

Beneficis dels ecosistemes marins per a la salut i el benestar de les persones

Josep Lloret i Arnau Carreño

Grup de Recerca SeaHealth i Càtedra Oceans i Salut Humana, Institut d'Ecologia Aquàtica, Universitat de Girona

Correspondència: Josep Lloret. Grup de Recerca SeaHealth i Càtedra Oceans i Salut Humana. Institut d'Ecologia Aquàtica. Universitat de Girona. C/ Maria Aurèlia Capmany, 69. 17003 Girona. Adreça electrònica: Josep.lloret@udg.edu.

DOI: 10.2436/20.1501.02.193

ISSN (ed. impresa): 0212-3037

ISSN (ed. digital): 2013-9802

<http://revistes.iec.cat/index.php/TSCB>

Rebut: 17/02/2019

Acceptat: 26/07/2019

Resum

Els ecosistemes marins ens proporcionen diversos béns i serveis com són noves medicines, productes alimentaris saludables i llocs per a l'esbarjo que contribueixen positivament a la salut física i mental de les persones, tant pel que fa al tractament de determinades malalties com el càncer (en relació als nous medicaments antitumorals descoberts a partir d'espècies marines) com a la prevenció de malalties relacionades amb el risc cardiovascular, l'Alzheimer o la depressió. No obstant això, els mars i oceans són també una font important de riscos per a la salut que són de molta actualitat (proliferacions d'algues nocives, contaminants, paràsits, etc.). Així mateix, moltes espècies i hàbitats marins estan patint diversos impactes antropogènics i mediambientals que amenacen de fer disminuir o eliminar els beneficis i augmentar els riscos procedents dels ecosistemes marins. Els estudis que relacionen els ecosistemes marins i la salut i el benestar de les persones són encara escadussers i en aquest sentit existeix actualment una línia d'investigació innovadora anomenada Oceans i Salut Humana que intenta justament, a través de diferents mecanismes interdisciplinaris, avançar en l'estudi d'aquestes relacions complexes. L'objectiu final és poder contribuir a la protecció dels ecosistemes marins perquè aquests puguin continuar aportant els aspectes beneficiosos per a la salut de les persones i disminuir els riscos sanitaris. Aquest document sintetitza tots aquests aspectes, que són de gran actualitat sobretot a la mar Mediterrània.

Paraules clau: oceans i salut humana, recursos pesquers, activitats marítimes recreatives, protecció de la salut, conservació dels ecosistemes marins.

1. Introducció

Els ecosistemes marins ens proporcionen una àmplia gamma de béns i serveis que són essencials per a la població humana. Aquests inclouen aliments, combustibles, productes biològics amb fins medicinals, regulació del clima, desenvolupament de les activitats turístiques i beneficis psicològics i emocionals, entre altres. En les darreres dècades s'han fet nombrosos estudis que analitzen l'impacte dels humans i del canvi climàtic sobre els ecosistemes marins i els seus recursos, però pocs han relacionat el medi marí amb la salut de les persones. La major part dels estudis s'ha focalitzat a analitzar els impactes en la salut dels riscos emergents, com són la contaminació, les proliferacions d'algues nocives i organismes patògens i l'impacte de condicions meteorolò-

giques i oceanogràfiques adverses (huracans, tsunamis, etc.) sobre la salut pública. Així mateix, hi ha nombrosos estudis sobre l'impacte de les activitats humanes com la pesca, l'aqüicultura i el turisme sobre els béns i serveis que ofereixen els ecosistemes marins. No obstant això, les interrelacions entre la salut i el benestar humà i la biodiversitat marina continuen sent poc conegudes.

En aquest sentit, en els darrers anys s'estrà impulsant a tot el món una nova línia de recerca anomenada Oceans i Salut Humana per a estudiar les relacions entre la salut i el benestar de la població i els béns i serveis provinents dels mars i dels oceans (vegeu, per exemple, European Marine Board, 2013; Chivian i Bernstein, 2008; National Research Council, 1999; Fleming *et al.*, 2014, 2006; Lloret *et al.*,

Benefits of marine ecosystems for people's health and well-being

Summary

Marine ecosystems provide us with different goods and services, such as new medicines, healthy seafood products and recreational opportunities that contribute positively to the physical and mental health of people through both the treatment of certain diseases such as cancer (with new antitumoral drugs developed from marine species) and the prevention of diseases connected with cardiovascular risk, Alzheimer's or depression. Marine ecosystems, however, are also an important source of health risks as a result of the proliferation of harmful algae (HABs), pollutants, parasites, etc. Likewise, many marine species and habitats are suffering from various anthropogenic and environmental impacts that threaten to reduce or eliminate the benefits to health and to increase the health risks of marine ecosystems. Studies on the relation between marine ecosystems and people's health and well-being are still few in number. An innovative research line called "oceans and human Health" is now underway that applies various interdisciplinary mechanisms for the purpose of furthering the study of the complex links between human health and marine ecosystems. Its ultimate goal is to contribute to the protection of marine ecosystems so that they can continue to provide benefits for people's health and to reduce health risks. This paper summarizes all these aspects, which are of special importance in the case of the Mediterranean Sea.

Keywords: oceans and human health, fishery resources, maritime recreational activities, health protection, conservation of marine ecosystems.

2016; Lloret 2010; Glibert *et al.* 2018; Fleming *et al.*, 2006, 2014; Tacón i Metian, 2013; Allen, 2011; Gerber *et al.*, 2012; Walsh *et al.*, 2008). Aquests estudis intenten demostrar com els ecosistemes marins proporcionen una àmplia gama de béns i serveis que són essencials per a la salut i el benestar de les persones, però també són una font de riscos que cal gestionar bé per a limitar-los (figura 1). Els estudis sobre oceans i salut humana són essencials no només per a la salut i el benestar de les persones sinó també per a la sostenibilitat de l'anomenada *economia blava* (*blue economy*) que impulsa la Unió Europea (Commissió Europea, 2019). Amb tot, les interrelacions entre la salut i el benestar de les persones i els ecosistemes marins continuen sent força desconegudes, i per això aquesta temàtica té molta pro-

