

ELS BACTERIS I LA SEVA RELACIÓ AMB

ELS ANTIBIÒTICS



TREBALL DE RECERCA
Miguel Angel Garcia Canals
2n de batxillerat (202)
Biologia
Tutora: Andrea Alvarez
INS Puig Castellar
12 de gener de 2024

“La natura es complau amb la simplicitat. I la natura no és nècia.”

ISAAC NEWTON

ABSTRACT

My research work will be related to bacteria and the antibiotics that treat them, the relationship between them and also what similarities and differences there are between synthetic and natural antibiotics, more specifically between mupirocin and garlic.

First of all, the classification of the different microorganisms is described in a simple way to get an idea of the concept. Next, there are explained the study of the bacterium as a microorganism, its characteristics and its morphology, in order to understand how they act and why they do it in this way. This is followed by an introduction to pharmacology and the concept of antibiotics, detailing their functions, different types and how they act against an effective antibiotic, accompanied by the concepts of mupirocin and garlic as antibiotics, briefly described in order to establish a comparison within the conclusion.

With all this in mind, we arrive at the practical part of the work based on the sowing of bacteria for four consecutive weeks in which the effectiveness of mupirocin, garlic and the extract of active ingredient of the same garlic against a seeding of bacteria is studied to see if these bacteria are resistant to the respective antibiotics. In addition, I established a second study in which it is verified if the extract of the active ingredient has a more conforming effect over the weeks.

Aquest resum sobre el treball de recerca, traduït a l'idioma del treball:

“El meu treball de recerca tindrà relació amb els bacteris i els antibiòtics que els tracten, la relació que hi ha entre ambdós i també quines semblances i diferències hi ha entre els antibiòtics sintètics i naturals, més concretament entre la mupirocina i l'all.

En primer lloc, la classificació dels diferents microorganismes descrits de manera senzilla per tenir una idea del concepte. Seguidament, l'estudi del bacteri com a microorganisme, les seves característiques i la seva morfologia, per tal d'entendre com actuen i perquè ho fan d'aquesta manera. Acte seguit, la introducció a la farmacologia i al concepte d'antibiòtic, en el que es detallen les funcions d'aquests, els diferents tipus i com actuen davant d'un antibiòtic efectiu, acompanyat dels conceptes de mupirocina i d'all com a antibiòtics, descrits breument per tal de poder establir una comparació dins la conclusió.

Amb tot això present s'arriba a la part pràctica del treball basada en la sembra de bacteris durant quatre setmanes seguides en la que s'estudien l'efectivitat de la mupirocina, de l'all i de l'extracte de principi actiu del mateix all davant una sembra de bacteris per veure si aquests bacteris són resistents als respectius antibiòtics, a més d'establir un segón estudi en el que es comprovi si l'extracte del principi actiu té més efecte conforme es deixen passar les setmanes.”

ÍNDEX

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓ | 7 |
| 2. OBJECTIUS | 8 |
| 3. HIPÒTESI | 9 |
| 4. LA MICROBIOLOGIA | 9 |
| 4.1 La diversificació dels microorganismes | 9 |
| 4.1.1 Algues | 11 |
| 4.1.2 Fongs | 12 |
| 4.1.3 Protozous | 13 |
| 4.1.4 Virus | 13 |
| 4.1.5 Bacteris | 14 |
| 5. ELS BACTERIS | 14 |
| 5.1 Introducció | 14 |
| 5.2 La cèl·lula procariota | 15 |
| 5.3 Parts d'una cèl·lula procariota | 16 |
| 5.3.1 Trets generals | 16 |
| 5.3.1.1 Els apèndixs | 17 |
| Les fimbries | 17 |
| Els flagels | 17 |
| Part externa | 18 |
| 5.3.1.2 La coberta procariòtica | 19 |
| Glicocàlix | 19 |
| Membrana externa | 19 |
| Periplasma | 19 |
| Paret cel·lular | 20 |
| Pressió de turgència | 22 |
| Membrana plasmàtica | 23 |
| 5.3.1.3 Citoplasma | 25 |
| El nucleoide (regió nuclear) | 25 |
| Els ribosomes | 26 |
| Els orgànuls de reserva | 27 |
| Altres inclusions | 28 |
| 5.3.1.4. Les endospores | 28 |
| 5.4 Importància i àrees d'aplicació | 29 |
| 5.4.1 Microbiologia ambiental | 30 |
| 5.4.2 Microbiologia industrial | 30 |

| | |
|--|-----------|
| 5.4.3 Microbiologia agrícola | 31 |
| 5.4.4 Microbiologia clínica | 31 |
| 6. FARMACOLOGIA | 32 |
| 6.1 Introducció | 32 |
| 6.2 Diversificacions de la branca | 32 |
| 6.2.1 Sistemes del cos | 32 |
| 6.2.2 Pràctica clínica i descobriment de fàrmacs | 33 |
| 7. ELS ANTIBIÒTICS | 33 |
| 7.1 Tipus d'antibiòtics | 34 |
| 7.1.1 Penicilines | 34 |
| 7.1.2 Macròlids | 34 |
| 7.1.3 Aminoglucòsids | 34 |
| 7.1.4 Tetraciclins | 34 |
| 7.1.5 Polièns | 35 |
| 7.1.6 Polipèptids | 35 |
| 7.2 Acció i objectiu del fàrmac | 35 |
| 7.3 Antibiòtics sintètics i naturals | 36 |
| 7.3.1 L'all com a bactericida natural | 36 |
| 7.3.2 La mupirocina com a bactericida sintètic | 37 |
| 8.PART PRÀCTICA | 38 |
| 8.1 Objectius | 38 |
| 8.2 Hipòtesi | 38 |
| 8.3 Materials | 39 |
| 8.4 Procediment | 39 |
| 8.5 Resultats | 40 |
| 9. CONCLUSIONS | 43 |
| 10. AGRAÏMENTS | 45 |
| 11. BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA | 46 |
| 12. ANNEXOS | 47 |
| 12.1 Extracció del principi actiu de l'all | 47 |
| 12.1.1 Objectiu | 47 |
| 12.1.2 Materials i reactius | 47 |
| 12.1.3 Procediment | 47 |

1. INTRODUCCIÓ

El tema que he escollit pel meu treball de recerca és “Els bacteris i la seva relació amb els antibiòtics”, tema el qual trobo de gran interès ja que està íntimament relacionat amb problemes biosanitaris i mediambientals que es poden desencadenar com a conseqüència de la situació climàtica actual, problemes que comencen a preocupar i alarmar l'ésser humà. En un moment com l'actual en què el canvi climàtic està provocant el desgel dels pols a gran velocitat, el perill de l'exposició a microorganismes patògens no estudiats que poden presentar característiques noves i no conegudes fins al moment només fa que augmentar ja que pot provocar grans problemes pel sistema sanitari i pel món a causa de la seva interconnexió global. Un cop tenint tot això present se'm va presentar la pregunta “Pot haver-hi alguna via d'investigació poc estudiada que pugui relacionar la resistència bacteriana amb algun aspecte quotidià que trobem habitual?”. Amb aquest dubte al cap acompanyat d'una investigació paral·lela he intentat relacionar els fàrmacs naturals com l'all amb la resistència bacteriana, i veure si podria ser aquesta una possible solució al problema.

Tot seguit, un cop ja definit el tema, davant la consciència sobre aquest problema vaig formular la qüestió que fonamenta aquest treball de recerca: Té la mateixa efectivitat un bactericida natural que un sintètic? Per tal de poder donar una resposta fonamentada i concisa vaig decidir dividir el treball en dues parts: fonament teòric on es recullen tots els coneixements científics essencials per poder entendre els conceptes globals i un treball pràctic realitzat i dirigit per Carol Saniger i Andrea Álvarez al laboratori de l'Institut Puig Castellar emprant el mètode científic perquè aquesta resposta sigui científicament raonada i fonamentada.

No obstant, la idea principal del treball eren els bacteris resistents i la influència d'aquests dins el nostre món global, però a mesura que s'ha desenvolupat el treball, aquest ha pres un rumb diferent i s'ha encarat més a l'efectivitat dels antibiòtics sintètics i naturals respecte d'un conjunt de bacteris i microorganismes, amb la posterior comparació entre ells dos.

Per una banda, en l'apartat teòric es tracten quatre subtemes fonamentals: la microbiologia, els bacteris, la farmacologia i els antibiòtics.

D'altra banda, en la part pràctica exposo la meva hipòtesi sobre el problema que vull investigar esmentat anteriorment i el procediment que vaig dur a terme durant la part pràctica del treball.

En grans trets, aquesta experiència tracta de fer una comparació entre bactericides naturals com és l'all, i sintètics com la mupirocina i observar si els bacteris de la superfície de les mans i de les sabates tenen debilitat per algun d'aquests. Per avaluar si un bacteri determinat té debilitat per algun bactericida en concret observarem que al voltant del disc antibiograma es troba una zona aïllada sense aquell bacteri, cosa que voldrà dir que no és resistent a aquell bactericida.

A la part final del meu treball de recerca exposo unes conclusions finals basades en l'experiència pràctica i teòrica.

2. OBJECTIUS

Prèviament a la realització del treball de recerca em vaig proposar certs objectius que pretenia assolir un cop el treball hagués finalitzat. Aquests són:

- Demostrar que els bactericides naturals poden ser igual o més efectius que els sintètics.
- Buscar un possible tractament diferent davant certs tipus d'antibiòtics en el que es pugui subministrar fàrmacs naturals que tinguin el mateix efecte que bactericides sintètics.
- Interioritzar-me en el món científic més íntimament relacionat amb el laboratori i l'experimentació de cara al meu futur professional.

