

# APUNTS MICROBIOLOGIA

## CLASSIFICACIÓ DELS MICROORGANISMES.

El grup dels microorganismes és molt heterogeni (artificial); reuneix organismes de reduïda mida, que precisen microscopi òptic o electrònic per la seva observació. La ciència d'estudi és la microbiologia. Es caracteritzen per:

- 1) Gran relació superfície volum (=> Molt de contacte amb el medi).
- 2) Tenir elevada taxa metabòlica.
- 3) Elevada taxa de reproducció.

Responen a diversos models estructurals i metabòlics i habiten tot tipus de medis. La seva importància biològica i mèdica és molt gran, ja que tenen un paper molt important als cicles biogeoquímics, afecten, positiva o negativament la vida dels organismes superiors, poden provocar malalties als animals domèstics i l'home, són bones eines en les investigacions de biologia molecular i són, actualment, una peça clau en les investigacions d'enginyeria genètica.

Els organismes superiors es protegeixen dels microorganismes, que desestabilitzen les seves funcions, elaborant respostes de resistència (defenses), com veurem al pròxim tema.

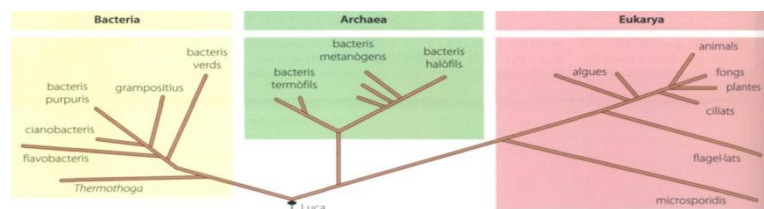
## CLASSIFICACIÓ

Tradicionalment els microorganismes s'han classificat de la següent manera:

1. Estructura acel·lular. Virus, viròids i prions. No són cèl·lules, amb la qual cosa no és del tot correcte considerar-los "organismes"
2. Moneres (estructura cel·lular procariota): Cianofíceas i Bactèries.
3. Protists (estructura cel·lular eucariota): Algues unicel·lulars i protozous, també podem considerar entre ells als fongs unicel·lulars, com *Saccharomyces cerevisiae*.

No obstant això, actualment aquesta classificació no es considera correcta perquè el grup dels Monera no té gaire sentit quan s'inclouen els Archaea, un grup de procariotes que viuen en condicions extremes i que presenta algunes similituds amb els organismes eucariotes. Així els grups que s'han de considerar actualment (anomenats dominis) són, apart de les formes acel·lulars:

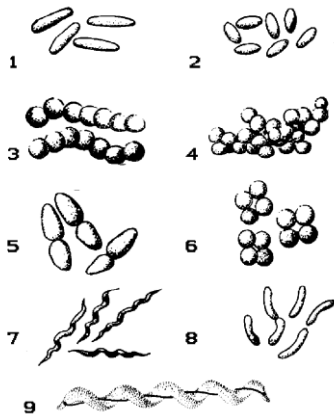
- Bacteria (que inclou eubacteria i cianobacteria)
- Archaea, un grup de procariotes que té més aspectes en comú amb els eucariotes que amb els bacteris.
- Eukarya, que correspon a protozoos, algues unicel·lulars i fongs unicel·lulars.



De la totalitat de grups esmentats, a aquest capítol prestarem atenció especial als Bacteris i als Virus com a organismes més representatius.

# BACTERIS

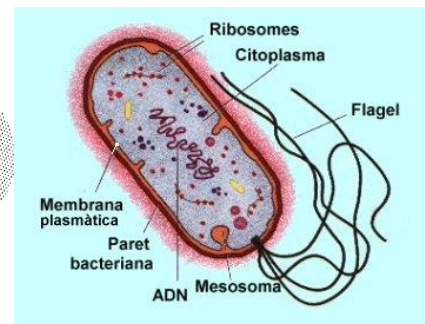
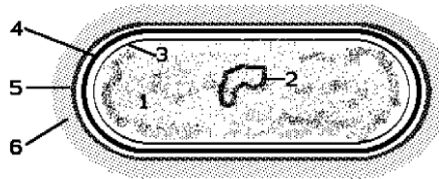
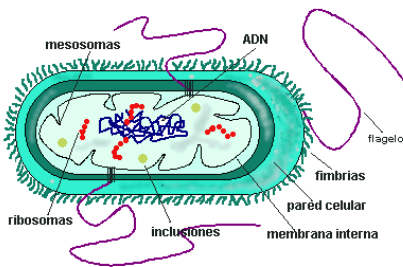
## FORMA I GRANDÀRIA



Són Procariotes petits, de grandària que oscil·la entre les 0.8 i les 12  $\mu$ .

En quant a la forma, excepte el grup de les Espiroquetes que tan sols presenten el plasmalema, tots tenen una forma fixa per posseir cobertes rígides per sobre de la membrana que els confereix alguna de les morfologies característiques de Bacil (bastonet), Cocs (esfèrics), Cocobacils (intermedis entre els dos esmentats), Espirils (helicoides) i Vibrions (forma intermèdia entre bacil i espiril). Els individus poden trobar-se aïllats o bé agrupats per parelles (Diplococs), tètades (Neiseria), filaments (Estafilococs) o raïms (Streptococs). Les espiroquetes es caracteritzen per posseir una membrana nua i una estructura filamentosa al seu interior fixada als extrems de la cèl·lula i semi-rígida que és l'axostil, el qual fan servir com element esquelètic per facilitar els moviments ondulatoris cel·lulars, tan característics d'aquest grup. Són, de bon tros, el grup que atansa mides més grans que arriben a les 400 m de longitud, malgrat el seu diàmetre sigui d'unes poques micres .

## ESTRUCTURA



## EN GENERAL

- No tenen nucli (mat. genètic limitat per membrana).
- Posseeixen ADN bicatenari , nu (no lligat a proteïnes) i cíclic que constitueix el genòfor. També poden presentar plàsmids
- Poden tenir sistemes de membrana senzills, però existeix poca compartimentació cel·lular definida pels mesosomes
- Posseeixen ribosomes (70S) que garanteixen l'existència de proteïnes específiques.
- Les cianobactèries posseeixen clorofil·la A, com les plantes superiors, i uns pigments característics anomenats ficobilines (ficocianina i ficoeritrina)
- Els components es poden dividir en obligatoris i facultatius.
- Sempre són organismes unicel·lulars, tot i que poden associar-se en colònies.

