

LA BIODIVERSIDAD QUE LLEVAMOS CON NOS

Microbiota autóctono,
probióticos y prebióticos



IZQUIERDA SUPERIOR

Henry Tissier: en 1899 detectó que en las heces de niños amamantados aparecen bacterias bifidas (*Lactobacillus bifidum*, posteriormente *Bifidobacterium* spp.) que también están presentes en los alimentos con leche de fórmula. Postuló que esas bacterias serían responsables de la menor morbilidad del primer grupo.

DERECHA SUPERIOR

Ilya Metchnikoff: recibió el premio Nobel en 1908 por descubrir la fagocitosis. En 1909 hizo un viaje a los Balcanes, donde observó que la gente vivía hasta edades muy avanzadas. Relacionó esto con el consumo de yogur.

CENTRO INFERIOR

Minoru Shirota: pediatra japonés que en 1929 aisló una cepa de *Lactobacillus casei* de las heces de un niño y administróla a otros que carecían de flora infecciosa, logrando que curaran.

Por **Juan Evaristo Suárez**

Catedrático de Microbiología

Departamento de Biología Funcional. Universidad de Uviéu

La microbiota autóctono, d'ocupación o indíxena, ta constituyó pol conxuntu de microorganismos que colonicen de mou estable la superficie epidérmica y la de les mucoses. La microbiota xuega un papel esencial na nuesa vida, hasta'l puntu de qu'esta sedría imposible na so ausencia; poro, la rellación ye, xeneralmente, *mutualista* (beneficiosa pa los dos socios de la simbiosis). Los microorganismos que lo componen son mui abundantes, el so númberu perpassa nunes diez vegaes al de células del nuesu propiu organismu y, por exemplu, la metá del volume de les nuses fieces ta constituyó por microorganismos qu'habiten nel nuesu aparatu dixestivu y que foron arrastraos al exterior. Agora bien, la simbiosis pue convertise en *parasitaria* si concurren circunstancias especiales, principalmente disfunciones de la respuesta inmune.

Vamos repasalo agora peles distintes partes del cuerpu humanu:

LA MICROBIOTA DE LA PIEL

La piel ye la capa más esterna del cuerpu; polo tanto ye fácilmente colonizable polos microorganismos ambientales. Sicasi ta, en xeneral, seco, ye ácido, carez d'abrasiones continues y los nutrientes son escasos, lo que llimita muncho los microorganismos que puen establecese sobre ello. Estes condiciones tan males amenorguen, nos humanos, nes glándules sudoríparas y sebácees y nos folículos pilosos, nos qu'hai más humedad y nutrientes.

Les bacterias constitúin al rodiu del 95% de la microbiota de la piel, predominando les pertenecientes a los filos Actinobacteria (60% del total) y Firmicutes (25%). Les primeres tán representaes por corinebacterias y propionibacterias, mentanto que *Staphylococcus epidermidis* sedría'l representante cuasi esclusivu de les se-

gundes. Tamién apaecen fungos, principalmente del xéneru *Malassezia* (que, como veremos, son beneficiosos, pero de los que la so proliferación escesiva ye l'orixe de la failla o caspa) y ácaros (arácnidos microscópicos) que viven nos folículos pilosos (Tabla 1).

La colonización de la piel nun ye uniforme. Nes partes más seques, como los antebrazos, la parte anterior de les piernes y el revés de les manes, hai pocos microorganismos y, paradóxicamente, la mayor diversidá, lo que suxer contaminación continuada más que residencia estable. Los pliegos (veries, sobacos, espacios interdixitales, etc.) son les partes más llentes de la piel y nellos predominen les corinebacterias y los estafilococos. Nestes zones hai unes glándules especiales que segreguen, amás de sudor, un llubricante qu'evita la rozadura ente los dos llaos del pliegu. Esta secreción úsenlo como alimentu les bacterias predominantes en cada zona, siendo los productos de refugaya resultantes, los responsables del so golor peculiar. Pa cabu, nes rexones sebácees humanes (el cueru cabelludo, detrás de les oreyes, la cara, el llombu, etc.) predominen les propionibacterias y *Malassezia*, que degraden los lípidos presentes nel sebu (nomao tamién «grasa educao») y lliberen ácidos grasos, contribuyendo decisivamente al pH ácido de la piel y na so protección frente al establecimientu d'organismos patóxenos.

DERECHA

Tabla 1. La diversidá taxonómica de los microorganismos que conformen la microbiota autóctono y citaos nesti trabayu.