3. HIPÒTESI

Durant aquest treball de recerca ens anirem endinsant en el món bacterià i els bactericides capaços de rebatre'ls, de tal manera que per poder realitzar la recerca em vaig formular la següent hipòtesi :

“Un bactericida natural té la mateixa efectivitat que un sintètic”

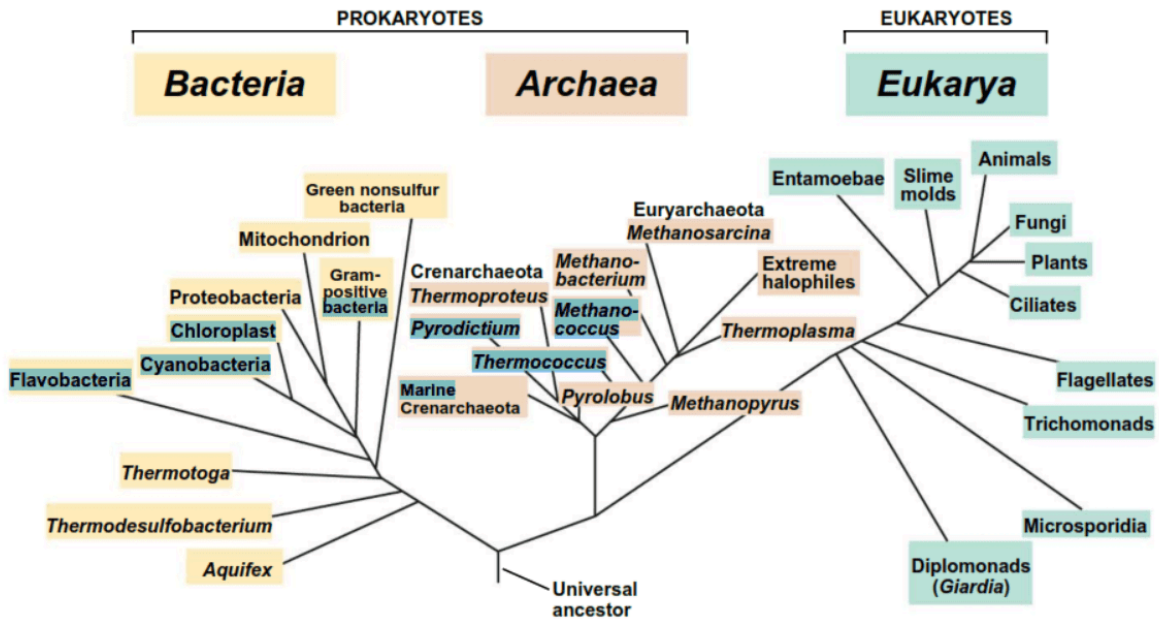
4. LA MICROBIOLOGIA

La microbiologia és la ciència que es dedica a l'estudi dels microorganismes. Al llarg de la història, aquests han tingut repercussions en l'activitat humana tant en aspectes positius com en negatius. Per una banda han provocat conseqüències negatives amb la formació d'epidèmies i diverses malalties que han repercutit negativament en l'ésser humà. D'altra banda, són un pilar fonamental en la vida de l'ésser humà ja que ajuden a resistir diverses malalties, a digerir aliments, a metabolitzar diferents fàrmacs i a educar el nostre sistema immunològic.

Abans del desenvolupament d'aquesta branca com a ciència, les malalties tenien un gran abast. Amb les epidèmies es creava el caos polític i social, a més del patiment dels éssers humans.

4.1 La diversificació dels microorganismes

Dins l'infinitat de microorganismes amb els que l'ésser humà coexisteix diàriament en trobem les algues, fongs virus, protozous i bacteris. Es poden agrupar en procariotes (bacteris), eucariotes (algues, fongs i protozous) o bé acel·lulars (virus). La única relació que s'estableix entre tots cinc és el seu petit tamany.



Imatge 1. Projecte de recerca. Imatge extreta de [Análisis necesarios para clasificación de procariotas | Microbiología \(microbiologia.net\)](#)

La microbiologia s'encarrega d'estudiar aquests tipus de microorganismes com a conjunt per una raó pràctica, en la qual les tècniques per cultivar, estudiar i identificar aquests grups són molt diverses a causa de l'enorme multitud de microorganismes existents.

Dins l'infinitat de microorganismes amb els que l'ésser humà coexisteix diàriament en trobem de beneficiosos, patògens o inocus.

→ Els microorganismes beneficiosos, com bé indica el seu nom, són aquells que aporten una sèrie de beneficis a l'ésser humà. És el cas de la microbiota.

→ Els inocus són els que no tenen cap efecte sobre l'ésser humà, ja sigui bo o dolent.

→ Els patògens en canvi, són els que capaços de provocar malalties i són perjudicials per l'ésser humà.

4.1.1 Algues

Les algues són organismes eucariotes que es caracteritzen per dur a terme la fotosíntesi. Tenen nucli i orgànuls envoltats per membranes. A més, compten amb cloroplasts, un tipus d'orgànul cel·lular que duu a terme la fotosíntesi.

Algunes algues són unicel·lulars i microscòpiques, però d'altres, són macroscòpiques i estan constituïdes per moltes cèl·lules, és a dir, són organismes pluricel·lulars.

→ Un exemple d'alga macroscòpica és el queipo (*Laminariaceae*), alga marina caracteritzada per tenir un color marró i ubicada a les platges de l'Oceà Pacífic.

Les algues unicel·lulars constitueixen la massa d'organismes del fitoplàncton, que es troba relativament a prop de la superfície d'aigua dolça o del mar. Aquest és la base de totes les cadenes tròfiques marines, per tant, les algues tenen un paper imprescindible en l'ecologia global.

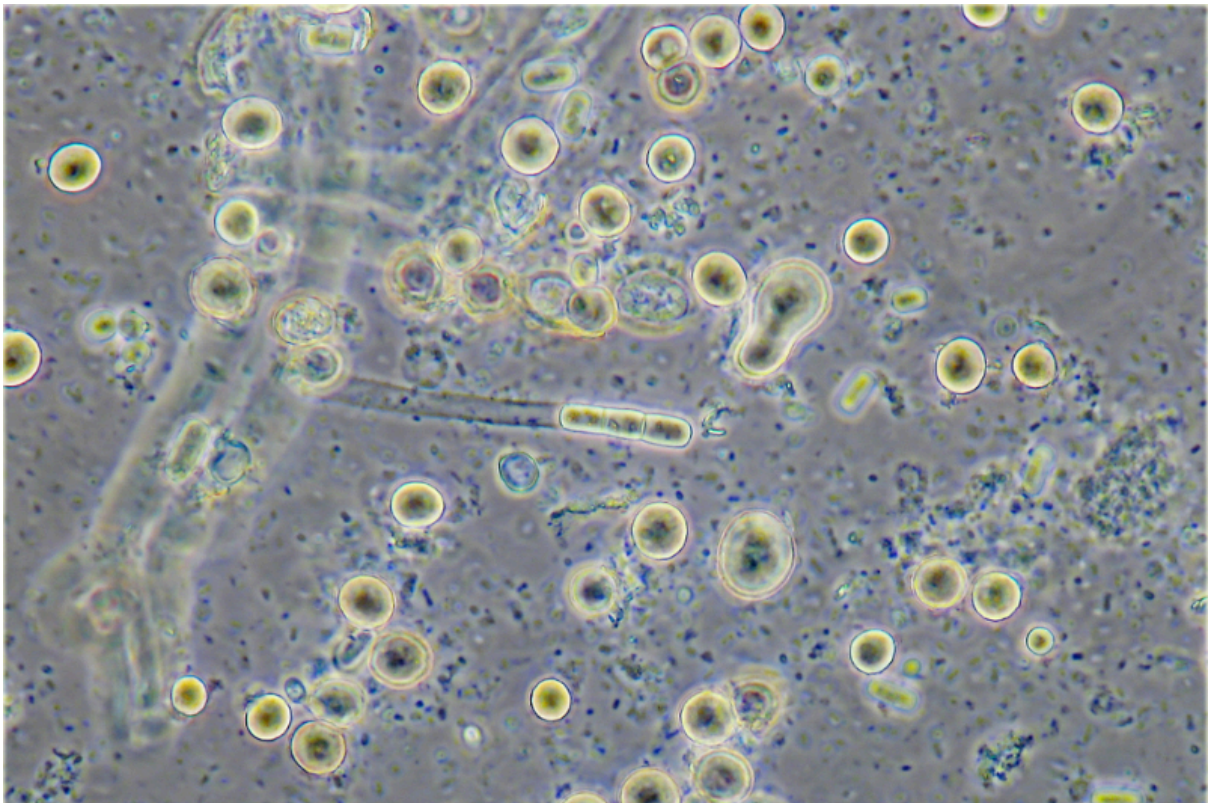


Imatge 2. Projecte de recerca. Extreta de [algas unicelulares - Pesquisa Google | Algas \(pinterest.com\)](#)

4.1.2 Fongs

Els fongs són un grup d'organismes en el que s'inclouen els bolets, les floridures i els llevats. Són organismes eucariotes i no són fotosintètics. La majoria dels fongs són sapròfits, i per tant fonamentals perquè viuen a partir de la matèria inorgànica, la qual descomposen.

Alguns, però, són patògens per alguns éssers vius. D'altres causen infeccions com les tines (dermatoficosi) i el peu d'atleta. Un altre conjunt provoquen infeccions que requereixen tractaments prolongats com la pneumònia pneumocística. Molts fongs són patògens de diverses plantes, causant malalties com el mildiu del blat.



Imatge 3. Projecte de recerca. *Extreta de [La luz pensada: Hongos microscópicos - Serie productos alimenticios](#)*

4.1.3 Protozous

Etimològicament, la paraula “protozou” vol dir “primer animal”. Com bé indica el seu nom, tenen similituds als animals. No són fotosintètics i majoritàriament tenen mobilitat. És el cas de les amebes, els ciliats i els flagelats.

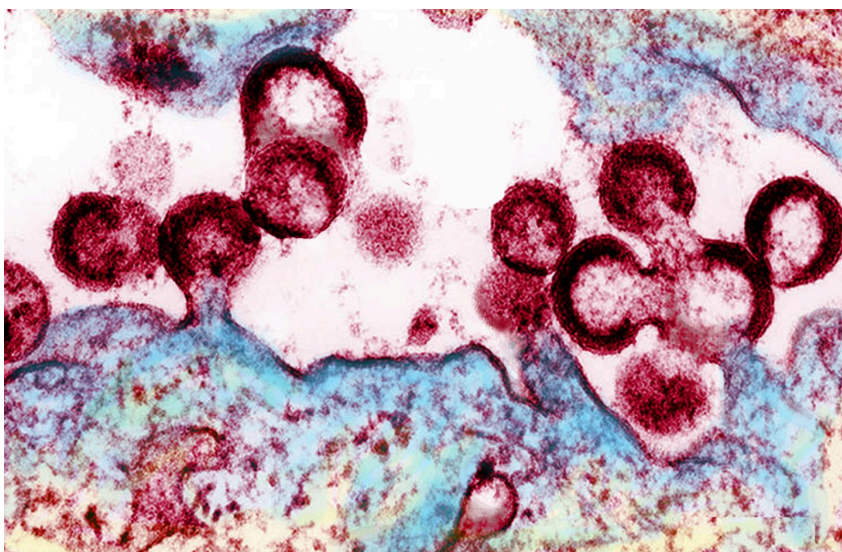
→ Les amebes es desplacen mitjançant l'extensió dels pseudòpodes (unes estructures tubulars)

→ Els ciliats i els flagelats es desplacen gràcies a extensions en forma de pèls curts (cilis) o llargs (flagels) que agiten i permeten el desplaçament.