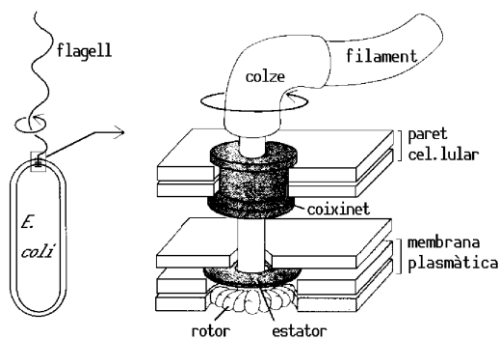
## EMBOLCALLS.

Llevat les espiroquetes, l'embolcall que hom troba als bacteris pot constar de les següents capes:

1. Plasmalema: De característiques estructurals idèntiques a la membrana de la cèl·lula eucariota però en quan la composició és més rica en proteïnes i pobre en lípids. Al plasmalema poden trobar-se tots aquells enzims i equips enzimàtics que es troben a membrana com els de les cadenes respiratòries o la bacterioclorigil·la i altres pigments fotosintètics.

2. Paret bacteriana: Equivalent en quant la funció a la paret cel·lular dels vegetals però de composició diferent, és una coberta més o menys gruixuda que es troba a tots els bacteris. Està constituïda per peptidoglucà (filaments similars a les cel·luloses units entre ells per petits pèptids que fan de pont transversal). En funció del gruix i estructura de la paret es classifiquen els bacteris en Grampositius (gruixuda) i Gramnegatius (prima i associada a una segona membrana). Aquesta classificació té importància mèdica car a la paret bacteriana radiquen moltes de les propietats antigèniques dels bacteris i s'hi troben els llocs d'actuació de molts antibiòtics i els de fixació dels virus .
3. Microcàpsula i Càpsula: Són dos tipus de cobertes excloents entre elles i que responen a la mateixa composició i estructura. La diferència entre els dos embolcalls ve donada pel seu gruix, ínfim al cas de la microcàpsula i molt important al de la càpsula (pot arribar a representar el 70 o 80% del diàmetre de l'individu).  
Tots els bacteris posseeixen un d'aquests dos embolcalls i incluiu existeixen espècies que, segons l'estat fisiològic, presenten una coberta més o menys gruixuda. En alguns gèneres bacterians la presència de la càpsula s'associa formes patògenes i la microcàpsula a soques benignes.  
A la càpsula també resideixen propietats antigèniques i està formada per glúcids i proteïnes en proporcions variables.
4. Llims: Alguns bacteris posseeixen una coberta més externa que la càpsula formada pels mateixos materials però de forma més dispersa i deliqüescent, es tracta dels llims. La funció que tenen és augmentar la viscositat del medi on es troba el bacteri i facilitar així el seu desplaçament. Els bacteris productors de gran quantitat de llims són utilitzats a les plantes depuradores d'aigua per la seva capacitat de fixar partícules i molècules grans que es troben en suspensió.

Com estructura fixa a les cobertes, alguns bacteris presenten un o més flagells que els faciliten el desplaçament. A diferència del flagell eucariòtic, el bacterià és ondulat i rígid, de forma fixa; el moviment es dona per la rotació impulsada des de la base, mitjançant un mecanisme que recorda al d'un motor elèctric però impulsat a base de consum d'ATP.



A diferència del flagell eucariota, no és flexible i el desplaçament del bacteri es dona per rotació del flagell.

També és habitual una altra estructura tubular i llarga anomenada pili o fimbria que serveix de conducte pel pas de material genètic d'un bacteri a un altre en el procés sexual de la conjugació.

#### HIALOPLASMA

L'hialoplasma dels bacteris apareix al microscopi òptic com transparent i homogeni. Absorbeix la llum ultraviolada de 2700 Å, com el nucli dels eucariotes, cosa que s'explica per l'existència d'un material nuclear difós (ADN) per absència d'una membrana nuclear.

#### PARAPLASMA

Al citoplasma bacterià pot existir gran diversitat d'inclusions no vives entre les que cal esmentar:

- Volutina: Un tipus de fosfat polimeritzat amb funció de reserva i que no es troba als eucariotes.

- Glúcids: Midó i glucògen (cal no oblidar que els bacteris no són animals ni vegetals i, com a primitius, anteriors a que l'evolució distingís els anteriors regnes).
- Lípids: petites gotes d'àcids grassos i greixos.
- Sals: Grans de CaCO<sub>3</sub>, Sofre, Ferro i Manganès, etc. si bé aquestes substàncies solen acumular-se a la beina dels bacteris que les metabolitzen.

## METAPLASMA

En quant al conjunt d'inclusions vives són extremadament senzilles: pot considerar-se el ribosoma com únic orgànul citoplasmàtic.

Als eucariotes existeixen diversos orgànuls amb funció energètica, com mitocòndries, plasts, etc. Una característica comuna a tots aquests orgànuls és la presència de grans quantitats de membrana. Els bacteris supleixen l'absència d'aquestes estructures autònomes per zones de membrana plasmàtica especialment desenvolupades per aquestes tasques. En aquest sentit apareixen "orgànuls" com ara els anomenats Condrioides

amb funció de mitocòndria (mesosomes) o Cromatòfors amb funció de cloroplast. En ambdós casos es tracta de zones de plasmalema especialment replegada per augmentar la superfície de membrana fins les extensions necessàries. Els citocroms, quinones, bacterioclorofil·les, etc són molècules integrades a la matriu fosfolipídica del plasmalema bacterià.

## GENÒFOR

Els organismes Procariotes no posseeixen un nucli diferenciat, no obstant posseeixen els materials nuclears necessaris pel desenvolupament de les tasques d'auto-perpetuació.

Aquest material està reduït a un (o dos en algunes espècies) cromosomes bacterians, extremadament simples, formats per una doble hèlix d'ADN generalment anul·lar. El cromosoma bacterià no està associat a proteïnes històniques ni pot assolir estructures d'ordre superior a la secundària.

## METABOLISME

No pot fer-se cap generalització respecte el metabolisme dels bacteris. És evident que donada la seva simplicitat i grandària un individu no pot demostrar una gran diversitat en els seus comportaments metabòlics, ara bé, com a conjunt, no pot definir-se un medi on no en puguin existir de bacteris (se n'han trobat inclús als objectius de les càmeres de televisió de càpsules espacials al retornar a la Terra) ni un comportament metabòlic que no pugui ser desenvolupat per alguna soca bacteriana.

