

Canvi climàtic i salut a Catalunya

Informe de la Secció de Ciències Biològiques
de l'Institut d'Estudis Catalans



Institut
d'Estudis
Catalans

SECCIÓ
DE CIÈNCIES
BIOLÒGIQUES

Canvi climàtic i salut a Catalunya

Canvi climàtic i salut a Catalunya

Informe de la Secció de Ciències Biològiques
de l'Institut d'Estudis Catalans

Cèlia Marrasé i Jordi Camí (coord.)
Francesc Peters (red.)

Barcelona, 2019



Institut
d'Estudis
Catalans

SECCIÓ
DE CIÈNCIES
BIOLÒGIQUES

Biblioteca de Catalunya. Dades CIP

Canvi climàtic i salut a Catalunya : informe de la Secció de Ciències Biològiques de l'Institut d'Estudis Catalans. — Primera edició

Bibliografia. — Conté l'informe sobre el Canvi climàtic i salut a Catalunya i resums de les presentacions del cicle de conferències i de les ponències de la Jornada sobre el Canvi Climàtic i Salut. — Text en català, resum en català i anglès

ISBN 9788499654942

I. Marrasé, Cèlia, editor literari II. Camí, Jordi, 1952- editor literari

III. Peters, Francesc, editor literari IV. Institut d'Estudis Catalans. Secció de Ciències Biològiques

1. Canvis climàtics — Aspectes sanitaris — Catalunya

551.583:613.9(460.23)

Informe de la Secció de Ciències Biològiques de l'Institut d'Estudis Catalans.

Consell de Govern:

President: Pere Puigdomènech

Vicepresident: Ramon Bartrons

Secretària: Montserrat Agudé

Tresorer: Joaquim Gosálbez

Vocal: Jordi Casanova

© Perico Pastor, per a la il·lustració de la coberta

© 2019, Institut d'Estudis Catalans

Carrer del Carme, 47. 08001 Barcelona

Primera edició: octubre del 2019

Edició: Enciclopèdia Catalana, SLU

Disseny de la coberta: Azcunce | Ventura

Compost per Marquès, SL

Imprès a Open Print, SL

ISBN: 978-84-9965-494-2

Dipòsit Legal: B 22886-2019



Aquesta obra és d'ús lliure, però està sotmesa a les condicions de la llicència pública de *Creative Commons*. Es pot reproduir, distribuir i comunicar l'obra sempre que se'n reconegui l'autoria i l'entitat que la publica i no se'n faci un ús comercial ni cap obra derivada. Es pot trobar una còpia completa dels termes d'aquesta llicència a l'adreça:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/deed.ca>.

ÍNDIX GENERAL

I. PREÀMBUL	7
II. SUMARI EXECUTIU	11
III. EXECUTIVE SUMMARY	14
IV. INFORME SOBRE CANVI GLOBAL I SALUT A CATALUNYA	17
1. Introducció	17
2. El clima a Catalunya	18
3. Canvis climàtics a Catalunya	18
3.1. L'increment de temperatura	19
3.2. La precipitació	20
3.3. La pujada del nivell del mar	21
3.4. Els episodis extrems	22
4. Efectes del canvi climàtic sobre la salut humana	23
4.1. Efectes directes	25
4.1.1. Efecte de la temperatura	25
4.1.2. Efecte d'aiguats i inundacions	26
4.1.3. Efecte de la pujada del nivell del mar	26
4.2. Efectes indirectes relacionats amb l'ecosistema	27
4.2.1. Malalties infeccioses	27
4.2.2. Al·lèrgens	29
4.2.3. Toxines d'origen marí	29
4.2.4. Efecte dels incendis forestals	30
4.3. Efectes indirectes relacionats amb la socioeconomia	31
4.3.1. La contaminació atmosfèrica	31
4.3.2. La disponibilitat d'aigua	32
4.3.3. La disponibilitat d'aliment	33
4.3.4. La migració	35
4.4. La interacció de múltiples efectes	35
5. Consideracions finals	36
6. Referències	37
V. RESUMS DE LES PRESENTACIONS DEL CICLE DE CONFERÈNCIES	41
VI. JORNADA SOBRE CANVI CLIMÀTIC I SALUT. INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS	45
1. Introducció	45
2. Ponències	47

I. PREÀMBUL

Fa més de trenta anys que es parla del *canvi climàtic*, tant de les seves conseqüències com de la nostra responsabilitat, atès que els éssers humans som l'espècie del planeta Terra amb més intervenció i incidència. Ja el 1988, a iniciativa del Programa per al Medi Ambient de les Nacions Unides i l'Organització Meteorològica Mundial, es va crear l'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), format per experts en el canvi climàtic, amb la missió d'avaluar la informació científica, tècnica i socioeconòmica sobre el risc de canvi climàtic provocat per l'activitat humana, les seves potencials conseqüències mediambientals i socioeconòmiques, i les possibles opcions per a adaptar-nos a aquestes conseqüències o mitigar-ne els efectes.

Malauradament, els grans poders polítics i econòmics que dominen el nostre planeta han estat sistemàticament molt crítics amb les conclusions dels experts i encara més reticents a les mesures proposades. L'IPCC ha elaborat cinc grans informes, el darrer l'any 2014. Sobre la base d'aquests informes s'han propiciat, no pas sense enormes dificultats, diverses convencions i tractats internacionals. Entre aquests destaca el Protocol de Kyoto, primer tractat internacional de reducció d'emissions de gasos amb efecte hivernacle, amb vigència fins l'any 2020, i els posteriors Acords de París, que estableixen noves mesures de reducció d'emissions de gasos, a partir de l'any 2020. La comunitat política internacional ha anat ratificant els tractats, amb aplicacions efectives molt desiguals i amb el boicot sistemàtic dels governs nord-americans, per les repercussions que, sobre la seva economia, tindria l'aplicació de les mesures dels tractats.

Al maig del 2019, la Generalitat de Catalunya es va sumar a la declaració mundial d'emergència climàtica i ambiental, un acord que es va iniciar al Regne Unit com a resposta a les demandes de la ciutadania i, especialment, al moviment estudiantil Fridays for Future. Són els joves, precisament, els que reclamen una posició més activa dels governs en la lluita contra el canvi climàtic perquè cal passar de la retòrica dels compromisos a l'adopció de mesures concretes. Aquest és el cas de la contaminació ambiental, la qual perjudica greument la vida a les zones urbanes i degrada els ecosistemes del planeta. Per a evitar-ho, calen mesures dirigides a la mobilitat (trànsit i circulació de vehicles, infraestructures, combustibles, etc.)

amb la finalitat de canviar radicalment la composició de l'aire que respirem a les ciutats. Al nostre entorn, només algunes administracions locals comencen a estar-hi ben compromeses.

Més en general, però, el fet és que, amb ben poc temps, la informació científica recent està demostrant que els indicadors sobre les conseqüències del canvi climàtic són molt pitjors que les previsions que s'havien fet. Estem passant d'una preocupació formal de les elits intel·lectuals sobre el canvi climàtic, assumida després amb molta recança per la majoria de governs dels països del món, a una veritable emergència, a una necessitat de prendre mesures inajornables com a imperatiu ètic, a les quals, precisament, ens empenyen les noves generacions. «És una urgència, ho diu la ciència» és un dels lemes del moviment estudiantil Fridays for Future.

Pel que fa la salut humana, tota la informació científica disponible prova que el canvi climàtic constitueix una seriosa amenaça, des dels efectes en la mortalitat dels canvis en la temperatura o en la contaminació atmosfèrica fins a les malalties derivades de noves epidèmies d'origen infecciosos o conseqüència de l'augment dels al·lèrgens als quals estem exposats. En qualsevol cas, no hi ha dubte que el canvi climàtic està incidint negativament, tant de manera directa com indirecta, en la morbiditat i la mortalitat de la nostra població, i tot sembla indicar que el que s'està observant no ha fet res més que començar. Cal, doncs, que la nostra societat en sigui conscient, i que es preocupi sense demora per la multitud d'efectes directes i indirectes que el canvi climàtic exerceix sobre la salut humana.

Contribuir a aquesta urgència és el motiu pel qual la Secció de Ciències Biològiques de l'Institut d'Estudis Catalans va seleccionar els efectes del canvi climàtic sobre la salut humana com a tema de l'any, tot organitzant diverses conferències i una jornada de treball així com elaborant l'informe que es presenta a continuació, en el qual es recopilen i avaluen aquests efectes sempre amb una mirada final sobre el territori de casa nostra. Amb l'anàlisi efectuada s'arriba a la conclusió que la nostra societat ha de prendre mesures immediatament i les ha de prendre basades en el coneixement.

Més enllà de la necessitat d'enfrontar-nos decididament a una transició energètica i de modificar substancialment els nostres estils de vida, tal com s'esmenta a les conclusions d'aquest informe, cal estar amatents al problema i a la seva evolució, cal prendre mesures d'ordenació del territori i d'ordenació urbana, i cal replantejar moltes estratègies en l'àmbit de la salut pública. Són unes decisions inajornables per a evitar conseqüències encara molt pitjors. Més enllà de preservar el nostre patrimoni, el nostre passat, l'emergència del canvi climàtic i les seves conseqüències en tots els dominis de la nostra existència ens exigeix bastir un nou futur. Es tracta d'adoptar mesures en molts àmbits, i és un requeriment indispen-

sable per a poder deixar un món raonablement habitable a les futures generacions. És, en definitiva, un acte de responsabilitat del qual la Secció vol formar part.

JORDI CAMÍ MORELL
Director del Parc de Recerca Biomèdica de Barcelona,
Universitat Pompeu Fabra

CÈLIA MARRASÉ PEÑA
Vicedirectora de l'Institut de Ciències del Mar (CSIC)

II. SUMARI EXECUTIU

Hi ha un consens generalitzat en el món científic que s'està produint un canvi climàtic i que la causa principal d'aquest canvi és l'emissió de gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera produïda pels humans. Les tendències globals o regionals es reproduïxen i manifesten clarament a Catalunya amb un increment de la temperatura, una reducció de la precipitació i una pujada del nivell del mar, i aquests canvis són, en general, més acusats a casa nostra que globalment.

El canvi climàtic, ja sigui de manera directa o indirecta a través d'afectacions en els ecosistemes o en els sistemes socioeconòmics, està empitjorant la salut humana i el benestar de la societat catalana. El que tenim sovint és la interacció de diversos factors causats pel canvi climàtic que actuen en un pacient de maneres complexes, en gran part encara desconegudes, i en redueixen l'estat de salut. Les actuals tendències preveuen un empitjorament de la situació i un increment dels riscos per a la salut. A continuació se n'enumeren alguns dels més clars i evidents:

- Les altes temperatures, sobretot en nits d'estiu i agreujades en aglomeracions urbanes, i les onades de calor causen complicacions respiratòries, cardiovasculars, renals i mentals que estan provocant morts abans d'hora.
- El règim de precipitacions, amb més sequera, però també amb tempestes més fortes, incrementa tant el risc d'incendis com el de riuades i inundacions, amb els problemes per a la salut i la vida associats. Les partícules en l'aire provinents dels incendis produeixen afectacions respiratòries i cardiovasculars, a més de morts directes. Les inundacions incrementen la transmissió de malalties per l'aigua. La pujada del nivell del mar fa que les zones costaneres, i especialment el delta de l'Ebre, pateixin encara més aquestes tempestes.
- L'increment de temperatura desplaça espècies tropicals cap a les nostres latituds, incloent-hi vectors de malalties infeccioses, organismes marins que produeixen toxines amb afectacions neurotòxiques, respiratòries, cutànies i digestives, al·lèrgens de diversos organismes, etcètera.
- La interacció entre el nivell de contaminació atmosfèrica i l'increment de temperatura produeix més hospitalitzacions i morts prematures. La combinació de la contaminació atmosfèrica amb al·lèrgens incrementa les afectacions respiratòries.

- La sequera i l'increment de temperatura redueixen el rendiment agrícola i ramader, la qual cosa pot afectar la nutrició humana. Sequeres encara més pronunciades a altres llocs del planeta poden produir grans migracions humanes i desbordar sistemes socio-sanitaris.
- L'afectació en la salut humana no és homogènia per a la població sinó que depèn del grau de vulnerabilitat de cada sector. Hi ha més morts per increment de les temperatures en nadons i gent gran i també en barriades econòmicament més pobres. Així, és preocupant l'increment de la taxa de risc de pobresa a Catalunya, un factor que augmenta la vulnerabilitat a les afectacions pel canvi climàtic.

La demostració que el canvi climàtic afecta la salut humana comporta la necessitat de prendre mesures en diferents àmbits:

- De seguiment de tots els paràmetres que mesuren el canvi climàtic a casa nostra i els seus efectes: meteorològics, geogràfics, fenològics en les espècies presents i aparició de noves espècies, sobretot en el cas de les invasores o que poden afectar la salut pública. Sembla necessari el suport a la recerca de tots els efectes coneguts i d'altres possibles que es poden produir en els nous escenaris climàtics.
- D'ordenació del territori per a tenir en compte l'aparició d'episodis catastròfics, com incendis fora dels llocs habituals, tempestes i inundacions i les conseqüències de la pujada del nivell del mar. Podria acabar essent necessari el trasllat d'infraestructures que poden estar afectades per aquests fenòmens.
- D'ordenació urbana per a disminuir els episodis d'altres temperatures en els habitatges en els períodes més intensos, i de mesures d'urgència per a protegir les poblacions més vulnerables en aquests episodis. La creació de refugis climàtics podria ser necessària.
- De salut pública per a un bon seguiment de l'aparició de noves malalties infeccioses i lligades a l'alimentació. Sembla necessari reforçar els serveis sanitaris i de seguretat alimentària; cal que estiguin preparats per a diagnosticar-ne els casos i per a adoptar amb urgència les mesures adequades.