4.1.4 Virus

Els virus són un altre tipus de microorganismes no considerats com a cèl·lules ja que són simplement partícules d'àcid nucleic (ARN o ADN, però mai els dos alhora). La gran majoria es troben inclosos dins una coberta proteica.

Aquests organismes no són capaços de realitzar les tasques imprescindibles per a la seva reproducció, de tal manera que només poden reproduir-se dins una cèl·lula hospedadora. Així doncs, els virus són paràsits intracel·lulars “obligats” que infecten a plantes, animals i a altres microorganismes.



Imatge 4. Projecte de recerca. *Extreta de [NIH-supported scientists reverse HIV and SIV | EurekAlert!](#)*

Malgrat la poca complexitat a nivell químic i estructural, existeixen d'altres agents infecciosos més petits com els **prions**, constituïts únicament per proteïnes, que provoquen diverses malalties neurològiques.

4.1.5 Bacteris

Són el cinquè grup de microorganismes, en el qual se centrarà el treball, i per aquest motiu es desenvoluparà amb molt més detall a continuació.

5. ELS BACTERIS

5.1 Introducció

Els bacteris són un enorme grup de microorganismes procariotes. Això significa que tenen una estructura cel·lular particular, que els diferencia de la resta de cèl·lules eucariotes (tipus animal i tipus vegetal).

Actualment, la taxonomia els divideix en dues categories superiors com són el domini *Bacteria* i el domini *Archaea*. Aquests dos s'agrupen en un grup superior anomenat imperi Prokaryota (també conegut com a superregne), en el que s'inclouen tots els organismes procariotes que constitueixen els éssers vius més primitius i abundants del planeta Terra.

Els bacteris han estat involucrats en la majoria de salts evolutius cel·lulars en el temps, segurament a causa de la seva abundància. Permeten explicar l'evolució a la cèl·lula eucariota a partir de la teoria endosimbiòtica, per mitjà dels quals van donar lloc a l'orgànul cel·lular del mitocondri, present en cèl·lules eucariotes, o cloroplasts, exclusius de les cèl·lules vegetals i algues.

Són uns éssers vius cosmopolites, de tal manera que presenten relacions de tot tipus. Són exemple les relacions de mutualisme (digestió d'aliments a l'intestí), comensalisme (bacteris que proliferen sobre la pell) o parasitisme (com les causants de malalties i/o infeccions).

5.2 La cèl·lula procariota

L'estructura de la cèl·lula bacteriana és simple. Els organismes procariotes estan formats per una única cèl·lula, sense una membrana nuclear definida per tal de delimitar el nucli cel·lular i sense orgànuls membranosos. Compten amb un nucleoide, que és la regió on es troba l'ADN cel·lular en els bacteris procariotes, i una paret cel·lular (de peptidoglicà) que delimita la cèl·lula per fora de la membrana plasmàtica.

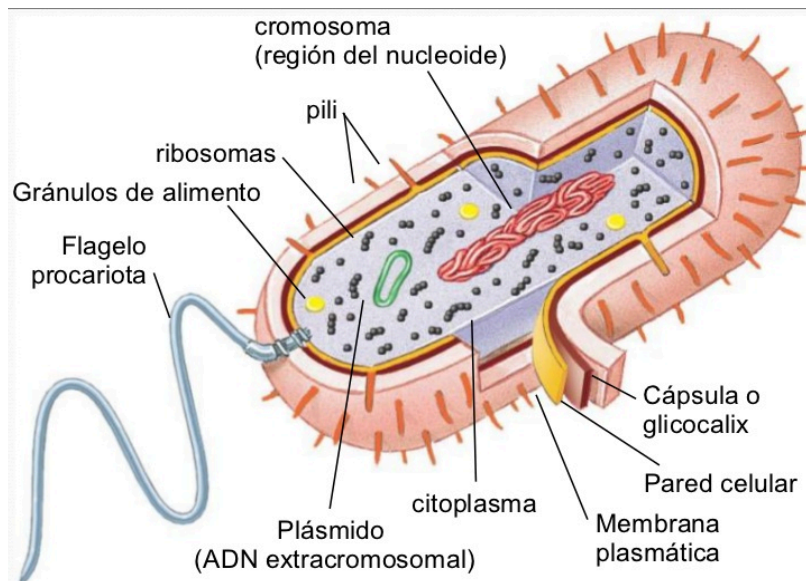
A nivell de visió de microscopi electrònic, les cèl·lules procariotes tenen un medi intern granular uniforme, mentre que les eucariotes contenen membranes internes i estructures envoltades per membranes anomenats orgànuls. Les procariotes també contenen petits orgànuls però que no es troben envoltats per membranes lipídiques.

A més, tenen pili, que són aquelles estructures amb un paper relacionat amb l'intercanvi de material genètic entre bacteris, o bé flagels, per poder desplaçar-se, en el cas de bacteris mòbils.

Certs bacteris presenten una càpsula, que és una estructura rígida, amb la finalitat de protegir, localitzada fora de la paret cel·lular.

D'altra banda, presenten ribosomes distribuïts pel citoplasma, en els quals es duu a terme la síntesi de proteïnes; també contenen plasmidis, que són petites molècules d'ADN no cromosòmics, i petits vacúols, que funcionen amb la finalitat d'actuar com a dipòsits de reserva.

Les cèl·lules dels bacteris tenen una regió nuclear, és a dir una massa d'ADN, mentre que les eucariotes contenen un nucli delimitat per una membrana que conté tot el material genètic.



Imatge 5. Projecte de recerca. *Extreta de [Cèl·lula procariota | Aumentaty Community](#)*

5.3 Parts d'una cèl·lula procariota

5.3.1 Trets generals

A trets generals, en una cèl·lula procariota es diferencien dues parts: la superfície externa de la cèl·lula i l'interior, és a dir, el citoplasma, lloc on es localitzen el nucleoide i altres estructures.

La coberta és una estructura que pot variar tant de composició química com de complexitat. Pot variar, donant lloc a quatre grups diferents: Bacteris Gram positius, Gram Negatius, micoplasmes (els que no tenen paret cel·lular) i arqueobacteris.

→ Els bacteris Gram negatius tenen la coberta de més complexitat mentre que els micoplasmes els que menys. Entre les dues, se situen els bacteris Gram positius. D'altra banda, les cobertes dels arqueobacteris són especials i varien entre els diferents tipus d'arqueobacteris.

5.3.1.1 Els apèndixs

Un bacteri pot arribar a tenir o no apèndixs, que són petites prolongacions cel·lulars unides a la coberta que s'expandeixen cap a fora de la cèl·lula. N'hi ha de dos tipus:
→ Fimbries i flagels. Un bacteri pot tenir-ne un dels dos, els dos, o bè cap d'ells.

Les fimbries

Són apèndixs rectes i fins, normalment curts però poden arribar a tenir longituds diverses, superiors a la cèl·lula mateixa. Estan formades per molècules de la proteïna fimbrina. La funció característica és la d'unir els bacteris a altres cèl·lules.

Certs tipus de fimbries uneixen els bacteris a les cèl·lules animals i les vegetals. Aquestes permeten als bacteris que es mantinguin en un medi favorable. En cas dels bacteris patògens, si arriben a perdre aquestes fimbries, queden completament impossibilitades per establir la infecció.

Generalment, els bacteris Gram negatius tenen aquestes fimbries, mentre que els Gram positius no en solen tenir.

Un exemple és la *Neisseria gonorrhoeae*, el qual produeix diferents tipus de fimbries que li possibiliten la unió a les diferents superfícies de l'ésser humà, com l'ull o la gola

Els flagels

Igual que les fimbries, els flagels són estructures primes que prolonguen cap a fora des de la superfície cel·lular. La funció d'aquests flagels és dotar a l'individu de mobilitat.

Aquestes estructures acostumen a fer un moviment rotatiu, per tant, propulsen les cèl·lules en el medi aquós. Això és a causa de l'estructura, que està constituïda per diverses parts:

Part externa

Té forma d'hèlix ben prima, anomenada filament. Per mitjà de la rotació es genera el moviment de la cèl·lula. Està compost per la proteïna **flagelina**.

Unit a aquesta part, es troba una estructura de gruix major coneguda com a colze, que actua com articulació que permet la orientació del flagel en diverses direccions segons convingui.

Aquest colze s'uneix alhora amb una altra estructura anomenada cos basal que té dues funcions principals:

1. Uneix amb força el flagel amb la cèl·lula ja que el cos basal es troba totalment absorbit a la coberta cel·lular.
2. El motor fa rotar el filament.

En els bacteris Gram positius existeixen dos anells interns, mentre que a les Gram negatives quatre anells, dos interns i dos d'externs.

L'anell més extern se'l coneix com a anell M ja que es troba embegut a la membrana plasmàtica. Aquest anell és el que duu a terme la rotació.

Certs bacteris tenen magnetotaxi, que els permet l'orientació dins d'un camp magnètic terrestre per tal de poder desplaçar-se cap a diverses zones com als sediments o zones profundes de medi terrestre o marí. Ho fan perquè les condicions són més favorables per a ells.

Aquests bacteris perceben els estímuls en base a si l'electromagnetisme és positiu o negatiu, gràcies a diversos receptors coneguts com sensors, disposats a les seves membranes.

5.3.1.2 La coberta procariòtica

Glicocàlix

La majoria de bacteris segreguen una substància viscosa que constitueix la capa més externa de la coberta cel·lular que pot ser gruixuda o prima. Aquesta substància s'anomena glicocàlix, capa mucosa o càpsula. Generalment, se'ls denomina càpsules a les de gruix considerable i capes a les mucoses més primes.

El glicocàlix pot estar compost per un o diversos polisacàrids i proteïnes. La funció principal és de tipus protector, en la que com més espesa sigui la coberta, major protecció en proporciona.

Membrana externa

Els bacteris Gram Negatius de manera exclusiva tenen com a següent capa la membrana externa. Aquesta estructura és una membrana bicapa, formada per dues fileres de molècules amb un interespai entre elles.

