

# Viure de l'aire

per RICARD GUERRERO i MERCÈ BERLANGA amb il·lustració de CARLES PUCHE

Les dades estadístiques de població només existeixen des dels últims dos o tres segles. Fins i tot al segle XVIII pocs governs es dedicaven a realitzar un cens de població exacte. Es pensa que fa 100.000 anys la població mundial de la nostra espècie, *Homo sapiens sapiens*, no arribava al milió de persones. A l'any 8000 aC, érem 8 milions; en 1000 aC, 50 milions; en 500 dC, 190 milions; i al 1000 dC, 265 milions. La població mundial va passar dels gairebé 1.000 milions d'habitants el 1800 als 6.000 milions l'any 2000. En el 2018 s'estima que som uns 7.500 milions. Es pot extrapolar que la població mundial podria arribar a 11.400 milions l'any 2050 i a 15.300 milions el 2100.

En l'increment de la població mundial s'observen dos moments històrics significatius, la revolució neolítica i la revolució industrial. El neolític va canviar el sistema de l'alimentació humana. Els humans van passar de ser recol·lectors-caçadors a ser agricultors i ramaders. Per tant, havien aconseguit dues domesticacions, la de les plantes i la dels animals. I s'oblida que també n'hi va haver una tercera «domesticació»: la dels microbis. El pa, la cervesa, el vi, el formatge, el iogurt, etc. són productes alimentaris preparats mitjançant una intervenció microbiana. Durant molts segles, el creixement posterior va ser estable i equilibrat dins de les seves fluctuacions ocasionals, com ara anys de collites agràries bones i escasses, períodes de guerra i pau, períodes de «salut» i greus epidèmies, que restablien les proporcions i establien els límits naturals de tot creixement demogràfic excessiu. La revolució industrial va permetre obrir la senda d'un creixement econòmic sense parangó històric que va ampliar de manera gairebé il·limitada i indefinida les subsistències i els recursos necessaris per atendre aquesta població creixent i cobrir les seves necessitats bàsiques: queviures diversificats, habitatges i vestimentes noves; i altres que no ho eren fins llavors: mitjans de transport, sistemes de comunicació, i investigació mèdica i sanitària, que va permetre controlar moltes malalties, i per tant la mortalitat, especialment la infantil.

La principal font nutricional agrària mundial és en primer lloc els cereals, seguits dels llegums. No obstant això, només el 50 % de la producció de cereals es destina al consum humà: el 20 % es destina a pinsos per als animals i aproximadament un 5 % queda com a reservori de llavors. La resta, fins el 100 %, són pèrdues durant la recol·lecció, transport i emmagatzematge dels cereals. Les necessitats calòriques en humans inclouen l'energia bàsica que permet mantenir les constants vitals, és a

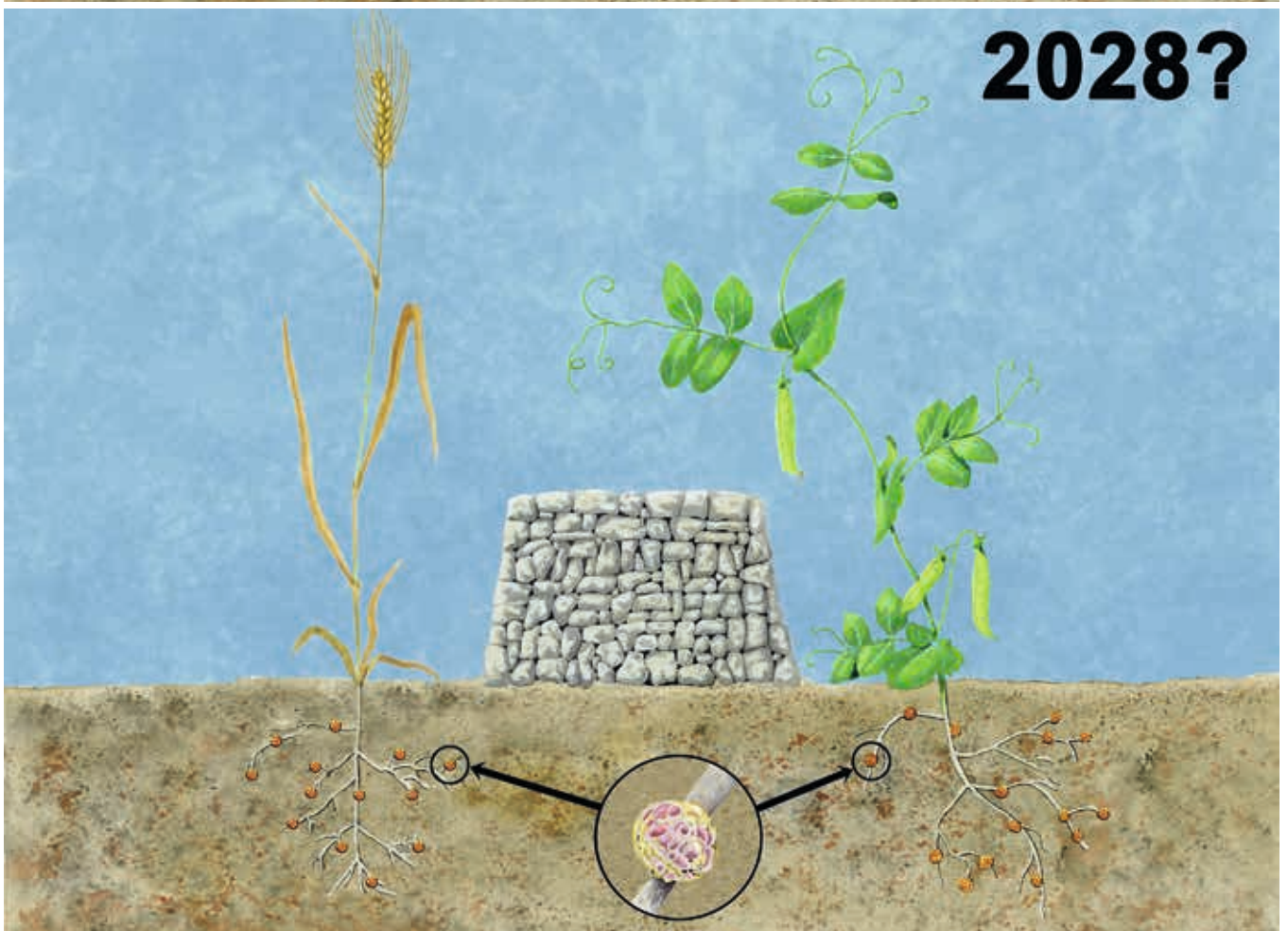
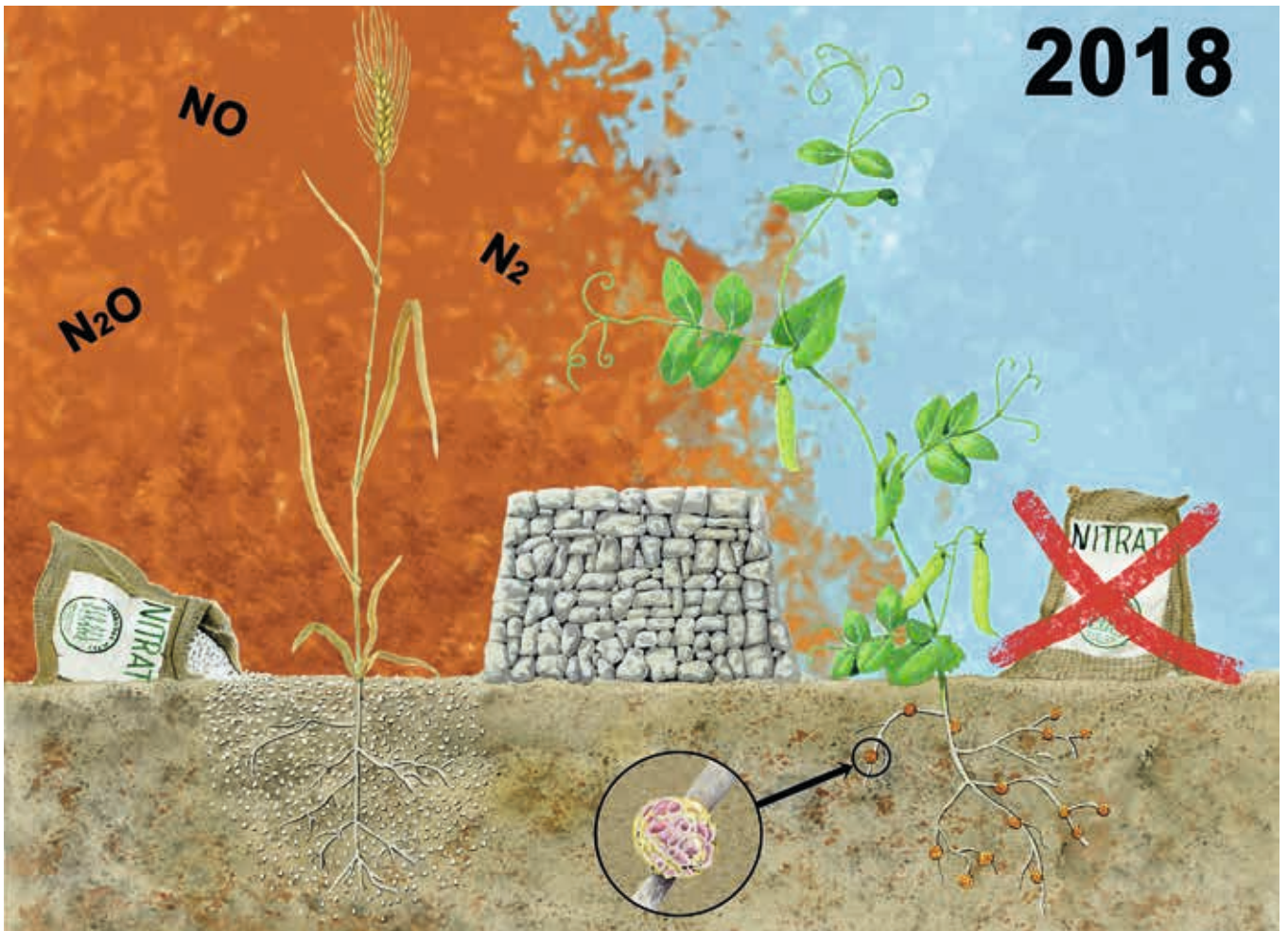
dir, l'energia del metabolisme basal (que depèn del sexe, l'edat, el pes i l'alçada) i una petita quantitat per a una lleugera activitat física. El requeriment calòric mínim recomanat varia per a cada país i depèn de les característiques demogràfiques i socioeconòmiques de la població. Els requeriments recomanats serien 2.150–2.500 quilocalories per persona i dia. El requeriment energètic no només ha de ser adequat en quantitat de quilocalories sinó que ha d'estar equilibrat de manera que l'energia ha de procedir dels tres macronutrients (carbohidrats, proteïnes i greixos) en les proporcions adequades.

Hi ha dos enzims essencials per al manteniment de la vida, la Rubisco (ribulosa bisfosfat carboxilasa oxigenasa) i la nitrogenasa, que són exclusivament bacterians i compleixen una funció primordial en els cicles biogeoquímics. L'enzim clau del cicle de Calvin-Benson, la Rubisco, catalitza la unió d'una molècula de ribulosa

**«Sense nitrogen no existiria la vida; aquest element ha estat un dels factors que més ha limitat el creixement de la població humana»**

i una molècula de CO<sub>2</sub> que, d'aquesta manera, s'incorpora a una molècula orgànica. S'utilitzen sis molècules de CO<sub>2</sub> per a formar-ne una de glucosa. La Rubisco es troba en els bacteris fotosintètics oxigènics, els fotosintètics anoxigènics vermells del sofre, molts quimiolitòtrofs i en uns corpuscles de la cèl·lula eucariòtica, els cloroplasts de les algues i les plantes. Els cloroplasts eren originàriament cianobacteris que van establir una endosimbiosi permanent. Avui dia, el subministrament dels requeriments energètics (carbohidrats) per nodrir la població humana no és el factor limitant, però sí que ho és el nitrogen (N). Els cereals aporten majoritàriament font de carboni i energia (carbohidrats) mitjançant la fotosíntesi i la fixació de CO<sub>2</sub>.

El nitrogen és un constituent clau de les cèl·lules, un component essencial dels aminoàcids i dels àcids nucleics. Sense nitrogen no existiria la vida i, de fet, aquest element ha estat un dels factors que més ha limitat el creixement de la població humana durant segles. De tots els nutrients minerals, el nitrogen és el que major efecte té en el creixement de les plantes i, per tant, en la productivitat primària dels ecosistemes. Tot i la gran quan-



titat de nitrogen que hi ha a l'aire (el 78 %), només els bacteris poden assimilar-lo en aquesta forma mitjançant l'enzim nitrogenasa, formant amoníac ( $\text{NH}_3$ ) que posteriorment és transformat en aminoàcids ( $-\text{NH}_2$ ). Les plantes estan obligades a utilitzar les formes combinades presents al sòl (principalment  $\text{NO}_3^-$ ). La fixació biològica contribueix globalment al subministrament del nitrogen necessari per les plantes. Per complementar aquestes necessitats, s'utilitza l'amoní de síntesi química en forma de fertilitzants afegits al sòl durant els conreus. La utilització d'aquests fertilitzants està conduint a un deteriorament del medi ambient. Un excés de nitrats afavoreix la desnitrificació (procés biològic que consisteix a passar de nitrats a  $\text{N}_2$  gasós). La desnitrificació produeix gasos intermedis (monòxid de nitrogen,  $\text{NO}$ , i òxid de dinitrogen,  $\text{N}_2\text{O}$ ) amb un enorme impacte en la contaminació de l'aire. El  $\text{N}_2\text{O}$  es pot oxidar fotoquímicament a  $\text{NO}$  a l'atmosfera. El  $\text{NO}$  reacciona amb l'ozó ( $\text{O}_3$ ) en les capes superiors de la atmosfera per formar nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ), que torna a la Terra com a àcid nítric ( $\text{HNO}_3$ ). D'aquesta manera, la desnitrificació contribueix tant a la destrucció de l'ozó com a la pluja àcida, la qual cosa fa que passi més radiació ultraviolada a la superfície de la Terra i s'acidifiquin els sòls. L'augment de l'acidesa del sòl canvia l'estructura i funcionament de la comunitat microbiana i, a la llarga, la fertilitat del sòl, que té repercussions tant sobre la diversitat vegetal com sobre la producció agrícola.

La fixació biològica de nitrogen és un procés crucial des del punt de vista mediambiental i agrícola, just per darrere de la fotosíntesi en importància per al manteniment de la biosfera. Per tant, s'han de considerar diverses accions per millorar l'explotació d'aquest procés biològic: I) l'ús òptim de sistemes coneguts de fixació de nitrogen; II) desenvolupament de noves associacions de plantes-microbis per a la fixació; III) «biofertilizadors» basats en microbis que ajuden a reduir les necessitats de N per fertilitzants en cultius importants com els cereals; IV) transferència de la capacitat de fixació de nitrogen a organismes no fixadors, com ara els cereals, ja sigui per ells mateixos o en simbiosi amb microbis fixadors de nitrogen.

La pràctica agrícola ha de reduir significativament l'ús de nitrogen sintetitzat químicament i donar prioritat a aquestes estratègies per a una producció d'aliments sostenible i per a la salut mediambiental d'una població humana en creixement constant. 🌱

**Ricard Guerrero.** Membre de l'Institut d'Estudis Catalans i director acadèmic de la Barcelona Knowledge Hub de l'Academia Europaea.

**Mercè Berlanga.** Departament de Biologia, Sanitat i Ambient, Secció de Microbiologia, Facultat de Farmàcia i Ciències de l'Alimentació, Universitat de Barcelona.

**Carles Puche.** Il·lustrador, Barcelona.

# sense fronteres



**PUV** PUBLICACIONS  
UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

[www.bromera.com](http://www.bromera.com)  
edicions

**bromera**