Dominiu	Reinu	Filu / División	Clas	Exemplu	
Archaea (arquees)	Archaea (arquees)	A.II. Euryarcheota (euriotes, euriarqueotes)	Methanobacteria (metanobacterias)	Metanóxenos intestinales	
Bacteria (bacterias)	Bacteria (bacterias)	B.XII. Proteobacteria (proteobacterias)	Gamma proteobacteria	<i>Escherichia</i> (intestín gruesu)	
			Epsilon proteobacteria	<i>Helicobacter</i> (estómagu)	
		B.XIII. Firmicutes (firmicutes)	Clostridia (clostridios)	<i>Lachnospira</i> , <i>Faecalibacterium</i> , <i>Roseburia</i> (intestín gruesu)	
			Bacilli (bacilos)	<i>Lactobacillus</i> (vaxina, intestín delgáu), <i>Staphylococcus</i> (piel), <i>Streptococcus</i> (boca)	
Bacteria (bacterias)	Bacteria (bacterias)	B.XIV. Actinobacteria (actinobacterias)	Actinobacteria (actinobacterias)	<i>Bifidobacterium</i> (intestín gruesu), <i>Propionibacterium</i> (piel, intestín gruesu), <i>Corynebacterium</i> (piel), <i>Gardnerella</i> (vaxina)	
			B.XX. Bacteroidetes (bacteroidetes)	Bacteroidetes (bacteroidetes)	<i>Bacteroides</i> , <i>Prevotella</i> (intestín gruesu)
			Eukaryota (eucariotes)	Protista/Protoctista (protistes)	Protozoa (protozoos) (dellos filos)
Mastigophora (mastigóforos)	<i>Giardia</i> (duodenu)				
Eukaryota (eucariotes)	Fungi (fungos)	Ascomycota (ascomicetos, ascomicotes)	Saccharomycetes (sacaromicetos)	<i>Candida</i> (vaxina, boca, intestín gruesu)	
			Basidiomycota (basidiomicetos o basidiomicotes)	Exobasidiomycetes (exobasidiomicetes)	<i>Malassezia</i> (piel)
Eukaryota (eucariotes)	Animalia (animales)	Arthropoda (artrópodos)	Arachnida (arácnidos)	<i>Demodex</i> (ácaros de la piel)	

L'aparatu dixestivu presenta multitud de conductos y cavidades y en caún d'ellos atopamos un microbioma humanu característicu (Fig. 1).

Boca: bayura de bacteries, protozoos y formentos. El papel mutualista de munches d'elles ye discutible; d'esti mou, los estreptococos y dalgunes otres bacteries causen caries y otros problemes dentales pola mor de que producen ácidu qu'ataca l'esmalte de los dientes. Los formientos son responsables de les aftes qu'apaecen, con frecuencia, na mucosa de les persones inmunodeprimies.

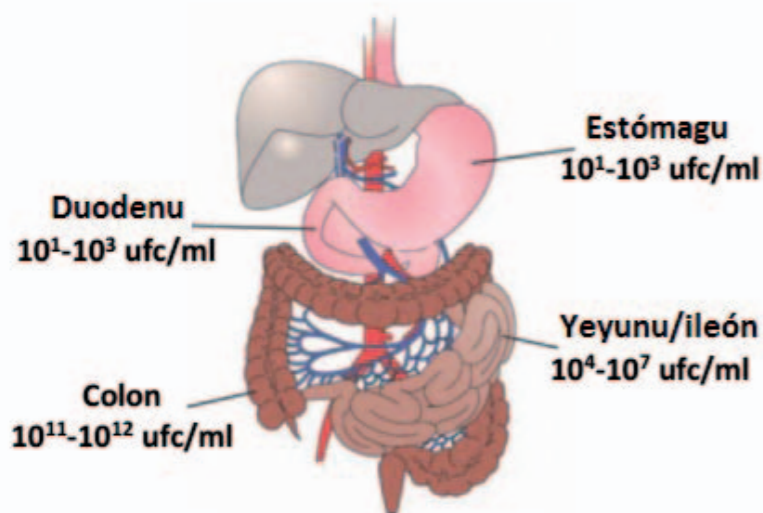
Esófagu: nun hai colonización permanente; l'esófagu ye un conductu virtual (ta colapsáu pola musculatura que lu arrodiada pa evitar re-

gurgitaciones), pel que s'abre camín la comida y arrastra a los posibles microorganismos que pudieren intentar establecese nel mesmu.

Estómagu: fundamentalmente llactobacilos. L'acidez estomacal ye una barrera cuasi infranqueable pa los microorganismos qu'inxerimos cola comida y la bebida, protexendo d'esta miente al intestín frente a les infeiciones. La concentración de llactobacilos ye tan baxa que nun se sabe si exercen daqué efeutu mutualista significativu. Per otra parte, aproximadamente'l 40% de la población contién *Helicobacter pylori*, que s'asocia a la producción de gastritis, úlceres péptiques ya inclusive dellos tipos de cáncer gástricu.

Intestín delgáu: nel duodenu la microbiota ye escasa, entá permanece parte de l'acidez estomacal y nél desemboquen los conductos biliar y pancreáticu. La bilis ye tóxico pa munches bacteries y el fluyíu pancreáticu contién una serie d'enzimes que podríen, lliteralmente, dixerir les bacteries que s'establecieron ellí. Nel yeyunu va incrementándose la concentración bacteriana, que ta formada principalmente por llactobacilos. Nel ileón la concentración y diversidá de los microorganismos residentes aumenta rápidamente y va reflexando adulces la que tendremos nel intestín gruesu.

