BLOQUE 4. MICROBIOLOGÍA Y BIOTECNOLOGÍA

4.4 Importancia de los microorganismos

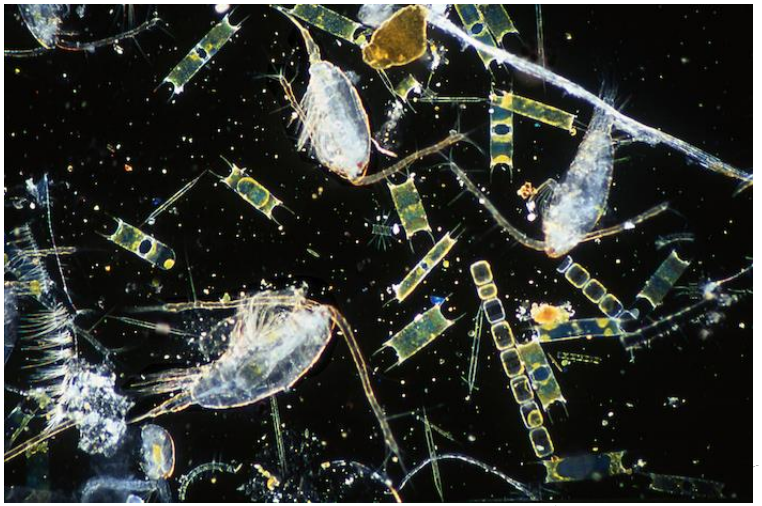
Idea Fundamental: Los microorganismos establecen relaciones inocuas, perjudiciales y beneficiosas con la especie humana.

Relaciones entre los microorganismos y la especie humana

- Al clasificar las relaciones que los microorganismos establecen con la especie humana en concreto, podemos encontrar tres posibilidades:
  - **Inocuas**: Podemos encontrar muchas especies de microorganismos que directamente no se relacionan con la humana, por lo que no le causan ni beneficio ni perjuicio. Sin embargo, como componentes importantísimos de todos los ecosistemas, siempre hay relaciones, aunque indirectas o más difíciles de delimitar. Un ejemplo de ello son los ciclos biogeoquímicos, como el del carbono o del nitrógeno.
  - **Perjudiciales**: Hay muchos microorganismos causantes de enfermedades infecciosas y reciben el nombre de patógenos.
  - **Beneficiosas**: El hombre obtiene gran cantidad de beneficios de muchos microorganismos, utilizándolos para la depuración de aguas residuales, producción de combustibles, técnicas biotecnológicas o producción de alimentos, entre otros.

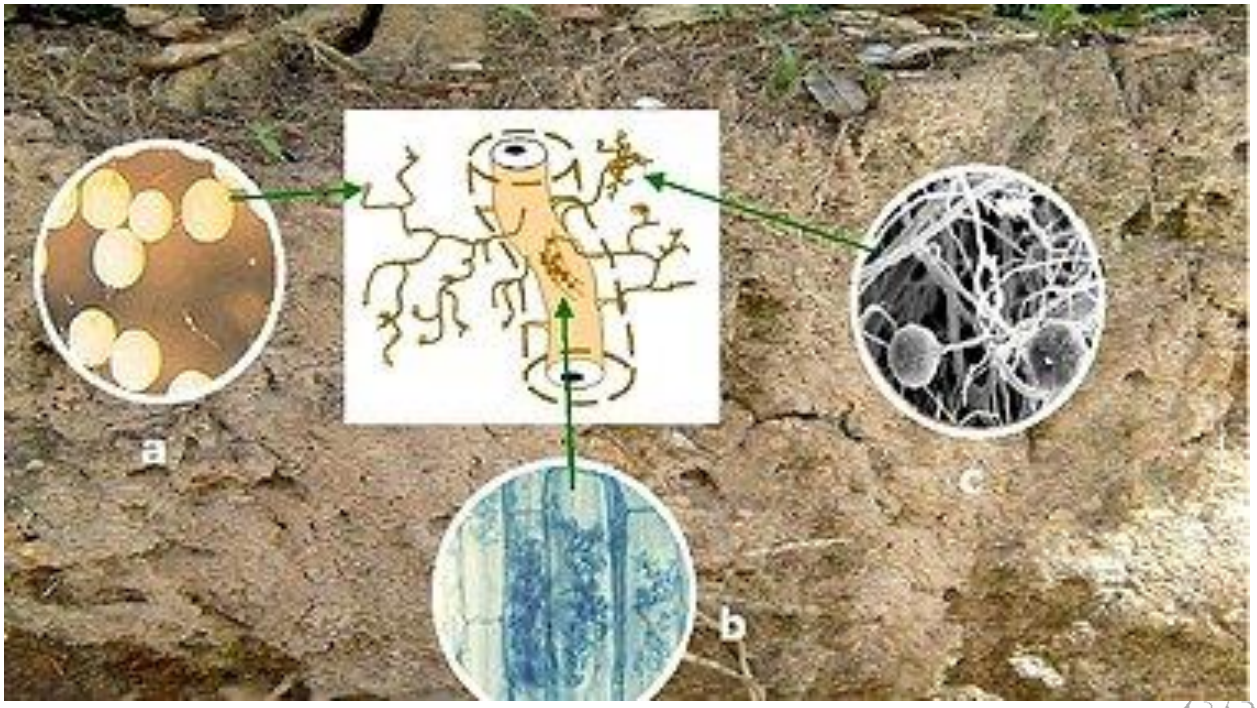
Ecología microbiana

- Los hábitats naturales de los microorganismos son muy variados, incluidos hábitats de condiciones extremas en los que solo habitan ellos.
- En la **atmósfera** no se suelen dar las condiciones adecuadas para la vida, pero en la parte más baja de la troposfera hay microorganismos en forma de células activas o de esporas (de algas, hongos, protozoos y bacterias) que utilizan el aire como medio de dispersión.
- En la **hidrosfera** se encuentran tanto en aguas dulces como en el medio marino. En estos ambientes, los microorganismos se estratifican en función de la cantidad de luz y la de O_2.
- En la parte más superficial viven algas y cianobacterias, pero si las condiciones son anaerobias, predominan las bacterias fotosintéticas anoxigénicas y las quimiosintéticas. En las grandes profundidades viven los organismos extremófilos (adaptados a altas presiones y bajas temperaturas).



Ecología microbiana

- En el **suelo**, a medida que aumenta la profundidad disminuye la cantidad de microorganismos. Se estratifican según la cantidad de oxígeno y de agua. Las bacterias, algunas algas, hongos y protozoos son muy importantes para la fertilidad del suelo. Pueden asociarse con los organismos superiores en simbiosis o en parasitismo, causando gran número de enfermedades.



Los ciclos geoquímicos

- A diferencia de lo que ocurre con la energía solar, los nutrientes no llegan a la Tierra en un flujo continuo desde el exterior. La cantidad de materia que hay en la Tierra se mantiene prácticamente constante desde sus orígenes (se pierde poca y llega poca desde el Universo).
- Los nutrientes son los **bioelementos** y moléculas pequeñas que constituyen las estructuras básicas de los seres vivos. De algunos de ellos necesitamos grandes cantidades: agua, carbono, hidrógeno, oxígeno, etc.

Tabla de los Bioelementos

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac															
			Cs	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
			Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lw	

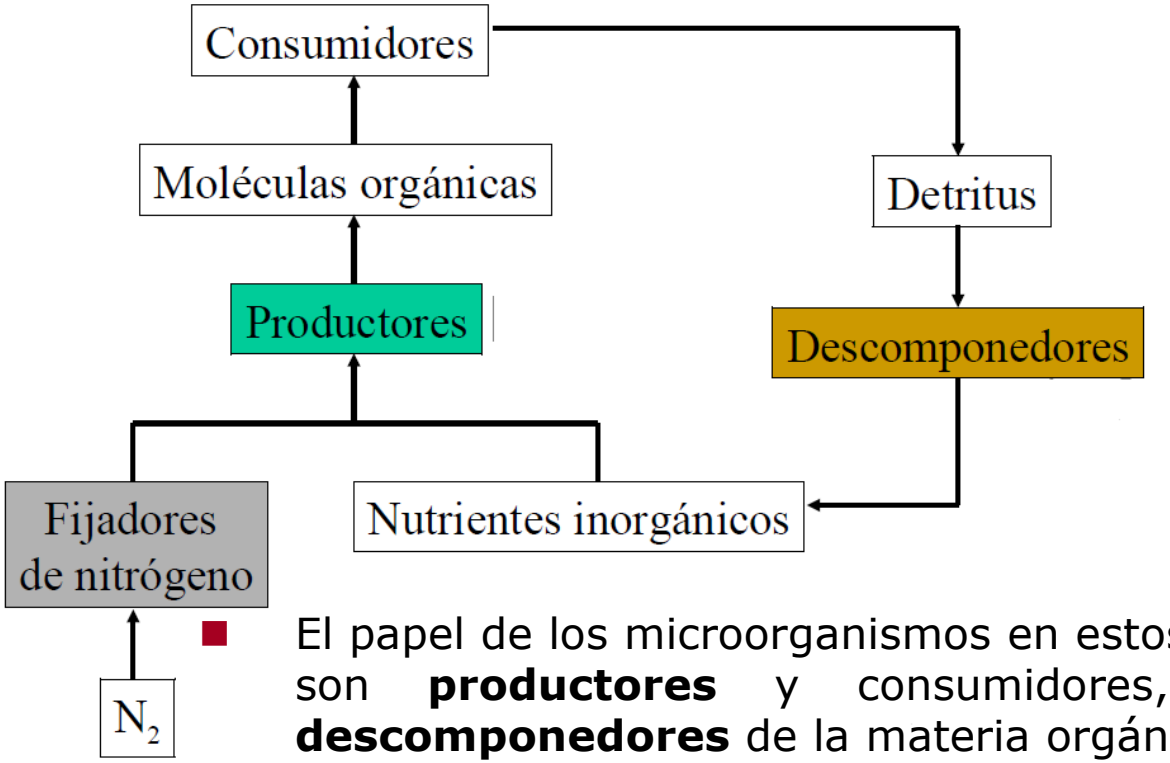
Bioelementos: Primarios / Secundarios

Oligoelementos: Indispensables / Variables

- Los bioelementos están sometidos a unos circuitos cíclicos (**ciclos biogeoquímicos)**, en los que unas veces forman parte de la materia inorgánica inerte y otras veces de la materia orgánica de los seres vivos.

Los ciclos geoquímicos

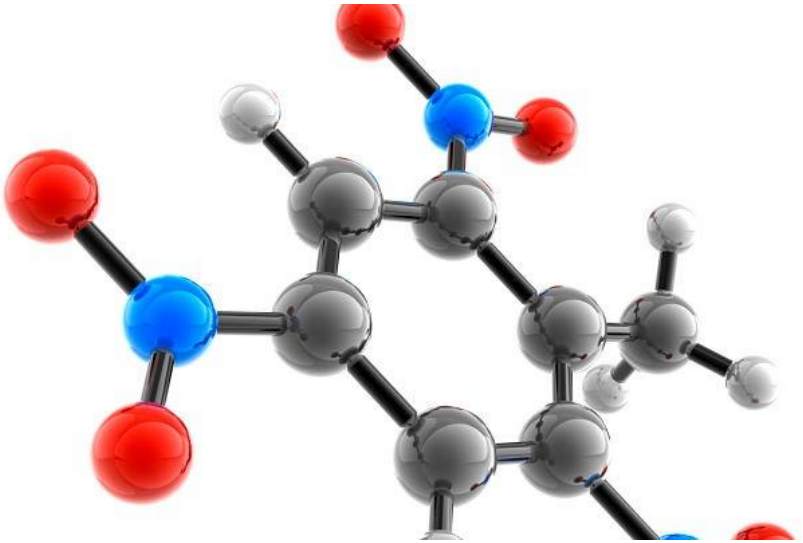
- Los ciclos biogeoquímicos describen los procesos de transformación de los elementos químicos por la actividad de los seres vivos, y su intercambio entre los componentes bióticos y abióticos de la exosfera.



