

Conviuen els microorganismes amb nosaltres?



Treball de recerca
Curs 2012-13
INS Bellullà

Índex

INTRODUCCIÓ.....	3
1. ELS MICROORGANISMES	4
1.1 Història dels microorganismes.....	4
1.2 Classificació dels éssers vius.....	6
1.2.1 Els cinc regnes.....	6
1.3 Tipus de microorganismes	7
1.3.1 Bacteris.....	8
1.3.1.1 Estructura bacteriana.....	10
1.3.1.2 Funcions dels bacteris.....	14
1.3.1.3 Importància dels bacteris	16
1.3.1.4 Identificació bacteriana.....	17
1.3.2 Els arqueobacteris.....	18
1.3.3 Fongs.....	18
1.3.3.1 Morfologia	19
1.3.3.2 Reproducció.....	19
1.3.3.3 Classificació.....	20
1.3.3.4 Llevats.....	22
1.3.3.5 Importància dels fongs.....	22
1.3.4 Algues.....	23
1.3.4.1 Diversitat.....	23
1.3.4.2 Classificació.....	24
1.3.4.3 Líquens.....	25
1.3.4.4 Importància de les algues.....	25
1.3.5 Protozous.....	26
1.3.6 Virus.....	28
1.3.6.1 Són els virus organismes vius?.....	29
1.3.6.2 Estructura.....	29
1.3.6.3 Tipus de virus	30
1.3.6.4 Viroides i prions.....	30
1.3.6.5 Cicle de replicació dels virus.....	31
1.3.6.6 Virus i malalties humanes.....	32

1.4 Microorganismes de l'aire.....	33
1.4.1 Factors que influeixen en els microorganismes de l'aire.....	33
2. MÈTODES D'ESTUDI DELS MICROORGANISMES.....	34
2.1 Sedimentació per gravetat en medi de cultiu Agar	34
2.2 Aerocentrifugació (col·lectors d'impacte).....	35
2.3 Mètode de xoc en líquid o borbolladors.....	35
2.4 Mètode del bastonet estèril o hisop.....	35
2.5 Cultiu de microorganismes.....	36
2.5.1 Mètodes de sembra	37
2.6 Tincions.....	37
3. MATERIAL I MÈTODES	39
3.1 Realització dels mostrejos.....	39
3.2 Mètodes de mostreig.....	40
3.3 Cultiu de plaques.....	41
3.4 Anàlisi de les colònies obtingudes.....	41
3.5 Observació microscòpica dels bacteris.....	42
3.6 Observació microscòpica o amb lupa dels fongs.....	43
4. RESULTATS.....	44
4.1 Tipus de colònies de bacteris.....	44
4.1.1 Descripció morfològica dels tipus de bacteris	44
4.1.2 Imatges dels bacteris	45
4.1.3 Imatges microscòpiques dels bacteris	46
4.2 Tipus de colònies de fongs	50
4.2.1 Descripció morfològica dels tipus de fongs.....	50
4.2.2 Imatges dels tipus de fongs.....	51
4.2.3 Imatges de les colònies de fongs obtingudes a través de M.O. o lupa binocular.....	53
4.3 Resultat del recompte de colònies de bacteris i fongs	57
4.3.1 Resultats i discussió del mes de maig.....	57
4.2.2 Resultats i discussió del mes de juliol.....	61
4.2.3 Resultats i discussió del mes de setembre	65
5. CONCLUSIONS.....	69
6. BIBLIOGRAFIA.....	71
7. ANNEXOS.....	72

Introducció

El següent treball té com a objectiu estudiar la contaminació microbiana de l'aire de l'Institut Bellullà. Vaig escollir aquest tema doncs entre els treballs proposats per l'Institut hi havia el titulat "Contaminació microbiana". Aquest títol em va cridar molt l'atenció i vaig pensar que havia de ser un treball interessant. A més a més sempre havia volgut un treball que contingüés una gran part pràctica en la que poder treballar al laboratori experimentant. Arrel d'escollir aquest títol, amb l'ajuda de la tutora que em va donar la idea, vaig decidir fer un estudi de la contaminació de l'aire de l'Institut a nivell bacteriològic i fúngic. En un principi havia pensat fer l'estudi de la contaminació microbiana dels aliments, però em va semblar més atractiva la idea escollida, doncs em permetia fer una espècie d'auditoria microbiana del centre on estic estudiant.

Un cop decidit el tema em vaig començar a fer unes preguntes com : hi deu haver molts bacteris a l'aire de l'Institut? I fongs? La quantitat de microbis varia al llarg del dia? A tot arreu hi haurà la mateixa quantitat?... Per tal de donar resposta a aquestes preguntes vaig formular unes hipòtesis en les que he basat la part pràctica del meu treball.

Les hipòtesis són les següents:

- "Hi deu haver més microorganismes després de les classes que no pas abans, per la influència dels alumnes en la contaminació".
- "La presència de microorganismes varia segons l'època de l'any"
- "La proliferació de microorganismes és més gran en llocs oberts que tancats"

A més a més al fer aquest treball també m'he fixat uns objectius com: treballar més al laboratori i conèixer tècniques de mostreig i d'estudi de microorganismes, fer observacions macroscòpiques i microscòpiques de microorganismes aplicant tècniques de tinció específiques.

El treball està estructurat en tres parts:

1) Part teòrica en la que es troba la informació sobre els diferents tipus de microorganismes , la seva estructura, reproducció, forma de vida i classificació i els diferents mètodes de mostreigs en els que es basarà la part pràctica.

2) Treball experimental que ha consistit en una recollida de mostres durant tres mesos diferents de l'any ,en diferents llocs de mostreig de l'Institut i a diferents hores del dia , seguidament recompte de les colònies de microorganismes obtingudes i finalment observacions microscòpiques i amb la lupa binocular, per tal de poder respondre a les hipòtesis formulades.

3) Resultats , discussió i Conclusions, on s'elaboren els resultats en forma de gràfiques de barres i amb comentaris i també amb imatges de les observacions realitzades al laboratori i extraient unes conclusions finals.

Una de les dificultats que s'ha presentat en la part pràctica ha estat la contaminació de les plaques abans d'utilitzar-les o la invasió de formigues durant el mostreig ,de manera que la placa quedava

pràcticament inutilitzable. Una limitació també ha estat la manca de material més específic per poder identificar més exactament els microorganismes.

1. ELS MICROORGANISMES

La microbiologia és la branca de la biologia que s'encarrega d'estudiar els microorganismes.

Els microorganismes són organismes que només es poden veure a través del microscopi i poden ser unicel·lulars o pluricel·lulars, autòtrofs o heteròtrofs. També hi ha microorganismes que no tenen nucli i es consideren una altra categoria anomenada organismes procariotes, tot i que també n'hi ha d'eucariotes.

Estan àmpliament distribuïts per tots els medis ambients de la Terra, tant terrestres com aquàtics, també presents en l'aire influenciats per diferents factors com poden ser la ventilació, el nombre de persones o la pols, d'entre altres.

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 (organismes patògens) 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.

1.1 HISTÒRIA DELS MICROOGANISMES

Actualment sabem que els microorganismes es troben presents a tot arreu, però abans de l'aparició del microscopi eren desconeguts. Milers de persones morien per epidèmies de les quals no se'n coneixien les causes. La putrefacció dels aliments no sempre es podia evitar, i moltes famílies morien per que no existien les vacunes ni els antibiòtics necessaris per combatre les infeccions.

Tot i que els microorganismes es van originar fa aproximadament uns 4.000 milions d'anys, la microbiologia és relativament una ciència jove. Les primeres observacions es van fer fa 300 anys, i van passar 200 anys fins que finalment se'n va reconèixer la importància.

Anthon Van Leeuwenhoek, un comerciant i naturalista aficionat, va ser la primera persona que va observar microorganismes, concretament protozous, i els va anomenar "animàculs". També va observar llevats, espermatozoides, glòbuls vermells de la sang i fins i tot bacteris. Els observava a través dels petits microscopis que construïa al seu temps de lleure i els perfeccionava arribant a tenir fins 200 augmentos. Aquests animàculs estaven a tot arreu; gotes d'aigua, al terra, fluids interns dels animals... Un cop descoberts els "animàculs" de Leeuwenhoek va començar a interessar-se sobre



Imatge 1: Microscopi de Leeuwenhoek

l'origen d'aquests. Arrel d'aquest interès van sorgir dues teories: una d'elles recolzava la teoria de que provenien de la descomposició de la matèria viva, i creia que la vida es generava a partir de matèria inorgànica, procés que van anomenar abiogènesi o teoria de la generació espontània. L'altra teoria defensava la biogènesi que diu que els “animàculs” s'originaven a partir de progenitors.

Per altra banda Robert Hooke, un altre científic contemporani a Leeuwenhoek, experimentava amb microscopis que arribaven als cinquanta augments.

A partir d'aquests instruments va fer un gran descobriment. Hooke observava petits talls de suro que mostraven una estructura en forma de cel·les d'un rusc ,per això les va anomenar *cellulae* (cel·la petita) i aquest descobriment el va portar a formular la teoria cel·lular que afirmava que les cèl·lules són la unitat bàsica de tots els éssers vius. Els seus descobriments els va publicar durant l'any 1665.

Fins el segle XIX no va haver-hi més estudis sobre citologia. Es van millorar les lents i es van perfeccionar les tècniques de les preparacions microscòpiques. Així doncs, al 1831 Brown va descobrir l'existència del nucli de les cèl·lules i al 1839 Schwann va descobrir el funcionament del metabolisme.

A finals del segle XIX el microbiòleg rus Serguei Winogradsk va establir els models metabòlics bacterians aeròbics i anaeròbics. Va ser també un dels primers en estudiar els bacteris simbiòtics.

Al 1938 els avenços continuen gràcies al descobriment de noves formes de tinció. Posteriorment tècniques noves com el microscopi electrònic o les tècniques de seqüenciació del material genètic van servir per millorar la classificació bacteriana. A finals del segle XX, les noves tècniques d'enginyeria genètica van permetre utilitzar els bacteris dins el camp de la medicina, farmàcia, agricultura...etc.

Per altre banda, des que es va conèixer l'existència de la cèl·lula, que és la unitat més petita i bàsica dels éssers vius, fins a l'actualitat molts científics han investigat i han arribat a diverses conclusions:

- Al 1838 i al 1839 els científics Matthias J. Schleiden i Theodor Schwann van establir el principi de la teoria cel·lular que deia:
 - 1 – La cèl·lula és la unitat morfològica de tots els éssers vius.
 - 2 – La cèl·lula és la unitat fisiològica dels organismes.

- Al 1855, el doctor Rudolf Virchow va afegir un altre punt a la teoria cel·lular:
 - 3 – Les cèl·lules sorgeixen a partir d'altres cèl·lules (“omnis cellula ex cellula”).

- I per últim al 1902 Walter Sutton i Theodor Boveri van acabar de completar la teoria cel·lular amb el punt:
 - 4 – La cèl·lula és el lloc on es troben els caràcters hereditaris, per tant, la cèl·lula és la unitat genètica dels éssers vius.

És a dir, la teoria cel·lular diu que la cèl·lula és la unitat morfològica, fisiològica, reproductora i genètica de tots els éssers vius

1.2 CLASSIFICACIÓ DELS ÉSSERS VIUS

La biologia dona sentit a la infinita diversitat d'individus classificant-los segons les seves característiques. Així, estudiant a un membre del grup podem arribar a conclusions sobre tots els membres de la mateixa espècie o del mateix regne.

Carl von Linné va ser el primer científic que va proposar la nomenclatura binomial i va establir agrupacions d'ésser vius, conegudes amb el nom de tàxons, un sistema de classificació basat en ordenar individus per grups i aquests grups en altres progressivament més amplis, establint una classificació jeràrquica dels éssers vius.

La taxonomia és la ciència que s'encarrega de la classificació dels organismes. I l'esquema de classificació mitjançant tàxons és la següent:

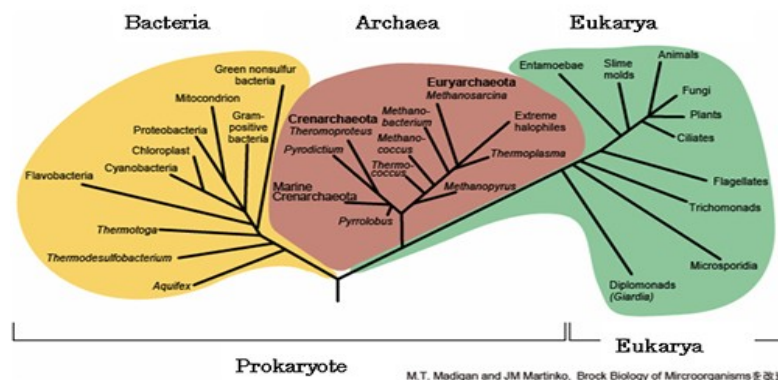
Espècie → Gènere → Famílies → Ordre → Classes → Fílums → Regnes

1.2.1 ELS CINC REGNES

Antigament només es diferenciaven dos regnes, l'animal i el vegetal. Aquesta teoria sorgeix el segle IV a.C i no és modificada per cap científic fins l'any 1866, on es comencen a descobrir nous organismes invisibles per a l'ull humà.

El 1866 Haeckel va arribar a la conclusió de que els microorganismes unicel·lulars i els pluricel·lulars que no tenen teixits, és a dir que tenen cèl·lules idèntiques, havien de pertànyer a un grup diferent que el grup dels animals o les plantes que tenen una estructura tissular, per això va establir tres regnes diferenciats per característiques notables a simple vista.

- Regne dels metazous: aquest regne l'integraven els animals i humans que tenien estructures complicades.
- Regne dels metàfits: compost pels vegetals.
- Regne dels protists: organismes unicel·lulars i organismes pluricel·lulars tal·lofítics.



Agrupació dels cinc regnes en tres dominis

Més tard, al 1920 es descobreixen les cèl·lules procariotes que són cèl·lules sense nucli i aquesta important diferència fa que el regne protist es divideixen en dos regnes diferents; el regne de les moneres, compost per organismes procariotes i el dels protoctists que comprenia els organismes unicel·lulars, incloent fongs, algues i protozous. De manera que els regnes quedaven dividits d'aquesta meners:

- Regne dels metazous (animals).
- Regne dels metàfits (vegetals).
- Regne dels protoctists: organismes unicel·lulars i pluricel·lulars sense teixits.
- Regne de les moneres: únicament organismes procariotes.

Finalment al 1969, el científic Robert Whittaker va decidir que els fongs havien de sortir del regne dels protoctists ja que tenien una digestió externa i eren heteròtrofs. De manera que va separar els fongs i va crear un altre regne que anomenaria Regne dels fongs. El regne protoctist tornaria a tenir el nom protist i la classificació va quedar dividida en cinc regnes:

- Regne dels metazous.
- Regne dels metàfits.
- Regne dels protists.
- Regne de les moneres.
- Regne dels fongs.

Al 1977 el microbiòleg C. Woese va descobrir que la seqüència de RNA ribosòmic era molt diferent dintre del regne de les moneres, així que va agrupar una part dels bacteris en un domini anomenat domini dels Bacteria i els altres en un altre anomenat Archaea, i el reste de regnes els va agrupar en un domini anomenat Eukarya, que conté els organismes eucariotes.

1.3 TIPUS DE MICROORGANISMES

Una característica que uneix a tots els microorganismes és que cada cèl·lula microbiana pot fer totes les funcions vitals, com ara el metabolisme, el creixement i la reproducció.

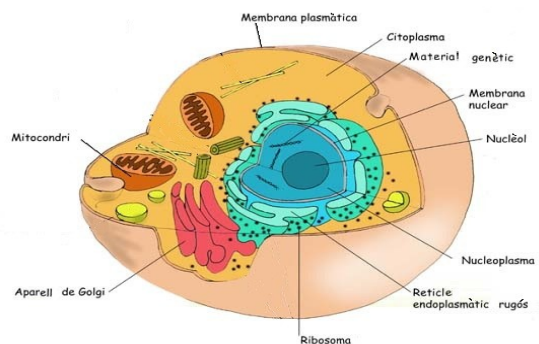
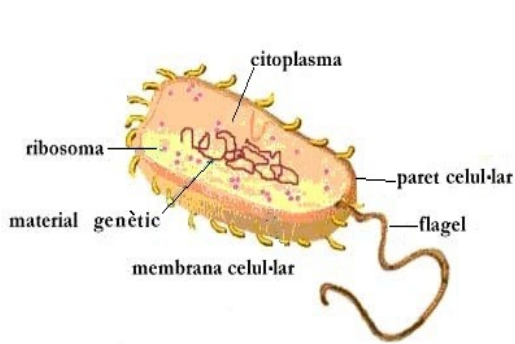
Segons la forma cel·lular que presenten hi ha microorganismes procariotes (com els eubacteris i els arqueobacteris) i eucariotes (com les algues microscòpiques, els protozous i els fongs).

Encara que l'acord no és total entre els biòlegs, els virus no es consideren éssers vius, ja que estan lliures de tota activitat vital. Són éssers acel·lulars, tot i així són capaços de reproduir-se, però necessiten estar a l'interior d'una cèl·lula viva per aconseguir-ho. Tanmateix, la importància que tenen com agents transmissors de malalties fa que es tendeixi a estudiar-los com a microorganismes.

Les cèl·lules, tant procariotes com eucariotes, estan constituïdes per tres elements bàsics: membrana plasmàtica, citoplasma i material genètic (DNA), però les cèl·lules procariotes són estructures més simples que les eucariotes, de menor tamany i que no presenten embolcall nuclear al voltant del material genètic.

Les principals diferències entre la cèl·lula procariota i eucariota són:

Cèl·lula procariota	Cèl·lula eucariota
El tamany de les cèl·lules procariotes és més petit (entre 1 i 2 micròmetres)	El tamany de les cèl·lules eucariotes és més gran que el de les procariotes (entre 5 i 20 micròmetres)
El grup format per cèl·lules procariotes és el regne de les moneres (bacteris)	Les cèl·lules eucariotes formen els éssers més complexos: el regne protists, fongs, vegetal i animal.
Tenen poca quantitat d'òrgànuls, pràcticament ribosomes si mesosomes	Tenen gran quantitat d'òrgànuls: reticle endoplasmàtic llis, reticle endoplasmàtic rugós, ribosomes, aparell de Golgi, centrosoma, lisosomes, vacúols, mitocondris, cloroplasts...
Tenen ribosomes més petits que la cèl·lula eucariota (70S)	Tenen ribosomes més grans (80S)
No tenen membrana nuclear que envolti el material genètic	Tenen un embolcall que envolta el material genètic
El material genètic està format per una molècula d'ADN dispers pel citoplasma i no forma cromosomes	El material genètic està format per diverses molècules d'ADN que formen cromosomes
Les cèl·lules procariotes presenten una paret cel·lular de Mureïna	Les cèl·lules eucariotes vegetals posseeixen paret cel·lular constituïda per cel·lulosa i les cèl·lules eucariotes animals no tenen paret cel·lular.
Presenten flagels d'estructura fibril·lar simple	Presenten cilis o flagels d'estructura fibril·lar complexa



1.3.1 BACTERIS

Els bacteris són procariotes petits, de grandària que oscil·la entre les 0.8 i les 12 µm capaços de dur a terme els seus processos vitals de creixement i reproducció independentment d'altres cèl·lules de la mateixa o diferent classe.

Les cèl·lules procariotes són petites i menys complexes que les eucariotes. Són cèl·lules sense nucli cel·lular definit, és a dir, que el seu material genètic es troba dispers pel citosol.

Treball de recerca

Els pocs orgànuls de la cèl·lula procariota no es troben envoltats per membranes lipídiques com els orgànuls de la cèl·lula eucariota.

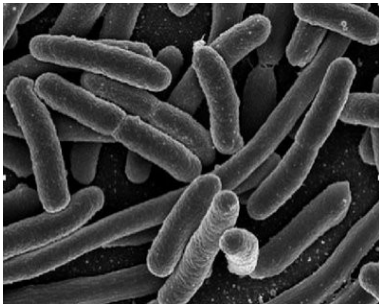
El petit tamany de les cèl·lules procariotes li permet créixer i multiplicar-se més ràpidament que les cèl·lules eucariotes. Les cèl·lules petites tenen una relació superfície-volum més gran que les cèl·lules grans, és a dir que tenen major àrea de superfície per al mateix volum, per tant les cèl·lules microbianes cobreixen les seves necessitats nutricionals de manera molt fàcil. Per exemple, en condicions ideals el bacteri *Escherichia coli* es duplica cada 20 minuts, molt més ràpid que qualsevol cèl·lula eucariota.

La majoria dels bacteris són benignes o inofensius, una petita part és patògena.

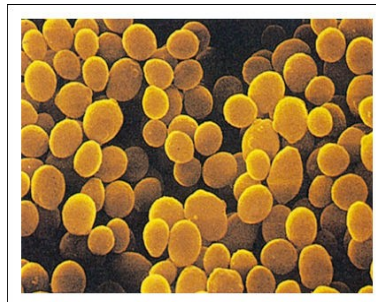
El grup dels bacteris comprèn els Eubacteris i els Arqueobacteris. Són organismes molt senzills que presenten gran variabilitat de metabolismes.

Segons la seva morfologia els bacteris més habituals són:

Bacils (forma de bastó)



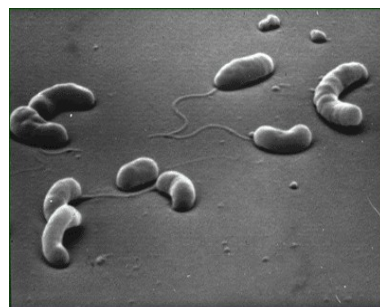
Cocs (forma esfèrica)



Espirils (forma d'espiral)



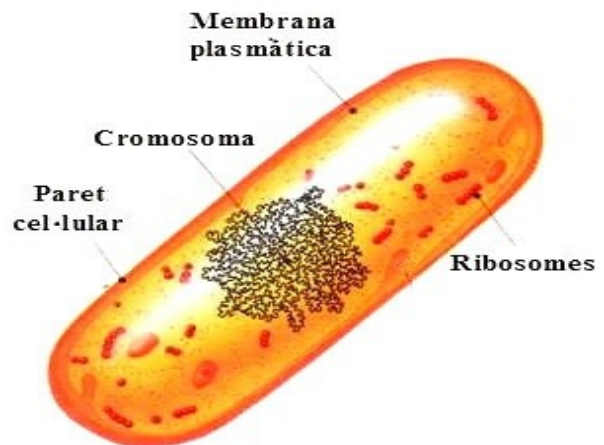
Vibrions (forma de coma ortogràfica)



Imatge 3: Tipus morfològics dels bacteris

A l'hora de la divisió cel·lular, els bacteris, poden formar agrupacions d'individus units per components químics. Els bacils poden formar cadenes lineals (ja que es divideixen en una sola direcció), en canvi els cocs poden dividir-se en diferents direccions, així que poden formar diferents tipus d'agrupacions com els diplococs si formen parelles, els estreptococs si formen cadenes o els estafilococs si formen raïms.

Conviuen els microorganismes amb nosaltres?



Imatge 2: Cèl·lula bacteriana

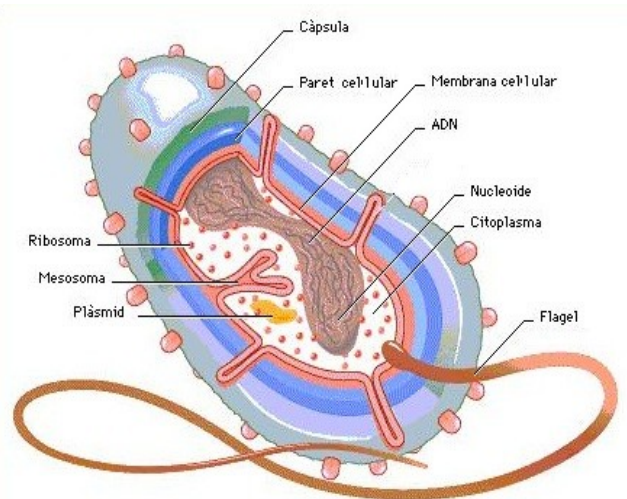
1.3.1.1 Estructura bacteriana:

Els components estructurals més importants dels bacteris són:

Càpsula bacteriana.

La càpsula bacteriana és una capa que envolta la paret bacteriana i que només presenten alguns bacteris. Està formada per polisacàrids i el cúmul de substàncies excretades pel metabolisme i es rígida però si absorbeix aigua, augmenta el gruix i es torna mucilaginosa, aleshores s'anomena capa mucosa. Per això trobem mides molt variades (100 a 400Å).

Molts bacteris patògens tenen càpsula per dificultar que els anticossos de l'hoste els reconeguin i els destrueixin. A més a més la càpsula permet l'adhesió del bacteri a l'hoste i facilita la formació de colònies, també permet l'entrada i sortida d'aigua i substàncies nutritives i actua com a mecanisme de defensa davant la dessecació del medi.



Imatge 4: Estructura d'un bacteri

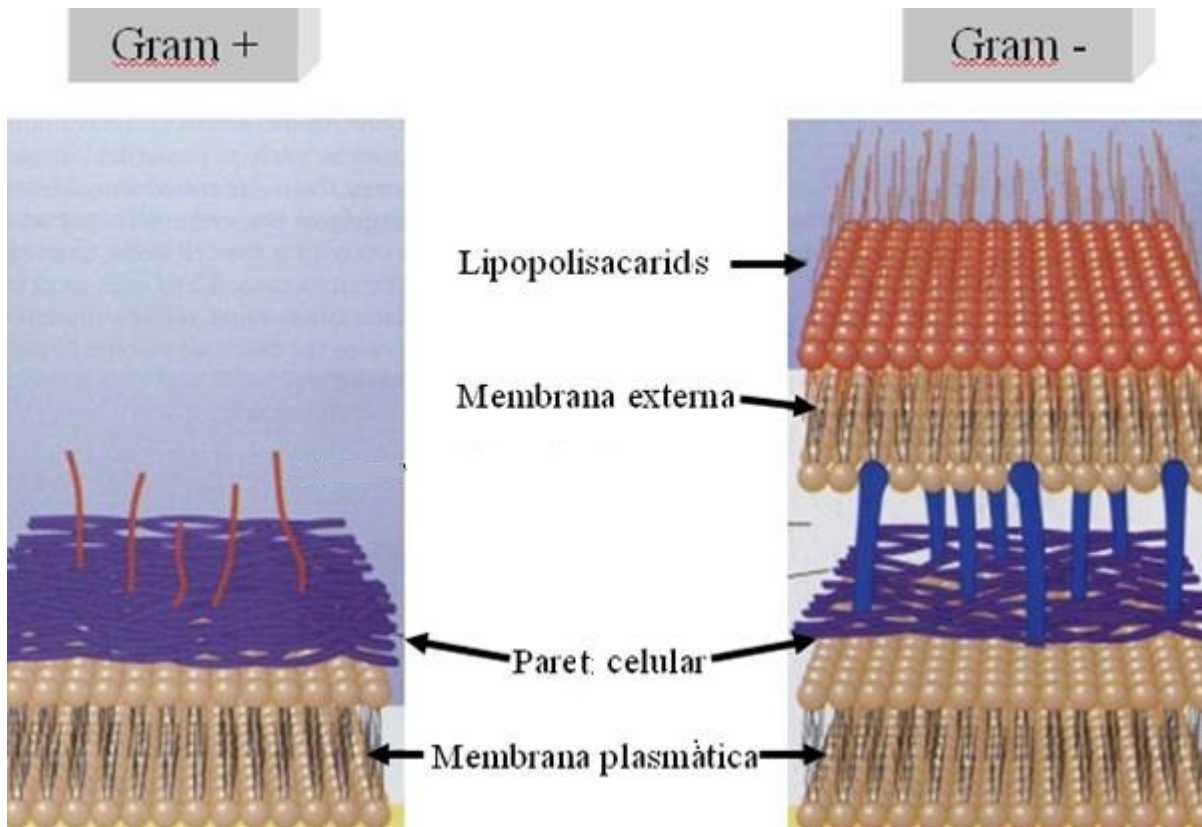
Paret bacteriana

La seva funció és l'equivalent a la de la paret cel·lular dels vegetals tot i que de composició diferent, és un embolcall rígid que dona forma als bacteris i que envolta a la membrana citoplasmàtica. Està constituïda per Mureïna (filaments de peptidoglucà similars a la cel·lulosa).