A grans trets acostuma a fer-se una classificació basada en la font d'energia i la font de carboni

Autòtrofes:

1. Químioautòtrofes (obtenen l'energia de matèria inorgànica)
2. Fotoautòtrofes (obtenen l'energia de la llum)

Heteròtrofes: (Font d'energia matèria orgànica)

1. Químioheteròtrofes
2. Fotoheteròtrofes (fotosintètiques facultatives)

o les seves relacions amb l'oxigen

- Aeròbiques amb un metabolisme que utilitza l'oxigen molecular com acceptor final dels electrons.
- Anaeròbiques estrictes que utilitzen altres substàncies com acceptores finals dels electrons i no poden viure amb presència d'oxigen.

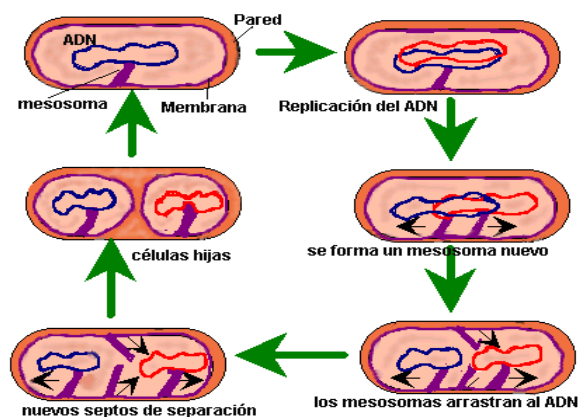
- Anaeròbiques facultatives que varien el seu metabolisme segons hagi o no oxigen en el medi.

Així, la cèl·lula bacteriana té, principalment, tres necessitats:

- Una font de carboni.
- Poder reductor.
- ATP.

## REPRODUCCIÓ BACTERIANA

Donada la seva senzillesa estructural i metabòlica, els bacteris posseeixen una elevada capacitat reproductora, demostrada per espècies que en condicions adequades poden multiplicar-se cada 5 minuts o inclús amb major freqüència.



El mecanisme habitual de reproducció és la bipartició: Una duplicació de l'ADN seguida del creixement centrípet de la paret bacteriana fins a separar els dos individus fills.

Existeixen espècies que poden generar formes de resistència que hom anomena "espores". La formació d'una espora comporta la duplicació de l'ADN i envoltar la còpia de material genètic amb una membrana i un conjunt de cobertes molt més gruixudes del que és habitual. Juntament amb l'ADN es reserva una petita quantitat de ribosomes i els enzims imprescindibles

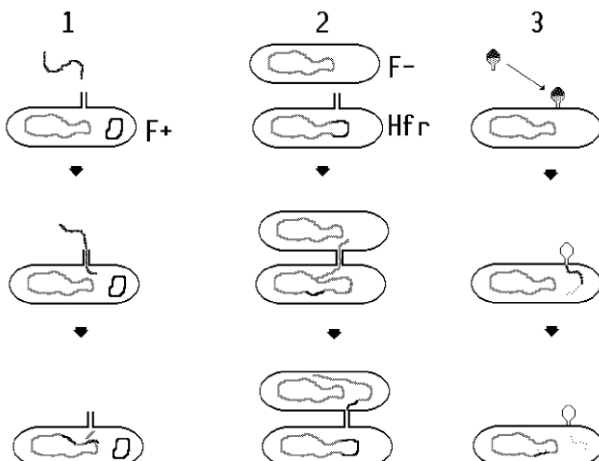
però en un elevat nivell de deshidratació.

L'espora pot resistir condicions molt desfavorables (Temperatures elevades, agents químics i mecànics, radiació ultraviolada, etc). Si germina passada l'exposició a aquests agents assegura la pervivència de l'espècie.

## INTERCANVI GENÈTIC

Tots aquests mecanismes corresponen a reproducció asexual i de fet els bacteris no poden reproduir-se sexualment, no obstant, això no implica que no s'hagin descrit mecanismes de sexualitat, encara que mai lligats a la reproducció. Els procediments pels quals els bacteris poden variar el seu material genètic mitjançant recombinació són: Transformació, Sexducció i Transducció.

o Transformació. És el fenomen que es coneix des de més antic. Un bacteri pot incorporar fragments d'ADN del medi on creix al seu citoplasma. Després aquest ADN pot ésser degradat (el més comú) però de vegades, s'incorpora al cromosoma bacterià bé afegint-se o substituint fragments de l'ADN propi.



o Conjugació. Per comprendre aquest procés és necessari comentar algunes característiques de Escherichia Coli perquè en aquest bacteri és on es va descriure per primer cop el fenomen.

E. Coli pot tenir un episoma (fragment d'ADN que no és imprescindible per la vida) que hom anomena factor F. Els individus sense factor F s'anomenen F-, els individus que el posseeixen són F+ si el tenen lliure al citoplasma (plàsmid) o bé Hfr si el plàsmid

està integrat al cromosoma. Un individu Hfr pot passar a F+ per separació de l'episoma i a l'inrevés.

El Factor F porta, d'entre altres gens, la informació pels pili o fimbries, evaginacions filiformes tubulars, de manera que els individus F+ o Hfr en posseeixen un o més d'un, mentre els F- no en tenen (en aquest sentit hom considera els F- com para-femelles, els F+ para-masclcs i els Hfr para-supermasclcs).

A la conjugació, quan un individu posseïdor del factor F entra en contacte amb un F- es produeix una duplicació de l'episoma i el traspàs de l'ADN duplicat al F- (de fet la duplicació i el traspàs es produeixen simultàniament). Si el factor F està integrat al cromosoma, la duplicació és del cromosoma sencer i el factor F és la darrera secció d'ADN que passa a la cèl·lula receptora.

El resultat de la conjugació varia segons la situació del factor F i el temps que ha durat:

O Si la donant era F+ pot aconseguir-se, com a màxim que la receptora passi a F+. o Si la donant era Hfr, en el millor dels cassos podrà passar la totalitat d'un cromosoma bacterià i el factor F. Si la conjugació s'interromp abans d'acabar sols passa part del cromosoma bacterià. En ambdós cassos pot haver recombinació (sexducció), si bé en el segon la cèl·lula receptora continuarà essent F-. o En ocasions, si un bacteri Hfr passa a F+, en separar-se, l'episoma s'emporta un fragment de cromosoma. En aquest cas, el pas del factor F pot significar sexducció. o Transducció. És un mecanisme molt similar a la sexducció, si bé en aquest cas el vector de l'ADN no és un plàsmid sinó un virus. Els bacteriòfags provinents de la infecció i mort d'un bacteri poden portar, juntament al seu àcid nucleic, petits fragments d'ADN bacterià. A l'infectar un nou bacteri inoculen aquest ADN que pot recombinar-se.

