

## Vivir del aire

por RICARD GUERRERO y MERCÈ BERLANGA con ilustración de CARLES PUCHE

Los datos estadísticos de población solo existen desde los últimos dos o tres siglos. Incluso en el siglo XVIII pocos gobiernos se interesaban por realizar un censo de población exacto. Se piensa que hace 100.000 años la población mundial de nuestra especie, *Homo sapiens sapiens*, no llegaba al millón de personas. En el año 8000 aC, éramos 8 millones; en 1000 aC, 50 millones; en 500 dC, 190 millones; y en el 1000 dC, 265 millones. La población mundial pasó de los casi 1.000 millones de habitantes de 1800 a los 6.000 millones del año 2000. En 2018 se estima que somos unos 7.500 millones. Se puede extrapolar que la población mundial podría llegar a 11.400 millones en el año 2050 y a 15.300 millones en el 2100.

En el incremento de la población mundial se observan dos momentos históricos significativos: la revolución neolítica y la revolución industrial. El neolítico cambió el sistema de la alimentación humana. Los humanos pasaron de ser recolectores-cazadores a ser agricultores y ganaderos. Por tanto, habían conseguido dos domesticaciones, la de las plantas y la de los animales. Y se olvida que también hubo una tercera «domesticación»: la de los microbios. El pan, la cerveza, el vino, el queso, el yogur, etc. son productos alimentarios preparados mediante una intervención microbiana. Durante muchos siglos, el crecimiento posterior fue estable y equilibrado dentro de sus fluctuaciones ocasionales, como años de cosechas agrarias buenas y escasas, períodos de guerra y paz, períodos de «salud» y graves epidemias, que restablecían las proporciones y establecían los límites naturales de todo crecimiento demográfico excesivo. La revolución industrial permitió abrir la senda de un crecimiento económico sin parangón histórico que amplió de forma casi ilimitada e indefinida las subsistencias y los recursos necesarios para atender a esta población creciente y cubrir sus necesidades básicas: víveres diversificados, viviendas y vestimentas nuevas; y otras que no lo eran hasta entonces: medios de transporte, sistemas de comunicación, e investigación médica y sanitaria, que permitió controlar muchas enfermedades, y por tanto la mortalidad, especialmente la infantil.

La principal fuente nutricional agraria mundial son los cereales, seguidos de las legumbres. No obstante, solo el 50 % de la producción de cereales se destina al consumo humano: el 20 % se destina a piensos para los animales y aproximadamente un 5 % queda como reservorio de semillas. El resto, hasta el 100 %, son pérdidas durante la recolección, transporte y almacenamiento. Las necesidades calóricas en humanos incluyen la ener-

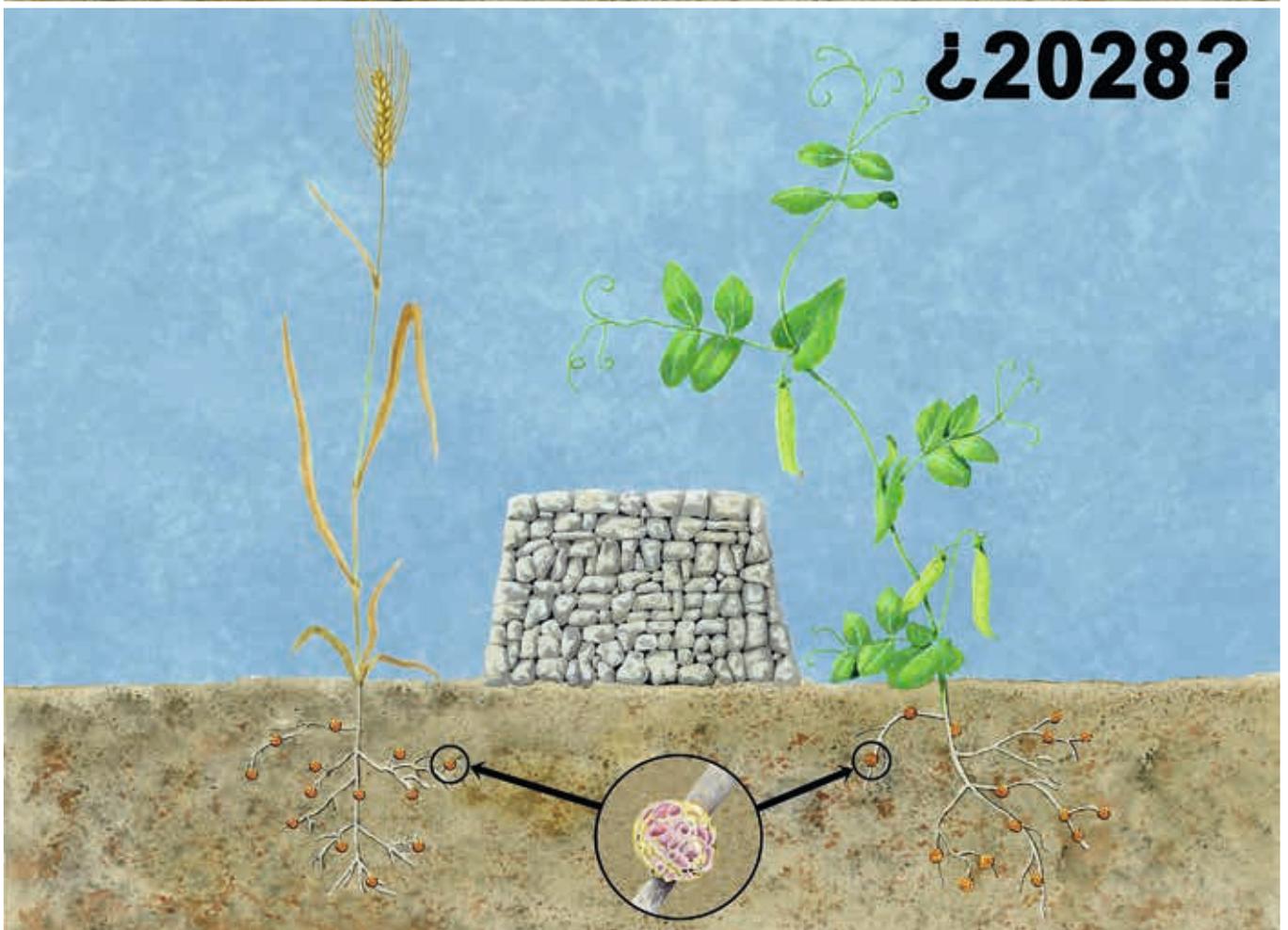
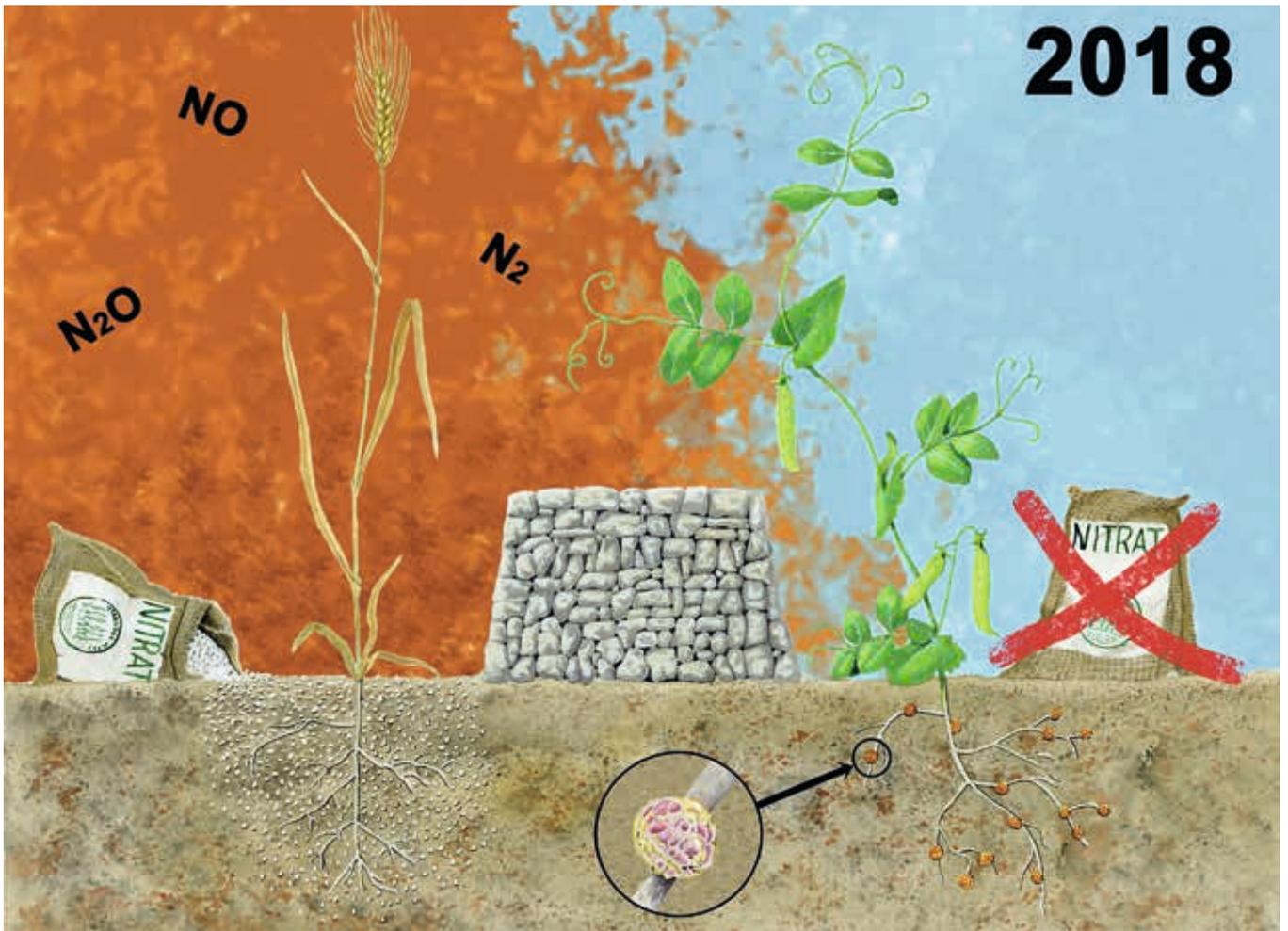
gía básica que permite mantener las constantes vitales, es decir, la energía del metabolismo basal (que depende del sexo, la edad, el peso y la altura) y una pequeña cantidad para una ligera actividad física. El requerimiento calórico mínimo recomendado varía para cada país y depende de las características demográficas y socioeconómicas de la población. Los requerimientos recomendados serían 2.150-2.500 kilocalorías por persona y día. El requerimiento energético no solo tiene que ser adecuado en cantidad de kilocalorías sino que tiene que estar equilibrado, así que la energía tiene que proceder de los tres macronutrientes (carbohidratos, proteínas y grasas) en las proporciones adecuadas.

Hay dos enzimas esenciales para el mantenimiento de la vida, la rubisco (ribulosa bisfosfato carboxilasa oxigenasa), y la nitrogenasa, que son exclusivamente bacterianas y cumplen una función primordial en los ciclos biogeoquímicos. La enzima clave del ciclo de Calvin-Benson, la rubisco cataliza la unión de una molécula de ribulosa y una molécula de CO<sub>2</sub> que, de esta forma, se incorpora

**«Sin nitrógeno no existiría la vida; este elemento ha sido uno de los factores que más ha limitado el crecimiento de la población humana»**

a una molécula orgánica. Se utilizan seis moléculas de CO<sub>2</sub> para formar una de glucosa. La rubisco se encuentra en las bacterias fotosintéticas oxigénicas, las fotosintéticas anoxigénicas rojas del azufre, muchas quimiolitótrofas y en unos orgánulos de la célula eucariótica, los cloroplastos de las algas y las plantas. Los cloroplastos eran originalmente cianobacterias que establecieron una endosimbiosis permanente. Hoy en día, el suministro de los requerimientos energéticos (carbohidratos) para nutrir a la población humana no es el factor limitante, pero sí que lo es el nitrógeno (N). Los cereales aportan mayoritariamente fuentes de carbono y energía (carbohidratos) mediante la fotosíntesis y la fijación de CO<sub>2</sub>.

El nitrógeno es un constituyente clave de las células, un componente esencial de los aminoácidos y de los ácidos nucleicos. Sin nitrógeno no existiría la vida y, de hecho, este elemento ha sido uno de los factores que más ha limitado el crecimiento de la población humana durante siglos. De todos los nutrientes minerales, el nitrógeno es el que mayor efecto tiene en el crecimiento de las plantas y,



por tanto, en la productividad primaria de los ecosistemas. Pese a la gran cantidad de nitrógeno que hay en el aire (el 78%), solo las bacterias pueden asimilarlo en esta forma mediante la enzima nitrogenasa, para formar amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) que posteriormente es transformado en aminoácidos ( $-\text{NH}_2$ ). Las plantas están obligadas a utilizar las formas combinadas presentes en el suelo (principalmente  $\text{NO}_3^-$ ). La fijación biológica contribuye globalmente al suministro del nitrógeno necesario para las plantas. Para complementar estas necesidades, se utiliza el amonio de síntesis química (síntesis de Haber-Bosch) en forma de fertilizantes añadidos al suelo durante los cultivos. La utilización de estos fertilizantes está conduciendo a un deterioro del medio ambiente. Un exceso de nitratos favorece la desnitrificación (proceso biológico que consiste en pasar de nitratos a  $\text{N}_2$  gaseoso). La desnitrificación produce gases intermedios (monóxido de nitrógeno,  $\text{NO}$ , y óxido de dinitrógeno,  $\text{N}_2\text{O}$ ) con un enorme impacto en la contaminación del aire. El  $\text{N}_2\text{O}$  se puede oxidar fotoquímicamente a  $\text{NO}$  en la atmósfera. El  $\text{NO}$  reacciona con el ozono ( $\text{O}_3$ ) en las capas superiores de la atmósfera para formar nitrato ( $\text{NO}_2^-$ ), que vuelve a la Tierra como ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ). Así, la desnitrificación contribuye tanto a la destrucción del ozono como a la lluvia ácida, lo cual hace que pase más radiación ultravioleta a la superficie de la Tierra y se acidifiquen los suelos. El aumento de la acidez del suelo cambia la estructura y funcionamiento de la comunidad microbiana y, a la larga, la fertilidad del suelo, lo que tiene repercusiones tanto sobre la diversidad vegetal como sobre la producción agrícola.

La fijación biológica de nitrógeno es un proceso crucial desde el punto de vista medioambiental y agrícola, justo por detrás de la fotosíntesis en importancia para el mantenimiento de la biosfera. Por tanto, se deben considerar varias acciones para mejorar la explotación de este proceso biológico: I) el uso óptimo de sistemas conocidos de fijación de nitrógeno; II) el desarrollo de nuevas asociaciones de plantas-microbios para la fijación; III) los «biofertilizadores» basados en microbios que ayudan a reducir las necesidades de N por fertilizantes en cultivos importantes como los cereales; IV) la transferencia de la capacidad de fijación de nitrógeno a organismos no fijadores, como los cereales, ya sea por ellos mismos o en simbiosis con microbios fijadores de nitrógeno.

La práctica agrícola tiene que reducir significativamente el uso de nitrógeno sintetizado químicamente y dar prioridad a estas estrategias para una producción de alimentos sostenible y para la salud medioambiental de una población humana en crecimiento constante. ♻️

**Ricard Guerrero.** Miembro del Institut d'Estudis Catalans y director académico de la Barcelona Knowledge Hub de la Academia Europaea.

**Mercè Berlanga.** Departamento de Biología, Sanidad y Ambiente, Sección de Microbiología, Facultad de Farmacia y Ciencias de la Alimentación, Universidad de Barcelona.

**Carles Pucho.** Ilustrador, Barcelona.



## PASAJES 54

Publicacions  
de la Universitat  
de València  
Arts Gràfiques, 13  
46010 València  
pasajes@uv.es

### ROMPIENDO EL SILENCIO: INFANCIAS AMENAZADAS COORDINADO POR CRISTINA VIDAL Y M.ª LUISA VÁZQUEZ DE ÁGREDOS PASCUAL

*Cristina Vidal Lorenzo y M.ª Luisa Vázquez de Ágredos Pascual*, Rompiendo el silencio. Infancias amenazadas • *Yolanda Álvarez*, Palestina: la infancia robada • *María José Alonso Orsini y Rita Delgado Correcher*, Ataques a la Educación ante el Derecho Internacional Humanitario y los Derechos Humanos • *Lucía Martínez Martín, Paula Salvador García y Rodrigo Hernández Primo*, El fenómeno de la emigración. Infancia en movimiento: un proceso global y complejo • *Equipo de Políticas de Infancia UNICEF Comité Español*, El sistema de acogida y los niños refugiados en España: análisis y requisitos desde la óptica de los derechos de la infancia • *M.ª Luisa Vázquez de Ágredos Pascual*, Desde el olvido. «Ángeles perdidos» en los Barrios Rojos de la India **ENTREVISTA** Los niños de la guerra: paradojas. *Gervasio Sánchez conversa con M.ª Luisa Vázquez de Ágredos Pascual* **TEMAS** *Manuel Jiménez Redondo*, Sobre nacionalismo y estado de derecho • *Sabina Loriga*, Sobre el trauma histórico • *Hugo Mansilla*, Reflexiones dispersas sobre la popularidad de Jorge Luis Borges **LIBROS** Tres miradas sobre dos libros (Martin Heidegger, El origen de la obra de arte, edición bilingüe de Helena Cortés, y Arturo Leyte, Post scriptum a El origen de la obra de arte de Martin Heidegger). *Berta M. Pérez*, Heidegger, 1936: el (nuevo) comienzo de la obra • *Manuel E. Vázquez*, Arte y origen • *Manuel Jiménez Redondo*, Con motivo de la traducción de Arturo Leyte de «El origen de la obra de arte» de Martin Heidegger