- El papel de los microorganismos en estos ciclos es fundamental: son **productores** y consumidores, pero también son **descomponedores** de la materia orgánica (y la transforman en materia inorgánica: **mineralización**). Son, por tanto, esenciales en el reciclado de la materia en los ecosistemas.

Ciclo biogeoquímico del carbono

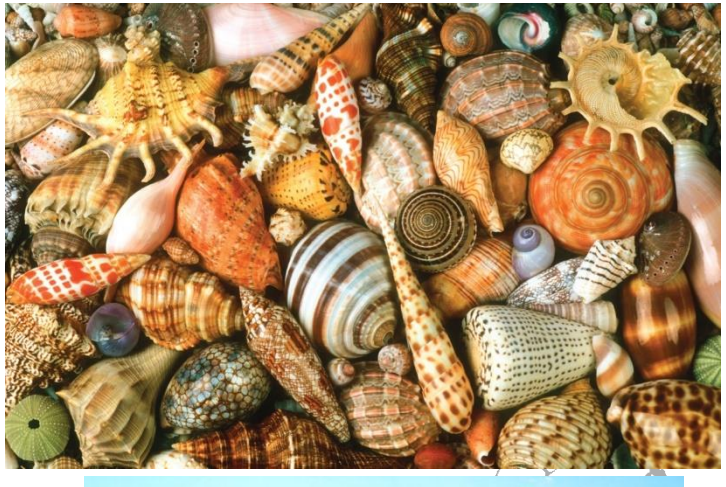
- El carbono es elemento básico en la formación de las moléculas de carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, pues todas las **moléculas orgánicas** están formadas por cadenas de carbonos enlazados entre sí.



- La **reserva** fundamental de carbono, en moléculas de CO_2 que los seres vivos puedan asimilar, es la atmósfera y la hidrosfera. Este gas está en la atmósfera en una concentración de más del 0,03% y cada año aproximadamente un 5% de estas reservas de CO_2 se consumen en los procesos de fotosíntesis, es decir que todo el dióxido de carbono se renueva en la atmósfera cada 20 años.

Ciclo biogeoquímico del carbono

- La vuelta de CO_2 a la atmósfera se hace cuando en la **respiración** los seres vivos oxidan los alimentos produciendo CO_2.
- Los seres vivos **acuáticos** toman el CO_2 del agua. La solubilidad de este gas en el agua es muy superior a la de otros gases, como el O_2 o el N_2, porque reacciona con el agua formando ácido carbónico.
- En los ecosistemas marinos algunos organismos convierten parte del CO_2 que toman en $CaCO_3$ que necesitan para formar sus conchas, caparazones o masas rocosas en el caso de los arrecifes. Cuando estos organismos mueren sus caparazones se depositan en el fondo formando rocas sedimentarias calizas en el que el C queda retirado del ciclo durante miles y millones de años. Este C volverá lentamente al ciclo cuando se van disolviendo las rocas.



Ciclo biogeoquímico del carbono

- El **petróleo, el carbón y la materia orgánica** acumulados en el suelo son resultado de épocas en las que se ha devuelto menos CO_2 a la atmósfera del que se tomaba. Este C que contienen es liberado mediante **combustión** a la atmósfera.

- El ritmo creciente al que estamos devolviendo CO_2 a la atmósfera, por la actividad humana, es motivo de preocupación respecto al nivel de efecto invernadero que puede estar provocando, con el cambio climático consiguiente.

El ciclo biogeoquímico del carbono

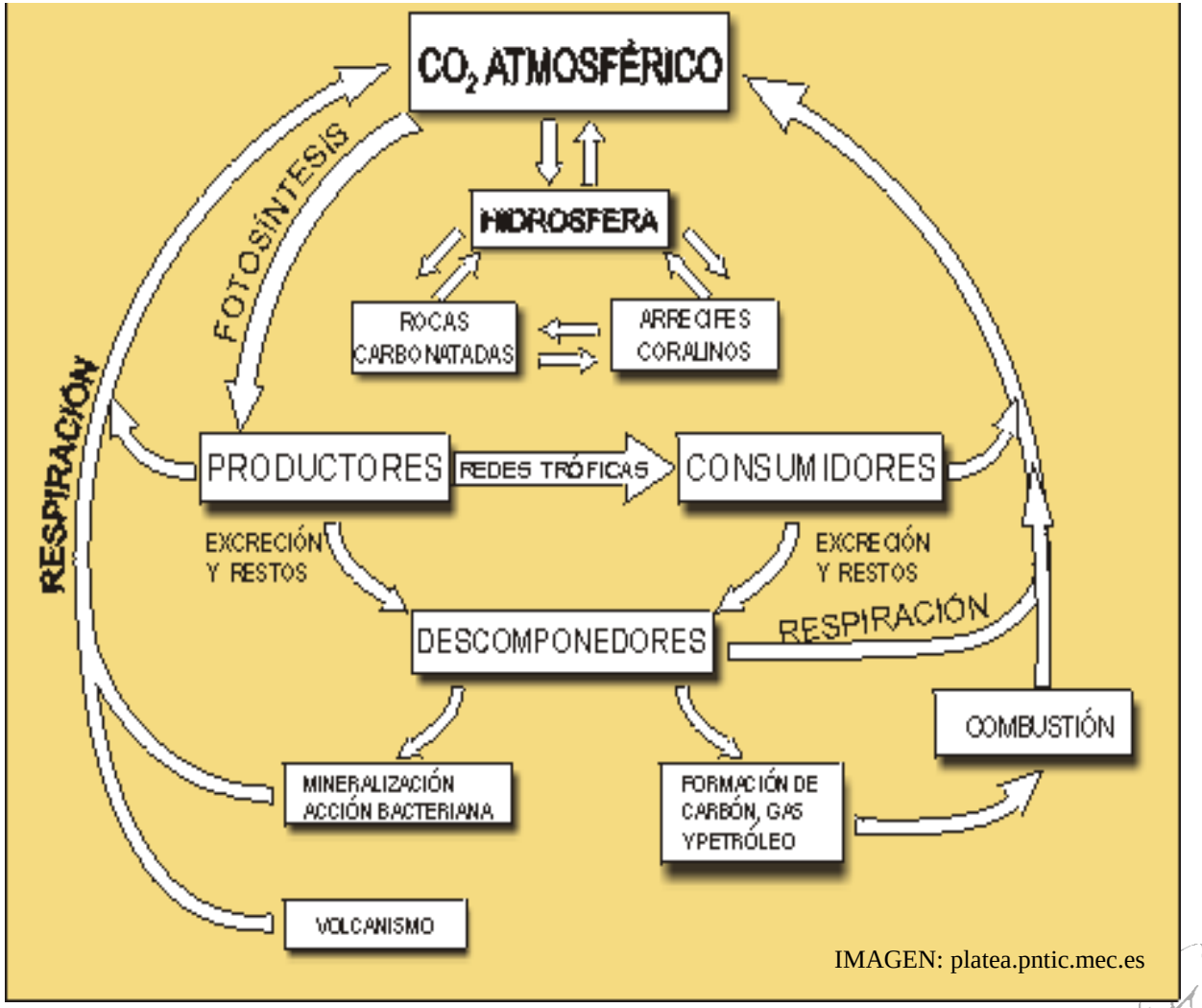
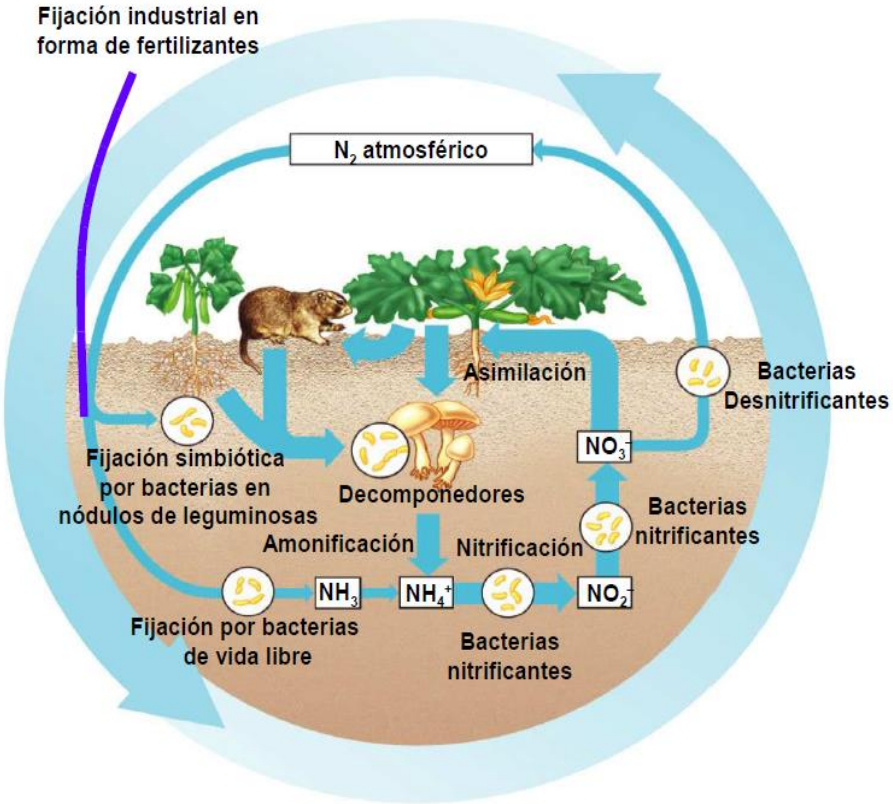


IMAGEN: platea.pntic.mec.es

Web1

Ciclo biogeoquímico del nitrógeno

- El nitrógeno es un elemento básico para la vida de todos los seres vivos, siendo uno de los más abundantes en la materia viva, donde se encuentra formando parte de moléculas tan esenciales como las proteínas y los ácidos nucleicos.



Copyright © 2005 Pearson Education, Inc. Publishing as Pearson Benjamin Cummings. All rights reserved.

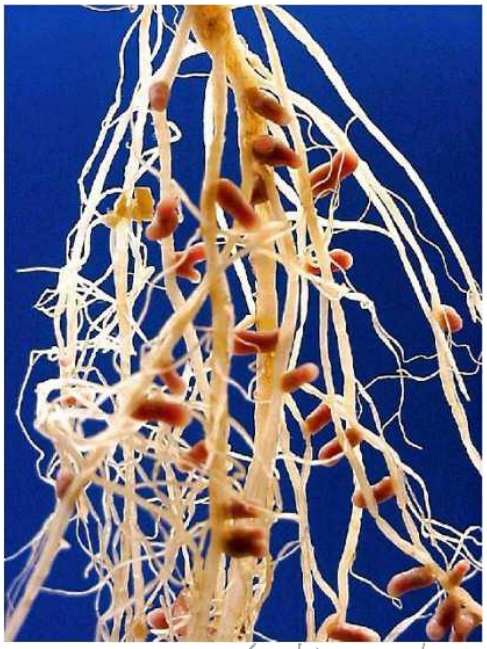
- Los distintos grupos de seres vivos utilizan distintas formas de este elemento, que se reciclan en lo que conocemos como el ciclo del nitrógeno.
- Las bacterias juegan un papel muy importante en el proceso por el que el nitrógeno es reciclado en los ecosistemas.
- El nitrógeno es el gas más abundante (78%) en la atmósfera pero, ¿cómo llega a los seres vivos?

