



Clima, meteorologia i salut

Mercè Medina Ramón i Josep Maria Antó Boqué

El clima i la meteorologia tenen una gran influència sobre la salut i el benestar dels éssers humans. El metge grec Hipòcrates ja discutia en el seu *Tractat dels aires, les aigües i els llocs* les influències del clima sobre les persones:

“Qui desitgi estudiar correctament la ciència de la medicina haurà de procedir de la següent manera: primer, haurà de considerar quins efectes pot produir cada estació de l’any, donat que les estacions no són totes iguals, sinó que difereixen àmpliament tant en si mateixes com en els seus canvis. El següent punt es refereix als vents càlids i als freds, especialment als universals, però també a aquells que són peculiars d’una regió en particular...” (Hipòcrates, segle v aC dins Thomas, 2004: p. 92-108).

La saviesa popular és també coneixedora de la relació existent entre el temps i el benestar de les persones, tal com ho demostren els diferents proverbis, refranys i dites populars existents arreu del món (Thomas, 2004). En anglès, l’expressió *being under the weather* (estar sota la influència del temps) es fa servir quan algú sent malestar. A casa nostra, refranys com “la primavera la sang altera” també denoten l’efecte que les estacions de l’any tenen sobre el nostre organisme. Tal com es discutirà més endavant, moltes d’aquestes creences populars es recolzen en realitat sobre una base científica.

D’entre totes les influències ambientals que rep el cos humà, els efectes derivats del clima són un dels més significatius (Kalkstein, Maunder i Jendritzky, 1996). Val a dir que en el passat l’ésser humà estava molt més exposat a les inclemències del temps que actualment. En les societats modernes, tecnologies com l’arquitectura, els sistemes de climatització interior o el perfeccio-

nament dels teixits usats en la confecció de roba ens han permès aïllar-nos, fins a cert punt, del temps. Tot i així, la influència del clima i el temps en el benestar dels éssers humans continua sent notable. En aquest capítol es pretén donar una visió general de la relació entre el paisatge, el clima, el temps i la salut, amb especial atenció en el clima i els fenòmens meteorològics predominants al territori català.

Clima i salut

Tot i que sovint es fan servir els termes temps (meteorològic) i clima de manera indistinta, en realitat es tracta de dues parts diferents del mateix espectre (Ebi, Mearns i Nyenzi, 2003). El temps meteorològic fa referència als canvis en les condicions atmosfèriques que tenen lloc a escales temporals petites (hores o dies), mentre que el clima es defineix com el temps (meteorològic) mitjà d'una regió al llarg d'un període temporal més llarg (usualment dècades o de més durada).

Un dels trets característics de la climatologia de Catalunya és la seva diversitat, deguda principalment a la seva situació geogràfica i la seva complexa orografia (Martín-Vide, 2005), fets que afavoreixen també l'enorme diversitat de paisatges a Catalunya. Això fa que sigui difícil trobar un patró climàtic que descrigui acuradament la totalitat del territori català. Tot i així, en termes generals, es pot afirmar que Catalunya té un clima mediterrani amb estius calorosos i hiverns moderadament rigorosos o suaus (Martín-Vide, 2005).

El clima d'una regió determina tant el seu paisatge, especialment la vegetació i cultius predominants, com els costums de les societats que hi habiten i la seva adaptació a la meteorologia que la caracteritza. Tots aquests factors tenen un impacte indirecte sobre la salut de les persones. El tipus de vegetació, per exemple, explicarà quins tipus de pol·len són més abundants i, conseqüentment, les al·lèrgies més comunes a la regió. A Catalunya

i a l'àrea mediterrània el pol·len que es considera més relacionat amb les manifestacions al·lèrgiques és el de la parietària, mentre que en altres regions de la península els més importants són els pòl·lens dels xiprers, els bedolls, els plataners, les gramínies o les oliveres (Subiza, 2004). De la mateixa manera, la dieta tradicional d'una regió està constituïda, en gran mesura, pels tipus de cultiu i ramaderia predominants. A Catalunya, tot i les diverses influències d'altres cultures i les creixents importacions alimentàries d'altres països, la dieta tradicional és la mediterrània. Diversos estudis han demostrat els beneficis de la dieta mediterrània en la salut, que inclouen l'augment de l'esperança de vida (Trichopoulou, 2004), així com la prevenció de malalties cardiovasculars, diabetis i càncer (Willett, 2006).

El clima també determina els patrons de comportament de la població. Les oportunitats de realitzar activitats recreatives, esports a l'aire lliure o fer una simple passejada són molt més abundants en regions amb climes temperats (Kalkstein, Maunder i Jendritzky, 1996). Val a dir que els beneficis sobre la salut augmenten si l'activitat física es realitza en un paisatge agradable en lloc de fer-ho en un espai tancat o en un entorn degradat. Els beneficis de l'activitat física, tant moderada com intensa, són nombrosos i inclouen l'augment de l'esperança de vida i la prevenció de malalties com la diabetis, el càncer, l'obesitat, les malalties cardiovasculars, l'osteoporosi i la depressió, entre d'altres (Warburton, Nicol i Bredin, 2006).

A més, tal com és d'esperar, el clima d'una regió permetrà entendre, en gran mesura, el grau d'adaptació de la població a segons quins fenòmens meteorològics. Diversos estudis han conclòs, per exemple, que la relació entre temperatura i mortalitat varia en funció del clima de la regió. A Europa, els efectes del fred són molt més dramàtics en les regions amb hiverns moderats (com els països mediterranis) que a les regions d'hiverns més rigorosos, on la roba i les cases estan dissenyades per a les baixes temperatures (The Eurowinter Group, 1997). Als Estats Units, la mortalitat associada amb la calor extrema és molt més reduïda

a les ciutats amb estius més càlids on l'aire condicionat a les llars és més habitual (Medina i Schwartz, 2007). A l'Estat espanyol, l'associació entre mortalitat i temperatura també és de magnitud diferent en les diverses regions (Simón, López-Abente, Ballester i Martínez, 2005), tot i que no s'ha estudiat en detall quins són els determinants d'aquesta variabilitat.

En la majoria de regions, i certament a Catalunya, el clima i el paisatge varien segons l'estació de l'any. La resposta del cos humà als canvis d'estació es fa evident en els patrons estacionals que segueixen les taxes de mortalitat i morbiditat (la proporció de persones que estan afectades de malaltia en un lloc i moment determinat), així com en determinats canvis fisiològics. Un dels patrons estacionals més estudiats és el de la mortalitat. S'ha vist que les taxes de mortalitat a l'hivern són entre un 10 i un 25% més elevades que a l'estiu (Hales, Edwards i Kovats, 2003), principalment a causa d'un augment de les defuncions per malalties cardiovasculars i respiratòries. La figura 1 il·lustra com fluctua la mortalitat a la ciutat de Barcelona en funció del mes de l'any, amb pics de mortalitat al voltant del mes de gener.

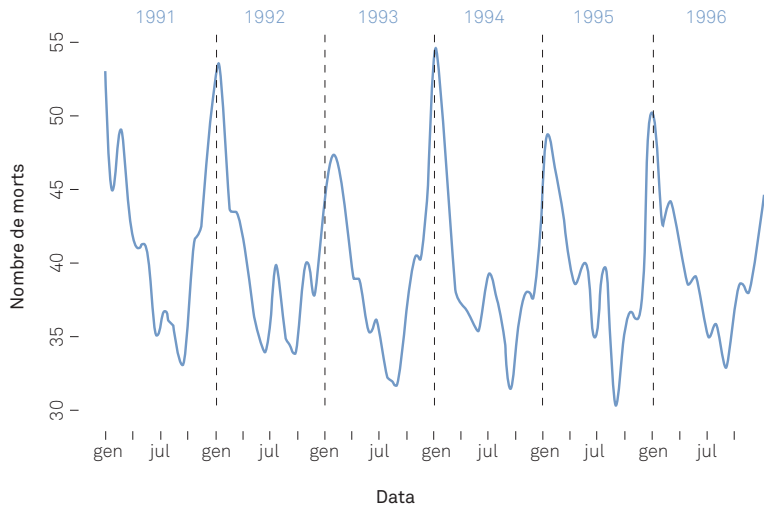


Figura 1. Mortalitat a Barcelona durant el període 1991-1996.

