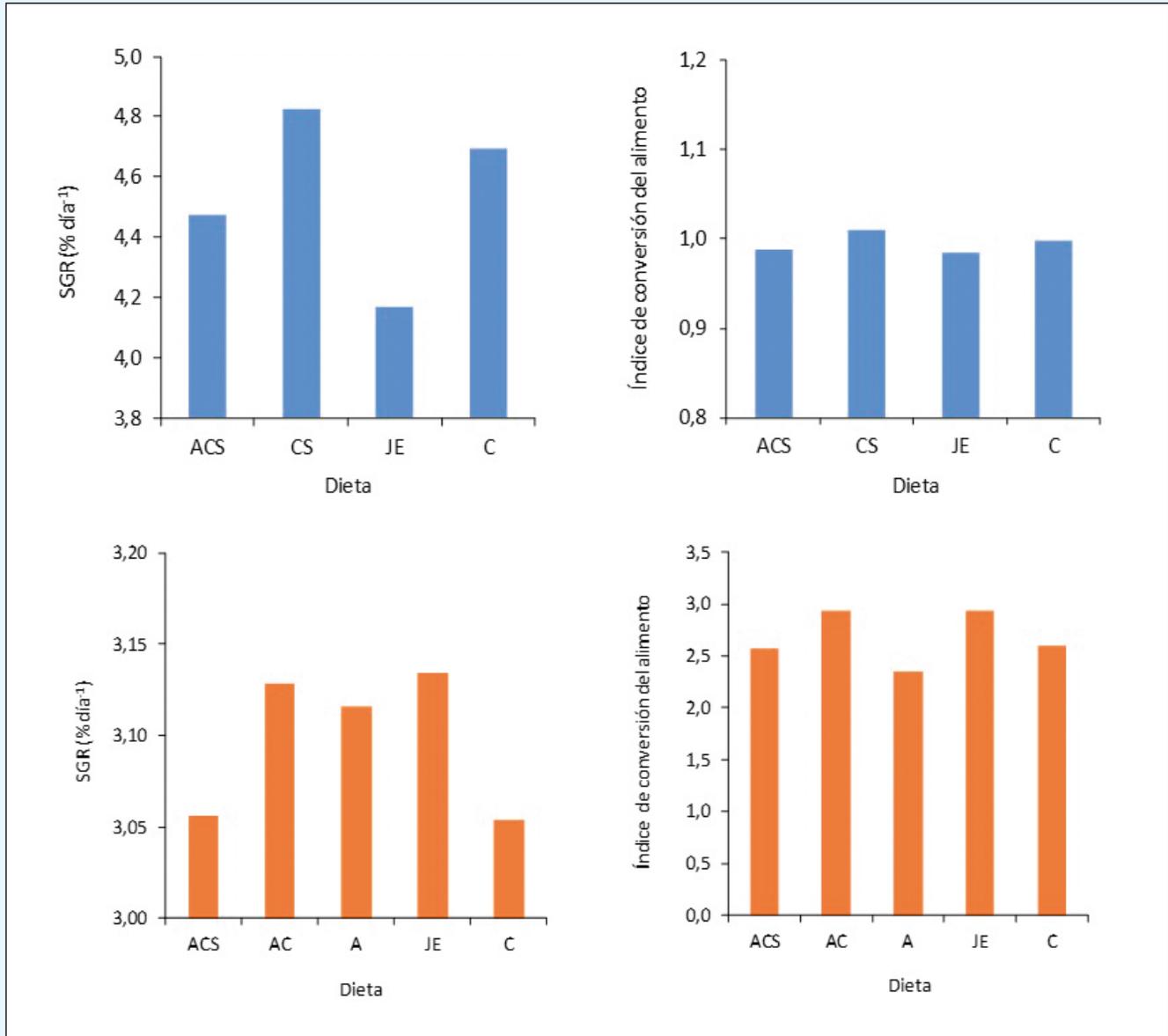


Figura 6. Tasa de crecimiento específico (SGR) e índice de conversión del alimento (IC) en las truchas de los experimentos 2 (arriba) y 3 (abajo).

se ha llevado a cabo un análisis de ciclo de vida que permite investigar y evaluar, en base a un inventario de entradas y salidas al sistema acuícola y a su entorno, los impactos ambientales en diferentes categorías relacionadas con el uso de formaldehído y antibióticos, y las mejoras esperadas por la sustitución total o parcial de los mismos por los tratamientos alternativos.