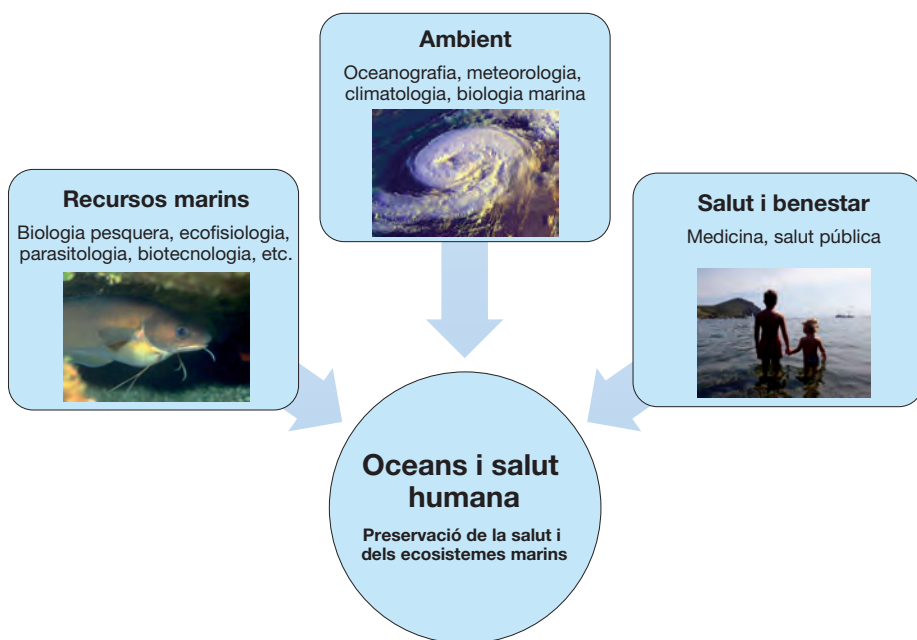


Figura 1. Línies d'investigació en les quals s'engloba la nova línia de recerca d'Oceans i Salut Humana.

jecció de futur a l'àmbit local, nacional i internacional. Cal tenir en compte que la major part dels estudis s'han focalitzat a analitzar l'impacte de les activitats humanes i del canvi climàtic sobre els ecosistemes marins, però s'han fet relativament pocs estudis sobre els beneficis i riscos per a la salut procedents dels mars i oceans. Mentre que els Estats Units lideren aquest tipus d'estudis interdisciplinaris sobre oceans i salut humana amb accions com l'«Oceans and Human Health Initiative» (OHHI) (NIEHS, 2019), els Centers for Oceans and Human Health (COHH) (NOAA, 2010) i els projectes desenvolupats pel Center for Health and the Global Environment de la Universitat de Harvard (Harvard, 2019), a Europa aquestes iniciatives són encara escadusseres. El 2013, el European Marine Board (European Marine Board, 2015) va proposar que l'estudi de les relacions entre els oceans i la salut humana fos una línia estratègica d'investigació a Europa. Un dels centres de referència a Europa en aquesta temàtica és el European Centre for Environment & Human Health de la Universitat d'Exeter (Anglaterra), que ha estat impulsant nombrosos projectes sobre el mar i la salut com ara BlueHealth (BlueHealth, 2019) i SOPHIE (SOPHIE, 2019). A Catalunya i Espanya, aquest àmbit d'investigació no ha estat gairebé desenvolupat de manera integrada, tot i que hi ha diferents iniciatives i equips de recerca que treballen en la relació entre els oceans i la salut humana, entre els quals la nova Càtedra Oceans i Salut Humana (Lloret *et al.*, 2020),

creada el 2017 per la Universitat de Girona (UdG) i l'Ajuntament de Roses, i que també compta amb el patrocini de la confraria de pescadors de Roses i del gremi de peixaters de Catalunya, i els grups de recerca Ecology of Harmful Algal Blooms de l'Institut de Ciències del Mar-CSIC i SeaHealth de l'Institut d'Ecologia Aquàtica de la UdG. Amb tot, les relacions entre els ecosistemes marins i la salut humana són encara força desconegudes arreu del món i en particular a Catalunya, i per això cal impulsar nous estudis.

2. Beneficis aportats pels mars i oceans a la salut i el benestar de les persones

Els beneficis aportats pels ecosistemes marins a la salut i el benestar de les persones s'agrupen en tres grans grups principals (vegeu la taula 1).

2.1. El potencial bioactiu dels organismes marins com a font de noves medicines Un clar exemple dels beneficis per a la salut humana provinents del mar són els compostos bioactius. Força espècies marines produeixen aquests compostos bioactius, que tenen diferents propietats antibacterianes, antifúngiques, antivíriques, antiinflamàtoies o anticancerígenes (Suarez-Jimenez *et al.*, 2012). Aquests compostos bioactius produïts per espècies marines s'estan investigant per poder obtenir noves medicines que siguin útils per a combatre determinats tipus de càncer, infeccions i inflamacions, entre altres malalties (Menna, 2009). La branca de la ciència que investiga el potencial bioactiu de les espècies marines per descobrir noves medicines, anomenada *biotecnologia marina*, és d'una gran actualitat científica i de gran interès per a la indústria farmacèutica.

Els compostos bioactius són molècules químiques essencials i no essencials trobades a la natura, que formen part de la cadena alimentària i que poden tenir efectes beneficiosos potencials sobre la salut humana. Aquestes molècules són produïdes per un ampli rang d'organismes, que van des de bacteris, fongs i algues microscòpiques fins a organismes complexos, com algues macroscòpiques, plantes i animals. Aquests compostos són molt variats: pèptids anticancerígens, caracteritzats per la seva acció citotòxica i antitumoral contra diferents línies de cèl·lules cancerígenes; metabòlits secundaris antibacterians i antivirals, toxines (i antitoxines) produïdes per diferents

Taula 1. Principals beneficis per a la salut procedents dels ecosistemes marins (elaboració pròpia)

Producte/acció	Qualitat	Beneficis per a la salut
Pesca: consum de productes del mar	Àcids grassos omega-3	Salut cardiovascular Prevenció de determinats tipus de càncer Salut mental
	Proteïnes i vitamines (D, B ₁₂)	Seguretat alimentària Prevenció d'osteoporosi Salut cardiovascular
	Minerals (seleni, iode)	Sistema immunològic Tiroides
Turisme marítim	Activitat física i relaxació	Salut física i mental
Biotecnologia marina	Potencial bioactiu d'algunes espècies marines	Descobriments de noves medicines anticancerígenes, antivíriques, antibacterianes, antifúngiques, etc.