Intestín gruesu: la densidá microbiana ye enorme; ta dominada por bacteries, pero tamién hai arquees, fungos (formientos) y protozoos (Tabla 1) (Fig. 4B). Amás d'una enorme densidá, hai una gran diversidá; calcúlase qu'hai más de 500 especies ocupando esi hábitat, de mou que, nel so conxuntu,



ARRIBA

Figura 1. Esquema del aparatu dixestivu, con indicación de les concentraciones de microorganismos presentes en cada parte del mesmu; ucf: unidaes formadores de colonies o célules viables. Imax cedida por Claudia Herrera y Francisco Guarner del Hospital Vall d'Hebron, Barcelona.

DERECHA

Figura 2. Micrografía óptica de células de *Bifidobacterium longum*. Nótese la morfoloxía biforcada que da nome al xéneru. Semeya cedida por Patricia Ruas (Grupu de probióticos del Institutu de Productos Lácteos d'Asturies).

¿CÓMO SE PRODUZ LA COLONIZACIÓN DEL APARATU DIXESTIVU?

dan llugar a un ecosistema extraordinariamente maduru y, en resultes d'ello, resistente a la inducción de cambeos dende l'esterior: ye lo que se denomina la *homeostasis intestinal*. Dentro de los grupos bacterianos qu'habiten nel intestín gruesu, los más abondosos son los Firmicutes y los Bacteroidetes, que constitúin aproximao'l 35% del total en cada casu, siguíos peles Actinobacteries, que sedríen dalgo menos del 10%. Los xéneros más abondantes dentro de los Firmicutes son *Faecalibacterium* y *Roseburia*; al grupu de los Bacteroidetes pertenecen les bacteries de los xéneros *Bacteroides* y *Prevotella*, que son los más abondantes nel hábitat intestinal, siendo les Actinobacteries más frecuentes les encuadras dentro del xéneru *Bifidobacterium* (Fig. 2). La inmensa mayoría d'estes bacteries son anaerobies estrictes; ye dicir, llogren la enerxía que necesiten per aci de la fermentación o de la respiración anaerobia, siendo estremadamente susceptibles al oxíxenu. Esta llimitación túvoles nel anonimatu hasta que se desendolcaron los métodos independientes de cultivu, qu'identifiquen a los microorganismos pente medies del análisis de la secuencia de nucleótidos de los sos xenomes.

De primeres nel partu, como consecuencia del contactu del neñu cola microbiota vaxinal y lo propio de la zona perineal. Esta colonización vese favorecida pol pH gástricu relativamente elevao (non ácidu) y la secreción atenuada de bilis, típico de los recién nacíos. La evolución posterior de la microbiota va tar mui venceyada al réxime alimenticiu del neñu. Asina, nos primeros meses namás tomará lleche, lo que promoverá l'establecimientu de llactobacilos y bifidobacteries; los primeros porque metabolicen la llactosa mui eficazmente y les segundes por cuenta de que na lleche humano hai una serie d'oligosacáridos complexos qu'utilicen perbién. Estos oligosacáridos nun s'atopen na lleche d'otros mamíferos y nun son asimilables por nós, polo que paez que la so función sedría precisamente favorecer l'establecimientu de les bifidobacteries nel nuesu intestín. A los 5-6 meses d'edá entama la toma de papielles de frutes, lo que supón l'aporte d'otros azucres y de polisacáridos y promueve la colonización por bacteries de la división Firmicutes y la diversificación del ecosistema intestinal. Ente unes dos selmanes y

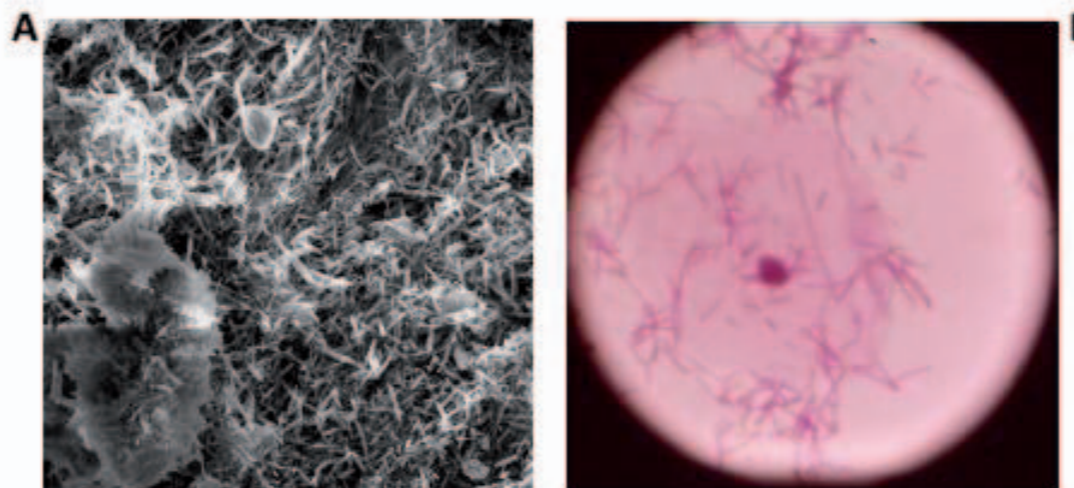
un mes dempués emprima la alimentación con purés de verduras, que tienen multitud de polisacáridos complejos y faciliten la llegada de los Bacteroidetes y l'asentamiento definitivu de los Firmicutes. L'adición paulatina de carne, xema de güevu y pescáu a los purés provocaría la colonización por *Escherichia coli* y otros proteobacteries, de mou que nel momentu del cambéu a una dieta adulta yá taríen nel intestín tolos actores que determinarán l'asentamiento d'una microbiota maduro y compensao, lo qu'asocede, arriba o abaxo, a partir de los dos años d'edá.