En primer lugar, se selecciona la metodología de análisis aplicada para tener en cuenta las variables ambientales de

interés en este trabajo de investigación. La metodología de CML, elaborada por el Instituto de Ciencias Medioambientales de la Universidad de Leiden en los Países Bajos, es la metodología más utilizada y suele considerarse la más completa para el análisis de ciclo de vida. Para derivar los factores de impacto utiliza fundamentalmente datos europeos. Entre las categorías de impacto a analizar se seleccionaron para el estudio aquellas que tienen una mayor repercusión como son las de ecotoxicidad del agua dulce (FEP) o marina

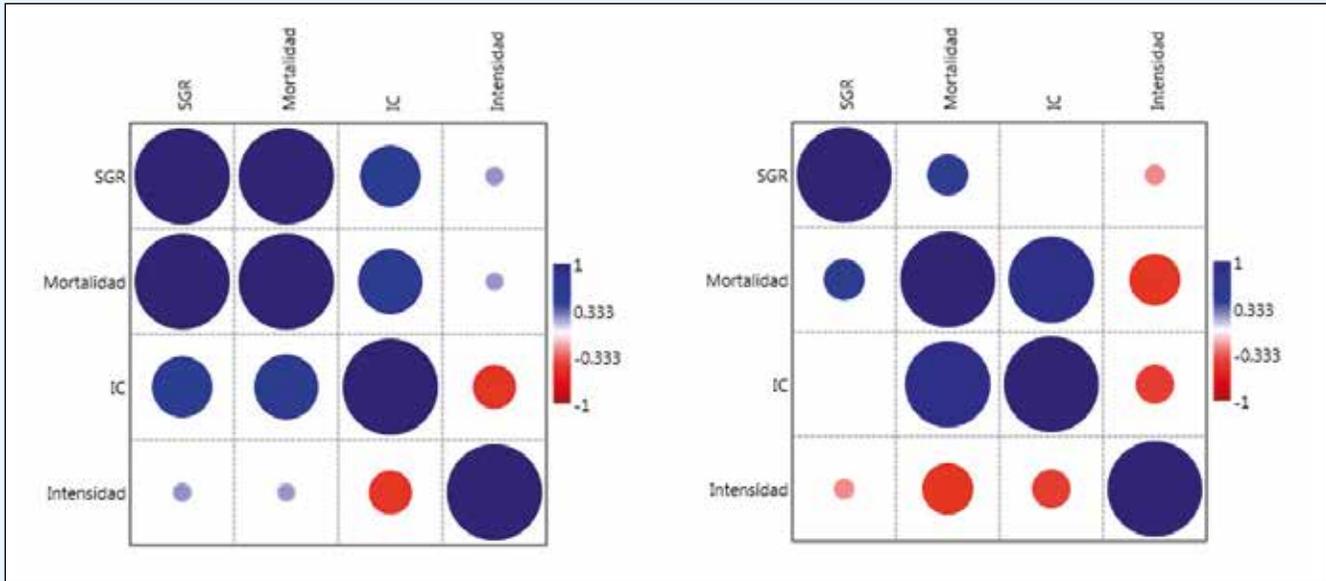


Figura 7. Correlaciones entre SGR, IC, mortalidad e intensidad de parasitación en los experimentos 2 (izquierda) y 3 (derecha). El color azul indica correlación positiva, y el color rojo correlación negativa. El tamaño de los círculos y la intensidad de color indica el valor de R²: cuanto mayores ambos, mayor la correlación.