Aquestes mesures a curt termini no han de fer oblidar totes aquelles mesures que han estat proposades per a aturar les causes que estan produint el canvi climàtic. En primer lloc, cal dur a terme una transició immediata cap a sistemes de producció d'energia, de transport o de producció industrial, agrícola i ramadera que minimitzin l'emissió de gasos d'efecte hivernacle. La necessitat d'arribar a grans acords socials que permetin una transició energètica cap a sistemes sostenibles és una urgència.

La nostra societat ha d'estar atenta a canvis tecnològics que poden permetre

noves maneres de produir o emmagatzemar l'energia o de disminuir els gasos rics en carboni de l'atmosfera. També caldrà prendre consciència dels canvis en l'estil de vida que potser seran necessaris per a fer front a les situacions d'emergència que es presentin. Els mitjans de comunicació són essencials per a informar la societat de l'actual situació, les seves causes i les mesures que cal adoptar.

La Secció de Ciències Biològiques de l'IEC fa una crida als agents polítics i socials per tal que s'adoptin les mesures necessàries per a pal·liar els efectes previsibles del canvi climàtic i, més concretament, per tal que disminueixin les activitats de tota mena causants d'aquest canvi, en particular les emissions de gasos d'efecte hivernacle. Les conclusions aprovades en la Conferència Internacional sobre Canvi Climàtic (COP21) de París del 2015 marquen un objectiu de mínims que hauria de ser irrenunciable. La Secció també fa una crida a la societat catalana perquè reconegui l'estat actual de la situació, s'hi impliqui i contribueixi als canvis inajornables que són necessaris en el futur més proper. Es tracta d'assolir l'objectiu de preservar un estat de l'entorn per a les generacions futures, en el qual la vida humana assoleixi els millors nivells de salut possibles.

III. EXECUTIVE SUMMARY

In the scientific community there is a general consensus that climate change is occurring and that the main cause of this change is the emission of greenhouse gases of human origin. Global or regional trends are clearly observed in Catalonia, including an increase in temperature, a decrease in precipitation and a sea level rise. In Catalonia, these trends are equal to or greater than those observed globally.

Climate change is affecting human health and the well-being of Catalan society either directly or indirectly by altering ecosystems or socioeconomic systems. We often find that the interaction of several factors caused by climate change reduces a patient's health status in complex ways, mostly still unknown. Current trends foresee a worsening of this situation and an increment of risks to health. Some of the clearest and most evident trends are mentioned below:

- High temperatures – mainly on summer nights and particularly in urban areas – and heat waves cause respiratory, cardiovascular, renal and mental complications resulting in premature deaths.
- The precipitation regime, with more droughts but also stronger storms, increases the risk of both wildfires and flooding, with the associated threats to life and health. Air-suspended particles from fires cause respiratory and cardiovascular complications as well as direct deaths. Flooding increases the transmission of water-borne diseases, and sea level rise causes greater storm damage in coastal areas, especially the Ebro delta.
- The increase in temperature pushes tropical species to our latitudes, including vectors of infectious diseases; marine organisms that produce toxins with neurotoxic, respiratory, skin or digestive harm; allergens from different organisms, and others.
- The interaction between the level of atmospheric pollution and the increase in temperature produces more hospitalizations and premature deaths. The combination of atmospheric pollution and allergens increases respiratory diseases.
- Droughts and the increase in temperature reduce agricultural and livestock yield and may affect human nutrition. Even stronger droughts in other areas of the planet could induce massive human migration, overwhelming social and health care systems.

- The impact of climate change on health is not uniform across the human population but depends on the vulnerability of each sector. There are more deaths due to high temperatures in children and elderly people as well as in poor suburbs. The rise in the rate of poverty risk in Catalonia, a factor that increases vulnerability to climate change, is concerning.

The evidence that climate change affects human health implies the need to take measures on different levels:

- All the parameters that measure climate change in Catalonia and their consequences (meteorological, geographic, phenological for extant species, as well as the appearance of new species, especially in the case of invading ones and those that may affect public health) should be monitored. Research efforts need to address all known effects and other possible effects emerging in the new climate scenarios.
- Regional planning needs to take into account the occurrence of catastrophic events such as wildfires outside their usual occurrence areas, as well as storms, floods, and the consequences of sea level rise. It could be necessary to relocate infrastructures that may be affected by these phenomena.
- Urban planning aimed to reduce episodes of high temperatures in homes during the most intense heat periods and emergency measures to protect the most vulnerable populations during these episodes are required. The building of climate shelters may be necessary.
- Public health will need to be prepared for the occurrence of new infectious diseases and alimentary disorders. It is necessary to strengthen the health and food safety services in order to be ready to diagnose new cases and to urgently adopt appropriate measures.

These short-term measures should not make us forget the actions proposed to reduce the causes of climate change. First of all, it is necessary to make an immediate transition to energy production systems, transport systems, and industrial, agricultural and livestock production systems that minimize the emission of greenhouse gases. Likewise, it is urgently necessary to reach overarching social agreements that allow an energy transition towards sustainable systems.

Our society must be alert to technological changes that can allow new ways of producing and storing energy or reducing the carbon-rich gases in the atmosphere. It is also necessary to become aware of the changes in lifestyle that may be necessary to deal with the emergencies that arise. The media are essential to inform society of the current situation, its causes and the measures that must be taken.

The Section of Biological Sciences (Secció de Ciències Biològiques) of the Institute of Catalan Studies (Institut d'Estudis Catalans) calls on the political and

social agents to take the necessary action to alleviate the effects of climate change and, more specifically, to reduce activities of all kinds that are causing this change, particularly with respect to emissions of greenhouse gases. The conclusions approved at the 2015 United Nations Climate Change Conference (COP21) in Paris should be minimum goals to be achieved. We also appeal to Catalan society to recognize the current state of the situation, to become involved, and to contribute to the changes which will be necessary in the near future. We must achieve the goal of preserving the environment, for future generations, in a state in which human life will be able to achieve the highest possible levels of health.

IV. INFORME SOBRE CANVI GLOBAL I SALUT A CATALUNYA

1. INTRODUCCIÓ

Cada cop hi ha més estudis que relacionen la qualitat del medi ambient amb la salut i el benestar humans. Sabem des dels anys seixanta del segle xx que les aigües contaminades per productes químics poden ser altament tòxiques per a la salut humana i produir tota mena de malalties, incloent-hi el càncer. Cada dia també anem avançant en el coneixement dels problemes mèdics relacionats amb la qualitat de l'aire que respirem. Aquestes relacions són complexes d'entrada per múltiples raons, com la concreció de la durada, la intensitat, la freqüència i altres aspectes de l'exposició, el mateix coneixement o desconeixement dels agents concrets en una matriu de molts agents, o les interaccions que hi poden haver entre diferents agents, a més a més del grau de vulnerabilitat dels diferents individus a un agent o a la combinació d'agents. Malgrat aquesta gran complexitat, avui dia ja es va un pas més enllà i es relacionen aspectes més subtils del medi ambient, com ara la temperatura, amb la salut humana. Per exemple, als països de l'espai econòmic europeu i durant el període del 1980 al 2016, es van comptabilitzar unes 90.000 morts relacionades amb el clima i la meteorologia. La majoria es van associar a onades de calor que van durar alguns dies. Les morts tant eren causades per efectes directes d'una elevada temperatura com indirectes, que empitjoraven condicions respiratòries, cardiovasculars, renals, o d'altres (EEA, 2018c). És, doncs, necessari que la societat es preocupi per la multitud d'efectes directes i indirectes que els canvis climàtics tenen sobre la salut humana.

En aquest informe es recopilen i s'avaluen aquests efectes sempre amb una mirada final sobre el territori de casa nostra. Primer es fa un breu repàs de la meteorologia i la climatologia, i les tendències que s'hi observen. Després s'hi detallen els efectes que aquests aspectes tenen sobre la salut humana, avui i en el futur, segons les tendències previstes. Els efectes poden ser directes o indirectes via alteracions de l'ecosistema o de l'estructura socioeconòmica.

S'ha recopilat informació sobre aquests temes a partir d'un cicle de conferències sobre canvi climàtic i salut organitzat entre el 2018 i el 2019 per la Secció de

Ciències Biològiques de l'Institut d'Estudis Catalans, de la literatura científica i d'informes d'organismes diversos.

2. EL CLIMA A CATALUNYA

En termes generals el clima a Catalunya s'emmarca dins el que es coneix com a clima mediterrani, una mena de clima subtropical a mig camí entre un clima temperat i un clima tropical. Es caracteritza per una pluviositat relativament escassa de menys de 800 mm per any, repartida de manera no homogènia i amb un dèficit hídric important a l'estiu. Les temperatures són càlides a l'estiu i temperades a l'hivern, estació en què pot arribar a glaçar a les nits. A Catalunya el rang de temperatures ve dominat per la latitud, però la meteorologia és complexa i variada dins del territori. Es troba influenciada per masses d'aire fredes procedents de latituds més altes i per masses d'aire càlides, de latituds més baixes. Els fronts provinents de l'Atlàntic sovint arriben afeblits a Catalunya després de creuar la península Ibèrica. I la humitat i la calor latent de la mar Mediterrània, acumulada durant l'època càlida de l'any, generen importants tempestes quan es troben amb masses d'aire fred, sobretot a la tardor. A tot plegat s'hi suma una remarcable diversitat geogràfica i orogràfica que condiciona els climes locals, que poden anar des de continentals fins a oceànics i en altura esdevenen climes de muntanya o alpins.

3. CANVIS CLIMÀTICS A CATALUNYA

Avui dia hi ha un consens generalitzat que l'escalfament del sistema climàtic és inequívoc (IPCC, 2014) i que molts dels canvis observats no tenen precedent des de fa mil·lennis. A escala global, tant l'atmosfera com els oceans s'han escalfat, la quantitat de neu i gel han minvat, i el nivell dels mars ha pujat. És altament probable que la causa dominant d'aquests canvis, sobretot des de mitjan segle xx, sigui d'influència humana. Entre altres causes destaca l'impacte dels gasos d'efecte hivernacle, que s'ha incrementat des de l'era preindustrial i ara es troba en uns nivells a l'atmosfera que no s'havien donat, com a mínim, en els últims 800.000 anys. Aquests gasos atrapen una part de l'energia emesa per la superfície terrestre —d'altra manera, s'alliberaria a l'espai— i la temperatura augmenta.

Els nivells de CO₂ a l'atmosfera han augmentat el 40 % entre el 1900 i el 2018. Aquest augment ve relacionat amb el creixement de la població humana (fig. 1), així com amb l'emissió *per capita* de CO₂. La Unió Europea ha reduït les emissions des del 1990, menys les que fan referència al transport, però és encara responsable del 9 % de les emissions antropogèniques globals de CO₂ a l'atmosfera, causants del canvi climàtic (fig. 1). És convenient recordar, doncs, que no es tracta d'un problema de països tercers sinó que seguim contribuint a l'escalfament glo-

bal. Dins d'Europa les zones més sensibles al canvi climàtic són la mediterrània i l'àrtica. Ja hem vist que el clima de Catalunya es pot definir primordialment com a mediterrani i, per tant, estem dins la zona més vulnerable d'Europa. Tanmateix, el clima d'alta muntanya de Catalunya, que té en altitud característiques del clima àrtic, també té una gran vulnerabilitat a les tendències del canvi climàtic.

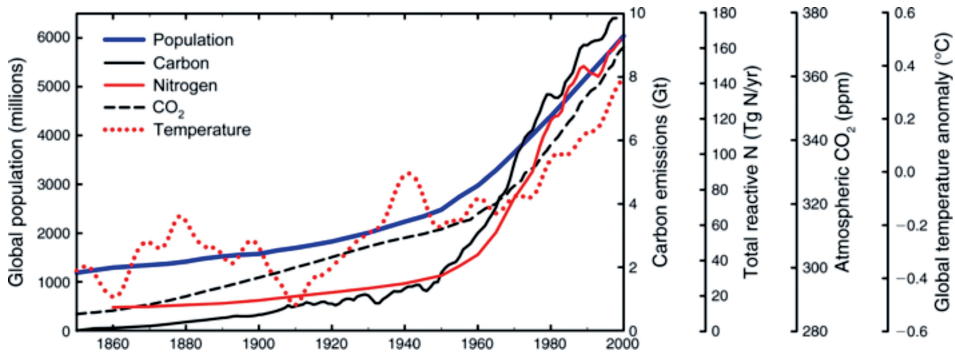


FIGURA 1. Coincidència de les tendències en el temps de la població mundial, les emissions de CO₂, el nitrogen reactiu produït pels humans, la concentració de CO₂ a l'atmosfera i l'anomalia de la temperatura global. Extret de Smith *et al.* (2009).

3.1. L'increment de temperatura

La temperatura mitjana global combinant terra i mar entre el 1850 i el 2012 mostra que les tres últimes dècades són les més càlides (IPCC, 2014). De fet, la dècada 2008-2017 ha estat entre 0,89 i 0,93 °C més càlida que la mitjana pre-industrial (fig. 2) i ha estat, per tant, la dècada més càlida des que en tenim registres directes. Dels 17 anys més càlids, 16 han estat des de l'any 2000 (EEA, 2018b). A Europa, els models climàtics preveuen increments de temperatura per al final del segle XXI respecte al període 1971-2000 d'entre 1,0 i 4,5 graus segons l'escenari d'emissions a l'atmosfera utilitzat (EEA, 2018b). L'escalfament més gran es preveu al nord d'Europa a l'hivern i al sud d'Europa a l'estiu.

A Catalunya, la temperatura mitjana de l'aire s'ha incrementat 0,23 graus per decenni en el període 1950-2014 (TICCC, 2016). Aquest increment és superior a l'increment global mitjà, que es troba entre 0,18 i 0,20 graus per decenni. Un estudi recent mostra com, des del 1990, la temperatura atmosfèrica a la Mediterrània s'està incrementant més que la mitjana global (Cramer *et al.*, 2018). A més a més, en la darrera dècada es van acumulant rècords anuals de temperatures altes, tant a escala global com a casa nostra. Els increments de temperatura són més marcats a l'estiu i a la primavera, i afecten més les màximes diàries que les mínimes diàries (TICCC, 2016).