MICROBIOTA DEL APARATU XENITOURINARIU

Les diferencias anatómiques y fisiolóxicas del aparatu urogenital d'homes y muyeres obliga a que los tratemos separadamente.

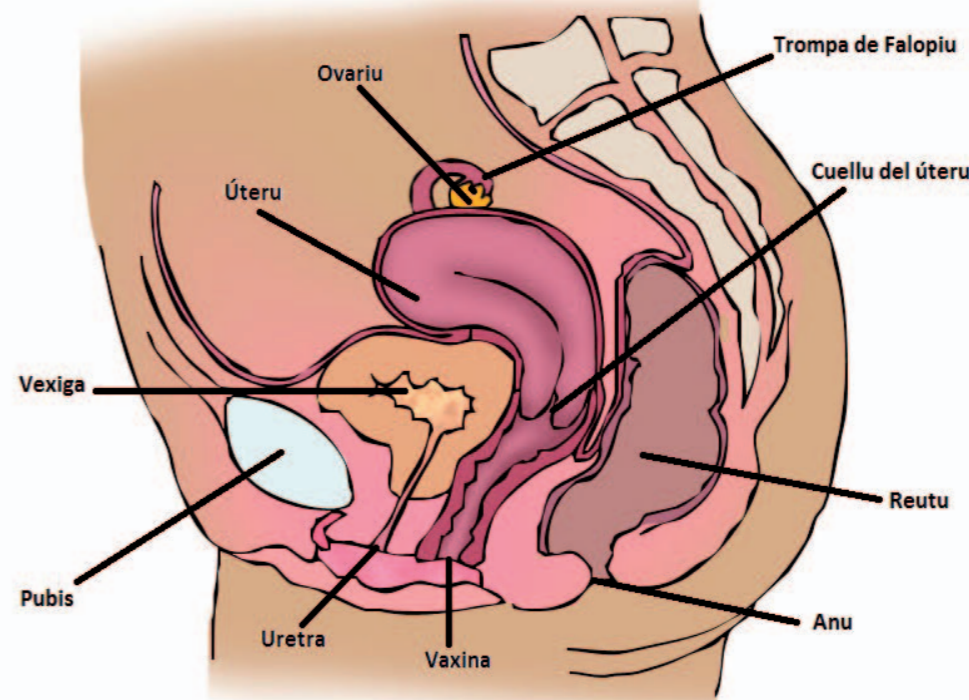
Home: La microbiota ye escaso pola mor de que'l mexu llava la uretra periódicamente y a que l'orificiu de salida ta mui xebrau del anu, que ye la fonte principal de contaminación del aparatu escretor. Por eso les infeiciones urinaries son infrecuentes nos homes, sacante qu'heba circunstancias predisponentes como l'usu de pañales o calces; asina, son relativamente comunes en vieyos y en neños pequeños, siendo esti l'únicu tramu de la vida en que la infeición urinaria ye más frecuente n'homes qu'en muyeres.

Muyer: Pola mor de la xebraadura ente la uretra y la vaxina (Fig. 4), el mexu nun llava esta última cavidá, permitiendo asina l'establecimientu d'una microbiota estable nella. Esto faila, al empar, susceptible a la infeición, fundamentalmente dende'l tractu entéricu, por cuenta de la proximidá de la vulva y l'anu. La vaxina ye, amás, una estación intermedia que facilita l'accesu de



ARRIBA
Figura 3. A) Aspeutu de la mucosa del colon vista per microscopía de barríu. Imaxe cedida por María Vicario y Francisco Guarner del Hospital Vall d'Hebron, Barcelona. B) Célula de la mucosa vaxinal cubierta de llactobacilos. Imaxe tomada de la Tesis Doctoral de Soledad Boris, Universidá d'Uviéu.

DERECHA
Figura 4. Posición relativa de los muérganos del aparatu reproductor femenín onde se ve la proximidá de les víes urinaria, reproductora y dixestiva, lo que facilita l'espardimientu microbianu d'unes a otres. (N del E.)



la microbiota intestinal a la uretra, hasta'l puntu de que, cuasi invariablemente, la infeición de la vexiga urinaria vien precedida pola presencia del axente causal na vaxina. El llargor curtiu de la uretra facilita tamién la llegada

de microorganismos indeseables a la vexiga y la producción de cistitis y otros afeiciones renales.