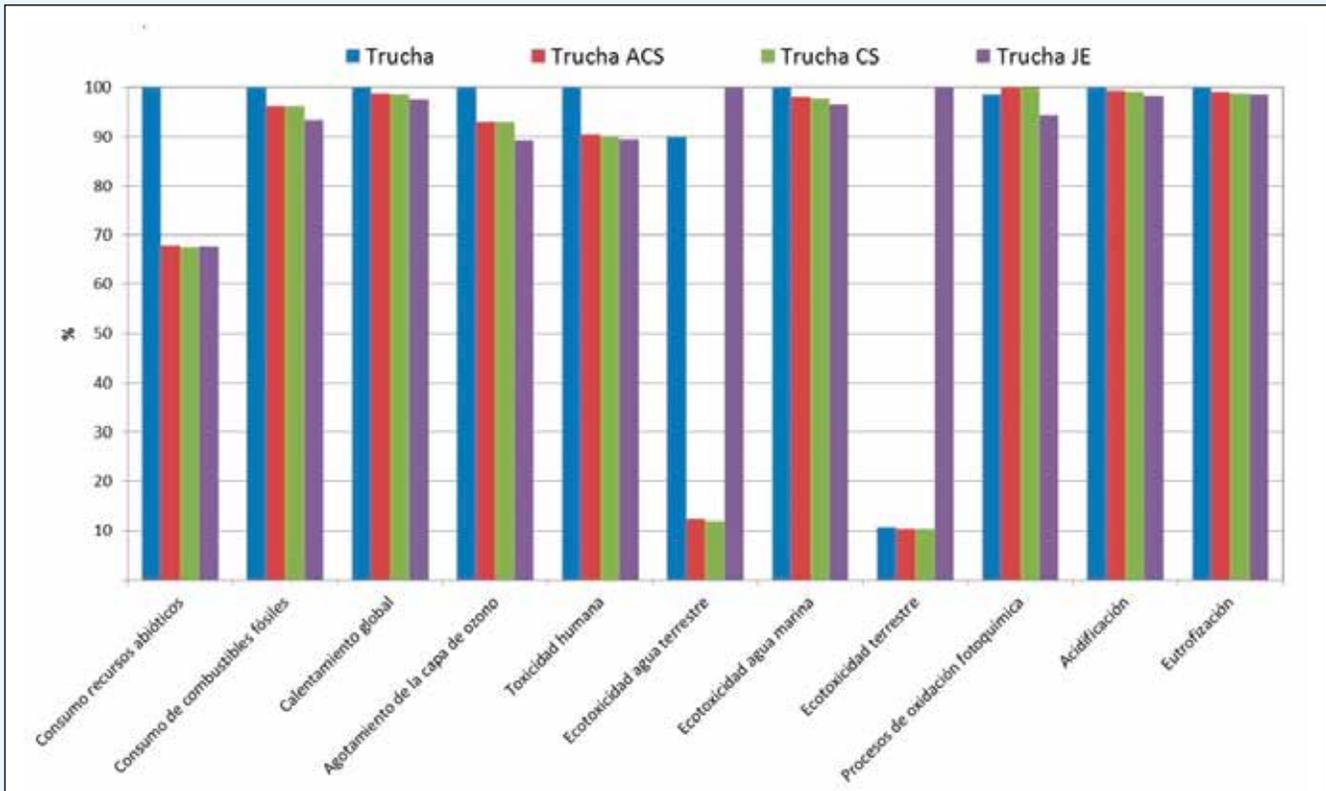


Figura 8. Comparación del escenario control con escenarios de mejora en la empresa (A).