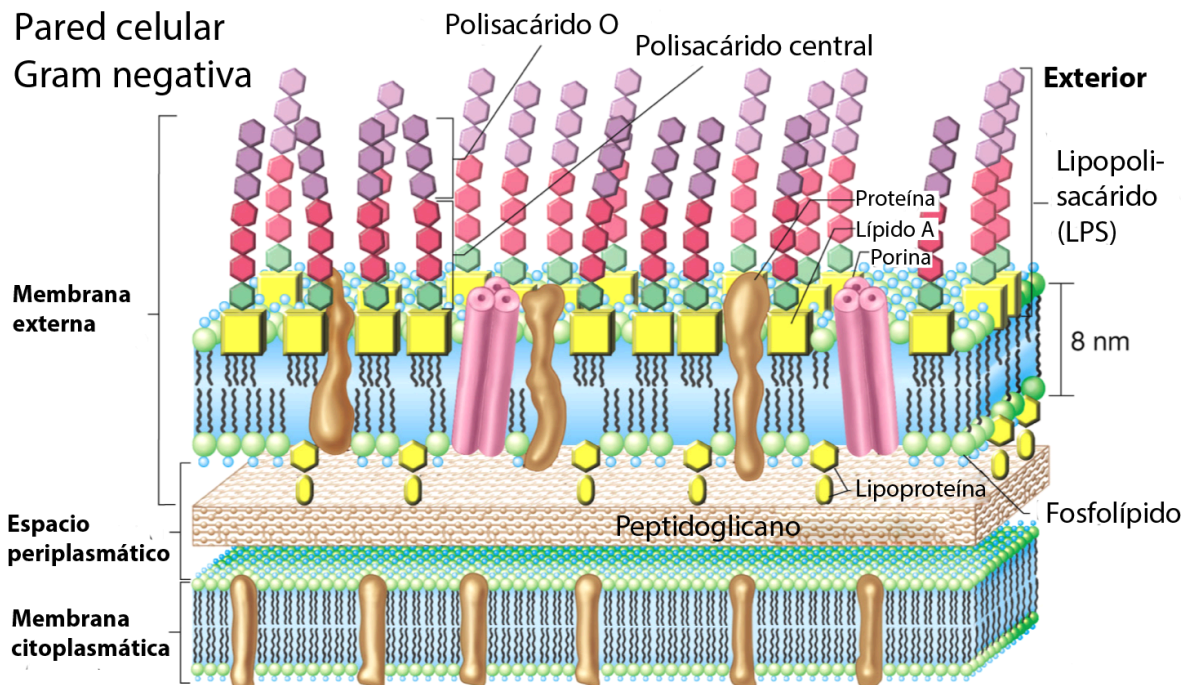
La capa interna està composta per fosfolípids mentre que l'externa per molècules de lipopolisacàrid, conegut com a LPS. L'LPS és un compost que es troba únicament en la membrana externa dels bacteris Gram Negatius i no es troba en cap altre tipus d'ésser viu. El lipopolisacàrid és una molècula relativament complexa formada per una part polisacàrida en un extrem i una part lipídica en l'altre.

Periplasma

El periplasma és una estructura més de la cèl·lula Gram Negativa. Aquesta estructura està formada per un material gelatinós amb dos proteïnes principalment.

El primer tipus està format per enzims essencials que tenen l'objectiu d'hidrolitzar diversos nutrients en molècules que puguin travessar la membrana plasmàtica.

El segon tipus són proteïnes de funció estructural que faciliten l'entrada de nutrients mitjançant la membrana citoplasmàtica, alhora que augmenten la velocitat del procés.



Imatge 6. Projecte de recerca. *Extreta de [The new dental](#)*

Paret cel·lular

La paret cel·lular és un tipus d'estructura que es troba en tots els bacteris menys als micoplasmes. En els Gram Negatius està situada just sota de la membrana externa. D'altra banda, en els Gram Positius està per sota el glicocàlix (en cas d'existir).

→ Estructura i composició

El component principal és el peptidoglicà (o mureïna). La mureïna està composta per llargues cadenes polisacàrides unides entre sí per proteïnes relativament curtes (pèptids).

El component polisacàrid sempre està compost per unitats alternants de dos sucres, àcid N-acetilmuràmic i N-acetilglucosamina. El component peptídic és dependent del

bacteri, però el més comú és un tetrapèptid d'isòmers L que són els constituents de les proteïnes i d'isòmers D.

Un cop s'ha dut a terme la unió entre els constituents peptídics i glucídics es forma una molècula rígida en forma de xarxa, que forma la paret cel·lular.

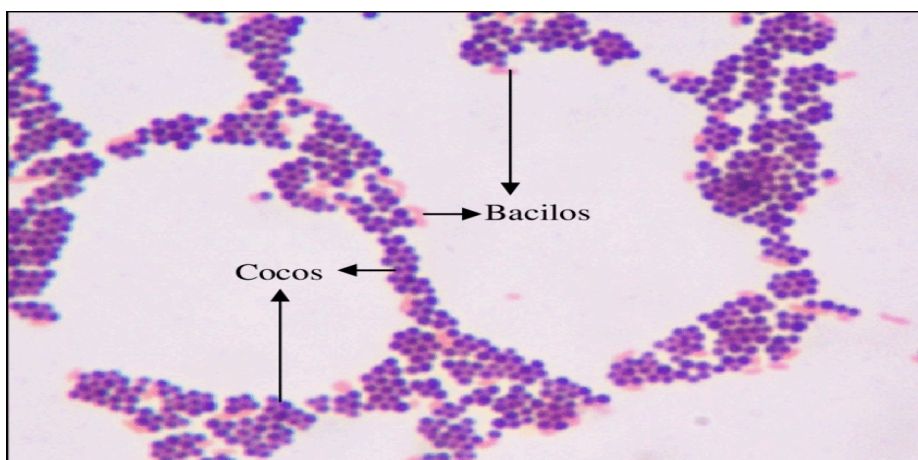
Hi ha diverses diferències entre les parets cel·lulars dels bacteris Gram negatius i Gram positius. En els primers, la red de mureïna està composta per una sola capa, és a dir, que aquests tipus de bacteris es troben tancats en una simple i gran molècula de glucopèptid.

D'altra banda, els Gram Positius tenen una mureïna molt més gruixuda, formada per diverses capes més un component addicional, els àcids teicoics. Aquests àcids estan compostos per molècules de glicerol o ribitol (un tipus de polialcohol de cinc carbonis) units entre si mitjançant grups fosfat.

→ **La forma cel·lular**

Una de les funcions de la paret cel·lular és donar una forma definida al bacteri. Malgrat la multitud extensa de formes (quadrades, forma d'estrella o d'irregulars), la majoria tenen una de les tres formes següents: esfèriques (cocs), en forma de bastó (bacils) o bé espirils.

A més existeixen formes intermitges com els bacils curts, anomenats cocobacils i els espirils curts, en forma de coma, anomenats vibris.



Imatge 7. Projecte de recerca. *Extreta de [5. Células bacterianas observadas al microscopio luego de realizarlas...](#) | [Download Scientific Diagram \(researchgate.net\)](#)*

Les cèl·lules d'alguns bacteris queden atrapades després que es produeixi el període de divisió. Els cocs poden donar lloc a molts models d'agrupació, en funció de si es divideixen en un o diversos plans. Els bacils sempre es divideixen en el mateix pla si no se separen formant un model simple on queden agrupats en fileres. D'altra banda els espirils no solen formar agrupacions, donat que la seva variabilitat consisteix en tenir més o menys voltes d'esprial i més o menys rigidesa o flexibilitat.

Pressió de turgència

El peptidoglicà és un polímer que compleix una funció estructural a la paret bacteriana. Més concretament té un paper important en la resistència estructural.

Una altra funció important de la mureïna és contrarestar la pressió de turgència. La turgència cel·lular és la pressió interna que es dona en un citoplasma. En el cas d'un bacteri, la turgència és alta perquè el contingut intracel·lular està molt concentrat.

A menys que les cèl·lules es mantinguin en un medi extern amb una concentració de soluts elevada, aquestes patiran lisis (és la ruptura i la destrucció d'una cèl·lula). És a dir, si el medi extern és el de costum, (menys concentrat que l'interior del bacteri), començarà a entrar aigua a la cèl·lula provocant un augment de tamany que acabarà en un trencament de la membrana plasmàtica.

D'altra banda, les cèl·lules amb paret no pateixen lisis perquè la mureïna contrarresta l'elevada turgència interna que les cèl·lules tenen. És el cas dels bacteris, els quals degut a la seva paret cel·lular, aquest trencament de la cèl·lula no es produirà, tot i que si patirà lleus malformacions.

Els micoplasmes

Els micoplasmes són aquells microorganismes que careixen d'una paret cel·lular definida i per tant, eviten la lisis deguda a la pressió de turgència. Aquest bacteris mantenen una pressió citoplasmàtica pràcticament igual al medi extern, bombejant cap a l'exterior ions sodi.

Si els micoplasmes no tenen de la seva font d'energia i no poden bombejar aquests ions sodi, aleshores, es lisen. A més, aquests bacteris tenen unes membranes lleugerament reforçades a causa de la presència d'esterols, uns tipus de lípids inexistents en la resta de bacteris, però que són presents com a lípids de membrana a les cèl·lules eucariotes.

Formes L

Aquests són ceps bacterians que han perdut la seva capacitat de síntesi de mureïna, però que són capaces de reproduir-se si es troben protegits a nivell osmòtic. El seu nom, L (o variants L) és en base al seu descobriment a l'Institut Lister (Institut Britànic de Medicina Preventiva).

Les formes L poden induir-se de manera artificial tractant els bacteris estàndard amb penicilina, lisozima o amb altres agents que impedeixen la síntesi de parets cel·lulars.

Els **protoplasts** i els **esferoplasts** són també cèl·lules que careixen de paret cel·lular. En el cas dels protoplasts careixen totalment de mureïna. Pel que fa als esferoplasts els falta gran part d'ella.

La principal diferència entre aquestes cèl·lules i les formes L és que les L poden reproduir-se.

