

# **LA RESISTENCIA A LOS ANTIBIÓTICOS: ACERCÁNDONOS A LA ERA POST-ANTIBIÓTICA**

UN REPORTAJE ESCRITO Y EDITADO POR EL EQUIPO SAFE



### ÍNDICE DE CONTENIDOS:

¿QUÉ ES UN MICROORGANISMO?.....	3
¿CUÁLES SON LAS BACTERIAS MÁS DIFÍCILES DE TRATAR? .....	3
¿CUÁLES SON LOS ANTIBIÓTICOS MÁS COMUNES?.....	5
LAS 13 SUPERBACTERIAS MÁS RESISTENTES.....	6
¿QUÉ IMPACTO TIENE EL USO DE ANTIBIÓTICOS EN LA INDÚSTRIA ALIMENTARIA Y VETERINARIA?.....	17
CONCLUSIONES.....	20
CONCEPTOS RELEVANTES.....	22
BIBLIOGRAFÍA.....	25

Todo el mundo ha oído hablar de la **resistencia a los antibióticos**, un problema cada vez más importante en nuestra sociedad, que influye en la **prevención y tratamiento** de infecciones bacterianas. Estos microorganismos desarrollan mecanismos para evadir la acción de los antibióticos. En algunos casos, esto provoca que, al empezar un tratamiento antibiótico, este no tenga efecto sobre las infecciones que

padecemos, y sea necesario utilizar otros tratamientos. Desgraciadamente, los antibióticos no son infinitos, así que no siempre podremos tener asegurada una segunda opción para combatir la infección causada por una bacteria resistente. Hoy en día, ya han aparecido bacterias **multirresistentes** -resistentes a varios antibióticos-, e incluso **panresistentes** -resistentes a todos los antibióticos-. En este reportaje planteamos la situación actual de las bacterias más resistentes a tratamientos antibióticos (**superbacterias**), para poder contextualizar el impacto real de esta problemática, y la posibilidad que nos lleve hacia una **era post antibiótica**, donde no dispondremos de ningún antibiótico eficaz para combatir las infecciones bacterianas.

## ¿QUÉ ES UN MICROORGANISMO?

Un microorganismo es cualquier organismo que sólo se puede observar a través de un **microscopio**. Así, se incluye **procariotas** (bacterias y arqueas) y ciertos **eucariotas**, como los protozoos, las algas unicelulares o algunos hongos (levaduras y mohos). Los virus, los viriones y los priones también se agrupan en esta categoría, pero no tienen naturaleza celular y son considerados **parásitos estrictos**.

Cuando estos microorganismos infectan a animales y / o vegetales, los tratamientos que nos permiten prevenir y tratar las infecciones que causan, se denominan **antimicrobianos**, que se clasifican en **antibacterianos** (o **antibióticos**),

**antivíricos, antifúngicos y antiprotozoarios.** Cada antimicrobiano actúa sobre características específicas de cada patógeno y son **específicos para cada tipo de microorganismo**. En este reportaje nos centraremos en los **antibióticos** y en las 13 bacterias con mayor capacidad para sortear sus efectos tóxicos, es decir, **las bacterias más resistentes a los tratamientos antibióticos**, y la problemática que se deriva, ya que causan infecciones en humanos y en el sector veterinario.

## ¿CUÁLES SON LAS BACTERIAS MÁS DIFÍCILES DE TRATAR?

De entre las especies bacterianas que provocan las infecciones más comunes en humanos, la OMS ha identificado

las 13 especies con **mayor virulencia y resistencia a tratamientos antibióticos**.

Si no consolidamos hábitos de higiene y de consumo responsable de antibióticos, estas bacterias serán las **principales causantes de mortalidad en una no tan lejana era post-antibiótica**.

## RECURSOS SOBRE LAS RESISTENCIAS ANTIMICROBIANAS











Además de este reportaje, el equipo del proyecto SAFE (proyecto educativo subvencionado por EIT Health, que fomenta vocaciones científicas entre los jóvenes y sensibiliza sobre la problemática de las resistencias antimicrobianas mediante la metodología del Aprendizaje-Servicio). SAFE ha generado recursos divulgativos para entender la problemática de las resistencias antimicrobianas y la interrelación entre sus causas, bajo el concepto de One Health (Una Salud). Para más información y recursos en el marco del proyecto, podéis entrar en el blog de SAFE, donde encontraréis videos, infografías, y otros materiales dirigidos a todos los públicos:

[SAFEINITIATIVE.EU](http://SAFEINITIATIVE.EU)



# ¿CUÁLES SON LOS ANTIBIÓTICOS MÁS COMUNES?

\*Esta tabla se refiere a los grupos de fármacos definidos en este reportaje

FAMILIA	ANTIBIÓTICOS	¿CÓMO ACTÚAN?
 β-lactámicos	Penicilinas (amoxicilina, ampicilina, meticilina), Cefalosporinas (1ª, 2ª y 3ª generación), Carbapenémicos, monobactamos	Inhiben la síntesis de la pared celular
 Aminoglucósidos	Gentamicina, neomicina, tobramicina, amikacina, kanamicina, estreptomina	Inhiben la síntesis de proteínas
 Macrólidos	Azitromicina, Claritromicina, Eritromicina	Inhiben la síntesis de proteínas
 Polipéptidos	Polimixina E (colistina), polimixina B, capreomicina	Actúan sobre la membrana celular
 Quinolonas	Ácido nalixídico Fluoroquinolonas (ciprofloxacina y levofloxacina)	Inhiben la replicación del ADN y la traducción de este a proteínas (inhiben el superenrollamiento del ADN)
 Sulfonamidas	Sulfametoxazol	Inhibe la síntesis de ácidos nucleicos
 Tetraciclinas	Tetraciclina, oxitetraciclina, clortetraciclina	Inhibe la síntesis de proteínas
 Fenicoles	Cloramfenicol	Inhibe la síntesis de proteínas
 Azoles	Metronidazole	Inhibe la síntesis de ácidos nucleicos
 Otros	Rifampicina, Clindamicina, Lincomicina Linezolid Etambutol, Isoniazida Fosfomicina Glucopéptidos (Vancomicina) Trimetoprim Nitrofurantoina	inhibe la transcripción, en concreto la RNA pol. Inhibe la síntesis de proteínas Antimicobacterianos, inhibe la síntesis de proteínas Inhibe la síntesis de la pared celular. Uso mayoritario en infecciones urinarias Inhiben la síntesis de la pared celular Inhibe la síntesis de ADN Daña el ADN bacteriano. Utilizado mayoritariamente en infecciones urinarias

## LAS 13 SUPERBACTERIAS MÁS RESISTENTES

### 1.- *Acinetobacter baumannii*

#### ENFERMEDADES, INCIDENCIA, MORTALIDAD Y VIRULENCIA

*A. baumannii* es un patógeno con virulencia limitada. Sin embargo, determinadas características de esta especie potencian su virulencia.

Lo encontramos muy a menudo en los hospitales, debido a su resistencia a varios antibióticos y a la capacidad que tiene de sobrevivir en objetos secos inertes, tales como el instrumental médico o las sábanas, fregaderos y grifos. Esta especie también se puede encontrar en la microbiota de la piel del personal sanitario sano, por lo que se debe prestar atención a la limpieza y la higiene de manos del personal e infraestructura de los hospitales.

Sólo en 2017, 8.500 pacientes hospitalizados en los EEUU tenían infección por esta bacteria resistente a los **carbapenémicos**, antibióticos de última generación, 700 de los cuales murieron.

#### ¿QUÉ RESISTENCIAS PRESENTA ÉSTA BACTERIA?



*A. baumannii* siempre ha presentado una **resistencia intrínseca a muchos antibióticos**. Pero durante los últimos veinte años el aumento de estas resistencias se ha incrementado, **dificultando su tratamiento**.

La mayoría de las cepas presentan resistencias a **penicilinas, cefalosporinas** de primera, segunda y tercera generación, **aminoglucósidos y fluoroquinolonas**.

Hoy en día disponemos de opciones de tratamiento utilizando **carbapenémicos, colistina** (polimixina E) y **fluoroquinolonas** en combinación con **aminoglucósidos y/o rifampicina**.

En España, según el *European Centre for Disease Prevention and Control* (ECDC), el porcentaje de infecciones causadas por estas cepas resistentes ha disminuido entre el 2013 y el 2018. Sin embargo, esta tendencia no representa una mejora de la problemática ni se ve reflejada en todos los países europeos ya que, si tomamos de ejemplo a Croacia, el porcentaje sigue aumentando de forma alarmante.