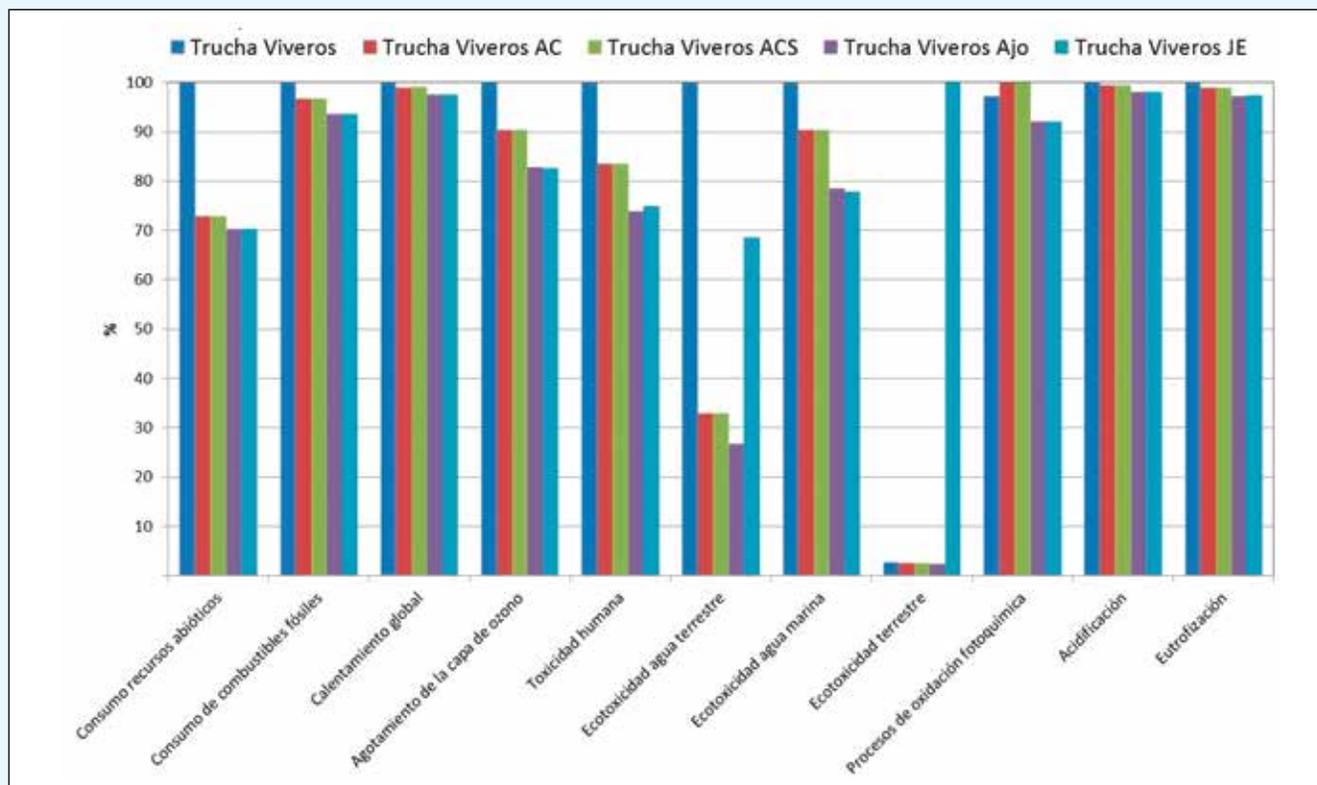


Figura 9. Comparación del escenario control con escenarios de mejora en la empresa (B).

(MEP), así como otros impactos relacionados con el consumo de recursos abióticos para la formulación de estos compuestos. En función de la capacidad de las formulaciones evaluadas en la actividad 2 para la reducción de las mortalidades causadas por infecciones bacterianas, se planteó la posibilidad de sustituir parcial o totalmente los biocidas y los antibióticos por algunas de las formulaciones más eficaces. Esta reducción se introduce en el ACV, para observar el efecto de la sustitución por las formulaciones en las diversas categorías de impacto ambiental. Para determinar los posibles efectos adversos sobre el medio ambiente de los tratamientos convencionales, en primer lugar se analizaron muestras de efluentes de las plantas de cultivo para determinar la ecotoxicidad debida a la presencia de biocidas que pudieran ser liberados al medio, y muestras de lodos para determinar la presencia de residuos de antibióticos.

La extracción de los antibióticos del lodo se realizó con acetonitrilo acidificado seguido de centrifugación para eliminar las proteínas, azúcares y sales, y una etapa final de extracción en fase sólida para eliminar interferencias de grasas, fosfolípidos y pigmentos no polares. El análisis cromatográfico se realizó en un equipo de cromatografía de líquidos Acquity UPLC H-Class acoplado a un espectrómetro de masas de cuadrupolos en

tándem Xevo TO-S (LC-MS/MS). Se empleó un flujo de 0.50 ml/min., un volumen de inyección de 2 µl y la columna de Waters Acquity UPLC BEH C18 1.7 µm 2.1 x 100 mm. Se analizaron los antibióticos amoxicilina, florfenicol y florfenicol-amina y los resultados mostraron que, en las condiciones estudiadas, los impactos del uso de biocidas y antibióticos en las dos plantas son muy bajos.