Hi ha diferents tipus de bacteris segons la composició de la paret bacteriana i això fa que els bacteris reaccionin d'una manera o d'una altra quan es sotmeten a l'anomenada tinció de Gram, formada per tres reactius: cristall violeta, lugol i safranina, que fa que es distingeixin dos grups: els bacteris grampositius, i els gramnegatius.

En els bacteris Gramnegatius l'estructura de mureïna és una fina capa de 20 a 30 amstrongs sobre la que hi ha una membrana externa constituïda per una doble capa lipídica que conté un gran nombre de proteïnes i liposacàrids, en canvi, els bacteri Grampositius tenen una capa de mureïna molt més gruixuda associada a àcids teicoics. Per això a la tinció de Gram els bacteris Gramnegatius es decoloren (color vermell) i els Grampositius, degut a la seva capa gruixuda, no es decoloren i mantenen el color del cristall violeta (blau). Aquesta classificació té importància mèdica ja que a la paret bacteriana s'hi troben els llocs d'actuació de molts antibiòtics. L'altre funció important de la mureïna és contrarestar la pressió de turgència. La turgència d'una cèl·lula és la pressió interna que existeix en el citoplasma. En un bacteri la turgència és elevada perquè el seu contingut intern està molt concentrat.

La paret bacteriana serveix per mantenir la forma dels bacteris i és permeable a les sals.



Imatge 5: Diferències estructurals entre la paret dels Gram+ i dels Gram-

Membrana plasmàtica

És la coberta que envolta el citoplasma. És una membrana de tipus unitari de 75 Å de gruix i de composició i estructura com la de la cèl·lula eucariota, excepte per la presència de colesterol.

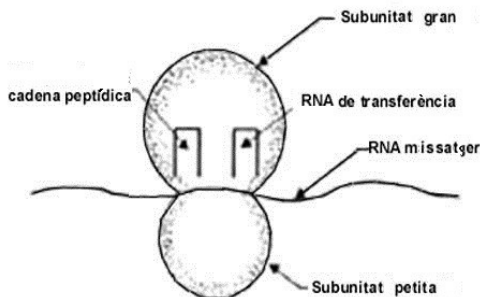
La seva funció és delimitar el bacteri, contenir el citoplasma i realitzar el transport de substàncies nutritives entre l'interior i exterior de la cèl·lula.

A més la membrana presenta invaginacions o replècs cap a l'interior anomenats mesosomes que contenen nombrosos sistemes enzimàtics que intervenen a:

- Dirigir la replicació del ADN bacterià a través de l'ADN-polimerasa.
- Fer la respiració bacteriana gràcies a la presència d'enzims ATP-sintetases a les membranes.
- Fer la fotosíntesi en els bacteris fotosintètics.

Citoplasma

El citoplasma és tot el contingut comprès a l'interior de la membrana plasmàtica i que conté els òrgans de la cèl·lula. Aquí és on passen el major nombre de reaccions químiques vitals per a la cèl·lula. El citoplasma també contribueix al moviment d'aquests òrgans i al citosol



Imatge 6: Ribosoma fent la síntesi de proteïnes

Ribosomes

Són partícules globular de 200 Å de diàmetre que es troben lliures en el citoplasma bacterià i es veuen com unes petites partícules fosques. Estan constituïts per ARN ribosòmic i proteïnes.

Els ribosomes bacterians són una mica més petits que els ribosomes de les cèl·lules eucariotes i estan formats per dues subunitats, la més gran té un tamany de 50S i la més petita de 30S.

Els ribosomes bacterians fan la síntesi de proteïnes a partir de l'ARN missatger. Per fer aquest procés les dues subunitats s'uneixen i pel punt d'unió passa l'ARN missatger

Inclusions

Les inclusions són grànuls de reserva que el bacteri sintetitza en moments d'abundància. Aquestes inclusions es troben disperses pel citoplasma i no tenen membrana plasmàtica que les aïlli. Poden ser de reserva energètica, com els grànuls de midó o de glicogen o de reserva de fòsfor en forma de polifosfat, els anomenats grànuls de volutina. El glicogen o els triglicèrids són exemples típics d'inclusions cel·lulars.

ADN bacterià

L'ADN dels bacteris està format per un sol cromosoma circular. El cromosoma dels bacteris està constituït per una doble cadena d'ADN que porta associat proteïnes i ARN. Es troba condensat en una zona del citoplasma anomenada nucleoide. Alguns bacteris també contenen molècules d'ADN circular més petites anomenades plasmidis. Els plasmidis són portadors de gens que codifiquen funcions especialitzades i no essencials com poden ser la resistència als antibiòtics o la pigmentació.

El cromosoma bacterià té com a funció contenir la informació genètica i dirigir el funcionament del metabolisme bacterià.

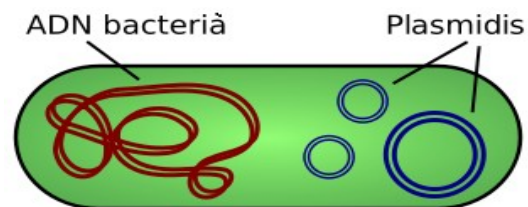
Pèls

Els pèls dels bacteris són estructures allargades i buides que aquests fan servir per adherir-se a diferents superfícies. Estan formats per la proteïna pilina. Aquests pèls són característics dels bacteris Gram – i n'hi ha de dos tipus:

- Pèls de conjugació o sexuals: són pèls llargs que uneixen dos bacteris per a l'intercanvi de material genètic.
- Pèls d'unió o fimbries: són pèls curts (entre 3 i 10 nm) i n'hi pot haver fins a 200 per bacteri. S'utilitzen per adherir-se a diferents superfícies.

Fimbries

La fimbria és un apèndix proteic present en molts bacteris, és més curt i prim que un flagel. Aquest apèndix pot arribar a tenir diversos µm de llarg i es troben a la membrana citoplasmàtica i sobresurt a l'exterior a través dels porus de la paret cel·lular i la càpsula bacteriana. Les fimbries són utilitzades pels bacteris per adherir-se a les superfícies, unes a altres, o a les cèl·lules animals. Un bacteri pot tenir d'ordre 1.000 fimbries que només són visibles amb l'ús d'un microscopi electrònic.

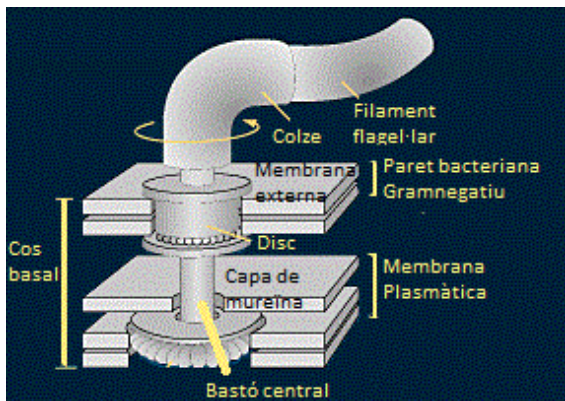


Imatge 7: Material genètic dels bacteris

Les fimbries poden estar repartides uniformement per tota la superfície de la cèl·lula o estar situades només als pols. Les fimbries es poden trobar tant en els bacteris gramnegatiu com en les grampositiu.

En molts bacteris, les fimbries són necessàries pel procés d'infecció. Els bacteris mutants que manquen de fimbries no poden adherir-se al seu destí habitual i, per tant, no poden provocar infeccions.

A vegades els termes pilis i fimbria es confonen; la fimbria sol referir-se als pèls curts que utilitzen els bacteris per adherir-se a les superfícies, i els pilis són els pèls lleugerament més llargs que s'utilitzen en la conjugació per transferir el material genètic.



Imatge 8: Estructura d'un flagel d'un bacteri com l'Escherichia coli

Flagel

Els flagels són prolongacions fines amb una longitud que pot ser diverses vegades més gran que la del bacteri mateix. N'hi pot haver des d'un sol fins a 100 per cèl·lula bacteriana.

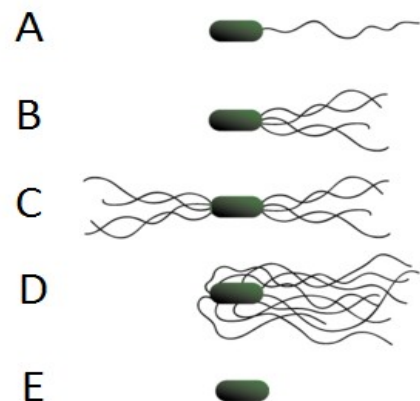
Els flagels, en girar, són els que permeten el moviment dels bacteris, rotant i impulsant-lo com un hèlix a un vaixell. Això és gràcies a la seva estructura constituïda per tres parts:

La part més externa és el flagel, compost per una proteïna anomenada flagel·lina. Unit al flagel existeix el colze que actua com una articulació i permet que el flagel s'orienti en diferents direccions. El colze, a la vegada, s'uneix amb una estructura anomenada cos basal que té dues funcions: unir el flagel amb la cèl·lula i fer rotar el flagel per tal que la cèl·lula es pugui desplaçar.

Els flagels bacterians són molt més senzills que els de les cèl·lules eucariotes. Són filaments molt llargs que poden arribar a mesurar 20 micres de longitud i s'originen a la membrana citoplasmàtica.

Segons la posició i el nombre de flagels a la cèl·lula bacteriana se'n diferencien cinc grups:

- a) monòtrics: només posseeixen un sol flagel que està situat a un dels pols de la cèl·lula.
- b) lofòtrics: cèl·lules que tenen un conjunt de flagels en un dels seus pols.
- c) anfitrius: posseeixen un conjunt de flagels en cadascun els pols de la cèl·lula bacteriana.
- d) peritrics: mostren flagels al voltant de la cèl·lula.
- e) àrtics: no tenen flagels.



Imatge 9: Tipus de bacteris segons el nombre i posició dels flagels

1.3.1.2 Funcions dels bacteris:

Els bacteris com qualsevol ésser viu, desenvolupen les funcions de nutrició, de relació i de reproducció.

Funció de relació

Moltes de les espècies de bacteris tenen mobilitat. El desplaçament es realitza a través de reptació sobre un substrat, per mitjà de moviments de contracció o bé per mitjà de flagels. També presenten fenòmens de resposta davant d'estímuls lluminosos en bacteris fotosintètics i també d'estímuls químics. Una de les respostes més conegudes respecte a les variacions del medi és la formació d'endòspores que són formes de resistència o formes de repòs extremadament resistents que formen alguns bacteris, principalment Grampositius.

Les endòspores poden sobreviure cents d'anys, resistint condicions extremes de calor, productes tòxics i radiacions degut a la seva manca d'aigua en la seva composició (aproximadament el 15% d'aigua conté una endòspora, quan les cèl·lules procariotes tenen al voltant d'un 70% d'aigua i les cèl·lules eucariotes estan compostades en més del 90% d'aigua).

Quan les condicions desfavorables desencadenen l' esporulació (formació d'una endòspora) el citoplasma de la cèl·lula es divideix en dues parts desiguals, però amb una còpia completa de l'ADN en cadascuna d'elles. A continuació la part més gran comença a envoltar progressivament a la part més petita o preespora. La preespora donarà lloc a l'endòspora i la part del citoplasma que l'envolta subministrarà el material per sintetitzar la gruixuda capa proteica.

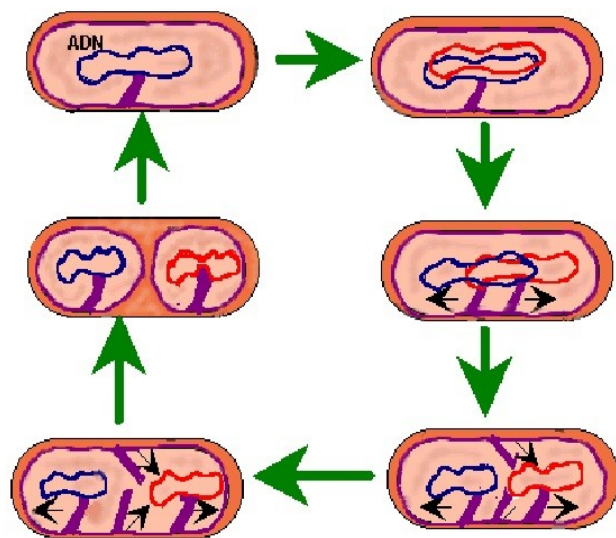
Quan es torna a condicions favorables les endòspores donen lloc a cèl·lules vegetatives que poden créixer i reproduir-se. Les endòspores no són una etapa vital en la vida d'una cèl·lula procariota, sinó que només s'originen quan hi ha manca de nutrients o altres condicions que no són favorables per al creixement.

L' esporogènesi és el cicle complet d' esporulació i germinació, que és un mecanisme de supervivència.

Funció de reproducció

Donada la senzillesa estructural i metabòlica dels bacteris posseeixen una elevada capacitat reproductora, tant que en condicions adequades fins i tot poden arribar a multiplicar-se cada 5 minuts o inclús amb major freqüència.

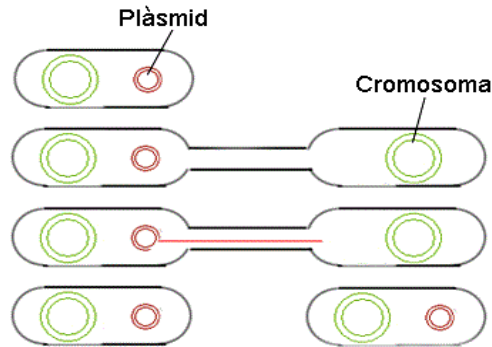
La reproducció dels bacteris és de tipus asexual i es realitza per bipartició o fissió binària. Cada cèl·lula es divideix en dos, amb una divisió prèvia del material genètic i posterior divisió del citoplasma (citocinesi). Els bacteris fills són genèticament idèntics als bacteris progenitors.



Imatge 10: Forma de reproducció asexual dels bacteris

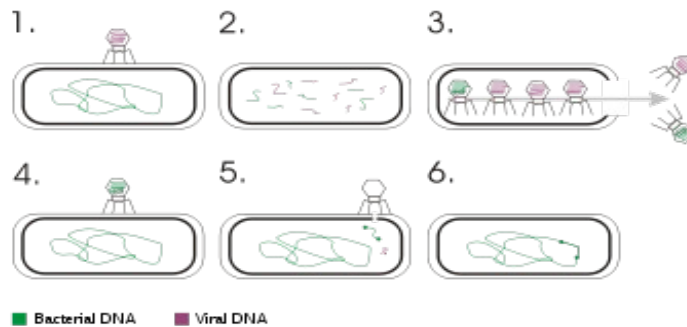
Els bacteris també presenten fenòmens de parasexualitat pels quals intercanvien informació genètica amb altres bacteris, siguin o no de la mateixa espècie. La parasexualitat serveix per obtenir variabilitat i adaptar-se a diferents ambients. Entre els bacteris pot ocórrer un intercanvi d'ADN mitjançant 3 mecanismes: la conjugació, la transducció i la transformació:

- Conjugació: procés en el que dos bacteris es comuniquen a través dels pilis o pèls sexuals. En el moment en el que els citoplasmes estan connectats, l'individu donant (F+) transmet part del seu ADN al receptor (F-) que incorpora el nou material genètic al seu, a través de recombinació i el transmet a la seva vegada quan es reproduïx. També poden transferir plasmidis



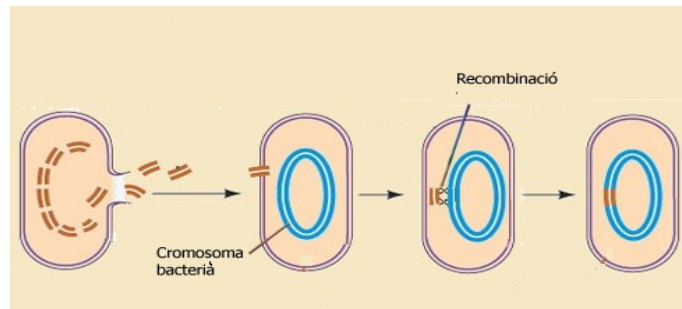
Imatge 11: Esquema del procés de conjugació

- Transducció: en aquest procés, un agent transmissor, que normalment és un virus, duu fragments d'ADN d'un bacteri parasitat a un nou receptor, de forma que l'ADN del bacteri parasitat s'integra a l'ADN del nou bacteri.



Imatge 12: Esquema del procés de la transducció

- Transformació: Un bacteri pot introduir en el seu interior fragments d'ADN que estan lliures al medi. Després aquest ADN pot ser degradat (el més comú) però de vegades, s'incorpora al cromosoma bacterià bé afegint-se o substituint fragments de l'ADN propi.



Imatge 12: Esquema de la transformació

Funció de nutrició i metabolisme

El metabolisme és el conjunt de processos pels quals un ésser obté l'energia i nutrients.

Els bacteris posseeixen una gran varietat de vies metabòliques.

Aquells bacteris que depenen d'una font de carboni orgànic són anomenats heteròtrofs i obtenen el seu aliment de substàncies orgàniques sintetitzades per altres organismes. Mentre que altres bacteris només requereixen diòxid de carboni i sintetitzen totes les substàncies necessàries per al seu metabolisme a partir de substàncies inorgàniques, de manera que per a la seva nutrició no necessiten altres éssers vius i s'anomenen autòtrofs.

Dins dels autòtrofs podem trobar els quimioautòtrofs i els fotoautòtrofs. Els primers obtenen l'energia a partir de la matèria inorgànica i la seva font de carboni és el CO₂ i els fotoautòtrofs obtenen l'energia a partir de l'energia de la llum, la seva font de carboni també és el CO₂.

Dins dels heteròtrofs també podem trobar dos grups els quimioheteròtrofs és aquell individu que té, tant com a font d'energia com de carboni els compostos orgànics i els fotoheteròtrofs que tenen com a font d'energia la llum i com a font de carboni els compostos orgànics.

Molts bacteris poden classificar-se en tres grups diferents depenent de la seva resposta a l'oxigen:

- Aeròbics: bacteris que només poden créixer en presència d'oxigen.
- Anaeròbics: bacteris que només creixen en absència d'oxigen.
- Anaeròbics facultatius: bacteris que poden desenvolupar-se tant amb presència com en absència d'oxigen.

Els bacteris que no usen oxigen per a la respiració però que poden sobreviure en la seva presència s'anomenen aerotolerants. Els bacteris que ocupen ambients considerats extrems per als humans formen els extremòfils.

1.3.1.3 Importància dels bacteris

Els cianobacteris són els organismes que en conjunt produeixen la major quantitat de matèria orgànica i oxigen del planeta. Alguns bacteris són indispensables en els cicles biogeoquímics de la matèria i tenen com a funció a la naturalesa la descomposició de la matèria orgànica, degradant les restes d'éssers vius fins a matèria inorgànica per a que puguin ser utilitzats per altres organismes.

Altres bacteris, també produeixen malalties en plantes i animals. Als éssers humans causen malalties com la sífilis, la tuberculosi o el tifus.

Els humans utilitzem aquests organismes amb varis objectius, com poden ser l'obtenció per fermentació de productes làctics, tractament d'aigües residuals, obtenció d'antibiòtics i fabricació de nombrosos productes industrials. Per exemple, en l'àmbit dels aliments trobem que els *Streptococcus* i els *Lactobacillus* intervenen en els processos de transformació del vi en vinagre i la llet en iogurt i formatge, els *Aceticum* transformen l'alcohol en àcid acètic i els *Acidi Lactici* quallen la llet.



Imatge 13: Sembrada de microorganismes

Els bacteris també són utilitzats pels científics en l'enginyeria genètica, en laboratoris naturals per obtenir certes substàncies útils en el tractament i prevenció de malalties i per la medicina per la seva capacitat amb la que poden ser manipulats per produir antibiòtics o transformacions genètiques, amb bacteris com l'*Escherichia Coli* i *Bacillus antracis*, que fabriquen elements útils per certes malalties com la diabetis (insulina).

1.3.1.4 Identificació bacteriana (Bergey's Manual of Determinative Bacteriology):

Alguns bacteris tenen formes cel·lulars característiques, però la majoria són molt similars quan s'observen a través del microscopi. Per això a l'hora de la seva classificació els microbiòlegs, tot i que comencen per determinar els seus caràcters morfològics, es basen sobre tot en els seus caràcters fisiològics com poden ser les condicions en les que creix, la capacitat de créixer en un medi selectiu o l'aspecte d'una colònia en un medi determinat.

Per a la identificació d'un gènere es necessiten varies propietats. Però això no significa que s'hagin d'examinar totes les propietats per identificar un bacteri, simplement coneixent el seu origen reduïm el ventall de possibilitats

Actualment a l'hora d'identificar un bacteri utilitzem esquemes ja elaborats, ja que encara avui és difícil, amb processos manuals al laboratori, identificar un bacteri.

A principis del segle XIX la ASM (Societat Americana de Microbiologia) va considerar que els bacteriòlegs necessitaven un manual adequat que els ajudés a la identificació d'espècies bacterianes. Aquesta tasca va ser resolta per el bacteriòleg David H. Bergey, qui va publicar la seva primera edició de "Bergey's Manual of Determinative Bacteriology" al 1923.

"Bergey's Manual of Determinative Bacteriology" inclou als bacteris en quatre divisions, basant-se en la composició de la paret cel·lular:

- Bacteri Gramnegatiu els quals tenen una estructura de mureïna fina que té al voltant de 20 a 30 amstrongs sobre la que hi ha una membrana externa constituïda per una doble capa lipídica que conté un gran nombre de proteïnes i liposacàrids.
- Bacteris Grampositius: tenen una capa de mureïna molt més gruixuda que els Gramnegatiu associada a àcids teicoïcs. que posseeixen una fina capa amb peptidoglicà.
- Els arqueobacteris que posseeixen una paret cel·lular composta per un material diferent al peptidoglicà.
- Els micoplasmes que no tenen paret cel·lular rígida.

1.3.2 ELS ARQUEOBACTERIS

Són procarïotes generalment anaerobis que acostumen a viure en ambients extrems de temperatura i salinitat. Els arqueobacteris estan dintre del domini Archaea i es separen dels eubacteris degut a les seves diferències fisiològiques i bioquímiques.

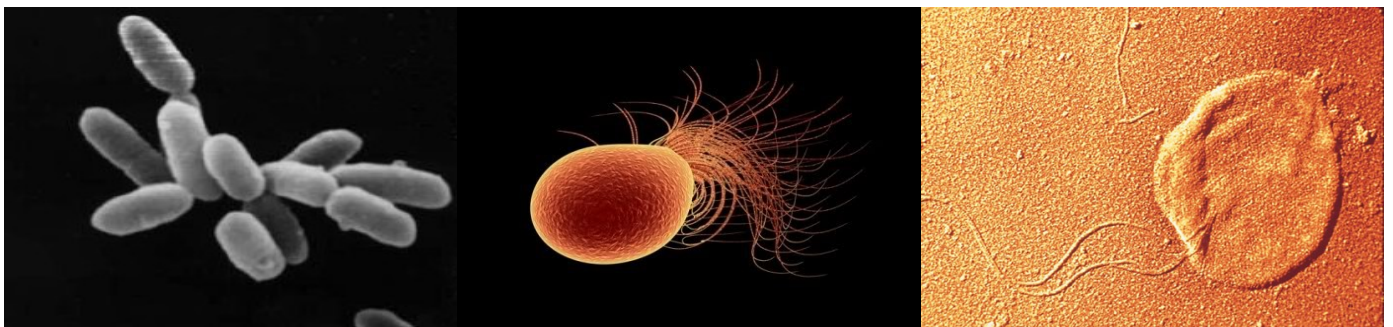
Els arqueobacteris tenen una membrana plasmàtica amb lípids que no contenen àcids grassos.

Les membranes dels arqueobacteris poden ser bicapa o monocapa.

El genoma dels arqueobacteris està format per una sola molècula d'ADN circular, més petit que el dels eubacteris i associat a histones. Moltes espècies d'arqueobacteris són autòtrofes i moltes són capaces de colonitzar medis amb condicions ambientals extremes.

Es poden distingir tres grups d'arqueobacteris:

- **Arqueobacteris halòfits:** viuen en aigües hipersalines com les del mar Mort i són incapaces de viure en medis que continguin menys del 10% de clorur de sodi (NaCl).
- **Arqueobacteris termòfils:** viuen en aigües termals o en zones volcàniques riques en sofre.
- **Arqueobacteris metanògens:** són capaços de produir metà (CH_4) a partir de diferents substrats.



Arqueobacteri halòfits

Arqueobacteri termòfil

Arqueobacteri metanògen

Imatge 14: Diferents tipus de arqueobacteris

1.3.3 FONGS

Els fongs són un grup molt ampli i divers. Amb més de 70.000 espècies conegudes, que constitueixen un regne que inclou des de llevats, organismes filamentosos fins a bolets. La ciència de la biologia que estudia aquest regne s'anomena Micologia.

Com tots els animals i vegetals els fongs són organismes eucariotes i alguns són unicel·lulars i altres pluricel·lulars. Posseeixen parets cel·lulars de quitina o altres polisacàrids com ara els glucans. A més els fongs són heteròtrofs i la majoria són sapròfits (obtenen els nutrients per descomposició de la matèria orgànica morta). Presenten digestió externa. Altres són paràsits,



Imatge 15: Basidiomicets, bolets

viuen a l'interior o sobre vegetals, animals i humans, provocant malalties, normalment. La majoria de les espècies que són patògenes per als humans, són organismes sapròfits que s'han adaptat a sobreviure en teixits humans.