espècies marines, com ara la tetrodotoxina produïda pel peix globus, i olis essencials, trobats especialment al peix i marisc, als quals la cultura popular atribueix nombroses propietats curatives i terapèutiques. Segons la seva diana, el potencial bioactiu pot ser classificat en diversos tipus, entre d'altres: antibacterià, antivíric, antitumoral, citotòxic, antifúngic, antioxidant, antiinflamatori i anticoagulant (Dhinakaran i Lipton, 2014; Swanson *et al.*, 2012). A la Mediterrània, s'han trobat diferents espècies que tenen potencial bioactiu (vegeu, per exemple, Uriz *et al.*, 1991; Carreño i Lloret, 2021), la majoria de les quals són organismes bentònics dels que s'ha aïllat compostos químics que els serveixen com a mitjà de defensa contra depredadors, organismes competidors, paràsits o microorganismes invasors. D'altra banda, els organismes marins viuen en una gran diversitat d'hàbitats en condicions diverses de pressió, salinitat, temperatura i il·luminació i, per tant, propicien la formació de diferents tipus de compostos bioactius exclusius (Uriz *et al.*, 1991).

Potencial antibacterià Alguns organismes marins que conviuen amb bacteris a la seva superfície i que, per tant, tenen diversos tipus de mecanismes per a combatre'ls, podrien ser potencials candidats a ser investigats per la seva capacitat de produir compostos antibacterians (Kossuga *et al.*, 2004; Manzo *et al.*, 2011). Un exemple de peix que conté compostos amb activitat antibacteriana és el verat (*Scomber scombrus*) (Ennaas *et al.*, 2015). Les infeccions bacterianes suposen actualment una de les majors causes de mortalitat en humans arreu del món. A més, el mal ús dels antibiòtics i l'aparició de «superbacteris» són actualment una de les majors preocupacions en medicina, ja que aquests bacteris són resistent a la majoria d'antibiòtics coneguts.

Potencial antivíric Cada cop són més els estudis que apunten cap a les espècies marines com a font de nous medicaments amb potencial antivíric. Un exemple seria l'esqualamina obtinguda del fetge del tauró agullat (*Squalus acanthias*) i de la llampresa marina (*Petromyzon marinus*) (Zasloff *et al.*, 2011). Actualment les infeccions víriques són un problema per a la salut de les persones arreu del món. Virus dels quals no s'ha descobert cap cura, com el VIH, o els virus de l'Ebola, de la grip aviar o de la grip A, són causants de milions de morts a tot el món.

Potencial antioxidant La majoria d'organismes marins, en especial els peixos, tenen potencial antioxidant. La majoria d'estudis trobats sobre el potencial antioxidant estan focalitzats sobre els efectes dels olis provinents del múscul del peix sobre les espècies reactives de l'oxigen (ROS). Trobem, per exemple, aquesta propietat en el múscul de l'escòrpora captinyós (*Scorpaena notata*). Probablement aquest potencial antioxidant és degut a l'acció dels àcids grassos omega-3 presents als peixos i invertebrats marins. Per altra banda, també s'han documentat propietats antioxidants d'altres molècules que no són omega-3 en els músculs de peixos condrictis com la tintorera (*Prionace glauca*) i la rajada o clavellada (*Raja clavata*), entre d'altres (Aissaoui *et al.*, 2017; Lassoued *et al.*, 2015).

Potencial antitumoral En els darrers anys s'estan descobrint noves molècules amb potencial antitumoral en una gran quantitat d'organismes sèssils, i aquests estan actualment en el punt de mira de les empreses farmacèutiques per tal de sintetitzar nous medicaments per lluitar contra el càncer. Dins d'aquest grup destaquen especialment les gorgònies del gènere *Eunicella*, com *E. singularis* i *E. cavolini* (Deghrigue *et al.*, 2013).

Potencial citotòxic Alguns estudis han avaluat el potencial citotòxic d'algunes espècies de cnidaris, com els fideus de mar (*Anemonia sulcata*) i la tomata de mar (*Actinia equina*). D'aquestes dues espècies s'han obtingut extractes aquosos que produeixen mort cel·lular a través de l'activació de la via de les caspases, més concretament la caspasa-3, una proteïna l'activació de la qual inicia el procés d'apoptosi, una mort cel·lular controlada (Silva *et al.*, 2017).

Potencial antiinflamatori Dins de les espècies en les quals s'ha descobert potencial antiinflamatori destaquen alguns peixos osteïctis com la bacora (*Thunnus alalunga*) i l'anguila japonesa (*Anguilla japonica*), que presenten aquesta activitat en extractes glandulars en el cas de la bacora i a les espines i en els òrgans interns en el cas de l'anguila japonesa (Azeem *et al.*, 2010). L'anguila japonesa no és present a la Mediterrània, però obre la porta a l'estudi del potencial bioactiu de l'anguila europea (*A. anguilla*) que sí que està present a la Mediterrània.

Biotoxines Les biotoxines produïdes per algunes espècies marines estan sent estudiades

no només pels seus efectes perjudicials, sinó també per les propietats beneficioses. Un exemple és la tetrodotoxina (TTX) produïda per alguns peixos globus, que està sent estudiada actualment com un potent tractament analgèsic contra el dolor produït per alguns tipus de tumors, i contra dolors neuropàtics com ara el dolor crònic.

Potencial anticoagulant Algunes espècies presenten potencial anticoagulant, com la llampresa marina (*Petromyzon marinus*), que té molècules amb potencial anticoagulant a la seva saliva. La llampresa utilitza aquestes propietats salivals per a alimentar-se de la sang dels peixos hostes, impeding que es coaguli la ferida produïda per la seva mossegada al lloc on s'adhereix.

Potencial antifúngic Els organismes sèssils o aquells que presenten mobilitat reduïda són els més susceptibles a patir infeccions per fongs, i sovint s'hi han trobat molècules amb potencial antifúngic, com per exemple als equinoderms *Holothuria polii* i *Stichopus regalis* (Ismail *et al.*, 2008).