Los resultados indican que la dilución que experimenta el formaldehído a su paso por la planta de cultivo reduce su toxicidad ambiental hasta niveles muy bajos, por lo que sus posibles efectos sobre el entorno que rodea las dos granjas estudiadas son inapreciables. Las muestras de lodos se tomaron en el canal de salida de la planta, antes de la balsa de decantación para evitar que se mezclen con lodos más antiguos.

Sin embargo, en situaciones donde se trate un mayor volumen de las plantas de cultivo con alguna de estas sustancias, podrían producirse impactos mayores y también por acumulación en el tiempo. El ACV tiene en cuenta el consumo de biocidas y antibióticos a lo largo de todo un año para cuantificar los impactos a medio y largo plazo, en lugar de impactos puntuales, tanto en los escenarios reales como en los escenarios de mejora propuestos. Por lo tanto, se comparó el comportamiento

ambiental de los escenarios control de las plantas de acuicultura, en los que se hace un uso tradicional de biocidas y antibióticos, teniendo en cuenta las distintas categorías de impacto de cada planta, con los mejores escenarios resultantes de la actividad 2 en la que se sustituyeron los biocidas por productos naturales; estos serían los supuestos escenarios de mejora. En los ensayos reales los mejores resultados se obtuvieron con las formulaciones ACS, CS y JE para la granja de la empresa (A) y con ACS, AC, A y JE para la de la empresa (B), por lo que estos son los escenarios de mejora que se contemplan en este estudio.

Los resultados de este análisis en la empresa (A) mostraron que en todas las categorías de impacto al menos uno de los escenarios o varios fueron mejores que el control por lo que se puede concluir que el uso de compuestos naturales mejora el perfil ambiental de la granja entre un 2 y un 10% en casi todas las categorías de impacto, menos en la de consumo de recursos abióticos donde la mejora es próxima a un 30% y en la de ecotoxicidad del agua terrestre donde ACS y AC permiten una mejora respecto al control muy significativa (Figura 8).

En el caso de la empresa (B), de nuevo la limitación en el uso de biocidas y antibióticos, y su sustitución por productos naturales tiene un efecto beneficioso en la gran mayoría de las categorías de impacto, con porcentajes de mejora que van desde el 2-5% en la categoría de calentamiento global a mejoras próximas al 30% en la de consumo de recursos abióticos e incluso del 70% en la de ecotoxicidad del agua terrestre (Figura 9).

Los resultados de este ensayo muestran que las mejoras en la supervivencia y en la resistencia a la infestación por parásitos obtenidas con algunas de las dietas, ACS y A en ambas plantas, y JE en la empresa (A), sugieren que la disminución del uso de formaldehído en la prevención de parasitosis sí sería posible si se reemplaza por alguna de estas formulaciones.

Según el ACV, esta estrategia sería beneficiosa desde el punto de vista ambiental. La sustitución parcial del formaldehído y la cloramina (esta última utilizada en una de las plantas), reduciría el impacto de la actividad de ambas empresas asociado al consumo de recursos abióticos relacionado con la fabricación de los biocidas y con la ecotoxicidad para el agua dulce derivada de su utilización. Además, otras categorías de impacto se verían también mejoradas, aunque en menor medida.

Conclusiones

A pesar de que existen algunas discrepancias entre los resultados obtenidos en los diferentes experimentos, los datos permiten extraer algunas conclusiones. Entre ellas, la

formulación ACS y el extracto de ajo tienen un efecto positivo sobre la supervivencia de la trucha arco iris en condiciones de cultivo, en las dos plantas acuícolas evaluadas se han obtenido resultados en este sentido.

Se observó también que las demás fórmulas evaluadas en los experimentos descritos en 2.2 y 2.3 que incorporaban ácido caprílico en su composición, formulaciones AC y CS, parecen tener un efecto negativo sobre la trucha arco iris, incrementando la mortalidad respecto al control.