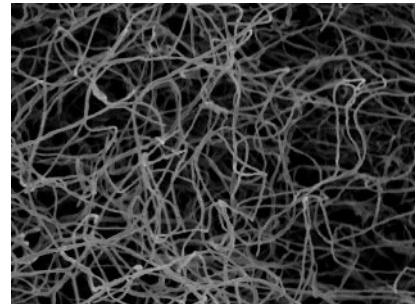
Presentes arreu del món, la majoria de fongs són en gran part invisibles a ull nu, i viuen principalment al sòl, en matèria morta, i com a paràsits de plantes, animals o altres fongs.

Són una peça essencial als ecosistemes a l'hora de descompondre matèria orgànica i són indispensables en els cicles i intercanvis de nutrients.

1.3.3.1 Morfologia:

Els fongs, excepte els unicel·lulars, posseeixen una estructura anomenada miceli que està compost per diverses hifes (filaments individuals) ramificades, i tot això constitueix el tal·lus (cos del fong). El miceli és el conjunt d'hifes.

Depenent del creixement del miceli es classifiquen en reproductor (aeris) o vegetatiu. Els micelis reproductors creixen cap a la superfície externa del medi i són els encarregats de formar els òrgans reproductors per a la formació de nous micelis.



Imatge 16: Miceli d'un fong

Els micelis vegetatius s'encarreguen de l'absorció de nutrients i creixen cap a baix per complir la seva funció.

No tots els fongs són filamentosos, alguns grups són unicel·lulars.

En els fongs inferiors, el miceli és cenocític, és a dir, està constituït per una xarxa de tubs ramificats sense divisions. En canvi, els fongs superiors posseeixen septes que aparentment divideixen el miceli en compartiments tabicats. Algunes parts del miceli estan especialitzades en l'absorció de nutrients i produeixen major quantitat de citoplasma, són els anomenats micelis vegetatius, altres estan especialitzades en la formació d'espores i són els micelis reproductors.

En les floridures el cos del fong es compon d'una seria d'hifes molt ramificades que formen un miceli en contacte amb l'exterior. Sovint els micelis de les floridures formen una espècie de cotó fluix sobre materials humits i en estat de putrefacció i en els medis de cultiu sòlids desenvolupen colònies invasores

1.3.3.2 Reproducció:

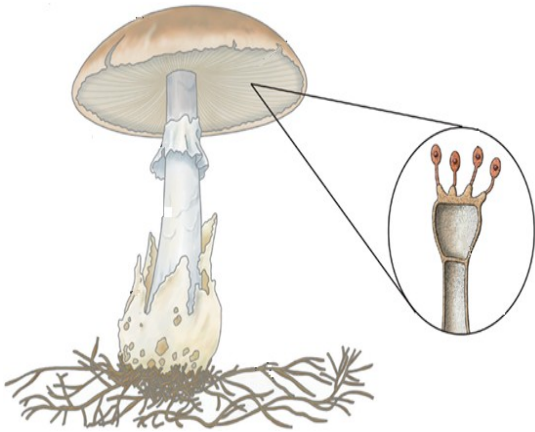
Els fongs es poden reproduir de forma asexual o sexual.

Les reproduccions asexuals

Tenen lloc a partir de la divisió de les hifes, ja sigui per divisió o gemmació de les cèl·lules o mitjançant la formació d'espores asexuals (mitospores), que són cèl·lules especialitzades que es dispersen i que germinen en condicions favorables. Les espores asexuals s'originen per mitosis.

La reproducció sexual

Es du a terme mitjançant la formació d'espores sexuals (meiospores), que s'originen després d'una fusió sexual de gàmetes. En els fongs homotàtics, tant els gàmetes masculins com els femenins s'originen del mateix tal·lus (cos), mentre que en els fongs heterotàtics es formen en tal·lus diferents. Generalment les espores sexuals són més resistents al calor, la dessecació i altres condicions desfavorables que les asexuals i que les cèl·lules vegetatives.



Imatge 17: Fongs basidiomicet; formació de basidiospores (meiospores)

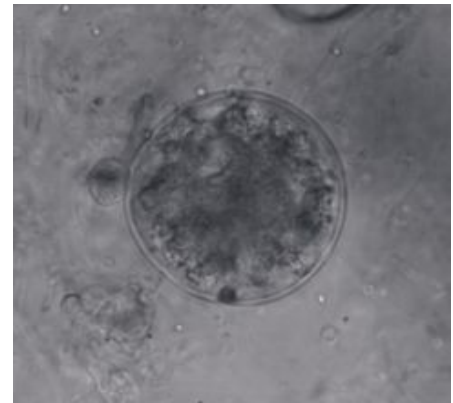
1.3.3.3 Classificació:

Segons el seu estat evolutiu els fongs es classifiquen en dos grans grups: fongs superiors i fongs inferiors.

Fongs inferiors

Tots els fongs inferiors són cenocítics (el miceli està constituït per una xarxa de tubs ramificats sense divisions) i es divideixen en cinc classes, segons l'estructura de les seves espores o gàmetes. Els més importants són els Quitridiomicets i Oomicets, que són aquàtics i els Zigomicets que són terrestres.

Els **Quitridiomicets** són floridures aquàtiques que creixen sobre materials orgànics que cauen a les aigües estancades, formant masses blanquinoses. Per exemple, al cap de pocs dies d'estar submergida en aigua, una fruita o un peix mort es recobreixen d'una capa de Quitridiomicets i altres floridures aquàtiques.



Imatge 18: Quitridiomicets

En un moment determinat del seu cicle vital, els Quitridiomicets donen lloc a esporangiospores (espores que sorgeixen de l'esporangi, que és l'òrgan reproductor que presenten certs organismes) i gàmetes mòbils.

Els **Oomicets** són floridures aquàtiques que tenen esporangiospores biflagelades i espores sexuals immòbils que es formen després d'una fusió entre gàmetes femenins immòbils i gàmetes masculins mòbils o immòbils. Alguns Oomicets infecten a les plantes i pocs a les persones. Altres es troben freqüentment a rierols i estanys i són paràsits de peixos.



Imatge 19: Oomicets

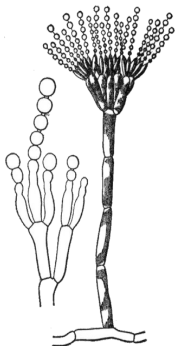
Els **Zigomicets** no formen cèl·lules nedadores, un exemple d'aquest grup és la floridura de color negre *Rhizopus nigricans*, que es desenvolupa al pa o altres aliments derivats dels cereals. Les esporangiospores dels Zigomicets no tenen flagels i quan s'alliberen dels esporagis són dispersades per l'aire. Els gàmetes dels Zigomicets posseeixen normalment l'aspecte de hifes curtes que es fusionen entre si donant lloc a un zigot. Els gàmetes masculins no es distingeixen dels femenins però pertanyen a diferents grups sexuals (+) o (-). Els gàmetes (+) només es fusionen amb gàmetes (-) i al contrari. Alguns generes de Zigomicets, entre ells *Rhizopus*, poden causar malalties anomenades zigomicosis en individus que estan immunològicament dèbils.



Imatge 20: Zigomicets

Fongs superiors

Els fongs superiors es divideixen en **Ascomicets**, **Basidiomicets** i **Deuteromicets**, segons si formen o no espores sexuals i del tipus d'aquestes. Les espores asexuals en els tres grups són sempre conidiòspores (es una espora asexual, immòbil formada directament a partir d'una hifa).



Imatge 21:
Conidi amb
conidiòspores

La reproducció sexual de tots els **Ascomicets** és molt similar: es fusionen els extrems de les hifes d'un mateix tal·lus o tal·lus diferents (homotàlic o heterotàlics, respectivament). El nucli, que es troba en el zigot, experimenta una meiosi i a vegades, els quatre nuclis resultants es divideixen de nou, convertint-se en espores sexuals, anomenades ascòspores que es troben dins d'una asca (bossa que es forma a la paret del zigot). Un cop alliberades de l'asca les ascòspores germinen per donar lloc a un miceli vegetatiu completant el cicle de la

reproducció sexual.

La majoria dels **Basidiomicets** formen basidiocarps (bolets amb forma de xampinyó en els troncs dels arbres), altres floridures i altres llevats. La reproducció sexual dels Basidiomicets que formen miceli és exclusiva del grup, ja que en una etapa del seu cicle vital creixen de manera que adquireixen una forma arrodonida. En aquest estat les hifes s'han fusionat. I tot i que les citoplasmes dels dos micelis s'han fusionat els nuclis no ho fan. Formen espores anomenades basidiòspores. En el cas dels Basidiomicets amb forma de xampinyó aquesta etapa és subterrània i desencadenen una sèrie de successos que formen espores que en cavat sortiran pels porus del bolet resultant.



Imatge 22: Floridura

Els **Deuteromicets** formen conidis però no espores sexuals, per tant no originen bolets sinó que creixen com floridures o llevats.

Així un fong superior que no formi espores sexuals no es pot classificar als Ascomicets ni als Basidiomicets degut a la seva reproducció. Per exemple, un fong de tipus sexual determinat de un Ascomicets o Basidiomicets que sigui heterotàlic no podria formar espores sexuals si li faltés el seu tipus sexual complementari (és a dir, si a (+) li faltés (-) o al revés) i podria ser assignat als

Deuteromicets. També són classificats als Deuteromicets els fongs que per mutació no poden formar espores sexuals.

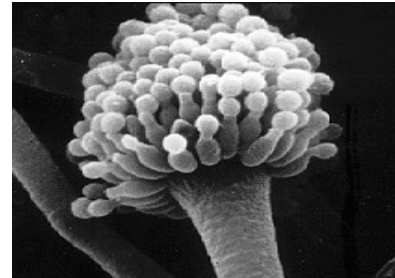
La majoria dels fongs que causen malalties en humans, entre els que es troben *Blastomyces*, *Cryptococcus*, *Histoplasma* i *Candida* són Deuteromicets.



Ascomicets



Basidiomicets



Deuteromicets

Imatge 23: Diferents tipus de fongs

1.3.3.4 Llevats:

Actualment, els microbiòlegs utilitzen el terme llevat per referir-se als cents d'espècies de fongs no filamentosos, unicel·lulars i amb cèl·lules rodones o ovalades. La majoria dels llevats són Ascomicets o Deuteromicets alguns són Basidiomicets i molt pocs són Zigomicets. Els llevats que inclouen tant formes aeròbiques com anaeròbiques estan distribuïdes per la natura, tant a flors, fulles d'arbres, fruites, carns al terra i fins i tot al nostre cos.

La majoria de llevats es multipliquen per gemmació i només uns pocs per divisió.



Imatge 24: Llevat dividint-se per gemmació

1.3.3.5 Importància dels fongs:

Encara que algunes bacteris i virus produeixen diverses malalties a les plantes, els fongs són la causa principal de les malalties infeccioses en vegetals. Els principals fongs patògens de plantes són floridures però també s'inclouen alguns llevats. Particularment Oomicets, que poden matar directament a la planta o provocar mutacions. Però moltes d'aquestes malalties es poden controlar mitjançant antifúngics.

De tots els fongs coneguts menys de 100 provoquen malalties en les persones. A la malaltia produïda per un fong se l'anomena micosis. Les infeccions fúngiques no són molt contagioses, generalment els humans s'infecten a través de l'aire. Un cop que els fongs produeixen la malaltia,

poden ser difícils de tractar o inclús mortals, ja que la majoria dels agents antifúngics són tòxics per a les persones.

Algunes floridures i bolets produeixen toxines que quan s'ingereixen poden ser al·lucinògenes o molt verinoses per als humans. Per exemple la muscarina, produïda pel bolet *Amanita muscaria* és molt al·lucinògena. Les toxines faloidina i amanitina són altament verinoses.

Les infeccions que els fongs produeixen als humans poden dividir-se en dos grups principals: micosis sistemàtiques, en las que el patogen està molt escampat, produint infeccions a varis teixits o micosis superficials, que són infeccions de la pell, cabell o ungles.

Tot i així hi ha altres fongs que són útils per combatre malalties. Així com la penicil·lina, produïda pels Deuteromicets.

Els fongs, juntament amb els bacteris, són els principals descomponedors de matèria orgànica en molts, si no tots, dels ecosistemes d'arreu del món. Basant-se en observacions del nombre d'espècies de fongs en medis selectes, s'ha estimat que el regne dels fongs conté aproximadament 1,5 milions d'espècies. Es coneixen milers d'espècies descrites per taxonomistes però l'abast real de la diversitat dels fongs encara és desconegut. Fins fa poc, els fongs eren descrits basant-se principalment en característiques morfològiques, com ara la mida i la forma de les espores o fructificacions.

1.3.4 ALGUES

El terme “alga” fa referència a un gran grup d'organismes, morfològica i fisiològicament molt variat, d'organització senzilla i viuen a l'aigua o ambients molt humits. Tenen estructura de tal·lus, algunes unicel·lulars amb presència de flagels pel seu desplaçament i altres pluricel·lulars amb tal·lus filamentós o ramificat. Formades per cèl·lules eucariotes i amb paret cel·lular de cel·lulosa, les algues contenen clorofil·la per tant realitzen la fotosíntesi i produeixen oxigen, també presenten altres pigments com ara carotens, ficoxantina i ficobilines.

Les algues es diferencien de les plantes per la seva estructura, els seus cicles de vida i pel seu tipus de reproducció. Les algues no produeixen embrions sinó que es reproduïxen de forma asexual com els fongs, mitjançant la formació d'espores o per bipartició. També alguns grups d'algues pluricel·lulars presenten reproducció sexual quan les condicions del medi són desfavorables i en algunes espècies s'aparèixer alternança de generacions amb un esporòfit i un gametòfit.

La branca de la biologia que estudia les algues és la ficologia.

1.3.4.1 Diversitat:

Les algues són organismes autòtrofs fotosintètics, també són aquàtics, tot i que algunes algues colonitzen en ambients terrestres però molt humits com poden ser roques que es troben a la vora del mar, troncs d'arbres... La majoria de les algues viuen tant a aigües salades com a aigües dolces.



Imatge 25: Alga verda

Les algues unicel·lulars tenen flagels per poder desplaçar-se, en canvi, les algues pluricel·lulars tenen una estructura tal·lofítica, és a dir, que no formen ni teixits ni òrgans i poden ser formes tal·lofítiques ramificades o filamentoses.

1.3.4.2 Classificació:

Les algues es divideixen en sis grups segons els seus tal·lus (si són unicel·lulars, amb forma de planta, filamentosos...).

La combinació de pigments de cada alga també li proporciona un color en particular i amb aquesta característica es poden dividir en tres grups:

- **Algues Clorofícies** o algues verdes: Són una classe d'algues, que poden ser tant unicel·lulars com pluricel·lulars, amb abundant clorofil·la (normalment és l'únic pigment que es troba, d'aquí el seu color verd). Són les algues més comunes, marines i associades a la humitat.

Les algues verdes unicel·lulars es reproduïxen asexualment per bipartició. Són tant d'aigua salada com dolça.

- **Algues Feofícies** o algues brunes: Són només de vida aquàtica, principalment d'aigua salada. El seu cicle reproductor és molt complex i són pluricel·lulars. Presenten el pigment fucoxantina que dona la coloració marró.

- **Algues Rodofícies** o algues roges: Són algues d'aigua salada i pluricel·lulars. També s'anomenen algues roges perquè hi predomina la pigmentació vermella (ficoeritrina).



Algues clorofícies
Imatge 26: Diferents tipus d'algues



Algues feofícies



Algues rodofícies

Els principals grups d'algues microscòpiques són:

- **Euglenòfits**: Són unicel·lulars, d'aigua dolça, de forma variable. Es mouen mitjançant flagels i algunes espècies són heteròtrofes i viuen a l'interior d'invertebrats aquàtics..

- **Dinoflagel·lats**: Són algues unicel·lulars mòbils, que posseeixen dos flagels. Els dinoflagel·lats, juntament amb alguns protozous, són els responsables de les mareas roges tòxiques.

- **Diatomees**: Són algues unicel·lulars microscòpiques, les quals estan envoltades per una càpsula de sílice formada per dues peces o frústuls a mode de capsula. Aquestes algues són utilitzades per a estudiar les condicions de les aigües.

*Euglenòfits**Dinoflagel·lat**Diatomees*

Imatge 27: Diferents tipus d'algues microscòpiques

1.3.4.3 Líquens:

Els líquens són el resultat que s'obté de l'associació d'un fongs i d'una alga (associació mutualista, on tots dos individus surten beneficiats). D'acord amb aquest caràcter es poden distingir nombrosos tipus estructurals de líquens, des de la seva unió casual fins a la fusió dels dos individus per formar un nou organisme.

Freqüentment el miceli del fong s'expandeix per sota del tal·lus del líquen i formen rizoides que són estructures en forma de arrels que fixen el líquen al substrat. Normalment es desenvolupen en llocs on existeixen pocs nutrients i en els que altres organismes no poden sobreviure.

*Imatge 28: Líquens*

Els líquens són organismes resistents a condicions ambientals diverses i per tant són capaços de colonitzar diversos ecosistemes. Aquesta resistència ve donada per les característiques del fongs de protecció a la dessecació i la radiació solar i la capacitat de fotosíntesi de l'alga.

1.3.4.4 Importància de les algues:

La funció més important de les algues és produir matèria orgànica a partir de la inorgànica, ja que les algues són els principals organismes productors d'oxigen.

Per altra banda, les algues són beneficioses per a la vida dels éssers humans a la terra, encara que no directament, però no causen malalties infeccioses per als humans, són fotosintètiques i no poden viure dins el nostre cos.

1.3.5 PROTOZOUS

Els protozous són eucariotes unicel·lulars, no fotosintètics que són de vida lliure i viuen en ambients humits o directament en medis aquàtics, ja siguin aigües salades o dolces, o altres són paràsits.

Els protozous paràsits causen en els humans malalties devastadores com poden ser la malària, una infecció dels glòbuls vermells de la sang, la leishmaniosis, infecció dels glòbuls blancs sanguinis i la malaltia del son, infecció del sistema nerviós que provoca el coma i posteriorment a la mort. Els de vida lliure es desplacen amb flagels, cilis o pseudopodis.

La reproducció dels protozous és asexual per bipartició o per esporulació.

La bipartició o divisió binària dona lloc a dos individus genèticament idèntics i l'esporulació és una divisió múltiple que es produeix només al grup dels Esporozous i consisteix en la formació de nombrosos protozous fills a partir d'un de sol, la qual cosa permet parasitar nombrosos cèl·lules de l'hoste en un període curt de temps. En els ciliats es duu a terme un fenomen de sexualitat, la conjugació per qual dos individus intercanvien una part del material genètic, això condueix a que els dos individus tinguin un genoma una mica diferent de l'original i afavoreix la variabilitat de l'espècie.

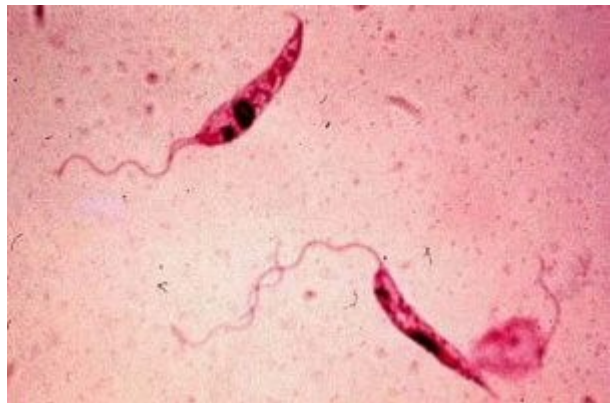
Els protozous poden créixer fins a un mil·límetre i són fàcils de veure a través d'un microscopi. Són organismes complexos per ser unicel·lulars, ja que posseeixen òrgans que són quasi tan complexos com els dels organismes pluricel·lulars. Durant la seva vida alguns protozous formen unes cèl·lules molt resistents o quists, envoltats per una capsula de polisacàrids que els protegeix de la dessecació, de les temperatures extremes i de les substàncies tòxiques.

Els protozous es poden classificar en quatre classes:

- **Flagel·lats:** es distingeixen perquè tenen un o més flagels que fan servir per desplaçar-se. Alguns són de vida lliure, però altres són paràsits com el *Trypanosoma gambiense*, que transmet per la mosca tse-tse produeix la malaltia de la son. En l'home el paràsit viu i es desenvolupa principalment en les vies circulatòries però en les últimes etapes de la malaltia pot produir-se una invasió del sistema nerviós.

Els protozous flagel·lats, es distingeixen per la possessió d'un o més flagels. Els flagels són filaments més llargs que els cilis. Normalment apareixen en un nombre reduït en cada cèl·lula. Les formes unicel·lulars que només tenen un o dos flagels representen la forma original de la que deriven tots els eucariotes. Per això són tants i tan variats els diferents tipus de protozous.

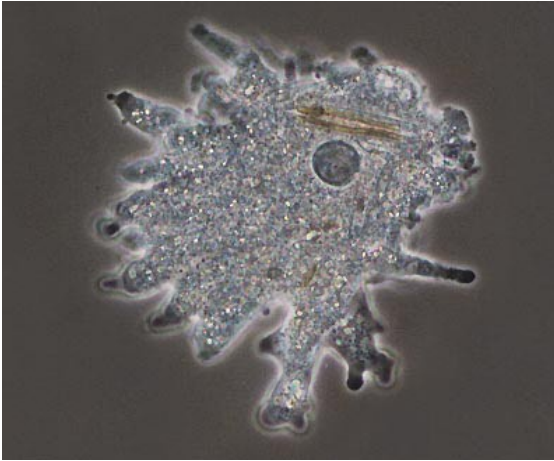
Els flagels serveixen per a la locomoció i per a la captura de l'aliment i poden ser receptors sensorials. Molts flagel·lats porten una vida lliure i solitària, alguns són sedentaris o altres formen colònies d'entre pocs i milers d'individus. Són molt freqüents en aigües dolces. Un nombre d'ells habita al sòl.



Imatge 29: *Trypanosoma Gambiense*

Els protozous flagel·lats patògens més importants són els *Trypanosomes*. Aquests protozous causen varies malalties greus en els humans incloent la malaltia de la son. Els *Trypanosomes* tenen una morfologia molt variada, tant entre espècies com en una mateixa espècie en les diverses fases dels seus cicles vitals. Són organismes bastant petits i prims, amb forma de mitja lluna i un sol flagel.

· **Rizòpodes:** es desplacen mitjançant pseudòpodes i poden capturar l'aliment per fagocitosi. Són exemples : *Amoeba proteus* (de vida lliure) i *Entamoeba histolytica*, paràsita.



Imatge 30: Ameba Proteus

Aquests protozous es desplacen per mitjà de pseudòpodes, és a dir, formant braços amb la paret cel·lular i com a prolongació del citoplasma, tot i que aquest grup també presenta el moviment flagel·lat per desplaçar-se, però amb menys freqüència. Amb aquestes deformacions la cèl·lula es pot moure en la direcció més favorable. Els pseudòpodes també són utilitzats per capturar aliment

Aquest grup es pot trobar tant al mar, com a l'aigua dolça o com al terra (inclús al desert). A part, és un grup molt ampli.

Tot i que aquests protozous poden tant retreure com allargar els seus pseudòpodes, l'aspecte varia molt quan estan en repòs o desplaçant-se.

Són molt pocs els ameboides que són patògens per a l'espècie humana, tot i que alguns poden arribar a ser fins i tot mortals.

Una varietat de amebes són paràsits de l'home i altres vertebrats, habitant, principalment, la cavitat oral o els indrets intestinals com l'*Entamoeba histolytica* que produeix una ulceració de l'epiteli intestinal, diarrea amb eliminació de sang i moc. En molts casos les infeccions no causen símptomes evidents però pot començar per lleus diarrees. Aquests paràsits només poden reproduir-se quan hi ha bacteris, ja que són la seva alimentació. Així aquestes amebes no podrien infectar a un animal lliure de gèrmens.

Les malalties que causa es poden tractar sovint amb antibiòtics antibacterians via oral.

· **Esporozous:** els esporozous comprenen un gran grup de protozous . Són paràsits amb poca mobilitat que viuen a l'interior de les cèl·lules, cavitats o líquids corporals. Parasiten tot tipus d'animal i causen malalties molt greus. Es reproduïxen per esporulació.

Els membres més importants del grup d'esporozous són els *coccidis*, que normalment són paràsits de les aus, i els *Plasmodis* (paràsit que cause el paludisme), que infecten a les aus i als mamífers, incloent a l'home. El paràsit *Plasmodium malarie* que és el causant del paludisme o la malària i és un dels paràsits més importants i que ha causat més morts arreu del món.



Imatge 31: Protozou

És inoculat a l'home per la picadura del mosquit Anophels.

· **Ciliats**: estan envoltats de cilis que tenen com a funció el moviment i la captura de l'aliment i presenten una estructura interna complexa. Viuen en aigües dolces o marines. Exemple el *Paramecium*.

Els cilis són filaments molt curts i nombrosos que amb el seu moviment provoquen el desplaçament de la cèl·lula.

La majoria de protozous ciliats posseeixen dos nuclis: el macronucli i el micronucli. El primer és més gran i és el que dirigeix el creixement vegetatiu i la divisió cel·lular. El micronucli és el més petit i aparentment només intervé en la reproducció cel·lular.

Els cilis són orgànuls de locomoció. Poden desplaçar ràpidament a la cèl·lula, fer-la canviar de sentit i parar-la bruscament, ja que la seva alimentació ho requereix. En general, mengen bacteris, fongs i altres protozous.

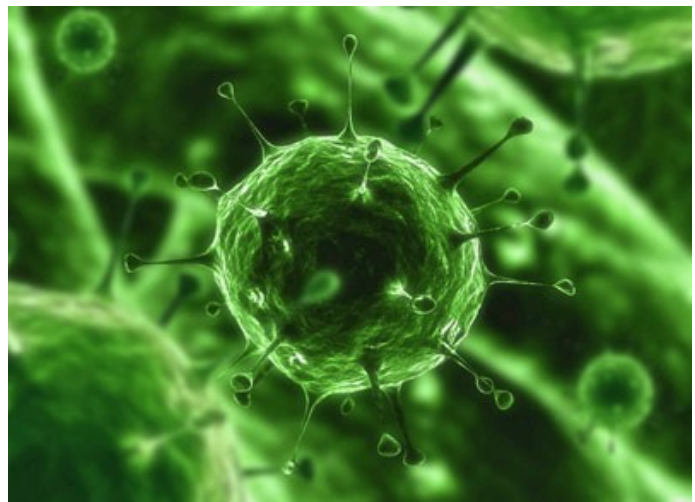
Encara que molt pocs ciliats són paràsits d'animals hi ha un ciliat que provoca infecció a animals domèstics, però en ocasions infecta les cavitats intestinals humanes i és *Balantidium coli* que causa la balantidiassi, infecció greu de l'intestí gruixut.