## 2.- *Campylobacter* spp.

### ENFERMEDADES, INCIDENCIA, MORTALIDAD Y VIRULENCIA

De entre todas las enfermedades transmitidas mediante los alimentos, la campilobacteriosis o infección por *Campylobacter* spp. (diferentes especies del género *Campylobacter*), es considerablemente elevada.

Cada año se contagia 1 de cada 10 personas, suponiendo la pérdida de unos 33 millones de años de vida saludable. Este valor se traduce en **550 millones de casos anuales**, 220 millones de los cuales son en niños menores de cinco años.

### ¿QUÉ RESISTENCIAS PRESENTA ÉSTA BACTERIA?



La resistencia de *Campylobacter* spp.

es muy diferente entre los EEUU y la UE, sobre todo en el porcentaje de resistencia a **fluoroquinolonas** (mayor en la UE), debido a la utilización de este antibiótico para tratar las aves de corral.

En la actualidad, un informe publicado por la ECDC declara que existen porcentajes muy altos de resistencia al **ciprofloxacino**.

Sin embargo, se pueden utilizar **fluoroquinolonas** con **macrólidos** donde la resistencia es relativamente baja.

## 3.- *Enterococcus faecium*

### ENFERMEDADES, INCIDENCIA, MORTALIDAD Y VIRULENCIA

Esta bacteria tiene capacidad de colonizar y formar **biofilms** en el material hospitalario (catéteres, vías, aparatos de

ventilación mecánica...).

Del material, la bacteria infecta a los pacientes formando biofilms en los intestinos. Lo hace gracias a sus proteínas de superficie.

Suele actuar como **patógeno oportunista** en pacientes mayores o inmunodeprimidos y el pronóstico no suele ser muy bueno.

### ¿QUÉ RESISTENCIAS PRESENTA ÉSTA BACTERIA?



Esta bacteria ha aumentado rápidamente la resistencia a múltiples antimicrobianos los últimos años.

La mayoría de cepas son resistentes a **vancomicina**, **ampicilina**, **cefalosporinas**, **clindamicina**, **cotrimoxazol** (trimetoprim + **sulfametoxazol**) y **aminoglucósidos**.

### 4.- Escherichia coli

#### ENFERMEDADES, INCIDENCIA, MORTALIDAD Y VIRULENCIA

La mayoría de cepas de *E. coli* son inofensivas, pero algunas pueden provocar enfermedades graves por la secreción de la **toxina Shiga**.

Esta toxina desencadena una colitis hemorrágica que normalmente remite al cabo de 10 días, excepto en **niños pequeños y personas mayores** donde la infección es **potencialmente mortal** consecuencia de la evolución a un **síndrome hemolítico urémico (SUH)**.

El SUH se produce cuando los vasos sanguíneos de los riñones se inflaman, llevando a la insuficiencia renal y, incluso, la muerte. La **tasa de letalidad del SUH es del 3-5%**.

#### ¿QUÉ RESISTENCIAS PRESENTA ÉSTA BACTERIA?



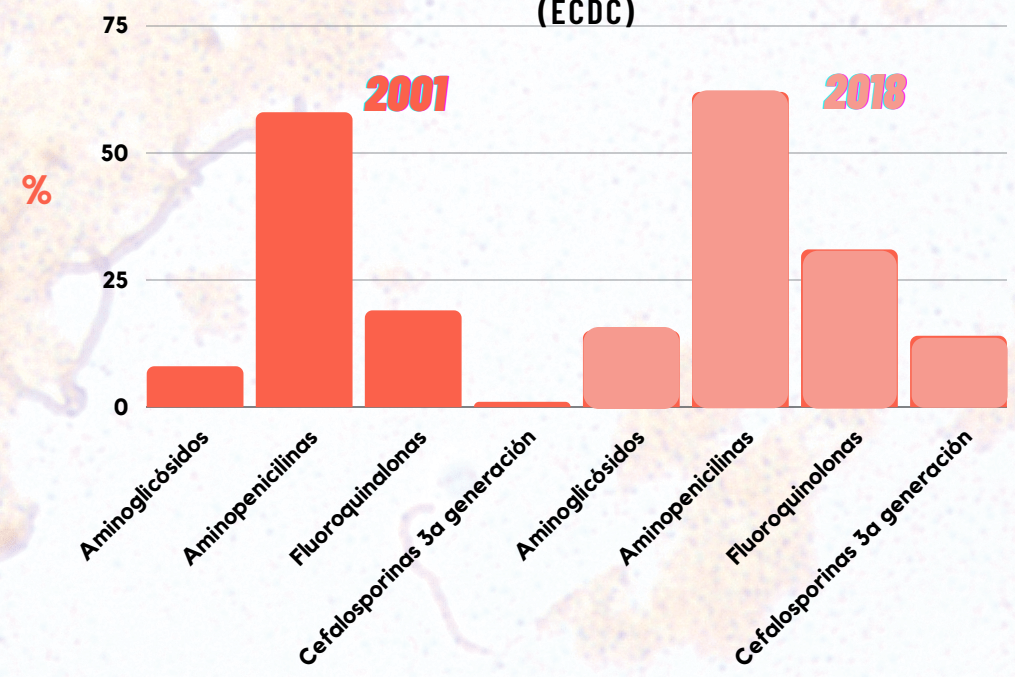
*E. coli* se ha vuelto muy resistente a **penicilinas, cefalosporinas, y tetraciclinas**.

En el **Gráfico 1**, se ve representado el incremento de resistencias a antibióticos de esta especie a lo largo

de las últimas décadas en España. Se observa un aumento de la resistencia a las **fluoroquinolonas** y las **cefalosporinas de 3ª generación**.

De momento, los antibióticos que presentan un porcentaje de resistencia bajo son los **carbapenémicos**, la **fosfomicina** y la **nitrofurantoina**, lo que podría cambiar si no se hace un uso responsable.

**GRÁFICO 1. EVOLUCIÓN DE LAS RESISTENCIAS A ANTIBIÓTICOS DE *Escherichia coli* (ECDC)**



## 5.- *Haemophilus influenzae*

### ENFERMEDADES, INCIDENCIA, MORTALIDAD Y VIRULENCIA

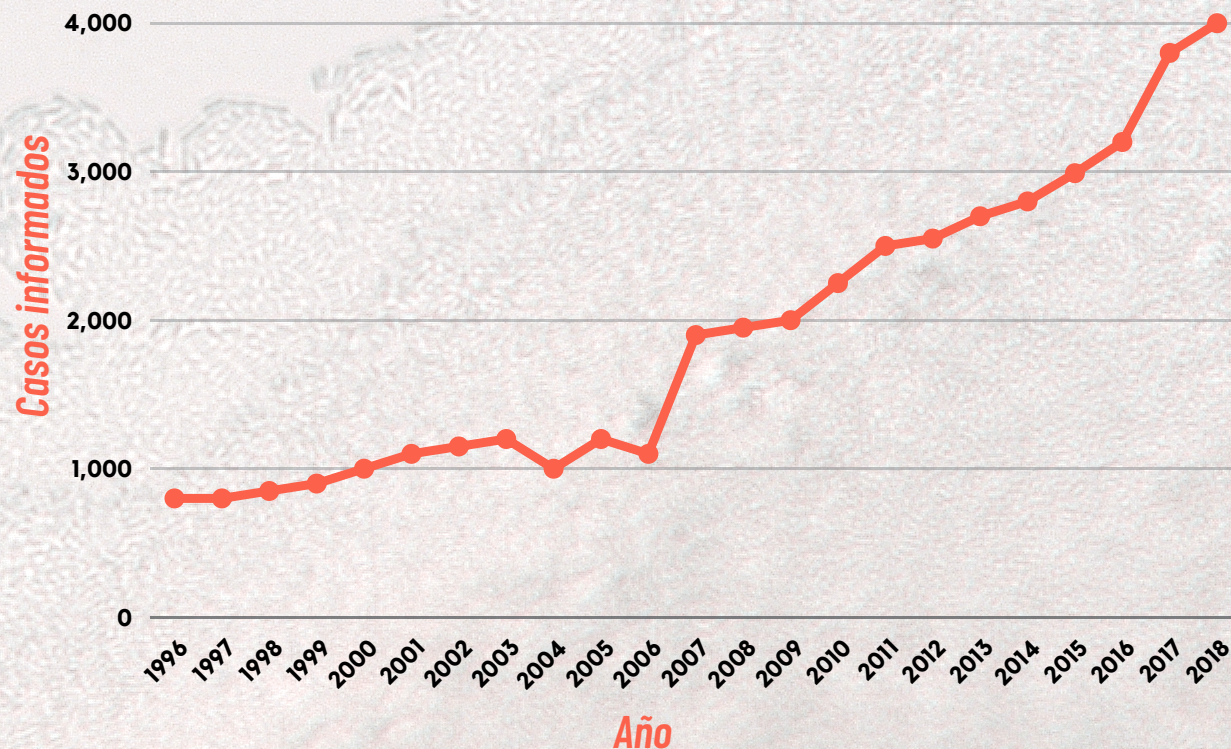
Se definen dos categorías principales de *H. influenzae*: cepas con cápsula y cepas sin cápsula.

La cápsula es el principal factor de virulencia de esta especie, ya que aumenta la capacidad de evasión del sistema inmunitario.

Esta bacteria entra al organismo por las vías respiratorias a través de aerosoles o por contacto directo, lo que acelera la diseminación.

Desde 1996 se observa una **tendencia creciente** en el Espacio Económico Europeo (EEE) de **infecciones** por *H. influenzae* (Gráfico 2): se ha pasado de tener 632 casos en 1996, a 3982 en 2018.

GRÁFICO 2. INFECCIONES INVASIVAS POR *Haemophilus influenzae* EN EL EEE (4)



De estos, en 2018 murieron 253 pacientes a consecuencia de la infección, mientras que en 1996 sólo hubo 119 muertos.

### ¿QUÉ RESISTENCIAS PRESENTA ÉSTA BACTERIA?



En España, encontramos resistencias a la **ampicilina** y **amoxicilina** (en el 25% de los casos) y a las **cefalosporinas** (hasta el 15% de los casos).

## 6.- *Helicobacter pylori*

### ENFERMEDADES, INCIDENCIA, MORTALIDAD Y VIRULENCIA

Estas bacterias suelen provocar infecciones crónicas en países del sur global. En países del norte global, la infección es más frecuente al aumentar la edad.

Debido a la infección por esta bacteria, los pacientes tienen entre 3 y 6 veces más probabilidades de presentar **cáncer gástrico**, definiendo la especie como uno de los **factores de riesgo más importantes** para esta variedad de cáncer, y la séptima causa de muerte por cáncer en Europa; la tercera en el mundo.

Esta especie provoca una de las infecciones bacterianas más comunes

en humanos y se estima que **está presente en la mitad de la población mundial**.

### ¿QUÉ RESISTENCIAS PRESENTA ÉSTA BACTERIA?



En los últimos 20 años, la resistencia a los antibióticos de *Helicobacter pylori* se ha duplicado. Entre estas resistencias, encontramos a **claritromicina, levofloxacino y el metronidazol**.

## 7.- *Klebsiella pneumoniae*

### ENFERMEDADES, INCIDENCIA, MORTALIDAD Y VIRULENCIA

Las infecciones por *K. pneumoniae* son poco comunes, pero sí presentan

una mortalidad relativamente elevada. Es la responsable del **3-5% de las neumonías adquiridas en la comunidad** y del **12% de las neumonías adquiridas en el ámbito hospitalario** en el mundo.

### ¿QUÉ RESISTENCIAS PRESENTA ÉSTA BACTERIA?



Esta especie bacteriana es resistente a **penicilinas y cefalosporinas**.

En los últimos años han surgido cepas productoras de **carbapenemasas**, resistentes a los **antibióticos  $\beta$ -lactámicos**.

## 8.- *Mycobacterium tuberculosis*

### ENFERMEDADES, INCIDENCIA, MORTALIDAD Y VIRULENCIA

Según la OMS, a lo largo del 2018 se confirmaron 10 millones de casos de tuberculosis en el mundo y 1,5 millones de muertes.

La mortalidad que provoca se ve disparada en aquellos pacientes infectados por el VIH, donde la probabilidad de desarrollar tuberculosis es 19 veces mayor que en personas VIH negativas. En 2018, de los 862 mil casos diagnosticados de tuberculosis y VIH en el continente africano, 251 mil murieron por la infección por M. tuberculosis.

### ¿QUÉ RESISTENCIAS PRESENTA ÉSTA BACTERIA?



En función de las resistencias a antibióticos que presentan las diferentes cepas, podemos distinguir dos variantes: **multirresistentes (MDR)** y **bacterias con resistencia extensa (XDR)**. Los MDR son bacterias resistentes a **rifampicina** y **isoniacida** (antibióticos de primera línea), mientras que los XDR son resistentes a estos dos antibióticos, además de presentar resistencia a las **fluoroquinolonas** e inyectables de segunda línea como la **amikacina**, la **kanamicina** o la **capreomicina**.

## 9.- *Pseudomonas aeruginosa*

### ENFERMEDADES, INCIDENCIA, MORTALIDAD Y VIRULENCIA

Esta bacteria causa **bacteriemia**,

Esta bacteria causa **bacteriemia**, **neumonías asociadas a ventilación mecánica** y **neumonías comunitarias graves**.

Es considerado la quinta causa de infecciones mundiales y la segunda causa de **neumonía nosocomial**.

Los casos de mortalidad y morbilidad causados por esta especie han aumentado por su capacidad combinada de formar **biofilms** y el aumento de cepas **multirresistentes**.

### ¿QUÉ RESISTENCIAS PRESENTA ÉSTA BACTERIA?



Tiene una **resistencia intrínseca** a **aminopenicilinas**, **amoxicilina / ácido clavulánico** y **cefalosporinas** de primera, segunda y hasta tercera generación.

## 10.- *Neisseria gonorrhoeae*

### ENFERMEDADES, INCIDENCIA, MORTALIDAD Y VIRULENCIA

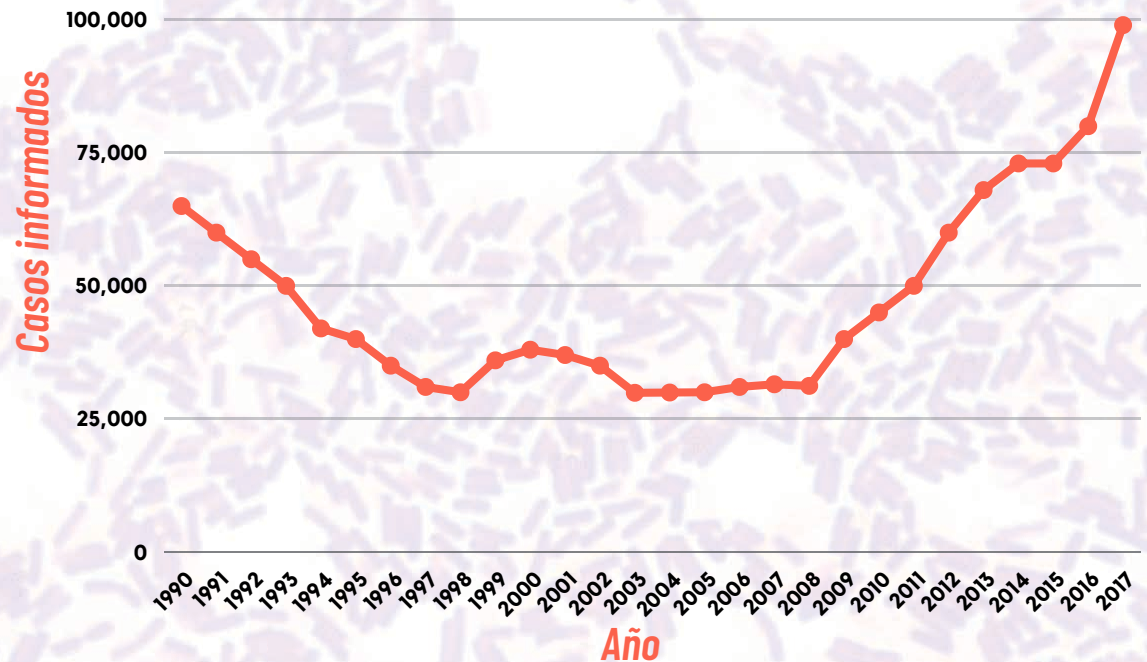
Actualmente, la infección gonocócica es la **segunda** infección de transmisión sexual de origen bacteriano más prevalente después de la causada por *Chlamydia trachomatis*.

Entre 1990 y 2018 se ha observado una tendencia creciente en el número de casos de gonorrea en el Espacio Económico Europeo (**Gráfico 3**).

La mayoría de infecciones a lo largo de 2018 se dieron en pacientes de entre 15 y 34 años, mayoritariamente hombres.

Aunque no es una enfermedad mortal, sí deja graves secuelas como infertilidad, embarazo ectópico y dolor pélvico crónico. Además, **facilita** la transmisión del VIH.

**GRÁFICO 3. INFECCIONES POR *Neisseria gonorrhoeae* EN EL EEE (4)**



### ¿QUÉ RESISTENCIAS PRESENTA ÉSTA BACTERIA?



A lo largo de las últimas décadas, han aumentado las cepas resistentes a **fluoroquinolonas**, **penicilinas**, **macrólidos**, **sulfonamidas** y **tetraciclinas**.

## 11.- *Salmonella enterica*

### ENFERMEDADES, INCIDENCIA, MORTALIDAD Y VIRULENCIA

*Salmonella* spp. es el agente bacteriano más frecuente en los brotes transmitidos por alimentos, suponiendo una amenaza para la salud pública. Su virulencia depende de islas de patogenicidad genéticas, es decir, conjuntos de genes que lo hacen más virulento, y que pueden transmitir entre bacterias la capacidad de formar biofilms y la resistencia a los antibióticos.

La incidencia de la enfermedad es más elevada en niños menores de 5 años y adultos mayores de 60 años.

Ciertos serotipos de *Salmonella enterica* -serotips Typhi y Paratyphi- son agentes causales de la fiebre tifoidea.

La fiebre tifoidea es una enfermedad grave con una tasa de mortalidad del 12-30% en pacientes que no disponen de tratamiento. Se estima que 21 millones de personas se ven afectadas por esta patología anualmente. La mayoría de muertes se dan en pacientes malnutridos, lactantes o personas mayores.

### ¿QUÉ RESISTENCIAS PRESENTA ÉSTA BACTERIA?



Esta especie presenta niveles preocupantes de resistencias a las **cefalosporinas** (ceftriaxona), **azitromicina**, **sulfonamidas**, **cloranfenicol**, **tetraciclina**, **ampicilina**, **estreptomina** y

**fluoroquinolonas** (ciprofloxacino).

## 12.- Staphylococcus aureus

### ENFERMEDADES, INCIDENCIA, MORTALIDAD Y VIRULENCIA

Esta bacteria puede llegar a ser muy virulenta debido a la elevada síntesis de diferentes toxinas y enzimas que le ayudan a invadir los tejidos. Se estima que en Estados Unidos el 2019 hubo más de 323 mil casos de infecciones por *Staphylococcus aureus* resistente a metilina (MRSA) donde más de 10 mil personas murieron a causa de la infección. A nivel mundial, se estima que las infecciones invasivas causadas por MRSA son de un 20%.

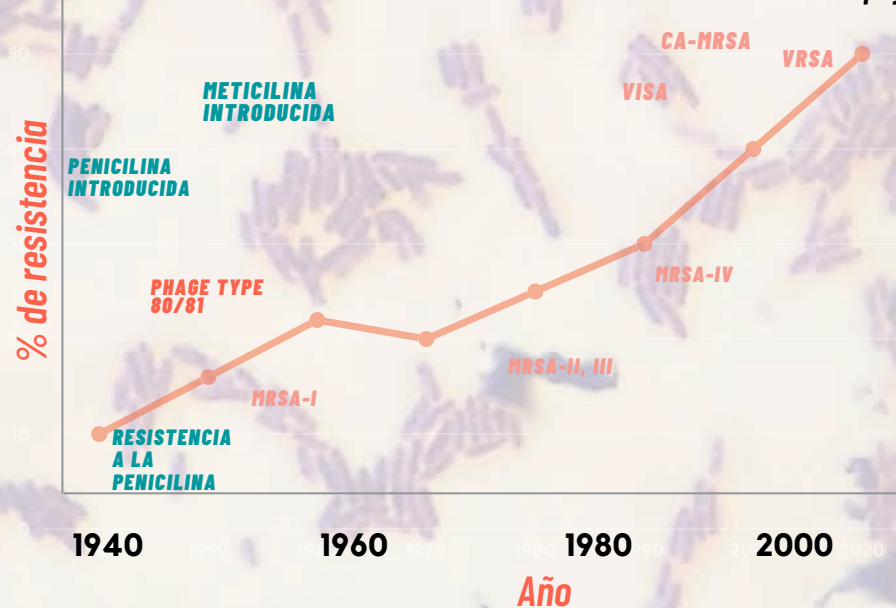
### ¿QUÉ RESISTENCIAS PRESENTA ÉSTA BACTERIA?



La aparición de cepas bacterianas resistentes a los antibióticos, en caso de *S. aureus*, ha aumentado vertiginosamente. Tanto es así, que cuando la penicilina se aprobó en 1941, al cabo de un año ya se encontraron cepas resistentes al tratamiento. Lo mismo ha ido pasando con antibióticos como la vancomicina (VRSA) y la metilina (SARM), introducidos en el mercado en 1958 y 1959, y con

resistencias detectadas en 2002 y en 1960, respectivamente (Gráfico 4). También presentan resistencia el 30-50% de los casos a la metilina, nafcilina, oxacilina y dicloxacilina. Actualmente, MRSA es resistente a todos los  $\beta$ -lactámicos. Disponemos de nuevos tratamientos como el linezolid, pero también se han descrito resistencias a este antibiótico.

GRÁFICO 4. EVOLUCIÓN RESISTENCIA A LOS ANTIBIÓTICOS DE *Staphylococcus aureus* (39)



**MRSA** (*S. aureus* resistente a metilina), **VISA** (*S. aureus* resistencia media a la vancomicina), **VRSA** (*S. aureus* resistente a la vancomicina) y **CA-MRSA** (MRSA adquirida en la comunidad).

## 13.- *Streptococcus pneumoniae*

### ENFERMEDADES, INCIDENCIA, MORTALIDAD Y VIRULENCIA

Estas bacterias causan de un 30 a un 40% de las **otitis** medias agudas, el 40% de las **sinusitis** agudas y el 50% de las **neumonías** bacterianas adquiridas en la comunidad.

En cuanto a mortalidad, la OMS estima que mundialmente mueren 1.200.000 niños al año por neumonía neumocócica, la mayoría en los países del sur global.

### ¿QUÉ RESISTENCIAS PRESENTA ÉSTA BACTERIA?



En el **Gráfico 4** se presentan los porcentajes obtenidos de infecciones causadas por cepas de

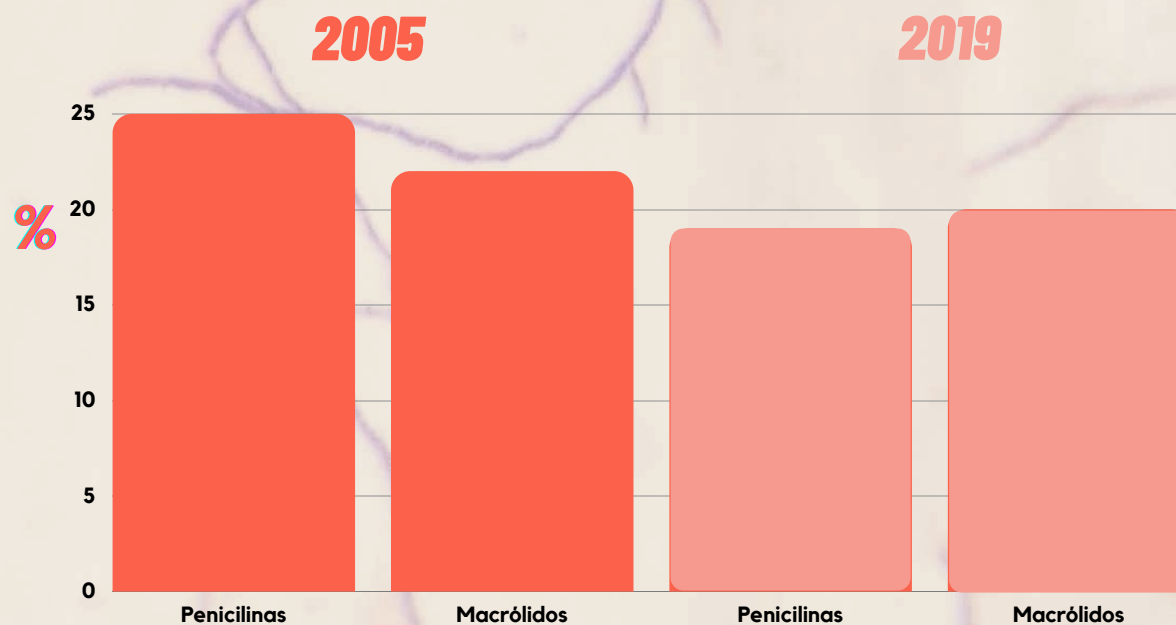
*Streptococcus pneumoniae* resistentes a antibióticos, respecto al número total de infecciones por esta especie bacteriana, en España, según el ECDC.

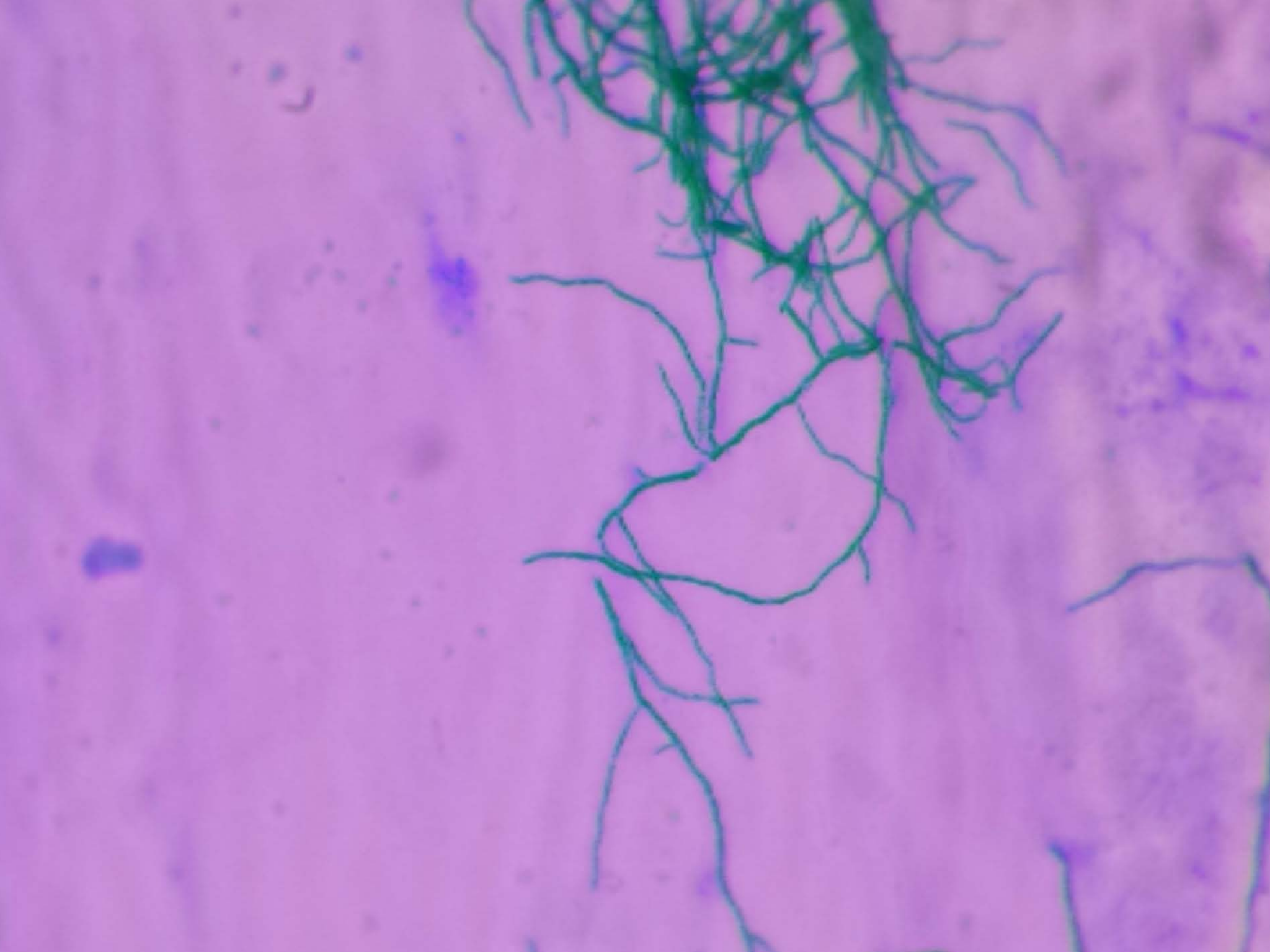
Vemos que los porcentajes se mantienen más o menos estables desde 2005, pero aún así preocupa la evolución de la resistencia a **fluoroquinolonas, macrólidos,**

**penicilinas y otros  $\beta$ -lactámicos.**

A pesar de que la vacunación contra esta infección se indique y administre en niños menores de 2 años, el acceso limitado a vacunas en países del sur global contribuye a la alta mortalidad infantil en estos países.

**GRÁFICO 5. EVOLUCIÓN DE RESISTENCIAS A LOS ANTIBIÓTICOS EN *Streptococcus pneumoniae* (ECDC)**



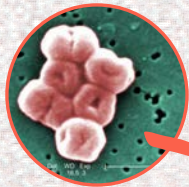


## ¿QUÉ IMPACTO TIENE EL USO DE ANTIBIÓTICOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA Y VETERINARIA?

Desgraciadamente, también encontramos resistencias a antibióticos en el mundo animal. Hay que recordar que son las bacterias los que se vuelven resistentes a los antibióticos, no los animales o las personas que reciben el tratamiento.

### *Acinetobacter baumannii*

*A. baumannii* causa infecciones **perros, gatos, caballos, pájaros** y otros animales.



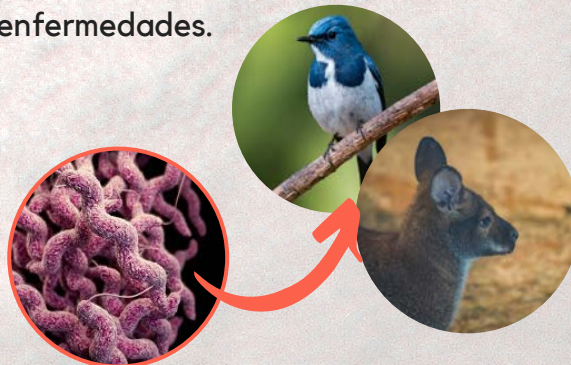
Crédito de imagen: CDC/ Matthew J. Arduino, Courtesy: Public Health Image Library



El 72% de las cepas aisladas son **multirresistentes**, es decir, presentan resistencias al menos a tres familias diferentes de antibióticos.

### *Campylobacter spp.*

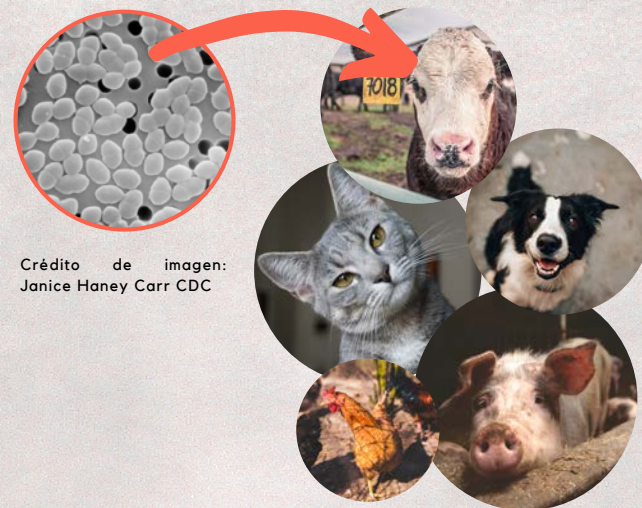
Las especies de *Campylobacter spp.* se localizan en la mayoría de **animales de sangre caliente**, sobre todo a los animales destinados al **consumo**; además de los animales de **compañía** e incluso al **marisco**. A pesar de estar ampliamente distribuida en el mundo animal, raramente les llega a causar enfermedades.



Crédito de imagen: CDC [phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=16870](http://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=16870)

### *Enterococcus faecium*

*Enterococcus faecium* se encuentra presente en **animales de granja**. Se ha visto una tendencia a la resistencia a **aminoglucósidos**, así como al **cotrimoxazol**, tal y como se ha detectado en humanos. En un estudio realizado en **gatos y perros** en Japón, de todas las cepas obtenidas, más del 40% eran resistentes a **kanamicina** y, casi el 30% a **eritromicina** y **lincomicina**.



Crédito de imagen: Janice Haney Carr CDC

## Escherichia coli

La gran mayoría de cepas de *Escherichia coli*, son resistentes a las **penicilinas**, los **macrólidos** (eritromicina y azitromicina) y al **cotrimoxazol**.



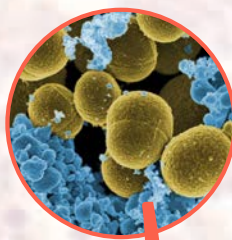
Crédito de imagen: NIH NIAID, [www.flickr.com/photos/niaid/16578744517/](http://www.flickr.com/photos/niaid/16578744517/)

## Staphylococcus aureus

*Staphylococcus aureus* es resistente a la **meticilina (MRSA)**, que representa una amenaza importante para la salud humana.

En animales, el MRSA se ha consolidado como patógeno veterinario en **mascotas y caballos**; en la **ganadería** supone una

preocupación para la salud pública, como reservorio de infección a humanos y como fuente de transferencia de genes de resistencia.



Crédito de imagen: NIH NIAID [www.flickr.com/photos/niaid/5148710483](http://www.flickr.com/photos/niaid/5148710483)



## Salmonella spp.

*Salmonella spp.* se considera uno de los agentes patógenos de transmisión alimentaria más importantes y se asocia

habitualmente al consumo de **huevos**, **carne y tripas de pollo**, entre otros productos animales.

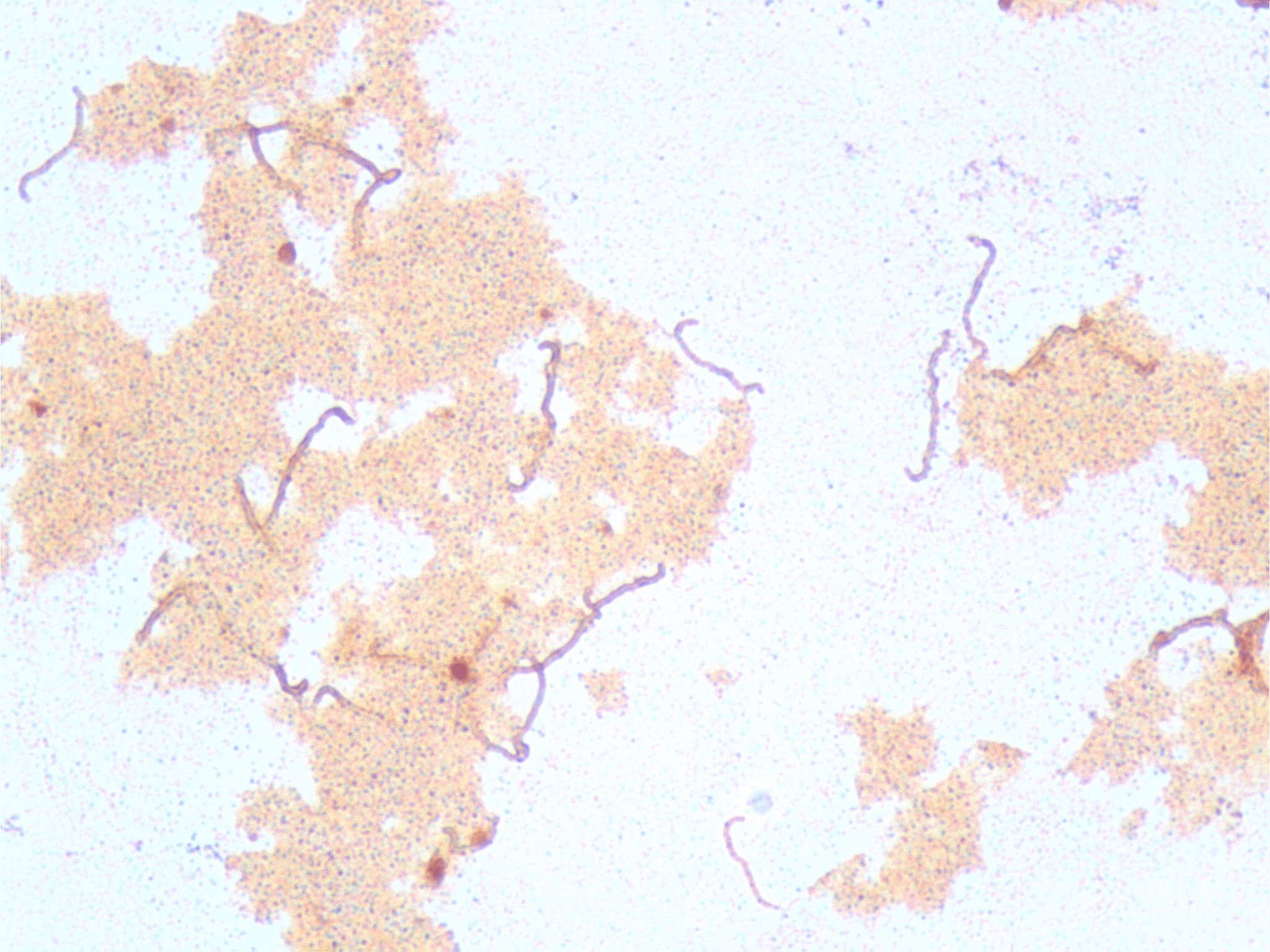
Las cepas de *Salmonella* multirresistentes (MDR) son muy adaptativas y son responsables de varios brotes de enfermedades transmitidas por alimentos.

En un estudio se vio que, las cepas aisladas de intestinos y huevos de **gallina** eran resistentes al **sulfametoxazol**, a la **ceftriaxona** (cefalosporina de tercera generación), al **ácido nalidixico**, a la **cefazolina** y a la **amoxicilina**.



Crédito de imagen: Centers for Disease Control and Prevention





## CONCLUSIONS

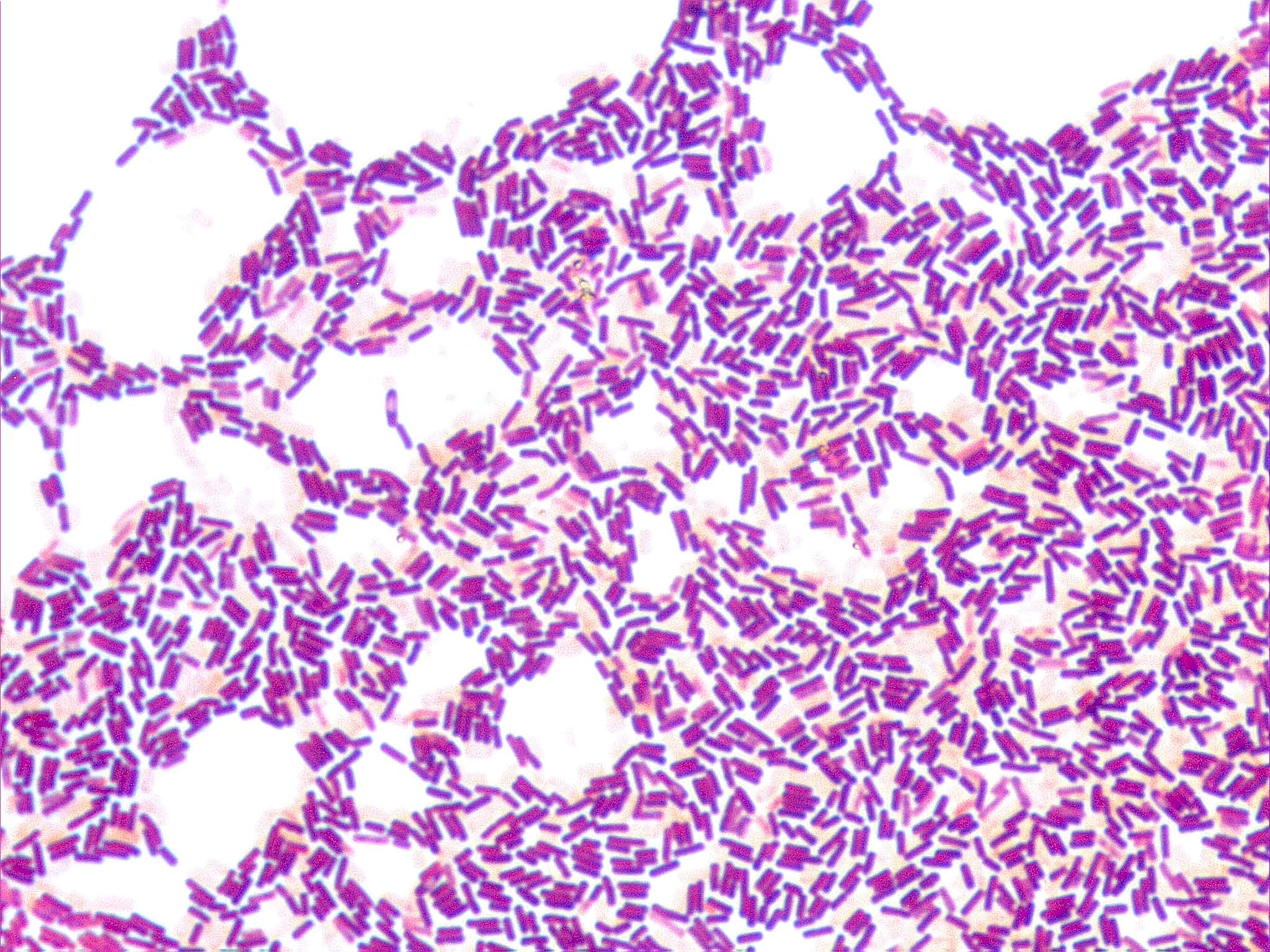
Las resistencias antimicrobianas son un **problema de salud global (One Health)**. Cada vez hay más bacterias resistentes que amplifican la capacidad de diseminación de los diferentes tipos de resistencias a otras bacterias y en todas partes. Si la tendencia continúa así, las **panresistencias y multirresistencias serán una realidad para la mayoría de bacterias**. Esto significa que no podremos utilizar antibióticos para tratar las infecciones y, por tanto, la muerte por infecciones bacterianas aumentará vertiginosamente. El desarrollo de nuevos tratamientos antibióticos es un proceso muy largo y costoso, y desafortunadamente no se destinan los recursos suficientes para conseguirlo. Por ello, nuestra responsabilidad radica

en regular el consumo de antibióticos, tanto en humanos como en animales. En este sentido, hace unos años que se han instaurado diversas **legislaciones** - europeas en nuestro caso-, que prohíben el uso de antibióticos para promover el crecimiento del ganado, o el uso de antibióticos como tratamiento preventivo.

También debemos ser conscientes de cómo seguir los tratamientos antibióticos. Sólo deben tomarse contra **infecciones bacterianas existentes**, y no víricas.

Además, seguir un tratamiento antibiótico requiere de su **seguimiento** hasta el final del tratamiento, según prescripción, aunque ya no tengamos síntomas. Si no lo hacemos, podemos promover la aparición de resistencias.

Estos hábitos, en conjunto con **hábitos de higiene y prevención** como lo es lavarse las manos a menudo, tirar los antibióticos restantes a los puntos **SIGRE** de la farmacia, **no llevar a cabo actividades de riesgo de exposición** a infecciones bacterianas, o seguir el calendario de vacunaciones, son algunas de las acciones que todos debemos llevar a cabo para evitar que las resistencias antimicrobianas, que **ya son una realidad**, incrementen aún más y nos lleven, en pocas décadas, a la **era post antibiótica**, donde la medicina moderna tal como la conocemos hoy ya no será posible.



## CONCEPTOS RELEVANTES

### BACTERIEMIA

Presencia de bacterias en la sangre de la persona o animal infectado.

### BIOFILMS

Agrupaciones de bacterias en matrices adheridas a superficies.

### ECDC

*European Center for Disease Control*  
(Centro Europeo para la Prevención y Control de Enfermedades). Es la principal agencia encargada de monitorizar, asesorar a los gobiernos y promover programas para el control de las enfermedades infecciosas en la Unión Europea.

## GENERACIONES DE ANTIBIÓTICOS

Clasificación de los antibióticos en función de sus características antimicrobianas. Dentro de la misma familia de antibióticos, los antibióticos de generaciones más tardías son aquellos que se han generado mediante la modificación química de las estructuras originales, como reacción al desarrollo de resistencias a estos antibióticos. Si siempre recurrimos a la última generación de antibióticos, estamos bloqueando una utilidad futura para tratar nuevas infecciones.

### HUÉSPED

Organismo que alberga otro organismo, y aporta generalmente protección y alimento.

## MICROBIOTA

Conjunto de microorganismos de un determinado hábitat (seres vivos pluricelulares), como el cuerpo humano o una parte del mismo.

## PAÍSES DEL SUR GLOBAL

Término utilizado en estudios postcoloniales y transnacionales para referirse al sur / norte no geográfico, deslocalizados también dentro de cada país, donde el Sur está subordinado al Norte en términos de economía, acceso a la salud, etc.

## PARÁSITOS ESTRUCTOS

Microorganismos que necesitan factores de crecimiento tan específicos que sólo pueden vivir en un huésped (especie) en concreto.

## PATÓGENO

Agente infeccioso biológico que causa enfermedades o trastornos a su huésped.

## PORCENTAJES DE RESISTENCIA

Número de cepas bacterianas que presentan resistencia a antibióticos. Un porcentaje de resistencia bajo (menos del 5%, por ejemplo), significa que el número de cepas que no son resistentes a este antibiótico es significativamente mayor al número de cepas bacterianas que sí presentan resistencia.

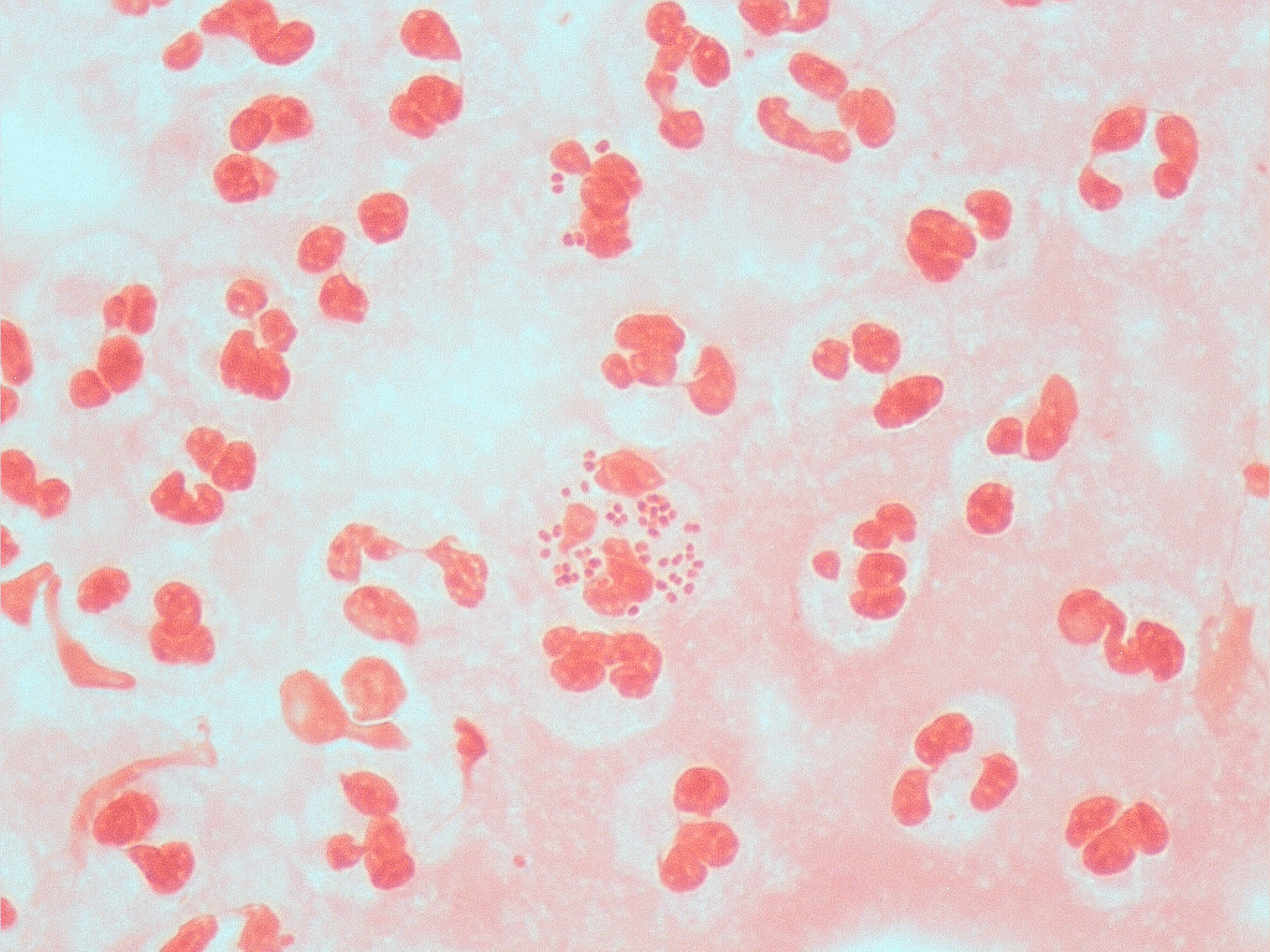
## PLÁSMIDO

Molécula de ADN circular de doble cadena propia de los procariontes, que puede existir y replicarse

independientemente del cromosoma, o estar integrado.