Los resultados obtenidos en los grupos tratados con la dieta JE son muy diferentes entre las dos plantas en cuanto a la tasa de mortalidad, siendo sensiblemente inferior al control en una de ellas, pero superior en la otra, por lo que no es posible establecer ninguna conclusión sobre este tratamiento.

Probablemente el resultado más sorprendente de los experimentos realizados es la ausencia de relación entre parasitación y mortalidad: los grupos experimentales donde la tasa de supervivencia es más alta son también los más parasitados, en particular los grupos ACS comunes a los dos experimentos, y también los grupos tratados con la dieta A la empresa (B). Una hipótesis es que estas formulaciones incrementen la tolerancia de los peces a la infestación por parásitos, al mejorar de alguna forma su estado de salud; por el contrario, en los grupos con altas tasas de mortalidad los peces serían más sensibles a las parasitosis y morirían incluso con una carga parasitaria baja.

Finalmente, destacar que los resultados de este trabajo son claramente transferibles a las granjas de trucha arco iris. El uso de extracto de ajo o de la formulación ACS podrían incrementar la supervivencia de los peces en condiciones habituales de producción, a través de un mecanismo de refuerzo del estado de salud que no se ha determinado aún. Este hecho aporta un incentivo para las empresas a la hora de implantar estos procedimientos de control de patologías más sostenibles.

Si bien la sustitución completa de los biocidas por antiparasitarios de origen natural y menor riesgo ambiental como los que se proponen en este estudio no es actualmente realista, las empresas participantes en el mismo consideran que una disminución de su consumo en el rango 20% - 40% sería factible sin riesgo de afectar negativamente a la producción.

Los aspectos sanitarios son claves para la sostenibilidad económica y ambiental de la acuicultura española y, tal y como se demuestra con este estudio científico, es necesario seguir profundizando en la formulación de nuevos productos sanitarios que puedan dar respuesta a las necesidades de las empresas en esta materia.