Imatge 32: Ciliat

1.3.6 VIRUS

Els virus són agents infecciosos microscòpics, molt més petits que les cèl·lules (no superen els 2500 Å), que només poden multiplicar-se dins de les cèl·lules d'altres organismes, per això es diu que són paràsits obligats. Són paquets d'informació genètica que s'introdueixen en una cèl·lula que fa d'hoste i formen més virus. Aquests elements poden contenir o bé ADN o bé ARN i estan envoltats per una càpsula proteica i a vegades per una coberta membranosa lipídica. Els virus es poden considerar com agents de malalties ja que entren en les cèl·lules i provoquen canvis perjudicials que condueixen a la interrupció de les funcions vitals o a la mort. També es poden considerar agents d'herència, perquè poden entrar a la cèl·lula i ocasionar canvis hereditaris permanents que en general no són perjudicials i que sovint poden ser beneficiosos. Tot i que no tots els virus realitzen aquesta doble funció ja que alguns actuen només com a agents de malaltia i d'altres només com a agents d'herència.



Imatge 33: Virus icosaèdric

Tots els organismes cel·lulars poden ser atacats per virus. Normalment un virus determinat només infecta a un grup petit d'organismes que estan relacionats entre sí. Tots els bacteris i els organismes eucariòtics vegetals i animals, inclosos l'espècie humana som vulnerables a diferents tipus de virus. I tot i que de vegades ens sentim plenament bé podem estar infectats de virus, que es troben al nostre cos, inactius.

1.3.6.1 Són els virus organismes vius?:

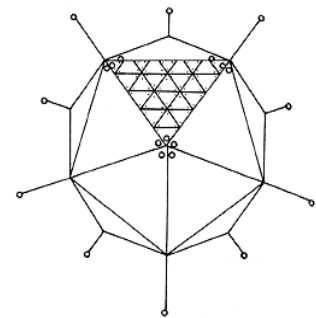
Existeixen diverses opinions sobre si els virus són una forma de vida o estructures orgàniques que es relacionen amb éssers vius simplement. La majoria d'éssers vius posseeixen una sèrie de propietats, les quals no tenen altres objectes i evolucionen i s'adapten als canvis ambientals, però els virus s'assemblen ja que tenen gens i evolucionen i es reproduïxen creant còpies múltiples. Però no tenen estructures cel·lulars ni un metabolisme propi, les quals coses es consideren unitats bàsiques per a la vida. A més necessiten una cèl·lula hoste per a poder reproduir-se. És a dir, el virus té algunes, no totes, de les característiques que són essencials per a considerar-se éssers vius. Alguns biòlegs consideren que els virus són organismes vius però molt simples i d'altres opinen que el concepte d'ésser viu hauria de ser exclusiu per a organismes cel·lulars.

1.3.6.2 Estructura:

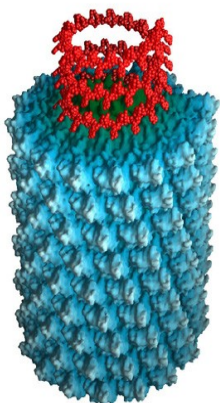
En els virus es poden distingir tres parts: el genoma víric, la càpsida i la coberta membranosa. El genoma víric es compon d'una o diverses molècules d'ADN o d'RNA, però mai de les dues a la vegada.

La càpsida és la coberta proteica que envolta el genoma víric. El conjunt del genoma víric i la càpsida s'anomena nucleocàpsida. La funció de la càpsida és protegir l'àcid nucleic i està formada per proteïnes globulars anomenades capsòmers, que es disposen d'una manera regular i simètrica, i això determina l'existència de diversos tipus de càpsides: icosaèdriques, helicoïdals i complexes.

– **Càpsida icosaèdrica.** La majoria dels virus que infecten als animals són icosaèdrics, aquesta càpsida és una estructura polièdrica que està formada per la unió de capsòmers. Són exemples de virus de càpsida icosaèdrica el virus de les berrugues, el del refredar comú i el de la faringitis.

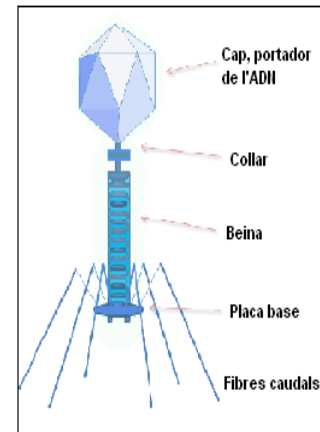


Imatge 34: Càpsida icosaèdrica



– **Càpsida helicoïdal.** Es compon d'un únic tipus de capsòmer apilat al voltant d'un eix central per formar una estructura helicoïdal que pot tenir una cavitat central. Dins d'aquesta cavitat es troba l'àcid nucleic.

– **Càpsida complexa.** És aquella càpsida que no és ni icosaèdrica del tot ni helicoïdal del tot. Aquesta càpsida apareix en alguns virus especialitzat en parasitar bacteris, per això reben el nom de bacteriòfags. Aquesta càpsida té dues parts: el cap de tipus icosaèdric i la cua adaptada per a la injecció de l'àcid nucleic a l'interior del bacteri.



Imatge 36: Bacteriòfag

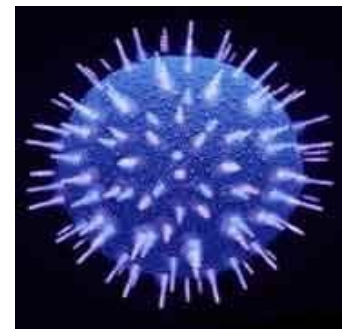
La coberta membranosa (present només en alguns tipus de virus) envolta la nucleocàpsida. Aquesta coberta es compon d'una doble capa lipídica, que procedeix de les cèl·lules hoste parasitades i de glicoproteïnes. Les glicoproteïnes tenen com a funció el reconeixement de la futura cèl·lula hoste. Aquesta coberta membranosa la tenen virus com el de la ràbia, l'hepatitis, la grip o la sida.

1.3.6.3 Tipus de virus

Segons l'hoste que parasiten, els virus es poden classificar en virus bacterians o bacteriòfags, virus vegetal i virus animal, tot i així també es poden utilitzar altres criteris de classificació com poden ser la forma de la càpsula proteica, la possessió de ADN o ARN o la presència o no de la coberta membranosa.

Els virus tenen unes preferències a l'hora de buscar-se un hoste, atacant generalment a una espècie o varies que estan relacionades entre sí. En canvi, a la espècie humana certs virus només ataquen a un tipus particular de cèl·lules.

Aquesta especificitat per l'hoste ve determinada per la presència dels receptors apropiats, normalment proteïnes, en la superfície de la cèl·lula.



Imatge 37: Viurs amb coberta membranosa (virus del sida)

1.3.6.4 Viroides i Prions:

Després dels virus encara trobem organismes més simples que aquests i també són infecciosos, són els viroides i els prions.

Un viroide és una petita molècula d'ARN de forma circular, que al igual que els virus tenen un cycle extracel·lular que es caracteritza per la inactivitat metabòlica i un cycle intracel·lular que és el moment en el que causen la infecció a l'hoste. Però a diferència dels virus, els viroides no posseeixen ni proteïnes ni lípids i estan formats per una curta cadena d'ARN.

El viroide no està protegit per cap tipus de coberta i infecta a cèl·lules vegetals. Aquesta infecció provoca el retard del creixement de la planta i un desenvolupament anormal.

Els prions són proteïnes amb la mateixa o gairebé la mateixa composició d'aminoàcids que una proteïna normal, però que tenen una forma espacial anormal, i són capaces de que les proteïnes normals de la cèl·lula adoptin la forma del prió. Acostumen a provocar malalties neurovegetatives.

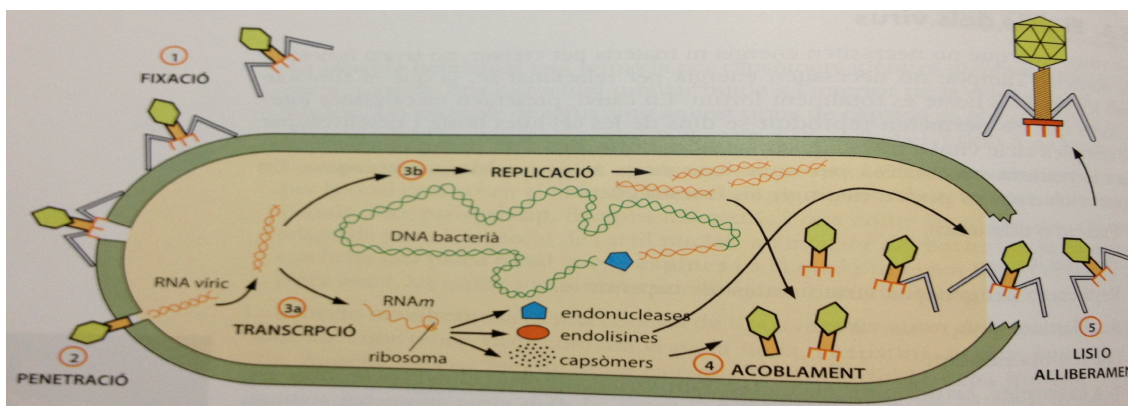
1.3.6.5 Cicle de replicació dels virus:

Tots els virus tenen el mateix cicle bàsic de vida que és totalment diferent de la reproducció de qualsevol organisme cel·lular. Tampoc necessiten energia ni matèria per créixer, per tant no tenen funcions de nutrició. Tampoc necessiten energia per relacionar-se. Els virus, fora de la cèl·lula hoste adopta una forma de viroide, tan sols quan infecten una cèl·lula, l'àcid nucleic víric dirigeix la seva multiplicació utilitzant la maquinària metabòlica i l'energia de la cèl·lula infectada. Hi ha dos tipus de cicle de replicació dels virus, el cicle lític i el cicle lisogènic.

Cicle lític:

El cicle lític és característic dels bacteriòfags i s'anomena així perquè la cèl·lula infectada es lisa (trenca) per alliberar els nous virions. El bacteriòfag T4 (virus amb càpsida complexa) presenta aquest tipus de cicle. Les fases bàsiques d'aquest cicle vital són:

- Fase de fixació o adsorció: En aquesta fase els bacteriòfags es fixen de manera específica a receptors de membrana de la cèl·lula hoste, inicialment a través d'enllaços químics i posteriorment de manera mecànica, ja que claven les espines basals a la paret del bacteri.
- Fase de penetració: El bacteriòfag perfora la paret cel·lular del bacteri per mitjà d'enzims. Seguidament fixa la cua i hi introdueix l'ADN a través d'aquest orifici, de manera que el genoma víric passa directament al citoplasma bacterià.
- Fase d'eclipsi: Inicialment, l'ADN víric, dirigeix la síntesi d'una gran quantitat de ARNm víric. Aquest ARNm víric serveix de base per a la síntesi de proteïnes del virus. L'ADN víric experimenta diversos processos de replicació.
- Fase d'acoblament: Els capsòmers nous es reuneixen formant càpsides, mentre que les noves molècules d'ADN víric es pleguen i penetren a les càpsides.
- Fase de lisi o alliberament: Es produeix la lisi o trencament del bacteri i els nous virions formats surten a l'exterior i ja són capaços d'infectar altres bacteris.



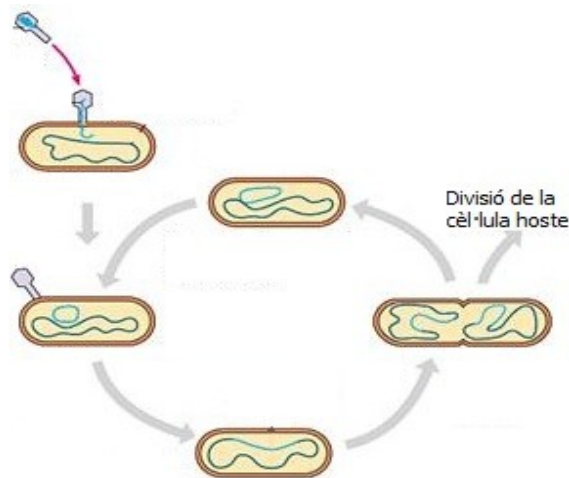
Imatge 38: Cicle lític

Cicle lisogènic:

Alguns virus quan infecten a una cèl·lula, no la destrueixen i el seu genoma passa a incorporar-se a l'ADN de la cèl·lula hoste. Aquests virus s'anomenen virus atenuats o pròfags i la cèl·lula receptora, cèl·lula lisogènica.

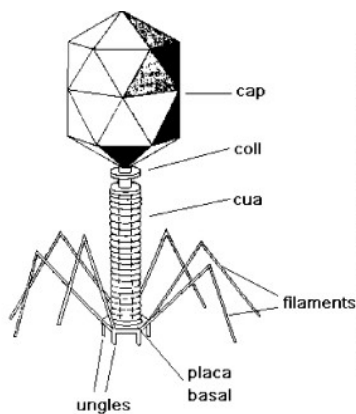
Aquest ADN del virus pot romandre diverses generacions, fins que un determinat estímul separi l'ADN del pròfag i l'ADN de la cèl·lula hoste. A partir d'aquí l'ADN del virus començarà un cicle lític des de la fase d'eclipsi.

Mentre la cèl·lula hoste (lisogènica) tingui l'ADN del virus es pot reproduir i donar lloc a noves cèl·lules filles que també seran lisogèniques i serà immune a infeccions d'aquest mateix virus.



Imatge 39: Cicle lisogènic

1.3.6.6 Virus i malalties humanes:



Imatge 40: Bacteriòfag



Exemples de les malalties que afecten als humans provocades per virus poden ser refredats, la grip, un herpes. Els virus tenen diferents mecanismes mitjançant els quals causen malalties a un organisme, que depenen en gran mesura de l'espècie de virus. A nivell cel·lular podem incloure el trencament de la cèl·lula i posterior mort.

Alguns virus poden causa infeccions permanents o cròniques, on els virus continuen replicant-se en el cos tot i els mecanismes de defensa de l'hoste. Això és habitual en les infeccions del virus de la hepatitis B, per exemple. Els malalts

crònics són coneguts com a portadors, ja que serveixen com a reserva, perquè els virus puguin torna a infectar a un altre organisme.

Alguns virus poden mutar dins de les cèl·lules hostes.

1.4 MICROORGANISMES DE L'AIRE

Els microorganismes presents a l'aire de l'interior d'un edifici (escola, casa, hospitals...) poden provenir de l'home, de l'aire exterior, pols, pintura i altres.

En realitat no es pot parlar dels microorganismes de l'aire doncs l'aire no és l'habitat habitual d'aquests organismes ja que no és un medi apte per la multiplicació bacteriana donat que no conté els nutrients necessaris per viure, però sí que pot albergar, com a flora no permanent, microbis que estan associats a gotes d'aigua, pols o altres matèries particulitzades. Aquests microorganismes són en general bacteris de baix poder patògen i generalment pigmentats amb carotenoides que els protegeixen de les radiacions ultra violeta i de l'ozó presents en la nostra atmosfera. L'aire pot considerar-se com un vector de microorganismes ja que amb el seu moviment pot arrossegar els gèrmens d'un lloc a un altre, el vent pot aixecar flora amb la pols i en els fenòmens d'evaporació transportar gotes d'aigua amb microorganismes. Per tant, pot albergar bacteris amb poca patogenicitat, però en alguns moments també transportar patògens amb el conseqüent perill pels humans.

El grau de contaminació microbiana en ambients tancats està influenciat per factors com la freqüència de la ventilació, el nombre de persones presents a la sala i del grau d'activitat que realitzen els individus presents.

La flora normal es refereix a microorganismes de baixa virulència que estan presents en un hoste adult i on abans han realitzat una colonització en una determinada zona i mantenen la població estable. En els humans aquesta flora es troba en les seves superfícies externes i algunes de les internes i no presenten cap perill per a la salut sempre que es conservin intactes les defenses.

La presència de la flora normal, no és essencial per a la vida, però tot i així aquesta flora també pot beneficiar als organismes com protegir contra altres organismes realment nocius.

1.4.1 FACTORS QUE INFLUEIXEN EN ELS MICROORGANISMES DE L'AIRE

- **Matèria orgànica:** La matèria orgànica que es troba sobre el sòl influeix en la riquesa microbiana del mateix, per la qual cosa així serà la riquesa de l'aire, en dependència de la fertilitat del sòl.
- **Humitat i precipitacions atmosfèriques:** L'atmosfera humida conté menys microbis que la seca, a causa que les gotes d'humitat els fan baixar al sòl. Igualment, després de les precipitacions atmosfèriques, pluges i nevades, l'aire en gran mesura es purifica de microbis.
- **Corrents d'aire:** Un ambient actiu conté més bacteris que un altre sec més assossegat, d'altra banda, els bacteris romanen en l'aire durant instants variables, segons la velocitat dels corrents. L'aire contaminat augmenta durant l'estada conjunta d'un gran nombre d'individus en un àrea petita i amb poc espai, sobretot quan hi ha ventilació deficient.
- **Grandària de les partícules:** La permanència dels microorganismes en l'aire depèn de la grandària de les partícules on es fixen, dipositant-se amb més rapidesa les adherides a les

partícules majors.

- **Llum solar, temperatura i dessecació:** La destinació dels microorganismes de l'aire depèn entre altres factors atmosfèrics, de la llum solar, doncs l'acció directa dels rajos solars té efectes perjudicials en els microorganismes; igualment la temperatura i la dessecació directament relacionades amb la llum solar.

2. MÈTODES D'ESTUDI DELS MICROORGANISMES

Per a comprovar el grau de contaminació ambiental d'un espai, edifici ...s'han d'utilitzar unes tècniques de mostreig apropiades que ens permetin descobrir els tipus de contaminants així com la seva quantitat, principalment la quantitat de microorganismes que són susceptibles de produir malalties, al·lèrgies, etc .

Els principals mètodes de mostreig són:

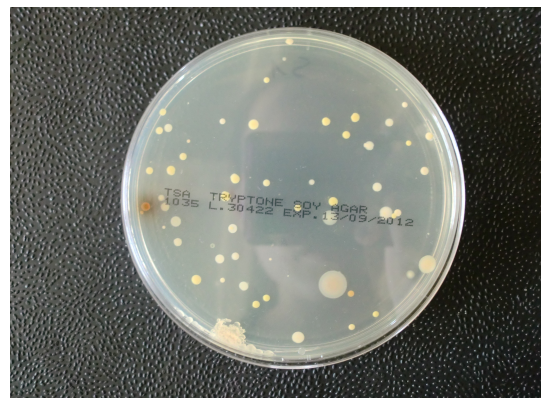
- Sedimentació per gravetat
- Aerocentrifugació (col·lectors d'impacte)
- Mètode de xoc en líquid o borbolladors
- Mètode dels bastonets hisops

2.1 SEDIMENTACIÓ PER GRAVETAT EN MEDI DE CULTIU AGAR

L'objectiu d'aquest mètode és recollir mostres de microorganismes presents a l'aire com bacteris i fongs, en una placa de petri amb un medi de cultiu apropiat, que sedimenten units a partícules de pols o altres.

Per a realitzar aquest mostreig s'utilitzen unes plaques que contenen un medi de cultiu estèril i sòlid. Aquestes plaques romanen obertes durant trenta minuts en una superfície, com és el terra, permetent la sedimentació dels microorganismes. Seguidament aquestes plaques de Petri són recollides i es deixen incubar a 37 graus de temperatura durant 48 hores per permetre la reproducció dels microorganismes.

Aquest mètode és molt senzill i té l'avantatge de que es poden identificar els cultius fàcilment ja que estan diferenciades les colònies quan acaba el procés. Tot i que la quantitat de colònies varia segons la mida de la placa i la forma de les colònies, a part de la turbulència de l'aire, etc., aquest mètode ens permet conèixer principalment els organismes que més persisteixen a l'aire.



Imatge 41: Placa de cultiu

2.2 AEROCENTRIFUGACIÓ (COLLECTORS D'IMPACTE)

Les aerocentrífugues són col·lectors d'impacte que agafen un volum determinat d'aire en un temps concret. L'aire passa a través d'un cilindre giratori on s'ha col·locat prèviament una tira de medi de cultiu. El pas de l'aire a través d'aquest cilindre genera una força centrífuga, de manera que els microorganismes existents a l'aire impacten sobre el medi de cultiu. Després d'un període d'incubació de 2 o 3 dies a temperatura adient, es poden comptar les colònies que hi han sortit.



Imatge 42: Mostrejador Biotest

2.3 MÈTODE DE XOC EN LÍQUID O BORBOLLADORS

Un borbollador és un aparell de vidre que conté una quantitat determinada d'un medi de captació, normalment líquid. L'aire és aspirat a través d'un orifici capil·lar que adquireix velocitat per borbollejar en el líquid que hi ha a l'interior i això permet que les partícules transportades quedin retingudes. El líquid col·lector s'utilitza després per al recompte i la identificació de microorganismes mitjançant la sembra en plaques amb medi nutritiu o amb medis selectius.



Imatge 43: Borbollador

2.4 MÈTODE DEL BASTONET ESTÈRIL O HISOP

Aquest mètode s'utilitza per a realitzar mostrejors de superfícies. Els hisops són uns bastonets acabats en cotó humitejat en una solució salina estèril que (serà qui) recollirà els bacteris o fongs de la superfície. Aquest procés consisteix en mullar el bastonet en 10 ml d'una solució salina estèril i fregar diverses vegades sobre la superfície a analitzar. Deixar durant 15 o 30 minuts, seguidament sembrar 0'1 ml d'aquesta solució en una placa amb agar nutritiu en un ambient el més estèril possible. Incubar aquestes plaques durant 48 hores a 37 graus per poder fer el recompte de colònies seguidament.

Aquest mètode té l'avantatge de que es poden recollir mostres no només a zones de mostreig planes sinó que també irregulars.

2.5 CULTIU DE MICROORGANISMES

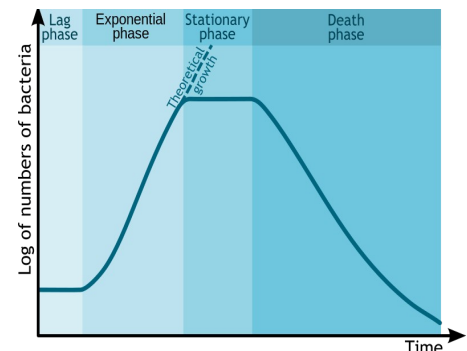
El petit tamany dels microorganismes els fa subjectes ideals per a la experimentació. Es poden cultivar milions d'organismes en un mil·lilitre o en un decímetre cúbic. A més la ràpida multiplicació d'aquests organismes també és un avantatge experimental ja que es pot treballar amb moltes generacions en pocs dies. Però per dur a terme experiments amb els microorganismes és necessari cultivar-los, prèviament, al laboratori.

Un cultiu és un mètode per a la multiplicació de microorganismes, com ara bacteris o fongs, en el qual es prepara un medi de cultiu per afavorir el procés desitjat. El cultiu és emprat com un mètode fonamental per a l'estudi dels microorganismes que causen malalties en medicina humana i veterinària. El cultiu de microorganismes és també fonamental en l'elaboració de certs aliments com la cervesa, el pa, el iogurt o el vinagre.

Condicions de cultiu: En funció de l'organisme que es vol fer proliferar, cada medi ha de dur uns o altres nutrients. Alguns mètodes de cultiu poden ser el cultiu en placa de Petri amb agar o el cultiu en dilució de tub on la mostra és embeguda en agar líquid usualment dins d'un tub d'assaig i un cop es refreda l'agar aquest es solidifica.

Un cop inoculat en un medi de cultiu cal incubar la mostra a una temperatura adequada per afavorir la multiplicació òptima. La majoria de microorganismes solen requerir temperatures òptimes al voltant de 37 °C.

Els cultius microbians emprats en microbiologia clínica solen ser cultius tancats. El cultiu tancat parteix d'una quantitat limitada de nutrients i segueix unes fases típiques en funció de l'estat fisiològic dels microorganismes. Quan s'inocula un cultiu els microorganismes solen estar en una fase de repòs o baix nivell metabòlic. Així doncs, la primera fase o fase de latència que pot arribar a durar des d'alguns minuts fins a hores segons l'espècie durant la qual els microorganismes es “despertan” de la seva inactivitat reactivant internament el seu metabolisme. En aquesta fase pràcticament no hi ha divisió cel·lular i la quantitat de microorganismes per unitat de volum pràcticament no varia al llarg del temps. En un determinat moment s'entra a la fase exponencial on els microorganismes estan plenament activats i utilitzen els nutrients del medi per a multiplicar-se. En aquesta segona fase el nombre de microorganismes per unitat de volum augmenta de forma exponencial al llarg del temps fins a esgotar els nutrients moment en que s'entra en la tercera fase o fase estacionària o d'altiplà (per la forma que adquireix el gràfic). En aquesta fase la quantitat de microorganismes viables per unitat de volum és màxima i roman estable durant un cert temps i els microorganismes tornen a un estat de latència fisiològica, deturant la seva multiplicació. Gradualment els microorganismes deixen de ser viables (no poden tornar a dividir-se) entrant en la darrera etapa del cultiu o fase de declivi.



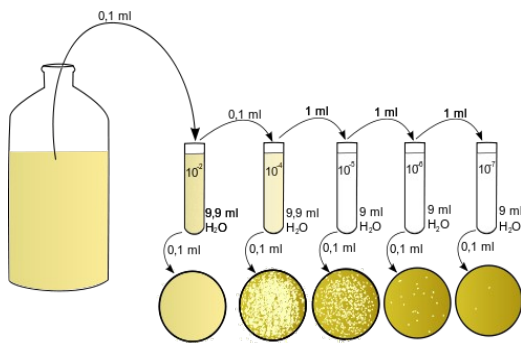
Imatge 44: Corba típica de creixement de les poblacions microbianes en cultius tancats

2.5.1 Mètodes de sembra

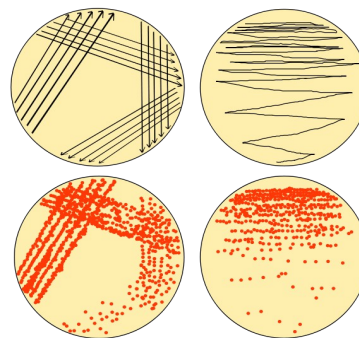
Per a determinar la presència d'un determinat microorganisme en una mostra es fan servir cultius en que una part d'aquesta mostra s'escampa en un medi nutritiu, generalment Agar-agar. Aquest procés s'anomena sembra.

En el cultiu sòlid la sembra pot ser per estria mitjançant una nansa de sembra, que s'inocula amb la mostra i es frega lleugerament sobre la superfície del medi de cultiu, sovint disposat a l'interior d'una Placa de petri fent una o diverses estries. En aquestes estries sobre l'agar solidificat queden adherides les cèl·lules que després del cultiu hauran generat les colònies sobre aquestes estries.