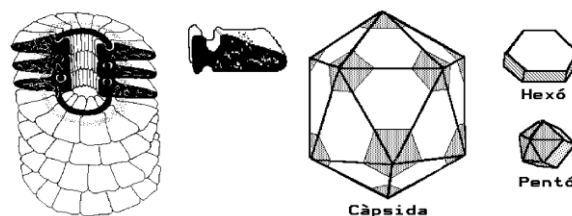
La possibilitat d'introduir plàsmids a l'interior de bacteris i que aquests l'incorporin al seu cromosoma és en l'actualitat aprofitat a la indústria farmacèutica. Pot incorporar-se a un bacteri episomes que informin per determinats enzims o antibiòtics, per tal que els fabriquin en grans quantitats.

Un cas curiós d'aplicació d'aquestes possibilitats ha estat el de Pseudomonas. Algunes soques d'aquest gènere poden metabolitzar determinats hidrocarburs gràcies a episomes. Ha estat possible desenvolupar un mètode que ha permès incloure a un sol bacteri fins quatre episomes d'aquest tipus. S'espera amb això poder lluitar d'una manera neta contra les mareas negres.

## VIRUS

### FORMA I GRANDÀRIA

Els virus són organismes filtrables, és a dir, deguda la seva grandària (uns pocs centenars de Å) poden travessar els filtres de porcellana porosa, cosa que no passa amb els bacteris.



La seva única activitat és la reproductora i per a desenvolupar-la són dependents del parasitisme, podria dir-se que no poden reproduir-se, mes bé els reproduceix l'hoste. Fora de l'hoste són completament inactius. Això fa que el seu estudi sigui complex: per mantenir un cultiu de virus és necessari mantenir un cultiu de les cèl·lules hoste (molt difícil en el cas d'organismes pluricel·lulars) o bé disposar d'un medi de cultiu molt similar a un citoplasma.

La seva estructura és tan senzilla que els permet, en molts casos, deshidratar-se i conservar-se així llargs períodes. Aquest baix nivell de complexitat fa que determinats autors els considerin els organismes més primitius, per contra la seva dependència del parasitisme sembla proposar que són organismes més evolucionats, apareguts amb posterioritat a organismes autòtrofs.

La morfologia dels virus és variada i, per a cada espècie poden estudiar-se dues formes, l'exterior o virió (fora de la cèl·lula hoste) i la parasitant. Aquesta última queda reduïda normalment a un filament d'àcid nucleic que informa per les proteïnes virals. La forma lliure pot ésser més o menys complexa donat que a l'àcid nucleic s'hi afegeix un embolcall proteic (càpsida) i, de vegades, cobertes de tipus fosfolipídic.

La càpsida està integrada exclusivament per subunitats proteïques que reben el nom de capsòmers i que s'ordenen de manera específica per donar lloc a les dues formes bàsiques: el cilindre i l'esfera.

Las càpsides cilíndriques poden estar constituïdes per un sol tipus de capsòmer, que s'ordena formant un helicoide. Una petita osca a cada capsòmer diferencia una cavitat helicoïdal on es situa l'àcid nucleic. Es habitual que els virus cilíndrics estiguin integrats per més d'un tipus de capsòmer i, de fet, siguin cilindres dobles.

Les càpsides anomenades esfèriques responen a diferents morfologies polièdriques, la més comuna de les quals és la icosaèdrica. Les cares, arestes i vèrtex del políedre venen determinats per la varietat de capsòmers existents, dels quals en el cas més senzill són imprescindibles dos diferents de formes hexagonal (hexó a les cares) i pentagonal (pentó als vèrtex).

Existeixen virions més complexes en què una part de la càpsida respon al model esfèric i una altra a la cilíndrica. També existeixen espècies víriques que sumen a les cobertes proteïques de la càpsida altres de natura membranosa.

La classificació dels virus és complexa i la nomenclatura emprada no respon al típic binomi de Linné, així no serà rar emprar com a nom el de la malaltia que provoca o altres nomenclatures artificials i indexades (com per exemple els virus de la sèrie T: T2, T3, T4...T7, etc).

Poden considerar-se tres grans grups de virus en funció del tipus cel·lular hoste: Virus zoopatògens, Virus fitopatògens i Bacteriòfags.

Els bacteriòfags són el grup més estudiat i això respon a la facilitat relativa amb què es cultiven; en particular estan ben estudiats els virus de Escherichia coli, bacteri ja esmentat amb anterioritat.

El Fag T2 (emprat sovint com exemple de virus complex) posseeix una càpsida en què es diferencien quatre zones principals: Cap, coll, cua i placa basal, a la qual s'hi troben uns filaments i unes uncles. A l'interior del cap s'hi troba l'ADN víric, el qual es perllonga per dins la cua. L'extrem de la cua buida està obturat per una proteïna de tipus enzimàtic.

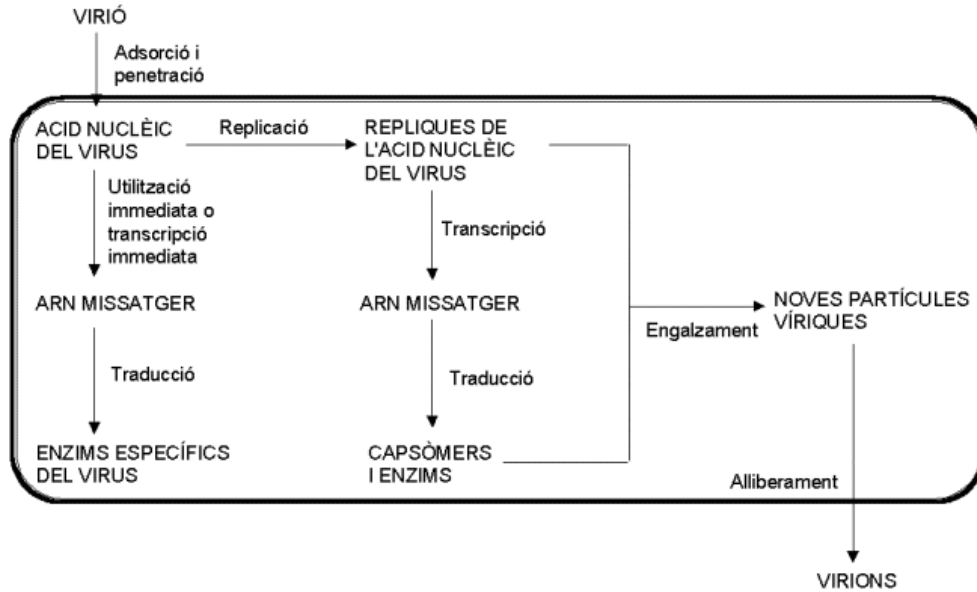
Els virus mostren una diversitat poc normal als altres grups d'organismes, pel que fa al seus àcids nucleics, que poden ésser de quatre tipus:

- ADN bicatenari (el normal a tots els altres organismes)
- ADN monocatenari (exclusiu d'alguns virus)
- ARN monocatenari (d'estructura equivalent a l'ARNm)
- ARN bicatenari (amb estructura de doble hèlix, exclusiu víric).

És evident que, en funció del tipus d'àcid nucleic que posseeixi el virus, el sistema de reproducció tindrà alguns trets particulars que el diferenciarà dels altres grups.

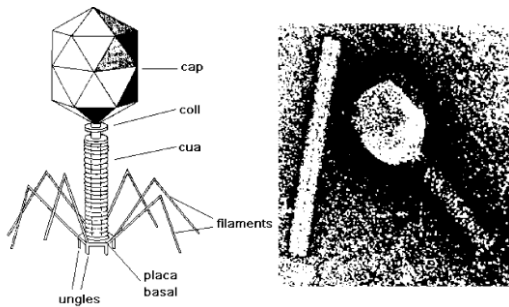
## CICLES REPRODUCTORS DELS VIRUS

EN GENERAL

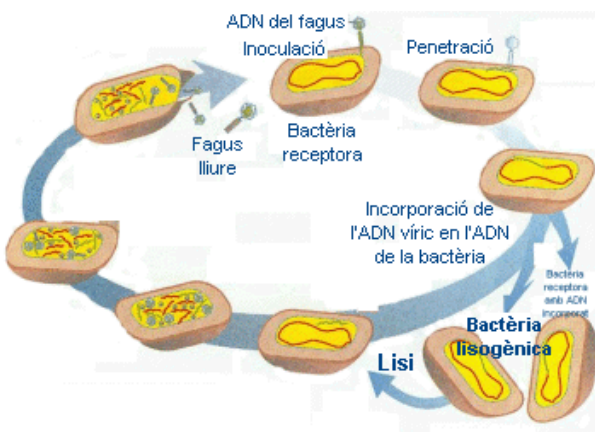


BACTERIÒFAGS.

L'estudi de la reproducció dels bacteriòfags es centrarà en els dos possibles cicles lític i lisogènic, que pot presentar el virus T2, estudiat amb anterioritat per la seva morfologia.



CICLE LÍTIC.



1. Fase d'adsorció. El virus s'aproxima al bacteri (degut a turbulències del medi, no a sistemes de locomoció) i s'adhereix a la paret bacteriana primer mitjançant els filaments i després amb les unghes de la placa basal.

2. Fase de penetració. L'enzim de la placa basal dissol els components de la paret bacteriana produint un forat per on penetra l'eix central de la cua, mentre la beina caudal es replega. L'ADN és inoculat així directament a l'interior del citoplasma bacterià. La càpsida buida queda adherida a la superfície bacteriana.

3. Fase d'eclipsi. Al llarg d'un temps més o menys llarg no es noten canvis estructurals importants a l'interior del bacteri. Durant aquest temps el metabolisme bacterià es desvia en el sentit de:

- a) Transcriu molts cops determinades zones de l'ADN víric donant lloc a un determinat ARNm.
- b) Aquest ARNm es tradueix donant lloc a proteïnes.

- c) Es prossegueix amb la duplicació de l'ADN víric, la seva transcripció i traducció amb el que van apareixent al citoplasma bacterià, progressivament, capsòmers i altres components estructurals del virió.

4. Fase d'engalament. De manera progressiva, alguns passos espontanis i d'altres mitjançats per enzims i altres factors, els capsòmers es van agrupant construint la càpsida, alhora que engloben els filaments d'ADN víric al seu interior (en aquest procés és on es pot capturar algun petit fragment d'ADN bacterià i donar lloc, després, a transducció). Progressivament apareixen virions complets dins el bacteri.

5. Fase de lisi. Molts dels productes d'aquest excepcional metabolisme danyen de manera irreversible el plasmalema bacterià alhora que creen perturbacions osmòtiques. Una entrada incontrolada d'aigua provocarà la lisi bacteriana. El bacteri, literalment, "explota" i llença els virions que contenia, juntament amb els restes bacterians i components vírics encara no engalzats, al medi. Aquest sobtat desplaçament del virió pot aproximar-lo a un altre bacteri i iniciar un altre cicle.

#### CICLE LISOGÈNIC.

El cicle lisogènic pot considerar-se una derivació del cicle anterior.

Un cop realitzades les fases d'adsorció i penetració, l'ADN viral pot integrar-se al cromosoma bacterià, en un lloc determinat, com si es tractés d'un episoma i quedar aparentment inert: es parla de virus atenuats o pròfags i de bacteris lisògens. Cada cop que el bacteri es reproduïx, procedirà a la duplicació del genoma víric i, amb això, infectarà els bacteris fills.

Factors químics o físics (sobretot radiacions) poden induir la separació de l'ADN víric del cromosoma bacterià i continuar el cicle lític, si bé aquesta desintegració dels cromosomes pot passar també de manera espontània.

Cal dir també que els cicles lisogènics tan sols poden donar-se si es reuneixen determinades soques de virus i cèl·lules hoste.

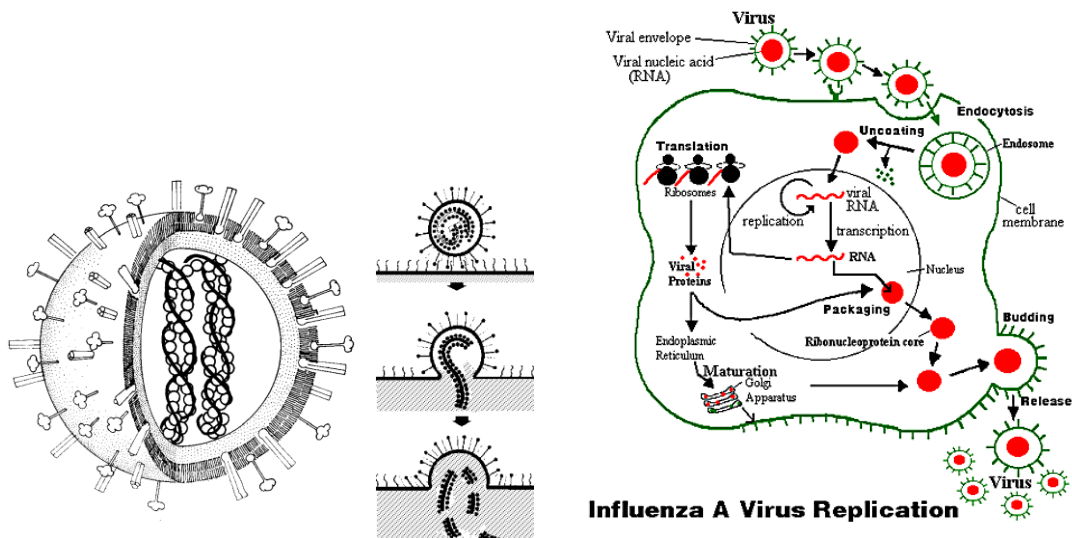
Pot considerar-se que el cicle lisogènic és un resultat exitós de l'evolució. Mitjançant el cicle lític poden morir tots els bacteris i després d'ells tots els virus per manca d'hostes. El cicle lisogènic assegura la pervivència d'ambdues espècies. D'altra banda s'ha comprovat que els bacteris lisògens són resistents a altres infeccions virals, cosa que conferiria un èxit afegit.

#### VIRUS ZOOPATÒGENS

Els cicles reproductors dels virus zoopatògens són molt semblants en quan a les fases en què es poden dividir, no obstant, existeixen diferències importants derivades dels processos de duplicació i conservació de la informació genètica del virus (ARN en la major part dels casos), per això es comenten dos cicles reproductors de virus prou coneguts, causants de malalties a l'home.

#### VIRUS DE LA GRIP

Aquest organisme posseeix un virió complex on es pot diferenciar una nucleocàpsida allargada i helicoidal formada per proteïnes que conté al seu interior un filament d'ARN. Protegint la nucleocàpsida hi ha una coberta proteica esfèrica i una membrana fosfolipídica amb espícules i espines.

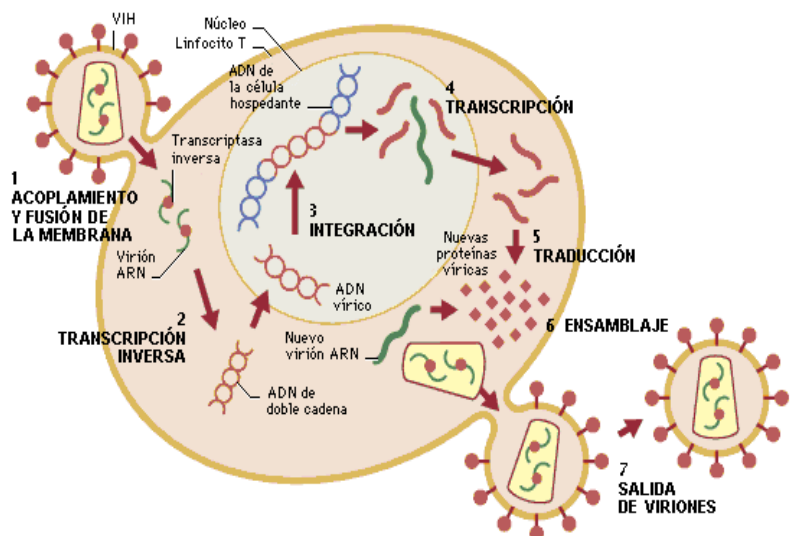


1. L'adsorció del virus a la cèl·lula humana es realitza per fusió de les membranes (vírica i cel·lular) i penetra tota la càpsida a l'interior de l'hoste. Un cop dins se separen els capsòmers i allibera l'ARN.
2. Alliberat, l'ARN es comporta com a missatger i provoca la síntesi de les proteïnes víriques (entre elles una ARN-polimerasa que utilitza com a patró l'ARN). Uns dels components són determinades proteïnes que emigren al plasmalema de l'hoste i queden dipositades a l'hemimembrana externa (seran les futures espines del virió).
3. Els capsòmers s'associen a les rèpliques del cromosoma víric fins generar noves nucleocàpsides.
4. Les nucleocàpsides s'envolten de la coberta proteica i emigren al plasmalema precisament on s'hi troben les espines.
5. Per evaginació es generen els nous virions que aniran a infectar noves cèl·lules.
6. La sortida de grans quantitats de virions afecta greument el plasmalema i, al poc, la cèl·lula lisa.

## VIRUS DE LA SIDA

Els estadis característics de l'infecció d'una cèl·lula poden ésser els següents:

- ✓ Adsorció específica sobre Limfòcits T4 i macròfags
- ✓ Penetració per endocitosis (¿?)
- ✓ Alliberament de l'ARN de cadena simple positiva
- ✓ Producció de cadena doble d'ADN cíclic (transcriptasa inversa) i ciclament
- ✓ Integració de la cadena en l'ADN de l'hoste en el nucli cel·lular
- ✓ Producció de diversos ARNm i ARN genòmic (tota la cadena +)
- ✓ Síntesi de capsòmers i altres proteïnes víriques.
- ✓ Engalament.
- ✓ Alliberament per gemació i lisis cel·lular



## VIRUS DE L'HERPES

És esfèric i també posseeix una coberta membranosa del tipus plasmalema.

La seva adsorció és del tipus endocitosis i queda a l'interior d'un vacúol digestiu. Quan els lisosomes es fusionen al vacúol la nucleocàpsida és alliberada al citoplasma. Després de perdre la coberta proteica l'ADN es pot replicar i

traduir i pot seguir-se un cicle similar al del virus de la grip. Una diferència important respecte d'aquell cicle és que l'alliberament de nous virions al medi és molt lent i inclús pot cessar, quedant el virus en condició de latència. Qualsevol persona que hagi patit algun cop una infecció d'herpes, un cop superada la fase aguda i inclús eliminades les lesions cutànies, degut a agents externs (químics o radiacions) pot tornar a reproduir la malaltia al mateix lloc de la pell. El virus de la SIDA (HIV) malgrat posseir ARN també presenta aquest tipus de comportament integrant a un cromosoma de l'hoste el motlle ADN- del seu ARN, de manera que una persona pot ésser portadora de la malaltia i no manifestar-ne cap símptoma.

Un cas particular de virus zoopatògens són els anomenats virus oncògens. L'ARN víric provoca la síntesi d'una proteïna anomenada antigen T. Aquest antigen impedeix la multiplicació de l'ADN víric però estimula la duplicació de l'ADN cel·lular (i el víric amb ell). Les cèl·lules estimulades d'aquesta manera són les anomenades cèl·lules transformades que superen la inhibició de contacte i poden estendre's per tot l'organisme.

Els virus zoopatògens demostren zootropismes i histiotropismes variables: hi ha virus exclusius de determinades espècies però que afecten gran quantitat de teixits (l'herpes tan sols parasita l'home, però pot afectar la pell, el pàncreas, cervell, fetge, etc). Altres virus com el Rabdovirus (ràbia) pot afectar molts animals diferents però en tots es localitza en determinats tipus de neurones del cerebel.

#### VIRUS FITOPATÒGENS.

Són els coneguts des de més antic (TMV: Virus del mosaic del tabac, malaltia descrita per Ivanov a principis de segle i que atribuï als "virus" o verins filtrables). La major part d'ells són de formes cilíndriques i sense cobertes membranoses. El cromosoma és sempre d'ARN.

Respecte el seu cicle reproductor pot tenir similituds amb el lític (TMV que destrueix plantacions enteres) però també amb el lisogènic, perquè s'ha demostrat que més del 95% de les llavors vegetals posseeixen amb els seu ADN, zones corresponents a ADN- de virus, aquest és el sistema més habitual d'infeccions víriques entre plantes. Les penetracions a vegetals no infectats van lligades sempre a ferides perquè la paret cel·lulòsica intacta és una barrera prou consistent per impedir el pas dels virus que el vent, l'aigua o els insectes puguin transportar.

## MICROORGANISMES PATÒGENS.

Les malalties infeccioses són les causades per diversos microorganismes o microbis, s'anomenen patògens i poden ser de quatre tipus, les provocades per virus, per bacteris, per fongs i per protozoos.

Alguns exemples de malalties infeccioses:

Grup	Malaltia	Agent
Virus	Verola Varicel·la Refredat Grip Sida	
Bacteri	Tètan Lepra Còlera Peste Tuberculosi Sífilis ...	Clostridium tetani Mycobacterium leprae Vibrio cholerae Yersinia pestis Mycobacterium tuberculosis Treponema pallidum
Fong	Candidiasi Peu d'atleta Tinyes	
Protozoos	Malària o Pal·ludisme Malaltia de la son	Plasmodium sp. Trypanosoma sp.

Els microorganismes es contagien per via digestiva, respiratòria o cutània (ferida), i també per contacte sexual. Una vegada s'han instal·lat en l'organisme, comencen a reproduir-se i causen diversos efectes, el més habitual és la febre, que en realitat és una defensa del cos contra la infecció.

Els patògens són paràsits que provoquen disfuncions metabòliques, ocasionant malalties. Els microorganismes patògens són aquells que accedeixen al medi intern i provoquen alteracions en la seva fisiologia o en els òrgans de l'hoste. La infecció és la proliferació d'aquests microorganismes patògens.

El terme patogeneïtat indica el grau en que un paràsit pot produir una malaltia. Les distintes soques d'una espècie poden variar àmpliament en quant a la seva capacitat per danyar a l'hoste, fet que es denomina virulència. En general, la virulència d'una soca d'una espècie patògena està determinada per dos factors:

1. El poder invasor: capacitat de proliferar al cos de l'hospedador.
2. La seva toxigenicitat: capacitat de produir substàncies químiques, toxines, que danyen els teixits de l'hoste.

Segons la teoria microbiana de les malalties infeccioses, no és la malaltia la que es transmet sinó l'agent, anomenant-se el procés contagi.

Els microorganismes infecciosos poden arribar als seus hostes per diferents camins o vies d'infecció:

1. Directe (d'un a l'altre a través del cos, microgotetes, contaminació fecal).
2. Indirecte (per mitjà d'un vehicle o vector)
  - i. Passiu (Roba, utensilis, etc.).
  - ii. Actiu (Altres organismes, p.e. Anopheles amb Trypanosoma).

Tot i que alguns agents patògens no en produeixen (*Streptococcus pneumoniae* p.e.), els efectes patògens són produïts essencialment per les toxines de les quals es consideren dos tipus.:

- a. Exotoxines: Anomenades així perquè es considerava que eren alliberades per l'organisme patògen viu. són exemples les de *Corynebacterium diphtheriae*, *Clostridium tetani* i *Clostridium botulinum*.
- b. Endotoxines: S'alliberen quan la cèl·lula patògena mor, ja que són components de la paret bacteriana, i no donen filtrats tòxics.

A les malalties infeccioses el cicle de propagació consta de:

1. Transferència del patògen a un hoste nou.
2. Desenvolupament i establiment del germen al lloc inicial de la infecció.
3. Invasió de l'hoste i extensió del patògen a través del cos.
4. Establiment pel patògen dels focus d'infecció als òrgans pels que té afinitat.
5. Producció dels símptoma de la malaltia, a vegades, inclòs la mort.
6. Transferència del patògen a un altre hoste i propagació continuada del germen a través de la població d'hostes susceptibles.

## INTERVENCIÓ EN ELS ECOSISTEMES.

Els diversos passos del recanvi d'elements són realitzats per diferents tipus de microorganismes. La ruptura del cicle en un punt qualsevol pot significar un perill molt alt pel manteniment de la vida.

Tots els elements principals necessaris per la vida (carboni, oxigen, nitrogen, sofre i fòsfor) són transformats cíclicament; aquest recanvi dels elements que componen els organismes vius constitueix els cicles de la matèria. Tots els organismes participen en diferents passos d'aquestes conversions cícliques, però la contribució dels microorganismes és particularment important, tant quantitativament com qualitativament.

## CICLE DEL NITROGEN.

i.- Fixació del nitrogen ( $N_2 \rightarrow NH_3$ )

La fixació biològica del nitrogen es pot dur a terme:

- 1) Per part de bacteris de vida lliure (fixació no simbiòtica del nitrogen)
  - a) Les cianobactèries com *Anabaena* i *Nostoc*.
  - b) Bacteris aeròbiques: *Azotobacter*; *Bacillus polymyxa*.
  - c) Bacteris anaeròbiques: *Clostridium* i bacteris fotosintètics.
- 2) Per part de bacteris que existeixen en associacions mutualistes amb vegetals (fixació simbiòtica del nitrogen) com per exemple els *Rhizobium*.

ii. Utilització del nitrogen fixat ( $NH_3 \rightarrow$  Proteïnes, etc)

Les algues i les plantes assimilen nitrogen, bé com amoníac o com nitrat. Si el nitrogen és assimilat en forma de nitrat, té que ser reduït a la cèl·lula a amoníac

iii. Formació d'amoníac

Els compostos orgànics nitrogenats sintetitzats per les algues i les plantes serveix de font de nitrogen pel regne animal. Durant la seva assimilació pels animals, els compostos nitrogenats complexes de les plantes són hidrolitzats, però el nitrogen queda majoritàriament en forma orgànica reduïda.

A diferència dels vegetals, els animals excreten una quantitat significativa de compostos nitrogenats durant el seu metabolisme. La forma en que és excretat aquest nitrogen varia d'un grup d'animals a un altre. L'urea i l'àcid

úric excretats pels animals són ràpidament mineralitzats per grups especials de microorganismes, amb formació de CO<sub>2</sub> i amoníac.

Quan les plantes o els animals moren són immediatament atacats per microorganismes i els compostos nitrogenats són degradats amb alliberament d'amoníac.

iv. Nitrificació (NH<sub>3</sub> --> NO<sub>2</sub>- --> NO<sub>3</sub>-)

Durant totes les transformacions que sofreix el nitrogen des del moment de la seva assimilació reductora per les plantes fins a la seva alliberació com amoníac, l'àtom de nitrogen queda en la forma reduïda. La conversió de l'amoníac en nitrat (Nitrificació) és realitzada a la natura per dos grups molt especialitzats de bacteris quimioautotròfics aeròbiques estrictes.

La nitrificació té lloc en dues fases:

- a. a.- L'amoníac és oxidat a nitrit
- b. b.- El nitrit és oxidat a nitrat.

Com resultat de les activitats combinades d'aquests bacteris, l'amoníac alliberat durant la mineralització de la matèria orgànica és ràpidament oxidat a nitrat. Per tant, el nitrat és el principal material nitrogenat que hi ha disponible al sòl pel creixement dels vegetals

v. Desnitrificació. (NO<sub>3</sub>- --> NO<sub>2</sub>- --> N<sub>2</sub>)

Molts bacteris aeròbics poden utilitzar nitrat en lloc d'oxigen com acceptor final de l'hidrogen si les condicions són d'anaerobiosi.

Així, sempre que la matèria orgànica es descompon al sòl o a l'aigua i s'esgota l'oxigen com resultat de la respiració aeròbica microbiana, alguns d'aquests aerobis continuaran respirant la matèria orgànica si hi ha nitrat present, es a dir, mitjançant respiració anaeròbica. Com conseqüència, el nitrat es redueix. Alguns bacteris tan sols poden reduir el nitrat fins a nitrit (*Escherichia coli*); altres poden reduir-ho fins a nitrogen gasós (*Pseudomonas aeruginosa*). Mitjançant aquest últim procés, anomenat Desnitrificació, el nitrogen combinat és eliminat del sòl i l'aigua, amb alliberament de N<sub>2</sub> a l'atmosfera.

## CICLE DEL SOFRE.

El sofre és abundant a l'escorça terrestre. Està disponible per als éssers vius principalment en forma de sulfats solubles o de compostos orgànics de sofre reduïts. Cal tenir en compte aquests processos

1. Assimilació del sulfat (Sulfatitzants: bacteris fotosintètics i no fotosintètics quimioautòtrofs)
2. Oxidació del H<sub>2</sub>S i del sofre a sulfat
3. Producció de H<sub>2</sub>S, com resultat de la descomposició de compostos que contenen sofre, de la reducció de sulfats (Desulfatitzants: p.e. Desulfobivrio) i de l'activitat volcànica, tan sols una petita part queda en forma de sulfurs insolubles, o com sofre elemental, després d'una oxidació espontània amb oxigen.

## PERSPECTIVES DE LA BIOTECNOLOGIA

La biotecnologia és la utilització d'organismes per a obtenir productes industrials. Pot consistir en la selecció i utilització de organismes obtinguts de la natura, però també poden ésser manipulats genèticament per tal de millorar el seu rendiment, veieu aquí alguns exemples

### 1.- Medecina

- Nous i millors tractaments per les tres majors causes de mortalitat als països desenvolupats: malalties cardiovasculars, càncer i diabetis.
- Millors i més barats antibiòtics per lluitar contra la proliferació d'organismes infecciosos que han desenvolupat resistències als antibiòtics usuals.
- Vacunes contra els agents de malalties víriques, com l'hepatitis, el grip i la ràbia, aprofitant, per exemple, les propietats dels interferons. i també contra les malalties parasitàries, com la malària i la malaltia del son que afecten a milions de persones.

L'enginyeria genètica no tan sols promet oferir protecció davant les malalties que es poden curar amb les vacunes tradicionals, també pot oferir versions més segures de vacunes antivíriques ja existents. En aquestes vacunes no s'utilitzaran virus sencers, si tan sols una de les seves proteïnes produïdes per bacteris, amb lo qual s'elimina el risc de que virus vius puguin contaminar la vacuna.

- Anàlisi ràpids que permetin al metge efectuar diagnòstics precisos de nombroses malalties.
- Mètodes millors pel trasplantament d'òrgans.
- Tècniques per a corregir processos bioquímics corporals i per curar les malalties hereditàries, com l'hemofília, les que afecten als "al·lots bombolla" o el síndrome de Lesch-Nyham
- Els microorganismes naturals i els obtinguts per enginyeria genètica es poden emprar per produir medicaments, vacunes, hormones i enzims; materials nous, com els anticossos monoclonals, poden ajudar al diagnòstic i la teràpia, mentre que la fusió cel·lular proporciona nous i potents antibiòtics.

## 2.- Agricultura - Producció d'aliments.

- Creació de conreus que produeixin els seus propis fertilitzants amb el consegüent estalvi.
- Plantes que puguin prosperar en sòls actualment improductius bé per sequedat o bé pel seu excés de sals.
- Plantes resistents a paràsits o a insectes i a tractaments amb herbicides.
- Plantes que produeixin fruits amb maduració controlada o amb contingut modificat en greix o sucres.
- Animals productors d'hormones o amb un contingut modificat de greix.
- Substàncies capaces d'accelerar el creixement dels animals de granja.
- Vacunes contra les malalties del ramat.

\* Formes més barates d'aliments per als animals, compostos per microorganismes cultivats en materials de desfet.

## 3.- Producció d'energia

- Combustibles renovables, inclosos metà i hidrogen, i alcohol combustible per usos domèstics i industrials.
- Substàncies elaborades per microorganismes, els quals ajudaran a extraure els combustibles del subsòl.

## 4.- Indústria.

- Noves fonts de productes fonamentals per la fabricació de plàstics, pintures, fibres artificials i adhesius.
- Microbis que puguin extraure metalls de roques sòlides.
- Nous sistemes de control de la contaminació.