BIBLIOGRAFÍA

1. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture. Edited by FAO Fisheries and Aquaculture Department. Rome, Italy: FAO; 2011. p. 1–209. ISBN 978-92-5-107225-7.
2. FAO. 2018. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
3. Defoirdt, T., Sorgeloos, P., and Bossier, P. (2011) Alternatives to antibiotics for the control of bacterial disease in aquaculture, *Curr Opin Microbiol* 14, 251-258.
4. Smith, P. (2008) Antimicrobial resistance in aquaculture, *Rev Sci Tech Oie* 27, 243-264.
5. Watts, J. E. M.; Schreier, H. J.; Lanska, L., and Hale, M. S. (2017) The Rising Tide of Antimicrobial Resistance in Aquaculture: Sources, Sinks and Solutions, *Mar Drugs* 15.
6. Romero, J. L.; Burgos, M. J. G.; Pérez-Pulido, R.; Gálvez, A., and Lucas, R. (2017) Resistance to Antibiotics, Biocides, Preservatives and Metals in Bacteria Isolated from Seafoods: Co-Selection of Strains Resistant or Tolerant to Different Classes of Compounds, *Front Microbiol* 8.
7. Ferrario, D., and Rabbit, R. R. (2012) Analysis of the proposed EU Regulation concerning biocide products and its opportunities for alternative approaches and a toxicology for the 21st century, *Altex-AlternAnim Ex* 29, 157-172.
8. Reverter, M.; Tapissier-Bontemps, N.; Sasal, P., and Saulnier, D. (2017) Use of Medicinal Plants in Aquaculture, Diagnosis and Control of Diseases of Fish and Shellfish, 223-261.
9. Rosa, I. A.; Rodrigues, P.; Bianchini, A. E.; Silveira, B. P.; Ferrari, F. T.; Bandeira Junior, G.; Vargas, A. P. C.; Baldisserotto, B., and Heinzmann, B. M. (2019) Extracts of *Hesperozygisringens* (Benth.) Epling: in vitro and in vivo antibacterial activity against fish pathogenic bacteria, *J Appl Microbiol* 126, 1353-1361.
10. Malheiro, J.; Gomes, I.; Borges, A.; Bastos, M. M.; Maillard, J. Y.; Borges, F., and Simoes, M. (2016) Phytochemical profiling as a solution to palliate disinfectant limitations, *Biofouling* 32, 1007-1016.
11. Bandeira Junior, G.; Sutili, F. J.; Gressler, L. T.; Ely, V. L.; Silveira, B. P.; Tasca, C.; Reghelin, M.; Matter, L. B.; Vargas, A. P. C., and Baldisserotto, B. (2018) Antibacterial potential of phytochemicals alone or in combination with antimicrobials against fish pathogenic bacteria, *J Appl Microbiol* 125, 655-665.
12. Cheesman, M. J.; Ilanko, A.; Blonk, B., and Cock, I. E. (2017) Developing New Antimicrobial Therapies: Are Synergistic Combinations of Plant Extracts/Compounds with Conventional Antibiotics the Solution?, *Pharmacogn Rev* 11, 57-72.
13. Schelkle, B.; Snellgrove, D., and Cable, J. (2013) In vitro and in vivo efficacy of garlic compounds against *Gyrodactylusturnbulli* infecting the guppy (*Poecilia reticulata*), *Vet Parasitol* 198, 96-101.
14. Militz, T. A.; Southgate, P. C.; Carton, A. G., and Hutson, K. S. (2014) Efficacy of garlic (*Allium sativum*) extract applied as a therapeutic immersion treatment for *Neobenedenia* sp. management in aquaculture, *J Fish Dis* 37, 451-461.
15. Guo, J. J.; Kuo, C. M.; Chuang, Y. C.; Hong, J. W.; Chou, R. L., and Chen, T. I. (2012) The effects of garlic-supplemented diets on antibacterial activity against *Streptococcus iniae* and on growth in orange-spotted grouper, *Epinephelus coioides*, *Aquaculture* 364, 33-38.
16. Yao, J. Y.; Shen, J. Y.; Li, X. L.; Xu, Y.; Hao, G. J.; Pan, X. Y.; Wang, G. X., and Yin, W. L. (2010) Effect of sanguinarine from the leaves of *Macleaya cordata* against *Ichthyophthirius multifiliis* in grass carp (*Ctenopharyngodonidella*), *Parasitol Res* 107, 1035-1042.
17. Sahan, A.; Ozutok, S., and Kurutas, E. B. (2016) Determination of Some Hematological Parameters and Antioxidant Capacity in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) Fed Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) to *Aeromonas hydrophila*, *Turk J Fish Aquat Sc* 16, 197-204.
18. Levy, G.; Zilberg, D.; Paladini, G., and Fridman, S. (2015) Efficacy of ginger-based treatments against infection with *Gyrodactylusturnbulli* in the guppy (*Poecilia reticulata* (Peters)), *Vet Parasitol* 209, 235-241.
19. Huang, C. B.; Alimova, Y.; Myers, T. M., and Ebersole, J. L. (2011) Short- and medium-chain fatty acids exhibit antimicrobial activity for oral microorganisms, *Arch Oral Biol* 56, 650-654.
20. Hirazawa, N.; Oshima, S.; Hara, T.; Mitsuboshi, T., and Hata, K. (2001) Antiparasitic effect of medium-chain fatty acids against the ciliate *Cryptocaryon irritans* infestation in the red sea bream *Pagrus major*, *Aquaculture* 198, 219-228.
21. Rigos, G.; Fountoulaki, E.; Cotou, E.; Dotsika, E.; Dourala, N., and Karacostas, I. (2013) Tissue distribution and field evaluation of caprylic acid against natural infections of *Sparicotylechryosphrii* in cage-reared gilthead sea bream *Sparus aurata*, *Aquaculture* 408, 15-19.
22. Informe APROMAR 2018. La acuicultura en España.
23. Hammer, Ø.; Harper, D. A. T., and P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 9pp.

10 · A N I V E R S A R I O 10 · A N I V E R S A R I O



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE ECONOMÍA,
EMPREGO E INDUSTRIA



INSTITUTO CULTURA CIENCIA Y TECNOLOGIA