Les raons per les quals les infeccions respiratòries esdevenen més comunes a l'hivern són objecte de debat. Alguns autors han suggerit que respirar aire fred indueix canvis en la mucosa nasal que comporten una reducció en la resposta immune i ens fan més vulnerables a les infeccions (Eccles, 2002). Altres autors creuen que a l'hivern els virus es transmeten més fàcilment de persona a persona perquè passem més temps confinats en espais interiors tancats (Kalkstein, 1993). Pel que fa a l'augment hivernal en la mortalitat per malalties cardiovasculars, es pensa que podria estar relacionat amb alguns canvis fisiològics que tenen lloc a l'hivern, com l'elevació de la pressió arterial (Woodhouse, Khaw i Plummer, 1993) i l'augment dels nivells de colesterol i fibrinogen a la sang (Stout i Crawford, 1991).

Determinades malalties, com les al·lèrgies al pol·len, presenten també marcats patrons estacionals. Malgrat que la major part de les reaccions al·lèrgiques al pol·len apareixen a la primavera, aquestes es poden mantenir fins al començament de la tardor, atès que determinades espècies al·lèrgèniques tenen un període de pol·linització tardà (Thomas, 2004). Alguns estudis han relacionat nivells elevats de pol·len amb epidèmies i brots d'asma (Hajat, Goubet i Haines, 1997), tot i que els efectes semblen generalment limitats (Epton, *et al.*, 1997). Els atacs d'asma mostren també patrons estacionals que s'han associat a infeccions respiratòries, amb un pic d'asma en nens coincidint amb el retorn a l'escola després de les vacances d'estiu, i un pic en adults pocs dies després (Johnston, *et al.*, 2006).

L'escurçament del dia durant l'hivern s'ha relacionat també amb depressions hivernals (l'anomenat *seasonal affective disorder*) (Lurie, Gawinski, Pierce i Rousseau, 2006). Alguns estudis han suggerit que la causa podria ser un excés de melatonina segregada durant les hores de foscor, que augmenta la necessitat de dormir i disminueix el desig d'interaccionar amb altres persones (Thomas, 2004). En canvi, durant la primavera i l'estiu s'ha observat un creixement en la taxa de suïcidis, especialment els de caire violent, que es relaciona amb el major nombre d'hores de

sol diàries i l'augment de les temperatures (Lambert, *et al.*, 2003; Maes, *et al.*, 1994).

Meteorologia i salut

Al territori català la meteorologia té un caràcter molt contrastat, fins i tot en comarques veïnes, i el seu pronòstic resulta força complex si es compara amb el d'altres indrets d'Europa (Martín-Vide, 2005). Les modificacions en el temps meteorològic (a una escala temporal més reduïda que la del clima) tenen una gran influència sobre la nostra salut, el benestar i la nostra relació quotidiana amb l'entorn. En la majoria dels casos es podria dir que la meteorologia és la que decideix “quan” es patiran els efectes del clima. Una clara mostra la trobem en el cas de les al·lèrgies al pol·len. Mentre els usos del sol i el clima restringeixen el territori on creixeran determinades espècies al·lèrgiques, el nivell de pol·len a l'atmosfera en un moment concret dependrà de la temperatura, la humitat, la pluja, el vent i el sol d'aquell dia (Thomas, 2004). Així, per exemple, segons dades de la Xarxa Aerobiològica de Catalunya, operativa des de 1983, tot i que el pol·len de parietària és present a l'aire de Catalunya durant tot l'any, els nivells són especialment elevats en els dies freds i plujosos. De la mateixa manera, malalties infeccioses com la malària o el dengue, colpegen majoritàriament les regions on el clima és favorable per a la supervivència del mosquit responsable de la seva transmissió, però és la meteorologia la que determinarà quan i amb quina intensitat es produiran les epidèmies (Epstein, 1999).

Els efectes del temps sobre la nostra salut són molts i molt diversos i van des d'afeccions relativament lleus com la migranya a malalties greus com el càncer de pell. A més, el temps no repercuteix d'igual manera sobre tothom. Hi ha sectors de la població que són més sensibles als seus efectes, ja sigui per l'edat, per l'estat de salut basal, per la manca de mitjans per protegir-se del temps o per altres motius.

Estudis realitzats sobre com de sensibles som a la meteorologia han conclòs que una bona part de la població (sovint més del 50%) es queixa que el temps afecta la seva salut en major o menor grau (Von Mackensen, *et al.*, 2005). En una recerca recent realitzada a Alemanya i Canadà s'apunta que els fenòmens meteorològics que tenen un efecte subjectiu més marcat en la població són sobretot les tempestes, el fred, la humitat i la pluja (Von Mackensen, *et al.*, 2005). De fet, sovint resulta difícil separar l'efecte que cadascun dels elements meteorològics té sobre l'organisme. Alguns estudis han determinat, per exemple, que els símptomes de l'artritis reumatoide s'agreugen amb canvis en la temperatura, la humitat i la pressió atmosfèriques (Sato, 2003; Thomas, 2004). Alteracions brusques en les condicions meteorològiques també afecten el comportament dels nens. Un dels primers estudis realitzats sobre aquesta qüestió el va dur a terme un mestre d'escola nord-americà a principis del segle XX en observar un augment en els problemes disciplinaris quan es produïen canvis en el vent i la pressió atmosfèrica (Thomas, 2004). Estudis posteriors han confirmat l'alteració del comportament dels nens amb els canvis atmosfèrics, com ara l'apropament de tempestes (Thomas, 2004).

Però els elements meteorològics (temperatura, humitat, pressió atmosfèrica, vent, radiació solar, etc.) no es donen de manera aïllada sinó conjunta; aquest fet ha portat al desenvolupament de metodologies que capturin la repercussió conjunta dels elements sobre la salut de les persones, ja que presumiblement l'efecte combinat de diversos elements pot ser més significatiu que la suma dels efectes individuals de cada element (Kalkstein i Greene, 1997). Una de les metodologies més emprades ha estat el disseny d'índexs per avaluar el nivell de confort humà combinant la temperatura, el vent i/o la humitat. Alguns exemples en són la temperatura de sensació, la temperatura aparent, l'índex de xafigor (humídex), l'índex d'humitat, l'índex de disconfort o l'índex temperatura-humitat (Kalkstein, Maunder i Jendritzky, 1996). Altres autors han optat per metodologies més complexes,

com la classificació automatitzada de les masses d'aire d'una regió per avaluar-ne posteriorment les conseqüències sobre la salut (Kalkstein i Greene, 1997). No obstant aquests esforços, molts dels estudis sobre els efectes del temps en la salut continuen analitzant la incidència de cadascun dels elements per separat.

Temperatura

La relació entre la temperatura i el paisatge és evident. De fet, la temperatura afecta l'activitat de totes les espècies, incloent l'espècie humana, i condiciona els cicles de vida de la flora i la fauna. Així, per exemple, la modificació en la temperatura altera la floració, la caiguda de les fulles, la hibernació o les migracions. Al mateix temps, els canvis de temperatura condicionen també l'ús que fem del paisatge.

Les repercussions de la temperatura sobre la salut humana, i especialment sobre la mortalitat, han estat un dels temes més estudiats dins del camp de la biometeorologia. Tot i que l'augment de la mortalitat es fa especialment evident a temperatures extremes (onades de fred i de calor), temperatures més moderades també mostren un efecte sobre la mortalitat. Nombrosos treballs han observat que la relació entre temperatura i mortalitat pren forma de V o d'U, amb una temperatura intermèdia (temperatura de confort) en què la mortalitat és mínima (Braga, Zanobetti i Schwartz, 2001). A mesura que la temperatura s'allunya del valor de confort (ja sigui cap a temperatures més elevades o més baixes) s'observa un augment de la mortalitat. També s'han constatat relacions amb forma de J, que indiquen augments més pronunciats en la mortalitat per temperatures elevades que per temperatures baixes (Curriero, *et al.*, 2002). Tot i que, a primera vista, això pot semblar contradictori amb el fet que les taxes de mortalitat siguin més elevades a l'hivern que a l'estiu, cal tenir en compte que una part considerable de l'excés de morts hivernals és deguda a infeccions respiratòries, les quals no estan directament associades a la temperatura. L'efecte de la temperatura en aquest cas sembla ser més indirecte, possiblement a través de

l'augment del temps que les persones passen en espais interiors tancats durant l'hivern (Kalkstein i Greene, 1997).

S'ha comprovat que el valor absolut de la temperatura de confort varia àmpliament segons la regió. Així, per exemple, a Finlàndia la temperatura de confort se situa al voltant dels 14°C (Donaldson, Keatinge i Nayha, 2003), mentre que a Taiwan el mínim de mortalitat s'observa al voltant dels 28°C (Pan, Li i Tsai, 1995). En un estudi recent dut a terme a Espanya es va comprovar que la temperatura de confort varia des dels 13,9°C de Vigo fins als 23,3°C de Cartagena, passant pels 20,3°C de Barcelona (Sáez i Lertxundi-Manterola, 2005). En general, les regions càlides presenten temperatures de confort més elevades i augments de mortalitat més marcats amb el descens de les temperatures (The Eurowinter Group, 1997). Pel fet que, dins del context mundial, Catalunya es pot considerar una regió més aviat temperada càlida, és d'esperar que els efectes del fred al nostre territori siguin molt més pronunciats que als països de latituds superiors.

Tot i que habitualment, quan es parla de morts causades per la temperatura es pensa en defuncions per hipotèrmia o per cops de calor, aquestes representen només una petita fracció de l'excés de morts que s'observa durant períodes de temperatures elevades o baixes (Kalkstein i Greene, 1997). Les morts per malalties respiratòries o cardiovasculars, així com les morts per accidents, també mostren augments significatius amb l'increment o la disminució de la temperatura (Kalkstein i Greene, 1997; McGeehin i Mirabelli, 2001). A causa d'aquesta diversitat en les causes de mort que es relacionen amb la temperatura, sovint els estudis epidemiològics han avaluat el nombre total de morts experimentades "en excés" respecte a la mortalitat basal que se n'esperaria. A Barcelona, per exemple, s'ha estimat que un augment de 5°C per sobre de la temperatura de confort s'associa amb un augment del 12,6% en la mortalitat total (Sáez i Lertxundi-Manterola, 2005).

Com a animal homeoterm, l'ésser humà necessita mantenir una temperatura constant a l'interior del cos per tal que els

seus òrgans funcionin correctament. Això fa que haguem desenvolupat tota una sèrie de mecanismes d'adaptació per lluitar contra les condicions tèrmiques desfavorables del nostre entorn. Quan la temperatura ambiental ascendeix, el nostre cos respon intensificant la transpiració i vasodilatació dels capil·lars cutanis. L'augment en la transpiració ens ajuda a perdre calor a través de l'evaporació de la suor, que té lloc a expenses de l'energia tèrmica del cos. Per la seva banda, la vasodilatació dels capil·lars cutanis incrementa el flux de sang sota la pell, afavorint-ne el refredament per via de la radiació i convecció abans de tornar cap als òrgans interns (Thomas, 2004). Quan la temperatura ambiental disminueix, la reacció del nostre cos és precisament la contrària: els capil·lars cutanis pateixen una vasoconstricció per tal de minimitzar la pèrdua de calor a través de la pell. Quan aquest mecanisme no és suficient, s'inicia la contracció involuntària dels músculs per tal de produir calor: és el que es coneix com a tremolar de fred (Thomas, 2004). Tots aquests mecanismes termoreguladors imposen una càrrega considerable en el sistema cardiorespiratori que pot resultar excessiva per a les persones amb problemes de salut o d'edat avançada.

A més de fer augmentar la mortalitat per causes naturals, com ja s'ha comentat, les temperatures elevades també s'han relacionat amb un augment en els suïcidis i la violència (Maes, *et al.*, 1994). Amb l'increment de la temperatura el nostre cos pateix una sèrie de canvis fisiològics que estan estretament lligats amb els processos de regulació de les emocions. Canvis en la resposta de l'hipotàlem i les glàndules pituïtària i adrenal s'han associat amb alteracions del comportament agressiu. A més, els corticosteroides que s'alliberen quan suem influencien la producció de testosterona, la qual s'ha vinculat amb el comportament agressiu tant en homes com en dones (Thomas, 2004).

Humitat i pressió atmosfèrica

La humitat relativa a l'ambient condiona en gran mesura la temperatura que percep el nostre cos i contribueix a potenciar

els efectes de les altes temperatures (Kalkstein, Maunder i Jendritzky, 1996). A mesura que la humitat relativa augmenta, la pèrdua de calor a través de la transpiració es fa més ineficient en reduir-se el ritme d'evaporació de les gotes de suor. A més, la combinació d'altres temperatures i humitat s'ha relacionat amb una disminució en la capacitat de mantenir la concentració mental (Kalkstein, Maunder i Jendritzky, 1996).

Les persones que pateixen dolor crònic semblen ser especialment sensibles als canvis de pressió i humitat. En un estudi australià centrat en persones amb osteoartritis i/o artritis reumatoide, el 92% dels pacients van reportar que el temps afectava els seus símptomes i el 48% van assegurar que eren capaços de predir el temps en funció dels símptomes que tenien (Aikman, 1997). Diversos estudis han relacionat l'empitjorament dels símptomes artrítics amb la combinació de baixa temperatura, baixa pressió i alta humitat, condicions meteorològiques similars a les que es generen quan s'apropa una tempesta (Thomas, 2004). Malgrat que altres estudis han trobat també resultats similars (Aikman, 1997; Sato, 2003), no totes les investigacions han coincidit a trobar una relació entre meteorologia i dolor crònic (Redelmeier i Tversky, 1996). Això fa que alguns autors atribueixin aquestes troballes a factors psicològics, argumentant que els pacients artrítics necessiten identificar algun factor concret a qui donar la culpa del seu malestar o que el temps fred i humit els deprimeix i fa que sentin més acuradament el dolor (Redelmeier i Tversky, 1996; Thomas, 2004).

Radiació solar

La llum del sol és essencial per a la vida dels éssers vius, tant de les plantes com de les persones, ja que els permet desenvolupar les seves funcions vitals. Tot i la preocupació actual pels efectes negatius d'una exposició excessiva, la radiació solar té també moltes repercussions beneficioses per a les persones que cal no oblidar. Una exposició adequada augmenta la producció de vitamina D, una substància amb diversos efectes favorables per al

nostre organisme i que actua més com una hormona que com una vitamina. De fet, la major part de la vitamina D del nostre organisme (entre un 75% i un 90%) es genera gràcies a l'exposició a la radiació ultraviolada B (Thomas, 2004). Nivells adequats de vitamina D ajuden a prevenir malalties com l'osteoporosi o l'osteomalàcia (Thomas, 2004). A més, la deficiència de vitamina D en dones embarassades s'ha relacionat amb un major risc per als nounats de patir raquitisme (Specker, 1994), diabetis tipus 1 (Stene i Joner, 2003), asma (Camargo, et al., 2007) i esquizofrènia (Altschuler, 2001). En adults, deficiències de vitamina D s'han associat a un major risc de patir malalties del sistema immunitari com la diabetis tipus 1 o l'esclerosi múltiple, la prevalença de les quals és molt més marcada en latituds elevades (Thomas, 2004). Una altra conseqüència beneficiosa de la vitamina D és el seu paper protector contra els càncers de pròstata, mama i còlon, malalties que als Estats Units semblen ser entre dues i tres vegades més comunes a les regions amb més presència de núvols que a les regions més assolellades (Grant, 2002).

Una exposició excessiva a la radiació ultraviolada, però, pot tenir conseqüències adverses. L'Agència Internacional de Recerca del Càncer (IARC) ha classificat la radiació solar com a carcinògena per als humans. S'ha estimat que al voltant del 90% dels casos de càncer de pell sense melanoma i almenys dos terços dels melanomes són causats per la radiació ultraviolada. A més, en les últimes dècades la incidència del càncer de pell ha augmentat considerablement en diverses àrees del planeta, a causa, en part, de la disminució del gruix de la capa d'ozó que actua com a filtre de la radiació ultraviolada (Sánchez, 2006). A més del càncer de pell, l'exposició puntual a grans quantitats de radiació solar sense la protecció adequada (com ara la de molts estiuejants a les platges) s'associa a cremades i, a llarg termini, al fotoenvelliment de la pell caracteritzat per l'aparició prematura d'arrugues, sequedat i pèrdua d'elasticitat (Thomas, 2004). Els ulls són també uns òrgans sensibles als efectes de la radiació solar. L'exposició excessiva al sol s'ha relacionat amb l'aparició de fotoquerastasi

(l'equivalent ocular a les cremades de pell) i cataractes, que en ocasions arriben a causar ceguesa (Thomas, 2004).

Precipitacions i tempestes de llamps

És evident que la pluja moderada té efectes molt beneficiosos sobre el paisatge natural; de fet, és un factor decisiu de recuperació de paisatges degradats ja que afavoreix la revegetació espontània que fixa i estabilitza el sòl. Pel que fa als efectes sobre la salut humana, la presència de pluja no només té els efectes associats a l'augment de la humitat ambiental sinó també sobre les malalties al·lèrgiques durant el període de pol·linització. Generalment, la pluja fa disminuir els nivells de pol·len a l'atmosfera i, per tant, els símptomes al·lèrgics que s'hi associen. No obstant això, en ocasions, la pluja, i especialment les tempestes de llamps, poden tenir l'efecte contrari. Nombrosos estudis han observat importants epidèmies d'asma associades amb tempestes de llamps durant el període de pol·linització (Antó i Sunyer, 1997). Al Regne Unit, per exemple, les admissions hospitalàries per asma es van multiplicar per deu durant una forta tempesta de llamps que va tenir lloc al juny de 1994 (Davidson, Emberlin, Cook, Venables, 1996). A més, al voltant del 40% dels casos d'asma que es van produir no tenien antecedents previs d'asma, sinó de rinitis al·lèrgica. Tot i així, la majoria de tempestes de llamps no produeixen epidèmies d'asma, i les raons per les quals s'origina aquest fenomen encara no estan ben definides. Alguns investigadors han suggerit que la humitat ambiental i/o els ions positius que s'originen com a conseqüència dels canvis electromagnètics associats a les tempestes de llamps afavoreixen la fragmentació dels grans de pol·len i l'alliberament d'al·lèrgens de mida microscòpica que poden penetrar més fàcilment al tracte respiratori inferior, i induir l'aparició de símptomes bronquials al·lèrgics.

Els efectes més dramàtics de les tempestes de llamps, però, els trobem en les fulminacions. Tot i que aquest tipus de tempestes de llamps poden semblar esdeveniments no gaire usuals, a cada instant es produeixen unes dues mil tempestes de llamps



Imatge 1. La pluja moderada té efectes beneficiosos sobre el paisatge natural però, al mateix temps, incideix en la salut humana.

a la superfície terrestre, la qual cosa es tradueix en la caiguda de cent llamps per segon i vuit milions de llamps al dia (Uman, 1971). Aquesta notable freqüència fa que les fatalitats degudes a la fulminació per llamps siguin relativament comunes. Només als Estats Units s'estima que els llamps són responsables d'uns cent morts i tres-cents ferits cada any (Cherington, Yarnell i Lammereste, 1992). En el passat, la major incidència de morts per fulminació es registrava entre els pagesos (és el cas, per exemple, del besavi de l'autora) i mariners a causa de la caiguda directa del llamp sobre la persona aïllada en mig d'un espai obert i amb poc relleu (Lewis, 1997). Actualment, les víctimes inclouen també excursionistes, jugadors de golf i persones que practiquen altres activitats recreatives a l'aire lliure. Les lesions ocasionades pels llamps són les característiques d'un curtcircuit general dels sistemes elèctrics del nostre cos, com la transmissió de l'impuls cardíac o els impulsos del sistema nerviós central. Això fa que la majoria de les víctimes mortals (al voltant d'un 30% de les que han rebut l'impacte d'un llamp) (Whitcomb, et al., 2002) ho siguin a causa d'una parada cardiorespiratòria. Les víctimes que sobrevi-

uen solen patir cremades, lesions d'oïda, cataractes i problemes psicològics com l'estrès posttraumàtic (Lewis, 1997).

Vent

De manera similar a la humitat, el vent modifica l'eficàcia dels mecanismes termoreguladors del nostre organisme i influeix en la nostra percepció de la temperatura exterior i els seus efectes. Quan la temperatura és baixa, el vent intensifica la sensació de fred en emportar-se la fina capa d'aire calent que hi ha sobre la pell. D'altra banda, quan la temperatura és elevada el vent pot alleugerir la sensació de calor en facilitar l'evaporació de la suor (Thomas, 2004). A més, el vent influeix en els nivells de pol·len i contaminants atmosfèrics, com ara les partícules en suspensió o l'ozó, que tenen un efecte sobre la nostra salut. El paper del vent en aquest cas, però, pot ser tant positiu com negatiu, depenent de les característiques del vent i de la localització del(s) focus de "contaminació", com es veurà més endavant.

En determinades regions, el folklore popular ha associat tradicionalment trastorns del comportament o malestar físic amb determinats vents, com el mistral a França, el föhn a Suïssa, el sharav a Israel, el Santa Ana (o santana) als Estats Units o la tramuntana a l'Empordà. Aquestes creences estan tan arrelades que a països com Suïssa o Israel la presència del vent es considera com un atenuant en les sentències per crims (Thomas, 2004). Des d'una perspectiva científica, s'ha vist que els vents càlids i secs estimulen la presència d'ions positius a l'atmosfera, els quals poden alterar les reaccions bioquímiques del nostre organisme. Un dels efectes més estudiats és l'augment dels nivells de serotonina a la sang que produeixen l'anomenat *serotonin irritation syndrome*, caracteritzat per símptomes d'ansietat, irritabilitat, migranya, insomni i dificultats per respirar, entre d'altres. A Barcelona, una recerca recent va mostrar que el nombre de persones amb atacs de pànic al servei d'urgències psiquiàtriques de l'Hospital del Mar era tres vegades més gran els dies amb vent càlid de ponent (Bulbena, *et al.*, 2005).

Fenòmens meteorològics extrems

A Catalunya, els fenòmens meteorològics extrems de més rellevància són les onades de calor i els extrems del cicle hidrològic, tant sequeres com riuades (Martín-Vide, 2005). Afortunadament, altres fenòmens extrems com els huracans, els tornados o les tempestes tropicals han estat fins ara pràcticament absents a casa nostra. A escala mundial, però, aquests fenòmens tenen un gran impacte sobre el paisatge i sobre la salut de les persones. Durant la dècada dels anys noranta del segle XX, per exemple, es van comptabilitzar un total de 2.078 desastres meteorològics a tot el planeta, en els quals 601.219 persones van perdre la vida i 1.851.447.843 van resultar damnificades (Hales, Edwards i Kovats, 2003).

A més dels impactes directes (per exemple, ferides, morts per traumatisme o ofegament), els fenòmens meteorològics extrems sovint tenen altres afectacions indirectes en la nostra salut a través de l'alteració de l'ecosistema local i l'organització social. Canvis en l'ecosistema local poden traduir-se, per exemple, en un augment de les malalties infeccioses, ja sigui per la contaminació de l'aigua potable o per canvis en l'abundància i distribució d'insectes que transmeten malalties (McGeehin, Mirabelli, 2001). En situacions d'emergència, les infraestructures sanitàries poden quedar col·lapsades i l'accés als centres mèdics pot esdevenir complicat a causa de la destrucció de les infraestructures de transport. A més, la massificació de persones als refugis sovint va associada a l'aparició de brots de malalties respiratòries i diarriques (Hales, Edwards i Kovats, 2003). Dependent de la intensitat del desastre, la població pot patir també problemes psicològics com l'estrès posttraumàtic, o veure's obligada al desplaçament a causa de la pèrdua de la llar (Greenough, *et al.*, 2001; Patz, Engelberg i Last, 2000).

En les últimes dècades s'ha observat una tendència a l'amplificació en l'impacte dels desastres naturals. Això és degut sobretot al creixement del nombre d'habitants i a la seva concen-

tració en zones d'alt risc com les ciutats, les planes fluvials o les regions costaneres (Hales, Edwards i Kovats, 2003). Els països en vies de desenvolupament són els més vulnerables als extrems meteorològics a causa, majoritàriament, del tipus de construcció i la manca d'avenços tecnològics, infraestructures i sistemes d'alerta adequats. Àfrica és el continent amb la taxa més elevada de mortalitat associada a desastres naturals, però el 80% de les persones afectades per aquests desastres viuen a Àsia (Patz, Engelberg i Last, 2000). A més de modificacions en la vulnerabilitat de les poblacions, a causa del canvi climàtic es preveu que es doni un augment a escala global en la freqüència, duració i intensitat dels fenòmens meteorològics extrems i, consegüentment, de l'impacte que puguin tenir (IPCC, 2007).

Temperatures extremes

Per definició, temperatures extremes són aquelles que s'experimenten de manera poc freqüent en un territori. Això fa que no existeixi una definició estàndard a escala mundial del que es considera una onada de calor o de fred. En l'àmbit espanyol, l'Institut Nacional de Meteorologia estableix per a cada regió del país una temperatura llimdar a partir de la qual existeix un risc important (alerta taronja) o extrem (alerta vermella) per a les persones. Al territori català, el nivell d'alerta taronja s'assoleix quan la temperatura màxima supera els 37°C (a les comarques costaneres o muntanyenques) o 39°C (a les comarques de l'interior), o bé quan la temperatura mínima baixa dels -4°C (a les comarques costaneres), -8°C (a les comarques de l'interior) o -10°C (a les comarques muntanyenques). S'entra al nivell d'alerta vermella quan la temperatura màxima assoleix valors 2°C superiors o la temperatura mínima assoleix valors 4°C inferiors a les respectives temperatures llimdar d'alerta taronja.

Durant els episodis de temperatures extremes s'observa un augment acusat de la mortalitat, especialment per causes respiratòries i cardiovasculars (Medina i Schwartz, 2007). Els grups de població més vulnerables són les persones d'edat avançada i els

nens petits, així com les dones i les persones amb problemes de salut preexistents que limiten la seva capacitat termoreguladora (per exemple, diabetis, obesitat, afeccions cardiorespiratòries) (Patz, Engelberg i Last, 2000). Un altre factor destacat de vulnerabilitat és el nivell socioeconòmic: les persones amb recursos limitats no només tenen un pitjor estat de salut basal i un accés limitat als serveis sanitaris (especialment als països sense sanitat pública), sinó que també solen viure en habitatges mal condicionats i sense sistemes d'adaptació com la calefacció o l'aire condicionat, els quals determinen, en gran mesura, la nostra exposició a les temperatures extremes existents a l'exterior (McGeehin i Mirabelli, 2001; Medina i Schwartz, 2007).

L'augment de la mortalitat a causa del fred se sol observar dos o tres dies després de l'inici de les temperatures extremes, mentre que els efectes de la calor s'aprecien de manera més immediata (Braga, Zanobetti i Schwartz, 2002; Curriero, *et al.*, 2002). A l'estiu, els efectes més devastadors s'observen quan les temperatures elevades es mantenen durant diversos dies consecutius i a la nit no refresca (Ramlow i Kuller, 1990). Així, per exemple, a la ciutat de Barcelona es va constatar que durant períodes de tres o més dies consecutius amb temperatures màximes superiors als 29°C, la mortalitat respiratòria i cardiovascular augmentava un 13% i 4%, respectivament (Sáez, *et al.*, 1995). També s'ha observat en diverses recerques que les onades de calor tenen un efecte més pronunciat quan s'esdevenen a començaments d'estiu. Això és degut, en part, a la nostra aclimatació fisiològica a les altes temperatures a mesura que avança l'estiu, però també a l'anomenat efecte *harvesting*, és a dir, a l'avançament de la defunció d'algunes persones amb un estat de salut fràgil que havien de morir, igualment, en un futur pròxim (Keatinge, *et al.*, 2000). L'efecte *harvesting* és també el responsable que, en ocasions, s'observi una disminució de la mortalitat en els dies posteriors a una onada de calor. S'ha estimat que al voltant d'un 10%-40% de les morts associades a la calor poden ser degudes a l'efecte *harvesting*, que acostuma a ser menor quan

les temperatures són extremadament elevades (Le Tertre, *et al.*, 2006; Kalkstein, 1993; Medina i Schwartz, 2007).

A Europa, una de les onades de calor més devastadores va ser la de l'any 2003, on l'inici anticipat del període de calor propi de l'estiu, les temperatures inusualment elevades i les condicions perllongades d'estrès tèrmic, van produir un increment extrem de la mortalitat. Els efectes de l'onada de calor de l'estiu de 2003 han estat analitzats a països com França, Itàlia, Portugal, Regne Unit i Espanya. A França, on l'impacte de l'onada de calor va ser especialment important, s'ha estimat un excés de 14.800 defuncions per sobre de les esperades, equivalent a un 60% d'augment de la mortalitat durant el període de l'1 al 20 d'agost de 2003 (Ledrans, *et al.*, 2004). A Espanya, entre l'1 de juny i el 31 d'agost de 2003, es van identificar tres onades de calor, amb un augment de la mortalitat del 8% (43.212 morts observades davant les 40.046 esperades). L'excés de mortalitat es va observar només en els majors de 65 anys i en aquest grup va ser del 15% (Martínez i Simón, 2004). Aquest episodi meteorològic extrem va evidenciar la insuficient preparació dels sistemes sanitaris arreu d'Europa per fer front a situacions com aquesta. Per tal de millorar el coneixement disponible i facilitar l'elaboració de programes de prevenció i control, una xarxa d'investigadors epidemiòlegs, meteoròlegs i experts en salut pública han dut a terme el projecte PHEWE (*Assessment and Prevention of Acute Health Effects on Weather Conditions in Europe*) a setze ciutats d'Europa, inclosa Barcelona (Michelozzi, *et al.*, 2007).

Extremes del cicle hidrològic: inundacions i sequeres

A Catalunya, la pluviometria és en general modesta i amb una variació anual considerable (al voltant del 20%–40%) (Martín-Vide, 2005). La intensitat de les precipitacions, però, pot arribar a ser molt alta, la qual cosa fa que les pluges torrencials siguin un dels riscos climàtics més rellevants d'aquest territori. Les precipitacions intenses poden donar lloc a inundacions o riudes que,

en ocasions, tenen greus conseqüències per al paisatge i per a la salut de la població.



Imatge 2. Els fenòmens meteorològics extrems afecten la salut humana a través dels impactes directes però també per l'alteració dels ecosistemes locals i l'organització social.

Les inundacions sobtades són les que presenten el major risc de mortalitat, principalment deguda a ofegaments o l'arrossegament pel corrent contra objectes contundents (Greenough, *et al.*, 2001; Hales, Edwards i Kovats, 2003). Als Estats Units, per exemple, entre el 1969 i el 1981, el 90% de les 1.185 morts que van ocórrer en trenta-dos inundacions sobtades van ser degudes a ofegaments (French, Ing, Allmen i Wood, 1983). Les inundacions que tenen lloc de manera més gradual solen provocar menys morts, però poden causar també altres accidents, com electrocucions o ferides de diversa gravetat (Greenough, *et al.*, 2001). A mitjà termini, les inundacions poden originar problemes relacionats amb la manca d'aigua potable i/o la seva contaminació amb aigües residuals o altres components tòxics (Patz, Engelberg i Last, 2000). A més, les llars afectades per les inundacions sovint presenten problemes d'humitat i creixement de fongs a les parets, que s'han associat amb símptomes respiratoris. Com en el cas d'altres desastres naturals, també poden aparèixer proble-

mes de salut relacionats amb l'alteració de l'ecosistema local i l'organització social. Tot i que les inundacions solen ser més devastadores en els països en vies de desenvolupament, les seves conseqüències no han de ser menyspreades en els països industrialitzats. Les inundacions que van produir-se a l'Europa central el 1997, per exemple, van oferir com a tràgic balanç més d'un centenar de morts i aproximadament dues-centes mil persones sense llar (IFRC, 1998).

A l'altre extrem del cicle hidrològic hi ha les sequeres, amb efectes no menys preocupants que solen afectar territoris més amplis i durant períodes de temps més llargs. A escala global, els efectes més dramàtics de les sequeres es relacionen amb el seu impacte sobre la producció alimentària (Patz, Engelberg i Last, 2000). Als països pobres, on la manca d'aliments és comuna, una sequera pot agreujar considerablement els problemes de malnutrició i fam. A més, l'escassetat d'aigua fa que proliferin malalties com les diarrees, la sarna o la conjuntivitis, ja que la població fa servir l'aigua prioritàriament per beure i cuinar, en detriment de la higiene personal (Hales, Edwards i Kovats, 2003; Patz, Engelberg i Last, 2000). Així doncs, no és estrany que moltes de les morts associades a les sequeres sovint es relacionin amb infeccions causades per la combinació de la manca d'higiene i el debilitament del sistema immunitari provocat per la malnutrició (Tomkins, 1986).

Als països industrialitzats, la reducció en la producció alimentària associada a les sequeres representa un problema fonamentalment de caire econòmic gràcies a la capacitat d'importar aliments, i de pagar-ne l'elevat preu (Greenough, *et al.*, 2001; Sáez i Lertxundi-Manterola, 2005). Tot i així, les sequeres tenen altres impactes com l'augment del risc d'incendis forestals, que no tan sols poden causar morts i ferits de manera directa, sinó que també tenen un impacte indirecte mitjançant la contaminació de l'aire (Patz, Engelberg i Last, 2000). La combustió de matèria orgànica produeix grans quantitats de partícules fines que en ser respirades poden exacerbar o provocar problemes cardíacs

i respiratoris en persones sensibles. A Florida, per exemple, durant els incendis de 1998 es va observar un augment considerable en les visites d'urgències per problemes d'asma, bronquitis i mal de pit (CDC, 1999). Altres incendis a Àsia i Amèrica del Sud van provocar també efectes similars (Brauer, 1999; Organització Mundial de la Salut, 1999). Durant l'octubre de 2003, al sud de Califòrnia, diversos incendis van cremar més de 3.000 km². El fet que el fum dels incendis afectés les comunitats on es duia a terme un estudi epidemiològic sobre salut infantil va permetre als investigadors obtenir mesures individuals i comunitàries d'exposició al fum dels incendis. Tots els símptomes respiratoris, l'ús de medicaments i les visites mèdiques van augmentar en els nens amb més exposició al fum (Künzli, *et al.*, 2006).

Paisatge urbà, clima i salut

Segons dades de l'ONU, l'any 2008 la meitat de la humanitat viu en ciutats. A Espanya aquesta xifra va ser superada fa més de mig segle i, actualment al voltant del 77% de la població viu en zones urbanes. A més, es preveu que el percentatge de població urbana continuï creixent a Espanya i se situï al voltant del 82% l'any 2030. A causa de l'alta densitat de població, l'ocurrència de fenòmens meteorològics adversos a les zones urbanes té el potencial d'afectar a molts individus. A més, per les seves característiques, les ciutats poden potenciar els efectes negatius de segons quins fenòmens. Així, per exemple, la quasi absoluta impermeabilització del sòl a les grans urbs fa que augmenti el risc d'inundacions sobtades quan es produeixen precipitacions torrencials (Greenough, *et al.*, 2001). L'abundància de ciment i asfalt, així com la presència d'edificis alts, cotxes i processos industrials fan que la temperatura a les grans ciutats sigui uns 3-6°C més elevada que a les zones rurals circumdants (Thomas, 2004). Això, sumat a un menor refredament nocturn a conseqüència de l'alta capacitat de retenir calor i d'evitar l'evaporació dels materials presents en els

paisatges urbans, provoca que els habitants de les grans ciutats pateixin les pitjors conseqüències de les onades de calor (Buechley, Van Bruggen i Truppi, 1972; McGeehin i Mirabelli, 2001). Aquest fenomen, conegut com a *urban heat island* (illa urbana de calor), ha estat descrit per diversos autors. A l'estat de Missouri (EUA), per exemple, un estudi sobre els efectes de l'onada de calor de 1980 va constatar que a les àrees metropolitanes de Saint Louis i Kansas City la mortalitat va augmentar un 57% i 64% respectivament, mentre que a les zones rurals del mateix estat l'augment va ser únicament d'un 10% (Jones, *et al.*, 1982).



Imatge 3. Per les característiques pròpies del paisatge urbà els habitants de les grans ciutats pateixen més les altes temperatures.

El clima posseeix també la capacitat de modificar l'efecte que la contaminació atmosfèrica de les grans urbs té sobre la nostra salut. Aquesta influència climàtica pot tenir una rellevància especial a les ciutats amb nivells elevats de contaminació atmosfèrica, com és el cas de la ciutat de Barcelona. S'ha demostrat que els dies amb nivells alts de contaminants atmosfèrics (com les partícules en suspensió, l'ozó, el diòxid de sofre o el diòxid de nitrogen) augmenten les admissions hospitalàries per problemes respiratoris i cardiovasculars (Brunekreef i Holgate, 2002), així com el nombre de morts (Brunekreef i Holgate, 2002; Thurs-

ton i Ito, 2001). Diversos estudis han observat que els efectes adversos del diòxid de sofre, l'ozó i les partícules en suspensió són més pronunciats els dies amb temperatures elevades (Bobak i Roberts, 1997; Sartor, Snacken, Demuth i Walckiers, 1995; Katsouyanni, *et al.*, 1993; de Diego, León, Perpiñá, Compte, 1999). A més, els efectes de la contaminació segueixen patrons estacionals, amb un impacte més acusat durant els mesos càlids (Medina-Ramon, Zanobetti i Schwartz, 2006; Sunyer, *et al.*, 1996). A Barcelona, per exemple, es va veure que un augment de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la concentració de diòxid de sofre a l'atmosfera es traduïa en un increment de la mortalitat respiratòria del 24% durant l'estiu i del 8% durant l'hivern (Sunyer, *et al.*, 1996d). Es creu que les diferències estacionals en l'impacte de la contaminació atmosfèrica poden ser degudes al fet que a l'estiu la població està més exposada als contaminants atmosfèrics en passar més temps a l'exterior i amb les finestres obertes.

La meteorologia, juntament amb el nivell d'emissions, és un dels determinants clau de la concentració de contaminants a l'atmosfera. En termes generals, a les ciutats espanyoles els nivells més elevats de contaminació atmosfèrica es produeixen a l'hivern i els més baixos a l'estiu, excepte en el cas de l'ozó (Ballesster, 2005). De fet, l'ozó és el contaminant que més dependència té del clima, ja que la seva formació a partir d'òxids de nitrogen i compostos orgànics volàtils està subjecta a la presència de radiació ultraviolada i és més eficient a temperatures altes (Ballesster, 2005; Patz, Engelberg i Last, 2000). La meteorologia, a més, pot fer augmentar els nivells de contaminació de forma indirecta en fomentar l'ús de calefaccions i d'aires condicionats que van associats a l'ús d'energia elèctrica o combustibles fòssils. La dispersió dels contaminants també es veu influenciada per la meteorologia, de manera que l'acumulació de contaminants a la zona d'emissió és superior en presència de masses d'aire d'alta pressió i en absència de precipitació i vent (Patz, Engelberg i Last, 2000). Un exemple de la importància del vent en el transport de contaminants el trobem en el cas de les epidèmies d'asma que es vin-

culen a les descàrregues de soja al port de Barcelona. Entre 1983 i 1987 es van identificar vint-i-sis brots epidèmics d'asma a la ciutat. Aquests brots van suposar 1.155 visites per atacs d'asma al serveis d'urgències hospitalàries i unes vint defuncions. Diversos estudis epidemiològics van permetre demostrar que aquests brots eren ocasionats per la inhalació de pols de soja procedent de les descàrregues dels vaixells al port. El fet que només en una petita proporció dels dies de descàrrega de soja es produïssin brots d'asma estava relacionat, en part, amb les condicions meteorològiques, ja que tots els dies epidèmics van coincidir amb masses d'aire d'alta pressió atmosfèrica i vents suaus de sud-est i sud-oest, condicions que afavorien el transport aeri de la pols de soja des del port a la ciutat (Antó, Sunyer, Rodríguez, Suárez i Vázquez, 1989).

Finalment, cal fer menció de la influència que el clima interior dels edificis exerceix sobre la salut de les persones que hi habiten. Sovint, el clima interior depèn en gran mesura del clima exterior, especialment als països pobres o amb climes moderats, on l'ús de sistemes de climatització interior no està gaire estès (Kalkstein, Maunder i Jendritzky, 1996). Tot i que s'ha evidenciat que aquests sistemes de climatització poden ser d'utilitat a l'hora de prevenir els efectes adversos vinculats amb les temperatures extremes (Medina-Ramon i Schwartz, 2007), en ocasions també poden propiciar problemes. Per exemple, viure en un clima interior constant pot interferir en la nostra capacitat d'adaptar-nos fisiològicament als canvis de temperatura (Thomas, 2004). A més, el contrast de temperatura entre l'interior i l'exterior pot arribar a ser considerable (de l'ordre dels 10-15°C), la qual cosa comporta un xoc en sortir a l'exterior que pot causar dificultats cardiorespiratòries en els individus susceptibles (Thomas, 2004). Problemes en els sistemes de climatització s'han relacionat també amb la síndrome de l'edifici malalt, que comporta la presència de trastorns de salut inespecífics com malestar general, mal de cap, cansament, manca de concentració, irritació i sequedat de les mucoses, rinitis, etc. (Burge, 2004; Thomas, 2004). Aquests

problemes, malgrat trobar-se influenciats pel clima interior, semblen estar més aviat lligats a una ventilació defectuosa o a la presència de contaminants causats o potenciats pels sistemes de climatització (Thomas, 2004).

Conclusions

Com s'ha vist, el clima i la meteorologia condicionen en gran part el paisatge d'una zona i, al mateix temps, tenen una gran influència sobre la salut i el benestar de les persones. Així, per exemple, el clima determina els conreus d'una àrea i, de retruc, la dieta tradicional dels seus habitants; les variacions estacionals estan estretament relacionades amb tendències de morbiditat i mortalitat de la població; i, fins i tot, els canvis de temps meteorològic al llarg d'un dia tenen un efecte palpable en el nostre cos. Factors meteorològics com la temperatura, la humitat, la radiació solar, les precipitacions o el vent estan estretament lligats a l'aparició o agreujament de trastorns de salut tant aguts com crònics. Els efectes més marcats els trobem quan els fenòmens meteorològics són extrems, com en el cas d'onades de calor o inundacions. En aquest sentit, l'augment en la freqüència de fenòmens meteorològics extrems a causa del canvi climàtic pot tenir repercussions greus en el paisatge i en la salut de gran part de la població mundial. Actualment, gràcies als avenços tècnics que s'han produït al llarg de la història, l'ésser humà s'ha pogut aïllar, en certa mesura, de les inclemències del temps. Tanmateix, una part substancial de la població segueix en una situació de vulnerabilitat respecte al clima, ja sigui per la manca de recursos per accedir a les tecnologies d'adaptació, ja sigui per problemes de salut preexistents. Davant l'amenaça del canvi climàtic, conèixer quines són les característiques que fan augmentar la nostra vulnerabilitat al clima serà essencial per al disseny d'estratègies d'adaptació al canvi i la prevenció dels seus efectes. Les soluci-

ons adaptatives, però, hauran de buscar sempre la compatibilitat amb les polítiques de mitigació de l'efecte hivernacle.

Referències bibliogràfiques

- AIKMAN, Helen (1997). "The association between arthritis and the weather", *International Journal Biometeorology*, vol. 40, núm. 4, p.192-199.
- ALTSCHULER, Eric Lewin (2001). "Low maternal vitamin D and schizophrenia in offspring", *Lancet*, vol. 358, núm. 9291, p. 1464-1465.
- ANTÓ, Josep Maria; SUNYER, J.; RODRÍGUEZ, R; SUÁREZ, M.; VÁZQUEZ, L. (1989). "Community outbreaks of asthma associated with inhalation of soybean dust. Toxicoepidemiological Committee", *The New England Journal of Medicine*, vol. 320, núm. 17, p. 1097-1102.
- ANTÓ, Josep Maria; SUNYER, Jordi (1997). "Thunderstorms: a risk factor for asthma attacks", *Thorax*, vol. 52, núm. 8, p. 669-670.
- BALLESTER, Ferran (2005). "Contaminación atmosférica, cambio climático y salud", *Revista Española de Salud Pública*, vol. 79, núm. 2, p. 159-175.
- BOBAK, Martin; ROBERTS, Anthony (1997). "Heterogeneity of air pollution effects is related to average temperature", *Bmj*, vol. 315, núm. 7116, p.1161.
- BRAGA, Alfesio Luís; ZANOBETTI, Antonella; SCHWARTZ, Joel (2002). "The effect of weather on respiratory and cardiovascular deaths in 12 U.S. cities", *Environmental Health Perspectives*, vol. 110, núm. 9, p. 859-863.
- BRAGA, Alfesio Luís; ZANOBETTI, Antonella; SCHWARTZ, Joel. (2001). "The time course of weather-related deaths", *Epidemiology*, vol. 12, núm. 6, p. 662-667.
- BRAUER, Michael (1999). "Health impacts of air pollution from vegetation fires" dins K. Goh, D. Shwela, J. Goldammer i O. Simpson (eds.). *Health guidelines for vegetation fires events: background papers*. Singapur: Institute of Environmental Epidemiology, WHO.
- BRUNEKREEF, Bert; HOLGATE, Stephen (2002). "Air pollution and health", *Lancet*, vol. 360, núm. 9341, p. 1233-1242.
- BUECHLEY, RW; VAN BRUGGEN, J; TRUPPI, LE. (1972). "Heat island equals death island?", *Environmental Research*, vol. 5, núm. 1, p. 85-92.
- BULBENA, A.; et al. (2005). "Panic anxiety, under the weather?", *International Journal Biometeorol*, vol. 49, núm. 4, p. 238-243.
- BURGE, Sherwood (2004). "Sick building syndrome", *Occupational and Environmental Medicine*, vol. 61, núm. 2, p. 185-190.
- CAMARGO, Carlos A.; et al. (2007). "Maternal intake of vitamin D during pregnancy and risk of recurrent wheeze in children at 3 y of age", *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 85, núm. 3, p. 788-795.
- CDC (1999). "From the Centers for Disease Control and Prevention. Surveillance of morbidity during wildfires—Central Florida, 1998", *JAMA*, vol. 281, núm. 9, p. 789-790.
- CHERINGTON, Michael; YARNELL, Philip; LAMMERESTE, D. (1992). "Lightning strikes: nature of neurological damage in patients evaluated in hospital emergency departments", *Annals of Emergency Medicine*, vol. 21, núm. 5, p. 575-578.
- CURRIERO, F.C.; et al. (2002). "Temperature and mortality in 11 cities of the eastern United States", *American Journal Epidemiology*, vol. 155, núm. 1, p. 80-87.
- DAVIDSON, A.C.; EMBERLIN, J.; COOK, A.D.; VENABLES, K.M. (1996a). "A major outbreak of asthma associated with a

- thunderstorm: experience of accident and emergency departments and patients' characteristics. Thames Regions Accident and Emergency Trainees Association", *British Medical Journal*, vol. 312, núm. 7031, p. 601-604.
- DE DIEGO, Damiá; LEÓN, M.; PERPIÑÁ, M.; COMPTE, L. (1999). "Effects of air pollution and weather conditions on asthma exacerbation", *Respiration*, vol. 66, núm. 1, p. 52-58.
- DONALDSON, GC; KEATINGE, WR; NAYHA, S. (2003). "Changes in summer temperature and heat-related mortality since 1971 in North Carolina, South Finland, and Southeast England", *Environmental Research*, vol. 91, núm. 1, p. 1-7.
- EBI, Kristie; MEARNS, Linda; NYENZI, Buruhani (2003). "Weather and climate: changing human exposures", dins A.J. McMichael, *et al. Climate change and human health. Risks and responses*. Ginebra: OMS.
- ECCLES, Ron (2002). "An explanation for the seasonality of acute upper respiratory tract viral infections", *Acta Otolaryngology*, vol. 122, núm. 2, p. 183-191.
- EPSTEIN, Paul R. (1999). "Climate and health", *Science*, vol. 285, núm. 5426, p. 347-348.
- EPTON, M.J.; *et al.* (1997). "Climate and aeroallergen levels in asthma: a 12 month prospective study", *Thorax*, vol. 52, núm. 6, p. 528-534.
- FRENCH, J.; ING, R.; ALLMEN, S. Von; Wood, R. (1983). "Mortality from flash floods: a review of national weather service reports, 1969-81", *Public Health Rep*, vol. 98, núm. 6, p. 584-588.
- GRANT, William (2002). "An estimate of premature cancer mortality in the U.S. due to inadequate doses of solar ultraviolet-B radiation", *Cancer*, vol. 94, núm. 6, p. 1867-1875.
- GREENOUGH, GREGG; *et al.* (2001). "The potential impacts of climate variability and change on on Air Pollution-Related Health Effects in the United States", *Environmental Health Perspectives*, vol. 109, Suppl 2, p. 185-189.
- HAJAT, S; GOUBET, SA; HAINES, A. (1997). "Thunderstorm-associated asthma: the effect on GP consultations", *British Journal of General Practice*, vol. 47, núm. 423, p. 639-641.
- HALES, Simon; EDWARDS, Sally; KOVATS, Sari. (2003). "Impacts on health of climate extremes", dins A.J. McMichael, *et al. Climate change and human health. Risks and responses*. Ginebra: OMS, p. 79-102.
- HIPÒCRATES (segle V aC). "Tractat dels aires, les aigües i els llocs". Citat per: THOMAS, P. (2004). "The human barometer", dins Thomas Pat. *Under the weather. How the weather and climate affect our health*. Londres: Fusion Press, p. 92-108.
- IFRC (1998). *International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. World disaster report 1997*. Nova York: Oxford University Press.
- IPCC (2007). "Resumen para responsables de políticas", dins Susan Salomon (ed.). *Climate Change 2007: the physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. [en línia]. <<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-spm-sp.pdf>> [consulta: 22.01. 2008].
- JOHNSTON, N.W.; *et al.* (2006). "The September epidemic of asthma hospitalization: school children as disease vectors", *Journal Allergy Clinical Immunology*, vol. 117, núm. 3, p. 557-562.
- JONES, T.S.; *et al.* (1982). "Morbidity and mortality associated with the July 1980 heat wave in St Louis and Kansas City, Mo", *JAMA*, vol. 247, núm. 24, p. 3327-3331.
- KALKSTEIN, Laurence (1993). "Health and climate change. Direct impacts in cities", *Lancet*, vol. 342, núm. 8884, p. 1397-1399.
- KALKSTEIN, Laurence; GREENE, John Scott (1997). "An evaluation of climate/mortality relationships in large U.S. cities and the possible impacts of a climate change", *Environmental Health Perspectives*, vol. 105, núm. 1, p. 84-93.
- KALKSTEIN, Laurence; MAUNDER, WJ; JENDRITZKY, G. (1996). *Climate and human health*. Gènova: World Meteorological Organization.

- KATSOUYANNI, K.; *et al.* (1993). "Evidence for interaction between air pollution and high temperature in the causation of excess mortality", *Archives of environmental health*, vol. 48, núm. 4, p. 235-242.
- KEATINGE, W.R.; *et al.* (2000). "Heat related mortality in warm and cold regions of Europe: observational study", *British Medical Journal* (Clinical Research ed.), vol. 321, núm. 7262, p. 670-673.
- KÜNZLI, Nino; *et al.* (2006). "Health effects of the 2003 Southern California wildfires on children", *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, vol. 174, núm. 11, p. 1221-1228.
- LAMBERT, G.; *et al.* (2003). "Increased suicide rate in the middle-aged and its association with hours of sunlight", *The American Journal of Psychiatry*, vol. 160, núm. 4, p. 793-795.
- LE TERTRE, Alain; *et al.* (2006). "Impact of the 2003 heatwave on all-cause mortality in 9 French cities", *Epidemiology*, vol. 17, núm. 1, p. 75-79.
- LEDRANS, M.; *et al.* (2004). "The heat wave of August 2003: what happened?", *La Revue du Praticien*, vol. 54, núm. 12, p. 1289-1297.
- LURIE, Stephen; GAWINSKI, Barbara; PIERCE, Deborah; ROUSSEAU, Sally J. (2006). "Seasonal affective disorder", *American Family Physician*, vol. 74, núm. 9, p. 1521-1524.
- MAES, M.; *et al.* (1994). "Synchronized annual rhythms in violent suicide rate, ambient temperature and the light-dark span", *Acta Psychiatrica Scandinavica*, vol. 90, núm. 5, p. 391-396.
- MARTÍNEZ, Ferran; SIMÓN, Fernando; LÓPEZ, Gonzalo (2004). "Valoración del impacto de la ola de calor del verano de 2003 sobre la mortalidad", *Gaceta Sanitaria*, vol. 18, suppl 1, p. 250-258.
- MARTÍN-VIDE, Javier (2005). "Factors geogràfics, regionalització climàtica i tendències de les sèries climàtiques a Catalunya", dins *Informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*. Barcelona: CADS, p. 87-111.
- MCGEEHIN, Michael; MIRABELLI, Maria (2001). "The potential impacts of climate variability and change on health impacts of extreme weather events in the United States", *Environmental Health Perspectives Supplements*, vol. 109, núm. 2, p. 191-198.
- MEDINA, Mercedes; SCHWARTZ, Joel (2007). "Temperature, temperature extremes, and mortality: A study of Acclimatization and effect modification in 50 United States cities", *Occupational and Environmental Medicine*, 28 de juny de 2007.
- MEDINA, Mercedes; ZANOBETTI, A; SCHWARTZ, Joel (2006). "The effect of ozone and PM10 on hospital admissions for pneumonia and chronic obstructive pulmonary disease: a national multicity study", *American Journal of Epidemiology*, vol. 163, núm. 6, p. 579-588.
- MICHELOZZI, Paola; *et al.* (2007). "Assessment and prevention of acute health effects of weather conditions in Europe, the PHEWE project: background, objectives, design", *Environmental Health*, vol. 6, p. 12.
- ORGANITZACIÓ MUNDIAL DE LA SALUT (1999). *Health guidelines for episodic vegetation fires events*. Ginebra: Organització Mundial de la Salut.
- PAN, Wen-Han; Li, Lung-An; Tsai Ming-Jan (1995). "Temperature extremes and mortality from coronary heart disease and cerebral infraction in elderly Chinese", *Lancet*, vol. 345, núm. 8946, p. 353-355.
- PATZ, Jonathan; ENGELBERG, David; LAST, John (2000). "The effects of changing weather on public health", *Annual Review of Public Health*, vol. 21, p. 271-307.
- RAMLOW, Jonathan; KULLER, Lewis (1990). "Effects of the summer heat wave of 1988 on daily mortality in Allegheny County, PA", *Public Health Reports*, vol. 105, núm. 3, p. 283-289.
- REDELMEIER, Donald; TVERSKY, Amos (1996). "On the belief that arthritis pain is related to the weather", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 93, núm. 7, p. 2895-2896.

- SÁEZ, Marc; *et al.* (1995). "Relationship between weather temperature and mortality: a time series analysis approach in Barcelona", *International Journal of Epidemiology*, vol. 24, núm. 3, p. 576-582.
- SÁEZ, Marc; LERTXUNDI-MANTEROLA, Aitana (2005). "Canvi climàtic i salut", dins *Informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*. Barcelona: CADS, p.647-673. [en línia] <<http://www.gencat.cat/cads/pdf/iccc/B12.pdf>> [consulta: 16.04.2008].
- SÁNCHEZ, CF. (2006). "Consideraciones sobre la capa de ozono y su relación con el cáncer de piel", *Revista Medica de Chile*, vol. 134, núm. 9, p. 1185-1190.
- SARTOR, F.; SNACKEN, R.; DEMUTH, C.; WALCKIERS, D. (1995). "Temperature, ambient ozone levels, and mortality during summer 1994, in Belgium", *Environmental Research*, vol. 70, núm. 2, p. 105-113.
- SATO, Jun (2003). "Weather change and pain: a behavioral animal study of the influences of simulated meteorological changes on chronic pain", *International Journal Biometeorology*, vol. 47, núm. 2, p. 55-61.
- SIMÓN, F.; LÓPEZ-ABENTE, G.; BALLESTER, E.; MARTÍNEZ, F. (2005). "Mortality in Spain during the heat waves of summer 2003", *Euro Surveill*, vol. 10, núm. 7, p. 156-161.
- SPECKER, Bonny (1994). "Do North American women need supplemental vitamin D during pregnancy or lactation?", *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 59, núm. 2, p. 484S-490S; discussion 490S-491S.
- STONE, Lars; JONER, Geir (2003). "Use of cod liver oil during the first year of life is associated with lower risk of childhood-onset type 1 diabetes: a large, population-based, case-control study", *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 78, núm. 6, p. 1128-1134.
- STOUT, RW; CRAWFORD, V. (1991). "Seasonal variations in fibrinogen concentrations among elderly people", *Lancet*, vol. 338, núm. 8758, p. 9-13.
- SUBIZA, Javier (2004). "Pólenes alérgicos en España", *Allergologia et Immunopathologia*, vol. 32, núm. 3, p. 121-124.
- SUNYER, J.; *et al.* (1996). "Air pollution and mortality in Barcelona", *Journal of Epidemiology and Community Health*, vol. 50, suppl 1, p. s76-80.
- THE EUROWINTER GROUP (1997). "Cold exposure and winter mortality from ischaemic heart disease, cerebrovascular disease, respiratory disease, and all causes in warm and cold regions of Europe", *Lancet*, vol. 349, núm. 9062, p. 1341-1346.
- THOMAS, Pat (2004). *Under the weather. How the weather and climate affect our health*. Londres: Fusion Press, p.165-196.
- THURSTON, George; ITO, Kazuhiko (2001). "Epidemiological studies of acute ozone exposures and mortality", *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, vol. 11, núm. 4, p. 286-294.
- TOMKINS, Andrew (1986). "Protein-energy malnutrition and risk of infection", *Proceedings of the Nutrition Society*, vol. 45, núm. 3, p. 289-304.
- TRICHOPOULOU, Antonia (2004). "Traditional Mediterranean diet and longevity in the elderly: a review", *Public Health Nutrition*, vol. 7, núm. 7, p. 943-947.
- UMAN, Martin. (1971). *Understanding lightning*. Carnegie: Bek Technical Publications, p. 17-65, 93.
- VON MACKENSEN, S.; *et al.* (2005). "Prevalence of weather sensitivity in Germany and Canada", *International Journal of Biometeorology*, vol. 49, núm. 3, p. 156-166.
- WARBURTON, Darren; NICOL, Crystal; BREDIN, Shannon (2006). "Health benefits of physical activity: the evidence", *Canadian Medical Association Journal*, vol. 174, núm. 6, p. 801-809.
- WILLETT, Walter (2006). "The Mediterranean diet: science and practice", *Public Health Nutrition*, vol. 9, núm. 1, p. 105-110.
- WOODHOUSE, Peter; KHAW, Kay-Tee; PLUMMER, Martyn (1993). "Seasonal variation of blood pressure and its relationship to ambient temperature in an elderly population", *Journal of Hypertension*, vol. 11, núm. 11, p. 1267-1274.