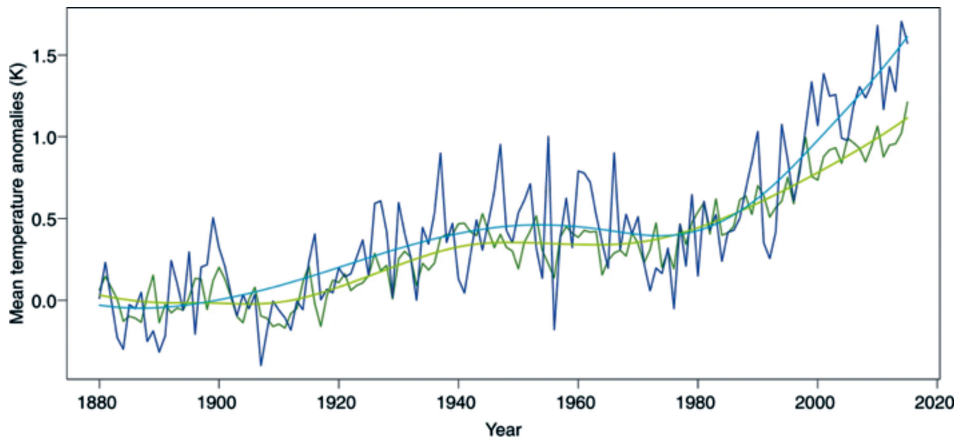


FIGURA 2. Anomalies de la temperatura mitjana anual respecte al període 1880-1899. Corbes per a les dades de la conca mediterrània (blau) i globals (verd), amb suavització estadística o sense. Extret de Cramer *et al.* (2018).

Una especial menció mereix el que s'anomena *illa de calor urbana*. No és un fenomen directe del canvi climàtic sinó una conseqüència de la vida humana en concentracions urbanes, però com que genera una anomalia positiva de la temperatura respecte d'àrees adjacents, té un efecte additiu sobre l'augment de temperatura a causa del canvi climàtic (Moreno-García, 1994). És important remarcar la cura que s'ha de tenir a definir l'àrea de referència respecte de la qual es mesura l'anomalia tèrmica urbana (Martín-Vide *et al.*, 2015). Les causes d'aquest fenomen són múltiples, com l'alta capacitat calorífica dels materials de construcció que emmagatzemen calor durant el dia, la densitat de població humana, la disminució de l'evaporació per la impermeabilització del sòl i la canalització d'aigua, la menor pèrdua de calor amb la disminució de la velocitat del vent, la geometria urbana que permet recaptar radiació emesa per la superfície a l'atmosfera i l'efecte hivernacle a causa dels contaminants en l'aire. És un factor que fa augmentar, sobretot, la temperatura nocturna i en dies de poc vent. Al centre de la ciutat de Barcelona, les nits són uns 2 °C més càlides que a l'aeroport del Prat de Llobregat.

3.2. La precipitació

Un clima global més càlid implica una major energia, que, en una part important, s'emmagatzema a l'oceà. I també implica un cicle de l'aigua més reforçat. En principi, això significa un clima amb més humitat i precipitació. Però això no vol dir que aquest augment de precipitació sigui homogeni arreu del planeta. De fet,

el que s'observa i es preveu és que hi hagi regions on plourà més i d'altres on plourà menys. Aquestes regions venen definides a escala planetària, entre altres raons, pels patrons latitudinals i en altitud dels vents. S'espera que a la regió subtropical seca de l'hemisferi nord, dins la qual trobem l'Arc Mediterrani, la precipitació disminueixi (IPCC, 2014).

Els canvis en la precipitació no tenen tanta certesa perquè hi ha molta variabilitat local i una menor disponibilitat de dades històriques fiables. En el conjunt de Catalunya i durant el període del 1950 al 2014 s'observa un descens en la precipitació de $-1,2\%$ per decenni, però la variabilitat de les dades fa que no sigui estadísticament significatiu. Els estius sí que mostren clarament una tendència estadísticament significativa en la precipitació de -5% per decenni. També hi ha una reducció de la precipitació a l'hivern de $-1,9\%$ per decenni i a la regió dels Pirineus de $-2,5\%$ per decenni. Anant enrere fins a les darreries del segle XVIII, aquestes tendències no són estadísticament significatives, però s'ha de tenir en compte que l'anàlisi de la tendència depèn molt del moment de partida i a les darreries del segle XVIII hi ha una època important de sequera.

3.3. La pujada del nivell del mar

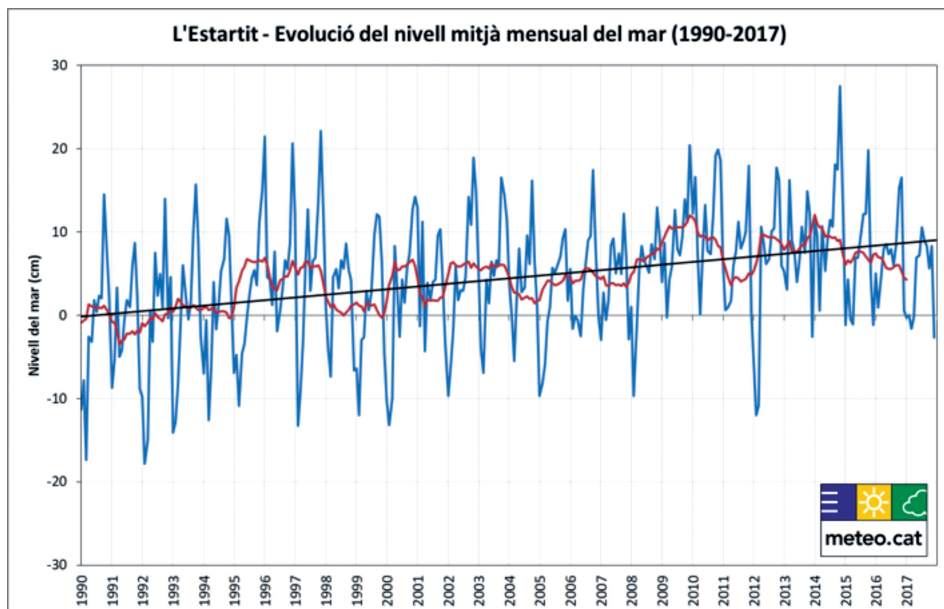


FIGURA 3. Nivell del mar mitjà a l'Estartit. La línia vermella indica una mitjana mòbil de 12 mesos i la línia negra recta, la tendència a llarg termini. Dades de Josep Pascual. Extret de BAIC (2018).

Com a causa directa del canvi climàtic i l'augment de temperatura, està pujant el nivell del mar. Entre el 1901 i el 2010 el nivell global del mar ha pujat 1,7 cm per decenni (IPCC, 2014). A Catalunya, la pujada del nivell del mar la va enregistrar el Sr. Josep Pascual a l'Estartit entre el 1990 i el 2017. S'observa una pujada significativa de 3,1 cm per decenni (fig. 3), amb una tendència màxima a la primavera de 3,8 cm per decenni (BAIC, 2018). S'ha de tenir en compte que una bona part de l'increment de temperatura global és absorbit pels oceans. Amb un increment de temperatura, l'aigua guanya volum, i aquesta és la causa principal de l'augment del nivell del mar. A més a més, s'hi ha d'afegir el desgel de glaceres i altres gels continentals. Encara que el balanç de gel a l'Antàrtida, que acull un 70 % de la reserva d'aigua dolça del planeta, ha estat controvertit, un estudi científic recent conclou que, entre el 1992 i el 2007, el continent Antàrtic va perdre 53 Gt de gel per any. Encara és més preocupant que aquesta pèrdua s'accelerés en el període del 2007 al 2017 a 190 Gt per any (IMBIE Team, 2018).

3.4. Els episodis extrems

Des del 1950 s'han observat alguns canvis en episodis meteorològics extrems (IPCC, 2014). És molt probable que el nombre de dies i nits fredes hagi disminuït, que el nombre de dies i nits càlides hagi augmentat a escala global i que tot plegat estigui lligat al canvi climàtic. La freqüència d'onades de calor a Europa, Àsia i Austràlia també augmenta. Els episodis extrems, per la seva pròpia naturalesa, tenen una freqüència relativament baixa. Això fa que no hi hagi prou dades per a analitzar tendències o, dit d'una altra manera, que les tendències observades sovint no tinguin el poder estadístic necessari per a poder fer afirmacions d'elevada probabilitat. I, per a episodis concrets, l'atribució de les tendències al canvi climàtic també es complica. A mesura que els científics van estudiant més casos, s'acumula l'evidència que la intensitat i la freqüència d'alguns episodis meteorològics extrems es pot atribuir al canvi climàtic (Otto, 2016). Així, en 54 de 61 estudis d'onades de calor i incendis forestals es podia atribuir una intensitat o una freqüència més grans al canvi climàtic d'origen antropogènic. Aquest elevat percentatge es redueix al 54 % per als episodis de sequera i també per als episodis de pluja extrema i inundacions. En el cas de tempestes, només s'hi pot atribuir el 38 %, però s'ha de tenir en compte que l'anàlisi només inclou 8 casos (Schiermeier, 2018).

Catalunya és una de les zones d'Europa on el nombre de dies càlids, definits com els que estan per sobre del percentil 90 en la temperatura màxima diària, s'ha incrementat més durant el període 1960-2017 (EEA, 2018b; fig. 4) i es projecta en els models com una de les zones on la freqüència de les onades de calor extrema augmentaria més (EEA, 2018b, fig. 5). Per a la segona meitat del segle XXI es pre-

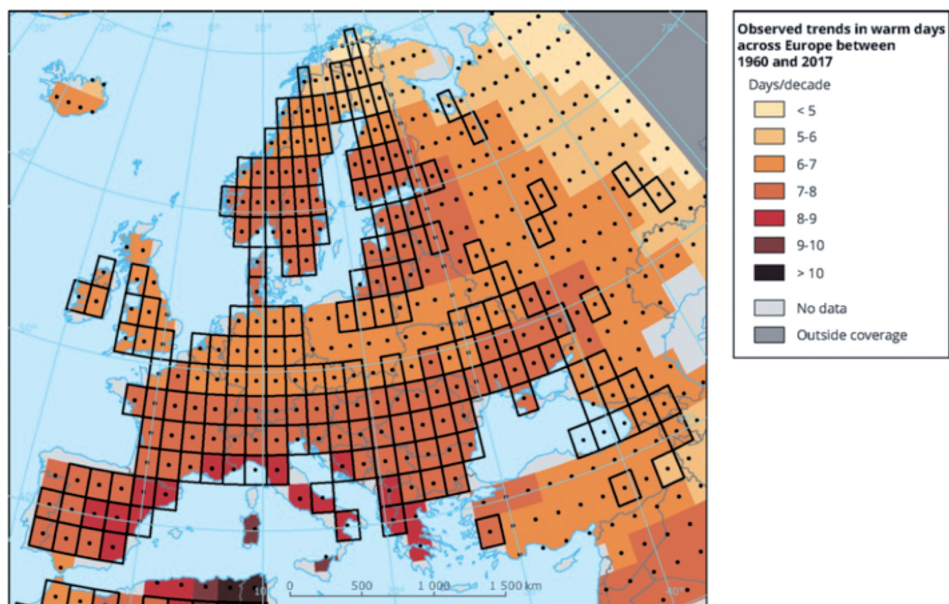


FIGURA 4. Tendències en dies càlids entre el 1960 i el 2017. Extret d'EEA (2018a).

veu que les onades de calor extrema a Europa siguin tant o més intenses que les existents des de l'any 2000, i que n'augmenti la freqüència (EEA, 2018b). Al sud d'Europa és on es preveuen els impactes més grans.

4. EFECTES DEL CANVI CLIMÀTIC SOBRE LA SALUT HUMANA

Per a entendre els efectes que diferents aspectes del canvi climàtic tenen sobre la salut humana, s'ha de tenir clar que el medi ambient natural i antropogènic que ens envolta té una incidència sobre la salut. Se sap amb certesa que l'exposició a la radiació solar repetida i perllongada en el temps (a través del seu component de radiació ultraviolada) és el principal causant d'alguns càncers de pell (carcinomes basocel·lulars i escatosos, sobretot). Pel que fa als efectes en el medi ambient d'origen antropogènic, són paradigmàtiques la contaminació per pesticides de les aigües dolces de mitjan segle xx i la contaminació atmosfèrica, arran de les quals els Estats Units d'Amèrica van crear legislacions concretes, com la Clean Water Act del 1972, però amb bases ja del 1948, i la Clean Air Act del 1990. Aquestes lleis obliguen a implementar mesures de reducció de l'impacte que l'activitat humana té