Membrana plasmàtica

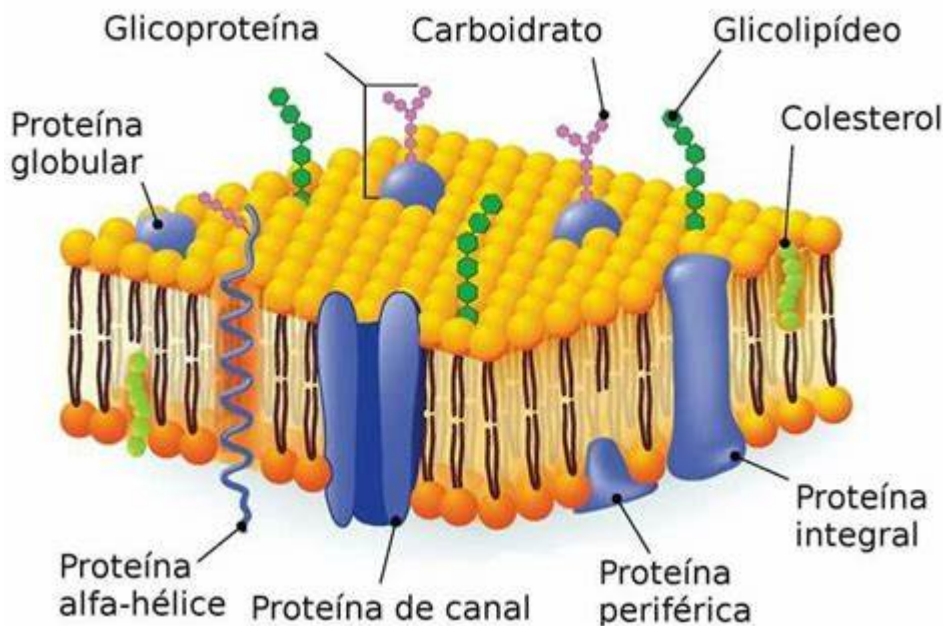
És la membrana que delimita i envolta el citoplasma de qualsevol cèl·lula. La seva finalitat a part de contenir el citoplasma és dur a terme el transport cel·lular, és a dir, regular l'entrada i sortida de substàncies a la cèl·lula.

Aquesta membrana té moltes semblances amb la de les cèl·lules eucariotes, ja que presenten les mateixes característiques estructurals i químiques. De fet, totes les unitats membranoses d'iguals característiques entre cèl·lules procariotes i eucariotes se les anomena **unitats de membrana**.

Les unitats de membrana estan compostes principalment per **fosfolípids**. Aquests compostos tenen un cap hidrofílic (de glicerol i un grup fosfat) i una cua hidròfoba, composta per cadenes de dos àcids grassos.

Al medi aquós de les cèl·lules, els fosfolípids es disposen espontàniament en dues fileres, amb les cues hidròfobes en direcció a dins la membrana i els caps cap al medi aquós, a ambdós costats de la membrana.

A la bicapa de fosfolípids, tant en procariotes com en eucariotes, es troben absorbides diverses proteïnes. Algunes són conegudes com a proteïnes perifèriques (a la superfície), altres integrals o transmembranes (travessen la membrana) i les proteïnes de transport o permeases (transporten amb facilitat ions i molècules a partir de la matriu lipídica).



Imatge 8. Projecte de recerca. *Extreta de [Partes de la membrana celular](#)*

Existeixen més proteïnes de membrana a les cèl·lules procariotes que a les eucariotes. De costum, les proteïnes poden arribar a constituir la meitat del pes de la membrana citoplasmàtica (bacteriana). És per això que se l'anomena **membrana dinàmica**, perquè les proteïnes poden moure's per ella.

Les proteïnes permeases tenen un paper imprescindible en el transport de membrana, i que només l'aigua, les molècules apolars petites, i certs gasos poden travessar la secció fosfolipídica determinada de la membrana plasmàtica. Tota la resta de substàncies o partícules han de ser explícitament transportades per permeases.

Existeixen dos tipus de proteïnes de membrana que també tenen un paper fonamental a la membrana plasmàtica. Per una banda, les proteïnes integrals, aquelles que creuen la membrana i sobresurten pels dos costats de la mateixa capa. D'altra banda, les proteïnes perifèriques, que són aquelles que estan unides a les superfícies externa o interna de la membrana i tenen molta facilitat per separar-se.

Sovint, la membrana forma plegaments, que donen lloc a estructures que s'expandeixen cap a l'interior del citoplasma. Aquests plegaments s'observen en cèl·lules que tenen un alt nivell de necessitat de proteïnes de membrana, específicament, les que generen energia.

5.3.1.3 Citoplasma

És una matriu composta principalment per aigua i proteïnes. És el lloc on es donen la major part de reaccions químiques pel metabolisme de la cèl·lula.

El citoplasma de totes les cèl·lules conté una regió nuclear i uns ribosomes. Quasi tots els bacteris també tenen diverses estructures anomenades **inclusions**. Aquests són cossos d'inclusió visibles a la cèl·lula, exceptuant la regió nuclear i els ribosomes.

El nucleoide (regió nuclear)

És una massa de ADN. Al microscopi electrònic de transmissió s'observa que aquesta regió nuclear es troba ben definida, tot i que no està envoltada per una membrana com el nucli eucariòtic.

L'**ADN** és el que porta tota la informació genètica. La majoria d'aquest es troba formant una sola molècula circular, coneguda com a **cromosoma bacterià**. Alguns bacteris també contenen petites porcions de material genètic circular en els anomenats **plasmidis**. Els plasmidis són portadors d'informació genètica que codifiquen diverses funcions específiques no essencials **com la resistència a antibiòtics**, la pigmentació o l'habilitat d'utilitzar nutrients no habituals.

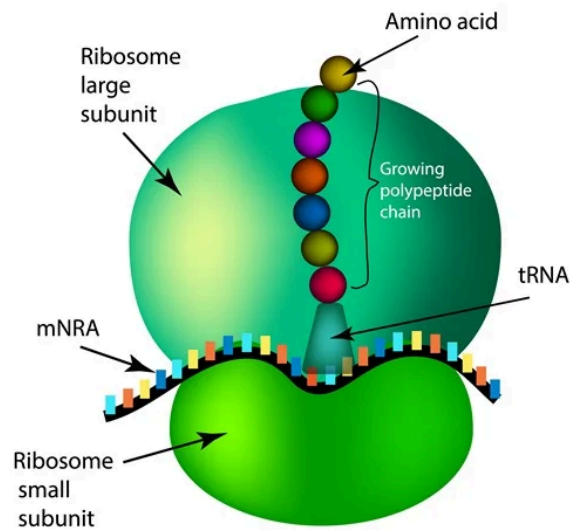
Els ribosomes

El citoplasma dels bacteris està ple d'aquests orgànuls cel·lulars, petites estructures que sintetitzen les proteïnes. L'aparència granulosa que adopta el citoplasma és a causa dels ribosomes, pel seu diminut tamany i la gran quantitat (fins a 20.000 ribosomes).

Igual que a les cèl·lules eucariotes, els ribosomes estan compostos per dues subunitats. Una subunitat és sempre més gran que l'altra, però comparteixen que ambdues estan compostes per proteïnes i àcid ribonucleic (ARN). Els ribosomes procariotes són de més grans que les eucariotes, de tal manera que reben el nom de ribosomes 70S (S vol dir unitats Svedberg, com es medeixen). D'altra banda, els ribosomes eucariotes se'ls anomena ribosomes 80S.

Aquesta diferència és important per l'acció d'antibiòtics que actuen sobre aquests orgànuls. Els antibiòtics tetraciclina, eritromicina, estreptomina i cloranfenicol, actuant unint-se als ribosomes i interferint en la seva funció. Com a conseqüència de la diferència entre 80S i 70S, els antibiòtics poden actuar de manera explícita sobre els ribosomes bacterians i no provocar danys als ribosomes de les cèl·lules eucariota animal o humana.

Ribosome



©Timonina / Shutterstock.com

Imatge 9. Projecte de recerca. *Extrreta de [Ribosomes Imágenes Vectoriales](#). Gráfico Vectorial de [Ribosomes](#) | [Depositphotos](#)*

Els orgànuls de reserva

Com bé el seu nom indica, els orgànuls de reserva són aquelles inclusions granulars que es troben al citoplasma i que formen un magatzem suplementari de nutrients. La seva funció és semblant a la de cúmuls de greix que contenen algunes cèl·lules humanes.

Quasi tots els bacteris emmagatzemen els nutrients fonamentals. Alguns guarden carboni com a orgànuls de glicogen (polímers de glucosa). D'altres reserven carboni en forma de grànuls lipídics compostos de poli-beta-hidroxiàlcà i altres no emmagatzemen carboni.

Determinats bacteris reserven sofre i nitrogen. Molts bacteris, igual que les algues, fongs i protozous emmagatzemen fòsfor en forma de polifòsfor (volutina). Aquest polifòsfor s'utilitza en moltes funcions cel·lulars, on s'inclou la síntesi d'ATP per a l'energia.

Els grànuls de volutina presenten característiques de tinció poc usuals, que es pinten de color vermell quan es coloreigen amb blau de metilè. Per aquest motiu, també són coneguts com a **grànuls metacromàtics** (aquells que varien de color).

Altres inclusions

Algunes inclusions compleixen funcions concretes. Són l'exemple els **bacteris fotosintètics aquàtics** que contenen vacúols de gas. Aquestes estructures internes es troben plenes de gas i envoltades per una membrana proteica que tenen com a funció la de fer flotar les cèl·lules portant-les fins el nivell del medi aquàtic que els proporciona les millors condicions, idònies, per tal d'afavorir el seu creixement.

D'altres bacteris fotosintètics contenen **clorosomes**, que són aquelles estructures que es troben per sota la membrana cel·lular i que resguarden els pigments necessaris per dur a terme el procés de la fotosíntesi.

