



2024ko Apirilaren 25a - ZAMUDIOKO
PARKE TEKNOLOGIKOA

**ELIKAGAIEN
SEGURTASUNAREN
ARLOKO IKERKETA
EMAITZAK
TRANSFERITZEKO**

XI. JARDUNALDIA JORNADA

**DE TRANSFERENCIA DE
RESULTADOS DE
INVESTIGACIÓN EN
SEGURIDAD ALIMENTARIA**

25 de abril 2024
PARQUE TECNOLÓGICO DE ZAMUDIO



LAS RESILIENTES BACTERIAS RESISTENTES: GESTIONANDO LA EVOLUCIÓN

ELIKAGAIEN
SEGURTASUNAREN
ARLOKO IKERKETA
EMAITZAK
TRANSFERITZEKO

XI JARDUNALDIA
JORNADA

DE TRANSFERENCIA DE
RESULTADOS DE
INVESTIGACIÓN EN
SEGURIDAD ALIMENTARIA

URAGAN: USO RACIONAL DE ANTIBIÓTICOS EN GANADERÍA 2017-2024



Índice

CONTEXTO: más importante que el texto

TEXTO: resultados

PARATEXTO - METATEXTO (*sensu* Gérard Genette)

Carlos Garbisu

CONTEXTO...

Antes de empezar, recordemos cómo era la vida antes de que descubriésemos los antibióticos...

Las bacterias patógenas exterminaban ciudades enteras y aniquilaban ejércitos

Cualquier herida podía causarnos la muerte o dejarnos terribles secuelas...

TRATAMIENTOS ANTERIORES – SÍFILIS (*Treponema pallidum*)

- Paul Ehrlich (1854-1915) y su “bala mágica”, el salvarsán, un compuesto que tenía **arsénico**
- La sífilis también se trataba con **mercurio**: **UNA NOCHE CON VENUS Y UNA VIDA CON MERCURIO**



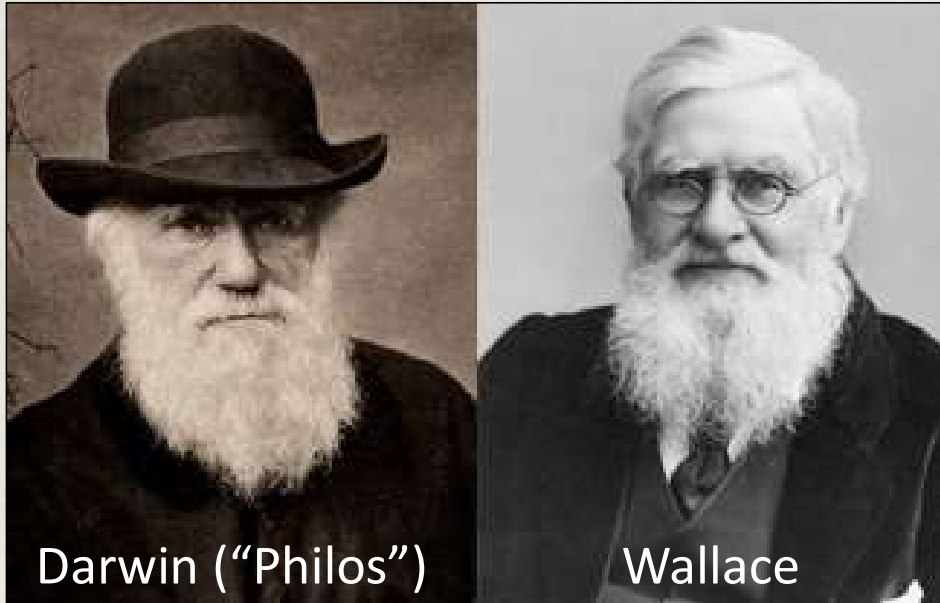
Nietzsche
Schubert
Byron
Joyce
Kafka
Manet
Gauguin
Van Gogh
Toulouse-Lautrec

...



Intoxicado por mercurio

Por si hay algún creacionista en la sala...



ESTO ES EVOLUCIÓN EN ESTADO PURO

El empleo de antibióticos confiere a las bacterias resistentes una poderosa **VENTAJA DARWINIANA**. Conociendo las increíbles capacidades de adaptación de las bacterias, su increíble resiliencia, su alucinante plasticidad genética, etc.

¿Alguien dudaba de que iban a evolucionar y hacerse resistentes?

Cualquier darwinista lo podría haber previsto desde el día que descubrimos los antibióticos

El sueño de toda bacteria es convertirse en dos bacterias

CUIDADO CON LOS CONTAMINANTES BIOLÓGICOS

Todo esto empezó con un melón cantalupo...



<http://crazyforgardening.com/sow-and-grow-melon/>

En 1928, un “ESCOCÉS CON PAJARITA” descubrió la penicilina de forma fortuita...



Hospital St. Mary (Londres). En agosto de 1928 se fue de vacaciones a Francia. Cuando regresó en septiembre se puso a tirar placas que había olvidado desechar. Una de ellas le llamó la atención: una pelusa azul verdosa (*Penicillium**), **posiblemente procedente del laboratorio del piso inferior**, inhibía el crecimiento de *Staphylococcus aureus*

*That's funny! (*P. rubrum*, *P. notatum*, *P. chrysogenum*, *P. rubens*)

¡VIVA LA SERENDIPIA!

Esa cepa producía poca cantidad de penicilina y **concluyó que su descubrimiento no tenía utilidad práctica**

Por suerte llegó María La Mohosa (Moldy Mary)...

Howard W. Florey, Ernst B. Chain y Norman Heatley (Oxford) investigaban cómo producir suficiente penicilina a partir de *Penicillium*. Durante la segunda guerra mundial emigraron a USA. Pidieron a conocidos que les trajeran muestras de *cereales, frutas, verduras, etc. enmohecidas*.

En **junio de 1943**, Mary Hunt (“Moldy Mary”), ayudante del laboratorio, encontró un melón cantalupo enmohecido en un mercado al lado del laboratorio. Resultó ser una cepa de *P. notatum* altamente productiva. **Las cepas de penicilina actuales son descendientes de aquel *Penicillium* de 1943**

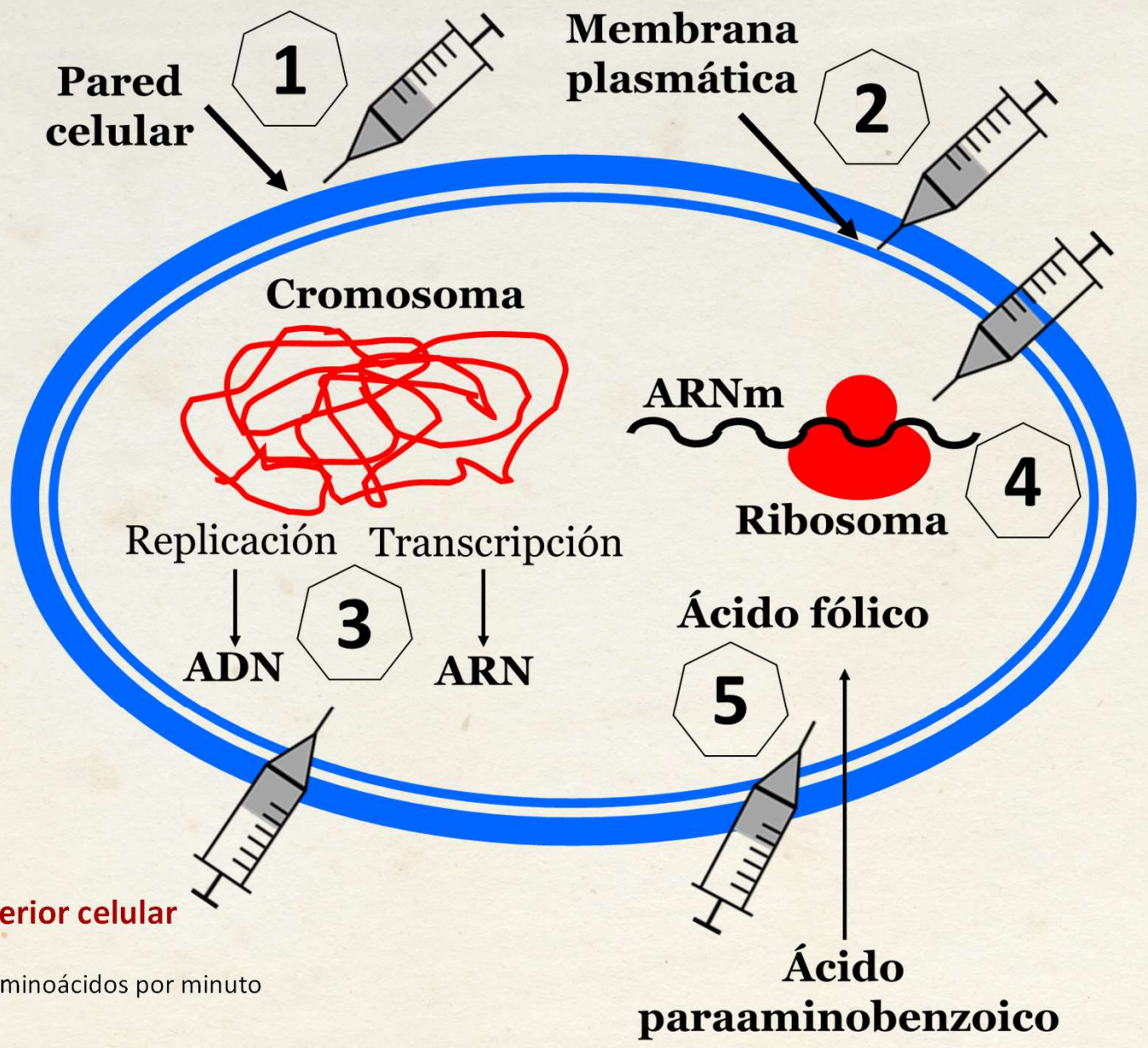
¡VIVA LA SERENDIPIA!

**LAS ACTINOBACTERIAS DEL SUELO SON LAS GRANDES
PRODUCTORAS DE ANTIBIÓTICOS**



From a Spoiled Cantaloupe in Peoria ...
the best of 100,000 strains of *Penicillium*

Tras el melón, llegó la "edad de oro"...



MECANISMOS DE ACCIÓN DE LOS ANTIBIÓTICOS

1. Inhiben la síntesis de la pared celular
2. Alteran la permeabilidad de la membrana
3. Inhiben la síntesis de ADN o de ARN
4. Inhiben la síntesis de proteínas
5. Inhiben la síntesis de ácido fólico

RIBOSOMAS: IMPRESORAS 3D

¡Imprimen vida!

Chisporroteo de construcción de vida en el interior celular

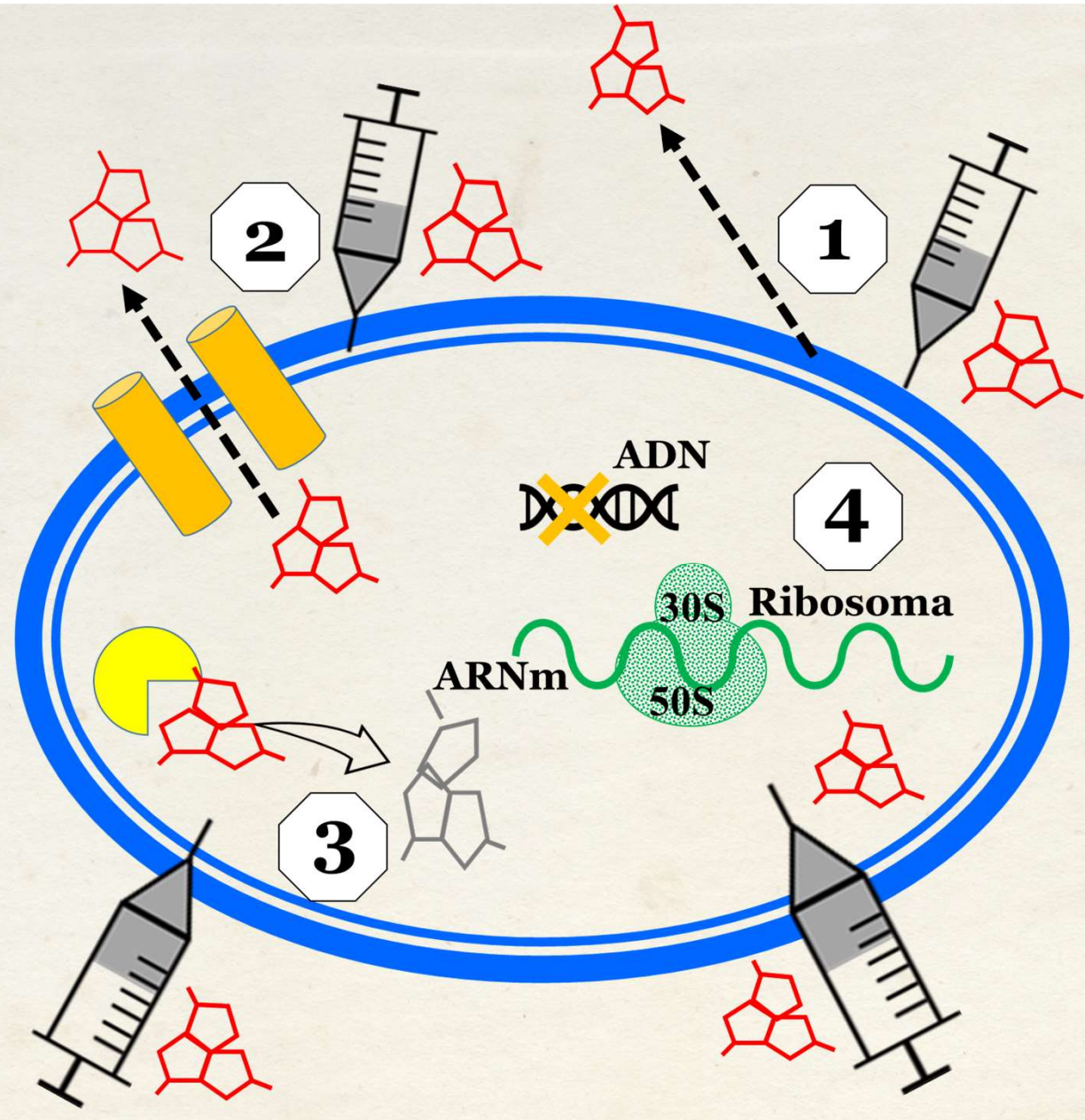
Miles en una sola célula de *Escherichia coli*

Cada ribosoma puede fabricar proteínas a una tasa de 200 aminoácidos por minuto

Pero nunca ganamos la guerra...

De hecho, parece que ahora la estamos perdiendo

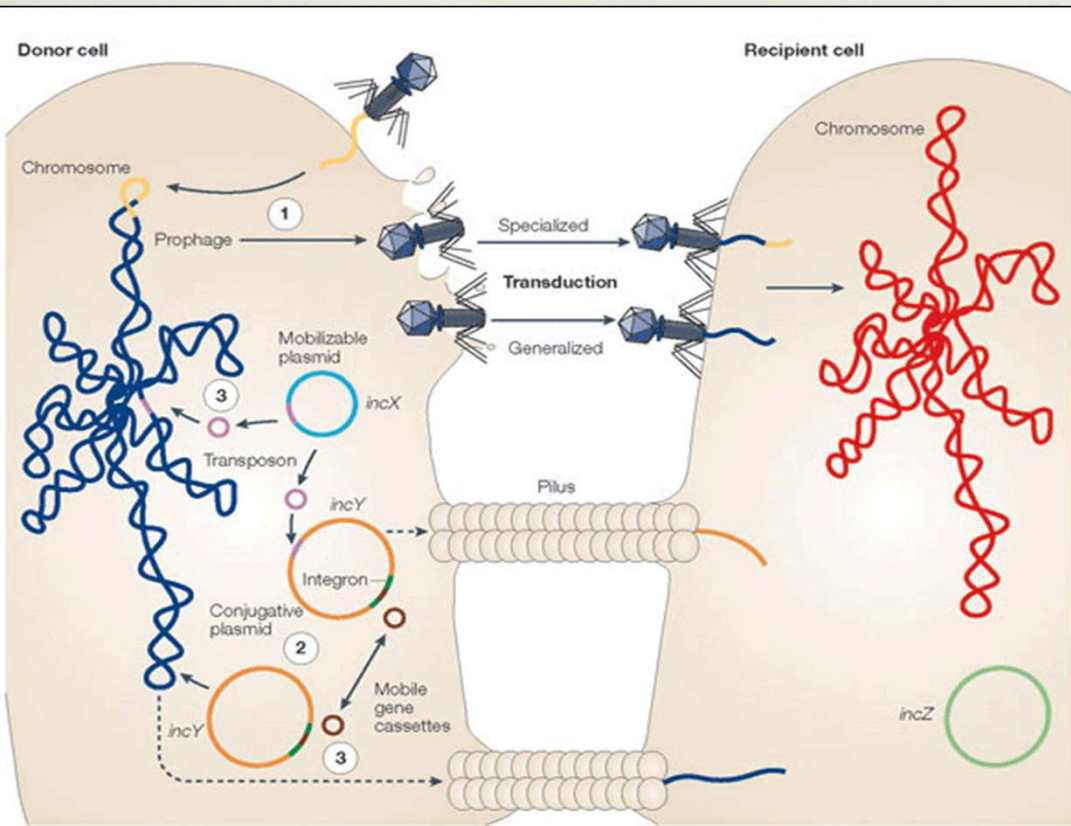
1. Impedir la entrada del antibiótico
2. Expulsar el antibiótico
3. Degradar el antibiótico
4. Modificar la diana del antibiótico



PARA ELLAS, TODO EMPEZÓ MUCHO ANTES DE QUE HUBIESE MELONES Y, POR SUPUESTO, MUCHO ANTES QUE FLEMING



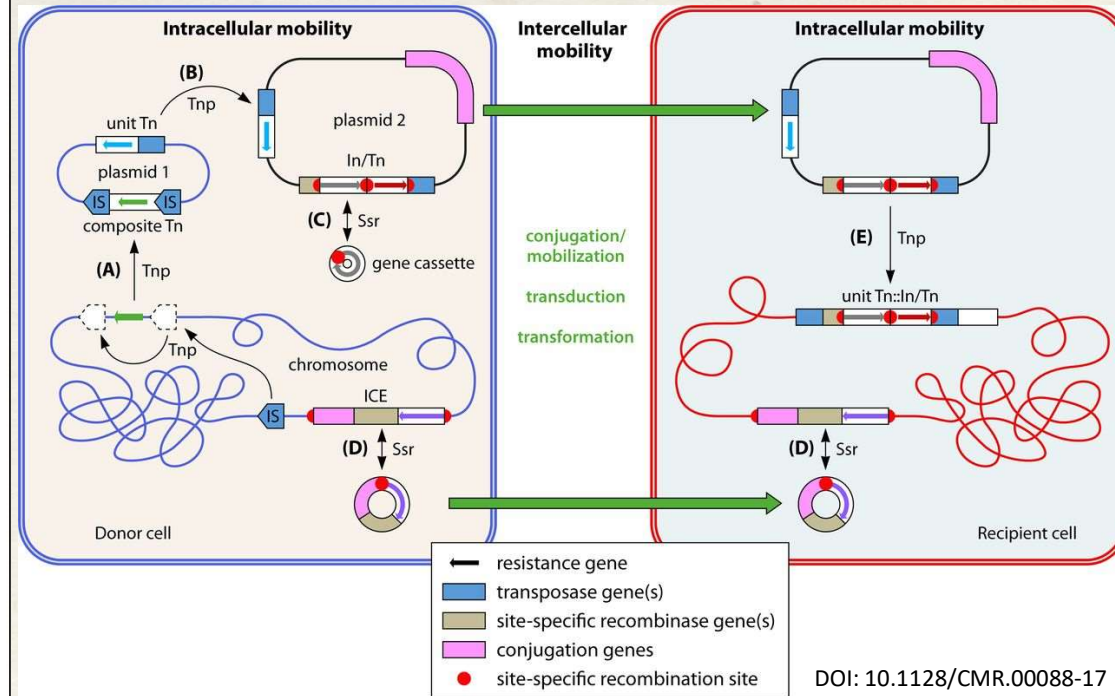
Comparten entre ellas sus armas biológicas...



Frost et al. (2005) Nature Reviews Microbiology 3:722-732

Copyright © 2005 Nature Publishing Group
Nature Reviews | Microbiology

PLASTICIDAD Y DINAMICIDAD GENÉTICA A NIVEL INTRACELULAR E INTERCELULAR



ELEMENTOS GENÉTICOS MÓVILES: (1) plásmidos conjugativos y plásmidos movilizables; (2) fagos; (3) islas genómicas: *elementos conjugativos e integrativos-transposones conjugativos, elementos movilizables e integrativos*; (4) elementos transponibles: *transposones, secuencias de inserción*; (5) integrones; (6) vesículas...

Y han conseguido la PANDEMIA SILENCIOSA...

Antimicrobial resistance is one of the top 10 global public health threats facing humanity.

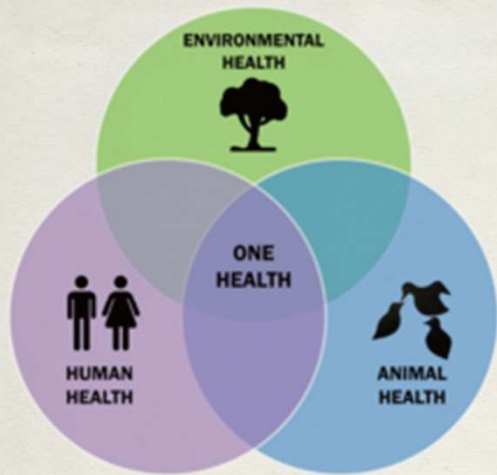


Our time with antimicrobials is running out.

INVESTMENTS ARE URGENTLY NEEDED

TO DEVELOP NEW ANTIMICROBIALS.

- ❑ Una de las principales amenazas para la salud pública y el desarrollo mundiales
 - ❑ Compromete los Objetivos de Desarrollo Sostenible
 - ❑ El uso indebido y excesivo es el principal factor que determina la aparición de patógenos farmacorresistentes
 - ❑ El coste para la economía es muy considerable
 - ❑ Sin antimicrobianos eficaces, los resultados de la medicina moderna en el tratamiento de infecciones, especialmente durante cirugía mayor y quimioterapia contra el cáncer, se verían comprometidos en mayor grado
- La RAM es una preocupación sanitaria global, con predicciones de que **para 2050 podría ser responsable de 10 millones de muertes al año**
 - **En 2019, 4,95 millones de muertes se asociaron con infecciones bacterianas resistentes**, de las cuales 1,27 millones de muertes se atribuyeron directamente a infecciones bacterianas resistentes



Trans R Soc Trop Med Hyg 2016; **110**: 377–380
doi:10.1093/trstmh/trw048



Antibiotic resistance is the quintessential One Health issue

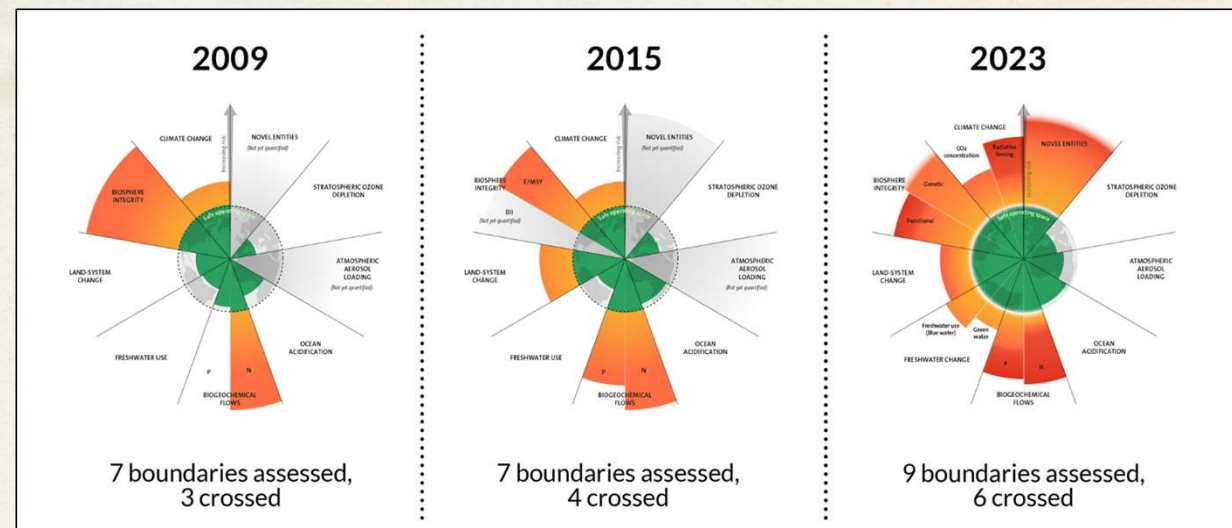
T. P. Robinson^{a,*}, D. P. Bu^b, J. Carrique-Mas^c, E. M. Fèvre^d, M. Gilbert^e, D. Grace^a, S. I. Hay^{f,g}, J. Jiwakanon^h, M. Kakkarⁱ, S. Kariuki^j, R. Laxminarayan^k, J. Lubroth^l, U. Magnusson^m, P. Thi Ngocⁿ, T. P. Van Boeckel^o and M. E. J. Woolhouse^p



DE GRUYTER

Reviews on
Environmental Health

Expanding the focus of the One Health concept: Links between the Earth-system processes of the planetary boundaries framework and antibiotic resistance



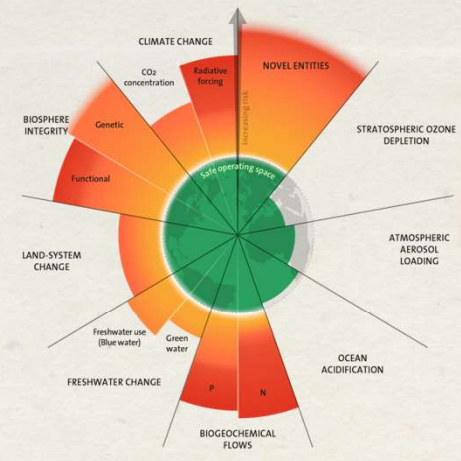
We have proposed to expand the One Health concept to include not only human, animal, and environmental health, but also the Earth-system processes of the planetary boundaries framework (i.e., to include the health of our planet as reflected by the biophysical processes that regulate the stability of the Earth system)

Necesitamos "conectarlos" bajo la **LUZ RESPLANDECIENTE** de la:

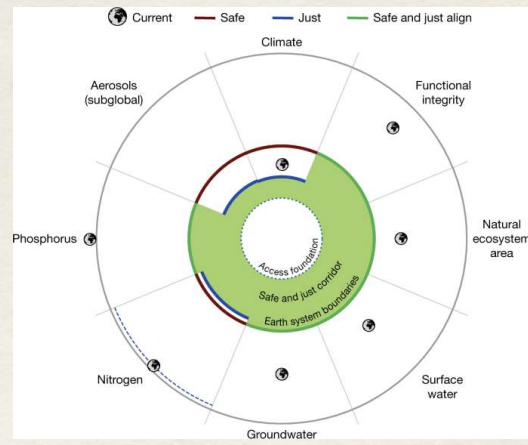
- Educación
- Ética
- Educación en ética



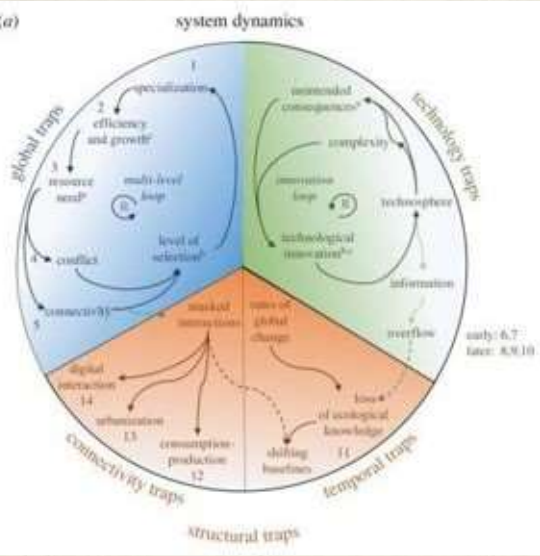
One Health



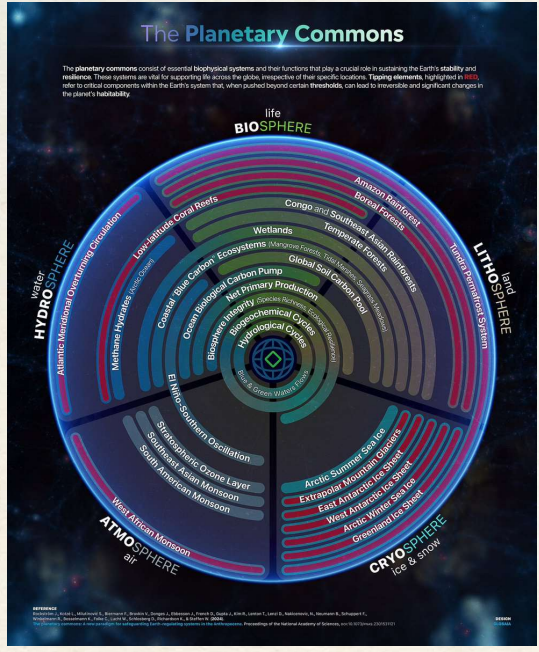
9 Planetary Boundaries (2009)



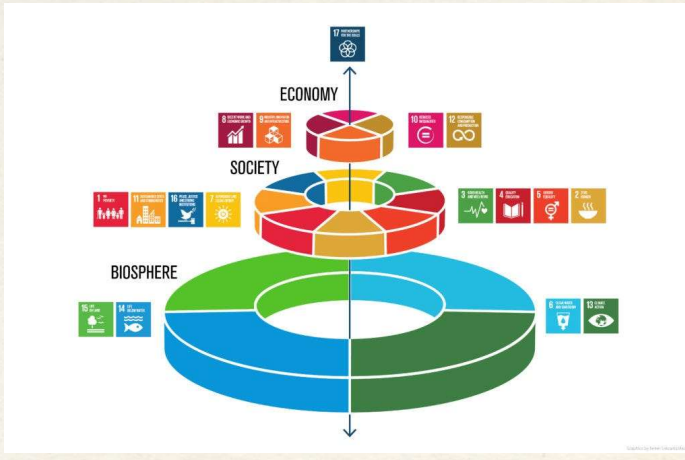
8 Safe and Just Earth System Boundaries (2023)



14 Evolutionary Traps (2023)



The Planetary Commons (2024)



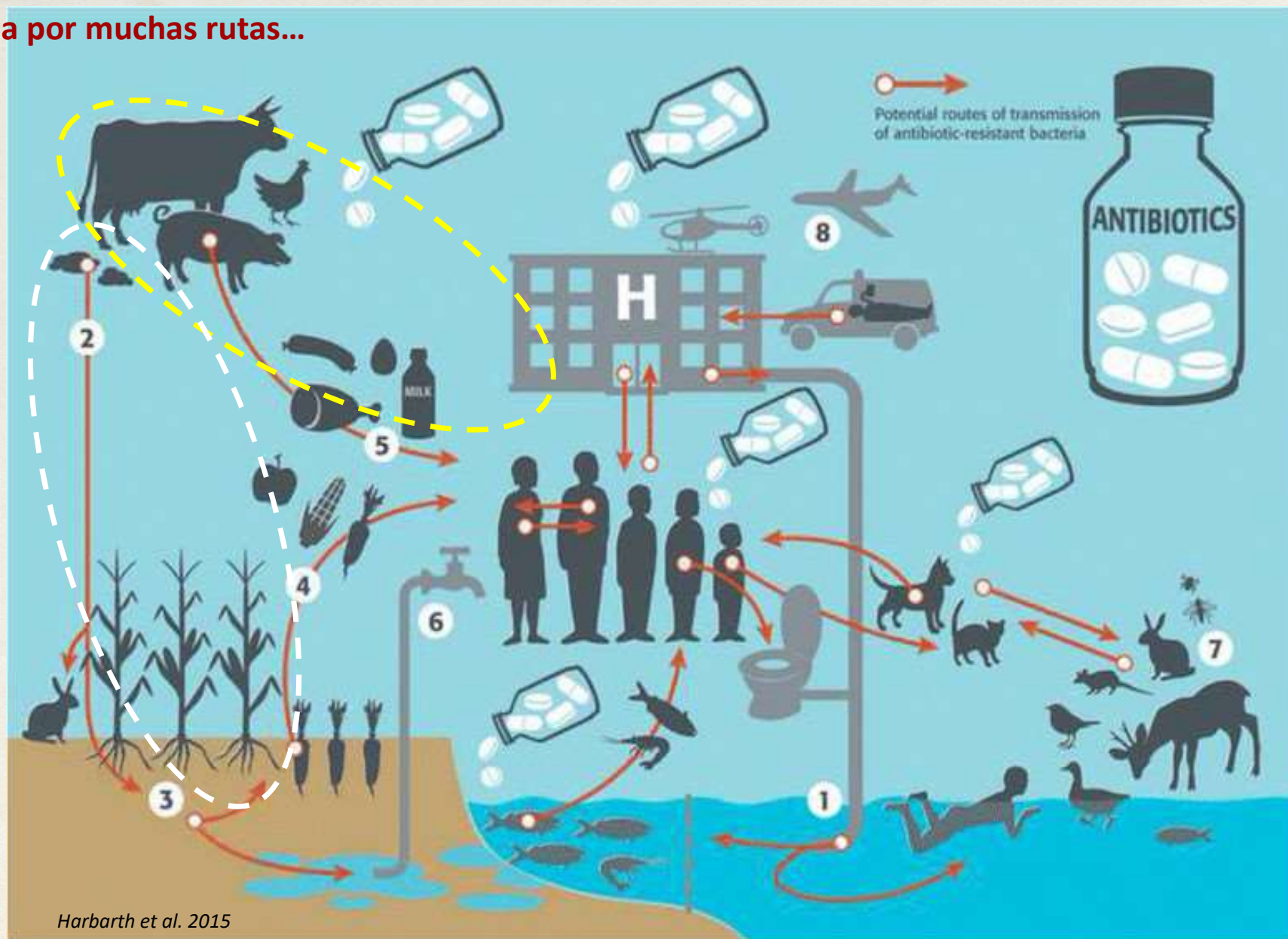
17 Sustainable Development Goals (2015)



Sustainability

Transiciones (ecológica, social,...)

El riesgo viaja por muchas rutas...



Harbarth et al. 2015

TEXTO: RESULTADOS SANIDAD ANIMAL (NEIKER)



Coordinación
Dra. Ana Hurtado

- Caracterización y vigilancia epidemiológica de bacterias resistentes**
- Prevención de las infecciones animales y su propagación**
- Promoción del uso prudente de los antibióticos**

Vigilancia de bacterias resistentes en ganadería

Vigilancia Epidemiológica de RAM en la CAPV

❖ 2004-2006 Estudio TRANSVERSAL (SA)
326 granjas rumiantes, 17 porcino, 34 pollos

❖ 2014-2016 Estudio TRANSVERSAL
301 granjas rumiantes

❖ 2022 Vigilancia en matadero: bovino (255),
ovino (40), porcino (75), pollos (75)
Colaboración con Servicios Veterinarios Oficiales,
Salud Pública, Gobierno Vasco

• *Campylobacter jejuni* (*C. coli*)

• *Salmonella*

• *Campylobacter* (*C. jejuni*, *C. coli*)

• *Escherichia coli* (STEC, BLEE, CP)

• *Campylobacter* (*C. jejuni*, *C. coli*)

• *Escherichia coli* (BLEE, CP)

• *Enterococcus* (*E. faecium*, *E. faecalis*)

• *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina (SARM)



➤ Perfiles FENOTÍPICOS de resistencia

Método: **CM** por microdilución en placa

Interpretación: **puntos de corte epidemiológicos** de EUCAST (ECOFF)

➤ Perfiles GENOTÍPICOS de resistencia: DGR mediante **WGS** con Illumina/Nanopore

Dinámica de diseminación de bacterias resistentes en las granjas de bovino lechero

Ensayo LONGITUDINAL en 5 granjas de ganado bovino de leche

Seguimiento: febrero 2019 - octubre 2020

Actuaciones:

- Condiciones de bioseguridad, parámetros sanitarios y uso de antibióticos
 - **Estudio mensual (12) de resistencias en bacterias comensales - Dinámica de diseminación de bacterias resistentes dentro de cada explotación:**
 - *Escherichia coli* productores β -lactamasas y carbapenemasas
 - *Campylobacter jejuni* & *Campylobacter coli*
 - *Enterococcus faecium* & *E. faecalis*
 - Vigilancia de casos clínicos de enfermedad y resistencias en bacterias patógenas asociadas: prescripción y mapa epidemiológico
 - Caracterización de calidad inmunológica del calostro y eficiencia de la transferencia de inmunidad pasiva
- Informe y recomendaciones para el control de enfermedades infecciosas y la reducción del uso de antibióticos



Dinámica de diseminación de bacterias resistentes en las granjas de bovino lechero

Escherichia coli productor de β -lactamasas de espectro extendido (BLEE)

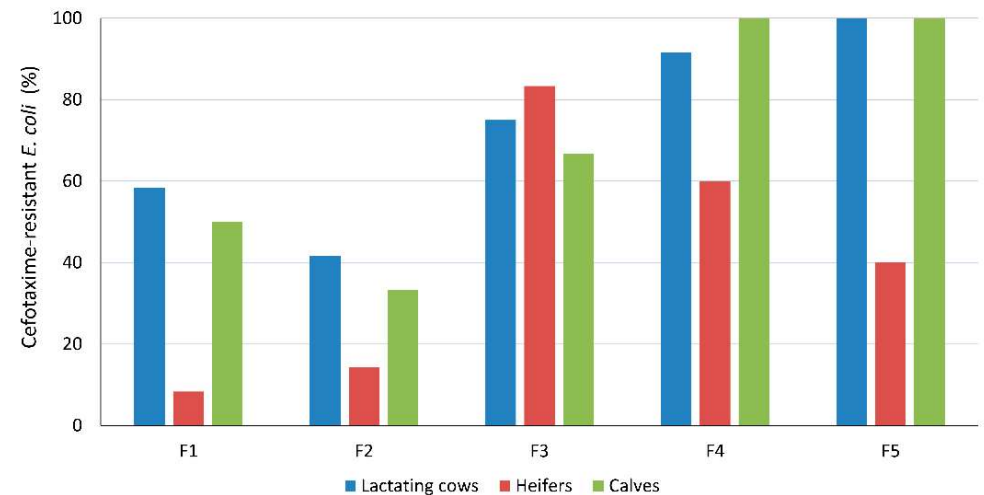
frontiers | Frontiers in Microbiology

TYPE Original Research
PUBLISHED 28 July 2022
DOI 10.3389/fmicb.2022.936843

Within-farm dynamics of ESBL-producing *Escherichia coli* in dairy cattle: Resistance profiles and molecular characterization by long-read whole-genome sequencing

Maitane Tello¹, Medelin Ocejo¹, Beatriz Oporto¹,
José Luis Lavín² and Ana Hurtado^{1*}

Frecuencia de aislamiento de *E. coli* BLEE entre grupos de edad y granjas



Presencia de *E. coli* BLEE en las cinco granjas, pero con distinta frecuencia de aislamiento y perfiles de resistencia que variaron entre granjas y grupos de edad:

- Vacas en lactación y terneras > novillas
 - F1 & F2 < F3, F4, F5
- ALTA PREVALENCIA DE CEPAS MULTIRRESISTENTES

Dinámica de transmisión de bacterias resistentes en las granjas de bovino lechero

Escherichia coli productor de carbapenemasas (CP): 1 aislado – Primera descripción en ganado bovino de una *E. coli* CP codificada por el gen *bla*_{NDM-1}

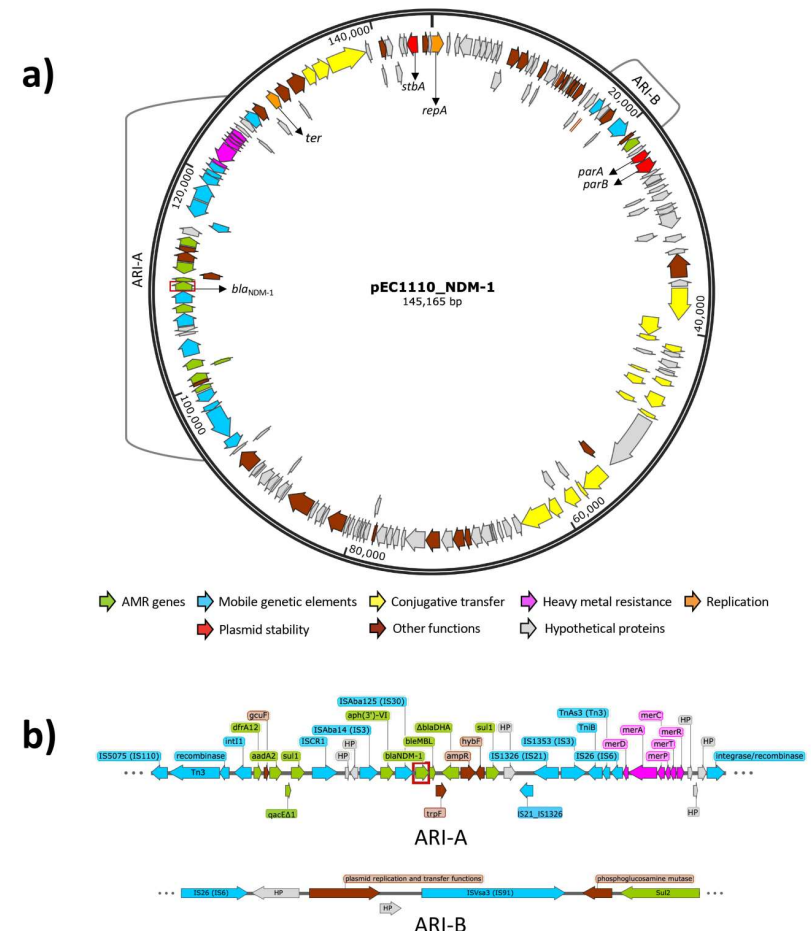
J Antimicrob Chemother 2022; **77**: 843–845
<https://doi.org/10.1093/jac/dkab455>
 Advance Access publication 15 December 2021

Characterization of a carbapenem-resistant *Escherichia coli* from dairy cattle harbouring *bla*_{NDM-1} in an IncC plasmid

Maitane Tello ¹, Beatriz Oporto ¹, José Luis Lavín ²,
 Medelin Ocejo ¹ and Ana Hurtado ^{1*}

Aislado de heces de ternera bovino leche
 (granja F4), 2020:

- RESISTENTE a ampicilina; cefoxitin (cefa 2^a); cefotaxima, ceftazidima (cefaz 3^a); cefepime (cefa 4^a); ertapenem, imipenem, meropenem (carbapenemas); sulfametoxazol, trimetoprim
- WGS (secuenciación Nanopore + Illumina)



Dinámica de transmisión de bacterias resistentes en las granjas de bovino lechero

Campylobacter jejuni & *C. coli*

www.nature.com/scientificreports

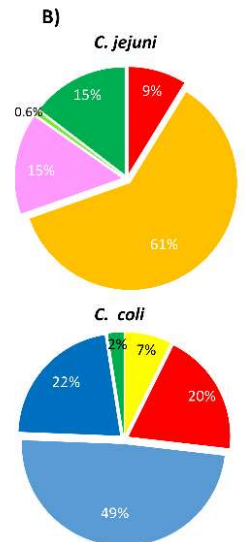
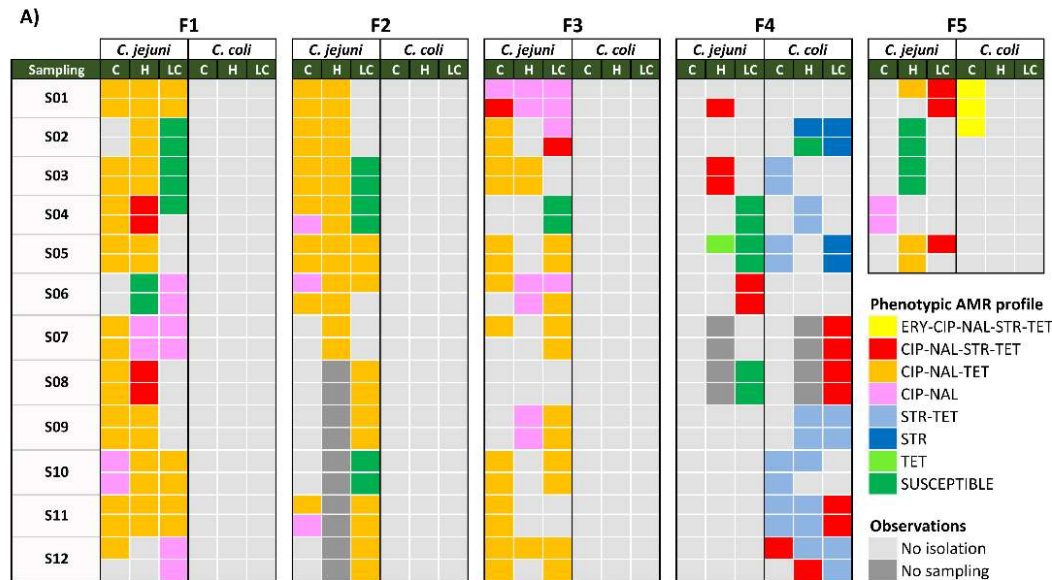
scientific reports

Check for updates

Monitoring within-farm transmission dynamics of antimicrobial-resistant *Campylobacter* in dairy cattle using broth microdilution and long-read whole genome sequencing

Medelin Ocejo^{1,2}, Beatriz Oporto^{1,2}, José Luis Lavín^{1,2} & Ana Hurtado^{1,2,3}

- Se aisló *C. jejuni* en todas las granjas y *C. coli* en dos
- Perfil de resistencias (CMI) para una selección de aislados (170 *C. jejuni* y 37 *C. coli*):
 - tasas de resistencia más altas en *C. coli* que en *C. jejuni*
 - más resistencias en aislados de terneras que en los de animales adultos



Bioseguridad:

- *Externa (entrada)*: compra de animales, transporte, gestión de residuos, calidad microbiológica del agua y alimento, acceso del personal y visitas, control de plagas y vectores, instalaciones
- *Interna (diseminación)*: manejo de animales por grupos de edad, separación de animales sanos y enfermos, protocolos de limpieza y desinfección

Detección precoz de las enfermedades:

- Diagnóstico: ante la sospecha de cualquier enfermedad, examen clínico, muestreo y análisis laboratorial (aislamiento + antibiograma) → tratamiento antibiótico basado en el antibiograma
- Vigilancia eficaz: recopilación de registros y análisis sistemático

Potenciación del sistema inmunitario:

- Encalostrado
- Vacunación



Bovine Neutrophils Release Extracellular Traps and Cooperate With Macrophages in *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* clearance *In Vitro*

Iraia Ladero-Auñón^{1,2}, Elena Molina¹, Angela Holder³, Jeannine Kolakowski³, Heather Harris², Alfonso Urkitza⁴, Juan Anguita^{5,6}, Dirk Werling³ and Natalia Elguezabal^{1*}

Guías de uso prudente de los antibióticos en ganado bovino lechero

- Recomendaciones para un uso prudente de los antibióticos en ganado bovino lechero. PAPEL DE LOS VETERINARIOS
<https://neiker.eus/newsletters/documentos/guia-veterinario-es.pdf>
- Recomendaciones para un uso prudente de los antibióticos en ganado bovino lechero. PAPEL DE LOS GANADEROS
<https://neiker.eus/newsletters/documentos/guia-ganadero-es.pdf>

Euskera / Castellano

Distribución en papel (correo postal) y pdf (mailing, web, blog)



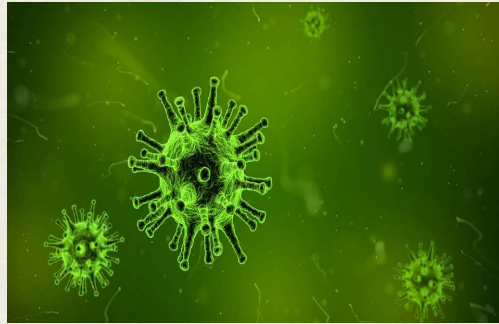
PARATEXTO-METATEXTO...

5 PINCELADAS DESDE LALENTE SESGADA DE UN ECÓLOGO MICROBIANO QUE INVESTIGA EL **RESISTOMA** DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS

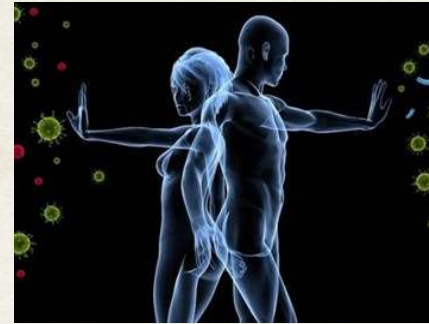
1. NECESITAMOS MUCHA MÁS INVESTIGACIÓN EN **TERAPIA**, NO SOLO EN DIAGNÓSTICO E IMPACTO



Nuevos antibióticos, péptidos antimicrobianos, etc.



Fagos



Potenciadores del sistema inmunitario

OTROS

INHIBIDORES DE LA CONJUGACIÓN
¡PRESERVATIVOS MOLECULARES!

BACTERIAS DEPREDADORAS DE OTRAS BACTERIAS
Bdellovibrio bacteriovorus
¡BACTERIAS CANÍBALES!

BLOQUEAR SU COMUNICACIÓN (*quorum sensing*)

EDICIÓN GÉNICA (ARGs) con CRISP/Cas

VACUNAS

Received: 16 August 2023 | Revised: 17 September 2023 | Accepted: 4 October 2023

DOI: 10.1002/bies.202300153

COMMENTARY

Thoughts & Opinion

A case for the importance of following antibiotic resistant bacteria throughout the soil food web

Carlos Garbisu¹ | Itziar Alkorta²

BioEssays

DIAGNÓSTICO

I+D EN ANALÍTICA: productos de transformación, matrices...

IMPACTO DE ANTIBIÓTICOS Y ARB-ARG

En biota y ecosistemas

En microbiotas (a lo largo de la cadena trófica)

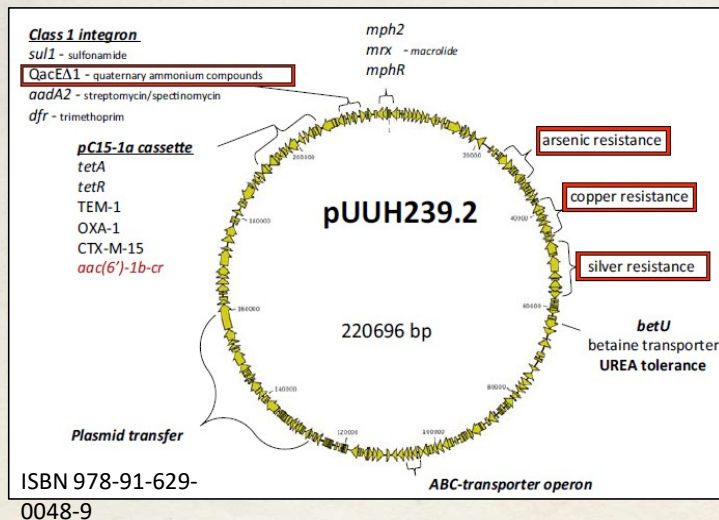
2. ¿TENEMOS QUE RACIONALIZAR – REDUCIR EL USO DE ANTIBIÓTICOS?

CREO QUE SÍ, PERO NO CREO QUE SOLUCIONE TOTALMENTE EL PROBLEMA DE LAS CEPAS ACTUALMENTE RESISTENTES (AL MENOS NO LO AUMENTARÁ Y PROBABLEMENTE ALGO LO DISMINUIRÁ)

¿ES REVERSIBLE LA RESISTENCIA? Pues depende, a veces sí, a veces no

Los plásmidos contienen herramientas útiles (e.g., ARGs), pero transportar un plásmido supone una carga (energética) para la bacteria. **Paradoja:** si es así, ¿por qué son tan ubicuos?

Pensábamos que como los plásmidos implicaban un **“fitness cost”**, en ausencia de antibióticos (sin la presión selectiva - darwiniana), las bacterias se librarían de ellos y se volverían susceptibles. **Eso pasa a veces, pero muchas otras no...**



- A veces, los genes tienen o adquieren otras funciones
- A veces, los genes se incorporan al cromosoma
- A veces, las bacterias “aprenden” a compensar esa carga - **mutaciones compensatorias** que permiten redistribuir la energía para poder mantener los plásmidos a la espera de que algún día les sean otra vez útiles
- A veces, las bacterias mantienen los plásmidos para emplearlos como armas biológicas (regalos envenenados): **“insociable sociabilidad kantiana”**
- A veces, los plásmidos tienen otros genes que confieren ventaja (fitness) frente a otras presiones selectivas presentes y, por eso, no los pierden
- A veces, a veces....

LO QUE PARECE SEGURO ES QUE, SI REDUCIMOS EL USO DE ANTIBIÓTICOS, REDUCIREMOS EL RIESGO DE SUS IMPACTOS ADVERSOS POTENCIALES SOBRE: MICROBIOTAS, SOBRE OTROS ORGANISMOS NO-DIANA, SOBRE PROCESOS-FUNCIONES-SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS, SOBRE LA ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LAS COMUNIDADES MICROBIANAS (PATRONES DE DOMINANCIA), ETC.

CON EFECTOS ASIMISMO POTENCIALMENTE ADVERSOS SOBRE LAS PERSONAS

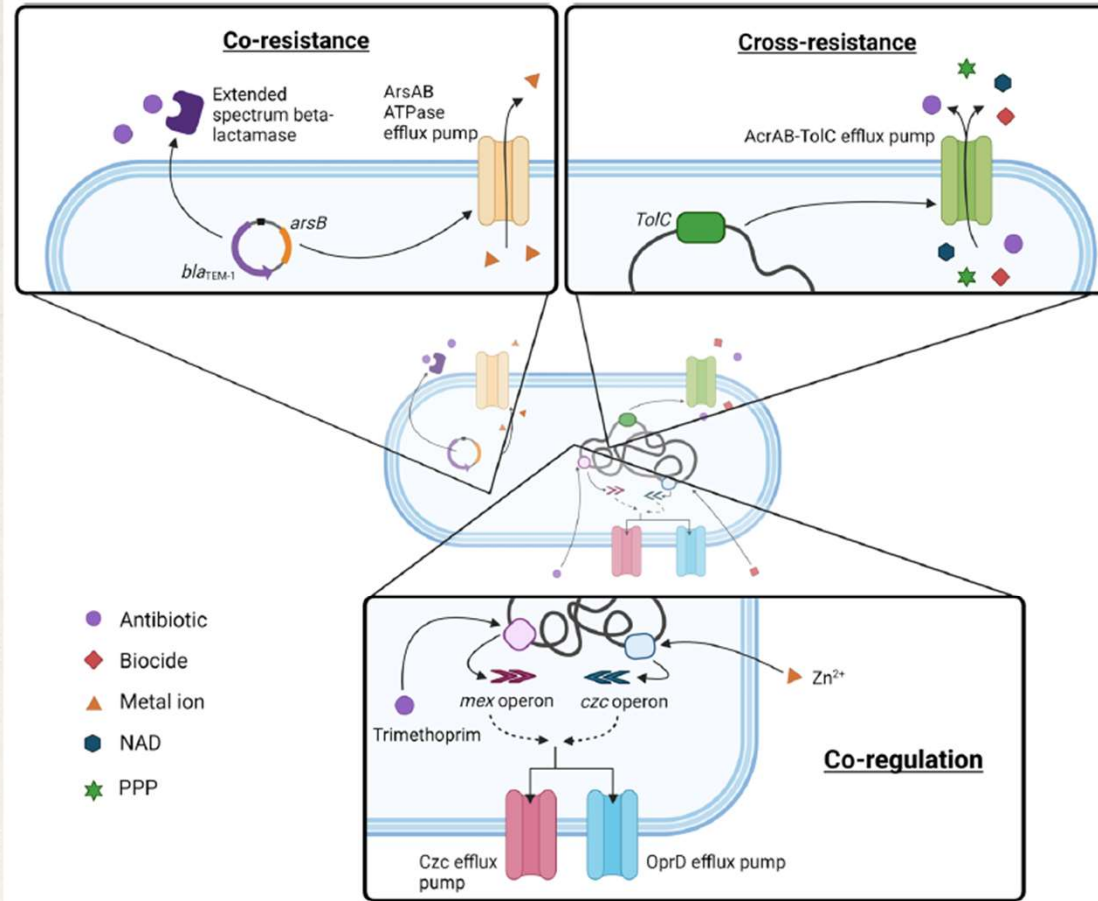
3. CADA VEZ ENCONTRAMOS NUEVOS CASOS DE CO-SELECCIÓN

Co-selección: selección SIMULTÁNEA de resistencia a múltiples agentes. Tres procesos:

Co-resistencia: varios genes de resistencia están ligados genéticamente, por ejemplo, en el mismo plásmido

Resistencia cruzada: un mecanismo proporciona resistencia a más de un agente, por ejemplo, una bomba de eflujo de múltiples fármacos que expulsa más de un agente de la célula

Co-regulación: respuestas transcripcionales y traduccionales están vinculadas y producen una respuesta coordinada, como la expresión de varias bombas de eflujo distintas, desencadenada por la presencia de un agente



npj | antimicrobials & resistance Review article

<https://doi.org/10.1038/s44259-024-00026-7>

Co-selection for antibiotic resistance by environmental contaminants

Check for updates

Laura May Murray^{1*}, April Hayes^{1*}, Jason Snape², Barbara Kasprzyk-Hordern³, William Hugo Gaze⁴ & Aimee Kaye Murray¹

Metales
 Biocidas
 Fitosanitarios
 Fármacos no-antibióticos

- AGRICULTURA: además de enmiendas orgánicas, metales, fungicidas, herbicidas, insecticidas...
- Esto puede comprometer el posible éxito de la racionalización del uso sobre las resistencias

ESTOS COMPUESTOS AUMENTAN LAS TASAS DE TRANSFERENCIA HORIZONTAL DE GENES ENTRE BACTERIAS

4. ESTAMOS CREANDO NUEVOS ENTORNOS FAVORABLES PARA SU DISEMINACIÓN BIOFILMS EN MICROPLÁSTICOS – HOTSPOTS PARA LA TRANSFERENCIA HORIZONTAL

Journal of Hazardous Materials 451 (2023) 131130

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Hazardous Materials

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jhazmat

Microplastics exacerbate co-occurrence and horizontal transfer of antibiotic resistance genes

Xi Yu^a, Zhen-Chao Zhou^{a,*}, Xin-yi Shuai^a, Ze-jun Lin^a, Zhe Liu^a, Jin-yu Zhou^a, Yan-han Lin^a, Guang-shu Zeng^a, Zi-ye Ge^a, Hong Chen^{a,b,c,*}

^a College of Environmental and Resource Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China
^b Zhejiang International Science and Technology Cooperation Base of Environmental Pollution and Ecological Health, Hangzhou, China
^c Key Laboratory of Environment Remediation and Ecological Health, Ministry of Education, College of Environmental Resource Sciences, Zhejiang University, Hangzhou, China

MICROPLÁSTICOS EN LA PLACENTA – ¡PLASTICENTA!
*Antonio Raguso: estamos dando a luz a **bebés cyborg** que tienen células humanas y materiales inorgánicos*

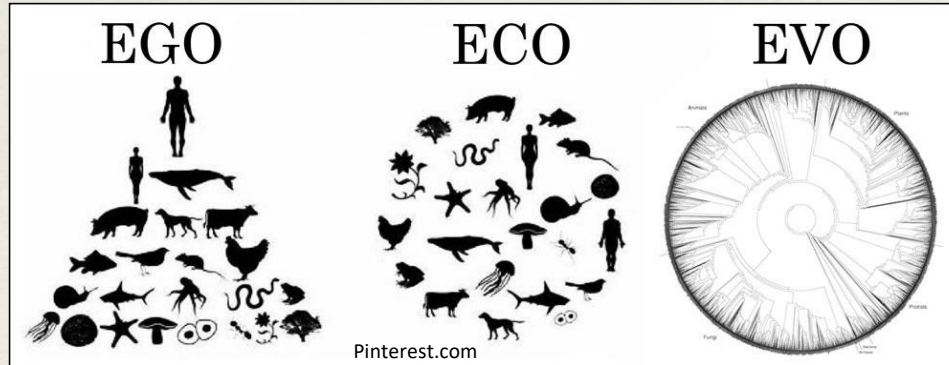


CUIDADO CON LA AUTOCOMPLACENCIA LOCAL
“Aquí (Europa) se prohibió su uso como promotores en 2006”
“Aquí los alimentos están libres de residuos de antibióticos”
MAYBE... AND YOUR POINT IS?

No has oído hablar de (i) la globalización; (ii) las increíbles capacidades de dispersión de las bacterias; (iii) que la detección de los antibióticos está marcada por las limitaciones analíticas y los límites de detección; (iv) los productos de transformación de los antibióticos con capacidad biocida que no analizamos; (v) el riesgo de la presencia de ARB-ARG; (vi) que la definición de “resistente” es un constructo arbitrario; etc.

Ni triunfalismo, ni negacionismo, ni catastrofismo (por favor, no más Armagedones, Ragnaröks, Jinetes del Apocalipsis)
Víctor Hugo: “¿El fin del mundo? Eso ya ha pasado muchas veces”
TODOS JUNTOS PARA UN MEJOR “CONTROL E INVESTIGACIÓN”

5. NECESITAMOS NUEVAS “GAFAS”



Muy pocas. No son así. Son seres sociales. Ecología Microbiana / Sociomicrobiología

VISIÓN ECOLÓGICA VISIÓN EVOLUTIVA

Emergencia y diseminación + **EVOLUCIÓN**
EVOLUCIÓN SOCIAL

- ❖ *Life (ARB) is the quintessential evolving system*
- ❖ *Theodosius Dobzhansky: “Nothing in biology makes sense except in the light of evolution”*

10 rápidos “guiños” a los que trabajamos con el resistoma ambiental

1. SUPERAR LA VISIÓN “GEN-CÉNTRICA” IMPERANTE EN LA ECOLOGÍA MICROBIANA
2. SUPERAR LOS ANÁLISIS MONÁDICOS DE LOS COMPONENTES, SUPERAR LA ORTODOXIA MECANICISTA
3. ENTENDER QUE EL CONTEXTO Y LA INTERACCIÓN SON LA ESENCIA (TOPOLOGÍAS RETICULARES, NESTED NETWORKS)
4. ABORDAR LA EMERGENCIA - INTELIGENCIA COLECTIVA (supervenencia, relaciones mereológicas) Y LA CONTINGENCIA
5. PLANTEARSE LA AGENCIA (meterse en las arenas movedizas de la teleología y teleonomía *sensu* Jacques Monod)
6. ENTENDER LA ONTOLOGÍA PROCESUAL Y FLUYENTE DE LOS HÁBITATS (SUELO, CULTIVOS) EN QUE VIVEN LAS BACTERIAS RESISTENTES, Y LA IDENTIDAD DIACRÓNICA DE DICHOS HÁBITATS (Heráclito: *Panta rei* – Todo fluye)
7. INCORPORAR EL CONCEPTO DE HOLOBIONTE (HOLO-ÓMICAS) EN EVOLUCIÓN
8. CONOCER LOS CONCEPTOS (exaptación, evolución convergente, etc.) y PRINCIPIOS NOMOLÓGICOS, e.g., the time-asymmetric law of increasing functional information: “la información funcional de un sistema aumentará - el sistema evolucionará - si muchas configuraciones diferentes del sistema se someten a selección para una o más funciones”
9. ENTENDER LA ESTOCASTICIDAD EN ECOLOGÍA (MICROBIANA): GENÉTICA, POBLACIONAL, AMBIENTAL, ETC.
10. ENTENDER LAS LIMITACIONES TERMODINÁMICAS (entropía - negentropía) QUE MARCAN EL DEVENIR DE LAS BACTERIAS RESISTENTES - *¿Qué es la vida?* - ERWIN SCHRÖDINGER

CURSO DE VERANO UPV/EHU

ROMPIENDO NUESTROS VÍNCULOS CON LAS BACTERIAS RESISTENTES A LOS ANTIBIÓTICOS (10-12 JULIO 2024)

¿QUÉ ES LA RED? ▾ INVESTIGACIÓN ▾ FORMACIÓN ▾ ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN ▾

ENVIRONMENTAL ANTIBIOTIC RESISTANCE

Un enfoque "One Health" a una amenaza global

ENVIRONMENTAL ANTIBIOTIC RESISTANCE
JOINT RESEARCH LABORATORY

Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

NEIKER
MEMBER OF
BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

bc³ | BASQUE CENTRE FOR CLIMATE CHANGE
Klima Aldaketa Ikergai

EXCELENCIA MARÍA DE MAEZTU



UDA IKASTAROAK
CURSOS DE VERANO
SUMMER COURSES



**ESKERRIK ASKO
MUCHAS GRACIAS POR
ESCUCHARME Y DEDICARME
VUESTRO TIEMPO**