Agora bien, los microorganismos predominantes na vaxina camuden cola edá y l'actividá endocrina. Asina, nes neñes premenárquiques l'epiteliu vaxinal ye fino y ta bastante seco, lo

que determina que la microbiota predominante seya lo de la piel más un reflexu de lo intestinal que contamina la zona perineal. Esta microbiota ye transitorio, de forma que si la colonización ye permanente, ye porque hai una fonte continua de nuevos microorganismos. La llegada a la pubertá, provocada pol aniciu de la producción d'estrógenos, va xenerar un aumentu del espesor del epiteliu vaxinal y la secreción d'un exudáu que favorez la colonización por llactobacilos y, en menor midida, por *Gardnerella vaginalis*, *Candida albicans* y otros, que puen convertise en patóxenos si proliferen enforma. Les especies de *Lactobacillus* más habituales na mucosa vaxinal son *L. crispatus*, *L. jensenii*, *L. gasseri* y *L. iners*. Los llactobacilos producen ácidu lláctico y agua oxigenao (Fig. 5A) qu'eliminen a los microorganismos d'orixe intestinal y controlen la densidá de los patóxenos potenciales.

Nel embarazu induzse una cierta inmunosupresión pa evitar el refugu del embrión, porque esti producirá antíxenos pateros y, polo tanto, estraños pal sistema inmunitariu maternu. Esti efeutu vese compensáu pol incrementu de la concentración d'inmunoglobulina A y de células fagocítiques y la disminución del pH vaxinal. Esti últimu efeutu ye pola mor del incrementu de la concentración de llactobacilos y de l'acidez que producen, sobre manera nel tercer trimestre del embarazu. La razón d'estos cambeos sedría doble; per

La microbiota autóctono suministra nutrientes, aprovecha los non dixeribles, desendolca'l sistema inmunitariu y compite colos microbios patóxenos.

un llau, la proteición de la mucosa vaxinal y del fetu frente al desendolcu de procesos infeiciosos per vía ascendente y, per otru, el desaniciu de posibles axentes nocivos que pudieren inducir patoloxía na ma (fiebres puerperales) o nel recién nacíu (por exemplu, meningitis por *Streptococcus agalactiae*), derivaes de la infeición nel momentu del partu.

La menopausia provoca una gran mengua del exudáu vaxinal, de la densidá de los microorganismos residentes y el cambéu de la microbiota predominante, que pasa a tar constituida por bacteries intestinales y de la piel, como ocurría cuando la neñez. Como consecuencia, amenorguen les infeiciones vaxinales típiques y aumenta la patoloxía urinaria, causada fundamentalmente por bacteries entériques. Esti efeutu pue revertise parcialmente con terapia hormonal, que mimetizará les condiciones de la vaxina cuando la edá fértil y conducirá, otra vuelta, a la dominancia de los *Lactobacilos* na cavidá.