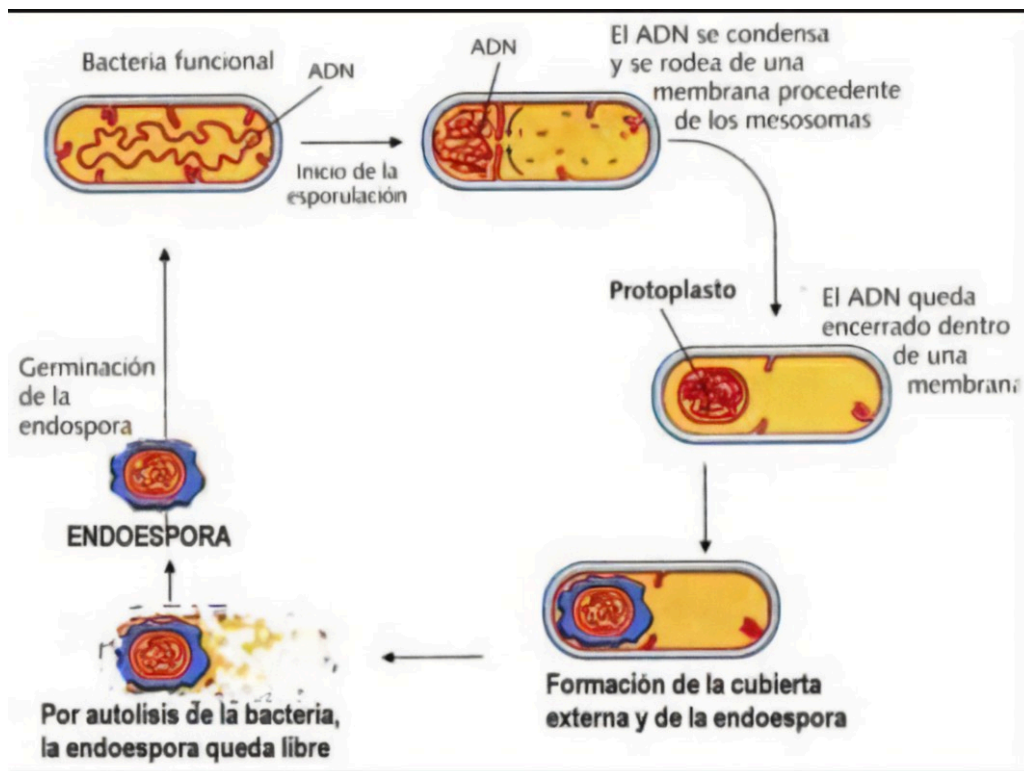
Un grup poc comú de bacteris presenten unes estructures que contenen ferro i s'anomenen magnetosomes. Aquests permeten les cèl·lules orientar-se en camps magnètics i buscar el fons del medi aquàtic en el que es troben, on les condicions afavoreixen el seu creixement.

5.3.1.4. Les endospores

Les endospores són formes de repòs extremadament resistents que formen certs bacteris, en concret, els Gram positius. Aquestes poden sobreviure durant cent anys, resistint davant condicions extremes de deshidratació, productes químics, radiacions i calor.

Quan les condicions favorables retornen, les endospores originen noves cèl·lules vegetals que poden arribar a créixer i reproduir-se. Les endospores no són una etapa essencial en la vida d'un bacteri sinó que s'originen només quan existeix una escassetat de nutrients i altres condicions no favorables pel creixement. Quan una espècie encarregada de formar endospores deixa de créixer, normalment comença a produir endospores.

Aquestes endospores poden resistir a condicions ambientals extremes a causa (en part) a que contenen poca quantitat d'aigua. Les cèl·lules eucariotes estan formades per un 90% d'aigua, i les procariotes al voltant del 70%. No obstant, les endospores bacterianes tenen menys d'un 15% d'aigua. La resistència d'aquestes al calor extrem està relacionada amb la seva deshidratació i probablement amb la seva alta concentració d'àcid dipicolínic (no es troba a les cèl·lules vegetals) i de calci.



Imatge 10. Projecte de recerca. *Extreta de [Dia a día: ENDOSPORA \(bioygeolop.blogspot.com\)](http://Dia a dia: ENDOSPORA (bioygeolop.blogspot.com))*

5.4 Importància i àrees d'aplicació

La comunitat bacteriana és fonamental en processos com el de descomposició de la matèria orgànica i en el reciclatge d'elements primaris com el nitrogen o el carboni. A més, formen la base de les cadenes tròfiques de diversos ecosistemes.

D'altra banda, aquestes es reproduïxen ràpidament mitjançant processos asexuals (aquells que consten de la replicació de la cèl·lula mare en dues completament iguals a ella).

→ Es creu que aproximadament, en un ambient favorable, un bacteri és capaç de dividir-se cada 15 i 30 minuts, depenent de l'espècie.

5.4.1 Microbiologia ambiental

Aquesta branca de la microbiologia és la que s'encarrega de l'estudi de l'efecte dels microorganismes sobre la Terra i l'atmosfera. De no ser per aquests petits organismes, la vida a la Terra no seria possible. Té dues aplicacions en integrades:

Per una banda, una de les més fonamentals és proporcionar un sistema d'aigua potable, de sabor agradable i segura.

D'altra banda, i de les més recents, la del desenvolupament de la matèria. Els biodegradables, són aquells degradats de manera ràpida per microorganismes presents normalment en aigües i sòls.

5.4.2 Microbiologia industrial

Aquesta branca és important perquè és el reflex del primer ús que va fer l'ésser humà dels microorganismes, l'obtenció d'aliments i begudes fermentades. Són l'exemple el pa, el vi, els formatges i el vinagre. A més, també van aprendre a conservar els aliments pels hiverns mitjançant la dessecació de fruits i salat de la carn.

Actualment, a part dels aliments, s'utilitzen per l'obtenció de vitamines, antibiòtics i productes farmacèutics. Un d'aquests productes, actualment fonamental, és la **insulina**, el tractament principal per la diabetis.

5.4.3 Microbiologia agrícola

A causa de l'investigació en aquest tipus de branca, els animals i les plantes fonamentals per l'agricultura es troben protegits davant malalties provinents de microorganismes.

A més, s'utilitzen alguns capaços de matar insectes com a pesticides naturals, i d'altres que ajuden a la fertilització del sòl agrícola.

5.4.4 Microbiologia clínica

El cos humà conté moltes més cèl·lules microbianes que humanes. La majoria d'aquests coexisteixen amb els éssers humans de manera innòcua, i alguns són de beneficiosos.

La manera més eficaç d'evitar el contagi de la majoria de microorganismes perjudicials és mitjançant les vacunes mentre que altres tipus de tractament com els medicaments o els antibiòtics són eficaços per aliviar la mateixa infecció.

Aquesta branca d'aplicació estarà íntimament relacionada amb el següent apartat i que alhora, tindrà relació amb la part pràctica del treball.



Imatge 11. Projecte de recerca. *Extreta de [inicio\(cespu.pt\)](http://inicio(cespu.pt))*

6. FARMACOLOGIA

6.1 Introducció

La farmacologia clínica és aquella branca de la medicina encarregada d'avaluar els efectes i les conseqüències dels medicaments en éssers humans. No obstant, també s'encarrega de la seva composició, origen i les seves malalties que tracten.

A més, estudia com interactua el fàrmac a l'organisme i quines propietats té sobre aquest. Té diverses aplicacions quan les substàncies s'empren pel diagnòstic, prevenció i tractament d'una malaltia o bé per l'alleujament de símptomes.

6.2 Diversificacions de la branca

6.2.1 Sistemes del cos

La farmacologia es pot centralitzar en diversos sistemes específics que entenen el cos. Les branques relacionades amb els sistemes corporals s'encarreguen de l'estudi dels efectes d'aquests en els diferents sistemes del cos. Dins d'aquest inclouen neurofarmacologia, en el sistema nerviós central i perifèric o bé immunofarmacologia del sistema immunitari. D'altra banda, s'inclouen també diverses ramificacions de la farmacologia cardiovascular, renal i endocrina, a més de la psicofarmacologia, la qual s'encarrega de l'estudi dels efectes dels medicaments en el psique.

La farmacometabòlica és un camp que es deriva a la metabòlica que consisteix en la medicació de metabòlits en els fluids corporals d'un individu amb l'objectiu de predir i evaluar el metabolisme dels compostos. Aquesta branca es pot aplicar en la medicació dels nivells de metabòlits després de l'administració d'una droga en concret amb l'objectiu de controlar els efectes d'aquest.

La farmacogenòmica és l'aplicació de tecnologies genòmiques pel descobriment de fàrmacs i la caracterització addicional de fàrmacs relacionats amb el genoma complet d'un organisme determinat.

6.2.2 Pràctica clínica i descobriment de fàrmacs

La farmacologia també es pot aplicar dins de les ciències clíniques. La farmacologia clínica és la ciència bàsica de farmacologia la qual es centralitza en l'aplicació de principis i de mètodes farmacològics en la ciència mèdica i en l'atenció i resultats del pacient.

→ La posologia és un exemple en el que es dosifiquen els medicaments.

La farmacologia està íntimament relacionada amb la toxicologia ja que ambdues són disciplines científiques que es centren en comprendre les accions i propietats dels productes químics. No obstant, la farmacologia s'enfoca en els efectes terapèutics dels químics, habitualment medicaments, mentre que la toxicologia és l'estudi dels efectes adversos dels productes químics i l'avaluació de riscos.

7. ELS ANTIBIÒTICS

Els antibiòtics són un tipus de medicaments que tenen com a finalitat la de combatre els bacteris, impedit el seu creixement o inclòs la seva mateixa mort, sent idíl·lics pel tractament de diverses infeccions bacterianes.

El tipus d'antibiòtic emprat depèn exclusivament de la infecció a tractar, pel qual el metge pot permetre l'ús de medicaments com la penicilina o macròlids.

Aquests han de ser utilitzats únicament sota el permís mèdic, presos de manera correcta sota l'horari encomanat i en la duració establerta pel mateix metge.

7.1 Tipus d'antibiòtics

Els antibiòtics poden classificar-se en funció de les seves propietats, estructura i espectre d'acció, així com el tipus de bacteris sobre els que actuen. Una de les classificacions més típiques és en funció de l'espectre.

Si és d'*ampli espectre*, els antibiòtics poden combatre diversos bacteris diferents, tal que els d'*espectre reduït*, són aquells que només són eficaços davant determinats bacteris.

7.1.1 Penicilines

S'inclouen fàrmacs com la ampicilina o l'amoxicilina. S'empren per tractar malalties produïdes per bacteris com pneumònies o de tipus urinari

7.1.2 Macròlids

Dins d'aquest es troben medicaments com l'azitromicina o la claritromicina. Aquests s'utilitzen no només pel seu efecte bactericida, sinó perquè aporten un efecte antiinflamatori. El seu tractament és molt eficient davant de malalties respiratòries.

7.1.3 Aminoglucòsids

Formen part la tobramicina o la gentamicina. La primera s'utilitza pel tractament d'infeccions oculars, un exemple clar és la conjuntivitis. No obstant, també s'empren en la prevenció davant de possibles infeccions de tipus ocular després de tractaments cirúrgics oculars.