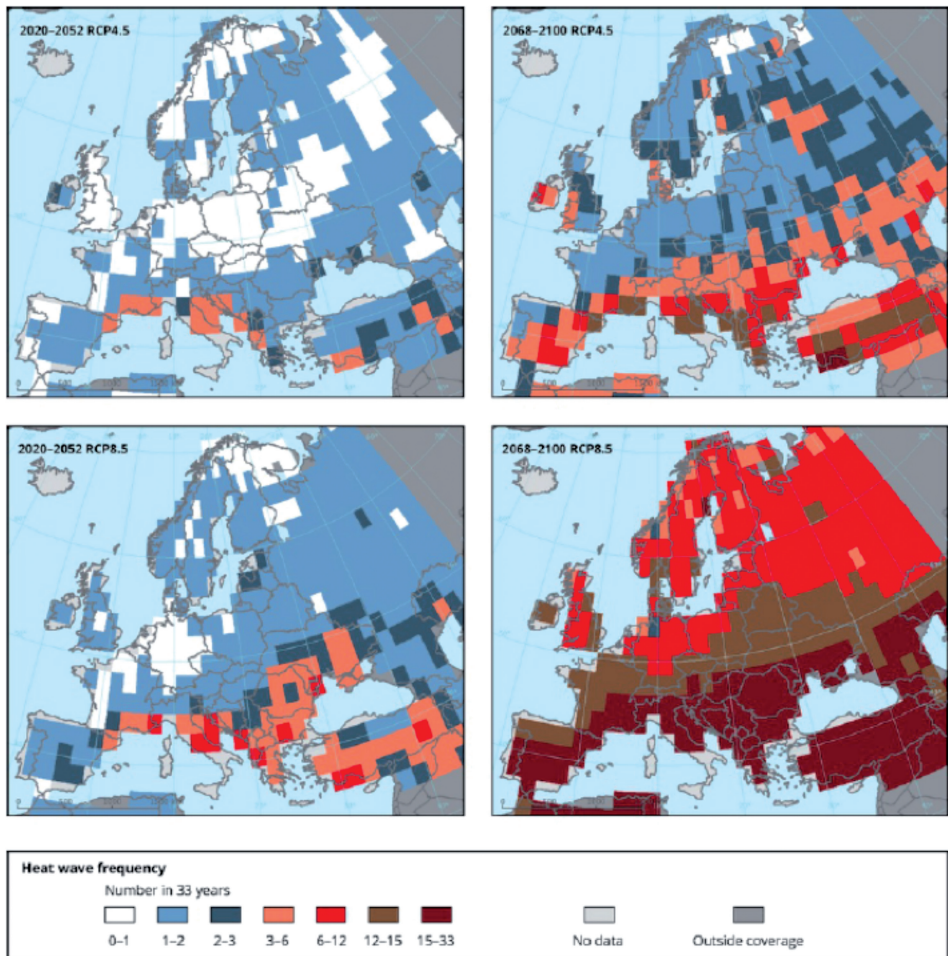


FIGURA 5. Mediana del nombre d'onades de calor extremes en climes futurs provinents de dos escenaris diferents d'emissió de gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera. A dalt per a l'escenari RCP4,5 i a baix per a l'escenari RCP8,5. Els panells de l'esquerra corresponen al període 2020-2052 i els de la dreta al període 2068-2100. Extret d'EEA (2018a).

sobre el medi ambient perquè, d'altra manera, acaba revertint sobre la nostra pròpia salut (càncers, toxicitats, malalties infeccioses, etc.). El tractament de les aigües residuals és una conseqüència directa i entenedora d'aquesta legislació, que s'ha estès a tots el països desenvolupats, malgrat que una gran part del planeta continuï desprotegit.

Ara l'acció humana té una incidència clara sobre el canvi climàtic i, de manera anàloga a altres canvis causats pels humans en el medi ambient, aquests canvis tenen una incidència sobre la salut. Aquesta incidència pot anar des de subtils canvis en el benestar de les persones i lleugeres afectacions fins a malalties greus, l'escurçament de la vida mitjana o, directament, la mort. S'hi poden distingir els efectes directes causats pels components del canvi climàtic identificats fins ara, dels efectes indirectes causats pel canvi global sobre altres agents, tant naturals o ecosistèmics com de caràcter socioeconòmic, que, de retruc, afecten la salut humana.

4.1. Efectes directes

Els efectes directes del canvi climàtic sobre la salut es relacionen primordialment amb les conseqüències d'una pujada de temperatures ambientals sobre el cos humà, d'un increment de fenòmens meteorològics extrems i d'una pujada del nivell del mar, que poden produir fatalitats de tota mena.

4.1.1. Efecte de la temperatura

Els humans són organismes endotèrmics que regulen la seva temperatura corporal dins uns marges (entre 35,5 i 37 °C) molt estrictes. Per diferència de temperatura amb l'ambient, els mecanismes de regulació de la temperatura corporal es poden veure sobrepassats, i és quan es pot entrar en un estat d'hipotèrmia o bé d'hipertèrmia o cop de calor, que pot tenir desenllaços fatals. Més enllà d'aquest efecte extrem sobre l'organisme, s'han observat increments de la mortalitat en períodes d'altres temperatures relacionats amb malalties cardiovasculars i respiratòries, desordres del sistema nerviós, diabetis i malalties renals (Basagaña *et al.*, 2011). L'efecte directe de l'onada de calor del 2003 a Europa es va estimar en la mort prematura d'unes 70.000 persones (Robine *et al.*, 2008). La major part de les morts associades a onades de calor es concentren al sud i sud-oest d'Europa. A Espanya les morts causades per aquesta onada de calor es van estimar en 3.166 (Simón *et al.*, 2005). Segons Basagaña *et al.* (2011), a Catalunya unes 300 morts anuals es poden atribuir a altes temperatures i un 40 % d'aquestes morts es produeixen en períodes d'altres temperatures no definits com a onades de calor. Un estudi més recent a escala mundial xifra en 125 milions el nombre d'adults vulnerables exposats a onades de calor durant els anys 2000 i 2016 (Watts *et al.*, 2018). Les poblacions de més risc són la gent gran, els nens, les dones embarassades, els treballadors amb feines a l'aire lliure i les persones que pateixen marginació social.

Més enllà de les onades de calor, l'increment de la temperatura mitjana empitjora malalties preexistents de tipus cardiovascular i renal. Les nits tropicals, en

què la temperatura mínima és superior als 20 °C, són també un desencadenant de símptomes a causa de la calor. Cal tenir en compte que, a l'Observatori de l'Ebre i a l'Observatori Fabra, ara s'hi enregistren 26 i 23 nits tropicals anuals més, respectivament, que a principis del segle xx (TICCC, 2016). El fenomen de l'illa de calor urbana, en una societat que viu majoritàriament en grans nuclis de població, accentua el risc de les elevades temperatures nocturnes. La temperatura nocturna també pot afectar el son. Alhora, les alteracions del son són un factor de risc de cara a malalties cardiovasculars (Obradovich *et al.*, 2017).

4.1.2. Efecte d'aiguats i inundacions

Globalment, els desastres naturals associats a la meteorologia han representat al voltant del 90 % dels ocorreguts en els últims 20 anys. Entre el 1990 i el 1996 se'n van comptabilitzar 2.843 episodis, que van afectar 408 milions de persones i en van matar 505.013 (Watts *et al.*, 2018).

Si el clima canvia amb episodis meteorològics extrems més freqüents i intensos, es poden desencadenar una sèrie de situacions greus per a la salut i la integritat física de les persones. Catalunya, i especialment la zona litoral i prelitoral, és susceptible de pluges torrencials que acaben produint inundacions i torrentades, sovint molt violentes, encara que generalment de curta durada. Cal tenir en compte que el risc d'inundació és alt en el 40 % dels municipis de Catalunya (Llasat *et al.*, 2009). Aquests fenòmens produeixen morts cada any, però també poden produir lesions, infeccions, intoxicacions i problemes cardiovasculars i mentals. La creixent impermeabilització del sòl i l'ocupació de lleres en les zones on només s'esperen avingudes amb retorns estadístics cada 100 anys, són factors de risc que augmentarien el nombre de persones afectades en un escenari d'increment de la intensitat i la freqüència de pluges extremes.

És cert, però, que globalment no hi ha una tendència clara a l'augment del nombre de morts amb un augment dels fenòmens meteorològics extrems. Això es deu al fet d'una millora en la capacitat de prevenció i resposta als desastres, sobretot en països considerats pobres (Watts *et al.*, 2018). Però segurament continuaran augmentant les afectacions que no causen directament la mort.

4.1.3. Efecte de la pujada del nivell del mar

A Catalunya hi ha zones costaneres de molt poca elevació, com la zona del delta de l'Ebre, on la pujada del nivell del mar farà molt difícil mantenir la línia de la costa. Si el nivell del mar pugés 1 m, gran part del delta de l'Ebre quedaria submergit (TICCC, 2016). A altres zones, el fet de pujar el nivell del mar faria que la costa i les estructures, com passejos, cases, ports i d'altres, es poguessin veure molt

més afectades pels temporals marítims, com les llevantades, que provoquen morts de manera ocasional. El gener del 2017 la costa catalana, però també la valenciana i la de les Illes Balears, va patir un temporal molt fort amb onatges dels més alts des que n'hi ha registres. Com amb altres efectes del canvi climàtic, segurament el nivell de prevenció i adaptació de la nostra societat s'incrementarà i és possible que els accidents i les morts no augmentin amb la pujada del nivell del mar, encara que ho faci el risc.

4.2. Efectes indirectes relacionats amb l'ecosistema

El canvi climàtic té incomptables efectes sobre els ecosistemes en conjunt o sobre components concrets dels ecosistemes, els quals, al seu torn, poden tenir una incidència sobre la salut humana. En molts casos, aquests canvis estan associats a un desplaçament d'espècies cap a latituds més altes, seguint l'increment de temperatura i ocupant regions que, pel seu rang de temperatures, abans no podien tolerar. L'acidificació dels oceans també pot afectar el creixement de la vida marina i la biodiversitat i, de retruc, les pesqueries i la nostra alimentació, les quals sí que poden tenir una incidència sobre la nostra salut. El nivell de confiança d'aquestes cadenes d'efectes és relativament baix perquè depèn de molts factors que encara no tenim prou calibrats quant a la seva afectació pel canvi climàtic i també depèn de variables socioeconòmiques que poden variar substancialment.

4.2.1. Malalties infeccioses

La conferència a Greifswald (Alemanya) el 2009 sobre «Climate change and infectious diseases» va identificar una sèrie de malalties infeccioses que poden afectar els humans i que, com a conseqüència del canvi climàtic, poden tenir una major incidència en les poblacions de climes temperats (EASAC, 2010). Això sovint sol ser així perquè les poblacions dels hostes primaris (animals que pateixen una malaltia que secundàriament també pot afectar humans) o dels vectors (animals que no pateixen la malaltia, però la transmeten) es desplacen cap a latituds més temperades amb l'increment de temperatura perquè hi poden sobreviure durant les estacions més fredes (António *et al.*, 2018).

Els hostes poden ser vertebrats, especialment petits rosegadors, i els vectors són sobretot artròpodes. Els patògens poden ser virus, bacteris, fongs o paràsits. El mosquit tigre (*Aedes aegypti*), vector de malalties d'arbovirus com el dengue, la febre groga i el Zika, ja té poblacions estables a Madeira i diverses zones de la Mediterrània. També hi ha organismes, especialment microorganismes, que no necessiten altres organismes transmissors per a la seva infectivitat, com és el cas de

Vibrio cholerae, però la seva associació amb organismes marins, com els copèpodes (crustacis cosmopolites d'1 mm), que també amplien el seu rang biogeogràfic, fa que tinguin més presència a les nostres costes i estuaris (Constantin de Magny i Colwell, 2009).

En el cas del dengue, transmès principalment per *A. aegypti* i *A. albopictus*, és clar que la capacitat vectorial va augmentar d'una manera generalitzada entre el 1950 i el 2015 en els països que ja tenien presència de la malaltia (Watts *et al.*, 2018). Sembla que l'expansió del dengue a Amèrica (Messina *et al.*, 2014) podria estar relacionada amb increments de temperatura i humitat. En el cas de Catalunya, el dengue, la malària i el chikungunya són les malalties infeccioses més importants a considerar (TICCC, 2016). Mentre que el dengue i el chikungunya són infeccions víriques, la malària és producte d'un paràsit. Totes elles són transmeses per picades de mosquit.

A més a més de l'ampliació dels rangs biogeogràfics d'hostes o vectors com mosquits, rosegadors, paparres o d'altres, la temperatura sol tenir un efecte generalitzat d'acceleració de processos. Així, augmenta la replicació de microorganismes i escurça cicles vitals dels agents infecciosos, la qual cosa provoca una transmissió més gran.

De tota manera, els moviments migratoris humans, que també són en gran part de zones tropicals i subtropicals cap a zones temperades i que també poden estar condicionats pel canvi climàtic, són una causa important de l'aparició d'aquestes malalties a Europa. I no hi té un paper menys important l'increment del moviment global de mercaderies i persones (turisme, negocis, etc.). Per exemple, tots els casos de chikungunya detectats a Catalunya en els últims anys van afectar persones que havien viatjat a països on el virus és present (TICCC, 2016).

Com ja s'ha apuntat més amunt en el cas del còlera, hi ha malalties infeccioses que no necessiten un hoste o vector. Són les conegudes com a malalties transmeses per l'aigua o pel menjar i solen ser produïdes per bacteris. La infectivitat de moltes d'elles es veu incrementada per un augment de la temperatura que accelera els processos metabòlics i de replicació. La *Legionella*, la *Salmonella*, els vibrions en general, en són alguns exemples.

S'ha de dir que la millora i l'adaptació dels sistemes socio-sanitaris en general contraresta la possible mortalitat de moltes d'aquestes malalties. En qualsevol cas, el risc d'un brot epidèmic, que pugui desbordar el sistema socio-sanitari, s'incrementa amb un cicle de vida més curt dels agents infecciosos amb l'augment de temperatura. També un augment de fenòmens meteorològics extrems, com tempestes, riudes i inundacions, n'augmenta el risc de transmissió.

4.2.2. Al·lèrgens

Entre el 20 % i el 25 % de la població catalana està afectada per al·lèrgies, sobretot rinitis i rinoconjuntivitis (TICCC, 2016). A escala mundial, el nombre de persones afectades per alguna al·lèrgia s'ha incrementat exponencialment en les últimes dècades.

De substàncies que provoquen reaccions al·lèrgiques a individus susceptibles, n'hi ha de molts tipus. Potser el pol·len de plantes i les espores de fongs són els portadors d'al·lèrgens més coneguts. Amb el canvi climàtic els organismes productors poden veure el seu cicle de vida alterat i això pot implicar la presència d'aquests al·lèrgens durant més temps o en períodes diferents de l'habitual. Les plantes també poden variar les seves distribucions geogràfiques depenent del canvi climàtic i així ens podem trobar amb pol·len d'espècies a les quals abans no estàvem exposats. Això també val per als al·lèrgens d'origen animal (crustacis i artròpodes en general, mol·luscs, peixos, etc.).