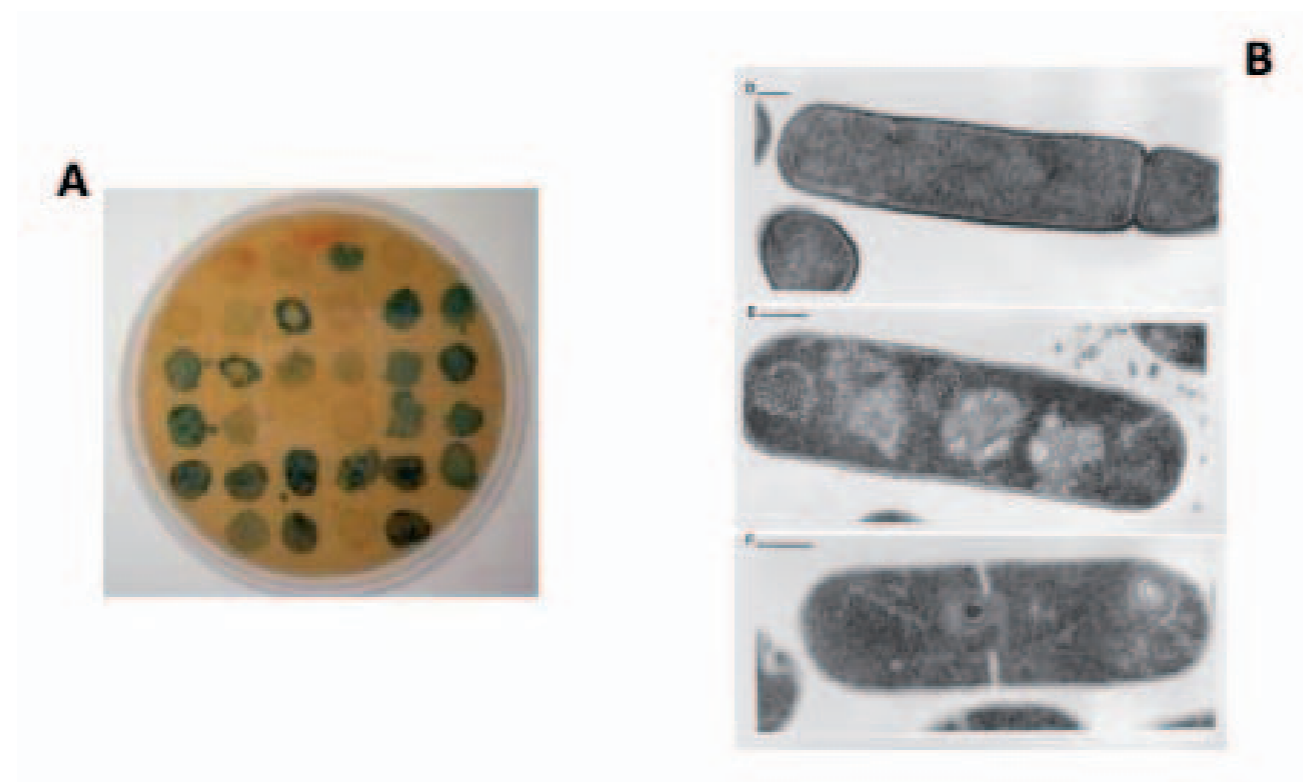
FUNCIONES DE LA MICROBIOTA AUTÓCTONO

Les principales son cuatro y actúen constantemente, razón pola que, paradóxicamente, pasen desapercibíes:

- 1. *Suministru de nutrientes esenciales*, como les vitamines y dellos aminoácidos; la necesidá d'inxestión d'estos amenorga precisamente pola mor de los produciós pola microbiota indíxena.
- 2. *Aprovechamientu de nutrientes non dixeribles*: De los múltiples glúcidos complejos que s'inclúin na nuesa dieta, namás tres, la sacarosa, la llactosa (non siempre) y l'almidón, son dixeribles poles nuses propias enzimes. El restu, como la celulosa y les pectines d'orixe vexetal o los glicosaminoglicanos de la carne (heparán y condroitín sulfatu ente otros) lleguen al intestín gruesu cuasi intautos. Ellí degrádalos la microbiota autóctono que xenera H_2 , CO_2 y ácidos grasos de cadena curtia. Estos últimos inhiben el

xorrecimientu d'organismos patóxenos, son una fonte d'enerxía fundamental pa los enterocitos (principalmente l'ácidu butírico) y neutralicen los grupos amoniu xeneraos pola desaminación de los aminoácidos y otros nutrientes. Per otru llau, esos ácidos grasos de cadenes curties, incrementen tamién la presión osmótica lluminal, induciendo la secreción d'agua y, xunto a los gases xeneraos, aumenten el volume de les deposiciones y too ello estimula'l peristaltismu intestinal. Pa cabu, los ácidos acético y propiónico van al fégadu; ellí, el primeru ye convertíu n'acetil coenzima A ya intégrase nel ciclu de Krebs y nes rutes de síntesis de lípidos, mientras que l'ácidu propiónico s'incorpora a les rutes del catabolismu glúcídico. Postúlase que la microbiota colónico contribúi con más de 500 kcal diaries al nusu metabolismu, siendo esencial la so actividá nos países subdesarrollaos, nos que la dieta suel ser muy rico en glúcidos complejos.

- 3. *Desendolcu del sistema inmunitariu*: Les bacteries en xeneral y les de la microbiota d'ocupación en particular, presenten na so superficie componentes que contribúin a la puesta a puntu de les nuses defenses frente a la infeición. Por tanto, el contactu continuu ente elles y el sistema inmunitariu ye una mena d'entrenamientu que lu caltién en bona forma pa poder repeler con eficacia a los axentes infeiciosos.
- 4. *Antagonismu microbianu*: Fai referencia a la capacidá de tornar l'asentamientu de microorganismos foráneos, potencialmente patóxenos, sobre les nuses mucoses.



DERECHA

Figura 5. A) Colonies de *Lactobacilos* vaxinales nun mediu de cultivu nel que los productores d'agua oxigenao anicien colonies escures. Tomao de la Tesis Doctoral de Rebeca Martín, Universidá d'Uviéu. B) Micrografíes electróniques de células de *Lactobacilos* enantes (D) y 30 minutos dempués d'amesta-yos *plantaricinaC* (E y F), una bacteriocina producida por un *Lactobacillus plantarum* aisláu del quesu Cabrales. Tesis d Beatriz González, Universidá d'Uviéu.

MECANISMOS IMPLICADOS NEL ANTAGONISMO MICROBIANO

Hai tres principales, la interferencia con la colonización de las mucosas, la producción de compuestos antimicrobianos y la coagregación con patógenos potenciales.