7.1.4 Tetraciclins

Un fàrmac molt comú és la doxiciclina, que prevé la multiplicació i la propagació de bacteris. S'utilitzen principalment pel tractament d'infeccions de pell, aparell digestiu, sistema urinari o bé pels ulls, a més d'infeccions causades per paràsits com àcars o polls.

7.1.5 Poliens

Aquests són un tipus d'antibiòtic conegut com a conjunt d'agents fungicides per tractar infeccions de pell i membranes mucoses per fongs. Els més coneguts dins d'aquest grup són l'anfotericina B i la nistatina.

7.1.6 Polipèptids

Aquesta última categoria està formada per antibiòtics com la bacitracina o la polimixina B, emprats en tractaments per curar infeccions d'oïda externa, oculars externes o bufeta.

7.2 Acció i objectiu del fàrmac

Els mecanismes d'acció dels antibiòtics (com aquests fàrmacs afecten els respectius microorganismes, en aquest cas els bacteris, per tal d'inhibir-ne el creixement o bé matar-los) són diversos:

1. **Inhibició de la síntesi de la paret cel·lular:** Molts antibiòtics, com la penicil·lina, interfereixen en la formació de la paret cel·lular dels bacteris, debilitant-ne la estructura i provocant la seva mort.
2. **Inhibició del metabolisme:** Alguns antibiòtics poden interferir en les vies metabòliques específiques dels bacteris, afectant la seva capacitat de generar energia o realitzar altres processos metabòlics essencials.
3. **Inhibició de la replicació de l'ADN:** Antibiòtics com les quinolones interfereixen en el procés de replicació de l'ADN bacterià, impedit la seva reproducció.
4. **Inhibició de la síntesi de proteïnes:** Antibiòtics com l'eritromicina afecten la síntesi de proteïnes en els bacteris, impedit la producció adequada d'aquestes molècules essencials per al seu funcionament.
5. **Dany a la membrana cel·lular:** Alguns antibiòtics poden alterar la integritat de la membrana cel·lular dels bacteris, provocant la seva ruptura i la seva mort.

7.3 Antibiòtics sintètics i naturals

Els antibiòtics sintètics formarien part de tot allò descrit en els apartats anteriors, mentre que els antibiòtics naturals són substàncies químiques produïdes per microorganismes com a part del seu mecanisme de defensa contra altres microorganismes. Una característica important dels antibiòtics naturals és la seva especificitat per a determinats tipus de microorganismes. Això significa que poden ser efectius contra certs bacteris o fongs sense afectar les cèl·lules dels éssers humans o altres organismes no diana.

Dins d'aquest gran grup de bactericides naturals en trobem l'oli essencial d'arbre de te, la mel, vinagre de poma, la canel·la, o l'all, que serà el bactericida natural emprat per la part pràctica i serà el representant d'aquest gran grup.

7.3.1 L'all com a bactericida natural

L'all és conegut com a bactericida natural gràcies al seu contingut en al·licina, un compost sulfurat que té altes propietats antimicrobianes. L'all pot actuar com a bactericida natural en diversos casos.

En primer lloc, gràcies a l'al·licina que quan es talla, es mastega o es pica l'all, es produeix aquest compost a partir d'un compost anomenat alliïna. En segon lloc, l'al·licina afecta les membranes cel·lulars de les bacteris. Aquest compost altera els enzims implicats en els processos bioquímics essencials per a la supervivència de les bacteris. A més, pot interferir amb la síntesi dels components cel·lulars, com ara els **àcids nucleics**. D'altra banda, aquest mecanisme té un ampli espectre d'activitat. Això és conseqüència que l'al·licina ha mostrat activitat contra una àmplia gamma de bacteris, incloent bacteris patògens que poden causar infeccions en els éssers humans. Per últim, presenta una resistència antibiòtica reduïda ja que l'ús excessiu d'antibiòtics ha portat al desenvolupament de resistència antibiòtica en molts bacteris. L'all, amb les seves propietats antibacterianes, pot ser una alternativa interessant ja que no sembla provocar la mateixa resistència que alguns antibiòtics tradicionals.

7.3.2 La mupirocina com a bactericida sintètic

La mupirocina és un tipus d'antibiòtic comú emprat principalment pel tractament d'infeccions de pell. Aquesta actua inhibint la síntesi de proteïnes de les cèl·lules procariotes bacterianes, cosa que com a conseqüència té l'impediment del seu creixement i reproducció.

Aquest medicament serà l'escollit i l'emprat en la part pràctica del meu treball de recerca, que servirà de comparació amb l'all per tal d'observar l'efectivitat dels dos tipus de bactericides i extreure unes conclusions efectives en relació amb la hipòtesi establerta.

8.PART PRÀCTICA

La següent experiència pràctica la vaig realitzar en el laboratori del departament de Ciències Naturals de l'institut Puig Castellar durant les quatre primeres setmanes del mes d'octubre. Durant aquestes setmanes he realitzat el mateix experiment tot i que variant diverses variables per tal d'extreure conclusions efectives.

La primera setmana fou la de prova, segons la qual vaig començar a fer petites modificacions al procediment establert per observar un gradual canvi. La segona setmana s'empra la mateixa metodologia utilitzant l'extracte del principi actiu de l'all havent-lo deixat en repòs una setmana enlloc d'un dia. La tercera setmana és tot exactament igual exceptuant la sembra de bacteris, que s'utilitzen els cultivats la setmana anterior i que s'havien deixat en repòs a l'estufa de cultiu i l'extracte del principi actiu de l'all, havent-lo deixat en repòs dues setmanes. L'última setmana és idèntica a l'anterior exceptuant el període de repòs de l'extracció, que ara és de tres setmanes.

8.1 Objectius

L'objectiu de la meva recerca és estudiar l'efectivitat antimicrobiana de l'all com a bactericida natural i la mupirocina com a sintètic. En aquesta experiència compararem l'eficàcia d'ambdós tipus d'antibiòtics per tal de relacionar-ho amb la resistència antimicrobiana.

8.2 Hipòtesi

L'all com a bactericida natural té la mateixa eficàcia que la mupirocina com a bactericida sintètica en relació als bacteris cultivats.

8.3 Materials

- 16 plaques de petri (4 plaques per cada setmana d'experimentació):
- 2 Micropipetes (per l'extracció d'un tipus concret de bacteris per tal de dipositar-los en un medi líquid o sèrum i poder estudiar-los)
- 1 all esmicolat
- Bacteris conreats de les superfícies de les mans i de les sabates.
- Morter de vidre
- Espàtula
- Proveta de 20 mL
- Alcohol 100%
- Estufa de cultiu
- Sèrum fisiològic
- Discs d'antibiograma
- Nansa de Digrafsky

8.4 Procediment

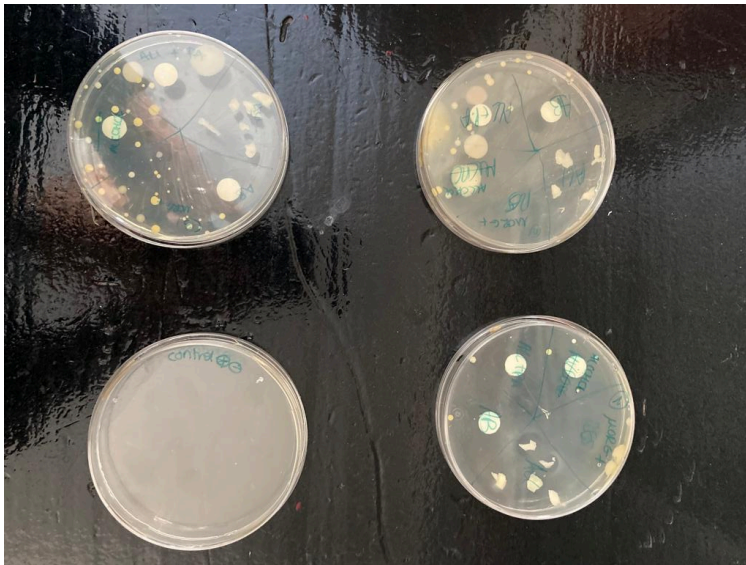
1. Preparem un cultiu d'aproximadament 10 mL de volum de bacteris de la superfície de les mans i de les sabates que es deixa cultivar 24 hores a temperatura (37°C) a l'estufa de cultiu.
2. Divisió de cada placa de petri en cinc parts parcialment iguals. Cada placa conté una zona de: microorganismes, alcohol, antibiòtic, all esmicolat, i extracte del principi actiu de l'all.
3. Després de 24 hores de cultiu bacterià s'afegeix 1 mL amb una pipeta a cada placa de petri (3 plaques experimentals i una de control negatiu).
4. S'escampa el cultiu bacterià amb la nansa de Digrafsky perquè quedi coberta tota la placa de petri de microorganismes.
5. Afegir tres discs d'antibiograma per cada placa de petri. Un recobert únicament d'alcohol específic, un altre de l'extracte del principi actiu de l'all i un altre de mupirocina.
6. Afegir petites quantitats d'all esmicolat en la zona corresponent de la placa de petri.

7. Col·locar les quatre plaques de petri en l'estufa de cultiu i establir una revisió rutinària cada 24 hores durant quatre dies (de dimarts a divendres).
8. 72 hores després, es realitza la lectura de plaques, és a dir, observar l'evolució bacteriana entorn als diferents discs d'antibiograma i de l'all esmicolat.
9. Enregistrar els resultats en una taula que mostri l'efectivitat de cada secció i que estableixi una comparació amb la resta de setmanes i resultats.

8.5 Resultats

Els resultats obtinguts durant l'experiència pràctica s'observen amb les següents imatges, fotografiades cada divendres un cop ja s'havia realitzat el creixement bacterià i es podia observar l'efectivitat de cada disc d'antibiograma i de l'all esmicolat.

Lectura del dia 19 d'octubre, a les 72 hores de la sembra bacteriana.