## CEPA BACTERIANA

Una cepa es una población genéticamente uniforme de células. Así, una cepa bacteriana es un conjunto de bacterias genéticamente idénticas descendientes de una misma célula, que, en la descendencia, pueden sufrir mutaciones.



## BIBLIOGRAFÍA

- 1.- López S, López-Brea M. ¿Qué Debemos Saber Acerca de las Infecciones por *Acinetobacter baumannii*? Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica 2020; 18: (153–156).
- 2.- U.S. Department of Health and Human Services. Antibiotic Resistance Threats in the United States. Centers for Disease Control and Prevention. 2019.
- 3.- Bush L, Pérez M. Infecciones por *Acinetobacter*. Manual MSD. 2018.
- 4.- **Gráfico 2 y 3:** European Centre for Disease Prevention and Control. Surveillance Atlas of Infectious Diseases. European Centre for Disease Prevention and Control. 2018.
- 5.- Organización Mundial de la Salud. *Campylobacter*. 2020.
- 6.- Department of Food Safety and Zoonoses. The Global View of Campylobacteriosis. World Health Organization. 2013.
- 7.- European Food Safety Authority. La Resistencia a los Antimicrobianos en la UE: las Infecciones Causadas por Bacterias Transmitidas por los Alimentos son Cada Vez más Difíciles de Tratar. EFSA. 2020.
- 8.- Cercenado E. Enterococcus: Resistencias Fenotípicas y Genotípicas y Epidemiología en España. Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica 2011; 29 (Supl 5): 59–65.
- 9.- M. Bush L, T. Perez M. Infecciones por Enterococos. Manual MSD. 2017.
- 10.- Organización Mundial de la Salud. *Escherichia coli*. 2018.
- 11.- El médico interactivo. La mala higiene en el inodoro, y no la comida, es lo que propaga la superbacteria “*E. coli*” resistente a antibióticos. El Médico Interactivo. 2019.
- 12.- Bush LM, Perez T. M. Infecciones por *Escherichia coli*. Manual Merck. 2018.
- 13.- Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. Infecciones por *Haemophilus*. MedlinePlus. 2019.
- 14.- M. Bush L, T. Perez M. Infecciones por *Haemophilus*. Manual Merck. 2018.
- 15.- Menéndez R, Cantón R, García-Caballero A, Barberán J. Tres Claves para Seleccionar el Antibiótico Oral Adecuado en las Infecciones Respiratorias. US National Library of Medicine 2019; 32: 497–515.
- 16.- Vakil N. Infección por *Helicobacter pylori*. Manual Merck. 2018.

- 17.- IntraMed. Resistencia a los Antibióticos para *Helicobacter pylori*. IntraMed. 2019.
- 18.- Montúfar-Andrade FE, Mesa-Navas M, Aguilar-Londoño C, Saldarriaga-Acevedo C, Quiroga-Echeverr A, Builes-Montaño CE, et al. Experiencia Clínica con Infecciones Causadas por *Klebsiella pneumoniae* Productora de Carbapenemasa, en una Institución de Enseñanza Universitaria en Medellín, Colombia. *Infectio* 2016; 20: 17–24.
- 19.- Barbeito-Castiñeiras G, Ladra González MJ, Domínguez Santalla MJ, Rivero Velasco C. Multiple Organ Failure by Serotype K1 *Klebsiella pneumoniae*. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica* 2017; 35: 321–2.
- 20.- Nunez K. What You Need to Know About a *Klebsiella pneumoniae* Infection. Healthline. 2019.
- 21.- Rojo V, Vázquez P, Reyes S, Fuertes LP, Cervero M. Risk Factors and Clinical Evolution of Carbapenemase-Producing *Klebsiella pneumoniae* Infections in a University Hospital in Spain. Case-Control Study. *US National Library of Medicine* 2018; 31: 427–34.
- 22.- World Health Organization. Tuberculosis. World Health Organization. 2020.
- 23.- Dorronsoro I, Torroba L. Microbiología de la Tuberculosis. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra* 2007; 30 (Supl 2): 67–84).
- 24.- Otero Guerra L, Vazquez F. Multiresistant *Neisseria gonorrhoeae*: Back to the Past? *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica* 2013; 31: 565–7.
- 25.- U.S. Department of Health & Human Services. Gonorrhea - 2017 Sexually Transmitted Diseases Surveillance. Centers For Disease Control and Prevention. 2017.
- 26.- García-Mendiola R, Aguilera-Arreola MG, Contreras-Rodríguez A. *Neisseria gonorrhoeae*. *Revista Chilena de Infectología* 2017; 34: 263–4.
- 27.- Bodí M, Garnacho YJ. *Pseudomonas aeruginosa*: Combined Treatment vs Monotherapy. *Medicina Intensiva* 2007; 31: 83–7.
- 28.- Zarza VMP, Mordani SM, Maldonado AM, Hernández DÁ, Georgina SGS, Vázquez-López R. *Pseudomonas aeruginosa*: Pathogenicity and Antimicrobial Resistance in Urinary Tract Infection. *Revista Chilena de Infectología* 2019; 36: 180–9.
- 29.- M. Bush L, T. Perez M. Infecciones por *Pseudomonas* y Patógenos Relacionados. Manual MSD. 2018.
- 30.- Murray PR, Rosenthal KS, Pfaller MA. *Microbiología Médica*. 5a Edición. Elsevier Mosby. 2006; pp. 330–332.

- 31.- Bush LM, Perez MT. Infecciones por *Salmonella* spp. no tifoidea. Manual MSD. 2018.
- 32.- Barreto M, Castillo-Ruiz M, Retamal Merino P. *Salmonella enterica*: A Review or the Trilogy Agent, Host and Environment and its Importance in Chile. Revista Chilena de Infectología 2016; 33: 547–57.
- 33.- American Society of Health-System Pharmacists. Vacuna contra la Fiebre Tifoidea. MedlinePlus. 2020.
- 34.- Bush L, Perez M. Fiebre Tifoidea. Manual MSD. 2018.
- 35.- Cailhol J, Lailier R, Bouvet P. Trends in Antimicrobial Resistance Phenotypes in non-typhoid *Salmonella* from Human and Poultry Origins in France. Epidemiology and Infection 2006; 134: 171-178.
- 36.- De Toro M, Seral C, Rojo-Bezares B, Torres C, Castillo FJ, Sáenz Y. Resistencia a Antibióticos y Factores de Virulencia en Aislados Clínicos de *Salmonella enterica*. Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica 2014; 32: 4–10.
- 37.- Murray PR, Rosenthal KS, Pfaller MA. Microbiología Médica. 5a Edición. Elsevier Mosby. 2006; pp. 221–236.
- 38.- Stefani S, Chung DR, Lindsay JA, Friedrich AW, Kearns AM, Westh H, et al. Meticillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA): Global Epidemiology and Harmonisation of Typing Methods. International Journal of Antimicrobial Agents 2012; 39: 273–82.
- 39.- Gràfic 4. Álvarez I, Ponce J. *Staphylococcus aureus*, Evolución de un Viejo Patógeno. Revista Cubana de Pediatría 2012; 84: 383–391.
- 40.- Maboni G, Seguel M, Lorton A, Sanchez S. Antimicrobial Resistance Patterns of *Acinetobacter* spp. of Animal Origin Reveal High Rate of Multidrug Resistance. Veterinary Microbiology 2020; 245: 108702.
- 41.- Kataoka Y, Umino Y, Ochi H, Harada K, Sawada T. Antimicrobial Susceptibility of Enterococcal Species Isolated from Antibiotic-Treated Dogs and Cats. Journal of Veterinary Medical Science 2014; 76: 1399–1402.
- 42.- Fernández R. Estudio Epidemiológico sobre Resistencias Antimicrobianas en el Diagnóstico Laboratorial de Animales de Compañía. Universitat Autònoma de Barcelona. 2018.
- 43.- Dan H, Xingpeng Y, Fengxia L. Occurrence, Drug Resistance, and Virulence Genes of *Salmonella* Isolated from Chicken and Eggs. Food Control 2020; 113: 107109.

**ESTE REPORTAJE HA SIDO REDACTADO  
POR EL EQUIPO SAFE, NODO DE  
BARCELONA, Y HA SIDO SUBVENCIONADO  
POR EL PROGRAMA EUROPEO EIT HEALTH**

**ISGlobal** Institut de  
Salut Global  
Barcelona



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA



EIT Health is supported by the EIT,  
a body of the European Union