Un altre mètode de sembra és la sembra per dilució, on la mostra és diluïda en un medi on es transfereixen els microorganismes presents a la mostra, a la "solució mare". A partir d'aquesta solució mare es fan dilucions decimals de les que se n'extreu un volum precís que serà abocat en una placa de cultiu. Aquest volum és repartit per tota la superfície del medi de cultiu mitjançant una nansa de sembra especial. La sembra per dilució permet estimar la concentració d'organismes en la mostra original.



Imatge 45: Representació esquemàtica d'un mètode de sembra per dilució



Imatge 46: Exemples de sembra en estria sobre una placa de petri.

2.6 TINCIONS

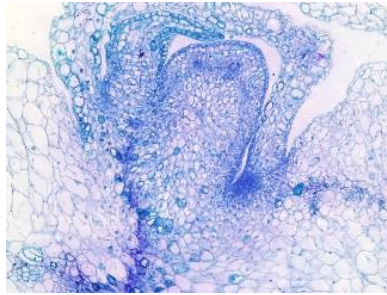
Les tincions són una de les maneres que ens permeten observar microorganismes a través del microscopi. Consisteix en tenyir una preparació amb colorants formats per compostos químics, d'aquesta manera augmentem el contrast i és més fàcil visualitzar-ho al microscopi.

Existeixen alguns colorants anomenats colorants vitals que poden afegir-se a una preparació en fresc per tant tenyeixen la cèl·lula viva, però el més freqüent és que s'utilitzin colorants després de que hagin siguts fixats, és a dir cèl·lules mortes i adherides al portaobjectes.

La fixació es pot fer per frotis amb la preparació líquida i fixant-la al portaobjectes amb la calor d'una flama o mitjançant la fixació química on intervenen compostos químics fixadors.

Hi ha tres tipus de tècniques de tinció:

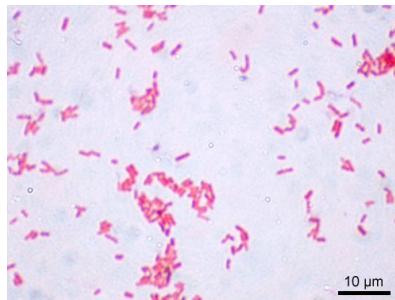
- Tinció simple: s'utilitza un únic colorant bàsic i totes les cèl·lules absorbiran el colorant i quedaran tenyides del mateix color i servirà per veure la cèl·lula completa. Un exemple és la tinció amb Blau de metilè.



Imatge 42: Tinció simple amb blau de metilè

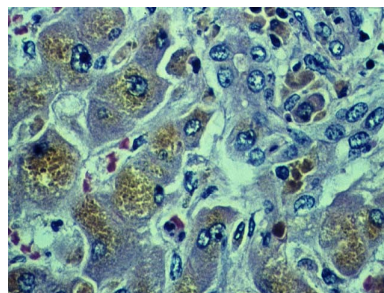
- Tinció diferencial: s'utilitzen per diferenciar els tipus d'organismes. Aquests tipus de tincions consten de dues etapes, la tinció primera, on s'utilitza el mateix mètode que en la tinció simple, seguida d'una tinció de contrast. En la tinció de contrast s'utilitza un altre colorant que tenyeix i per tant queden calorejades les cèl·lules que no han sigut tenyides pel primer colorant.

Aquestes tincions són molt utilitzades a microbiologia i són exemples la tinció de Gram i la tinció d' àcid-alcohol.



Imatge 43: Tinció diferencial, tinció de Gram

- Tinció específica: aquestes tincions augmenten el contrast en les cèl·lules microbianes i revelen les estructures particulars, com els flagels, les endòspores o les càpsules. Un exemple d'aquesta tinció és la tinció d'espores Wirtz-Conklin.



Imatge 44: Tinció específica

3. MATERIAL I MÈTODES

La part experimental d'aquest treball té com a objectiu fonamental l'anàlisi microbiològic de l'aire de l'Institut per determinar els nivells i la tipologia dels microorganismes existents i per altra banda donar resposta a les hipòtesis formulades a l'inici del treball:

- “Hi deu haver més microorganismes després de les classes que no pas abans, per la influència d'alumnes en la contaminació”
- “La presència de microorganismes varia segons l'època de l'any”
- “La proliferació de microorganismes és més gran en llocs oberts que tancats”

L'estudi ha consistit en fer una recollida de mostres en tres mesos diferents de l'any en èpoques variades, en diferents espais de l'Institut i per estudiar la influència de persones en la contaminació microbiana, s'ha realitzat un mostreig a les 7:30 (abans de que els alumnes iniciessin les classes) i un mostreig a les 13:30, un cop acabades les classes. D'aquesta manera es poden estudiar els diferents factors que intervenen a la contaminació microbiana com la influència de persones, l'època de l'any, la ventilació, la insolació, etc.

3.1 REALITZACIÓ DE MOSTREJOS

Per demostrar si la càrrega bacteriana d'un espai tancat varia segons la quantitat de gent, la ventilació, la insolació... i veure la diferència amb els espais oberts, primerament es van delimitar les zones de l'Institut que van semblar més idònies per a realitzar els mostrejos, tenint en compte la presència diària d'alumnes i professors i d'altres persones.

Així els mostrejos s'han realitzat a 6 espais: a secretaria, una classe de la primera planta (1PA2), al laboratori de la segona planta, al gimnàs, a la cantina i al pati de l'Institut.

A cada espai escollit s'han dut a terme dos mostrejos per bacteris i dos per a fongs a dos moments diferents del dia; a primera hora del matí, 7:30h, abans de l'inici de les classes i l'altre moment de mostreig a les 13:30h, un cop acabades les classes.

A cada hora de mostreig s'han realitzat dues rèpliques per bacteris i dues per fongs per tal d'obtenir dades més exactes. La durada dels mostrejos és de 30 minuts.

Aquests són els llocs de mostreig



Secretaria



Classe 1PA2



Laboratori 2



Gimnàs



Pati



Cantina

Els mostrejos s'han realitzat els mesos de maig, juliol i setembre.

Els mostrejos de maig i setembre (un cop començades les classes) s'han fet als espais i horari especificat anteriorment. Durant el mes de juliol els mostrejos de les 13,30h a la classe, laboratori i cantina no s'han efectuat donat que no hi havia alumnes, en canvi a secretaria, el pati i el gimnàs s'han dut a terme doncs hi havia moviment de gent en aquesta època.

D'aquesta manera no només podrem comparar la contaminació microbiana segons els diferents factors (influència de persones, ventilació...) sinó que també podrem valorar la influència de la temperatura , insolació i la humitat en diferents mesos de l'any.

3.2 MÈTODES DE MOSTREIG

El mètode de mostreig escollit ha estat el mètode de la sedimentació o de la gravetat, donat que és el més assequible per a realitzar amb el material de que disposa l'Institut.

L'anàlisi de l'aire a través de sedimentació en plaques amb medi de cultiu Agar permet avaluar la qualitat microbiològica de l'aire. Aquest mètode consisteix en exposar unes plaques que tenen un medi de cultiu ja preparat format per Agar Tryptona Soja (TSA), en el cas dels bacteris i per Agar Cloramfenicol (antibiòtic que impedeix el creixement de bacteris) en el cas dels fongs, destapades durant 30 minuts en el lloc de mostreig, per tal que les espores dels fongs i dels bacteris es puguin dipositar al medi de cultiu. Un cop transcorreguts els 30 minuts es recullen les plaques de Petri i es tapen.

3.3 CULTIU DE PLAQUES

Les plaques de petri tant de fongs com de bacteris es cultiven a l'estufa del centre. Les plaques de petri amb Agar triptona soja, és a dir, la dels bacteris romanen a l'estufa durant 48 hores, introduïdes directament un cop fet el mostreig. En canvi les plaques de petri amb Agar sabouraud cloramfenicol dels fongs es cultiven al voltant de 72 hores a l'estufa per tal que les colònies de fongs puguin créixer. La temperatura d'incubació és de 37°C.

3.4 ANÀLISI DE LES COLÒNIES OBTINGUDES

Després de la incubació a l'estufa es procedeix a fer un recompte de microorganismes (bacteris i fongs) trobats als diferents espais i les dades obtingudes es consignen en taules de resultats. Els resultats s'expressen en ufc/30' (unitats formadores de colònies en un temps de 30'). A continuació es fa una descripció morfològica de les colònies a simple vista, per estudiar les seves característiques com poden ser el color, la forma o la mida d'aquestes. Per això he utilitzat una guia com la que s'exposa a continuació per a descriure els bacteris, tot i que algunes característiques també són vàlides per als fongs:

“Guia per la descripció de colònies de bacteris, llevats i fongs”

Tamany:

- Gran: diàmetre més gran a 1 mm.
- Mitjà: diàmetre aproximadament igual a 1 mm.
- Petit: diàmetre més petit a 1 mm.

Color:

- Blanc, crema, groc, negre, etc.

Superfície:

- Brillant, llisa, granular, rugosa...

Consistència:

- Amb vellositat, viscosa...

Densitat:

Posant la colònia entre el punt d'observació i la llum...

- Opaca
- Transparent
- Translúcida

Forma:

- Puntiforme
- Circular
- Filamentosa
- Irregular
- Rizoide

Elevació:

- Plana
- Elevada
- Convexa
- Cúpula
- Umbilicada

3.5 OBSERVACIÓ MICROSCÒPICA DE BACTERIS:

- Per a l'observació dels bacteris a través del microscopi òptic, s'ha utilitzat la tinció de Gram, que és un procés de tinció diferencial que se sol emprar en microbiologia per a la visualització de bacteris en preparacions microscòpiques. Aquesta tècnica es donà el 1844 per Christian Gram i el procés es caracteritza per diferenciar bacteris Gram positius o Gram negatius segons el color resultant de la tinció.

Tinció de Gram

Objectiu: Observar bacteris a través del microscopi òptic i diferenciar-los i classificar-los en bacteris Gram positius o bacteris Gram negatius.

Material:

- Porta objectes
- Nansa de sembra
- Alcohol
- Aigua destil·lada
- Cultiu de bacteris
- Cristall violeta
- Lugol
- Safranina
- Microscopi òptic
- Fogonet de gas



Material per la tinció de Gram

Procediment:

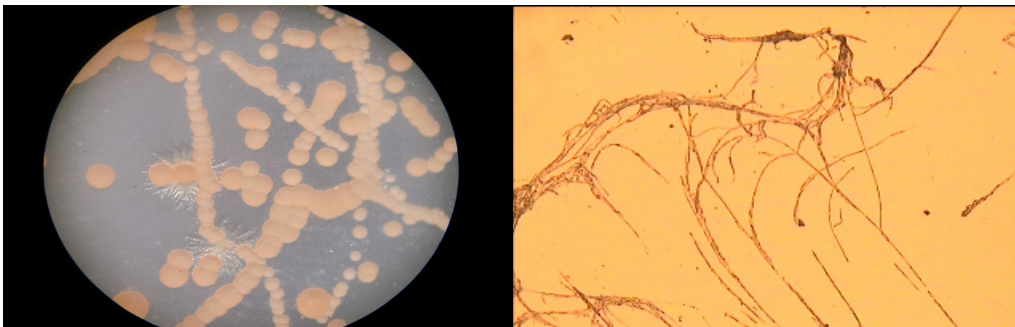
- Sobre un portaobjectes prèviament esterilitzat amb alcohol, es posa una gota d'aigua destil·lada i, amb una nansa de sembra, s'afegeix una petita quantitat d'una colònia del cultiu de bacteris que es barreja amb l'aigua fent un frotis. Per obtenir la mostra dels bacteris es treballa al costat d'un fogonet per esterilitzar l'ambient al voltant d'aquest i evitar la contaminació de les plaques per altres bacteris existents a l'ambient.
- S'asseca la preparació a la flama d'un fogonet de gas de manera que quedi adherida al portaobjectes.
- S'afegeix, cobrint tota l'extensió de la preparació, Cristall violeta i es deixa actuar durant un minut.

- Es renta la preparació afegint aigua destil·lada a sobre i deixant anar el que sobra de Cristall violeta, tot seguit es fa el mateix procés amb el Lugol i també es deixa actuar un minut. Aquest cop el restant del Lugol l'eliminam amb alcohol decolorant la preparació .
- Per últim es tenyeix amb safranina un minut també. Es renta la preparació amb aigua i es col·loca un cobreobjectes.
- Assequem el portaobjectes i fem pressió sobre la preparació per eliminar gotes d'aire que quedin entre el cobreobjectes i la preparació i així veure-ho millor al M.O.
- Observem la preparació al microscopi òptic i enfoquem adequadament la preparació i observem; si els bacteris es veuen de color violeta voldrà dir que són bacteris Gram Positius i si per contrari estan tenyits de color rosat els bacteris seran Gram negatius.

3. 6 OBSERVACIÓ MICROSCÒPICA O AMB LUPA DE FONGS:

- Per identificar els fongs filamentosos es realitza una observació microscòpica de les hifes i de formes de reproducció (conidis, etc.)
- Els llevats també s'observen al microscopi òptic i amb la lupa binocular.

Totes les observacions s'han realitzat amb el microscopi òptic Motic Plus 2.0 i s'han obtingut imatges.



Fong observat a través d'una lupa binocular

Hifes d'un fong observat a través del M.O Motic Plus 2.0



Observació d'una mostra de bacteris amb la tinció de Gram a través del M.O amb el programa Motic

4. RESULTATS

Després de realitzar els mostrejos i incubar les plaques de petri en una estufa de cultiu, s'ha obtingut creixement de colònies de bacteris i fongs i seguidament s'ha procedit a realitzar una observació morfològica a ull nu, tincions específiques i observacions a través del microscopi òptic Motic Plus 2.0 i observacions a través de la lupa binocular, així com un recompte del nombre de colònies obtingudes als diferents llocs de mostreig i època .

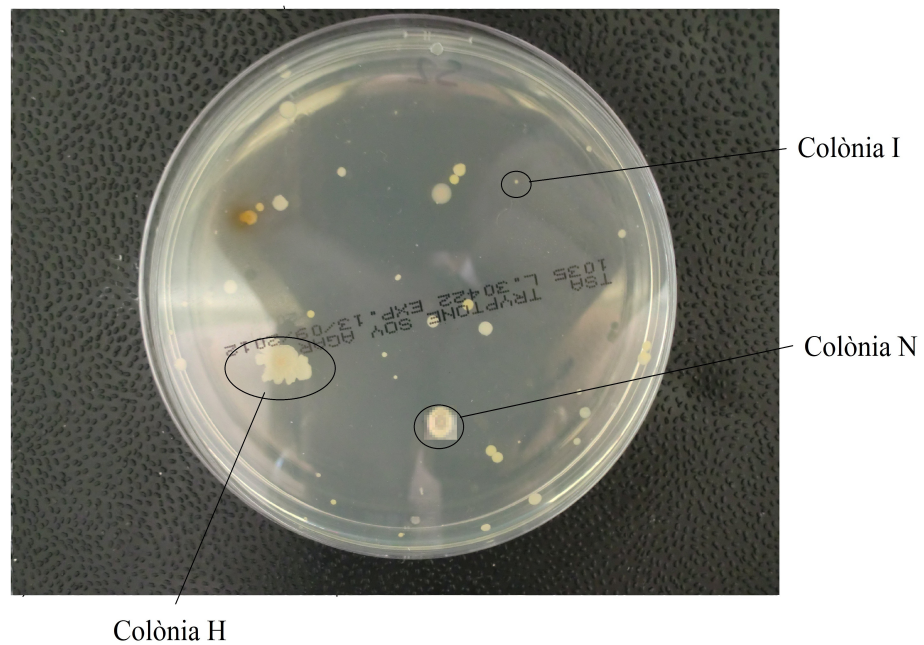
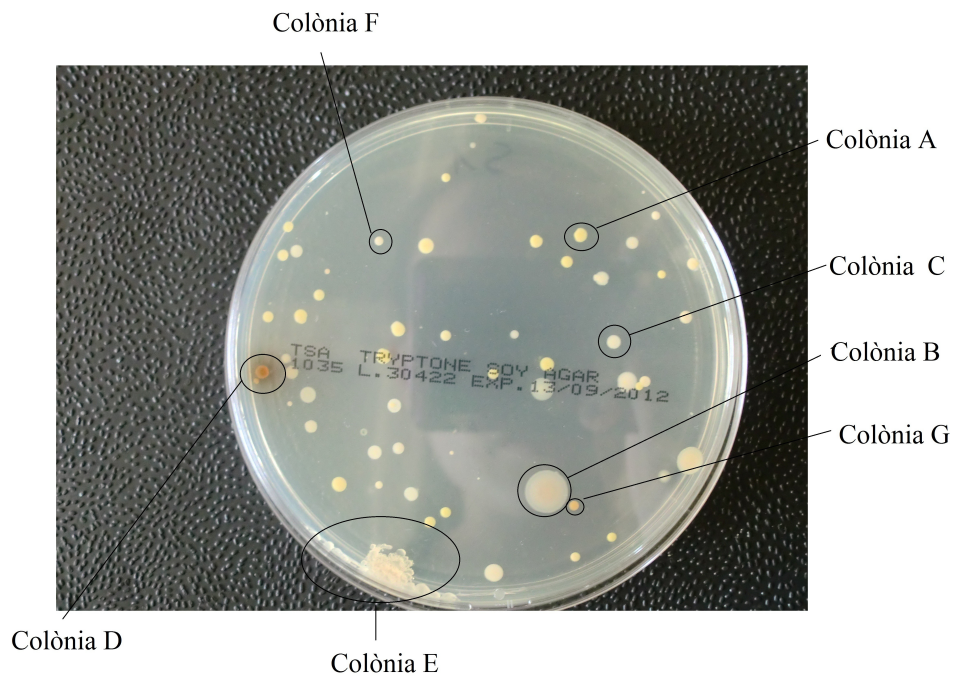
A continuació s'han elaborat unes taules de resultats i gràfics comparatius de la quantitat de bacteris i fongs.

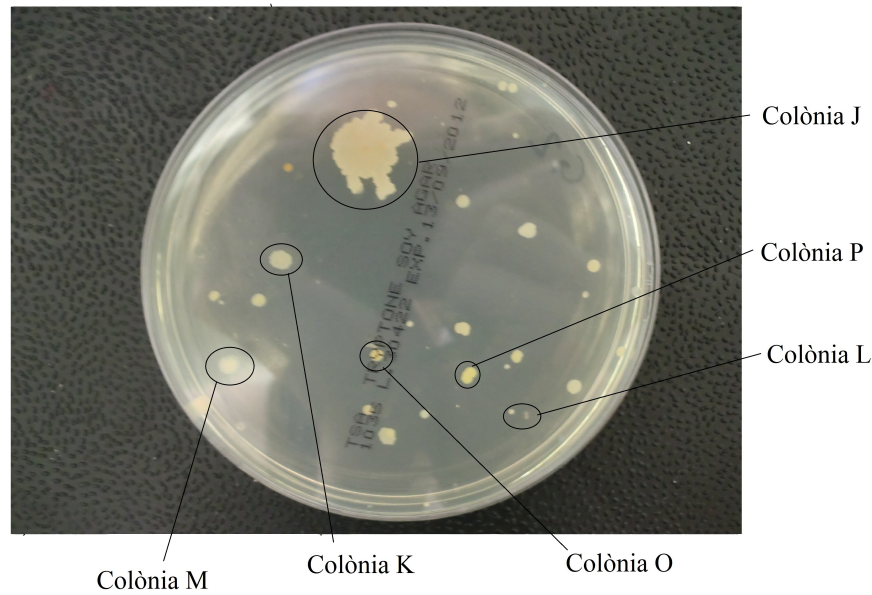
4.1. TIPUS DE COLÒNIES DE BACTERIS

4.1.1 Descripció morfològica dels tipus de colònies de bacteris trobades als diferents punts de mostreig:

Colònies	Tamany	Color	Superfície	Densitat	Forma	Elevació
Colònia A	Petit/mitjà	Groc intens	Llisa	Opaca	Circular	Convexa
Colònia B	Gran	Blanc	Llisa	Part exterior translúcida i petit punt interior opac	Irregular i arrodonida	Convexa
Colònia C	Petit/mitjà	Blanc	Llisa	Opaca	Rodona	Llisa
Colònia D	Mitjà	Taronja	Llisa	Opaca	Irregular	Llisa
Colònia E	Gran	Blanc	Rugosa	Part exterior transparent i centre opac	Rizoide	Llisa
Colònia F	Petit	Blanc	Llisa	Opaca	Rodona	Llisa
Colònia G	Gran	Crema	Llisa	Transparent	Circular	Llisa
Colònia H	Gran	Blanc	Rugosa	Opaca	Irregular	Lobulada
Colònia I	Gran	Blanc	Rugosa	Translúcida	Irregular i rizoide	Plana
Colònia J	Gran	Blanc	Rugosa	Opaca	Irregular	Lobulada
Colònia K	Gran	Banc	Llisa	Opaca	Irregular	Plana
Colònia L	Gran	Blanc	Filamentosa	Translúcida	Rizoide	Llisa
Colònia M	Gran	Blanc	Granular	Transparent	Irregular	Plana
Colònia N	Mitjà	Blanc davant i marró revés	Llisa	Opaca	Rodona	Convexa
Colònia O	Mitjà	Gris darrere i blanc davant	Llisa	Opaca	Rodona	Convexa
Colònia P	Gran	Blanc, groc per sota amb punts negres	Granular	Opaca	Rodona	Convexa

4.1.2. Imatges de la morfologia de les colònies de bacteris

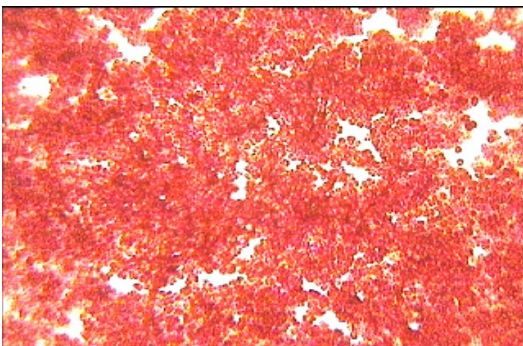




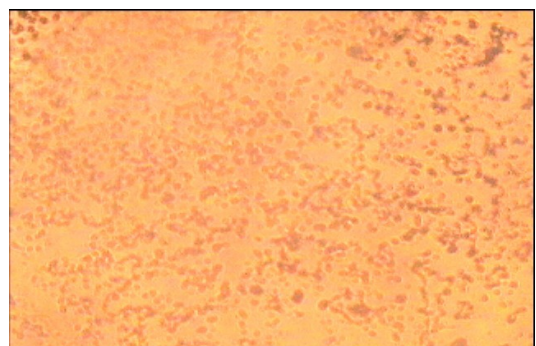
S'han obtingut 16 tipus diferents de colònies de bacteris durant els 3 mostrejos a diferents èpoques de l'any. La colònia de bacteris que ha sigut més abundant a gairebé totes les plaques i durant les tres èpoques és la colònia A, que s'ha trobat en abundància sobretot a secretaria i a la cantina (veure taules de resultats a l'annex), també han estat molt abundants les colònies B i C. A les plaques de maig es van classificar fins a la colònia N, és a dir que ni la colònia O ni la colònia P es van trobar durant aquesta època. La colònia O és característica de juliol ja que no ha aparegut a cap placa més i a més a més només es va trobar a una placa de secretaria de les 13:30 hores. Una colònia també característica, però del mes de setembre és la colònia P que només s'ha trobat durant aquell mostreig a les plaques de la cantina a última hora.

4.1.3. Imatges microscòpiques de les colònies de bacteris obtingudes (tinció de Gram):

Colònia A → Cocs Grampositiu (x1000)



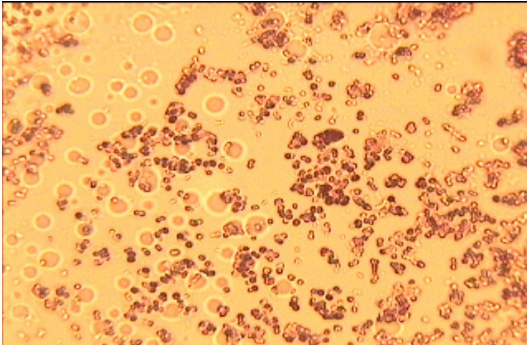
Colònia B → Cocs Gramnegatiu (x1000)



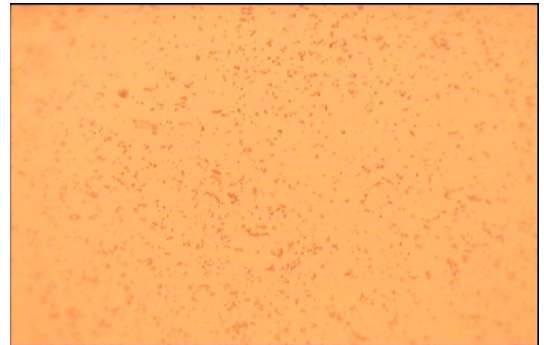
Treball de recerca

Conviuen els microorganismes amb nosaltres?

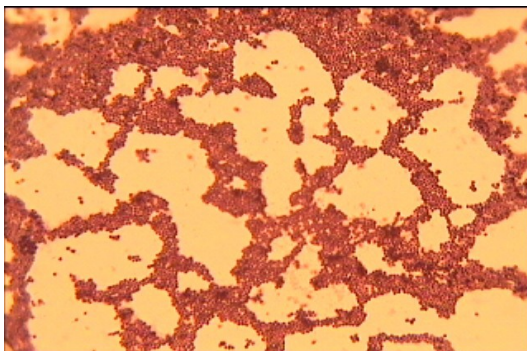
Colònia C → Estafilococs Grampositiu (x1000)



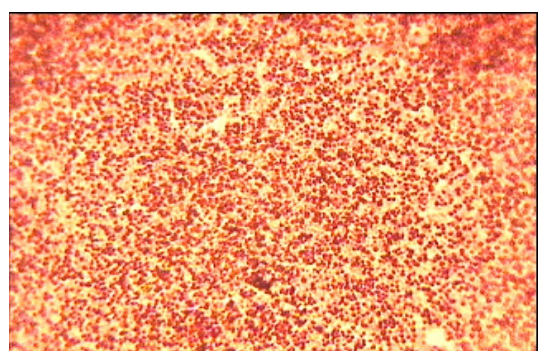
Colònia D → Cocs Grampositiu (x400)



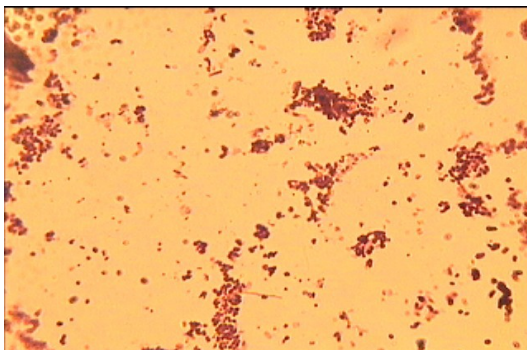
Colònia E → Cocs Grampositiu (x1000)



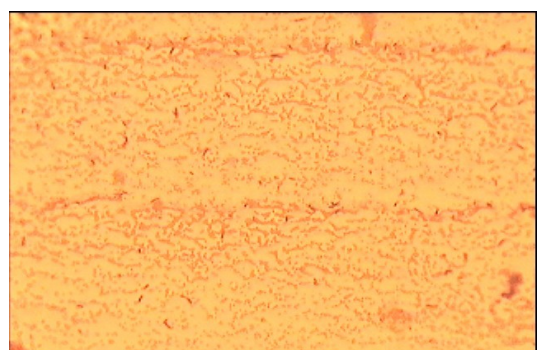
Colònia F → Cocs Grampositiu (x1000)



Colònia G → Cocs Grampositiu (x1000)



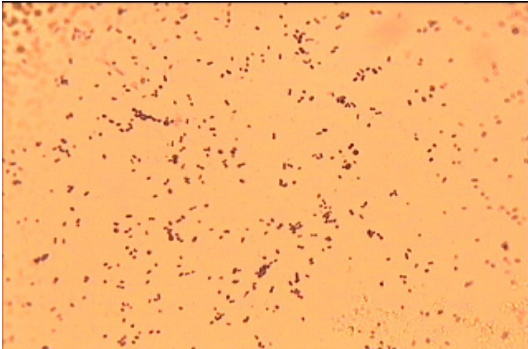
Colònia H → Bacils Grampositiu (x1000)



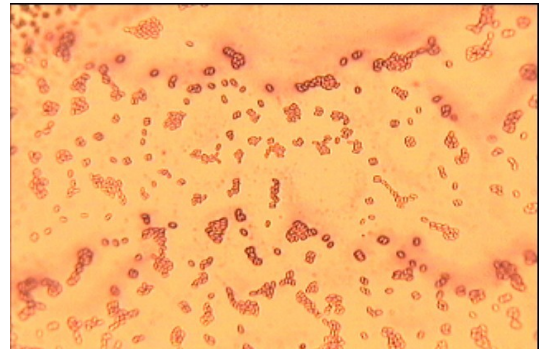
Treball de recerca

Conviven els microorganismes amb nosaltres?