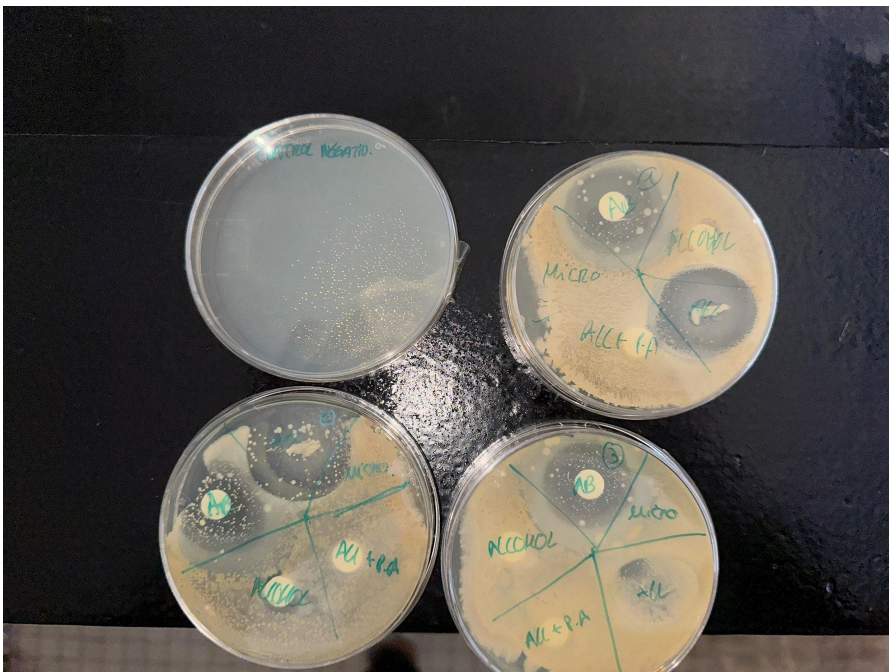
Imatge 12 . Projecte de recerca. *Font pròpia*

Lectura del dia 27 d'octubre, a les 72 hores de la sembra bacteriana.



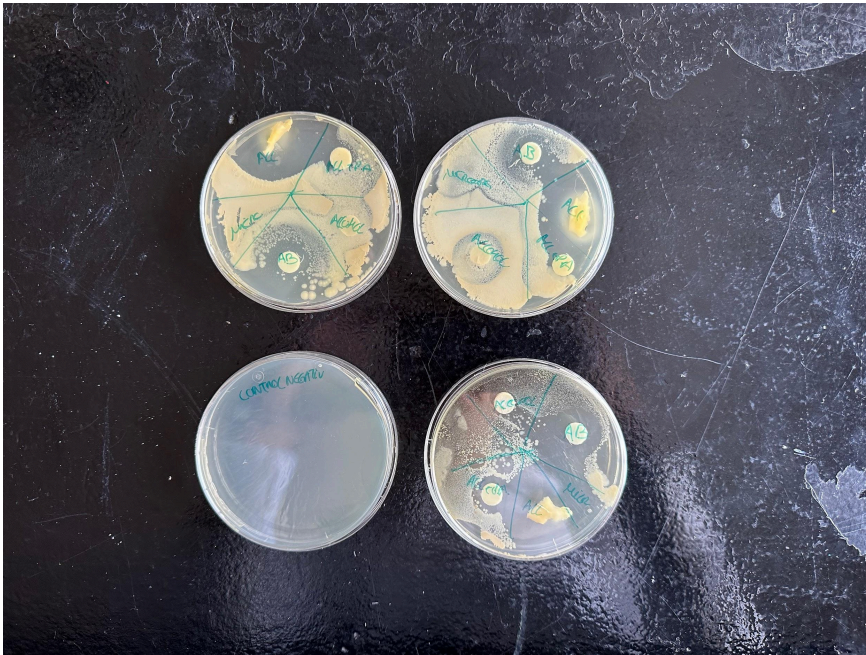
Imatge 13 . Projecte de recerca. Font pròpia

Lectura del dia 3 de novembre, a les 72 hores de la sembra bacteriana.



Imatge 14. Projecte de recerca. Font pròpia

Lectura del dia 10 de novembre, a les 72 hores de la sembra bacteriana.



Imatge 15. Projecte de recerca. *Font pròpia*

Durant l'evolució de l'experimentació al llarg de les setmanes s'observen diversos canvis que després donaran lloc a unes conclusions relacionades amb la hipòtesi inicial.

En primer lloc, s'observa que l'alcohol específic per l'experimentació amb bacteris no té capacitat bactericida. En segon lloc, l'all esmicolat té una gran efectivitat bactericida, mentre que l'extracte del principi actiu d'aquest té una efectivitat gradual amb el pas de les setmanes. I per últim, i com era d'esperar, la mupirocina té absoluta efectivitat antibacteriana.

9. CONCLUSIONS

Una vegada ja hem analitzat els resultats de la part pràctica del meu treball, ja podem extreure finalment unes conclusions que verifiquen o falsegen la hipòtesi inicial i donar resposta a la qüestió que fomenta aquest treball.

Podem concloure que no només els fàrmacs sintètics són efectius per tal de tractar la majoria de bacteris perjudicials pels organismes humans, és a dir, una altra manera efectiva per tractar infeccions bacterianes és mitjançant bactericides naturals, com l'exemple estudiat que és, en aquest cas, l'all. Com bé es reflexa a les imatges de les sembres bacterianes després de 72 hores, la placa de petri està recoberta de microorganismes diversos a tot arreu exceptuant la secció de la mupirocina, on es crea un halo al voltant del disc d'antibiograma que reflexa la seva efectivitat contra els bacteris sembrats. No obstant, la secció de l'all esmicolat reflexa una espècie d'halo que també mostra la seva clara efectivitat bacteriana.

D'altra banda, podem extreure una doble conclusió al treball, i és que l'extracció del principi actiu de l'all també té una efectivitat bactericida que es mostra gradualment conforme es deixa en repòs l'extracció. De tal manera, que a les sembres de les dues primeres setmanes, aquesta extracció no té cap mena de repercussió efectiva sobre els bacteris però al cap d'unes quatre setmanes sí, cosa que per intuïció crec que si es deixa reposar més setmanes tindria encara més repercussió. Per determinar científicament aquesta possibilitat es necessitaria més investigació sobre aquest aspecte.

Finalment, des del meu punt de vista, penso que ens trobem en un punt crític en el qual cada dia es tenen més presents les malalties bacterianes i la pèrdua d'eficàcia dels respectius antibiòtics. Aquest estudi el que pretén demostrar és que els bactericides naturals són una alternativa molt prometedora davant certes malalties i que ofereixen un gran ventall d'avantatges. Alguns d'aquests són la reducció de riscos davant reaccions adverses greus, són un recurs més asequible, econòmic i fàcil d'aconseguir i respecten els microorganismes beneficiosos per l'organisme com és el cas de la flora intestinal. De tal manera que mitjançant l'estudi d'aquests es

puguin oferir alternatives eficaces davant situacions de falta d'eficàcia d'antibiòtics recurrents.

De cara al futur i a possibles nous treballs de recerca o d'investigació professional, es podria relacionar aquesta efectivitat bactericida tant per part dels antibiòtics sintètics com els naturals amb la resistència que presenten certs tipus de bacteris actualment. És a dir, relacionar les conclusions extretes del meu treball amb les causes de resistència bacteriana, i establir unes diferències entre els tipus de bactericides per establir una conclusió que pugui arribar a solucionar dita resistència.

10. AGRAÏMENTS

M'agradaria dedicar les següents línies a totes aquelles persones que han estat al meu costat i que gràcies a la seu constant suport ha fet possible aquest gran treball de recerca.

En primer lloc, agrair a les meves tutores del treball, Carol Saniger i Andrea Álvarez, pel seu interès en extreure el màxim rendiment del treball i per la seva constant dedicació tant al fonament teòric i la fonamentació de la motivació del treball per part de la Carol, com per l'ajuda i suport en tot moment en la part pràctica per part d'Andrea.

També agrair als meus pares, per la seva paciència, el seu interès, per la seva motivació cap a mi i cap al treball des del primer dia, i per recordar-me a diari que sóc capaç de treure endavant un treball tant laboriós com és aquest.

I, per últim, gràcies a aquest treball, que m'ha fet descobrir un nou món que tot i ser a escala microscòpica, té unes enormes repercussions en el nostre dia a dia i en la forma de viure i que a més, requereixen estudis i moltes investigacions per resoldre incògnites com ha sigut la meua.

11. BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA

FONTS BIBLIOGRÀFIQUES

- Ingraham, John. L i Ingraham, Catherine A (1998). *Introducción a la microbiología, volumen 1*. Nova York: Editorial Reverté, S.A

FONTS WEBGRÀFIQUES

- El Concepto. (26 de maig de 2023). [Bacterias - Concepto, tipos, estructura y ejemplos](#)
- BioSitio.com (2 de juny de 2023). [Farmacología: Que es, Origen, Ramas, Importancia Y Tipos \(biositio.com\)](#)
- Organización Mundial de la Salud (27 de juny de 2023). [Resistencia a los antimicrobianos \(who.int\)](#)
- Comunidad Biológica (3 de juliol de 2023). [Morfología bacteriana. \(comunidad-biologica.com\)](#)
- Concepto (15 de juliol de 2023). [Célula Procariota - Concepto, clasificación, partes y función](#)
- Enciclopedia de Biología (17 de juliol de 2023). [Célula procariota - ¿Qué es?, características, partes y más \(enciclopediadebiologia.com\)](#)
- Notas de Microbiología (24 de juliol de 2023). [Presión de turgencia: definición, mecanismo, funciones \(microbiologynote.com\)](#)
- Grupo Reded'or (12 d'octubre de 2023). [Antibióticos: qué son, clasificación y para qué sirven - Tua Saúde \(tuasaude.com\)](#)
- Esneca Business School. (23 d'octubre de 2023). <https://www.esneca.com/blog/clasificacion-antibioticos-tipos-efectos/>

12. ANNEXOS

12.1 Extracció del principi actiu de l'all

12.1.1 Objectiu

L'objectiu principal de l'experimentació al laboratori és l'extracció de principis actius de l'all per tal de poder emprar-los en experiments posteriors.

12.1.2 Materials i reactius

- 2 Alls (100 grams de reactiu/ litre de dissolvent, quantitats orientatives)
- 200 mL d'alcohol
- 200 mL de glicerina
- Morter de vidre
- Espàtula
- 3 vasos de precipitats de 250 mL

12.1.3 Procediment

1. Preparam dos vasos de precipitats: un amb alcohol i un altre en el que posarem posteriorment l'all.
2. Posem l'all en un morter de vidre i l'anem *triturant* poc a poc.
3. Afegim l'all al respectiu vas de precipitats amb l'acompanyament d'una espàtula.
4. Afegir alcohol dins el vas de precipitats en el que es troba l'all i enrasem.