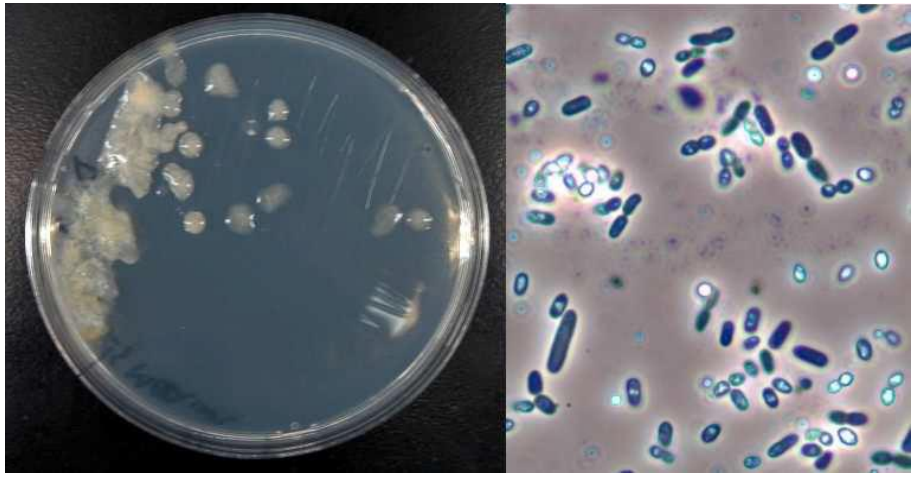
Animaciones1/2

Ciclo del nitrógeno*

Fijación biológica del nitrógeno mediante la simbiosis leguminosas-*Rhizobium* (bacteria) y por otras bacterias, como *Azotobacter*, de vida libre en el suelo.

- *Rhizobium* crea un nódulo en las raíces de las leguminosas donde fija el N_2 atmosférico a amoníaco (NH_3) gracias a la **enzima nitrogenasa**. En esta simbiosis la planta se aprovecha de este nitrógeno a cambio de carbohidratos y un ambiente favorable.
- *Azotobacter* no necesita un hospedador e inmoviliza el fija N_2 atmosférico en el suelo en forma de amoniaco (NH_3).





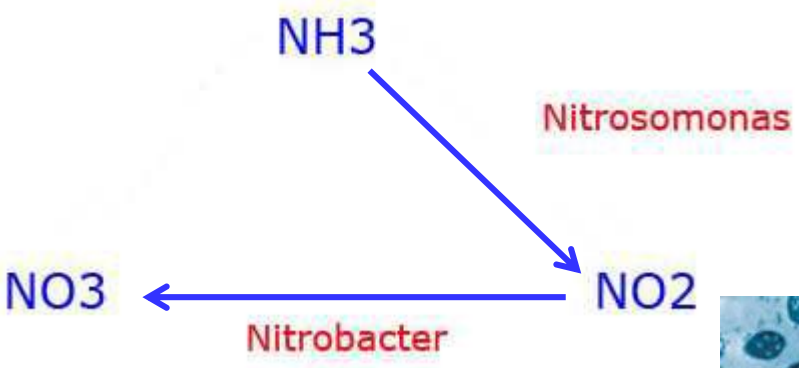
- La fijación biológica constituye un 65% de la fijación anual de nitrógeno atmosférico.

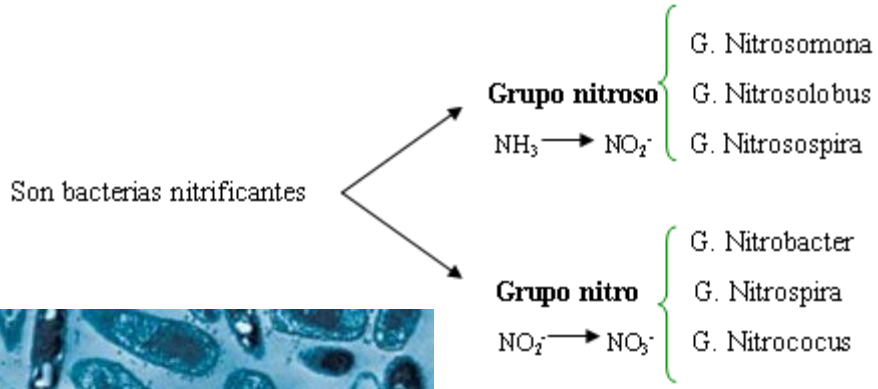
Ciclo del nitrógeno*

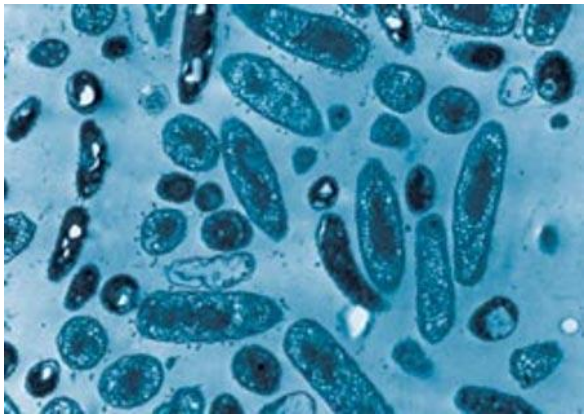
Nitrificación: Proceso mediado por dos bacterias del suelo que actúan de forma sucesiva.

- Las *Nitrosomonas* convierten el amoniaco (NH_3) en nitrito (NO_2^-).

- La bacteria *Nitrobacter* convierte el nitrito (NO_2^-) en nitrato (NO_3^-).



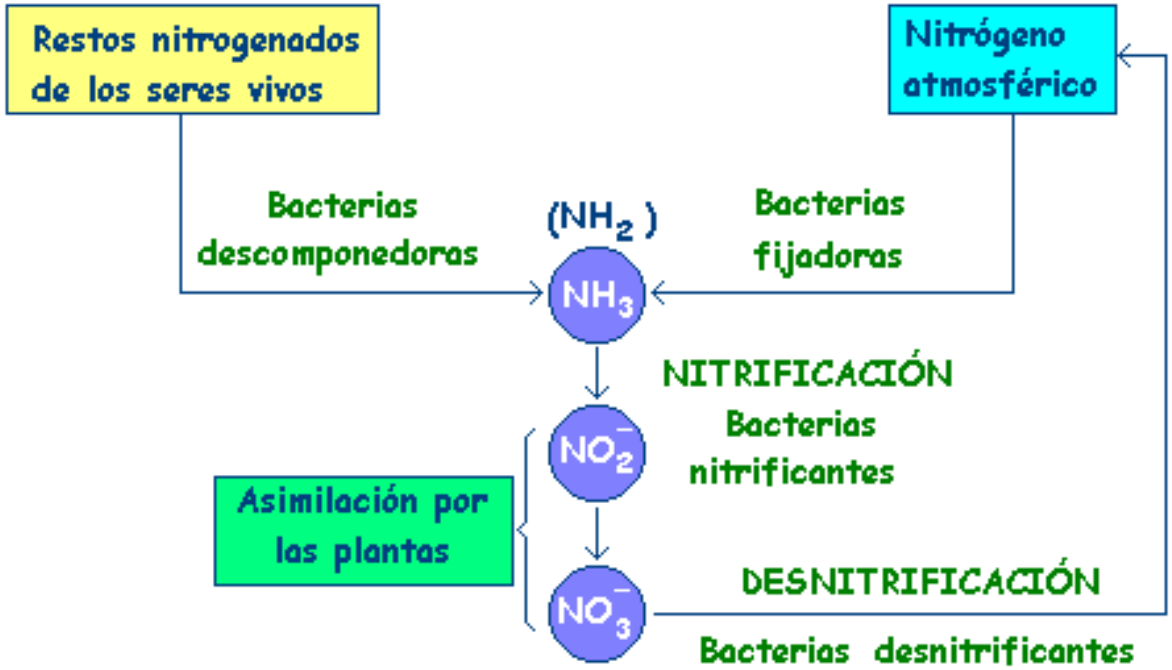




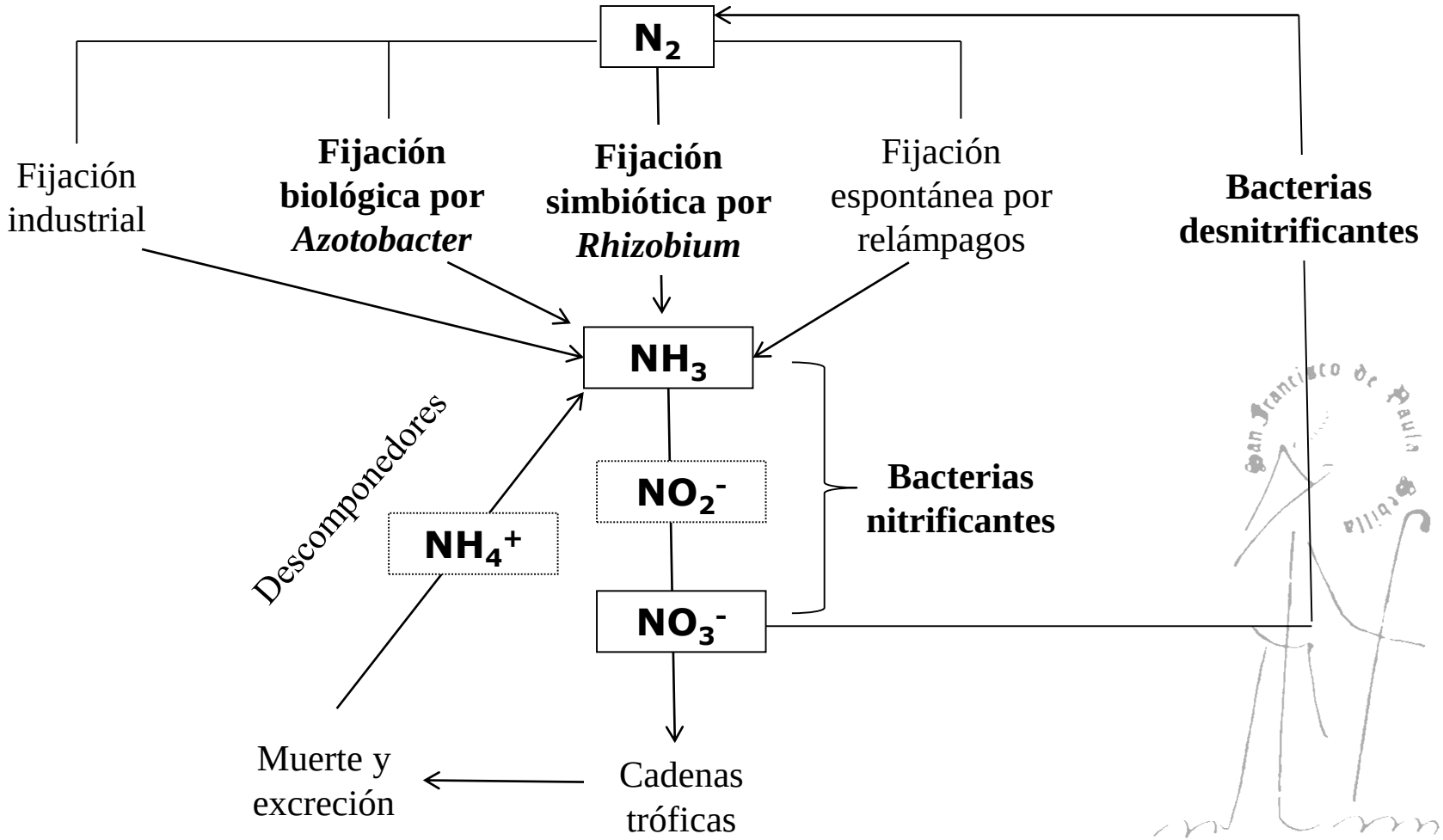
Video1

Ciclo del nitrógeno*

Desnitrificación: Las bacterias como *Pseudomonas denitrificans* eliminan los nitratos del suelo y producen N_2 gas de vuelta a la atmósfera.



Ciclo del nitrógeno*



Relaciones entre los microorganismos y la especie humana

- Al clasificar las relaciones que los microorganismos establecen con la especie humana en concreto, podemos encontrar tres posibilidades:
  - **Inocuas**: Podemos encontrar muchas especies de microorganismos que directamente no se relacionan con la humana, por lo que no le causan ni beneficio ni perjuicio. Sin embargo, como componentes importantísimos de todos los ecosistemas, siempre hay relaciones, aunque indirectas o más difíciles de delimitar. Un ejemplo de ello son los ciclos biogeoquímicos, como el del nitrógeno.
  - **Perjudiciales**: Hay muchos microorganismos causantes de enfermedades infecciosas y reciben el nombre de patógenos.
  - **Beneficiosas**: El hombre obtiene gran cantidad de beneficios de muchos microorganismos, utilizándolos para la depuración de aguas residuales, producción de combustibles, técnicas biotecnológicas o producción de alimentos, entre otros.