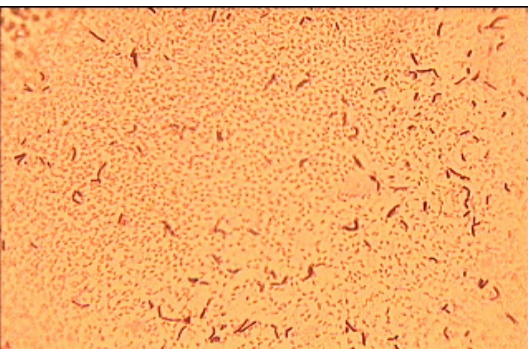
Colònia I → Cocs Grampositiu (x1000)



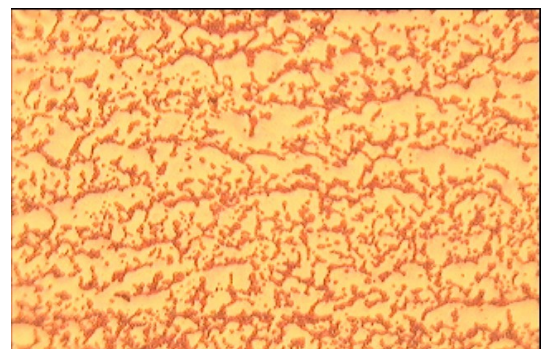
Colònia J → Estafilococs Gramnegatiu (1000x)



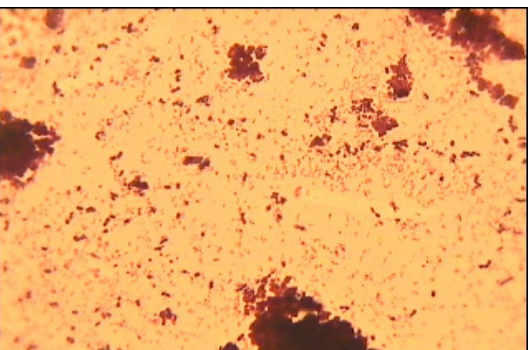
Colònia K → Bacils Grampositiu (x1000)



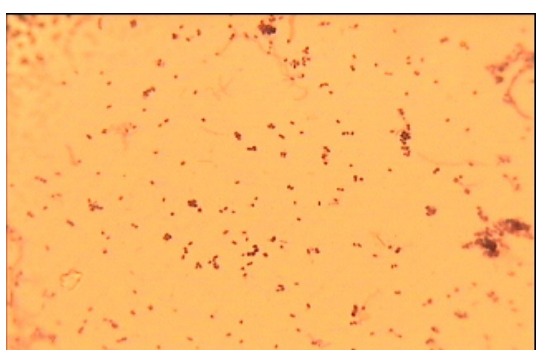
Colònia L → Cocs Gramnegatiu (x1000)



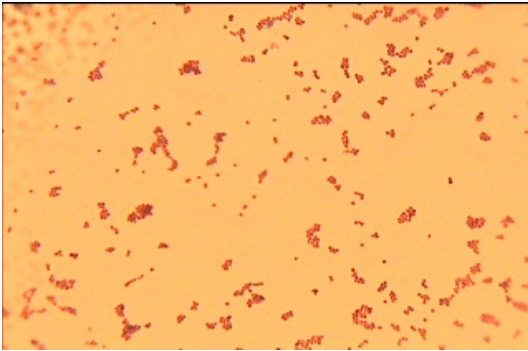
Colònia M → Diplococs Grampositiu (x1000)



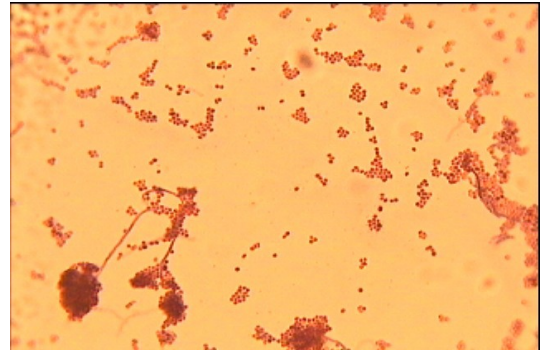
Colònia N → Bacils Grampositiu (x1000)



Colònia O → Estafilococs Grampositiu (x1000)



Colònia P → Cocs Grampositiu (x1000)



Com es pot observar en aquestes imatges obtingudes amb el M.O. Motic plus, els bacteris són microorganismes de tamany molt petit, inclús ho són observats a 1000x. Donat el seu petit tamany de vegades ha estat difícil distingir bé si eren Gram+ o Gram - i la seva morfologia en alguns casos, tot i així s'ha pogut observar que entre les mostres predominen els bacteris en forma de cocs i entre ells els Gram+ (7 colònies), cocs Gram - (2 colònies), també s'observen agrupacions de cocs de dos en dos, diplococs Gram+ (1 colònia) i agrupacions en raïms ,estafilococs Gram+ (2 colònies), estafilococs Gram- (1 colònia) i bacils Gram+ (3 colònies).

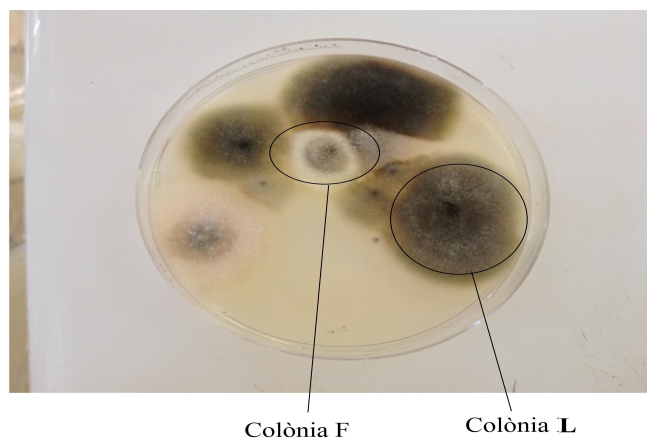
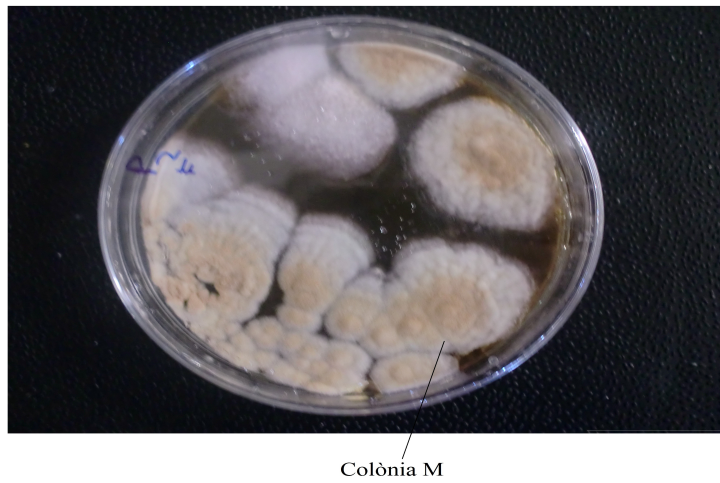
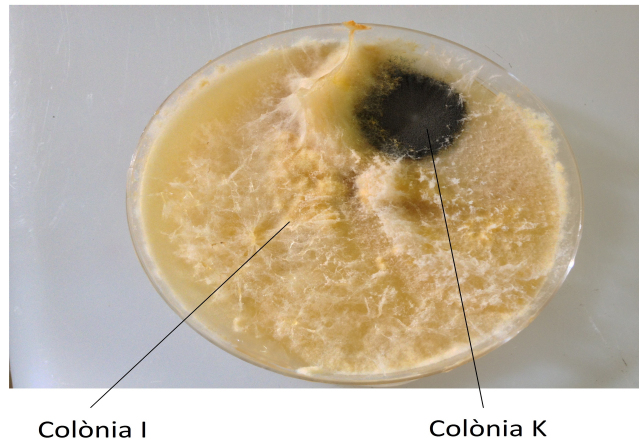
Tot i que la finalitat del treball no és la classificació dels microorganismes , analitzant la morfologia i color de les colònies A (grogues) i C (blanques) i les observacions al M.O., s'ha pogut identificar el bacteri *Staphylococcus aureus*, bacteri que habita a les mucoses i la pell dels humans i que pot produir una ampla gama d'infeccions cutànies , conjuntivitis...relativament benignes, fins a malalties més greus com endocarditis i meningitis.

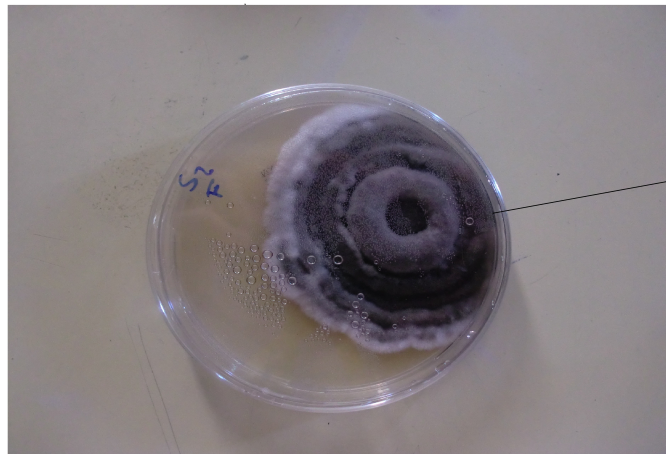
4.2 TIPUS DE COLÒNIES DE FONGS

4.2.1 Descripció morfològica dels tipus de colònies de fongs trobades als diferents punts de mostreig:

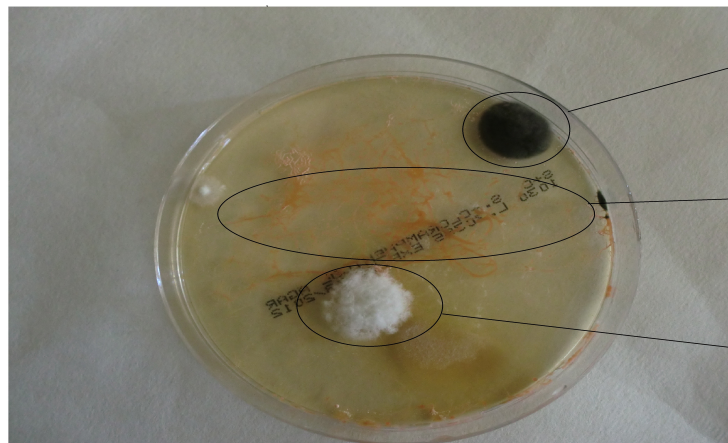
Colònies	Tamany	Color	Consistència	Densitat	Forma
Colònia A	Gran	Negre pel darrera i blanc pel davant	Cotonosa	Opaca	Irregular
Colònia B	Gran	Blanc amb un centre fosc	Cotonós	Opac	Irregular amb molts micelis
Colònia C	Mitjà	Taronja	Llisa	Opaca	Rodona
Colònia D	Mitjà	Negre	Llisa	Opaca	Rodona
Colònia E	Petit	Negre	Llisa	Opaca	Rizoide
Colònia F	Mitjà	Blanc, amb el centre fosc	Cotonosa	Opaca	Rodona
Colònia G	Mitjana	Marró	Llisa	Opaca	Circular
Colònia H	Molt gran	Marró, taronga	Filamentosa	Opaca	Irregular
Colònia I	Molt gran	Blanca o taronga	Cotonosa	Opaca	Irregular
Colònia J	Mitjà	Verd/gris voltant blanc	Llisa	Opaca	Concèntriques amb relleu
Colònia K	Gran	Verd	Rugosa	Opaca	Granular
Colònia L	Gran	Marró	Rugós	Opaca	Irregular amb formes concèntriques
Colònia M	Gran	Marró clar al centre i blanc al voltant	Rugosa	Opaca	Irregular i capes concèntriques planes

4.2.3 Imatges de la morfologia de les colònies de fongs





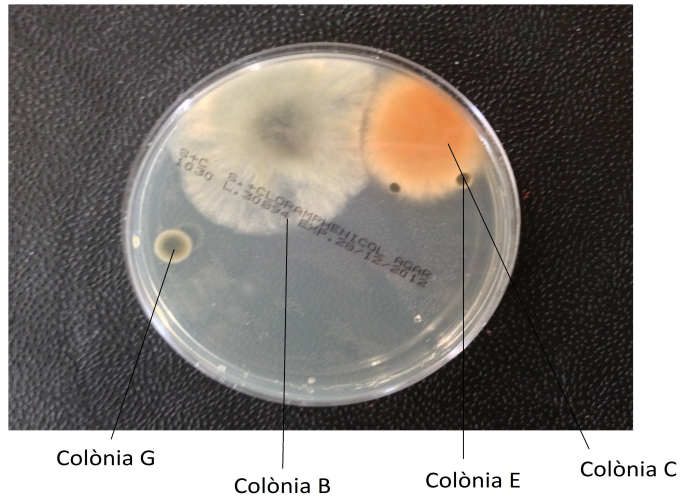
Colònia J



Colònia D

Colònia H

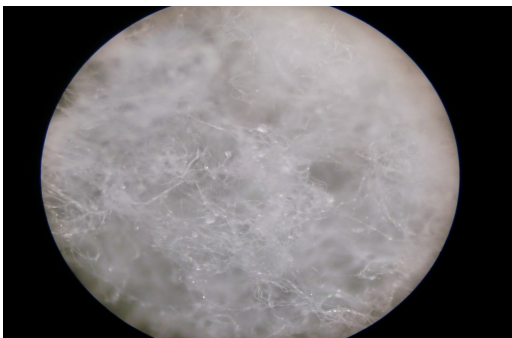
Colònia A



En aquest cas com es pot observar en la taula anterior i en les imatges , s'han obtingut 13 tipus diferents de colònies de fongs entre les 3 èpoques de mostreig. Algun com la colònia A s'ha observat en tots els mostrejos, sent més abundants en els mostrejos del pati i secretaria, en canvi la colònia M només ha aparegut al mostreig de juliol (veure taules de resultats a l'annex).

4.2.3 Imatges de les colònies de fongs obtingudes a través de M.O. o lupa binocular:

Colònia A



Fongs cotonós lupa (30x)

Colònia B

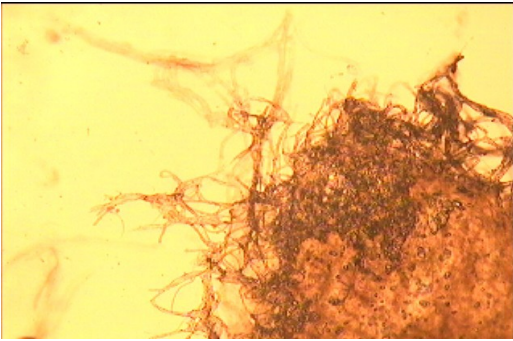


Conjunt d'hifes colònia B M.O (x400)

Treball de recerca

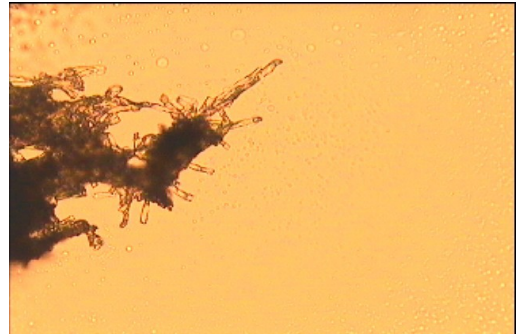
Conviuen els microorganismes amb nosaltres?

Colònia C



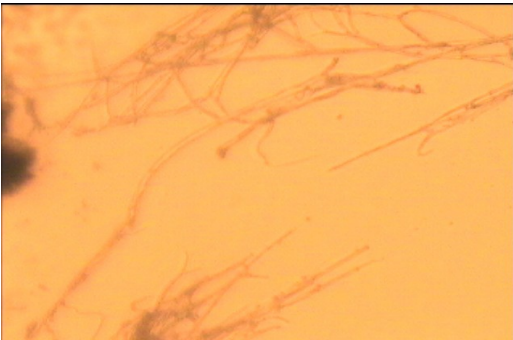
Miceli fong colònia C (x400)

Colònia D



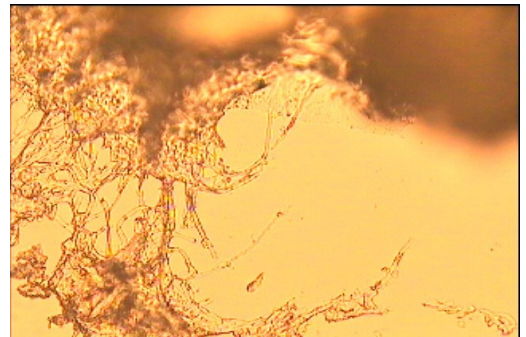
Miceli fong colònia D (x400)

Colònia E



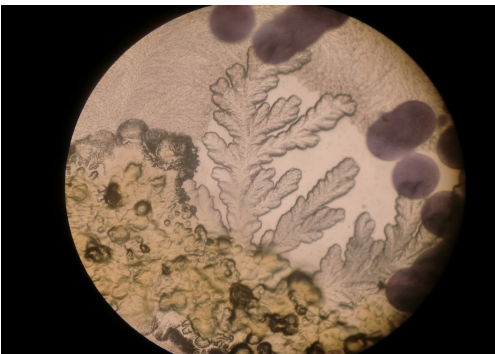
Conjunt d'hifes M.O (x400)

Colònia F



Miceli fong cotonós M.O (400x)

Colònia G



Miceli fong. Lupa binocular (30x)

Colònia H

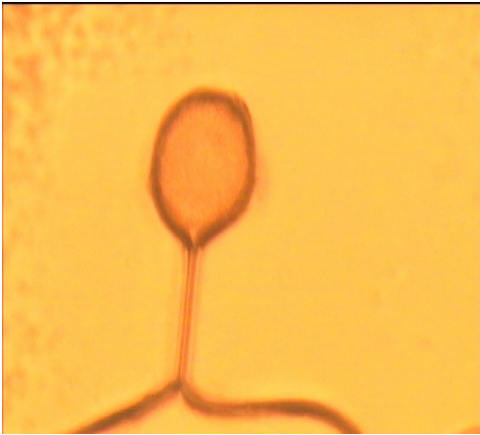


Hifes tabicades .Lupa binocular (30x)

Treball de recerca

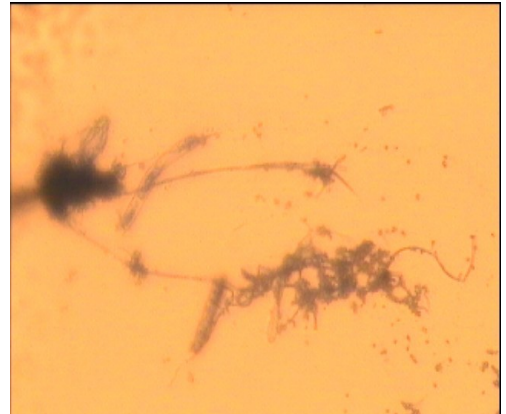
Conviuen els microorganismes amb nosaltres?

Colònia I



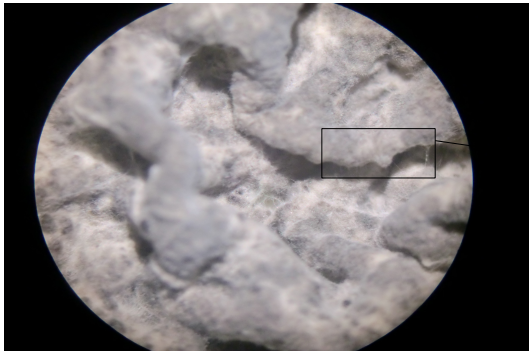
Esporangi del fong de la colònia I vist al M.O (400x)

Colònia M



Imatge fong tenyit a 400x al M.O

Colònia J



Lupa binocular (60x)



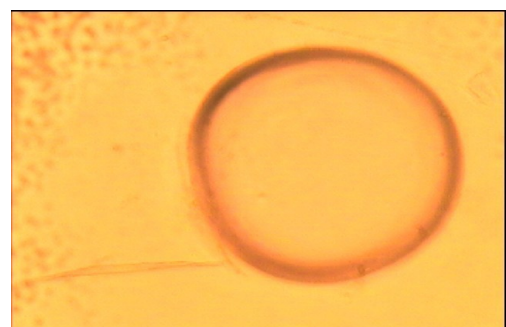
Espores de resistència al M.O (100x)

Colònia K



Miceli de fongs tenyit a 400 vist pel M.O

Colònia L

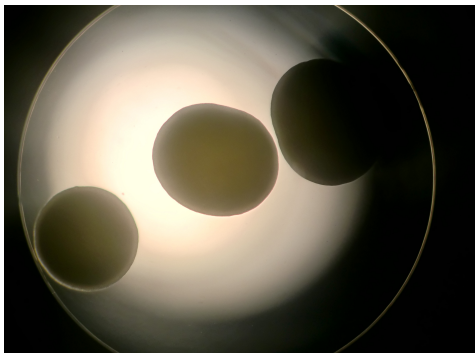


Espora de resistència vista al M.O (400x)

Les imatges morfològiques i ampliades dels fongs ens permeten comparar la diferència de l'aspecte a ull nu i vist a través d'un microscopi o lupa, d'aquesta manera podem conèixer més a fons les diferències entre les diferents colònies de fongs i s'ha pogut constatar que hi ha fongs cotonosos, filamentosos, rodons, irregulars... amb diferents característiques, que estan formats per uns filaments anomenats hifes que formen unes agrupacions que constitueixen el miceli. Alguns presenten hifes cenocítiques, és a dir sense separació entre les cèl·lules com la majoria dels fongs observats i altres tenen hifes tabicades com el fong de la colònia H.

A més, a través del M.O, he pogut observar a la colònia I una forma que sembla un esporangi, que és l'òrgan reproductor que es presenta a determinats organismes i que té la funció de produir i emmagatzemar les espores, també he pogut apreciar una estructura microscòpica dels fongs que semblava una spora de resistència, són formes de protecció o formes de repòs extremadament resistents que poden formar alguns bacteris i fongs. Aquestes espores de resistència s'han trobat a les colònies J i L. Les observacions d'aquest fong s'han realitzat durant el mes de juliol, i l'explicació a aquests resultats pot ser que és una època on la insolació és més elevada i els fongs per a resistir en èpoques de sequera o desfavorables produeixen aquestes espores de resistència.

Per altra banda també s'ha pogut observar una contaminació per fongs en una placa de bacteris. Observant aquest fong a través de la lupa binocular s'ha pogut veure que es tracta d'un llevat, inclús s'ha pogut observar algun d'ells dividint-se per gemmació.



Llevat vist a través de la lupa binocular



Llevat dividint-se per gemmació vist a través de la lupa binocular

Podem veure un procés de gemmació, on la primera foto es veuen llevats vists a través de la lupa binocular sense reproduir-se i en un altre lloc de la placa trobem un llevat al qual li sobresurt un petit cos, el qual acabarà separant-se del individu principal i formarà un altre totalment idèntic.