Als al·lèrgens d'origen biològic transmesos per l'aire, els podem sumar interaccions amb substàncies i partícules pròpies de la contaminació atmosfèrica, que, alhora, estan influenciades per canvis climàtics i antropogènics. Aquestes interaccions poden incrementar la concentració dels al·lèrgens, així com induir modificacions immunogèniques de les proteïnes al·lèrgenes (Reinmuth-Selzle *et al.*, 2017). Les dades suggereixen un increment de l'efecte dels aeroal·lèrgens sobre pacients al·lèrgics, la qual cosa implica també una probabilitat més alta de desenvolupar la malaltia respiratòria al·lèrgica (Cecchi *et al.*, 2010). L'increment de sequeres previstes per a la zona mediterrània a causa del canvi climàtic afavoriria la suspensió de partícules a l'atmosfera i agreujaria les al·lèrgies (Cecchi *et al.*, 2010). Aquesta tendència, però, faria disminuir altres malalties, com l'asma, que solen tenir més incidència en nivells alts d'humitat (Arnedo-Pena *et al.*, 2013). Per tant, l'efecte global en funció del canvi climàtic no és clar. Com sempre en aquests casos, cal aplicar el principi de precaució, sobretot tenint en compte l'elevat percentatge de la població ja afectada per al·lèrgies.

4.2.3. Toxines d'origen marí

Hi ha diversos organismes marins que produeixen substàncies tòxiques o irritants per als humans. Potser l'exemple més visible prové del grup dels celenterats, comunament anomenats *meduses*, encara que estrictament les meduses només en siguin el grup majoritari. Els celenterats tenen unes cèl·lules anomenades *cnidocists* amb una mena d'arpó microscòpic que injecta verí a les seves preses, petits animals marins. En els humans, aquests verins poden tenir efectes neurotòxics, citotòxics, hemolítics o cardiotòxics, segons l'espècie. L'afectació depèn del tipus

de verí, la dosi, la zona afectada, el grau de susceptibilitat de l'individu, incloent-hi edat, pes i exposicions prèvies, etc. (ACA, 2012). A Catalunya es produeixen desenes de milers de picades de medusa cada any. Malgrat que alguns estudis relacionen l'abundància de meduses amb patrons climàtics (Lynam *et al.*, 2004), no hi ha evidències clares d'un lligam directe entre el canvi climàtic i la presència de celenterats. Tot i així, l'escalfament de l'aigua podria canviar tant els corrents marins com les masses d'aigua i, com passa amb tantes altres espècies, alterar la distribució biogeogràfica d'espècies amb verins més potents que podrien arribar a les nostres costes de manera més freqüent i abundant, amb el risc que això suposa per als banyistes.

També tenen efectes sobre la salut humana algunes de les anomenades *proliferacions algals nocives* (PAN). Les PAN són fenòmens caracteritzats per l'abundància de microorganismes marins del fitoplàncton per sobre dels nivells considerats normals i que tenen efectes negatius sobre les persones o els ecosistemes. Per causes ambientals especials, a la vegada que biològiques, determinades espècies assolixen elevades concentracions en el medi aquàtic, que poden comportar l'aparició d'escumes, canvis de coloració a l'aigua i presència de toxines a l'aigua o en els organismes aquàtics. Les toxines són químicament molt diverses i la toxicitat en humans es produeix, segons el cas, per la ingesta de peix o marisc contaminats, contacte de la pell amb l'aigua que conté toxines, o bé per la inhalació de toxines aerosolitzades (Berdalet *et al.*, 2016). Solen ser primordialment neurotoxines i poden afectar el sistema nerviós, digestiu, respiratori, hepàtic, dermatològic o cardíac. Com en el cas de les meduses, la relació directa amb el canvi climàtic no està establerta, però l'escalfament que estabilitza la columna d'aigua és una condició que afavoreix el desenvolupament de PAN. A la vegada, amb el canvi climàtic també es comença a observar una ampliació de la distribució biogeogràfica d'algunes espècies cap a latituds més altes, com és el cas del gènere *Ostreopsis*, del qual es va observar una expansió ja en la dècada del 2000-2010 (Rhodes, 2011).

4.2.4. Efecte dels incendis forestals

Hi ha força bona correlació entre el nombre d'incendis forestals a Catalunya i a Espanya entre el 2004 i el 2018. Això significa que hi ha causes subjacents no relacionades tant amb l'accés de la població als boscos com amb les condicions meteorològiques. És clar que hi ha més risc d'incendi si la humitat és baixa. Això passa, sobretot, els mesos d'estiu (amb temperatures altes), però també pot passar a l'hivern. Un estudi recent de modelització mostra de manera robusta un increment de la superfície cremada d'entre el 40 % i el 100 %, segons un increment mitjà de les temperatures d'1,5 °C a 3 °C, respectivament (Turco *et al.*, 2018).

L'any 2018 els incendis forestals a Califòrnia, amb un clima mediterrani semblant al de Catalunya, van causar la mort de 102 persones. També el juliol del 2018, 74 persones van morir en un incendi a prop d'Atenes. A més a més de ser una causa directa de mort, els incendis forestals produeixen gasos i emeten partícules a l'atmosfera que causen problemes respiratoris i cardiovasculars (Analitis *et al.*, 2012; Faustini *et al.*, 2015) i poden afectar, sobretot, infants i individus ja susceptibles amb asma o rinitis (Vicedo-Cabrera *et al.*, 2016).

4.3. Efectes indirectes relacionats amb la socioeconomia

Els humans fem servir els recursos del nostre planeta de manera extensiva i intensiva. El plantejament socioeconòmic que ha fet possible això comporta estructures de producció i distribució globals i una sèrie de problemes amb els residus que generem de manera massiva. Aquí no es tractaran tots els problemes ambientals causats per l'impacte humà sobre el medi ambient i la seva incidència en la salut humana, sinó només aquells que es poden veure afectats més directament per les tendències del canvi climàtic i amb efectes posteriors sobre la salut.

4.3.1. La contaminació atmosfèrica

La contaminació atmosfèrica té molts components. Hi ha gasos i substàncies particulades. En ambdós casos hi ha components naturals i antropogènics. Les partícules són originades de manera natural, com les de caràcter mineral, que el vent aixeca i transporta, cendres de volcans, etc., o bé de manera antropogènica, com a partir de la combustió a alta temperatura de combustibles fòssils o biomassa, la pols que es genera dels àrids en les obres, el desgast de pneumàtics i carreteres, etc. Aquestes partícules poden tenir diferents mides. Actualment a la Unió Europea hi ha legislació (EEA, 2011) sobre els límits admesos de PM10, les partícules més petites de 10 μm de mida. Aquests límits marquen que la mitjana anual no pot sobrepassar els 40 $\mu\text{g m}^{-3}$ i que la mitjana diària no pot excedir els 50 $\mu\text{g m}^{-3}$ en més de 35 dies l'any.

En la mesura que el canvi climàtic condiona un clima més àrid a Catalunya i també al nord d'Àfrica, s'espera que s'incrementin la quantitat de la fracció més gran d'aquestes partícules en aire i els episodis de molt alta concentració. Aquestes partícules causen, sobretot, molèsties i afectacions al tracte respiratori superior. Tanmateix, les partícules més petites, sobretot les més petites d'1 μm o PM1, majoritàriament produïdes per la combustió de combustibles fòssils, són les més nocives, ja que poden travessar els alvèols i passar a la sang. S'han descrit correlacions entre diferents elements que formen el PM i les admissions a hospitalització en diverses ciutats de la Mediterrània (Basagaña *et al.*, 2015).

En principi, la tendència a Europa és a disminuir l'emissió d'aquestes partícules en un cert grau (EEA, 2018a). També a Catalunya ha anat millorant l'Índex Català de Qualitat de l'Aire entre el 2004 i el 2017 (OCCC, 2019). Tot i així, cada vegada es relacionen més malalties i casos amb aquesta contaminació, segurament causats per l'exposició perllongada, no només a partícules sinó també a gasos, com l'ozó (Orru *et al.*, 2013). L'Organització Mundial de la Salut va comptabilitzar el 2012 a Europa 190.000 morts atribuïbles a la contaminació atmosfèrica, la majoria a causa de malalties isquèmiques del cor i d'accidents cardiovasculars cerebrals, però també de càncers de pulmó i infeccions respiratòries agudes (WHO, 2016).

Els efectes més grans es troben on el trànsit és més concentrat. També s'ha de tenir en compte que aquestes partícules atmosfèriques es poden transportar milers de quilòmetres des de distàncies molt llunyanes i, per tant, no només s'han de considerar les fonts d'emissió locals. A escala global, l'exposició *per capita* a PM_{2,5} (partícules de menys de 2,5 µm, per a les quals hi ha més informació que per a PM₁) es va incrementar l'11,2% del 1990 al 2018 (Watts *et al.*, 2018).

L'exposició a llarg termini a PM_{2,5} està associada a un increment de la mortalitat i la morbiditat per causa de malalties cardiovasculars i respiratòries (Pope, 2002). A les zones urbanes, amb una alta densitat de trànsit i en èpoques d'estabilitat atmosfèrica amb altes pressions, el núvol de contaminació atmosfèrica no es dispersa i els contaminants es van concentrant encara més. Això a l'àrea metropolitana de Barcelona sol ser a l'estiu, quan aquest efecte tòxic se suma als efectes directes sobre la salut causats per les altes temperatures. La combinació d'ambdós factors pot ser molt perjudicial, sobretot per a la població més vulnerable, i resulta en un increment de les admissions hospitalàries per malalties cardiovasculars i respiratòries. Ja s'ha vist, també, que la càrrega de partícules contaminants té una interacció amb partícules d'origen biològic amb impactes sobre les al·lèrgies.

4.3.2. La disponibilitat d'aigua

La població del planeta continua creixent, malgrat que des dels anys setanta del segle xx hi ha una desacceleració de la taxa anual de creixement global, i no s'espera una davallada de la població mundial dins el segle XXI (Roser i Ortiz-Ospina, 2019). Una dada que dona una idea de la tensió sobre els recursos hídrics és que el consum global de l'aigua es va multiplicar per 6 entre el 1990 i el 1995, el doble que no pas el creixement poblacional (UNEP, 1999). Aquest consum no és només per a ús directe de les persones sinó també per a l'agricultura, la ramaderia, la indústria i altres usos.

L'aigua és el recurs més essencial per a la vida i la supervivència humana, i és

avui dia ja un recurs escàs i limitat a gran part del planeta (UN, 2018). Mentre que l'augment de temperatura amb el canvi climàtic potencia globalment el cicle de l'aigua, ja se sap que les precipitacions es concentren més en latituds equatorials i de temperades a altes, mentre que a la regió mediterrània, i en general a les regions subtropicals i tropicals, les precipitacions minven i augmenten les seques. A Catalunya s'esperen canvis hidrològics i d'usos del sòl que reduirien la disponibilitat de recursos hídrics entre el 10 % i el 22 %, depenent de la conca (TICCC, 2016). El canvi en la distribució de la precipitació amb una reducció global, però un increment de forts aiguats, serà de mal aprofitar amb les infraestructures actuals. A més a més, la pujada del nivell del mar fa augmentar la falca salina en zones costaneres i hi redueix la disponibilitat d'aigua dolça.

Globalment, un accés pobre a l'aigua, a sistemes de sanejament i a la higiene (WASH, per WAter, Sanitation and Hygiene) és causa d'1,5 milions de morts cada any, majoritàriament infants, només per processos diarreics d'origen divers (Prüss-Üstün *et al.*, 2008). Una societat avançada com la nostra s'espera que faci front a la mancança hídrica amb solucions tècniques i canvis d'usos, però no es descarten restriccions ocasionals i, de ben segur, un cost més elevat de l'accés a aigua dolça, que influeix en la despesa familiar. La pressió afegida en la despesa podria resultar en una reducció de l'ús per a higiene o podria fer que les famílies prioritzessin l'aigua sobre altres aspectes que directament o indirecta en reduïssin la salut o el benestar.

4.3.3. La disponibilitat d'aliment

L'increment de la sequera a Catalunya (TICCC, 2016) podria arribar a comprometre els recursos hídrics que es dediquen a l'agricultura i la ramaderia. S'espera, també, una pèrdua de matèria orgànica dels sòls i una erosió més gran, que també comportarien una pèrdua en la productivitat. A més, les plantes cultivades pateixen una sèrie de canvis en l'expressió gènica i el metabolisme amb la sequera, l'increment de temperatura, l'increment de CO₂, la salinització i altres factors (Peñuelas *et al.*, 2013; Scheelbeek *et al.*, 2018; Tigchelaar *et al.*, 2018; Zhu *et al.*, 2018). Però és ben cert que a altres regions del planeta s'esperen unes condicions millors que les actuals per al creixement de cultius en augmentar les precipitacions i la temperatura. També s'espera que les pesqueries i l'aqüicultura d'altres latituds siguin més productives, mentre que a baixes latituds sembla que la productivitat baixaria (Willett *et al.*, 2019). Per tant, no és clar que la disponibilitat d'aliment nutritiu, encara que sigui de producció no local, pugui generar problemes de salut per malnutrició a Catalunya. Més aviat, els problemes de salut relacionats amb l'alimentació venen per sobrepès i desequilibris en la nutrició. Més enllà d'aquestes previsions, caldrà veure com evoluciona l'agricultura i la ramade-

ria globals en funció del canvi climàtic. Sembla que, en general, es preveu una disminució de la producció, sobretot a causa d'una major carència d'aigua disponible per a aquestes activitats i, per tant, si l'autosuficiència alimentària de Catalunya, del voltant del 40 % (Reguant, 2011), no augmenta o fins i tot disminueix, podrien sorgir bosses de malnutrició dins del territori català. S'ha de tenir present que, malgrat ser una societat avançada, a Catalunya, ja avui dia, no estem completament exempts de casos de malnutrició infantil per pobresa (Síndic de Greuges de Catalunya, 2013). A Catalunya la taxa de risc de pobresa de la població es va incrementar amb una tendència de 0,2 % per any entre el 2004 i el 2017; es va situar, al final d'aquest període, al voltant del 20 % (OCCC, 2019). La població en situació de pobresa és més susceptible de patir els efectes del canvi climàtic, entre ells la malnutrició, que porta un seguit de problemes per a la salut, incloent-hi la mort. Malgrat tot, no és clar que aquestes tendències reflecteixin indicis d'augment de la malnutrició a escala global en els darrers anys (fig. 6).

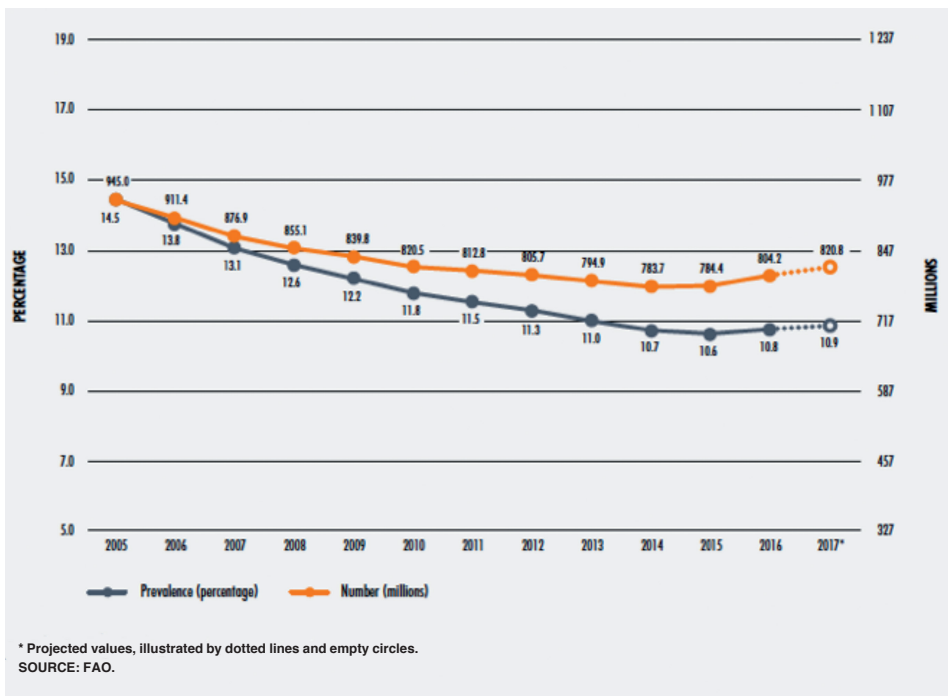


FIGURA 6. Evolució temporal del nombre de persones malnodrides al món. Extret de FAO *et al.* (2018).

4.3.4. La migració

El canvi climàtic comporta, sobretot a zones tropicals i subtropicals, la fallida de conreus i la manca d'aigua, juntament amb fenòmens com la pujada del nivell del mar i l'increment en freqüència i intensitat de fenòmens extrems. Es calcula que el 2050 centenars de milions de persones es veuran obligades a migrar per sobreviure, encara que una part important seran migracions internes sense travessar fronteres (Rigaud *et al.*, 2018). Les condicions de pobresa de la major part d'aquests migrants són una causa d'afectació de la salut. Més enllà d'això, aquests desplaçaments humans podrien comportar una certa reducció en la riquesa de les societats receptores, a la vegada que afavoririen la propagació de certes malalties infeccioses. Tot plegat podria causar una disminució de la salut global en les zones de recepció, siguin ciutats o països. Catalunya està situada geogràficament just al límit de les regions més afectades per l'escalfament global i, per tant, és lògic pensar que seria una de les portes d'entrada de migració procedent de latituds més baixes. L'afectació final sobre la salut és difícil de calibrar perquè, òbviament, tenim una certa capacitat socioeconòmica de resposta i adaptació a aquests reptes. No deixen de ser preocupants, però, els avisos en publicacions especialitzades (Watts *et al.*, 2018) sobre la necessitat de preveure i adaptar els sistemes sanitaris.

4.4. La interacció de múltiples efectes

És clar que diagnosticar malalties o atribuir morts directament al canvi climàtic és complicat en molts casos. Els efectes de la temperatura i altres factors es barregen amb l'exposició a altres agents ambientals o socials, que alhora poden estar afectats pel canvi climàtic. Destriar-los inequívocament no és fàcil, tenint en compte, a més, que la intensitat i la durada de l'exposició als agents és un factor molt important a tenir en compte, així com també la vulnerabilitat de cada individu. Per exemple, la repercussió i mortaldat d'una onada de calor determinada és diferent segons l'estructura de la població i el percentatge d'infants i gent gran, que són més vulnerables. Aquest és un aspecte social que, al seu torn, ve modulats per molts altres factors, i el canvi climàtic a través del forçament migratori també n'és una causa indirecta. Destriar el grau que cada factor ha tingut sobre un desenllaç particular és molt complicat. La interacció de múltiples factors, cadascun amb la seva incidència, pot no tenir sempre simples efectes additius, sinó que la coincidència d'alguns factors pot tenir efectes sinèrgics. Malgrat això, hi ha avenços molt significatius en l'atribució de malalties i morts a aspectes relacionats amb el canvi climàtic, que passen per anàlisis estadístiques d'atencions mèdiques, hospitalitzacions i defuncions en funció d'aspectes meteorològics (Otto, 2016).

S'ha de dir que aquest informe ha estat restrictiu en el tractament de relacions entre el canvi climàtic i la salut humana, deixant de banda molts aspectes amb connexions més febles o menys quantificables. Per exemple, la biodiversitat marina és una font contínua per a les indústries farmacèutiques de nous medicaments amb propietats anticancerígenes, antimicrobianes, immunomoduladores, analgèsiques, antiinflamatòries, etc. (Mans, 2016). A la vegada, se sap que estem patint una taxa d'extinció d'espècies de dos a tres ordres de magnitud més gran que en els últims 10 milions d'anys (IPBES, 2019) amb la consegüent pèrdua de biodiversitat. Al mar, el canvi climàtic, a través de l'increment de temperatura de l'aigua i de l'acidificació a causa de l'absorció de part de l'excés de CO₂ atmosfèric, imposa tensions addicionals. Per tant, la pèrdua de biodiversitat, que també passa amb plantes terrestres, ens està privant del descobriment de nous fàrmacs, que s'hauran perdut amb l'extinció de les espècies i, per tant, redueix la nostra capacitat de combatre malalties i millorar la salut.

5. CONSIDERACIONS FINALS

Avui dia hi ha un consens generalitzat en el món científic que s'està produint un canvi climàtic i que la causa principal d'aquest canvi és l'emissió de gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera produïda pels humans (EASAC, 2019). Les tendències globals o regionals es reproduïxen i es manifesten clarament a Catalunya amb un increment de la temperatura, una reducció de la precipitació i una pujada del nivell del mar, i aquests canvis són, en general, més acusats a casa nostra que globalment. A Catalunya, com a la resta del planeta, l'única manera de fer minvar aquestes tendències és reduir de manera important l'emissió de gasos d'efecte hivernacle.

El canvi climàtic comporta l'increment d'una sèrie de riscos per a la salut humana, ja sigui de manera directa —els més obvis són, potser, les diverses afectacions per un increment de la temperatura mitjana i en episodis extrems d'onades de calor— o indirecta, a través de múltiples altres factors, tant ecosistèmics com socioeconòmics, que alhora venen condicionats pel canvi climàtic. Les afectacions relatives a malalties cardiovasculars, respiratòries, renals, mentals i infeccioses són les més importants que es coneixen a dia d'avui. Aquests riscos es converteixen en un increment de la mortalitat abans d'hora. Sovint el que tenim és la interacció de diversos factors causats pel canvi climàtic que actuen en un pacient de maneres complexes, i en gran part encara desconegudes, i en redueixen l'estat de salut. I això pot passar malgrat que l'esperança de vida mitjana de la població continuï augmentant amb els avenços de la medicina. L'afectació també depèn del grau de vulnerabilitat de cada sector de la població, segons l'edat, el sexe, l'ocupació, la nutrició i el nivell socioeconòmic, entre d'altres. A Catalunya és preocupant l'incre-

ment de la taxa de risc de pobresa, que provoca desequilibris nutricionals i augmenta la vulnerabilitat de les persones a patir afectacions a causa del canvi climàtic.

Malgrat que no es coneguin tots els mecanismes d'afectació directa i indirecta, ni totes les possibles interaccions del canvi climàtic sobre la salut, és important que s'apliqui el principi de precaució i es comencin a prendre mesures reals i efectives tant correctores del canvi climàtic i l'estat del medi ambient en general com d'adaptació, incloent-hi la reducció de la vulnerabilitat.

6. REFERÈNCIES

- ACA (AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA) (2012). *Informació general sobre les meduses*. [s. ll.]: Departament de Territori i Sostenibilitat, Generalitat de Catalunya. 10 p.
- ANALITIS, A.; GEORGIADIS, I.; KATSOUYANNI, K. (2012). «Forest fires are associated with elevated mortality in a dense urban setting». *Environmental Medicine*, 69, p. 158-162.
- ANTÓNIO, D. C.; SANSEVERINO, I.; POZZOLI, L.; LETTIERI, T. (2018). *Toward Climate Change Impact: Vectors carrying viral infection: What we should know*. EUR 29001 EN. Luxemburg: Publications Office of the European Union, JRC107421.
- ARNEDO-PENA, A.; GARCÍA-MARCOS, L.; BERCEO-SANZ, A.; AGUINAGA-ONTOSO, I.; GONZÁLEZ-DÍAZ, C.; GARCÍA-MERINO, A.; BUSQUETS-MONGE, R.; SUÁREZ-VARELA, M. M.; BATLLES-GARRIDO, J.; BLANCO-QUIRÓS, A. A.; LÓPEZ-SILVARREY, A.; GARCÍA-HERNÁNDEZ, G.; FUERTES, J. (2013). «Prevalence of asthma symptoms in schoolchildren, and climate in west European countries: an ecologic study». *International Journal of Biometeorology*, 57, p. 775-784.
- BAIC (*Butlletí Anual d'Indicadors Climàtics. Any 2017*) (2018). [s. ll.]: Servei Meteorològic de Catalunya, Generalitat de Catalunya, Departament de Territori i Sostenibilitat. 102 p.
- BASAGAÑA, X.; SARTINI, C.; BARRERA-GÓMEZ, J.; DADVAND, P.; CUNILLERA, J.; OSTRO, B.; SUNYER, J.; MEDINA-RAMÓN, M. (2011). «Heat waves and cause-specific mortality at all ages». *Epidemiology*, 22, p. 765-772.
- BASAGAÑA, X.; JACQUEMIN, B.; KARANASIOU, A.; OSTRO, B.; QUEROL, X.; AGIS, D.; ALESSANDRINI, E.; ALGUACIL, J.; ARTIÑANO, B.; CATRAMBONE, M.; DE LA ROSA, J. D.; DÍAZ, J.; FAUSTINI, A.; FERRARI, S.; FORASTIERE, F.; KATSOUYANNI, K.; LINARES, C.; PERRINO, C.; RANZI, A.; RICCIARDELLI, I.; SAMOLI, E.; ZAULI-SAJANI, S.; SUNYER, J.; STAFOGGIA, M.; MED-PARTICLES STUDY GROUP (2015). «Short-term effects of particulate matter constituents on daily hospitalizations and mortality in five South-European cities: results from the MED-PARTICLES project». *Environment International*, 75, p. 151-158.
- BERDALET, E.; FLEMING, L. E.; GOWEN, R.; DAVIDSON, K.; HESS, P.; BACKER, L. C.; MOORE, S. K.; HOAGLAND, P.; ENEVOLDSEN, H. (2016). «Marine harmful algal blooms, human health and wellbeing: challenges and opportunities in the 21st century». *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 96, p. 61-91.
- CECCHI, L.; D'AMATO, G.; AYRES, J. G.; GALAN, C.; FORASTIERE, F.; FORSBERG, B.; GERITSEN, J.; NUNES, C.; BEHRENDT, H.; AKDIS, C.; DAHL, R.; ANNESI-MAESANO, I.

- (2010). «Projections of the effects of climate change on allergic asthma: the contribution of aerobiology». *Allergy*, 65, p. 1073-1081.
- CONSTANTIN DE MAGNY, G.; COLWELL, R. R. (2009). «Cholera and climate: a demonstrated relationship». *Transactions of the American Clinical and Climatological Association*, 120, p. 119-128.
- CRAMER, W.; GUIOT, J.; FADER, M.; GARRABOU, J.; GATTUSO, J. P.; IGLESIAS, A.; LANGE, M. A.; LIONELLO, P.; LLASAT, M. C.; PAZ, S.; PEÑUELAS, J.; SNOUSSI, M.; TORETI, A.; TSIMPLIS, M. N.; XOPLAKI, E. (2018). «Climate change and interconnected risks to sustainable development in the Mediterranean». *Nature Climate Change*, 8, p. 972-980.
- EASAC (EUROPEAN ACADEMIES SCIENCE ADVISORY COUNCIL) (2010). *Climate change and infectious diseases in Europe*. [s. ll.]: European Academies Science Advisory Council. 16 p.
- (2019). *The imperative of climate action to protect human health in Europe*. [s. ll.]: European Academies Science Advisory Council. 65 p.
- EEA (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY) (2011). *Particulate matter (PM10) - Annual limit value for the protection of human health*. Copenhagen: European Environment Agency. 5 p.
- (2018a). *Emissions of the main air pollutants in Europe*. Copenhagen: European Environment Agency. 37 p.
- (2018b). *Global and European Temperature*. Copenhagen: European Environment Agency. 40 p.
- (2018c). *Unequal exposure and unequal impacts: social vulnerability to air pollution, noise and extreme temperatures in Europe*. EEA Report No 22/2018. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 99 p.
- FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO (2018). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2018. Building climate resilience for food security and nutrition*. Roma: Food and Agriculture Organization. 181 p.
- FAUSTINI, A.; ALESSANDRINI, E. R.; PEY, J.; PEREZ, N.; SAMOLI, E.; QUEROL, X.; CADUM, E.; PERRINO, C.; OSTRO, B.; RANZI, A.; SUNYER, J.; STAFOGGIA, M.; FORASTIERE, F.; MED-PARTICLES STUDY GROUP (2015). «Short-term effects of particulate matter on mortality during forest fires in Southern Europe: results of the MED-PARTICLES Project». *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 72, p. 323-329.
- IMBIE TEAM, THE (2018). «Mass balance of the Antarctic Ice Sheet from 1992 to 2017». *Nature*, 558, p. 219-222.
- IPBES (INTERGOVERNMENTAL PLATFORM ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES) (2019). *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services*. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services [versió avançada sense editar]. 39 p.
- IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE) (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Edició a cura de Core Writing Team, R. K. Pachauri i L. A. Meyer. Ginebra: Intergovernmental Panel on Climate Change. 151 p.
- LLASAT, M. C.; LLASAT-BOTIJA, M.; LÓPEZ, L. (2009). «A press database on natural risks and its application in the study of floods in northeastern Spain». *Natural Hazards and Earth Systems Sciences*, 9, p. 2049-2061.

- LYNAM, C. P.; HAY, S. J.; BRIERLEY, A. S. (2004). «Interannual variability in abundance of North Sea jellyfish and links to the North Atlantic Oscillation». *Limnology and Oceanography*, 49, p. 637-643.
- MANS, D. R. A. (2016). «Exploring the global animal biodiversity in the search for new drugs - marine invertebrates». *Journal of Translational Science*, 2, p. 170-179.
- MARTÍN-VIDE, J.; SARRICOLEA, P.; MORENO-GARCÍA, M. C. (2015). «On the definition of urban heat island intensity: the “rural” reference». *Frontiers in Earth Science*, 3, p. 24.
- MESSINA, J. P.; BRADY, O. J.; SCOTT, T. W.; ZOU, C.; PIGOTT, D. M.; DUDA, K. A.; BHATT, S.; KATZELNICK, L.; HOWES, R. E.; BATTLE, K. E.; SIMMONS, C. P.; HAY, S. I. (2014). «Global spread of dengue virus types: mapping the 70 year history». *Trends of Microbiology*, 22, p. 138-146.
- MORENO-GARCIA, M. C. (1994). «Intensity and form of the urban heat island in Barcelona». *International Journal of Climatology*, 14, p. 705-710.
- OBRADOVICH, N.; MIGLIORINI, R.; MEDNICK, S. C.; FOWLER, J. H. (2017). «Nighttime temperature and human sleep loss in a changing climate». *Science Advances*, 3, e1601555.
- OCCC (OFICINA CATALANA DEL CANVI CLIMÀTIC) (2019). *Indicador global d'adaptació als impactes del canvi climàtic a Catalunya*. Barcelona: Secretaria de Medi Ambient i Sostenibilitat, Generalitat de Catalunya. 99 p.
- ORRU, H.; ANDERSSON, C.; EBI, K. L.; LANGNER, J.; ÅSTRÖM, C.; FORSBERG, B. (2013). «Impact of climate change on ozone-related mortality and morbidity in Europe». *European Respiratory Journal*, 41, p. 285-294.
- OTTO, F. E. L. (2016). «The art of attribution». *Nature Climate Change*, 6, p. 342-343.
- PEÑUELAS, J.; SARDANS, J.; ESTIARTE, M.; AOGAYA, R.; CARNICER, J.; COLL, M.; BARBETA, A.; RIVAS-UBACH, A.; LUSIÀ, J.; GARBULSKY, M.; FILELLA, I.; JUMP, A. S. (2013). «Evidence of current impact of climate change on life: a walk from genes to the biosphere». *Global Change Biology*, 19, p. 2303-2338.
- POPE, C. A. 3rd; BURNETT, R. T.; THUN, M. J.; CALLE, E. E.; KREWSKI, D.; ITO, K.; THURSTON, G. D. (2002). «Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution». *JAMA*, 287, p. 1132-1141.
- PRÜSS-ÜSTÜN, A.; BOS, R.; GORE, F.; BARTRAM, J. (2008). *Safer water, better health: costs, benefits and sustainability of interventions to protect and promote health*. Ginebra: World Health Organization. 53 p.
- REGUANT, F. (2011). *Entendre l'agricultura: Una eina imprescindible per sortir de l'embolic del segle XXI*. Lleida: Pagès Editors.
- REINMUTH-SELZLE, K.; KAMPF, C. J.; LUCAS, K.; LANG-YONA, N.; FRÖHLICH-NOWOISKY, J.; SHIRAIWA, M.; LAKEY, P. S.; LAI, S.; LIU, F.; KUNERT, A. T.; ZIEGLER, K.; SHEN, F.; SGARBANTI, R.; WEBER, B.; BELLINGHAUSEN, I.; SALOGA, J.; WELLER, M. G.; DUSCHL, A.; SCHUPPAN, D.; PÖSCHL, U. (2017). «Air Pollution and Climate Change Effects on Allergies in the Anthropocene: Abundance, Interaction, and Modification of Allergens and Adjuvants». *Environmental Science & Technology*, 51, p. 4119-4141.
- RHODES, L. (2011). «World-wide occurrence of the toxic dinoflagellate genus *Ostreopsis* Schmidt». *Toxicon*, 57, p. 400-407.
- RIGAUD, K. K.; DE SHERBININ, A.; JONES, B.; BERGMANN, J.; CLEMENT, V.; OBER, K.; SCHEWE, J.; ADAMO, S.; MCCUSKER, B.; HEUSER, S.; MIDGLEY, A. (2018). *Groundswell: Preparing for Internal Climate Migration*. Washington D. C.: The World Bank.
- ROBINE, J. M.; CHEUNG, S. L.; LE ROY, S.; VAN OYEN, H.; GRIFFITHS, C.; MICHEL, J. P.

- (2008). «Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003». *Comptes Rendus Biologies*, 331, p. 171-178.
- ROSER, M.; ORTIZ-OSPINA, E. (2019). *World Population Growth*. [en línia]. <<https://ourworldindata.org/world-population-growth>> [Consulta: 8 maig 2019]
- SHEELBEEK, P. F. D.; BIRD, F. A.; TUOMISTO, H. L.; GREEN, R.; HARRIS, F. B.; JOY, E. J. M.; CHALABI, Z.; ALLEN, E.; HAINES, A.; DANGOUR, A. D. (2018). «Effect of environmental changes on vegetable and legume yields and nutritional quality». *Proceedings of the National Academy of Sciences US*, 115, p. 6804-6809.
- SCHIERMEIER, Q. (2018). «Climate as culprit». *Nature*, 560, p. 20-22.
- SIMÓN, F.; LOPEZ-ABENTE, G.; BALLESTER, E.; MARTÍNEZ, F. (2005). «Mortality in Spain during the heat waves of summer 2003». *Euro Surveillance: European Communicable Disease Bulletin*, 10, p. 156-161.
- SÍNDIC DE GREUGES DE CATALUNYA (2013). *Informe sobre la malnutrició infantil a Catalunya*. [s. ll.]: Síndic de Greuges. 30 p.
- SMITH, M. D.; KNAPP, A. K.; COLLINS, S. L. (2009). «A framework for assessing ecosystem dynamics in response to chronic resource alterations induced by global change». *Ecology*, 90, p. 3279-3289.
- TICCC (*Tercer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*) (2016). [Coordinació: J. MARTÍN-VIDE]. [s. ll.]: Generalitat de Catalunya i Institut d'Estudis Catalans. 625 p.
- TIGCHELAAR, M.; BATTISTI, D. S.; NAYLOR, R. L.; RAY, D. K. (2018). «Future warming increases probability of globally synchronized maize production shocks». *Proceedings of the National Academy of Sciences US*, 115, p. 6644-6649.
- TURCO, M.; ROSA-CÁNOVAS, J. J.; BEDIA, J.; JEREZ, S.; MONTÁVEZ, J. P.; LLASAT, M. C.; PROVENZALE, A. (2018). «Exacerbated fires in Mediterranean Europe due to anthropogenic warming projected with non-stationary climate-fire models». *Nature Communications*, 9, p. 3821.
- UN (UNITED NATIONS) (2018). *Synthesis Report 2018 on Water and Sanitation, Sustainable Development Goal 6*. Ginebra, Suïssa: United Nations Publications. 195 p.
- UNEP (UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAM) (1999). *Global Environmental Outlook 2000 (Overview)*. [s. ll.]: United Nations Environmental Program. 16 p.
- VICEDO-CABRERA, A. M.; ESPLUGUES, A.; IÑÍGUEZ, C.; ESTARLICH, M.; BALLESTER, F. (2016). «Health effects of the 2012 Valencia (Spain) wildfires on children in a cohort study». *Environmental Geochemistry and Health*, 38, p. 703-712.
- WATTS, N. *et al.* (2018). «The Lancet Countdown on health and climate change: from 25 years of inaction to a global transformation for public Health». *Lancet*, 391, p. 581-630.
- WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION) (2016). *Ambient air pollution: a global assessment of exposure and burden of disease*. Ginebra: WHO Document Production Services. 132 p.
- WILLETT, W. *et al.* (2019). «Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food Systems». *Lancet*, 393, p. 447-492
- ZHU, C.; KOBAYASHI, K.; LOLADZE, I.; ZHU, J.; JIANG, Q.; XU, X.; LIU, G.; SENEWEERA, S.; EBI, K. L.; DREWNOWSKI, A.; FUKAGAWA, N. K.; ZISKA, L. H. (2018). «Carbon dioxide (CO₂) levels this century will alter the protein, micronutrients, and vitamin content of rice grains with potential health consequences for the poorest rice-dependent countries». *Science Advances*, 4, eaaq1012.

V. RESUMS DE LES PRESENTACIONS DEL CICLE DE CONFERÈNCIES

Salut, clima i planeta

Josep M. Antó, ISGlobal

20 de setembre de 2018

La importància de la qualitat de l'entorn per a la salut humana ha estat un paradigma important de la salut pública moderna. Durant les últimes dècades, el nostre coneixement de la influència de la degradació de l'entorn en la salut ha millorat substancialment. DALY (Disability-Adjusted Life Year) és una mesura de la reducció global en salut, expressada en el nombre total d'anys de vida perduts a causa de malaltia o mort prematura. En la darrera avaluació de l'Organització Mundial de la Salut es va estimar que els factors ambientals van causar el 2012 la pèrdua del 21 % (596 milions) de DALYS, a través de càncers, depressions, malalties cardiovasculars, malalties respiratòries i malalties musculars. No obstant això, aquesta avaluació sistemàtica no incloïa el canvi climàtic ni els factors relacionats, com l'augment de la temperatura. L'augment de temperatura a causa del canvi climàtic té efectes sobre la salut de manera directa, indirecta i complexa. Els canvis que els humans estem provocant en el medi ambient són tan grans que es parla de l'era de l'antropocè dins de l'holocè. Malgrat el deteriorament mediambiental, l'esperança de vida ha anat augmentant. Aquesta paradoxa es pot resoldre, en part, pel fet que els països rics externalitzen el deteriorament mediambiental a altres regions i pel fet que hi ha un efecte retardat del medi ambient sobre la salut. Ambdues hipòtesis i d'altres continuen essent objecte d'estudi. Si la salut humana ha millorat a costa del deteriorament mediambiental, això també acabarà afectant la salut i per aquest motiu es comença a indicar que la salut humana i la salut planetària s'han de considerar juntes. La salut planetària, un concepte nou, és l'assoliment del nivell més alt possible de salut, benestar i equitat en tot el món a través d'una atenció prudent dels sistemes polítics, econòmics i socials que configuren els límits naturals de la Terra dins dels quals la humanitat pot prosperar.

Canvi climàtic, illes de calor i salut a Catalunya

Javier Martín-Vide, Universitat de Barcelona

10 de desembre de 2018

Es considera que més del 90 % de la població catalana és urbana, sotmesa a unes condicions climàtiques modificades per la ciutat. La principal alteració del clima per causa urbana és el fenomen de l'illa de calor, una anomalia tèrmica positiva nocturna al centre de les ciutats per contrast amb les seves perifèries, que en el cas de Barcelona assoleix valors molt notables. Les causes del fenomen de l'illa de calor són múltiples: emmagatzematge de calor pels materials de construcció, producció de calor antropogènica, disminució de l'evaporació per la pavimentació i els sistemes de drenatge, menor pèrdua de calor per la reducció de la velocitat del vent, augment de l'absorció de radiació solar per la geometria urbana, disminució de la radiació nocturna i reemissió de radiació cap a la superfície per l'atmosfera contaminada. Aquest efecte esdevé més important a les grans ciutats.

D'altra banda, ja no hi ha dubte que el canvi climàtic està passant i que la causa n'és l'activitat humana, sobretot amb l'emissió de gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera. L'escalfament global és cada vegada més pronunciat i les tres últimes dècades han estat les més càlides des que tenim registres instrumentals. La temperatura a Catalunya segueix els patrons globals, mentre que la precipitació presenta una variabilitat més gran, tot i que cada vegada hi ha més indicis que la precipitació s'està reduint i que presenta canvis en l'estacionalitat. Els habitants de les ciutats estan sotmesos a l'escalfament global més el plus tèrmic de l'illa de calor que, durant les onades de calor, cada cop més freqüents, produeix un clar augment de la morbiditat i la mortalitat.

Sistemes alimentaris i canvi climàtic

Marta G. Rivera-Ferre, Universitat de Vic

11 de març de 2019

Els sistemes alimentaris comprenen totes aquelles activitats, actors i institucions que participen en la producció, la transformació, el transport, l'elaboració i el consum dels aliments. Són sistemes complexos que resulten de la interacció d'àmbits econòmics, socials i mediambientals. Actualment, els sistemes alimentaris no compleixen la seva principal funció d'alimentar tota la població mundial de manera nutritiva i, a la vegada, conservar el medi ambient; és a dir, no són ni socialment ni mediambientalment sostenibles. Així, la meitat de la població pateix alguna mena de malnutrició (fam, sobrepès o fam amagada). És paradoxal que, mentre 820 milions de persones pateixen fam, el 65 % de la població mundial viu

en països on hi ha més morts per obesitat que per fam, i el 30 % de la producció d'aliments es malmet. Des del punt de vista mediambiental, destaca la contribució dels sistemes alimentaris a l'emissió de gasos d'efecte hivernacle, que són d'entre el 30 % i el 50 % del total d'emissions. D'altra banda, els sistemes alimentaris també reben l'impacte del canvi climàtic, de manera que les quatre dimensions de la seguretat alimentària i nutricional (disponibilitat, accés, ús i estabilitat) es troben amenaçades. Davant d'aquestes evidències cal introduir en els sistemes alimentaris canvis encaminats a reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle associats i, a la vegada, incrementar la capacitat d'adaptació al canvi climàtic.

VI. JORNADA SOBRE CANVI CLIMÀTIC I SALUT. INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS

1. INTRODUCCIÓ

Després d'algunes dècades de dubtes i desinformacions, ja fa alguns anys que sabem que el canvi climàtic és real, que ens està afectant de moltes maneres i que les perspectives per al que resta del segle XXI són força negatives. Als aspectes més generals (augment de les temperatures, fusió dels gels, augment del nivell del mar, dessincronització entre processos biològics fonamentals, canvis en la distribució de les espècies, etc.), cal afegir-hi impactes més concrets, d'abast tant regional com global. Un d'aquests impactes, de múltiples efectes, es refereix a les conseqüències del canvi climàtic sobre la salut humana i és per això que celebren que la Secció de Ciències Biològiques de l'Institut hagi organitzat aquest cicle de conferències per tal que diferents experts en aquest àmbit ens il·lustrin sobre la qüestió. És cert que els mitjans de comunicació ens alerten sovint d'alguns d'aquests efectes, però conèixer de primera mà alguns dels danys que el clima canviant està produint ja sobre la nostra fisiologia, psicologia, reproducció, benestar, etc., i els que pot produir en un futur immediat, és quelcom que té un doble interès: humà (som nosaltres els que en patim i en patirem els efectes) i acadèmic (com la ciència ens permet conèixer aquests efectes i si hi podem fer quelcom per apaivagar-los o eliminar-los).

Com a professor d'ecologia, fa uns quants anys que explico als meus estudiants les beceroles del canvi climàtic, entre les quals hi ha aquests efectes sobre la salut humana. Potser un dels més evidents, perquè ha causat nombroses morts i els mitjans se n'han fet ressò, és el dels cops de calor en episodis puntuals, que han afectat persones vulnerables. Però hi ha molts altres efectes. Jo en puc avançar alguns dels que més em preocupen.

L'augment de les temperatures fa que masses d'aigua que abans eren excessivament fredes per a mantenir larves de mosquits o que, fins i tot, es gelaven a l'hivern, puguin ara ser adequades per a aquests insectes transmissors de malalties que creïem ja extingides a casa nostra (com la malària) o que fins fa poc estaven limitades a climes més càlids (la febre groga, el dengue, el Zika, el chikungunya).

El desgel d'àrees boreals i australs o d'alta muntanya està posant al descobert cadàvers i cementiris sencers de mariners i muntanyencs; alguns d'aquests cadàvers són de persones que moriren per malalties ara ja superades (com l'escorbut),

o erradicades (com la verola o la grip espanyola). Però els gèrmens d'aquestes i potser altres malalties poden posar-se de nou en circulació com a conseqüència d'aquest desgel.

Altres malalties, algunes de les quals molt greus, veurien incrementada la seva incidència com a conseqüència de l'augment de la temperatura, de la reducció d'ingesta causada per la davallada en la producció agrícola (una altra conseqüència del canvi climàtic, que genera sequeres i desertització), i altres efectes. S'esmenta que això ja passa o pot passar ben aviat amb el còlera, la tuberculosi, la malaltia de Lyme, la grip aviària, etcètera.

Les sequeres prolongades, però també els episodis meteorològics extrems (precipitació, huracans, etc.), que és evident que han augmentat com a conseqüència del canvi climàtic, han produït una reducció de la producció d'aliments, precisament quan la població mundial continua creixent. Les malalties associades a la desnutrició tornen a ser importants i són motiu de preocupació per la seva afectació principal a les classes d'edat més sensibles: infants i gent gran.

L'escalfament de les aigües de la Mediterrània, entre altres causes, està produint una redistribució de les espècies marines: ens arriben peixos i altres organismes d'aigües més càlides (*tropicalització*), i els propis d'aigües més fredes se'n van nord enllà o s'enfonsen a la recerca de temperatures més agradoses. Això ha incidit negativament en el rendiment pesquer, ja prou malmès per la sobreexplotació: en aigües de la Mediterrània es pesca molt menys que abans. Entre les espècies novingudes afavorides per l'augment de la temperatura de l'aigua del mar n'hi ha de tòxiques i perilloses, com els peixos globus (*Tetraodontiformes*) i algunes meduses (ja més abundants gràcies a les temperatures altes i a la reducció d'aportacions fluvials a la costa), i no seria estrany que d'altres de més indesitjables (com les serps marines) també ho fessin. L'augment de temperatura, junt amb una més gran entrada de nutrients en aigües salabroses o marines tancades (com les badies del delta de l'Ebre), afavoreixen la proliferació d'algunes espècies de plàncton causants de creixements poblacionals massius (les marees roges o *purga de mar*). Aquestes proliferacions algals, quan són tòxiques, contaminen musclos i ostones, i poden causar episodis de malalties lleus, greus o letals per als seus consumidors.

Pel que fa a les espècies terrestres, la pèrdua de sincronia entre els màxims poblacionals de preses i depredadors (en el darrer mig segle l'estiu ha augmentat en un mes, a costa de la reducció de la primavera i la tardor en dues setmanes cadascuna, aproximadament) ja està provocant que el control de determinades espècies plaga (per exemple, d'insectes) que feien ocells i altres animals beneficiosos dels nostres camps s'hagi reduït. Algunes d'aquestes espècies plaga no només malmeten plantes de conreu i de boscos, sinó que ens són perjudicials (les erugues de les processionàries, per exemple). Canvis en les característiques de l'oli, el vi i altres aliments com a conseqüència de l'escalfament i la sequera es tradueixen en

alteracions de la dieta i, en conseqüència, de la fisiologia dels consumidors, encara no prou conegudes.

Les mortaldats en massa de comunitats marines, des dels esculls coral·lins fins als ecosistemes litorals mediterranis, a causa principalment de l'augment de temperatura de les aigües i de la prolongació de l'escalfament en mesos en què abans el cicle estacional les tornava a condicions tèrmiques més favorables, estan tenint un impacte enorme sobre les poblacions d'aquests ecosistemes, moltes de les quals són objecte d'explotació pesquera i marisquera, que, per tant, n'han reduït molt la producció.

Ara que ja és evident que la contemplació de la natura i els passejos per boscos i altres paisatges agradosos suposen una millora de l'estat d'ànim (es parla del valor terapèutic, per al cos i per a l'ànima, del gaudi de la natura), estem assistint precisament a una degradació d'aquests paisatges naturals, ja es tracti de boscos madurs, d'àrees humides litorals, de paisatges de muntanya o costaners, en bona mesura com a conseqüència del canvi climàtic. De tot això, i de més coses interessants (per bé que angunioses), se n'ha parlat durant el cicle de conferències, que ha acabat resultant en aquest informe: *CANVI CLIMÀTIC I SALUT A CATALUNYA*. Moltes gràcies als ponents i enhorabona a la Secció de Ciències Biològiques per liderar aquesta iniciativa.

JOANDOMÈNEC ROS
President de l'Institut d'Estudis Catalans

2. PONÈNCIES

Reavaluant el paper de la variabilitat i el canvi climàtics en la magnitud i l'aparició de brots epidèmics

Xavier Rodó, ISGlobal

11 d'abril de 2019

El ponent comença esmentant que, mentre que és ben sabut que el clima té un paper central en l'arrencada inicial dels brots epidèmics en les malalties transmeses per vectors, també és clar que, un cop s'assoleix un llindar crític de persones infectades, l'epidèmia progressa independentment, fins i tot quan les condicions climàtiques no són favorables (com en el cas de la transmissió del dengue o del chikungunya). Aleshores, la ràpida progressió de l'epidèmia es torna fortament dependent de factors socioeconòmics i demogràfics locals, que, si no s'entenen o no s'integren adequadament, duen indefectiblement a subestimar-ne la incidència o a una predicció deficient. Els factors socioeconòmics, com ara una higiene limitada o una feble infraestructura en països en via de desenvolupament, poden

afavorir l'inici d'una epidèmia que, posteriorment, progressarà i s'estendrà a altres àrees gràcies al moviment de la gent infectada, per exemple, dins d'una ciutat. Tots aquests preconditionants han de ser avaluats i correctament inclosos en diferents moments dins dels models predictius que cal desenvolupar. En aquest sentit i de cara a generar informació acurada sobre la potencial (re)emergència de malalties modulades pel clima a Europa i altres emplaçaments que no hi han estat exposats prèviament, resulta imprescindible concentrar-se a estudiar i simular com es produeix aquesta (re)emergència en situacions similars, ja sigui en zones endèmiques o en zones epidèmiques.

Com afecta el canvi climàtic la salut humana i què podem fer com a científics per pal·liar-ne aquests efectes?

Elisa Berdalet, Institut de Ciències del Mar (CSIC)

11 d'abril de 2019

La presentació comença per fer un repàs de l'evidència científica del canvi climàtic i el paper que hi està tenint la humanitat, per passar després a centrar-se en el medi marí. Es mencionen efectes del canvi climàtic, com l'acidificació de l'aigua de mar i la interacció que pot tenir sobre les pesqueries, ja de per si afectades per una sobreexplotació antròpica. Com ja es reconeix en el darrer informe d'Intergovernmental Panel on Climate Change, els canvis que s'estan esdevenint en el planeta i que afecten directament o indirecta els ecosistemes, tindran també efectes en la salut i el benestar de la humanitat. Després d'aquesta introducció, la Dra. Berdalet centra la seva intervenció en la problemàtica de les proliferacions d'algues nocives que comporten riscos d'intoxicacions alimentàries i afectacions respiratòries i cutànies en humans. Aquests fenòmens són naturals, però la pressió antròpica sobre el medi marí i l'escalfament global en pot augmentar la freqüència i la intensitat dels efectes negatius. La recerca científica local i internacional, multidisciplinària i coordinada amb els agents polítics i socioeconòmics és fonamental per a continuar aportant eines per prevenir i mitigar aquests efectes.

Sostenibilitat i canvi climàtic

Humberto Llavador, Universitat Pompeu Fabra i Barcelona Graduate School of Economics

11 d'abril de 2019

El ponent comença recordant l'íntima associació entre l'emissió antropogènica de CO₂ a l'atmosfera i el canvi climàtic. I recorda també que, segons publicacions i informes d'experts, *a)* tot el món està en risc, *b)* hi ha una tendència a exacerbar les desigualtats en salut i *c)* l'adaptació de la humanitat als canvis té límits. El canvi climàtic i la desigualtat són els principals reptes als quals ens enfrontem en aquests moments. Tots dos es caracteritzen per ser un producte de l'acció o la inacció de l'ésser humà, i només les decisions que prenguem poden solucionar-los. Els efectes del canvi climàtic agreujaran les desigualtats de salut perquè afecten més els grups menys afavorits, que, a més a més, estan en una pitjor situació per a adaptar-s'hi. El plantejament no és trobar culpables en funció de qui emet més CO₂ o qui amb el consum de béns indirectament l'està fent emetre, sinó quines són les mesures que hem de prendre per a aconseguir una millora en el benestar de totes les regions i generacions. Cal, doncs, una perspectiva global, tant espacial com temporal, de justícia. Des d'aquesta perspectiva podem preguntar-nos si les solucions a aquests problemes són compatibles amb un progrés sostenible del benestar humà. La resposta requereix una visió àmplia del concepte de benestar humà, concreció en la definició de sostenibilitat i prendre consciència de l'íntima relació entre creixement, desigualtat i canvi climàtic. Els països han d'adoptar un creixement més lent, que no és incompatible amb una millora en el nivell de vida, i una distribució més justa del creixement.

El canvi climàtic a Barcelona. Efectes i accions previstes

Irma Ventayol, coordinadora del Pla Clima de l'Ajuntament de Barcelona

11 d'abril de 2011

La ponent recorda inicialment els Acords de París, sobretot el de no augmentar la temperatura mitjana de la Terra en més de 2 °C respecte als nivells preindustrials i fer tots els possibles de no superar els 1,5 °C. Destaca que les ciutats són part del problema del canvi climàtic, ja que concentren la majoria de la població i infraestructures, però que també poden ser una part important de la solució. A Barcelona s'han estudiat els impactes del canvi climàtic sobre la salut, l'abastament d'aigua, la inundabilitat i la biodiversitat, entre d'altres. S'ha analitzat l'exposició del territori a la calor i també la vulnerabilitat en funció de l'edat, la de-

manda energètica dels edificis, la presència de vegetació o el nivell socioeconòmic. La mortalitat associada a l'increment de calor afecta més la gent gran i les dones, i l'esperança de vida a la ciutat de Barcelona està relacionada amb la situació econòmica dels diferents barris de la ciutat, amb la qual cosa el canvi climàtic pot exacerbar les desigualtats i les oportunitats socials. També s'han analitzat les necessitats futures d'abastament d'aigua. Aquesta informació ha servit de base per a elaborar el Pla Clima de Barcelona, un pla holístic per a fer front a l'emergència climàtica, basat en la ciència i en consonància amb els Acords de París, que inclou mesures de mitigació, d'adaptació i de resiliència, de justícia climàtica i d'impuls a l'acció ciutadana.