Enfermedad infecciosa

- Una de las propiedades más relevantes de los microorganismos es la capacidad de causar enfermedades infecciosas al organismo que parasitan (huésped).
- Una **enfermedad infecciosa** es aquella causada por un microorganismo (agente biológico o virus) al que denominamos *patógeno*.
- Un **patógeno** es cualquier microorganismo capaz de ocasionar alguna enfermedad. La patología estudia las enfermedades. La **patogenicidad** de un microorganismo es su capacidad de causar enfermedad en un determinado huésped. El grado de patogenicidad para producir una determinada enfermedad es la **virulencia.**
- La **infección** (la invasión y el crecimiento de patógenos en el huésped) no es sinónimo de enfermedad. La infección no siempre produce daños (incluso si el patógeno es potencialmente virulento). Ejemplo de esto es el virus del SIDA, que puede infectar a una persona que no presenta síntomas de la enfermedad.

Patogenicidad microbiana

- Las infecciones por bacterias en la especie humana están relacionadas con la producción de **biofilm** (películas bacterianas o biopelículas). Esto quiere decir que las bacterias coordinan sus actividades y se agrupan en colonias funcionales gracias a lo que se llama **detección del quórum** (**quórum sensing** o **QS**).

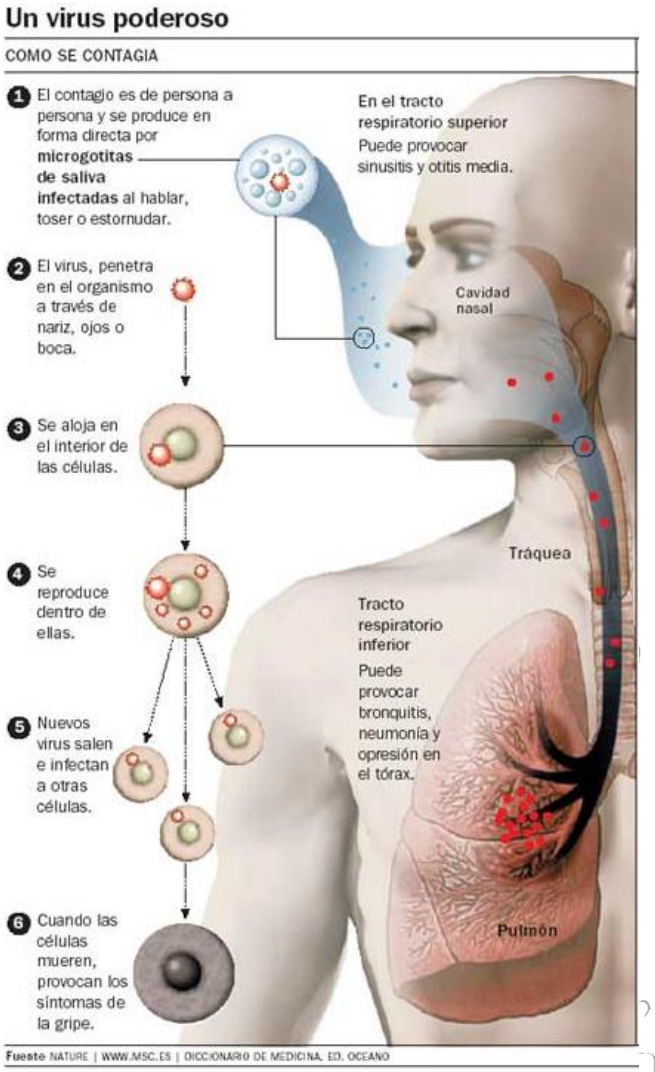
IMAGEN: http://enciende.cosce.org

Biopelículas: 1) en la placa dental 2) en el interior de una tubería

- El QS es un mecanismo que controla la expresión de ciertos genes y que depende de la concentración de células. Las bacterias que producen estos biofilm producen y segregan unas sustancias llamadas **inductores**, que atraen a más bacterias (que a su vez segregarán más inductores), y que si se trata de un microorganismo patógeno, tras alcanzar el quórum, se contrarrestan las defensas del huésped y poder invadir otras zonas.

Patogenicidad microbiana

- Para que un microorganismo cause una enfermedad debe poder: entrar en el cuerpo del huésped, encontrar en él un nicho adecuado, evadir sus defensas, causar daño en sus células y tejidos y, finalmente, transmitirse a otros huéspedes susceptibles.
- **Entrada**: Puede entrar por la piel (a través de los conductos de las glándulas sudoríparas, por ejemplo), por las mucosas (perforándolas) o por vía parental (picaduras, inyecciones, mordeduras, heridas…).



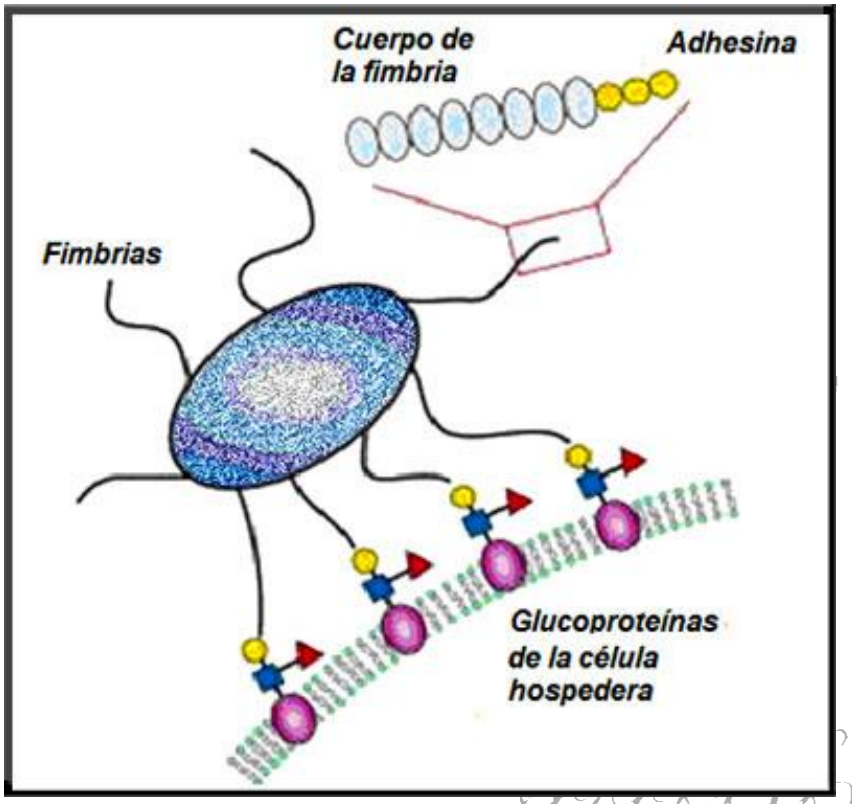
Patogenicidad microbiana

- **Adherencia**: Se realiza mediante la unión específica entre determinadas moléculas de la superficie del invasor (*adhesinas,* que son gluco o lipoproteínas del glucocálix, las fimbrias del patógeno, etc.) a receptores compatibles de la superficie de la célula huésped. Si no existe esta compatibilidad no se puede producir esta entrada.

- **Estrategia para la supervivencia**: Una vez dentro, el patógeno debe salvar los mecanismos de defensa del huésped. Lo puede conseguir de varias formas:

  1. Cápsulas que impiden la fagocitosis.

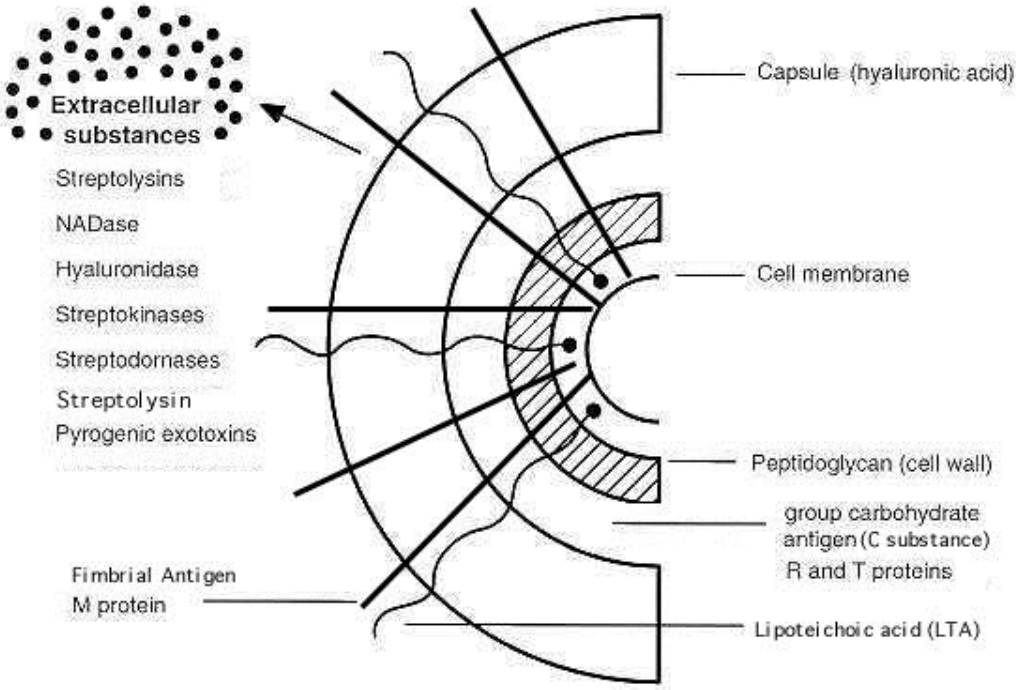
  2. En la pared de ciertas bacterias hay proteínas que resisten la fagocitosis, el calor y los ácidos.



Patogenicidad microbiana

- **<u>Daño producido a las células del huésped</u>:** Si el patógeno supera las primeras defensas y entra, puede dañar las células de diferentes maneras:

  1. Utilizando los nutrientes del huésped. Por ejemplo: la mayor parte de las bacterias patógenas necesitan hierro. Este hierro lo extraen de las moléculas del huésped que llevan hierro (como la hemoglobina).



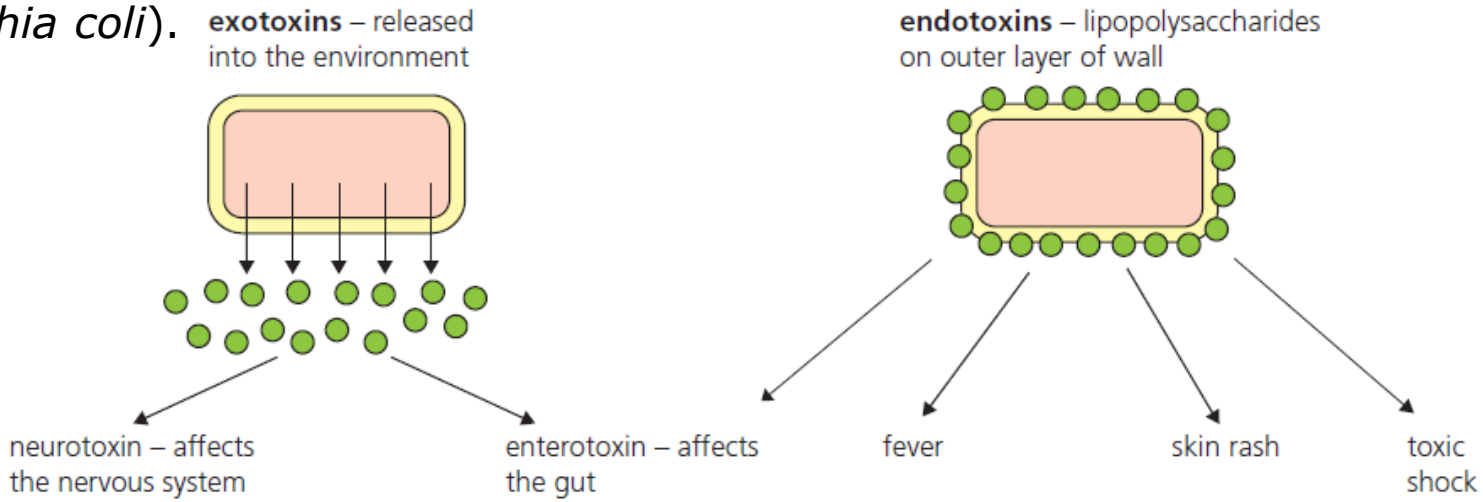
2. Daño directo. Cuando los patógenos realizan sus funciones metabólicas en el interior de la célula huésped y se multiplican, pueden destruirlas.