2.2. Els aliments saludables procedents del mar Els factors ambientals, la nutrició i l'estil de vida tenen un paper important en les causes de moltes malalties, mentre que l'estructura genètica afecta la predisposició a patir alguns problemes de salut. La salut d'una persona depèn en part d'una dieta equilibrada, i per això l'alimentació i la salut humana interaccionen constantment. Els recursos pesquers (peixos, algues i invertebrats procedents de la pesca extractiva i de l'aqüicultura) no només ens proporcionen proteïna de qualitat sinó també una font important dels anomenats àcids grassos omega-3 (àcids grassos n-3 o ω -3). Els omega-3 són un tipus de greixos fonamentals en una dieta saludable perquè contribueixen a prevenir malalties cardiovasculars i determinats tipus de càncer, dues de les principals causes de mort per malaltia al món occidental. Les investigacions sobre els lligams dels omega-3 amb la salut de les persones són de gran actualitat, i a poc a poc van apareixent nous estudis sobre els beneficis que tenen en pacients amb d'altres malalties com la depressió, les malalties inflamatòries o les al·lèrgies (Bozzatello *et al.*, 2016; Wani *et al.*, 2015).

Els àcids grassos omega-3 són un tipus de lípids que trobem als peixos i invertebrats ma-

rins i les algues (macroalgues i fitoplàncton), bàsicament en forma d'àcid docosahexaenoic (DHA) i d'àcid eicosapentaenoic (EPA), així com també en alguns vegetals terrestres (com la soja, les olives, la grana de lli i les nous) en forma d'àcid alfa-linolènic (ALA). Els omega-3 DHA i EPA pertanyen a la categoria dels àcids grassos poliinsaturats de cadena llarga (en anglès PUFA), mentre que l'omega-3 ALA pertany a la categoria dels àcids grassos poliinsaturats de cadena curta.

Els àcids grassos omega-3 DHA i EPA són essencials per al cos humà. El nostre cos no els pot sintetitzar i per tant els hem d'incorporar a través de la dieta. La seva ingesta a través dels productes del mar és en general beneficiosa per a la salut humana. Tot i que també podem obtenir aquests àcids grassos omega-3 DHA i EPA a través d'alguns vegetals terrestres (en forma d'ALA), l'eficàcia no és la mateixa. El cos humà pot convertir els àcids grassos ALA dels vegetals terrestres consumits en EPA i DHA, però la conversió és molt limitada i això es tradueix finalment en uns nivells d'EPA i sobretot de DHA al cos humà inferiors als que haguéssim obtingut amb la ingesta directa de peix o algues del mar.

La ingesta d'àcids grassos omega-3 d'origen marí (DHA i EPA) contribueix a una dieta sana de diferents maneres. En primer lloc, diferents estudis demostren que el consum de peix ajuda a reduir la mortalitat per malalties cardiovasculars perquè aquests àcids grassos contribueixen a disminuir els nivells de triglicèrids, colesterol, agregació de les plaquetes i arrítmies (Swanson *et al.*, 2012). Les malalties cardiovasculars constitueixen la primera causa de mortalitat al món occidental. Segons l'Organització Mundial de la Salut, el 2004 es varen produir aproximadament disset milions de morts a tot el món degut a problemes cardiovasculars (la qual cosa representa el 29% del total de morts a tot el món aquell any).

En segon lloc, protegeixen els consumidors contra el desenvolupament de determinats càncers, com ara el de mama i el de pròstata (Aucoin *et al.*, 2017; Liang *et al.*, 2019). El càncer és la segona causa de mort per malaltia al món occidental. Segons l'Organització Mundial de la Salut, el 2007 es varen produir aproximadament vuit milions de morts a tot el món degut al càncer (el que representa el 13% del total de morts a tot el món aquell any), dos milions dels quals, a la Unió Europea. El càncer és una malaltia creixent arreu i s'estima que, aproximadament, un de cada tres euro-

peus desenvolupa algun tipus de càncer al llarg de la seva vida.

També hi ha estudis que han relacionat la ingesta d'omega-3 d'origen marí amb una disminució dels símptomes depressius en adults i d'asma i al·lèrgies respiratòries en nens (Sánchez-Villegas *et al.*, 2009; Wani *et al.*, 2015). Hi ha treballs científics que demostren que els àcids grassos omega-3 també ajuden a combatre els processos inflamatoris i contribueixen a la salut de l'esquelet del nostre organisme (Dáttilo *et al.*, 2018). Finalment, s'està estudiant la seva possible acció beneficiosa en la prevenció d'altres malalties com la fibrosi quística i la demència.

Cal tenir en compte que molts cops no es coneix bé els possibles mecanismes biològics (relació causa-efecte) d'aquests aspectes beneficiosos per a la salut. Amb tot, una de les majors evidències mèdiques dels beneficis dels omega-3 per a la salut l'aporten els estudis epidemiològics relacionats amb l'anomenada «dieta mediterrània», que és la que tradicionalment han seguit els pobles de la conca del Mediterrani i que és rica en productes del mar (i per tant en àcids grassos omega-3). S'ha demostrat de forma consistent que s'associa amb els resultats de salut favorables i una millor qualitat de vida (revisat per Lloret, 2010). Diversos estudis epidemiològics i observacionals suggereixen que aquest tipus de dieta pot protegir contra les malalties cròniques i reduir la mortalitat; de fet les nacions mediterrànies presenten taxes més baixes de malalties cardiovasculars i de càncer en comparació amb altres nacions. També s'ha associat una major adhesió a aquesta dieta amb la longevitat, la reducció dels trastorns depressius i la prevenció de la deficiència de ferro. Aquests estudis han demostrat que les poblacions que segueixen la dieta mediterrània, com la de Grècia (especialment Creta) i la del sud d'Itàlia, presenten una menor taxa de mortalitat per malalties cardiovasculars i una major esperança de vida en comparació amb altres poblacions com les de Finlàndia i els Estats Units, encara que aquestes últimes gaudeixen de millors condicions de vida i serveis mèdics. Tot i així, l'adhesió a aquest tipus de dieta ha disminuït. Tot i que l'omega-3 procedent del consum de peix i marisc sembla ser un aspecte determinant per a la salut dels pobles mediterranis, alguns autors han suggerit que el paper dels components de la dieta mediterrània en conjunt pot ser més important que l'efecte de cada component per separat. Per tant, pot haver-hi un cert grau de sinergia positiva mitjançant la combinació

dels àcids grassos omega-3 procedents del peix amb altres ingredients com l'oli d'oliva, els fruits secs i les fruites, comuns en la dieta mediterrània. Les algues, que també són una font de salut, no se solen explotar comercialment al Mediterrani: en general no es fan servir directament com a aliment i només algunes espècies pertanyents al gènere *Gracilaria* s'utilitzen per a obtenir agar, un additiu emprat per la indústria alimentària.