- **Interferencia con la colonización:** El establecimiento de un microorganismo en una cavidad depende de la capacidad de adherirse al epitelio y de aprovechar las condiciones ambientales de la misma. La adherencia depende del reconocimiento de moléculas superficiales del microorganismo (adhesinas) y del hospedador (receptores). El aprovechamiento del ambiente incluye la utilización eficaz de los nutrientes disponibles y la adaptación a las condiciones del mismo (pH, pO₂, etc.). La microbiota de ocupación está típicamente adaptada a vivir en nichos vacíos (Figura 3A, 3B), lo que explica que el establecimiento de patógenos sea más aséptico cuando se desanició la microbiota normal (por ejemplo, tras un tratamiento con antibióticos por vía oral) o cuando se produce una invasión extraordinariamente numerosa (caso del cólera o de las toxoinfecciones por *Salmonella*).
- **Producción de compuestos antimicrobianos:** Las bacterias de la microbiota producen multitud de sustancias con capacidad antibiótica como los ácidos y el agua oxigenada (Figura 5A), que se obtienen por acción de fermentación de los glúcidos, y las bacteriocinas (Figura 5B), que son péptidos que forman poros en las membranas y/o inhiben la síntesis de la pared bacteriana, siendo, por ello, bactericidas.

- **Coagregación con patógenos:** Algunos miembros de la microbiota se adhieren a los organismos extraños y tornan la unión con la mucosa; al mismo tiempo, la vecindad de ambos aumenta la efectividad de los compuestos antimicrobianos que pueden producir el mutualista.

Los **perjuicios atribuibles a la microbiota de ocupación** son, fundamentalmente, dos:

- **1. Infecciones endógenas:** Los microorganismos autóctonos pueden comportarse como patógenos si penetran al medio interno o si se hacen muy abundantes. Así, *Bacteroides* es beneficioso en el intestino grueso, pero se convierte en un patógeno muy peligroso si invade la cavidad peritoneal. Una situación de descompensación es la que conduce a la vaxinitis causada por el hongo *Candida albicans*. Esta forma parte de la microbiota vaginal y en condiciones normales no es patógena, pero sí, si se hace predominante en esta cavidad.
- **2. Generación de sustancias carcinogénicas:** El metabolismo de los nutrientes y los ácidos biliares por la microbiota indígena conduce, a veces, a la generación de sustancias que pueden transformarse en células intestinales en tumorales. Por eso es importante que los restos permanezcan poco tiempo en el organismo: habrá menor oportunidad de que se generen moléculas nocivas y de que estas interactúen con las células de la mucosa del colon.

Probióticos son microorganismos que, administrados con la dieta, resulten beneficiosos para la salud. Prebióticos son compuestos no digeribles que estimulen el crecimiento de la microbiota autóctona.

ORGANISMOS PROBIÓTICOS

La Organización Mundial de la Salud define los como «microorganismos vivos que, cuando se administran en cantidades adecuadas, confieren un beneficio a la salud del consumidor». De hecho, cualquier componente de la microbiota de ocupación podría ser candidato a convertirse en probiótico, siempre que ellos contribuyan, potencialmente, a generar los beneficios que otorga el conjunto. Así, en la práctica pertenecen fundamentalmente a dos grupos microbianos: los **lactobacilos** (Figura 5A) y las **bifidobacterias** (Figura 5B). La razón de esto es que son probablemente los únicos, dentro de los que colonizan las mucosas, que son inocuos bajo (casi) cualquier circunstancia y que, por ello, fueron reconocidos como organismos GRAS (Generally Regarded As Safe) y QPS (Qualified Presumption of Safety) por la *Food and Drug Administration* de los Estados Unidos y la *European Food Safety Authority*, respectivamente. Ahora bien, la falta de virulencia es una condición necesaria, pero no suficiente para considerar a un microorganismo como probiótico. Dentro de las características deseables que han de cumplirse, la adaptación a las condiciones de la cavidad diana y una buena adherencia al epitelio que la recubre (por eso prefieren organismos con esa misma origen), la generación de sustancias antimicrobianas, la ausencia

de resistencias transmisibles a antibióticos y, sobre todo, que haya ensayos clínicos que certifiquen que los efectos esperados de los buenos productos *in vitro*, se cumplen tras la administración a voluntarios, previniendo la aparición de cuadros concretos o colaborando en su resolución.

Beneficios asociados a la administración de organismos probióticos: aquellos para los que hay una mayor evidencia se dividen en tres categorías:

- **Reversión de síntomas de mala digestión.** El ejemplo típico es la resolución de la intolerancia a la lactosa. Los lactobacilos degradan la lactosa antes de que llegue al intestino grueso y ocasionen flatulencia, distensión abdominal y diarrea, entre otros síntomas.
- **Reposición de la microbiota** después de que el residente se desaniciara por cualquier causa. Los casos más demostrados son la reversión de la diarrea causada por el tratamiento con antibióticos y la de los foros de niños producidos por rotavirus. En ambos casos el organismo probiótico viene a ocupar la superficie mucosa que quedó vacía, constituyendo así una solución de emergencia que atenúa los síntomas y facilita la recolonización por los microorganismos indígenas.

- Nesti apartáu englobaríase tamién la prevención de recidivas de vaxinosis y de vaxinitis mediada por *Lactobacilos* probióticos, alministraos tres del tratamientu específicu colos antibióticos apropiados.
- *Prevención de la mastitis na lllactancia.* La secreción de lleche aumenta la humidá de los conductos galactóforos y crea condiciones afayadices pal establecimientu d'organismos patóxenos nellos. Va poco demostróse de mou fidedignu que *Lactobacilos* alministraos per vía oral puen colonizar los conductos y torgar l'asentamientu de bacteries indeseables, previniendo, ya inclusive curando, les mastitis.
- *Otros:* Hai otros afeiciones nes que los microorganismos probióticos paecen exercer un efeutu beneficiosu, magar que la evidencia nun ye tan sólida como nos casos ya descritos; ente ellos podemos mentar per orde de mayor a menor evidencia, la enterocolitis necrotizante (una afeición típica de neños prematuros que, al ser poco frecuente, dificulta la obtención de datos con significación estadística), la enfermedá inflamatoria intestinal y la colitis pseudomembranosa.

PREBIÓTICOS

Denomínense asina a compuestos non dixeribles, presentes na dieta, qu'estimulen el xorcimientu o l'actividá de los microorganismos autóctonos, resultando nun beneficiu pa la salú. Estructuralmente son oligo o polisacáridos de fructosa (FOS y inulina respetivamente) o de galactosa (GOS). Tamién s'usa la llactulosa (un disacáridu de galactosa y fructosa) y el llactitol (galactosa y un polialcohol derivao de la gluco-

sa). El so oxetivu ye doble; per un llau, promover la proliferación de la microbiota indíxena y, con ella, l'antagonismu frente a la colonización por microorganismos foráneos y, per otru, potenciar los efeutos positivos asociaos al metabolismu de los glúcidos complexos. De fechu, estos compuestos yá tienen un llugar nel *Vademecum*, magar que la so aición terapéutica nun s'asocia, comúnmente, cola microbiota autóctona. D'esta miente, úsense como axentes laxantes por cuenta de la so capacidá d'aumentar el peristaltismu (véase l'apartáu d'esti mesmu artículu «Funciones de la microbiota autóctona») y na prevención y tratamientu de la encefalopatía hepática; nesti casu, los ácidos grasos derivaos de la dixestión de los prebióticos pola microbiota del colon, neutralicen los grupos amoniu resultantes de la degradación de los alimentos nitroxenados, evitando'l so pasu a la sangre y l'apaición del cuadru neuropsiquiátricu que s'asocia a la incapidá de los enfermos hepáticos pa eliminarlos.

SIMBIÓTICOS

Denomínase asina a la mestura d'un o más organismos probióticos con ún o dellos compuestos prebióticos. El so oxetivu ye favorecer el desendolcu/actividá de los probióticos y prebióticos componentes pa potenciar les sos propiedaes saludables, xenerando un efeutu sinérxicu ente ellos. Esto implica qu'un productu namás pue denominase simbióticu si demostró inducir un efeutu beneficiosu superior al de la suma de los xeneraos, por separao, polos sos integrantes. Xunto a esto, espérase qu'esta meyora s'acompañe d'un incrementu de la densidá de los probióticos componentes o de les actividaes saludables a que dan llugar.

Referencies bibliográfiques

- CHEN, Y.E. & H. TSAO (2013).- The skin microbiome: current perspectives and future challenges. *J. Am. Acad. Dermatol.*, 69: 143-155.
- Guía Práctica de la Organización Mundial de Gastroenterología (2011). Probióticos y prebióticos.* <http://www.worldgastroenterology.org/probiotics-prebiotics>
- BINNS, N. (2013).- *Probiotics, prebiotics and the gut microbiota*. ILSI Europe Monograph Series. <http://www.sepy.es/es/saberemas>
- KOENIG, J.E., A. SPOR, N. SCALFONE, A.D. FRICKER, J. STOMBAUGH, R. KNIGHT, L.T. ANGENENT & R.E. LEY (2011).- Succession of microbial consortia in the developing infant gut microbiome. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A.* 108 Suppl 1: 4578-4585.
- MARTÍNEZ-CUESTA, M.C., C. PELÁEZ & T. REQUENA (2012).- *Probióticos en la salud humana.* <http://www.sepy.es/es/saberemas>
- SOMMER, F. & F. BÄCKHED (2013).- The gut microbiota—masters of host development and physiology. *Nat. Rev. Microbiol.*, 11: 227-238.
- SRINIVASAN, S., C. LIU, C.M. MITCHELL, T.L. FIEDLER, K.K. THOMAS, K.J. AGNEW, J.M. MARRAZZO, & D.N. FREDRICKS (2010).- Temporal variability of human vaginal bacteria and relationship with bacterial vaginosis. *PLoS One.*, 5: e10197.
- SUÁREZ, J.E., D.A. BELTRÁN, M. DAZA, S.P. GONZÁLEZ, J.A. GUERRA, A.R. JURADO, D. OJEDA & J.M. RODRÍGUEZ. (2012).- *La microbiota vaginal: composición y efectos beneficiosos. Consenso sobre usos de los probióticos en Ginecología.* <http://www.sepy.es/es/saberemas>