Ahora se pueden propagar a otras zonas en mayor cantidad.

Patogenicidad microbiana

- **<u>Producción de toxinas</u>**: Las toxinas son proteínas o lipopolisacáridos que producen los microorganismos y que actúan como venenos, causando daños celulares graves a un huesped. La capacidad para producirlas se llama **toxigenicidad**. Se dividen en función de sus propiedades químicas y su origen:

  - Endotoxinas: lipopolisacáridos en las paredes de bacterias Gram-negativas que causan fiebre y dolor (salmonelosis por *Salmonella typhi* o *Escherichia coli*).



  - Exotoxinas: proteínas específicas liberadas por bacterias al medio extracelular que causan síntomas como espasmos musculares (tétanos por *Clostridium tetani*) y diarrea (cólera por *Vibrio cholerae*).

Tipos de toxinas bacterianas: Exotoxinas*

- Las **exotoxinas** son proteínas solubles (frecuentemente enzimas) secretadas por el patógeno y que viajan desde el sitio de infección a otros tejidos donde tienen su efecto.

Animación2

- El **tétanos** es causado por la bacteria ***Clostridium tetani***, presente en el suelo y heces animales. Cuando contamina heridas anaerobias profundas, libera una neurotoxina que interfiere con la sinapsis en la médula espinal y nervios motores, provocando la contracción incontrolada mediante espasmos en todo el cuerpo.

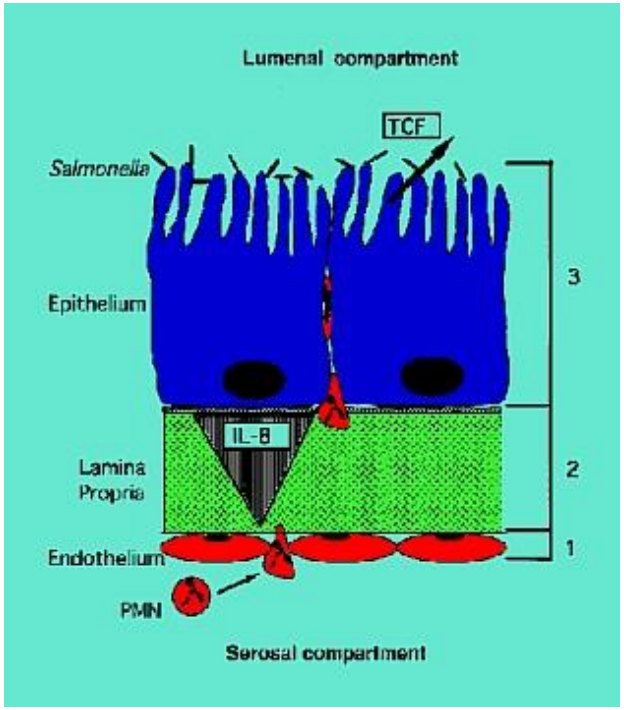
Video2

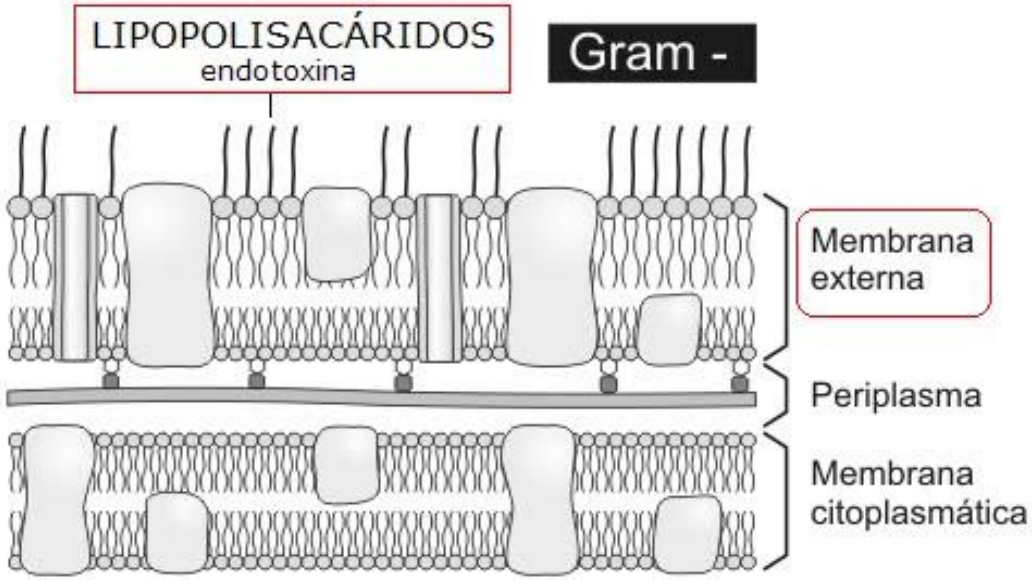
- La neurotoxina **botulina** es secretada por ***Clostridium botulinum***, una bacteria del suelo. Cuando consumimos alimentos en conserva contaminados, la botulina se une a la sinapsis de las neuronas motoras impidiendo la liberación de neurotrasmisores, provocando que los músculos no se contraigan (parálisis).

Tipos de toxinas bacterianas: Endotoxinas*

- Las **endotoxinas** son lipopolisacáridos de las paredes de bacterias Gram-negativas. Son estables al calor, pero generalmente tóxicas a altas dosis. Causan fiebre, coagulación sanguínea, diarrea o inflamación.

  - *Salmonella enteritidis* es un patógeno que invade el intestino y cuyas endotoxinas de su pared celular dañan la mucosa intestinal y son responsables de hemorragias y perforaciones intestinales.





Tipos de toxinas bacterianas

	EXOTOXINAS	ENDOTOXINAS
Localización	Secretadas al exterior	Componentes de la pared de bacterias gram -
Composición química	Proteínas	Lipopolisacáridos
Bacterias productoras	Algunas Gram + y -	Todas las bacterias Gram -
Estabilidad térmica	Termolábiles	Termoestables
Toxicidad	Muy tóxicas, a menudo mortal	Baja
Efectos en el hospedador	Sobre tejidos específicos	Producen efectos generales (fiebre, ...)
Efectos inmunológicos	Inducen la producción de anticuerpos	No inducen la producción de anticuerpos
Enfermedades	Muchas: tétanos, botulismo, cólera, difteria, ...	Brucelosis, tosferina, ...

Patogenicidad microbiana

- **Transmisibilidad**: La capacidad de transmitirse en fundamental para la supervivencia continua del microorganismo. Pueden hacerlo por varias vías:

Método de transmisión	patógeno
Aire	Gripe (virus)
Contacto	*Microsporum* (hongo)
Contacto sexual (fluidos)	VIH (virus) y sífilis (bacteria)
Alimento	*Salmonella* y *E. coli* (bacterias)
Heridas	Tétanos (bacteria) y rabia (virus)
Agua	Cólera (bacteria)
Vectores animales	Malaria (protozoo)

Enfermedades producidas por microorganismos

Hospedador	Microorganismo	Nombre	Enfermedad
Plantas	Virus Bacteria Hongo	TMV (virus de ARN) *Agrobacterium* *Claviceps purpurea*	Mosaico del tabaco Tumores en las raíces Cornezuelo del centeno

Colegio de
San Francisco de Paula

Enfermedades producidas por microorganismos

Hospedador	Microorganismo	Nombre	Enfermedad
Humanos	Virus Bacteria Protozoo Hongo	VIH *Salmonella* *Plasmodium* *Candida*	SIDA Salmonelosis Malaria Candidiasis

Enfermedades producidas por microorganismos

Hospedador	Microorganismo	Nombre	Enfermedad
Animales	Virus Bacteria Hongo	*Myxoma virus* *Leptospira interrogans* *Microsporum canis*	Mixomatosis Leptospirosis Dermatomicosis

Relaciones entre los microorganismos y la especie humana

- Al clasificar las relaciones que los microorganismos establecen con la especie humana en concreto, podemos encontrar tres posibilidades:

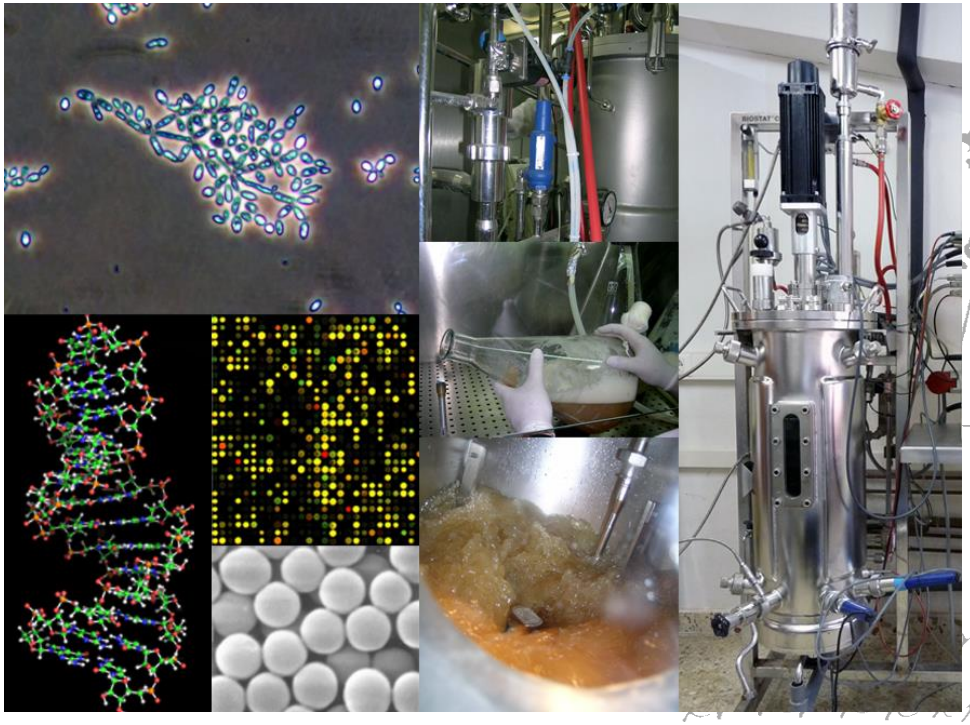
  - **Inocuas**: Podemos encontrar muchas especies de microroganismos que directamente no se relacionan con la humana, por lo que no le causan ni beneficio ni perjuicio. Sin embargo, como componentes importantísimos de todos los ecosistemas, siempre hay relaciones, aunque indirectas o más difícles de de delimitar. Un ejemplo de ello son los ciclos biogeoquímicos, como el del nitrógeno.

  - **Beneficiosas**: El hombre obtiene gran cantidad de beneficios de muchos microorganismos, utilizándolos para la depuración de aguas residuales, producción de combustibles, técnicas biotecnológicas o producción de alimentos, entre otros.

  - **Perjudiciales**: Hay muchos microorganismos causantes de enfermedades infecciosas y reciben el nombre de patógenos.

Biotecnología y microbiología industrial

- La **microbiología industrial** cultiva los microorganismos a gran escala para realizar transformaciones químicas o para obtener productos comerciales de gran valor.
- La **biotecnología** es *toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para obtener productos comerciales de interés.*
- Por tanto, podemos considerar que la microbiología industrial es la biotecnología microbiana.



Uso biotecnológico de los microorganismos

- Aunque el término Biotecnología es moderno, desde tiempos inmemoriales se usan seres vivos para lograr productos a partir de una materia prima.
- Es lo que se conoce como **biotecnología clásica**, cuyo origen se remonta a 6 000 años a.C. Se fabricaban ya quesos, vinos y cervezas. Entre los microorganismos utilizados (bacterias, levaduras…) se seleccionaban las distintas variaciones que surgían por mutación natural y que eran de mayor interés para obtener los productos deseados.
- En la actualidad, gracias a los métodos aportados por la ingeniería genética (manipulación genética de los organismos) se obtienen organismos modificados genéticamente (OGM o transgénicos) que pueden producir una enorme cantidad de productos, muchos de los cuales no los producen naturalmente los microorganismos sin manipular.

Uso biotecnológico de los microorganismos

- Para que un determinado microorganismo de uso industrial sea apropiado, debe cumplir una serie de requisitos:

  1. Producir mucha sustancia de interés en poco tiempo.
  2. Poder ser cultivados durante mucho tiempo.
  3. Crecer rápidamente.
  4. Ser genéticamente estables y, si es posible, aptos para la manipulación genética.
  5. Que no sea un patógeno.

- Como ejemplo de la forma de aplicar la biotecnología para fabricar sustancias interesantes (insulina, factores de crecimiento, de coagulación, etc.) veamos cómo se aplica la **tecnología del ADN recombinante (modificación genética)**. Se obtiene el gen que codifica para la sustancia de interés y posteriormente se clona industrialmente para obtener grandes cantidades de estas sustancias.

Uso de los microorganismos en la industria

- El uso de los microorganismos con fines industriales constituye, desde hace mucho tiempo, otro ejemplo de relación **beneficiosa** entre el hombre y los microorganismos.
- Los microorganismos juegan un importante papel tanto en la **industria farmacéutica como en la alimentaria.**

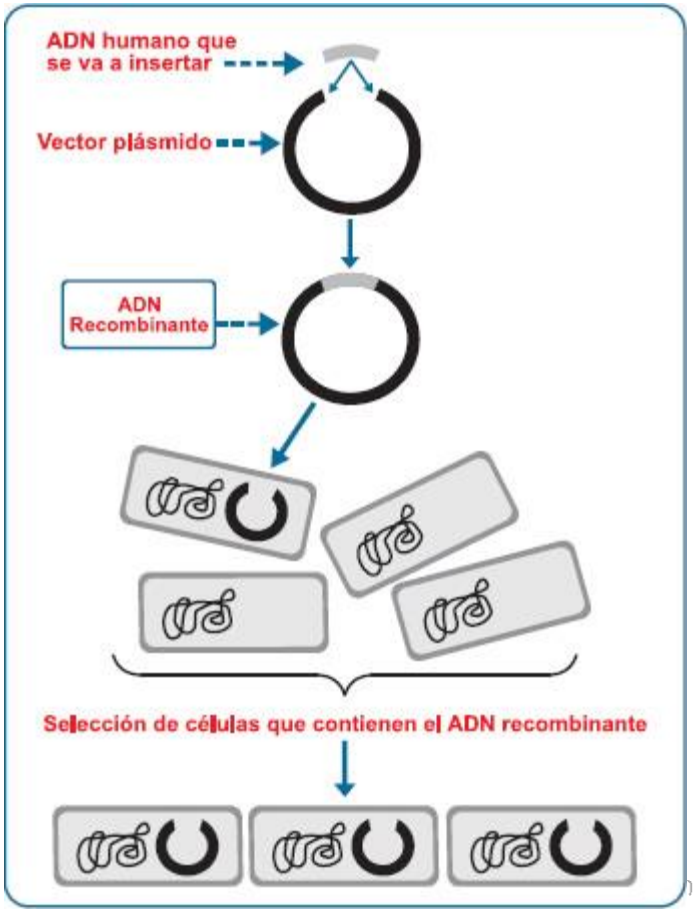
Uso de los microorganismos en la industria

- Entre los ejemplos de su uso en la **industria farmacéutica** se encuentran:

- **Obtención de antibióticos**. Los antibióticos son sustancias químicas fabricadas por hongos (como *Penicillium* y *Aspergillus)* o bacterias actinomicetos, que matan o inhiben el crecimiento de otros microorganismos. Ejemplos: la penicilina (que inhibe la síntesis de peptidoglicanos de la pared bacteriana) y la tetraciclina (que inhibe la traducción en los ribosomas).

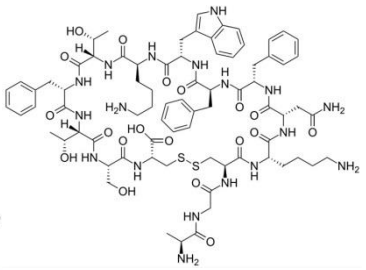
- **Obtención de hormonas**. Como la insulina, involucrada en la homeostasis de los niveles de glucosa en sangre, o la somatostatina, hormona del crecimiento.

- **Obtención de factores de coagulación y vacunas de nueva generación**.

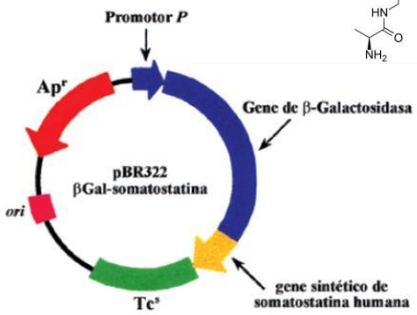


Producción biotecnológica de somatostatina

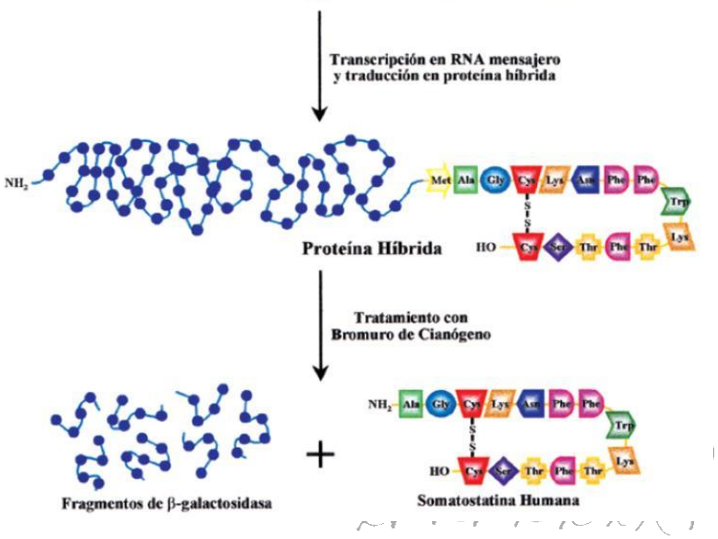
- En 1977 la compañía biotecnológica Genentech anuncia la producción de la primera proteína humana obtenida por ingeniería genética, la somatostatina producida en *E. coli*. Esto supuso un éxito científico al conseguir obtener por primera vez una **proteína recombinante**.



- Mediante la retrotranscriptasa se obtuvo el ADNc del gen que codifica para esta hormona del crecimiento, que fue unido al extremo del gen que codifica para la enzima beta-galactosidasa de la bacteria *E. coli* y ambos fueron clonados en un **plásmido**.

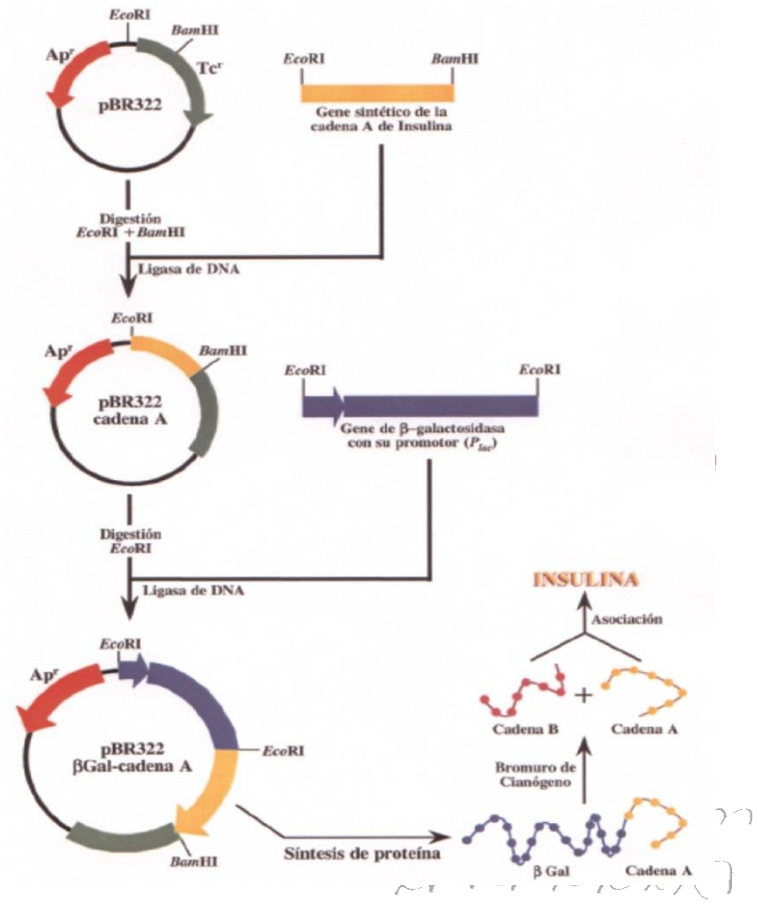


- Después de transformar la bacteria con el ADN recombinante, el plásmido híbrido permitió la síntesis de una proteína híbrida beta-galactosidasa-somatostatina que al ser purificada y tratada con bromuro de cianógeno, permitió liberar a la hormona somatostatina, a la cual se le comprobó su actividad biológica.



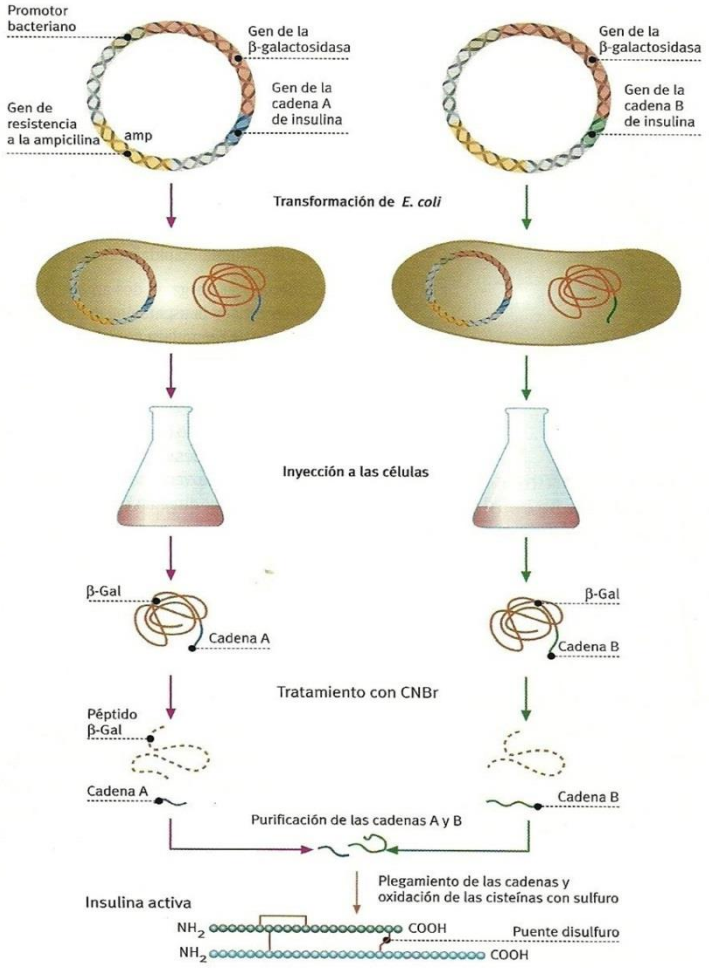
Producción biotecnológica de insulina

- Poco después, en 1978 se logró la clonación de plásmidos conteniendo secuencias para la producción de insulina humana, los cuales se duplicaron con éxito utilizando a la bacteria *E. coli*.
- La insulina humana recombinante fue elaborada originalmente mediante la expresión, por separado, de los dos genes que codifican para las cadenas A y B que forman esta hormona.
- Cada uno de los genes codificantes para cada cadena fueron sintetizados y ligados a un vector de expresión para que pudieran ser correctamente transcritos y traducidos en forma de una proteína de fusión con la enzima beta-galactosidasa.



Producción biotecnológica de insulina

- El vector de expresión fue introducido en *E. coli*, y la proteína híbrida beta-gal-cadena A o B de insulina se sintetizó y se acumuló en el citoplasma de las bacterias productoras.
- Las células se cosecharon y cada una de las proteínas de fusión se purificó por separado. El tratamiento con bromuro de cianógeno permitió liberar a cada cadena de la insulina de la beta-galactosidasa.
- Posteriormente, las cadenas A y B se unen químicamente para producir insulina activa.



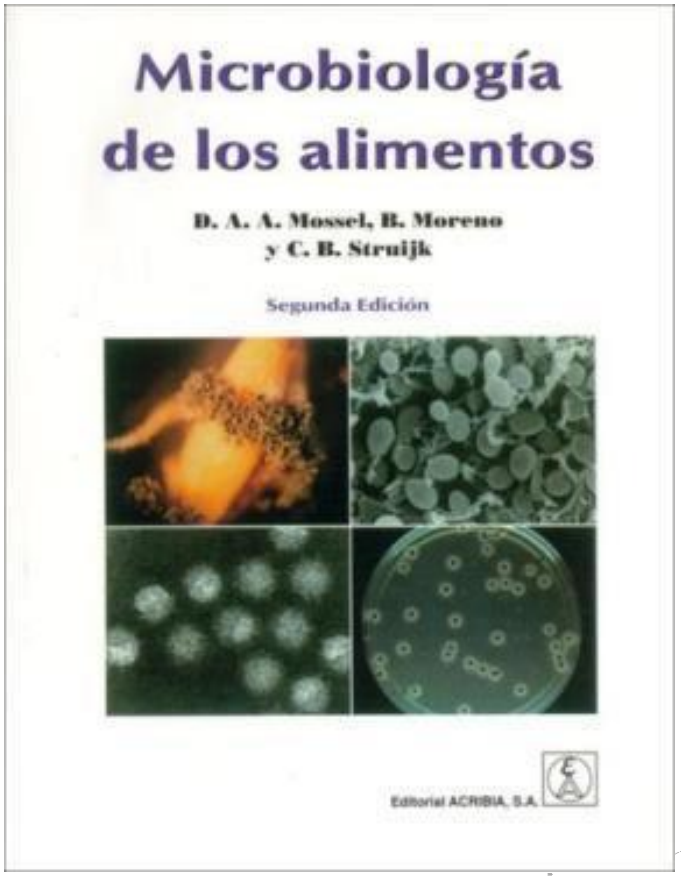
Uso de los microorganismos en la industria

- Como se ha comentado, los microorganismos juegan un importante papel en la **industria alimentaria**, entre los que destacan:

  - Fabricación de derivados lácteos (queso y yogur) mediante bacterias lácticas (*Lactobacillus* y *Streptococus*).

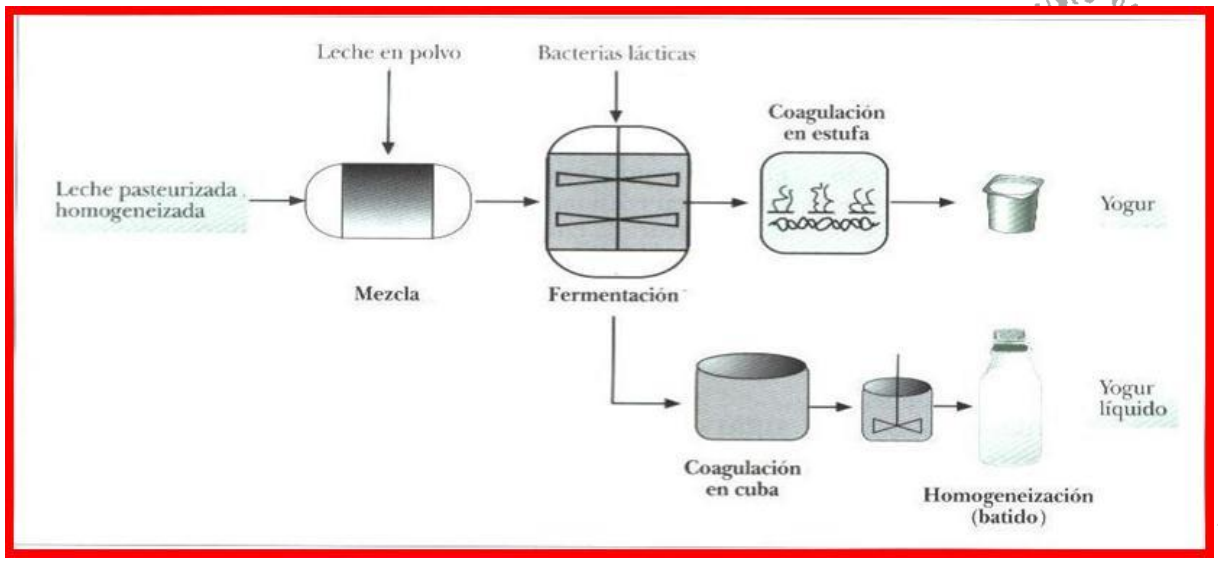
  - Fabricación de pan y bebidas alcohólicas (cerveza y vino) mediante la levadura *Sacharomyces*.

  - Fabricación de salsa de soja mediante el hongo *Aspergillus*.



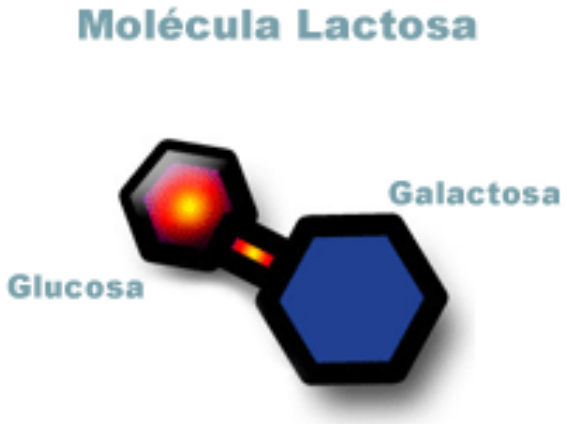
Lactobacillus y la fabricación de yogur

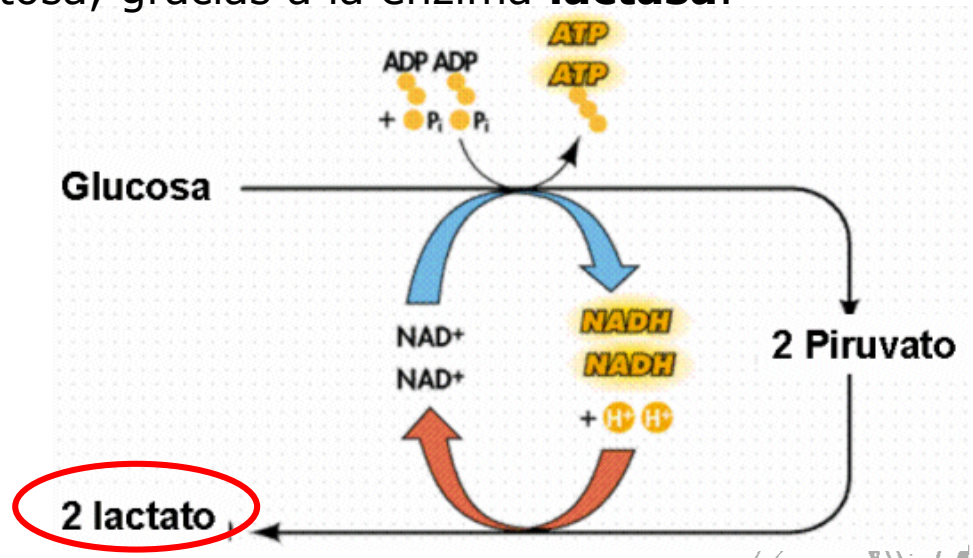
- Existen pruebas de la elaboración de productos lácteos en culturas que existieron hace 4500 años, como la de los tracios en la actual Bulgaria.
- El yogur natural es el producto de la leche coagulada obtenida por fermentación láctica mediante la acción de algunas cepas de las bacterias *Lactobacillus* y *Streptococus* a partir de leche.
- Estas bacterias utilizan la lactosa de la leche para obtener energía y reproducirse rápidamente, siendo su temperatura óptima de crecimiento alrededor de los 40 ºC.



Metabolismo de las bacterias lácticas

- En **condiciones anaerobias**, estas bacterias hidrolizan el disacárido lactosa hasta glucosa y galactosa, gracias a la enzima **lactasa**.



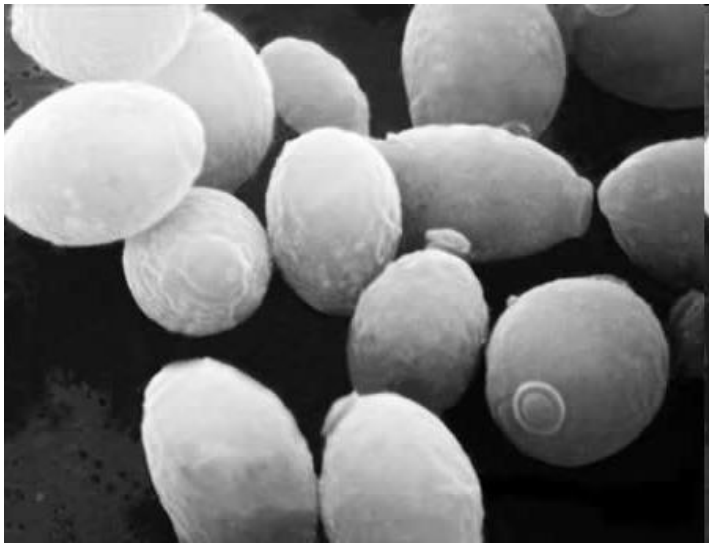


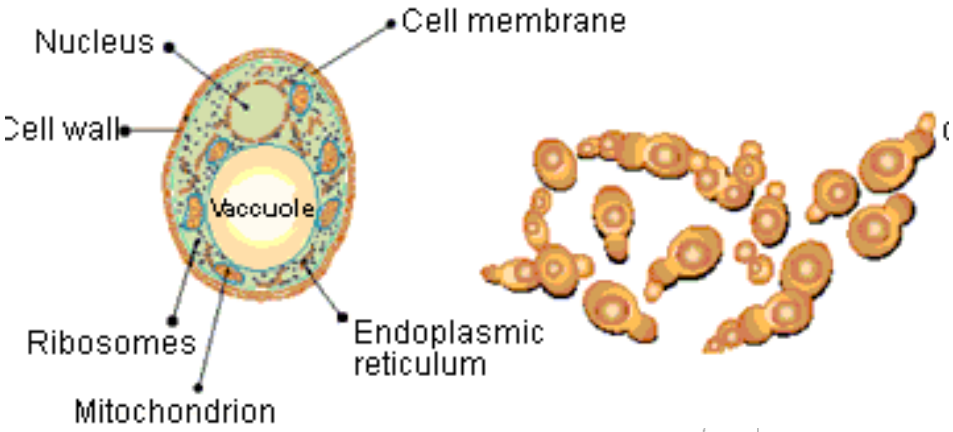
- Posteriormente, en esta reacción de **fermentación** las bacterias rompen los enlaces químicos de la glucosa generada, obtendiendo 2 moléculas de ácido láctico y energía (2 ATP) para reproducirse.
- La elaboración del yogur depende del ácido láctico producido, ya que éste causa la precipitación de las proteínas de la leche al acidificar el pH de la leche alrededor de 4, y en consecuencia, la leche se coagula, transformándose en cuajo, que por maduración producirá el queso.

Las levaduras y la producción de pan

- Egipto fue la cuna del pan, al descubrir que había algo que hacía que la masa de harina "creciera". Dado que las esporas de las levaduras se dispersan por el aire, bien podrían haber caído sobre la masa del pan.
- El organismo responsable de tal éxito en la fabricación del pan, así como del vino y la cerveza, no fue descubierto hasta 1837 por Louis Pasteur, quien probó que era la levadura *Saccharomyces cerevisae*.
- Las levaduras utilizan los glúcidos para obtener energía y reproducirse rápidamente por gemación.

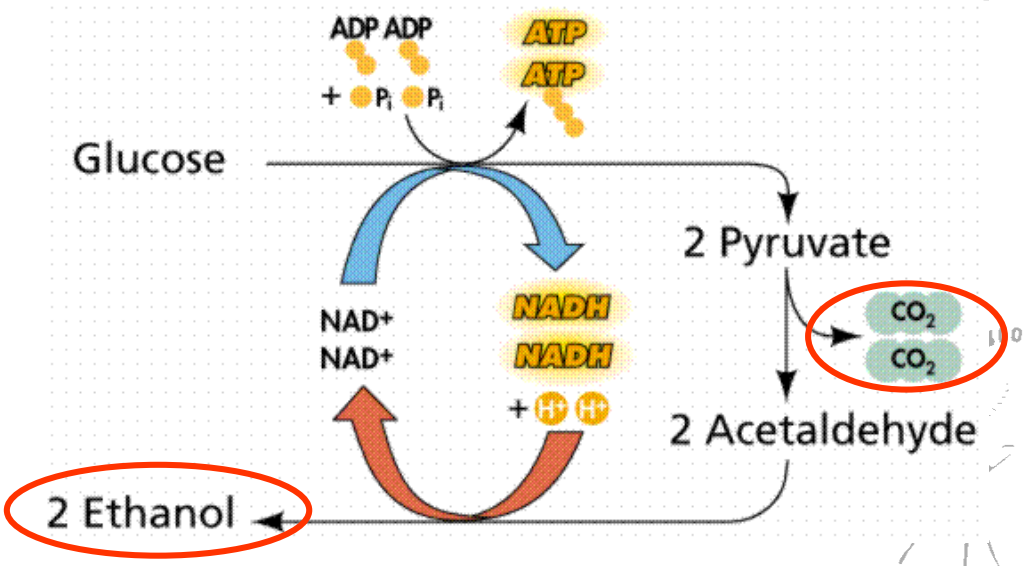
Video3





Metabolismo de *Saccharomyces cerevisiae*

- En **condiciones anaerobias**, esta levadura transforma cada molécula de glucosa en 2 moléculas de etanol, liberando 2 moléculas de CO_2 como producto de desecho.



- En esta reacción de **fermentación** la levadura rompe los enlaces químicos de la glucosa para obtener energía para reproducirse.
- La elaboración del pan depende del dióxido de carbono gaseoso desprendido en dicho proceso, haciendo al pan ligero y esponjoso.
- La cerveza y el vino dependen del etanol para su sabor y contenido en alcohol.

Otras relaciones beneficiosas

- A lo largo del tema opcional Biotecnología y bioinformática (opción B del Programa del Diploma), se describirán más relaciones beneficiosas entre los microorganismos y la especie humana:

  1. **Fermentación industrial**: Producción de penicilina a partir de *Penicillum*, de ácido cítrico a partir de *Aspergillus* y de biogas por arqueobacterias metanogénicas.

  2. **Obtención de plantas transgénicas**: Uso de *Agrobacterium* y del virus del mosaico del tabaco.

  3. **Biorremediación**: Degradación de benceno por bacterias halófilas y del petróleo por *Pseudomonas*.

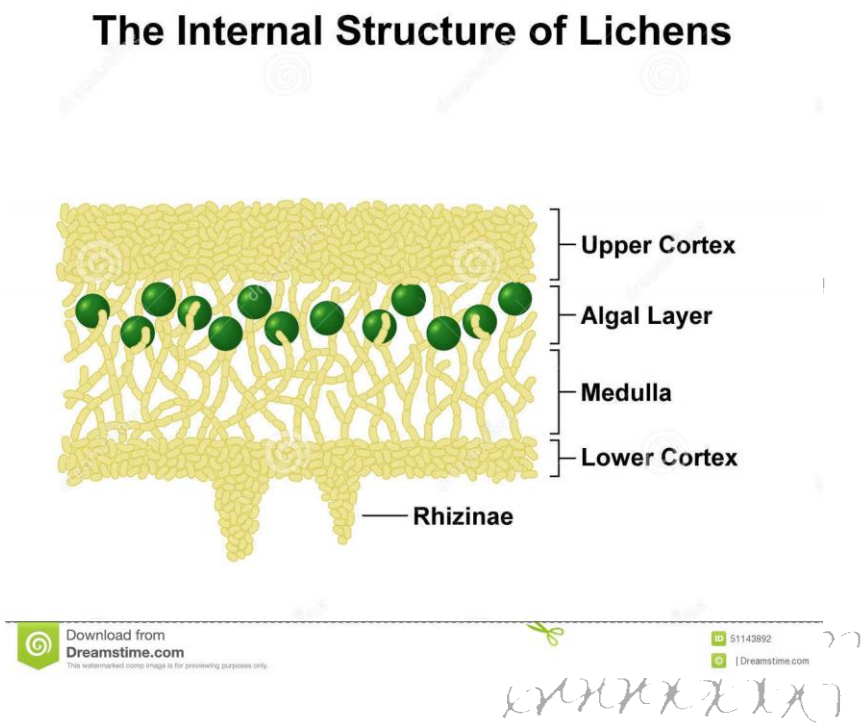
  4. **Tratamiento de aguas residuales**: Mediante el uso de biopelículas.

  5. **Diagnóstico de enfermedades**: PCR gracias a la enzima polimerasa de *Thermus aqueaticus* y chips de ADN por la enzima transcriptasa inversa.

  6. **Terapia génica**: Uso de virus como vectores.

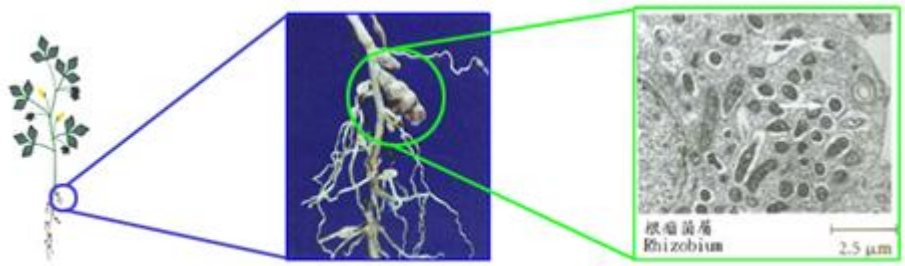
Simbiosis

- En Biología se denomina simbiosis a la íntima asociación física de dos o más organismos diferentes, pudiendo distinguirse de tipo **mutualismo**, en los que todos los simbiontes asociados resultan beneficiados, **parasitismo**, en el que uno de los organismos daña o vive a expensas de otro (el huésped), y **comensalismo,** en el que el comensal se beneficia mientras que el otro ni se perjudica ni se beneficia.
- Son muchas las **relaciones simbióticas en las que intervienen microorganismos**, siendo muchas de ellas un ejemplo de relación beneficiosa.
- Los **líquenes** son un ejemplo de mutualismo. Son asociaciones de hongos con algas, donde el hongo obtiene materia orgánica y ofrece agua, sales minerales, sustrato firme, incluso, a veces, protege al alga de una excesiva intensidad luminosa.

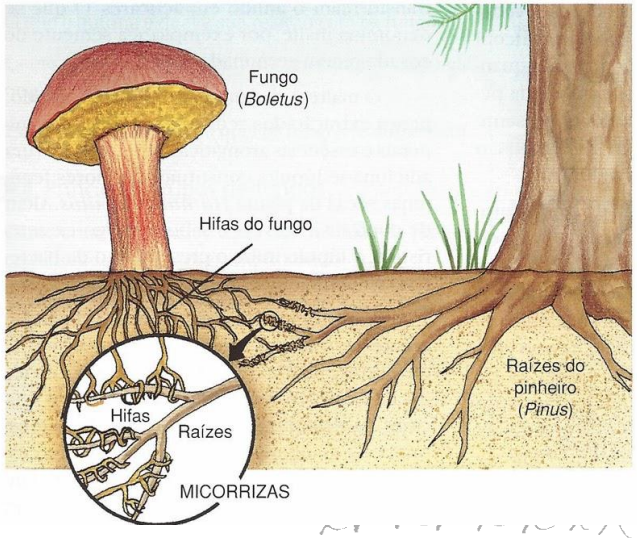


Simbiosis

- Entre los ejemplos de **simbiosis con plantas, destacan:**
- Micorrizas Son asociaciones entre hongos del suelo y las raíces de muchas plantas. El hongo recibe materia orgánica y la planta una mayor superficie de absorción de agua y sales minerales.
- Fijación simbiótica del N_2. Asociación entre *Rhizobium* (bacteria) y leguminosas (plantas). Las raíces de dichas plantas presentan unos nódulos colonizados por estas bacterias. La planta se beneficia ya que la bacteria fija el nitrógeno molecular atmosférico (estas plantas no necesitan abonos nitrogenados). Las bacterias obtienen materia orgánica.

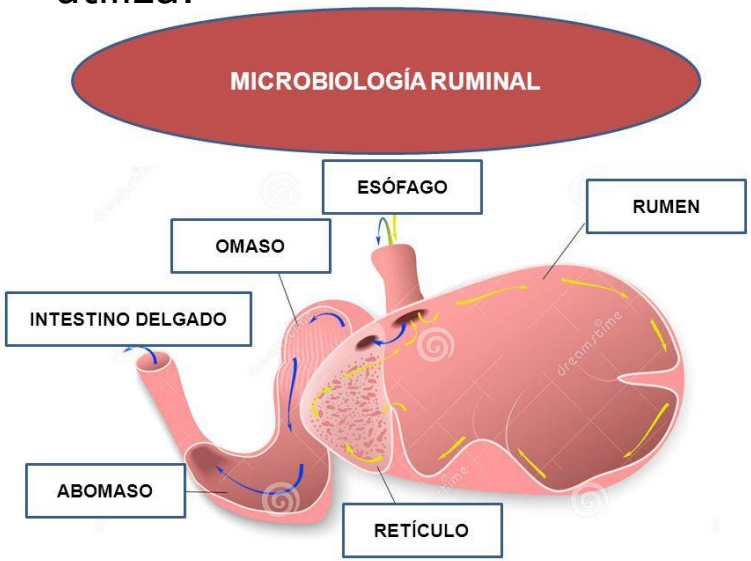


The plant and the bacteria develop a SYMBIOSIS – Where the two organisms live together for the benefit o



Simbiosis

- Entre las **simbiosis con animales**, destacan las siguientes:
- El rumen, una parte del estómago de los rumiantes, está colonizado por bacterias, hongos y protozoos que degradan la celulosa y otros polisacáridos. Ellos utilizan una parte de dichos compuestos y ceden el resto al rumiante. Además producen vitaminas y enzimas que el animal utiliza.



- Los insectos xilófagos (que roen la madera), como las termitas, tienen en su aparato digestivo unos protozoos que degradan la celulosa y la lignina de las que se alimentan los insectos.

Simbiosis[PAU]

- En la **especie humana** hay numerosos ejemplos de relaciones simbióticas (tanto mutualismo, como comensalismo y parasitismo) con microorganismos.
- Por ejemplo, el tubo digestivo contiene bacterias que realizan fermentaciones que completan la digestión y sintetizan vitaminas (*E. coli* produce vitaminas K y del grupo B).
- En numerosas partes del cuerpo humano hay gran cantidad de microorganismos: conjuntiva del ojo (estafilococos…), nariz (estreptococos…), estómago (*Lactobacillus*…), boca (*Streptococcus pneumoniae*…), intestino delgado (*Lactobacillus, enterococos*…), intestino grueso (*E. coli, Lactobacillus*…), vagina (*Candida, Clostridium*…), etc.