2.3. Els beneficis per a la salut lligats a la vida a la costa i a la pràctica d'activitats turístiques al mar Moltes de les activitats d'esbarjo que es porten a terme al mar o a la vora del mar, des de passejar per la platja fins a la pràctica d'activitats esportives com el caiac, el busseig o nedar, comporten no només beneficis per a la salut física (bàsicament contribuint a prevenir les malalties cardiovasculars) sinó que també contribueixen al benestar emocional i aporten beneficis per a la salut mental tant de les persones sanes com de les que pateixen alguna malaltia de tipus psicològic (Dadvand *et al.*, 2016; Carreño *et al.*, 2020). Les activitats d'esbarjo que realitzen les persones al mar o a la costa esdevenen un factor important per a la seva salut física i mental (Burkart *et al.*, 2016; Gascon *et al.*, 2015). Alhora, és una nova manera de valorar el turisme marítim i costaner, que constitueix un sector cabdal per a l'economia de molts pobles litorals de la Mediterrània i d'arreu del món. El turisme marítim no només ha de ser sostenible, sinó que també pot ser saludable.

És àmpliament sabut que la pràctica d'activitats físiques és, en si mateixa, beneficiosa per a la salut. L'esport, a part de mantenir-nos en bona forma física, ajuda a prevenir malalties tan greus com l'obesitat, les malalties coronàries i a reduir factors de risc cardiovascular i, inclús, hi ha alguns estudis que indiquen que pot tenir potencials efectes beneficiosos en la lluita contra diferents tipus de càncer (Kodama *et al.*, 2006). Amb tot, els beneficis que poden comportar les activitats recreatives en un entorn costaner per al benestar mental de les persones encara no han estat ben estudiats. Hi ha estudis recents que indiquen que la pràctica d'esports en un entorn natural, sobretot a la costa i al mar, com ara la iniciativa *blue gym* (gimnàs blau), a part de contribuir en la salut física també ajuda en el benestar i la bona salut mental de les persones (Gascon *et al.*, 2017; White *et al.*, 2010). Així, aquestes activitats poden contribuir a prevenir malalties com la depressió i l'estrès, i ajudar a la recuperació

d'altres malalties; inclús hi ha estudis que indiquen una possible millora cognitiva de les persones amb malalties tan greus com l'alzheimer.

En aquest sentit, un estudi recent efectuat a la costa d'Anglaterra demostra que les persones que viuen prop de la costa duen un estil de vida més saludable en comparació amb les persones de l'interior, fan més activitat física i pateixen menys estrès i depressió (Bowen *et al.* 2014). Malgrat aquests estudis, encara no s'han investigat aquests efectes a les costes mediterrànies, on el turisme és un sector econòmic clau.

Avui en dia la Mediterrània és una de les zones més turístiques del món, amb gairebé un 35% de les arribades internacionals de turistes i els ingressos del sector a escala mundial. La costa mediterrània ofereix per a aquests visitants un entorn per a la relaxació i la pràctica d'activitats físiques, que es tradueix en plaer i que contribueix indirectament a la salut de les persones. La pràctica d'activitats recreatives al mar és un dels principals atractius per a aquests turistes que busquen gaudir de les nostres aigües. Entre elles trobem el submarinisme, la nàutica d'esbarjo, el caiac, la pesca recreativa, l'albirament de dofins i balenes o, fins i tot, passejar vora el mar. En aquest sentit, calen nous estudis per a demostrar la contribució del turisme a la salut de les persones de manera que puguem assolir un turisme sostenible i saludable.

Finalment, cal destacar l'existència de zones on la gent viu força més anys que la mitjana, i sembla que amb millor qualitat de vida: són les anomenades *blue zones*, batejades per Dan Buettner, periodista de la revista *National Geographic*. Molts d'aquests espais blaus estan situats en ambients costaners, sovint illes, com ara Okinawa (Japó), Sardenya (Itàlia), Nicoya (Costa Rica) i Icària (Grècia). Tot i que encara avui en dia no està prou clar quins són els factors que fan que en aquests llocs la gent pugui viure més anys i amb millor qualitat de vida que la mitjana, s'han fet ja alguns estudis que poden donar pistes sobre els factors que determinen la longevitat i qualitat de vida de les persones (Poulain *et al.*, 2013).

3. La vulnerabilitat dels beneficis procedents dels ecosistemes marins

Hi ha diferents factors, tant de caràcter antropogènic com mediambiental, que fan perillar els beneficis que proporcionen els ecosistemes marins i al mateix temps provoquen un augment dels riscos sanitaris procedents d'aquests ecosistemes. Diferents factors d'origen antròpic i ambiental entre els quals la sobrepesca, la pressió turística a la costa i al mar, l'aqüicultura, la

contaminació i el canvi climàtic estan amenaçant negativament la sostenibilitat dels ecosistemes marins, i comprometen així la seva contribució a una dieta saludable i al descobriment de nous fàrmacs (Font i Lloret, 2011; Lloret *et al.*, 2016; Lloret *et al.*, 2008; Lloret i Riera, 2008). Els ecosistemes marins poden esdevenir una font de risc per a la salut relacionada amb diferents factors (vegeu la taula 2) com la contaminació química, la contaminació per materials i els riscos o perills biològics, entre els quals els organismes patògens i les biotoxines marines (sobretot les proliferacions d'algues tòxiques a la costa i les toxines presents en alguns peixos i marisc que consumim, que poden produir diferents problemes de salut a alguns consumidors o banyistes). Aquests riscos, que poden afectar els humans a través de l'exposició a l'aigua contaminada o la seva ingesta o bé pel consum de productes pesquers contaminats, poden ser minimitzats amb una bona gestió dels recursos pesquers i dels ecosistemes marins, i de la zona costanera adjacent.

Les reserves marines es postulen com a eina de conservació dels ecosistemes marins, especialment dels beneficis que aquests ens poden aportar. Cada cop hi ha més evidències científiques del paper important que tenen les reserves marines en el manteniment de la diversitat marina, la protecció dels hàbitats marins i la preservació dels recursos pesquers. Malgrat tot, encara no es té prou coneixement de com les reserves marines poden contribuir a preservar la salut de les persones a través de la provisió de béns i serveis indispensables per

a la seva salut i el benestar, com ara aliments saludables, lloc per a esbarjo o espècies amb possible interès farmacològic (és a dir amb potencial bioactiu).