Tot i que el treball no tenia com a objectiu classificar i trobar la classe o el tipus de bacteri o fong resultants degut a les semblances morfològiques podem identificar algunes de les colònies com poden ser:

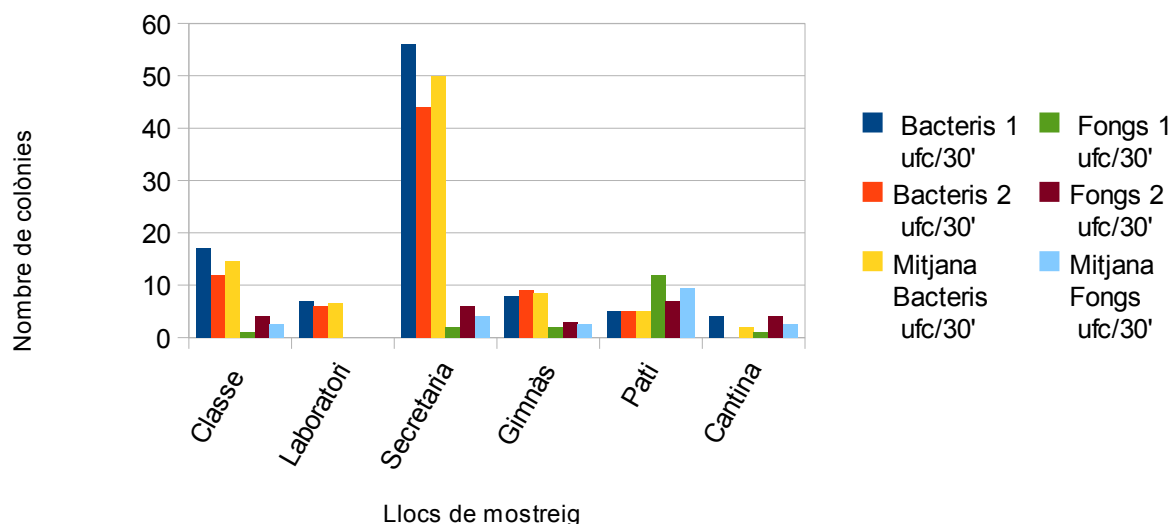
- La colònia de fongs L podem dir que és *Aspergillus*.
- La colònia de fongs M podem dir que és *Penicillium notatum* (penicilina)

4.3 RESULTATS DEL RECOMPTE DE COLÒNIES DE BACTERIS I FONGS

4.3.1 Resultats del mes de maig

Taula 1: Recompte del n° de colònies de bacteris i fongs a diferents llocs de mostreig a les 7:30h

MAIG 2012						
Lloc de mostreig (7:30h)	Bacteris 1 ufc/30'	Bacteris 2 ufc/30'	Mitjana Bacteris ufc/30'	Fongs 1 ufc/30'	Fongs 2 ufc/30'	Mitjana Fongs ufc/30'
Classe	17	12	14,5	1	4	2,5
Laboratori	7	6	6,5	0	0	0
Secretaria	56	44	50	2	6	4
Gimnàs	8	9	8,5	2	3	2,5
Pati	5	5	5	12	7	9,5
Cantina	4	0	2	1	4	2,5



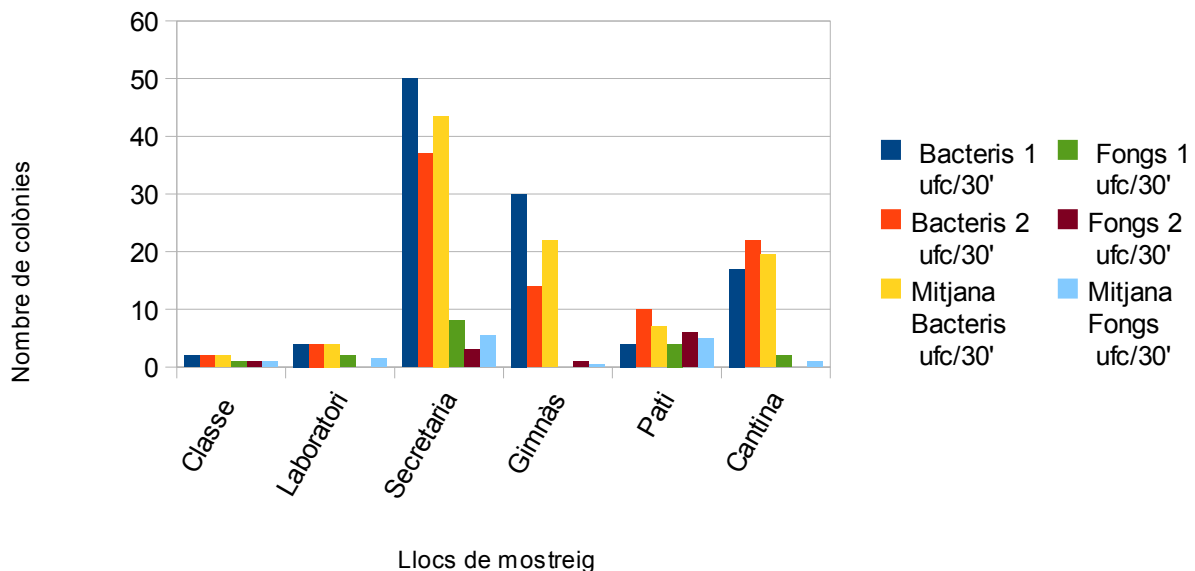
Gràfic 1: Nombre de bacteris i fongs a diferents llocs de mostreig durant el mes de maig a les 7:30 h.

Al gràfic podem observar que a les 7:30h en la majoria dels llocs de mostreig hi ha més unitats formadores de colònies de bacteris que de fongs (excepte al pati) i que en determinats punts trobem una gran diferència entre el nombre d'uns i d'altres, tot i que en altres espais la diferència no és gaire notable. Al punt de mostreig de secretaria és on la quantitat mitjana de bacteris és més elevada (50 ufc/30'), seguida de la classe (14'5 ufc/30') i al gimnàs (8'5 ufc/30'), essent al pati on es troba la major quantitat de fongs (9'5 ufc/30').

Si comparem la quantitat mitjana de colònies de bacteris i de fongs s'observa la diferència més gran a secretaria (50 ufc de bacteris i 40 ufc/30' de fongs), seguit de la classe, el gimnàs i el laboratori on s'han obtingut 6'5 ufc/30' de bacteris i cap de fongs. Pel que fa a la cantina la mitjana de colònies de bacteris i fongs és molt similar i al pati és l'únic lloc on el nombre de colònies de fongs (9'5 ufc/30') és més elevat que el de bacteris 5 ufc/30').

Taula 2: Recompte del n° de colònies de bacteris i fongs a diferents llocs de mostreig a les 13:30h

MAIG 2012						
Lloc de mostreig (13:30h)	Bacteris 1 ufc/30'	Bacteris 2 ufc/30'	Mitjana Bacteris ufc/30'	Fongs 1 ufc/30'	Fongs 2 ufc/30'	Mitjana Fongs ufc/30'
Classe	2	2	2	1	1	1
Laboratori	4	4	4	2	0	1,5
Secretaria	50	37	43,5	8	3	5,5
Gimnàs	30	14	22	0	1	0,5
Pati	4	10	7	4	6	5
Cantina	17	22	19,5	2	0	1



Gràfic 2: Nombre de bacteris i fongs a diferents llocs de mostreig durant el mes de maig a les 13:30 h.

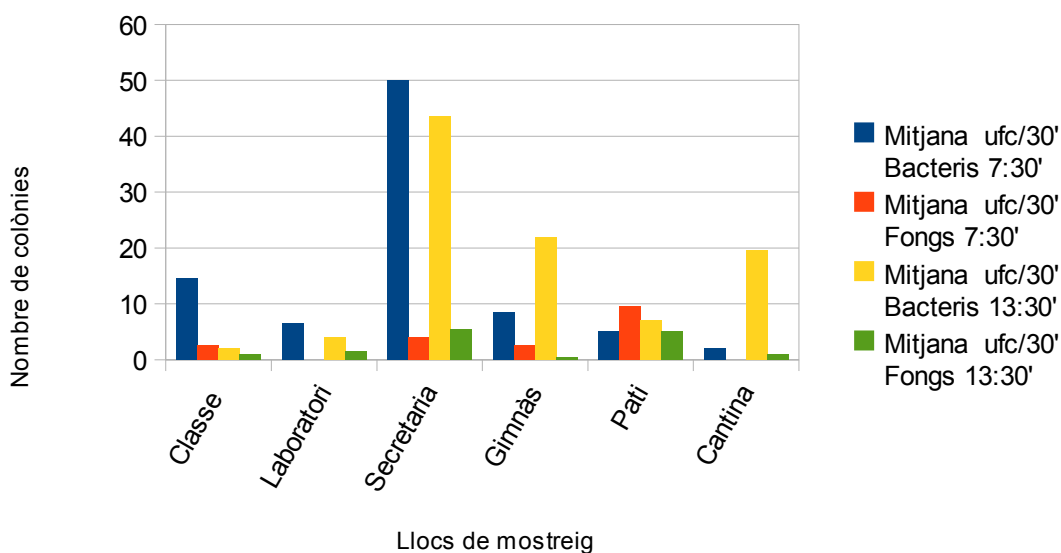
La taula i el gràfic 2 de les 13:30h ens indiquen que a tots els llocs de mostreig la quantitat de colònies de bacteris és més elevada que la de fongs, sent la mitjana més elevada a secretaria (43'4 ufc de bacteris) i al gimnàs (22 ufc/30' de bacteris).

En aquest cas podem observar que en el lloc de mostreig de la classe no hi ha gairebé diferències entre el nombre de colònies de bacteris i el de fongs, sent molt baixa en els dos casos. Al laboratori les diferències són mínimes però tot i així trobem més nombre de colònies de bacteris que de fongs. En canvi, a secretaria la diferència entre les mitjanes de bacteris i de fongs és molt gran (43'5 ufc/30' de bacteris i 5'5 ufc de fongs), tot i que de fongs és el major nombre de colònies de totes les zones de mostreig.

Al gimnàs la mitjana de fongs és mínima (0'5 ufc/30') i per tant els bacteris continuen tenint un nombre més alt i és el segon nombre més gran de mitjana de colònies de bacteris (22 ufc/30'). Al pati, en canvi les mitjanes estan més igualades però continua tenint avantatge el nombre de bacteris i finalment a la cantina la diferència entre els resultats és molt gran sent mínima la quantitat de fongs.

Taula 3 :Comparació del recompte del n° de colònies de bacteris i fongs a diferents llocs de mostreig a les 7:30 i a les 13:30 h..

Mitjana bacteris i fongs (7:30h i 13:30h)				
Lloc de mostreig (7:30h)	Mitjana ufc/30' Bacteris 7:30'	Mitjana ufc/30' Fongs 7:30'	Mitjana ufc/30' Bacteris 13:30'	Mitjana ufc/30' Fongs 13:30'
Classe	14,5	2,5	2	1
Laboratori	6,5	0	4	1,5
Secretaria	50	4	43,5	5,5
Gimnàs	8,5	2,5	22	0,5
Pati	5	9,5	7	5
Cantina	2	2,5	19,5	1



Gràfic 3: Comparativa mitjana bacteris i fongs a les 7:30h i a les 13:30h al mes de Maig

En el gràfic comparatiu 3 dels mostrejos realitzats a primera hora del matí i al migdia s'observen canvis en el nombre de colònies de bacteris i fongs obtinguts.

A la classe, per exemple, trobem més bacteris a primera hora, quan no hi ha hagut ningú, que al migdia, després de classe. Això mateix passa amb els fongs, tot i que amb poca diferència. Al laboratori també trobem més bacteris a primera hora que a segona però amb poca diferència, en canvi, els resultats dels fongs a primera hora són nuls i a segona la mitjana és d'1,5 ufc. A secretaria la diferència entre bacteris i fongs és molt gran i trobem més bacteris a primera hora que a segona, pel contrari el nombre de colònies de fongs és més elevada a segona hora que a primera però amb poca diferència. Al gimnàs i la cantina el nombre de colònies de bacteris és bastant més elevat al migdia (22 ufc i 19,5 ufc, respectivament) que a primera hora del matí (8,5 ufc i 2 ufc), en canvi hi ha alguna colònia més de fongs a les 7:30h que al migdia. Al pati els resultats estan més igualats.

Discussió dels resultats obtinguts al mes de maig

Començant pels resultats del mes de maig a les 7:30 hores podem veure que el nombre de bacteris a la classe, al laboratori i a secretaria és major que el nombre de bacteris a les 13:30 hores, això pot ser degut a que el centre s'ha trobat tancat des del dia anterior i els organismes s'han mantingut associats a partícules de pols o altres, i al llarg del matí, degut a la calor els alumnes han mantingut les finestres obertes i la ventilació ha afectat a la càrrega microbiana, per això ha disminuït el nombre de colònies a les 13,30h.

En canvi al pati, al gimnàs i a la cantina la mitjana de nombre de bacteris és més gran a les 13:30 hores.

Al pati segurament s'han obtingut aquests resultats degut al canvi de temperatura, és a dir al migdia el sol toca més intensament i tot i que una temperatura elevada pot ser desfavorable per als bacteris, com que els rajos de maig són suaus i no tan intensos i directes com els d'estiu pot afavorir-los i fins i tot disposar de millors condicions. La temperatura a les 13:30 hores al mes de maig estava al voltant d'uns 20°C.

Al gimnàs la càrrega microbiana és més gran a última hora a causa de que els alumnes fan activitat física dins el gimnàs i això provoca que les persones suïn i es desprenguin més microorganismes del que se solen desprendre sense fer exercici físic.

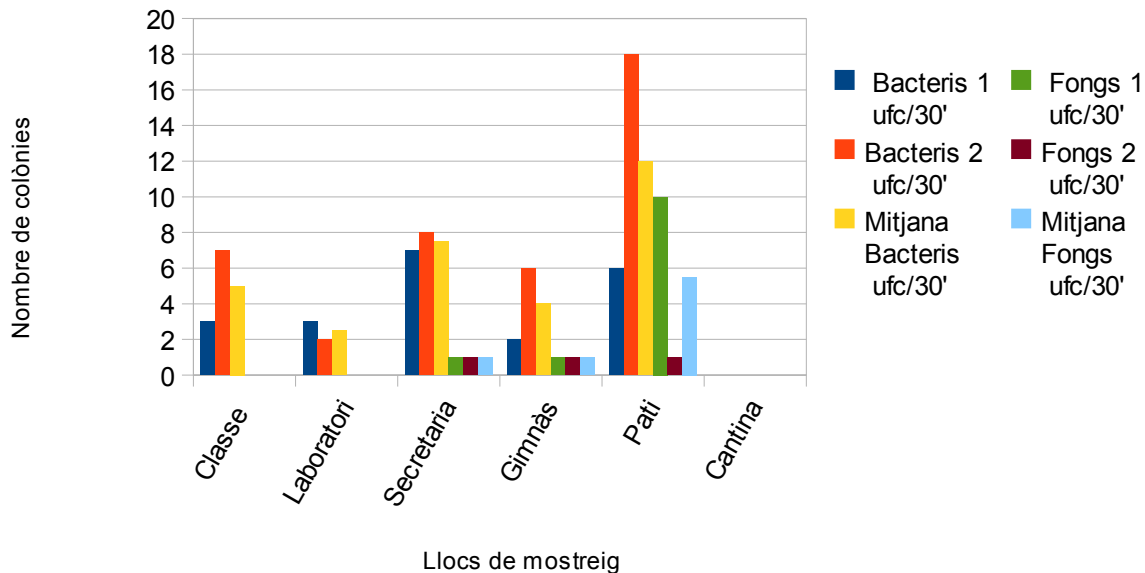
Al lloc de mostreig de la cantina el nombre de bacteris també ha estat més elevat a última hora, i pot ser causa del gran nombre d'alumnes que passen per la cantina a l'hora del pati. També pot influir el fet de que es treballi amb menjar, a més a més el mostreig es va fer un cop acabada l'hora del pati, abans de netejar i sense haver ventilat la cambra.

Els resultats de fongs del mes de maig s'observa que passa al contrari que amb els bacteris, doncs al gimnàs, al pati, a la cantina i a la classe hi ha més nombre de colònies de fongs a les 7:30 que a les 13:30 hores. Això pot ser degut a que, les espores dels fongs no resisteixen les altes temperatures del migdia. En canvi al laboratori i a secretaria s'han trobat més fongs a última hora tot i que la variació és molt petita, a secretaria, per exemple només hi ha una colònia de variació. Per tant no són diferències significatives i no podem parlar de factors influents en aquest cas perquè no han afectat notablement al nombre de colònies.

4.3.2 Resultats del mes de juliol

Taula 4: Recompte del nº de colònies de bacteris i fongs a diferents llocs de mostreig a les 7:30h

JULIOL 2012						
Lloc de mostreig (7:30h)	Bacteris 1 ufc/30'	Bacteris 2 ufc/30'	Mitjana Bacteris ufc/30'	Fongs 1 ufc/30'	Fongs 2 ufc/30'	Mitjana Fongs ufc/30'
Classe	3	7	5	0	0	0
Laboratori	3	2	2,5	0	0	0
Secretaria	7	8	7,5	1	1	1
Gimnàs	2	6	4	1	1	1
Pati	6	18	12	10	1	5,5
Cantina	0	0	0	0	0	0



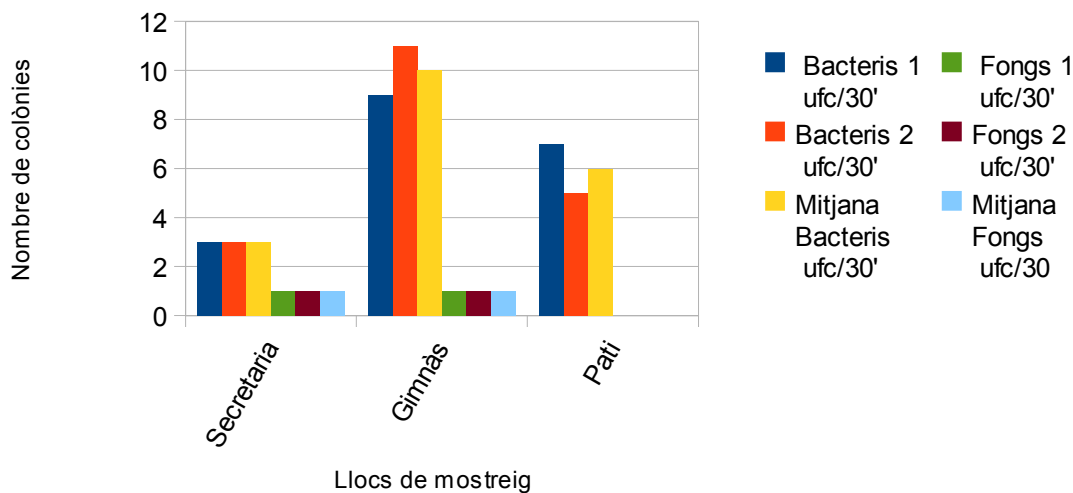
Gràfic 4: Nombre de bacteris i fongs a diferents llocs de mostreig durant el mes de juliol a les 7:30h.

Al gràfic 4 es pot observar que durant el juliol a les 7:30h a tots els llocs de mostreig hi ha més unitats formadores de colònies de bacteris que de fongs excepte a la cantina on els resultats són nuls. Els nombres de colònies més rellevants de bacteris els trobem al pati on la mitjana és de 12 ufc/30' seguit de secretaria on el nombre és més petit i la mitjana arriba a les 7'5 ufc/30', de la classe (5 ufc/30') i el gimnàs (4 ufc/30')

Al laboratori, a la classe i a la cantina el nombre de fongs és 0 ufc/30', tot i que a la resta de llocs de mostreig s'han trobat fongs però en petita quantitat (a secretaria i al gimnàs la mitjana és de 1 ufc/30') excloent el pati on una de les dos plaques va donar un resultat de 10 ufc/30', amb una mitjana de 5'5 ufc/30' ja que a la placa paral·lela el resultat va ser 1 ufc/30'.

Taula 5: Recompte del nº de colònies de bacteris i fongs a diferents llocs de mostreig a les 13:30h

JULIOL 2012						
Lloc de mostreig (13:30h)	Bacteris 1 ufc/30'	Bacteris 2 ufc/30'	Mitjana Bacteris ufc/30'	Fongs 1 ufc/30'	Fongs 2 ufc/30'	Mitjana Fongs ufc/30'
Classe	-	-	-	-	-	-
Laboratori	-	-	-	-	-	-
Secretaria	3	3	3	1	1	1
Gimnàs	9	11	10	1	1	1
Pati	7	5	6	0	0	0
Cantina	-	-	-	-	-	-



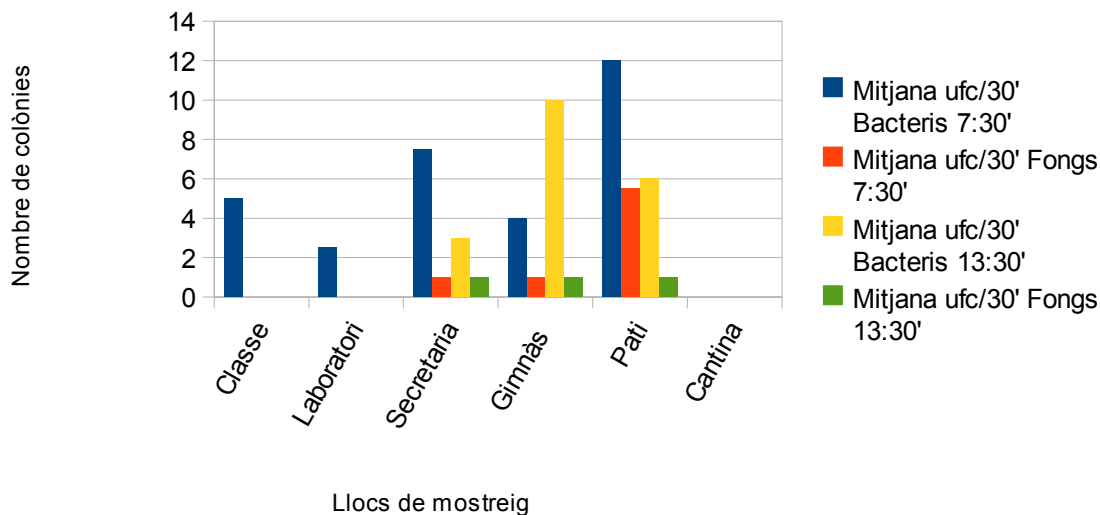
Gràfic 5: Nombre de bacteris i fongs als llocs de mostreig durant el mes de juliol a les 13:30h.

El mostreig a les 13:30 hores al mes de juliol només es va realitzar als llocs on, durant el dia, hi podia haver canvis i presència d'individus. A la classe, al laboratori i a la cantina no es van realitzar aquests mostrejors ja que en l'època d'estiu les classes són buides i la cantina no és oberta. El gimnàs, en canvi, estava ocupat per grups d'entitats culturals i per tant es podia fer el mostreig igual que a secretaria. Al pati també es realitzà el mostreig, doncs al ser un espai obert els canvis ambientals de temperatura, incidència de rajos solars, vent...que s'hi produeixen al llarg del dia poden influir en la presència de microorganismes (i per tant els resultats poden ser alterats a diferents moments.)

En aquest gràfic podem observar que en general durant el mes de juliol a les 13,30h el nombre de colònies de bacteris és bastant més elevat que el de fongs als diferents llocs de mostreig. Així al pati no s'han trobat fongs, però, en canvi, hi ha una mitjana de bacteris de 6 ufc/30'. Al gimnàs es troba el major nombre de bacteris (10 ufc/30') i només 1 ufc/30' de fongs. A secretaria, pel contrari, el nombre de colònies de bacteris és de 3 ufc/30' i el de fongs, igual que al gimnàs, 1 ufc/30'.

Taula 6 :Comparació del recompte del n° de colònies de bacteris i fongs a diferents llocs de mostreig a les 7:30 i a les 13:30 h..

Mitjana bacteris i fongs (7:30h i 13:30h)				
Lloc de mostreig (7:30h)	Mitjana ufc/30' Bacteris 7:30'	Mitjana ufc/30' Fongs 7:30'	Mitjana ufc/30' Bacteris 13:30'	Mitjana ufc/30' Fongs 13:30'
Classe	5	0	-	-
Laboratori	2,5	0	-	-
Secretaria	7,5	1	3	1
Gimnàs	4	1	10	1
Pati	12	5,5	6	0
Cantina	0	0	-	-



Gràfic 6: Comparativa mitjana bacteris i fongs a les 7:30h i a les 13:30h al mes de juliol

En el gràfic 6 es mostra la comparació entre les dades dels mostrejos fets a les 7:30 hores i els resultats a les 13:30 hores, però aquesta comparació només es pot fer en tres dels llocs de mostrejos, dels quals tenim dades a les 13:30 h.

A la cantina els resultats són nuls tant en el cas dels bacteris com en el cas dels fongs.

Pel que fa als bacteris es pot observar que tant a secretaria com al pati el nombre de colònies de bacteris és més elevada a les 7,30 h que a les 13,30h, trobant els valors més grans al pati (12ufc),en canvi al gimnàs el nombre de colònies de bacteris és més elevat a les 13,30h (10ufc) que a les 7,30h (4ufc).

En el cas dels Fongs a secretaria i al gimnàs el nombre de colònies és baix (1ufc/30')i no s'observen diferències entre les 7,30 h i les 13,30h, en canvi al pati s'observen colònies de fongs a les 7,30h (5,5ufc/30') i, en canvi, a les 13,30h és nul·la.

Discussió dels resultats obtinguts al mes de juliol

Al juliol el mostreig a les 7:30 hores s'ha realitzat a totes les zones establertes, però tenint en compte que el centre es troba tancat i que les classes no es realitzen, el mostreig d'última hora només s'ha realitzat als llocs on hi havia moviment de persones, degut a que aquest és el factor que estudiem, doncs a la classe, per exemple, no hi ha moviment i els resultats s'haurien fet en les mateixes condicions que a primera hora i no en podríem extreure conclusions.

En aquest cas podem observar que a la classe, en comparació amb el mes de maig el nombre de colònies de bacteris és menor a les 7:30 hores, segurament a causa de que la classe roman tancada durant el mes de juliol i els bacteris que poden quedar a l'aire, no tenen nutrients i no poden sobreviure gaire temps. En el cas del laboratori i la cantina passa el mateix, a la cantina per exemple la mitjana de colònies de bacteris al maig era de 2ufc/30' i al juliol el resultat és nul.

Els llocs de mostreig on s'ha realitzat l'estudi en aquest cas tant al matí com al migdia (de les dues hores) ha estat a secretaria ja que es trobava oberta i hi havia moviment de persones, al gimnàs on hi havia activitats dels casals d'estiu del poble i al pati on podia influir el fet que hi hagués persones i les condicions meteorològiques de l'estiu.

A secretaria el nombre de colònies de bacteris és major a les 7:30 hores que a les 13:30. Aquest resultat es repeteix amb el mes de maig i possiblement les causes són les mateixes, ja que durant el mes de juliol la secretaria roman oberta.

Al gimnàs el nombre de colònies de bacteris a les 7:30 és menor que a les 13:30, coincidint amb els resultats del mes de maig. L'explicació probablement és l'activitat física que hi ha al gimnàs durant tot el matí on les persones que s'exerciten suen i desprenen microbis que carregen més l'ambient que normalment, d'aquesta manera els microorganismes existents a l'ambient són més abundants.

Al lloc de mostreig del pati la quantitat de bacteris és superior a les 7:30 i això és degut a que els rajos de llum del Sol que arriben a la Terra són més directes i intensos durant la temporada d'estiu, de manera que augmenta la temperatura i això és desfavorable per als microorganismes ja que a temperatures tan altes no es troben en unes condicions favorables per sobreviure. D'aquesta manera els bacteris a primera hora, quan l'ambient és més humit, proliferen millor que a les 13:30 hores que és una de les hores on toquen més directament els rajos.