Les reserves marines, que ajuden a incrementar les abundàncies, talles i biomasses (i per tant les captures), no només contribueixen a preservar els estocs de peixos d'interès pesquer (sobretot els costaners), sinó que també ajuden a millorar les reserves energètiques dels peixos que hi viuen i per tant l'aportació d'àcids grassos omega-3 a la població. Se sap que, a les reserves marines on es practica una bona gestió pesquera, a la llarga la pesca artesanal (sovint l'única permesa a les reserves marines, juntament amb la recreativa) es veu afavorida perquè s'acaba capturant més peix i de més qualitat. Aquestes captures efectuades dins de les reserves marines i a prop d'elles constitueixen una font d'omega-3 de qualitat per a la població, un fet que sovint passa desapercbut però que li dona valor saludable i gastronòmic als productes pesquers obtinguts a la reserva. En un estudi que s'està efectuant al cap de Creus en el marc del projecte Omega-3 de GALP-Costa Brava, per exemple, hom ha demostrat que algunes espècies de pelàgics com la sardina, el seító i el bonítol, i algunes de bentònics com el lluç o el congre són una font important d'àcids grassos omega-3 per a la població local. Així mateix, en un altre estudi portat a terme per la UdG i el CSIC al cap de Creus (Universitat de Girona, 2018) s'ha pogut comprovar com alguns hàbitats marins com el grapissar o *maèrl* tenen unes caracterís-

↓ Taula 2. Principals riscos per a la salut procedents dels ecosistemes marins (elaboració pròpia)

Tipus	Producte	Classe	Risc per a la salut
Contaminació química	Contaminants tòxics en productes de la pesca	Metalls pesats Contaminants orgànics persistents (COP): dioxines, DDT, etc.	Sistema immunològic Sistema nerviós Càncer Reproducció
	Radionúclids (radioactivitat)		Càncer
Contaminació per materials	Materials sòlids, bàsicament plàstics	Deixalles Microplàstics Nanopartícules	Anomalies en l'esquelet Càncer Reproducció
Riscos o perills biològics	Biotoxines I: fitoplàncton tòxic marees roges (proliferacions d'algues tòxiques)	Toxines en organismes filtradors (PSP, DSP, etc.) Toxines del dinoflagel·lat <i>Ostreopsis</i>	Sistema nerviós Problemes gastrointestinals Al·lèrgies Problemes respiratoris
	Biotoxines II: toxines marines emergents	Tetrodotoxina (TTX) Ciguatera Toxines produïdes per cianobacteris (saxitoxines, microcistines, anatoxines, etc.)	Sistema nerviós Problemes gastrointestinals
	Organismes patògens	Bacteris (gènere <i>Vibrio</i> , bacteris resistents, etc.) Virus Paràsits (anisakis, etc.)	Problemes gastrointestinals Infeccions Al·lèrgies

tiques especials que influeixen positivament sobre el contingut en àcids grassos omega-3 d'alguns peixos. Això és així perquè aquests peixos troben més aliment i de millor qualitat en aquests hàbitats «especials», la qual cosa repercuteix finalment amb la quantitat d'omega-3 que poden emmagatzemar. Per tant, la protecció d'hàbitats essencials esdevé una eina indispensable per a poder incrementar els àcids grassos omega-3 dels peixos, i perquè aquests arribin al consumidor de manera sostenible i saludable. Les reserves marines han de tenir un paper important no només per a permetre una reducció de l'esforç pesquer dins d'elles, sinó també per a mantenir uns hàbitats en bon estat que permetin als peixos viure, menjar i reproduir-se bé, i millorar la seva condició física (àcids grassos omega-3).

Per altra banda, les reserves marines són un lloc ideal on poder practicar diferents activitats marines recreatives que són saludables per a la salut física i mental. Cal, però, regular bé l'afluència turística en aquests llocs tan fràgils, perquè si no els efectes positius s'esvaeixen. La pesca recreativa, la nàutica d'esbarjo, el caiac, el busseig o simplement passejar per la platja o la costa són exemples d'activitats recreatives que poden contribuir a la salut de les

persones, sobretot quan el medi marí i costaner està ben cuidat i regulat com ho hauria d'estar en les reserves marines. Les reserves marines constitueixen així una mena de «gimnàs blau» on poder realitzar activitats saludables i mediambientalment sostenibles i, per tant, s'han de preservar per a les futures generacions.

Finalment, les reserves marines són llocs d'especial diversitat biològica amb una gran multitud d'espècies i hàbitats. Algunes d'aquestes espècies presenten potencial bioactiu, i són vulnerables a l'activitat humana i al canvi climàtic, que els poden afectar negativament, i això comportaria la pèrdua de la «farmàcia del mar». La conservació de les espècies vulnerables que presenten molècules amb possible potencial bioactiu mitjançant la creació de reserves marines és, doncs, del tot necessària i prioritària. En un futur, aquestes molècules podrien ser utilitzades per a descobrir nous fàrmacs antibiòtics, antivírics o antitumorals. És per això que caldria implementar noves mesures especials de protecció d'aquestes espècies, no només per a la seva conservació i per a mantenir la biodiversitat, sinó també per a contribuir en la medicina i poder continuar els estudis científics existents sobre les molè-

cules amb potencial bioactiu produïdes per algunes espècies marines. L'objectiu final és ser capaç de trobar la molècula amb potencial bioactiu, aïllar-la, sintetitzar-la químicament (per tal que no calgui explotar l'espècie de manera continuada) i fer-ne assajos clínics per garantir la seguretat i els efectes del nou fàrmac, sense que aquestes investigacions comportin cap dany a la població actual. Un exemple de reserva marina on trobem força espècies que poden tenir potencial bioactiu és el Parc Natural de Cap de Creus. Un estudi portat a terme al cap de Creus ha documentat que prop d'un 20% de les 833 espècies de peixos i macroinvertebrats marins documentats al mateix Parc Natural podrien tenir algun tipus de potencial bioactiu (antifúngic, antibacterià, antitumoral, etc.), la qual cosa demostra que les reserves marines poden contribuir a protegir les espècies marines que en un futur poden donar lloc a noves medicines.

Agraïments

Volem donar les gràcies als editors de la revista pels seus comentaris i correccions. A. Carreño gaudeix d'una beca predoctoral finançada per l'Ajuntament de Tossa de Mar i la Càtedra Oceans i Salut Humana.

Bibliografia

- AISSAOUI, N. [et al.] (2017). «Two novel peptides with angiotensin I converting enzyme inhibitory and antioxidative activities from *Scorpaena notata* muscle protein hydrolysate». *Biotechnology and Applied Biochemistry*, 64 (2): 201-210. <http://doi.org/10.1002/bab.1478>.
- ALLEN, J. I. (2011). «Marine environment and human health: An overview». A: HESTER, R. E.; HARRISON, R. M. (ed.). *Marine pollution and human health*. Londres: Royal Society of Chemistry (Issues in Environmental Science and Technology; 34), 1-24.
- AUCOIN, M. [et al.] (2017). «Fish-derived omega-3 fatty acids and prostate cancer: A systematic review». *Integrative Cancer Therapies*, 16 (1): 32-62. <http://doi.org/10.1177/1534735416656052>.
- AZEEM, A. K. [et al.] (2010). «Anti-inflammatory activity of the glandular extracts of *Thunnus alalunga*». *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 3 (10): 794-796. <http://doi.org/10.1016/S1995-7645(10)60190-3>.
- BLUEHEALTH (2019). BlueHealth: Linking environment, climate & health. <https://bluehealth2020.eu/> [Consulta: 14 juny 2019].
- BOWEN, R. [et al.] (ed.) (2014). *Seas, society and human well-being*. Regne Unit: Wiley Publishers.
- BOZZATELLO, P. [et al.] (2016). «Supplementation with omega-3 fatty acids in psychiatric disorders: A review of literature data». *Journal of Clinical Medicine*, 5 (8), 67: 1-26. <http://doi.org/10.3390/jcm5080067>.
- BURKART, K. [et al.] (2016). «Modification of heat-related mortality in an elderly urban population by vegetation (urban green) and proximity to water (urban blue): Evidence from Lisbon, Portugal». *Environmental Health Perspectives*, 124 (7): 927-934. <http://doi.org/10.1289/ehp.1409529>.
- CARREÑO, A. [et al.] (2020). «The beneficial effects of short-term exposure to scuba diving on human mental health». *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17 (19): 7238. <http://doi.org/10.3390/ijerph17197238>.
- CARREÑO, A.; LLORET, J. (2021). «The vulnerability of fish and macroinvertebrate species with bioactive potential in a Mediterranean marine protected area». *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. <http://doi.org/10.1002/aqc.3498>.
- CHIVIAN, E.; BERNSTEIN, A. (2008). *Sustaining life: How human health depends on biodiversity*. Nova York: Oxford University Press.
- DADVAND, P. [et al.] (2016). «Green spaces and General Health: Roles of mental health status, social support, and physical activity». *Environment International*, 91: 161-167. <http://doi.org/10.1016/j.envint.2016.02.029>.
- DÁTILLO, M. N. [et al.] (2018). «Omega-3 from flaxseed oil protects obese mice against diabetic retinopathy through GPR120 receptor». *Scientific Reports*, 8 (1): 14318. <http://doi.org/10.1038/s41598-018-32553-5>.
- DEGHRIGUE, M. [et al.] (2013). «Evaluation of antiproliferative and antioxidant activities of the organic extract and its polar fractions from the Mediterranean gorgonian *Eunicella singularis*». *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 36 (2): 339-346. <http://doi.org/10.1016/j.etap.2013.04.014>.
- DHINAKARAN, D. I.; LIPTON, A. P. (2014). «Bioactive compounds from *Holothuria atra* of Indian ocean». *SpringerPlus*, 3: 673. <http://doi.org/10.1186/2193-1801-3-673>.
- ENNAAS, N. [et al.] (2015). «Production of antibacterial fraction from Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) and its processing by-products using commercial enzymes». *Food and Bioprocess Technology*, 96: 145-153. <http://doi.org/10.1016/j.fbp.2015.07.014>.
- EUROPEAN COMMISSION (2019). *Blue Economy*. <https://webgate.ec.europa.eu/maritimeforum/en/frontpage/1141> [Consulta: 14 juny 2019].
- EUROPEAN MARINE BOARD (2013). *Linking oceans and human health: A strategic research priority for Europe. Position paper 19 of the European Marine Board*. Ostend: European Marine Board.
- (2015). *Oceans and human health*. <http://www.marineboard.eu/oceans-and-human-health> [Consulta: 14 juny 2019].
- FLEMING, L. E. [et al.] (2006). «Oceans and human health: Emerging public health risks in the marine environment». *Marine Pollution Bulletin*, 53: 545-560.
- (2014). «Oceans and human health: A rising tide of challenges and opportunities for Europe». *Marine Environmental Research*, 99: 16-19. <https://marineboard.eu/publications/strategic-research-agenda-oceans-and-human-health>.
- FONT, T.; LLORET, J. (2011). «Biological implications of recreational shore angling and harvest in a marine reserve: The case of Cape Creus». *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 21 (2): 210-217. <http://doi.org/10.1002/aqc.1167>.
- GASCON, M. [et al.] (2015). «Mental health benefits of long-term exposure to residential green and blue spaces: A systematic review». *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12 (4): 4354-4379. <http://doi.org/10.3390/ijerph120404354>.
- (2017). «Outdoor blue spaces, human health and well-being: A systematic review of quantitative studies». *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 220 (8): 1207-1221. <http://doi.org/10.1016/j.ijheh.2017.08.004>.
- GERBER, L. R. [et al.] (2012). «Sustaining seafood for public health». *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10: 487-493.
- GLIBERT, P. M. [et al.] (2018). «Introduction to the global ecology and oceanography of harmful algal blooms, 3-7. Suïssa: Springer Link.

- HARVARD T. H. CHAN SCHOOL OF PUBLIC HEALTH (2019). *C-CHANGE: Center for the Climate, Health And the Global Environment*. <https://www.hsph.harvard.edu/c-change/?utm_source=os&utm_campaign=redirect_analysis> [Consulta: 14 juny 2019].
- ISMAIL, H. [et al.] (2008). «Antifungal activity of aqueous and methanolic extracts from the Mediterranean sea cucumber, *Holothuria polii*». *Journal de Mycologie Médicale*, 18 (1): 23-26. <<http://doi.org/10.1016/j.mycmed.2008.01.002>>.
- KODAMA, S. [et al.] (2006). «Exercise training for ameliorating cardiovascular risk factors-focusing on exercise intensity and amount». *International Journal of Sport and Health Science*, 4: 325-338. <<http://doi.org/10.5432/ijshs.4.325>>.
- KOSSUGA, M. H. [et al.] (2004). «(2 S, 3 R)-2-aminododecan-3-ol, a new antifungal agent from the ascidian *Clavelina oblonga*». *Journal of Natural Products*, 67 (11): 1879-1881. <<http://doi.org/10.1021/np049782q>>.
- LASSOUED, I. [et al.] (2015). «Characterization, antioxidative and ACE inhibitory properties of hydrolysates obtained from thornback ray (*Raja clavata*) muscle». *Journal of Proteomics*, 128: 458-468. <<http://doi.org/10.1016/j.jprot.2015.05.007>>.
- LIANG, P. [et al.] (2019). «Role of host GPR120 in mediating dietary omega-3 fatty acid inhibition of prostate cancer». *JNCI: Journal of the National Cancer Institute*, 111 (1): 52-59. <<http://doi.org/10.1093/jnci/djy125>>.
- LLORET, J. (2010). «Human health benefits supplied by Mediterranean marine biodiversity». *Marine Pollution Bulletin*, 60: 1640-1646.
- LLORET, J. [et al.] (2008). «Spearfishing pressure on fish communities in rocky coastal habitats in a Mediterranean marine protected area». *Fisheries Research*, 94 (1), 84-91. <<http://doi.org/10.1016/J.FISHRES.2008.07.002>>.
- (2014). «Estimating recreational fishing tackle loss in Mediterranean coastal areas: Potential impacts on wildlife». *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 17 (2): 179-185. <<http://doi.org/10.1080/14634988.2014.910070>>.
- (2020). The Roses Ocean and Human Health Chair: A new way to engage the public in oceans and human health challenges. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17: 5078. <<http://doi.org/10.3390/ijerph17145078>>.
- LLORET, J.; RIERA, V. (2008). Evolution of a Mediterranean coastal zone: Human impacts on the marine environment of Cape Creus. *Environmental Management*, 42 (6): 977-988. <<http://doi.org/10.1007/s00267-008-9196-1>>.
- MANZO, E. [et al.] (2011). «Bioactive terpenes from *Spongia officinalis*». *Journal of Natural Products*, 74 (5): 1241-1247. <<http://doi.org/10.1021/np200226u>>.
- MENNA, M. (2009). «Antitumor potential of natural products from Mediterranean ascidians». *Phytochemistry Reviews*, 8 (2): 461-472. <<http://doi.org/10.1007/s11101-009-9131-y>>.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1999). *From monsoons to microbes: Understanding the ocean's role in human health*. Washington DC: The National Academies Press.
- NIEHS (2019). *Oceans and human health*. <<https://www.niehs.nih.gov/research/supported/centers/oceans/index.cfm>> [Consulta: 14 juny 2019].
- NOAA (2010). *Oceans and human health initiative*. <<https://www.eol.ucar.edu/projects/ohhi2/about/>> [Consulta: 14 juny 2019].
- POULAIN, M. (2013). «The blue zones: Areas of exceptional longevity around the world». A: *Vienna yearbook of population research*, 11: 87-108. Austria: Austrian Academy of Sciences Press.
- SÁNCHEZ-VILLEGAS, A. [et al.] (2009). «Association of the Mediterranean dietary pattern with the incidence of depression». *Archives of General Psychiatry*, 66 (10): 1090-1098. <<http://doi.org/10.1001/archgenpsychiatry.2009.129>>.
- SILVA, T. [et al.] (2017). «In vitro anti-inflammatory and cytotoxic effects of aqueous extracts from the edible sea anemones *Anemonia sulcata* and *Actinia equina*». *International Journal of Molecular Sciences*, 18 (3): 653. <<http://doi.org/10.3390/ijms18030653>>.
- SOPHIE (2019). *Seas, oceans & public health in Europe*. <<https://sophie2020.eu/>> [Consulta: 14 juny 2019].
- SUAREZ-JIMENEZ, G.-M. [et al.] (2012). «Bioactive peptides and decapeptides with anticancer potential: Sources from marine animals». *Marine Drugs*, 10 (5): 963-986. <<http://doi.org/10.3390/md10050963>>.
- SWANSON, D. (2012). «Omega-3 fatty acids EPA and DHA: Health benefits throughout life». *Advances in Nutrition*, 3 (1): 1-7. <<http://doi.org/10.3945/an.111.000893>>.
- TACON, A. G. J.; METIAN, M. (2013). «Fish matters: Importance of aquatic foods in human nutrition and global food supply». *Reviews in Fisheries Science*, 21: 22-38.
- UNIVERSITAT DE GIRONA (2018). *Projecte La Caixa – Cap de Creus*. <<http://www.oceanshealth.udg.edu/ca/la-caixa-cap-de-creus.html>> [Consulta: 1 juny 2019].
- URIZ, M. J. [et al.] (1991). «An approach to the ecological significance of chemically mediated bioactivity in Mediterranean benthic communities». *Marine Ecology Progress Series*, 70 (2): 175-188. <<http://doi.org/10.3354/meps070175>>.
- WALSH, P. J. [et al.] (ed.) (2008). *Oceans and human health: Risks and remedies from the seas*. Amsterdam: Elsevier.
- WANI, A. L. [et al.] (2015). «Omega-3 fatty acids and the treatment of depression: A review of scientific evidence». *Integrative Medicine Research*, 4 (3): 132-141. <<http://doi.org/10.1016/j.imr.2015.07.003>>.
- WHITE, M. [et al.] (2010). «Blue space: The importance of water for preference, affect, and restorativeness ratings of natural and built scenes». *Journal of Environmental Psychology*, 30 (4): 482-493. <<http://doi.org/10.1016/J.JENVP.2010.04.004>>.
- ZASLOFF, M. [et al.] (2011). «Squalamine as a broad-spectrum systemic antiviral agent with therapeutic potential». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108 (38): 15978-15983. <<http://doi.org/10.1073/pnas.1108558108>>.