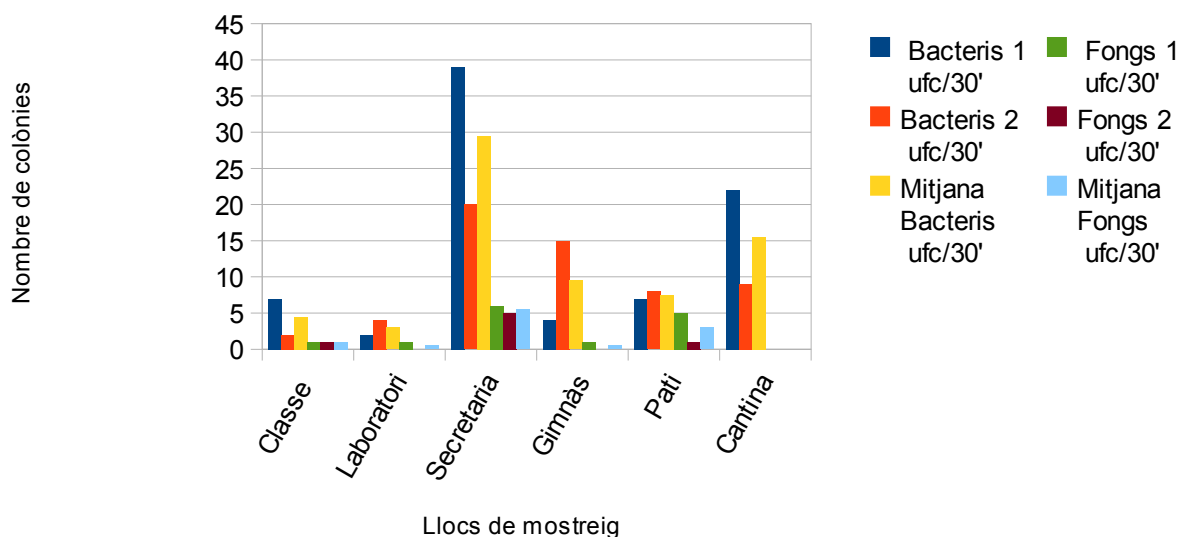
En el cas dels fongs els mostrejors es realitzen amb el mateix procediment que els bacteris i a primera hora, que és on s'han realitzat els mostrejors a tots els espais podem observar que als llocs de mostreig (cantina, classe i laboratori) que romanen tancats des de l'acabament de les classes no s'ha trobat cap colònia de fongs, aquí podem veure clarament que la intervenció de les persones és sumament important a nivell microbià.

A secretaria i al gimnàs observem que el nombre de colònies de fongs es manté a les 7:30 i a les 13:30 hores igual que als resultats del maig on les diferències eren molt petites. I al pati es pot observar que la quantitat de fongs a les 7:30 és notablement més gran que a les 13:30 on no s'han trobat colònies, de manera que confirma el fet de que sigui a causa de les altes temperatures i la major incidència dels rajos solars.

4.3.3 Resultats del mes de setembre

Taula 7: Recompte del n° de colònies de bacteris i fongs a diferents llocs de mostreig a les 7:30h

SETEMBRE 2012						
Lloc de mostreig (7:30h)	Bacteris 1 ufc/30'	Bacteris 2 ufc/30'	Mitjana Bacteris ufc/30'	Fongs 1 ufc/30'	Fongs 2 ufc/30'	Mitjana Fongs ufc/30'
Classe	7	2	4,5	1	1	1
Laboratori	2	4	3	1	0	0,5
Secretaria	39	20	29,5	6	5	5,5
Gimnàs	4	15	9,5	1	0	0,5
Pati	7	8	7,5	5	1	3
Cantina	22	9	15,5	0	0	0



Gràfic 7: Nombre de bacteris i fongs als llocs de mostreig durant el mes de setembre a les 7:30h.

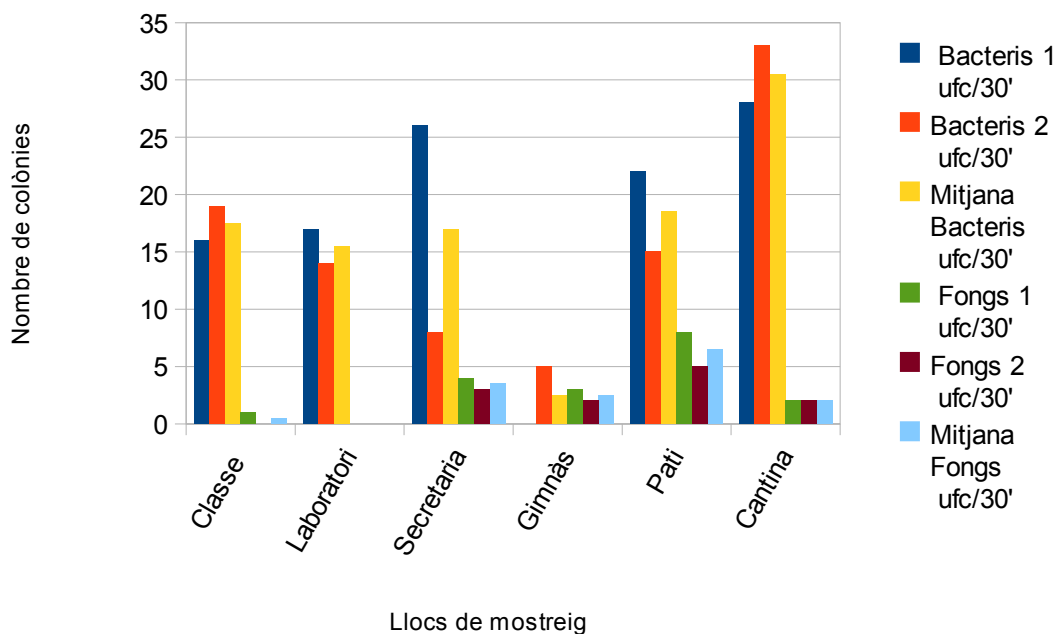
Al mostreig de setembre podem observar que a primera hora hi ha una notable diferència entre les colònies trobades a secretaria (mitjana de 29'5 ufc/30') i el reste. Seguint el lloc de mostreig de secretaria està la cantina (15'5 ufc/30'), el gimnàs (9'5 ufc/30'), el pati (7'5 ufc/30'), la classe (4'5 ufc/30') i el laboratori (3 ufc/30').

En aquest mostreig podem veure que continua havent més colònies de bacteris a les 7:30h que de fongs, amb una gran diferència, ja que al mostreig de fongs trobem espais com la cantina que tenen fins a 0 ufc/30'.

El lloc de mostreig on hi ha més colònies de fongs també és secretaria tot i que només hi ha 5 ufc/30', seguit del pati on trobem 3 ufc/30' i de la classe on hi ha 1 ufc/30'. La mitjana dels altres punts de mostreig és inferior a 1, com al laboratori i al gimnàs on el nombre de colònies per 30' ha estat de 0'5 i per últim a la cantina on el nombre de colònies és nul.

Taula 8: Recompte del n° de colònies de fongs a diferents llocs de mostreig a les 13:30h

SETEMBRE 2012						
Lloc de mostreig (13:30h)	Bacteris 1 ufc/30'	Bacteris 2 ufc/30'	Mitjana Bacteris ufc/30'	Fongs 1 ufc/30'	Fongs 2 ufc/30'	Mitjana Fongs ufc/30'
Classe	16	19	17,5	1	0	0,5
Laboratori	17	14	15,5	0	0	0
Secretaria	26	8	17	4	3	3,5
Gimnàs	0	5	2,5	3	2	2,5
Pati	22	15	18,5	8	5	6,5
Cantina	28	33	30,5	2	2	2



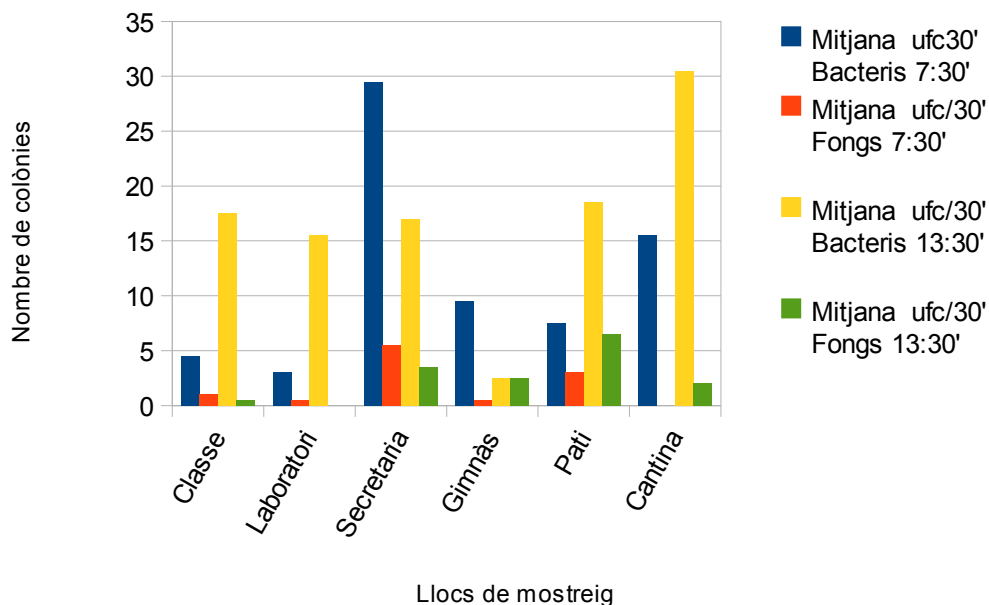
Gràfic 8: Nombre de bacteris i fongs als llocs de mostreig durant el mes de setembre a les 13:30h.

A la taula 8 i gràfic 8 es pot observar que a les 13:30h el nombre més elevat de colònies de bacteris és troba a la cantina (30,5 ufc/30') seguida del pati (18,5 ufc/30') , la classe i secretaria amb un valor al voltant de 17 ufc/30' i el laboratori una mica inferior. Al gimnàs és on apareix un nombre més baix de colònies (2,5 ufc/30').

En el cas dels fongs el nombre mitjà de colònies és bastant inferior al de bacteris. El lloc on es trobem més colònies de fongs és al pati (6'5 ufc/30'), seguit de secretaria on trobem 3'5 ufc/30'), el gimnàs (2'5 ufc/30'), la cantina (2 ufc/30') , la classe (0'5 ufc/30') i en últim lloc el laboratori on en aquest cas no trobem cap colònia de fongs.

Taula 9 :Comparació del recompte del n° de colònies de bacteris i fongs a diferents llocs de mostreig a les 7:30 i a les 13:30 h..

Mitjana bacteris i fongs (7:30h i 13:30h)				
Lloc de mostreig (7:30h)	Mitjana ufc/30' Bacteris 7:30'	Mitjana ufc/30' Fongs 7:30'	Mitjana ufc/30' Bacteris 13:30'	Mitjana ufc/30' Fongs 13:30'
Classe	4,5	1	17,5	0,5
Laboratori	3	0,5	15,5	0
Secretaria	29,5	5,5	17	3,5
Gimnàs	9,5	0,5	2,5	2,5
Pati	7,5	3	18,5	6,5
Cantina	15,5	0	30,5	2



Gràfic 9: Comparativa mitjana bacteris i fongs a les 7:30h i a les 13:30h del mes de setembre

El el gràfic 9 podem comparar el nombre de colònies de bacteris i fongs de les 7:30 i les 13:30h al mes de setembre .Veiem que del mostreig de bacteris de primera hora al de segona hi ha una gran diferència, en el cas de secretaria o el gimnàs, per exemple, a les 13,30h hi ha menys colònies de bacteris, però a la cantina succeeix a la inversa doncs a les 13,30h s'observa un gran augment de bacteris (30,5ufc/30') respecte a les 7,30h (15,5ufc/30'). Igual que al pati, al laboratori i a la classe. En el cas dels fongs les variacions són petites perquè el nombre de colònies és petit, però on més es nota la variació de primera a segona hora és al pati, on hi ha més fongs a segona que a primera, aquesta diferència també la trobem a la cantina i al gimnàs, a la resta de llocs de mostreig trobem més fongs a primera que a segona hora.

Discussió dels resultats obtinguts al mes de setembre

En les experiències de setembre canvien els resultats de manera que a la major part dels llocs de mostreig el nombre de colònies de bacteris és superior a les 13:30 hores, com a la classe, al laboratori, al pati i a la cantina on, amb notable diferència, el nombre de colònies de bacteris és superior a última hora. Això, a la classe, laboratori i cantina pot ser degut a que al setembre ja no fa tanta calor i els alumnes no tenen les finestres obertes, de manera que l'ambient no es ventila i incrementa la proliferació de microorganismes. Al pati, però pot ser degut a que les condicions favorables per als bacteris es donin a les 13:30 ja que l'ambient és més càlid que al matí. A secretaria i al gimnàs en canvi el nombre més alt de bacteris ha estat a les 7:30 hores, possiblement a causa de la ventilació que han tingut aquests espais durant tot el matí.

En els resultats de fongs observem que a la classe, al laboratori i a secretaria el nombre de colònies de fongs és major a a les 7:30 hores que a les 13:30, contràriament als bacteris, però també podem observar que les diferències no són significatives, de manera que no sembla que influeixi el fet de que hi hagi moviment de persones, la ventilació o la calor.

Al pati, al gimnàs i a la cantina el nombre de colònies de fongs a les 13:30 hores és més gran.

Podem observar que a la cantina els resultats sempre han sigut majors a última hora i això pot ser pel gran moviment que hi ha en tan poc temps i pel fet de poder fer els mostrejos sense haver netejat ni ventilat la cambra.

5. CONCLUSIONS

Després de realitzar el recompte dels microorganismes obtinguts a diferents llocs de mostreig de l'Institut i en èpoques diferents i de la seva observació morfològica i al M.O., he arribat a les següents conclusions:

- Els microorganismes, bacteris i fongs estan presents en l'aire de l'Institut, predominant les mostres amb colònies de bacteris respecte a les de fongs.
- Entre els bacteris predominen els cocs Gram + sobre els Gram – i també sobre els bacils, trobant algunes agrupacions com diplococs i estafilococs.
- Respecte als fongs predominen les floridures amb micelis cotonosos i amb hifes cenocítiques sobre els que tenen hifes tabicades i sobre els llevats.

He donat resposta a les hipòtesis formulades al principi del treball:

- Després de les classes el nombre de bacteris obtinguts al mostreig de setembre en general és més elevat que a primera hora, en els llocs on hi ha hagut més moviment d'alumnes (classe, laboratori, cantina) ,però això no ha estat així al mes de maig ,donat que feia calor i els alumnes tenien les finestres obertes i la ventilació ha influït en la presència de microorganismes.
- En el cas dels fongs no es pot extreure una conclusió clara, ja que el nombre de colònies d'aquests no varia notablement de manera que sembla que el factor de que hi hagi gent o es ventili no influeixi de gran manera.

Per tant, amb els resultats obtinguts, no es pot confirmar totalment la hipòtesi **“Hi deu haver més microorganismes després de les classes que no pas abans, per la influència dels alumnes en la contaminació”**, ja que han influït altres factors a més de l'humà, però puc afegir que el nombre de microorganismes presents a l'aire d'una cambra pot variar segons la ventilació, per exemple, que és un dels factors que ha fet que no es pogués estudiar exclusivament la variable “influència de la gent” en la contaminació.

- Es pot confirmar la hipòtesi: **“La presència de microorganismes varia segons l'època de l'any”** degut a les característiques de cada època, és a dir al juliol quan el clima és més sec i la temperatura més elevada és quan s'ha trobat menor nombre de colònies de bacteris i de fongs, això demostra que els rajos del Sol i la temperatura afecta als microorganismes de manera negativa. Per aquest motiu, per exemple a les 13:30 hores al juliol el nombre de microorganismes al pati és inferior al de les 7:30 hores.

- Respecte a la hipòtesi **“La proliferació de microorganismes és més gran en llocs oberts que tancats”** No ha de ser així per cap motiu en especial, inclús segons els resultats obtinguts la proliferació de microorganismes és més gran a llocs tancats ja que l'aire contaminat augmenta durant l'estada conjunta d'un gran nombre d'individus en un àrea petita i amb poc espai, sobretot quan hi ha ventilació deficient. És a dir que probablement es trobin més microorganismes en un lloc tancat on hi ha moviment de persones que no pas en un lloc obert on els microorganismes es mouen lliurement, sense tenir unes limitacions d'espai.

Així les principals conclusions que extrec d'aquest treball són que l'aire és un medi de transport de microorganismes i que la presència i activitat de les persones són summament importants a nivell microbià, ja que s'ha demostrat amb la part experimental que, eliminant factors com la ventilació, el fet de que hi hagi organismes en un espai tancat afecta a la concentració de microorganismes i a la seva proliferació.

També cal tenir en compte els rajos solars com a factors importants, ja que impedeixen el creixement a que no tenen unes condicions favorables per a la seva adhesió i desenvolupament a qualsevol superfície.

A més puc dir que he complert amb tots els meus objectius que eren: treballar més al laboratori i conèixer tècniques de mostreig i d'estudi de microorganismes, fer observacions macroscòpiques i microscòpiques de microorganismes aplicant tècniques de tinció específiques.

Gràcies a aquest treball he pogut aprendre moltes coses, no només a nivell microbiològic, sinó també a nivell científic i experimental, ja que m'ha permès conèixer la manera de treballar en un laboratori de forma més precisa i meticulosa.

Finalment m'he adonat que realment a l'ambient hi ha més microorganismes dels que ens podem arribar a imaginar i que convivim amb ells ignorant la seva existència i sense tenir en compte la importància de ventilar una habitació o un indret que ha estat tancat durant hores, ja que molts d'aquests organismes no són patògens però d'altres poden causar malalties a les persones.

6. BIBLIOGRAFIA

RESTREPO G, Stella: “*Manual de Bacteriología Flora Corporal y del Aire*”

FARFÁN, Maribel i altres: *Pràctiques de microbiologia clínica*, Editorial: Universitat de Barcelona, col·lecció Textos docents, edició univers, Barcelona, 2005

HENDRICKS D, Bergey i altres: “*Bergey's Manual*”, Editorial: William & Wilkins, Novena edició, Maryland, USA, 1994

RICARDO, Daniel: “*Manual para la introducción al laboratorio de microbiología*”, Editorial: Universidad de Caldas, Primera edició, Colòmbia, 2005

INGRAHAM L, John i altres: “*Introducción a la microbiología*”, Editorial: Reverté, S.A, Barcelona, 1998

JIMENO, Antonio i altres: “*Biología Segon de Batxillerat*”, Editorial: Santillana , Barcelona

MADIGANT T, Michael i altres: “*Brock. Biología de los microorganismos*” 12. Edició, Madrid, 2009

6.1 PÀGINES WEB

MICROBIOLOGÍA [en línia],

<http://books.google.es/books?id=2u-6Q2XCMDgC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false> [consulta: 25/5/1012]

VIQUIPÈDIA [en línia],

<http://ca.wikipedia.org/wiki/Cultiu_microbiol%C3%B2gic>, [Consulta: 17/8/2012]

APUNTS MICROBIOLOGIA [en línia].

<<http://berosus.org/naturals/pdf/microbiologia.pdf>>, [consulta: 7/9/2012]

CONTAMINACIÓN MICROBIANA: *Calidad microbiológica del aire de una zona limpia en una industria farmacéutica*, [en línia],

<<http://www.analesranf.com/index.php/aranf/article/viewFile/43/82>>, [consulta: 12/9/2012]

MICROBIOLOGÍA DEL AIRE: [en línia],

<<http://www.ambisalud.es/boletines/HIA-06%20MICROBIOLOGIA.pdf>>, [consulta: 20/9/2012]

ANNEX

7. ANNEXOS

Taula 1: resultat del nombre de cada tipus de colònies de bacteris a cada lloc de mostreig a maig a les 7:30 hores

Llocs de mostreig	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Secretaria 1	25	5	17	3	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Secretaria 2	14	4	24	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe 1	6	3	5	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Classe 2	9	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Gimnàs 1	1	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gimnàs 2	4	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-
Laboratori 1	1	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laboratori 2	1	-	2	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantina 1	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantina 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pati 1	3	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pati 2	-	4	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-

Taula 2: resultats del nombre de cada tipus de colònies de fongs a cada lloc de mostreig a maig a les 7:30 hores

Llocs de mostreig	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Secretaria 1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Secretaria 2	4	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe 1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Classe 2	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gimnàs 1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gimnàs 2	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laboratori 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laboratori 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantina 1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantina 2	2	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-
Pati 1	9	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pati 2	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Taula 3: resultats del nombre de cada tipus de colònies de bacteris a cada lloc de mostreig a maig a les 13:30 hores

Llocs de mostreig	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Secretaria 1	9	8	27	-	-	-	4	-	1	1	-	-	-	-	-	-
Secretaria 2	11	5	16	3	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Classe 1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe 2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gimnàs 1	4	6	6	-	1	5	3	-	-	-	-	5	-	-	-	-
Gimnàs 2	6	2	4	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Laboratori 1	-	-	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laboratori 2	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantina 1	9	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Cantina 2	9	4	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pati 1	-	1	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pati 2	-	4	5	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-

Taula 4: resultats del nombre de cada tipus de colònies de fongs a cada lloc de mostreig a maig a les 13:30 hores

Llocs de mostreig	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Secretaria 1	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-
Secretaria 2	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe 1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe 2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gimnàs 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gimnàs 2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laboratori 1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laboratori 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantina 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantina 2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-
Pati 1	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pati 2	5	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-

Taula 5: resultats del nombre de cada tipus de colònies de bacteris a cada lloc de mostreig al juliol a les 7:30 hores

Llocs de mostreig	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Secretaria 1	4	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Secretaria 2	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
Classe 1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe 2	4	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gimnàs 1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gimnàs 2	4	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laboratori 1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Laboratori 2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantina 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantina 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pati 1	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Pati 2	-	9	-	-	1	-	2	-	-	-	6	-	-	-	-	-

Taula 6: resultats del nombre de cada tipus de colònies de fongs a cada lloc de mostreig al juliol a les 7:30 hores

Llocs de mostreig	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Secretaria 1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Secretaria 2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gimnàs 1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gimnàs 2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laboratori 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laboratori 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantina 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantina 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pati 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
Pati 2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Taula 7: resultats del nombre de cada tipus de colònies de bacteris a cada lloc de mostreig al juliol a les 13:30 hores

Llocs de mostreig	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Secretaria 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-
Secretaria 2	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gimnàs 1	3	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gimnàs 2	4	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Pati 1	-	3	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Pati 2	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-

Taula 8: resultats del nombre de cada tipus de colònies de fongs a cada lloc de mostreig al juliol a les 13:30 hores

Llocs de mostreig	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Secretaria 1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Secretaria 2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gimnàs 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Gimnàs 2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Pati 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pati 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Taula 9: resultats del nombre de cada tipus de colònies de bacteris a cada lloc de mostreig al setembre a les 7:30 hores

Llocs de mostreig	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Secretaria 1	16	11	9	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Secretaria 2	8	6	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe 1	2	-	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe 2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gimnàs 1	-	2	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gimnàs 2	7	-	5	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laboratori 1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laboratori 2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantina 1	2	2	16	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantina 2	3	5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Pati 1	1	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pati 2	-	2	4	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-

Taula 10: resultats del nombre de cada tipus de colònies de fongs a cada lloc de mostreig al setembre les 7:30 hores

Llocs de mostreig	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Secretaria 1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-
Secretaria 2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-
Classe 1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Classe 2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gimnàs 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Gimnàs 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laboratori 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Laboratori 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantina 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantina 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pati 1	3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-
Pati 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-

Taula 11: resultats del nombre de cada tipus de colònies de bacteris a cada lloc de mostreig al setembre a les 13:30 hores

Llocs de mostreig	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Secretaria 1	15	5	4	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Secretaria 2	3	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe 1	7	3	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe 2	11	3	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gimnàs 1	2	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Gimnàs 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laboratori 1	8	-	8	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Laboratori 2	10	-	1	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantina 1	15	6	4	-	-	-	3	-	-	-	-	5	-	-	-	-
Cantina 2	17	7	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pati 1	2	-	-	-	-	-	14	-	3	-	-	3	-	-	-	-
Pati 2	-	11	-	-	-	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-

Taula 12: resultats del nombre de cada tipus de colònies de fongs a cada lloc de mostreig al setembre les 13:30 hores

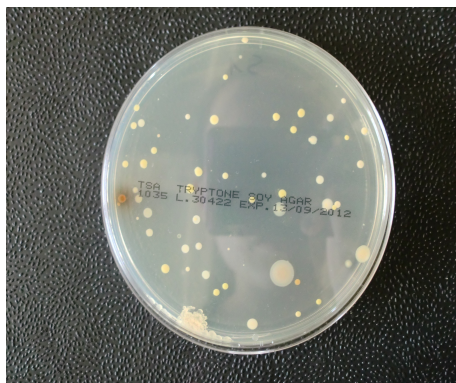
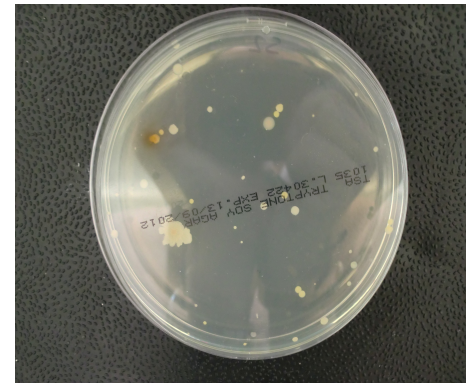
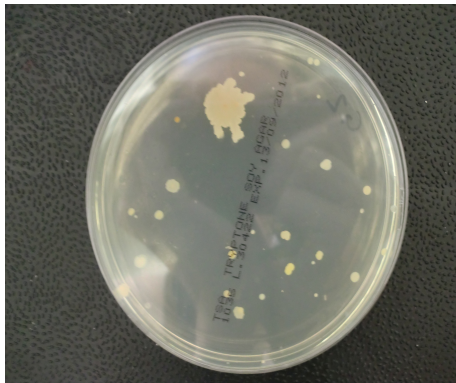
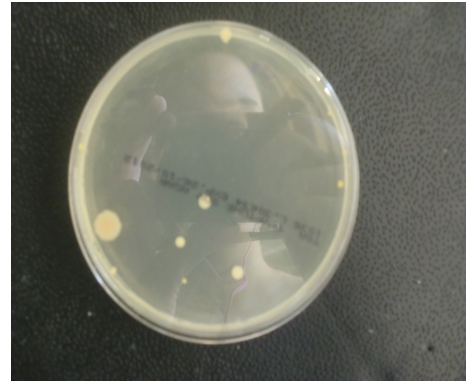
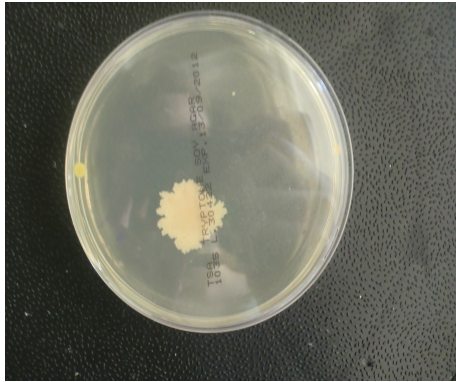
Llocs de mostreig	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Secretaria 1	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
Secretaria 2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe 2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Gimnàs 1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gimnàs 2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laboratori 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laboratori 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantina 1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-
Cantina 2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Pati 1	7	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Pati 2	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Treball de recerca

Conviuen els microorganismes amb nosaltres?

Altres imatges obtingudes al treball experimental.

Imatges de bacteris vists a ull nu:



Treball de recerca

Conviuen els microorganismes amb nosaltres?

Imatges de fongs vist a ull nu:

