

The background of the slide is a composite of several petri dishes containing various microorganisms. The organisms are diverse in shape and color, including green filamentous structures, circular colonies, and smaller, more irregular forms. The dishes are arranged in a way that they overlap, creating a sense of depth and focus on the microbial world.

ELS ALTRES HABITANTS

ESTHER PI BADOSA
IES MONTSACOPA
CURS: 2ºN BATXILLERAT A
TUTORA: M^A ÀNGELS ALZINA
3-NOVEMBRE-2008

AGRAÏMENTS

Primer de tot donar gràcies a totes les persones que d'una manera o altra m'han ajudat en la realització del treball. És ben cert que sense la col·laboració desinteressada de tots vosaltres, aquest treball no hagués estat possible, moltes gràcies!!!!

Agrair a la Universitat de Girona pel fet d'haver-me deixat treballar en el seu laboratori per a preparar el material necessari. Paral·lelament donar les gràcies a totes les persones que m'han deixat accedir al seu local per poder mostrejar les diferents zones. Així doncs, agreixo la col·laboració dels bars Can Pauet, Can Menció i el centre cívic; a l'escola Joan Maragall, la seva llar d'infants, el casal d'estiu de Santa Pau i a l'IES Montsacopa; els llocs públics com el dispensari, l'ajuntament i la farmàcia, i per últim als comerços Can Pau i Can Pere.

Agraeixo també el seguiment de la meva tutora, la M^a Àngels Alzina, per el seu interès constant en el meu treball i per l'atenció que hi ha pres. Per últim agrair la presència d'una persona, una persona que m'ha anat guiant al llarg de tot el treball per dur a terme la part pràctica d'aquest, l'Esther Badosa Romañó, la meva mare.

Santa Pau, Octubre de 2008

relació de figures

1- INTRODUCCIÓ

Figura 1.1. Dibuixos de microorganismes segons Anton van Leeuwenhock

Figura 1.2. Esquema de l'estructura cel·lular interna entre les cèl·lules eucariotes i les procariotes.

Figura 1.3. Classificació dels éssers vius en 5 regnes

Figura 1.4. Fotografies al microscopi òptic d'algues.

Figura 1.5. Fotografies al microscopi òptic de protistes.

Figura 1.6. Fongs unicel·lulars (Llevats) i fongs pluricel·lulars.

Figura 1.7. Cicle de vida d'un fong perfecte: fase asexual i fase sexual .

Figura 1.8: Imatges al microscopi òptic de fongs

Figura 1.9: Dibuix de diferents morfologies (formes) que poden presentar els bacteris.

Figura 1.10: Esquema de l'estructura de la paret cel·lular dels bacteris Grams positius i Gram negatius

Figura 1.11. Imatges de llocs que són habitats pels diferents grups d'arqueobacteris.

Figura 1.12. Imatges al microscopi òptic o electrònic dels exemples citats a la taula 1.3.

Figura 1.13. Imatges al microscopi òptic de contrast de fase d'endoespores bacterianes

Figura 1.14. Imatges al microscopi electrònic dels exemples citats a la taula 1.4.

Figura 1.15. Efectes de l'acció dels microorganismes (positius i negatius) en l'agricultura, alimentació i salut humana.

Figura 1.16. Creixement dels microorganismes en medi de cultiu sòlid en plaques de Petri.

Figura 1.17. Mostreig de superfícies, amb la tècnica dels escovillons

Figura 1.18. Mostreig de superfícies amb les plaques RODAC

Figura 1.19. Mostreig de l'aire per la tècnica de sedimentació.

Figura 1.20. Mostreig actiu dels microorganismes presents a l'aire.

3- MATERIALS I MÈTODES

Figura 3.1. Preparació de medis de cultiu al laboratori de microbiologia de la Universitat de Girona.

4- RESULTATS

Figura 4.1. Fotografies de plaques de Petri amb medi Saboraud de fongs

Figura 4.2. Fotografies de plaques RODAC amb medi Saboraud (de fongs

Figura 4.3. Fotografies de plaques de Petri amb medi PCA de bacteris.

Figura 4.4. Gràfics on es mostren els resultats obtinguts dels recomptes de bacteris i fongs i llevats en l'aire dels ambients oficials mostrejats.

Figura 4.5. Gràfics on es mostren els resultats obtinguts dels recomptes de bacteris i fongs i llevats en l'aire dels ambients de botigues i bars

Figura 4.6. Gràfics on es mostren els resultats obtinguts dels recomptes de bacteris i fongs i llevats en l'aire dels ambients escolars corresponents a l'aula de classe

Figura 4.7 Gràfics on es mostren els resultats obtinguts dels recomptes de bacteris i fongs i llevats en l'aire dels ambients escolars corresponents als serveis (WC).

Figura 4.8 Gràfics on es mostren els resultats obtinguts dels recomptes de bacteris i fongs i llevats en l'aire dels ambients exteriors.

Figura 4.9 Gràfics on es mostren els resultats obtinguts dels recomptes de bacteris i fongs i llevats en l'aire dels ambients interiors.

Figura 4.10 Gràfics on es mostren els resultats obtinguts dels recomptes de bacteris i fongs i llevats en superfície dels ambients oficials.

Figura 4.11 Gràfics on es mostren els resultats obtinguts dels recomptes de bacteris i fongs i llevats en superfície en botigues i bars.

Figura 4.12 Gràfics on es mostren els resultats obtinguts dels recomptes de bacteris i fongs i llevats en superfície dels ambients escolars.

Figura 4.13 Gràfics on es mostren els resultats obtinguts dels recomptes de bacteris i fongs i llevats en superfície dels ambients escolars corresponents als lavabos.

Figura 4.14 Gràfics on es mostren els resultats obtinguts dels recomptes de bacteris i fongs i llevats en superfície dels ambients exteriors.

Figura 4.15 Gràfics on es mostren els resultats obtinguts dels recomptes de bacteris i fongs i llevats en superfície dels ambients interiors.

Figura 4.16 Fotografies de diferents preparacions fúngiques al microscopi òptic a 400 augments.

Figura 4.17 Fotografies de diferents preparacions de llevats al microscopi òptic a 400 augments.

Figura 4.18 Fotografia d'una preparació d'una colònia bacteriana al microscopi òptic a 400 augments.

5- DISCUSSIÓ

Figura 5.1 Resultats globals de la contaminació detectada en l'aire en els diferents ambients mostrejats.

Figura 5.2 Resultats globals de la contaminació detectada en les superfícies en els diferents ambients mostrejats.

relació de taules

1- INTRODUCCIÓ

Taula 1.1. Algunes de les característiques diferencials entre cèl·lules procariotes i eucariotes.

Taula 1.2. Característiques diferencials de les algues

Taula 1.3. Característiques diferencials dels protozous.

Taula 1.4. Característiques diferencials dels fongs terrestres.

Taula 1.5 Característiques dels principals grups dels eubacteris Gram negatius.

Taula 1.6 Característiques dels principals grups dels eubacteris Gram positius.

Taula 1.7. Malalties més importants causades per bacteris i fongs que poden ser transmiseses per l'aire.

Taula 1.8 Avantatges i inconvenients de les tècniques de mostreig de la microbiologia de superfícies.

Taula 1.9 Avantatges i inconvenients de les tècniques de mostreig de la microbiologia de l'aire

3- MATERIALS I MÈTODES

Taula 3.1 Ambients i llocs mostrejats per a la determinació de la contaminació de superfícies i de l'aire.

5- DISCUSSIÓ

Taula 5.1 Resum dels resultats obtinguts en aquest treball referents a les dades dels recomptes de la contaminació de l'aire.

Taula 5.2 Resum dels resultats obtinguts en aquest treball referents a les dades dels recomptes de la contaminació de superfícies.

ÍNDEX

INTRODUCCIÓ	III
1. MICROORGANISMES	
1.1 QUE SÓN ELS MICROORGANISMES?.....	1
1.2 TIPUS CEL·LULARS DELS MICROORGANISMES.....	2
1.3 GRUPS DE MICROORGANISMES.....	5
1.3.1 Les Algues.....	5
1.3.2 Els Protozous.....	8
1.3.3 Els fongs.....	10
1.3.4 Els bacteris.....	15
1.4 IMPORTÀNCIA DELS MICROORGANISMES.....	24
1.4.1 Els microorganismes i l'agricultura i la ramaderia.....	24
1.4.2 Els microorganismes i la indústria alimentària.....	24
1.4.3 Els microorganismes i l'energia	25
1.4.4 Els microorganismes i la salut.....	25
1.5 MICROBIOLOGIA AMBIENTAL.....	27
1.6 TÈCNiques PER A MOSTREJAR L'AMBIENT I LES SUPERFÍCIES.....	30
1.6.1 Control de superfícies	30
1.6.2 Control de l'aire	32
2.OBJECTIUS.....	35
2.1 OBJECTIU GENERAL DEL TREBALL	35
2.2 HIPOTESIS DEL TREBALL.....	35
3. MATERIAL I MÈTODES.....	36
3.1 PREPARACIÓ DE MEDIS DE CULTIU.....	36
3.2 TÈCNICA PER A DETERMINAR LA CONTAMINACIÓ DE L'AIRE.....	40
3.3 TÈCNICA PER A DETERMINAR LA CONTAMINACIÓ DE SUPERFÍCIES.....	41
3.4 DISSENY EXPERIMENTAL.....	42
3.5 OBSERVACIONS AL MICROSCOPI ÒPTIC.....	43

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ.....	44
4.1 OBSERVACIONS MACROSCÒPIQUES DELS RESULTATS.	44
4.2 RECOMPTES DE MICROORGANISMES.....	48
4.2.1 Recomptes de l'aire.....	49
4.2.2 Recomptes de la superfície.....	55
4.3 OBSERVACIONS AL MICROSCOPI ÒPTIC.....	60
5. DISCUSSIÓ.....	65
6. CONCLUSIONS.....	71
7. BIBLIOGRAFIA.....	73
8. ANNEXES.....	75
ANNEX 1. Dades dels recomptes de l' aire mostreig juny.....	76
ANNEX 2. Dades dels recomptes de l' aire mostreig agost.....	79
ANNEX 3. Dades dels recomptes de a superfície mostreig juny.....	82
ANNEX 4. Dades dels recomptes de a superfície mostreig agost	85

Introducció

La paraula contaminació és una paraula molt emprada i que té diferents significats depenent del context en que s'utilitza. Possiblement quan sentim aquesta paraula l'associem a l'alteració greu del medi per la incorporació de materials, substàncies..etc, que afecten l'equilibri dels ecosistemes. Així doncs podríem pensar en la paraula contaminació per part de materials inorgànics o per part de microorganismes vius. Cap dels dos tipus de contaminació ens hauria de deixar indiferents, ja que són importants per la nostra vida i per això he volgut apropar-m'hi una mica més, encara que no pugui aprofundir-hi del tot.

Si bé aquesta contaminació pot tenir lloc a l'aire, als aliments, a l'atmosfera...etc., en aquest treball de recerca vaig voler endinsar-me en el món dels microorganismes que conviuen amb nosaltres i que es troben en l'aire i en les superfícies i per tant com que no fa referència solament a microorganismes patògens, hem d'anomenar-ho de manera genèrica com a microbiologia ambiental. Moltes vegades però el terme de contaminació s'utilitza com a sinònim d'aquesta microbiologia ambiental ja que en un primer moment no som conscients de que al voltant nostre conviuen aquests essers vius.

Quan hagi acabat de cursar el batxillerat, no descarto la possibilitat de fer ciències ambientals. Per tant, vaig trobar mol encertat aquest tema de la microbiologia ambiental, determinar la quantitat de microorganismes que es troben en l'aire i en les superfícies en que ens movem i poder veure si hi ha diferències entre llocs i en diverses condicions ambientals. Un cop fet hauríem de poder explicar quins factors afecten a la persistència dels microorganismes en l'aire, si els diferents ambients propicien que s'hi trobin uns o altres microorganismes..etc.

En el treball, també faré una pinzellada dels perills que la contaminació microbiana de l'aire o de les superfícies pot tenir per a la salut humana , tot i que la contaminació dels aliments és possiblement molt més important com a factor de malalties per part dels microorganismes.

Els objectius generals d'aquest treball, m'haurien d'aportar els coneixements per a :

- Saber els tipus de microorganismes que es troben en l'ambient i d'on provenen i poder descriure els diferents tipus de microorganismes
- Conèixer els principals grups de patògens que poden causar malalties per aquest tipus de contaminació ambiental, i per tant conèixer els perills i riscos associats a aquesta contaminació microbiològica en els humans
- Entendre en que es basen les tècniques de mostreig d'aire i superfície i ser capaç de portar-les a terme.

Per a assolir aquests objectius s'ha fet una recerca de bibliografia en llibres de microbiologia general, articles sobre el tema escollit i també s'han utilitzat recursos electrònics del web.

La metodologia que s'ha utilitzat ha consistit en la tècnica de sedimentació per a determinar la quantitat de microorganismes en l'aire i la tècnica de contacte utilitzant les plaques RODAC en el cas de les superfícies. S'han emprat dos medis de cultius diferents per fer els recomptes de bacteris per una banda i de fongs i llevats per l'altre. Un cop realitzats els recomptes s'han tractat les dades i s'han obtingut els gràfics corresponents que ens han permès discutir els resultats.

1. ELS MICROORGANISMES

1.1 QUE SÓN ELS MICROORGANISMES?

Tradicionalment els organismes vius es classificaven en els regnes de les plantes i els animals. Més endavant, quan els biòlegs van començar a estudiar organismes que no eren visibles a ull nu, es van trobar amb la problemàtica de molts no podrien ser classificats ni com a plantes ni com a animals. A aquests organismes se'ls va anomenar microorganismes (organismes molt petits).

El descobriment dels microorganismes s'associa al desenvolupament del microscopi. Al 1664 Robert Hooke va descriure per primera vegada els fongs, però la primera persona que va veure amb primer detall els microorganismes va ser l'holandès Anton van Leeuwenhock, que va utilitzar microscopis fabricats per ell mateix. Els primers dibuixos que va presentar a la Real Societat de Londres (Figura 1.1), van ser confirmades més endavant per altres investigadors amb microscopis millorats.

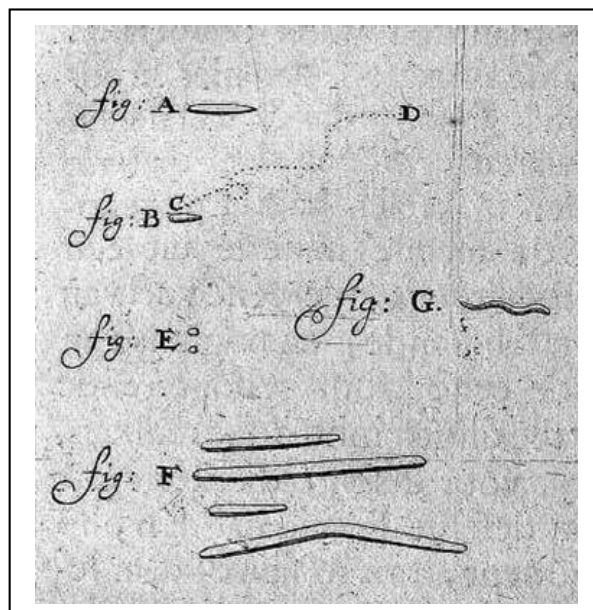


Figura 1.1. Dibuixos de microorganismes segons Anton van Leeuwenhock que corresponen a bacteris que es troben a la cavitat bucal. Es mostren les diferents formes, així com el moviment (figura B, de C a D) amb línies discontinües. Font: www.euronet.nl/users/warnar/bac1.jpg

1.2 TIPUS CEL·LULARS DELS MICROORGANISMES

Posteriorment, es va descobrir que tots els organismes vius es podrien dividir en dos tipus cel·lulars bàsics: procariotes i eucariotes, en base a les seves diferències fonamentalment de l'estructura cel·lular.

Tal com es pot veure a la figura 1.2, les cèl·lules eucariotes són molt més complexes que les procariotes, ja que existeixen unes compartimentacions i presència d'estructures cel·lulars absents en les procariotes. Com es pot observar a la figura 1.1, a més de la diferència de mida, les cèl·lules eucariotes es caracteritzen per tenir una estructura interna molt més complexa que les procariotes, ja que el seu interior està compartimentat diferenciant clarament el nucli cel·lular (on es troba emmagatzemat el material genètic) del citoplasma mitjançant la membrana nuclear. A més a més en aquest citoplasma s'hi disposen els anomenats orgànuls com el reticle endoplasmàtic llis, el rugós, l'aparell de Golgi, els mitocondris...etc. A la taula 1.1 es detallen algunes de les característiques més rellevants dels dos tipus cel·lulars.

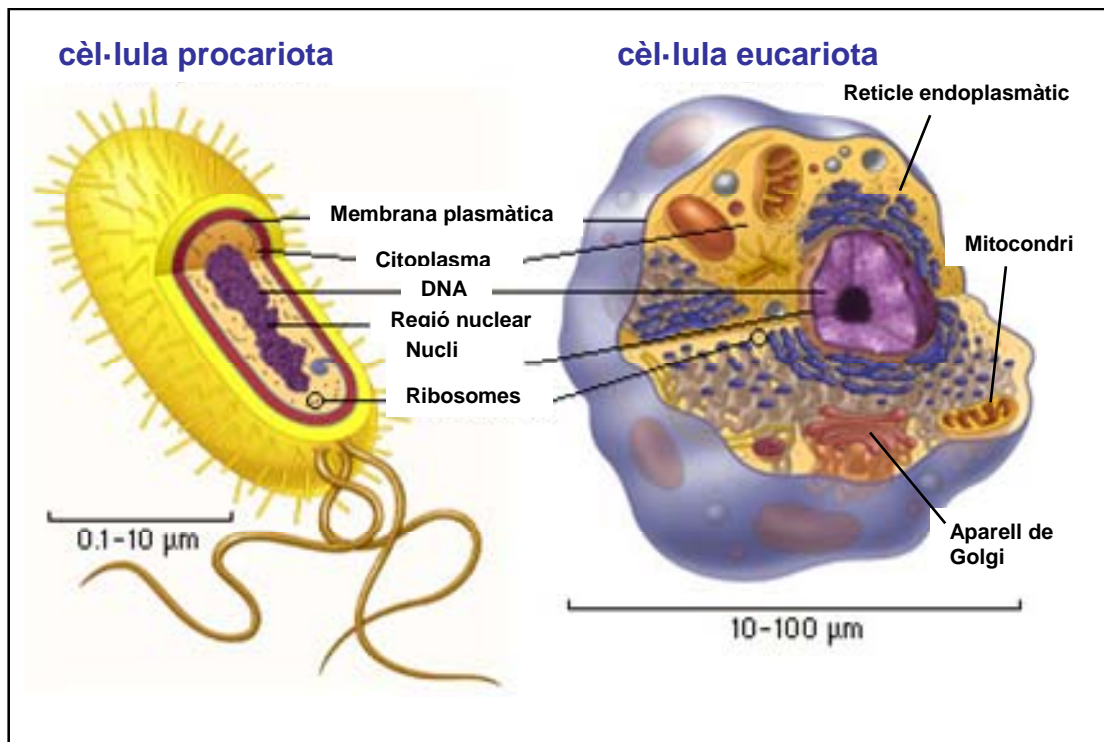


Figura 1.2. Esquema de l'estructura cel·lular interna entre les cèl·lules eucariotes i les procariotes.

Font:

http://www.phschool.com/science/biology_place/biocoach/cells/common.html

Taula 1.1. Algunes de les característiques diferencials entre cèl·lules procariotes i eucariotes. Font: Brock, 2003; Pelczar i col·laboradors. 1993.

CARACTERÍSTIQUES	CÈL·LULA PROCARIOTA	CÈL·LULA EUCARIOTA
1.Cobertes	Càpsula Paret cel·lular Membrana plasmàtica	Paret cel·lular Membrana plasmàtica
2.Apendixs externs	Flagels	Flagels Cilis
3.Citoplasma	Ribosomes Mesosomes	Reticle endoplasmàtic Aparell de Golgi Ribosomes Lisosomes Mitocondris Cloroplasts Microtúbuls Centríols Vesícules Vacúols
4.Nucli	Nucleoide	Embolcall nuclear Nuclèol Cromatina/Cromosomes
4.Material genètic	Un sol cromosoma circular	Varis cromosomes lineals

Una nova classificació dels essers vius es va proposar per part de Robert H. Whitaker al 1969, que es pot veure a la figura 1.3. En aquesta classificació se separaven els organismes en 5 regnes:

1. **MONERA:** que inclou el tipus cel·lular procariota, unicel·lulars i que poden ser autotròfics (que poden produir el seu propi aliment) o heterotròfics (que han d'alimentar-se de substàncies orgàniques sintetitzades per altres organismes)
2. **PROTISTA:** de tipus cel·lular eucariota, que poden ser uni o multi cel·lulars que són heterotròfics i en alguns casos ser autotròfics (amb la llum). Inclouen les algues, els protozous i alguns fongs mucosos
3. **ANIMAL:** de tipus cel·lular eucariota, pluricel·lulars i heteròtrofs
4. **FONGS:** de tipus cel·lular eucariota, uni o pluricel·lulars i heteròtrofs
5. **PLANTES:** de tipus cel·lular eucariota, pluricel·lulars i fotosintètics

Cinc regnes

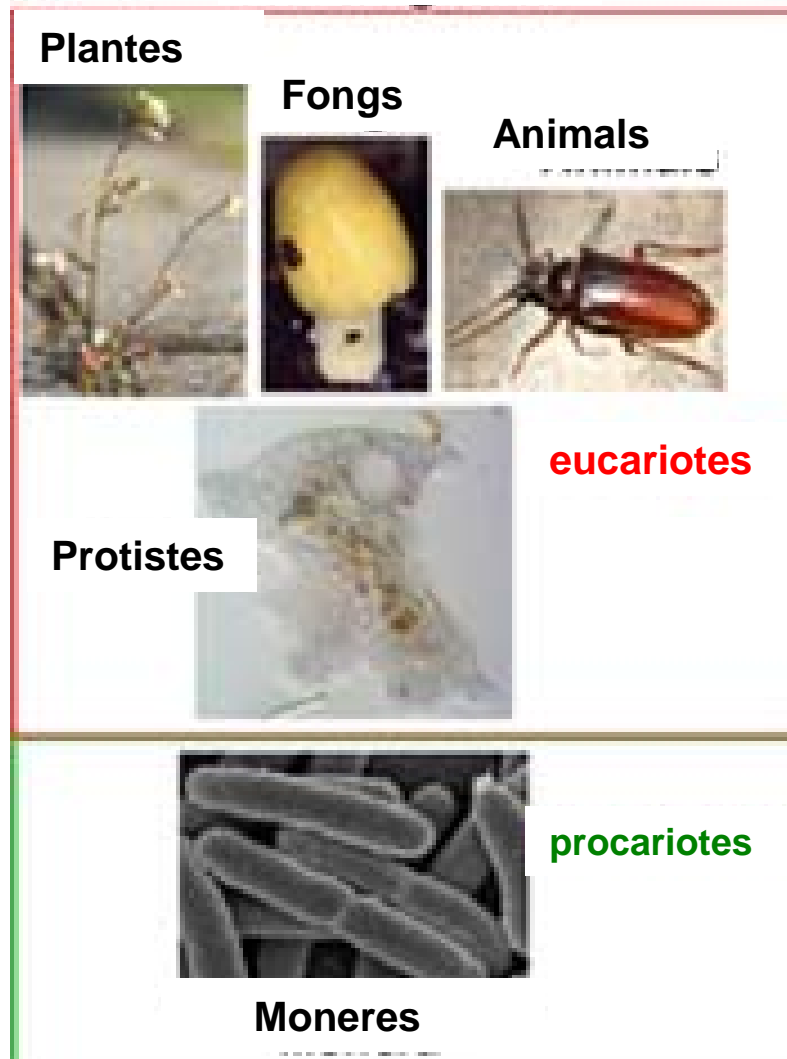


Figura 1.3. Classificació dels éssers vius en 5 regnes segons Robert H. Whittaker al 1969. Font: <http://www.answers.com/topic/monera>

1.3 GRUPS DE MICROORGANISMES

Com s'ha comentat els microorganismes poden pertànyer a 3 dels 5 regnes comentats, i per tant podem trobar microorganismes que són eucariotes com les algues, els protozous i els fongs i microorganismes procariotes que són els bacteris. A continuació es detallen les característiques principals de cada grup de microorganismes.

- **1.3.1 ALGUES**

Quan parlem d'algues ens referim a un conjunt gran i variat d'organismes eucariotes que contenen clorofil·la i que duen a terme una fotosíntesis amb alliberament d'oxigen. Les algues són unicel·lulars o colonials. Encara que la major part de les algues són de una mida microscòpica i òbviament, microorganismes, nombroses formes són macroscòpica. Aquests organismes creixen en diferents ambients, majoritàriament, en l'ambient aquàtic i són una font d'aliment per animals aquàtics. Les algues poden causar problemes si el seu creixement és desmesurat en conductes d'aigua, piscines...etc.

Si bé alguns extractes d'algues tenen un ús comercial important utilitzats com emulsionants en aliments, productores de substàncies antiinflamatories per úlceres, també poden alliberar productes tòxics. Les algues són també la font de l'agar un solidificant que s'utilitza en microbiologia per obtenir medis sòlids en plaques de Petri.

S'utilitzen diferents característiques per classificar les algues, on s'inclou la naturalesa de la clorofil·la(s) present(s), els polímers de reserva de carboni produïts, l'estructura de la paret cel·lular i el tipus de motilitat. Totes les algues contenen clorofil·la. Els grups més importants d'algues són les algues verdes, les algues marrons, les vermelles, les diatomees, els dinoflagel·lats i els euglenoids. A la taula 1.2 es detallen algunes de les característiques més rellevants dels diferents grups i a la figura 1.4 es poden veure algunes imatges de cada tipus vistes al microscopi òptic.

Taula 1.2. Característiques diferencials de les algues. Font: Brock, 2003; Pelczar i col·laboradors, 1993.

Grup	Característiques
ALGUES VERDES	Tenen un color que va del verd clar fins al verd fosc degut a que contenen molta clorofil·la. Bàsicament viuen en ambients d'aigua dolça, en aigües temperades i fredes si bé també hi ha espècies en aigües marines. Algunes espècies es fan servir com indicadors de la qualitat de l'aigua. Possiblement són l'origen de les plantes terrestres. Exemple: <i>Volvox</i> , <i>Enteromorpha</i>
ALGUES MARRONS	Contenen un pigment anomenat fucoxantina que emmascara el verd de la clorofil·la fent que el color de l'alga sigui des d'un to verd fosc a un groc-marró. Solen ser d'ambients marins i d'aigües fredes de latituds temperades a altes. Presenten multitud de morfologies, des de fines cines a làmines i inclusivament formes de ventall. Exemple: <i>Actinastrum</i> , <i>Laminaria</i>
ALGUES VERMELLES	Són les algues més antigues, presenten un color que va des del rosa al vermell violeta. Aquesta coloració es deguda a la presència del pigment ficoeritrina. Majoritàriament d'aigües marines malgrat n'hi ha d'aigües dolces. Viuen a molta profunditat (algunes fins als 200 metres de fondària) Exemple: <i>Gelidium</i>
DIATOMEES	Són algues fotosintètiques unicel·lulars microscòpiques d'ambients aquosos marins i d'aigua dolça. La seva característica principal és que es troben rodejades d'una paret exterior que conté sílice, constituïda per dues valves. Presenten multitud de formes: el·líptiques, estrellades, cúbiques... Formen part del fitoplàncton que és la base de la cadena alimentària dels ambients aquosos. Exemple: <i>Pleurosigma</i>
DINOFLAGELATS	Formen part també del fitoplàncton sobretot marí, es diferencien entre elles per la presència o absència de plaques de naturalesa cel·lulòsica. Poden produir toxines. Exemple: <i>Noctiluca</i>
EUGLENOIDS	Són unicel·lulars amb flagels. Molts fan la fotosíntesis. Tenen un fotoreceptor per acostar-se o allunyar-se de la llum. Algunes espècies són autòtrofes i altres heteròtrofes. Exemple: <i>Trachelomonas</i>

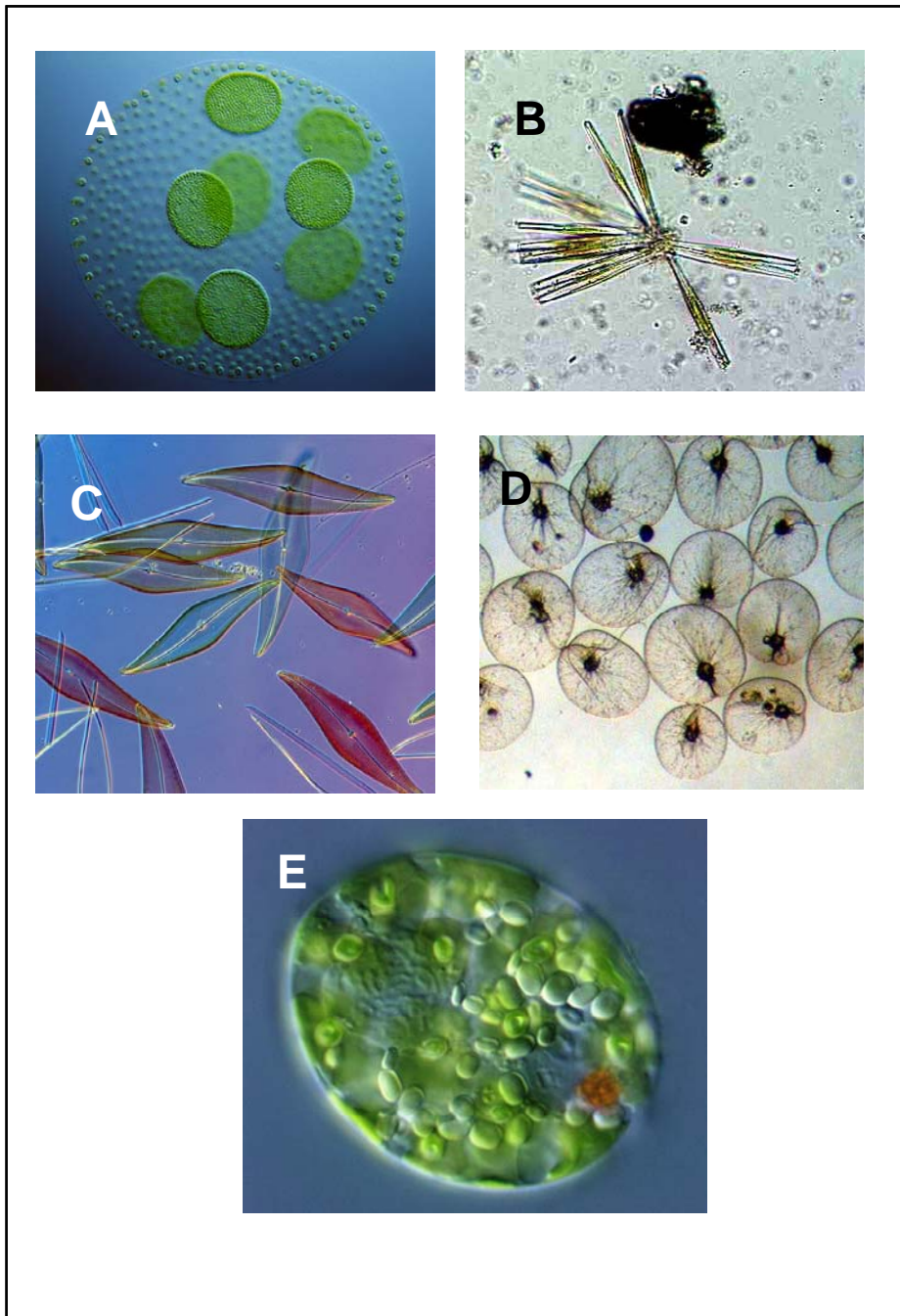


Figura 1.4. Fotografies al microscopi òptic de l'alga verda *Volvox* (A), de l'alga marró *Actinastrum* (B), de la diatomea *Pleurosigma angulatum* (C), del dinoflagelat *Noctiluca* (D) i de l'euglenois *Trachelomonas* (E). Font (de manera seqüencial): <http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/wimsmall/green.html>; <http://www.aclconservation.com/Lake%20Algae%20photos.htm> <http://photography.nationalgeographic.com/photography/enlarge/purple-diatoms-photography.html> ; <http://www.reefkeeping.com/issues/2005-05/eb/images/Noctiluca1r.jpg>; <http://images.google.es/imgres?imgurl=http://students.ncwc.edu/bio101/protista>

▪ 1.3.2 ELS PROTOZOUS

Els protozous són microorganismes eucariotes unicel·lulars amb característiques semblants a les cèl·lules animals, incloent motilitat, ingestió del menjar i absència d'una paret cel·lular rígida . Molts protozous poden absorbir nutrients dissolts en el medi però altres són depredadors i es poden alimentar d'altres bacteris i protozous. En general són incolors i mòbils. Els protozous es distingeixen dels bacteris per la seva mida, que és més gran, i la seva naturalesa eucariòtica; de les algues per la seva falta de clorofil·la, dels llevats i dels altres fongs per la seva mobilitat i absència de una paret cel·lular i dels fongs viscosos per la seva falta de formació del cos de fructificació (estructures de reproducció, veure més endavant en els fongs). Els protozous s'han classificat en base a les característiques estructurals de les seves cèl·lules i s'han agrupats en flagel·lats, amoebas, sporozoa, i els ciliats (Taula 1.3 i Figura 1.5).

Taula 1.3. Característiques diferencials dels protozous. Font: Brock, 2003; Pelczar i col·laboradors, 1993.

Grup	Característiques
AMOEBAS	També anomenats rizòpode. Es desplacen amb pseudopodes (difernciacions edel citoplasma i la membrana plasmàtica cap a la direcció del moviment). També els utilitzen per englobar i capturar l'aliment en el procés de fagocitosis. Exemple: <i>Entamoeba</i>
CILIATS	Rodejats de cil·lis que els hi donen el moviment i que permet el desplaçament cel·lular. Exemple: <i>Paramecium</i>
FLAGEL·LATS	També anomenats mastigòfors. tenen 1 o 2 flagels per impulsar-se. Exemple: <i>Giardia</i>
ESPOROZOUS	Són paràsits amb una fase d' esporulació (divisió múltiple) i sense mobilitat. Exemples: <i>Toxoplasma</i>

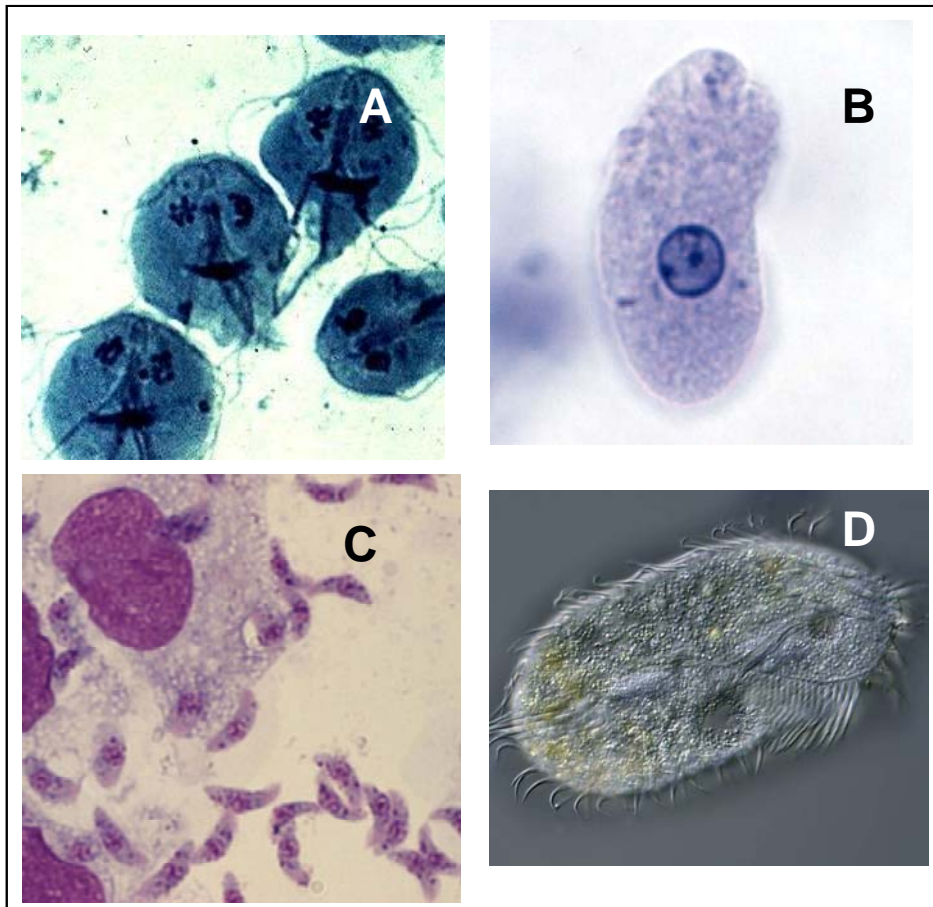


Figura 1.5. Fotografies al microscopi òptic del flagel·lat *Giardia*, de l'amoeba *Entamoeba* (B), de l'sporozou *Toxoplasma* (C) i del ciliat *Paramecium* (D). Font: (de manera seqüencial): http://alsubs.blogspot.com/2008/01/mmic-pbl-2_26.htm <http://www.sfda.gov.sa/En/Food/Topics/FoodSafety/food+news+3-12-2006.html> http://scienceblogs.com/afarensis/2006/08/04/the_effect_of_toxoplasma_gondi/

▪ 1.3.3 ELS FONGS

En contrast amb les algues, els fongs no tenen clorofil·la. Els fongs es poden diferenciar dels bacteris perquè les cèl·lules fúngiques són més grans i contenen un nucli, vacúols i mitocondris típics de les cèl·lules eucariotes. El fongs, amb algunes excepcions contenen una paret cel·lular formada del polisacàrid quitina. Absorbeixen l'aliment per absorció, ja que treuen a l'exterior els enzims degradadors i un cop degradat l'aliment solament han d'absorbir-lo. Hi ha fongs que són unicel·lulars que s'anomenen llevats i que es reproduïxen per gemació, mentre que d'altres són pluricel·lulars i poden arribar ser macroscòpics. Els fongs pluricel·lulars són però considerats microorganismes i les seves cèl·lules s'anomenen hifes (Figura 1.6).

Els fongs pluricel·lulars es caracteritzen perquè tenen en el seu cicle de vida una etapa amb reproducció asexual (no hi ha un intercanvi de material genètic) , i una altre de reproducció sexual (amb intercanvi de material genètic). Quan d'un fong es coneixen les dues etapes del seu cicle, s'anomena fong perfecte, i , dels que només sabem i coneixem la seva fase asexual, els anomenem fongs imperfectes. Els noms que es dóna al fong en la seva fase sexual és diferent al de la seva fase asexual, així per exemple la podridura que podem observar a la nevera de casa, està causada per un fong que en la seva fase asexual s'anomena *Penicillium* i en la seva fase sexual s'anomena *Talaromyces*.

En el cas del cicle asexual, les cèl·lules dels fongs anomenades hifes pateixen una diferenciació en els anomenats conidiòfors que són cèl·lules encarregades de produir espores anomenades conidis que donaran lloc a nous individus per mitosis (Figura 1. 6.). Aquests conidis són estructures de reproducció molt resistents a condicions desfavorables però en canvi són fàcilment dispersats per les corrents d'aire, i per tant poden colonitzar molt ràpidament el seu entorn. La forma dels conidis així com la forma dels conidiòfors serveixen per a la classificació dels fongs.

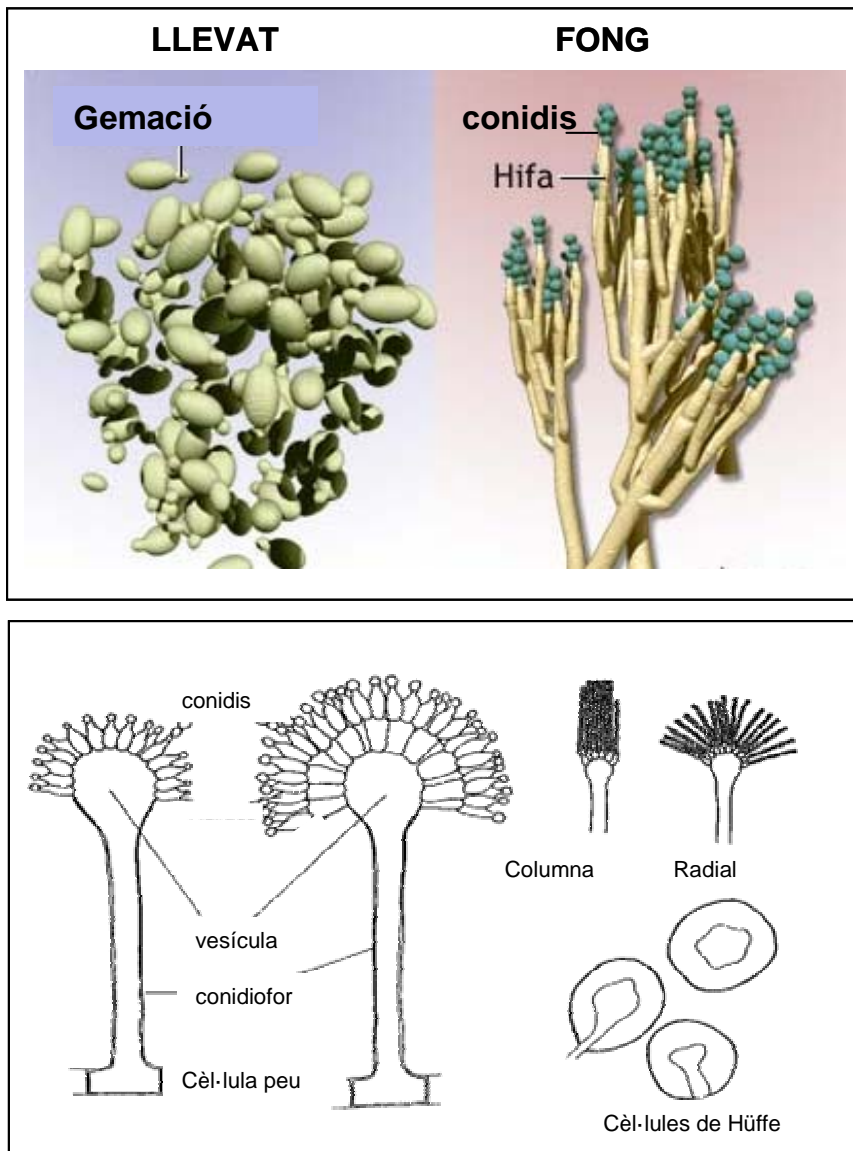


Figura 1.6. Fongs unicel·lulars (Llevats) que es reproduïxen per gemació i fongs que es reproduïxen asexualment mitjançant conidis (esquema superior). Esquema de les estructures (conidiofors) i espores (conidis) de fongs en la seva fase de reproducció asexual (esquema inferior). Font: <http://www.uprm.edu/biology/profs/betancourt/Lab/Aspergilosis.htm>

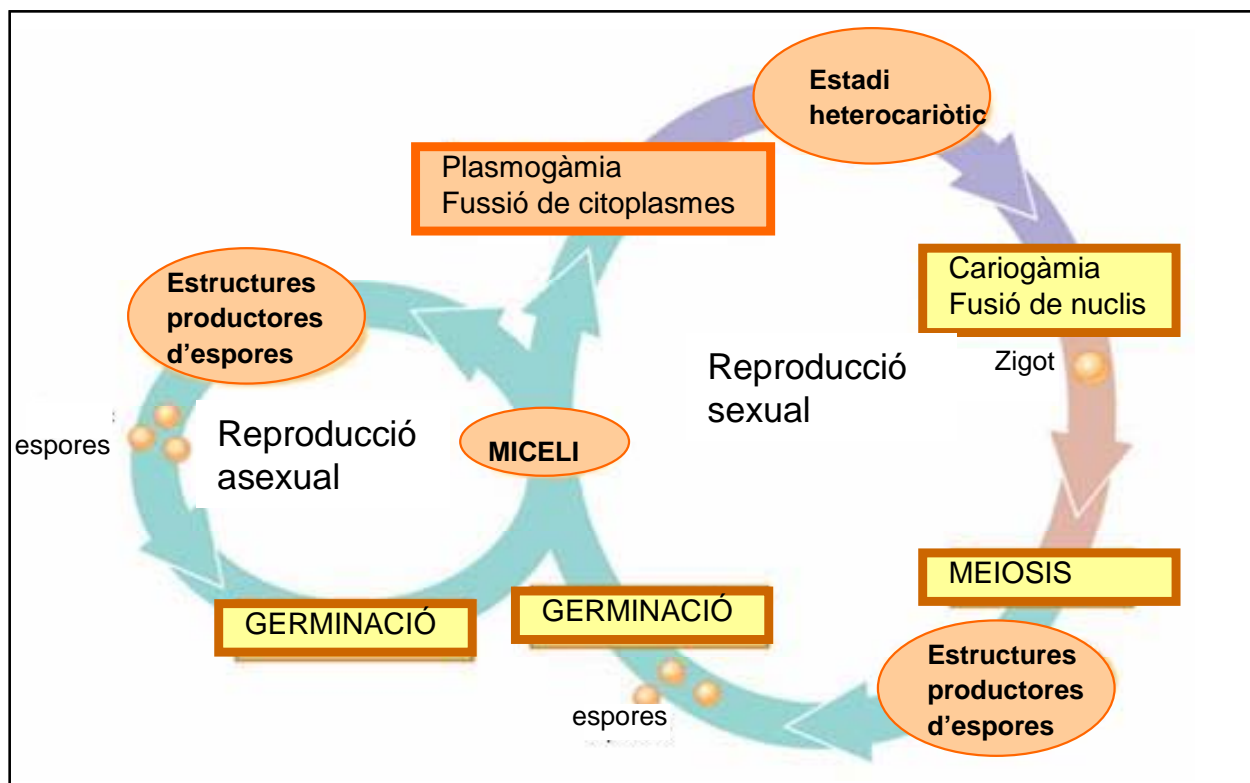


Figura 1.7. Cicle de vida d'un fong perfecte: fase asexual (esquerra) i fase sexual (dreta) . Font: <http://kentsimmons.uwinnipeg.ca/16cm05/16labman05/lb2pg20.htm>

La classificació dels fongs es complexa i es base en els següents criteris: les característiques de les espores sexuals; els cossos fructífers presents en el seu estadi sexual, la naturalesa dels seus cicles de vida i les característiques morfològiques de les seves cèl·lules vegetatives.

Els fongs es poden classificar a grans trets en fongs mucilaginosos i fongs terrestres.

Fongs mucilaginosos

Els fongs mucilaginosos són microorganismes eucariotes no fototròfics que tenen alguna semblança tant amb els fongs com amb els protozous. Durant un dels seus estadis de creixement són molt semblants als protozous perquè no tenen paret cel·lular, és mouen amb un moviment ameboide com els protozous i insereixen partícules de nutrients. Per altra banda en el seu estadi de propagació formen cossos fructífers que produeixen espores típiques dels fongs.

Els fongs terrestres:

Els fongs terrestres són els fongs més coneguts, s'hi inclouen els llevats les podridures els mildius, els rovells i els bolets. També absorbeixen els nutrients i amb l'excepció dels llevats que normalment són unicel·lulars, la majoria produeixen un miceli amb paret cel·lular. Hi ha quatre grups principals de fongs terrestres que són els Zigomicets, els Ascomicets, els Basidiomicets i els Deuteromicets. A la taula 1.4 es mostren les característiques diferencials dels 4 grups.

Taula 1.4. Característiques diferencials dels fongs terrestres. Font: Brock, 2003; Pelczar i col·laboradors, 1993.

Classe	Característiques
ZIGOMICETS	Reproducció sexual per fusió de gamets, la reproducció asexual amb unes estructures anomenades esporangiospores. Exemple: <i>Rhizopus stolonifer</i>
ASCOMICETS	Reproducció sexual es produeix en un sac anomenat asc, on es produeix la meiosi i en surten 8 cèl·lules, la reproducció asexual amb conidis. Exemple: <i>Neurospora</i>
BASIDIOMICETS	Reproducció sexual en unes estructures anomenades basidis. Exemple: <i>Agaricus</i>
DEUTEROMYCETS	La reproducció sexual es desconeguda, la asexual mitjançant conidis. Exemple: <i>Aspergillus</i>

A la figura 1.8, es poden veure imatges que representen exemples dels quatre grups comentats.

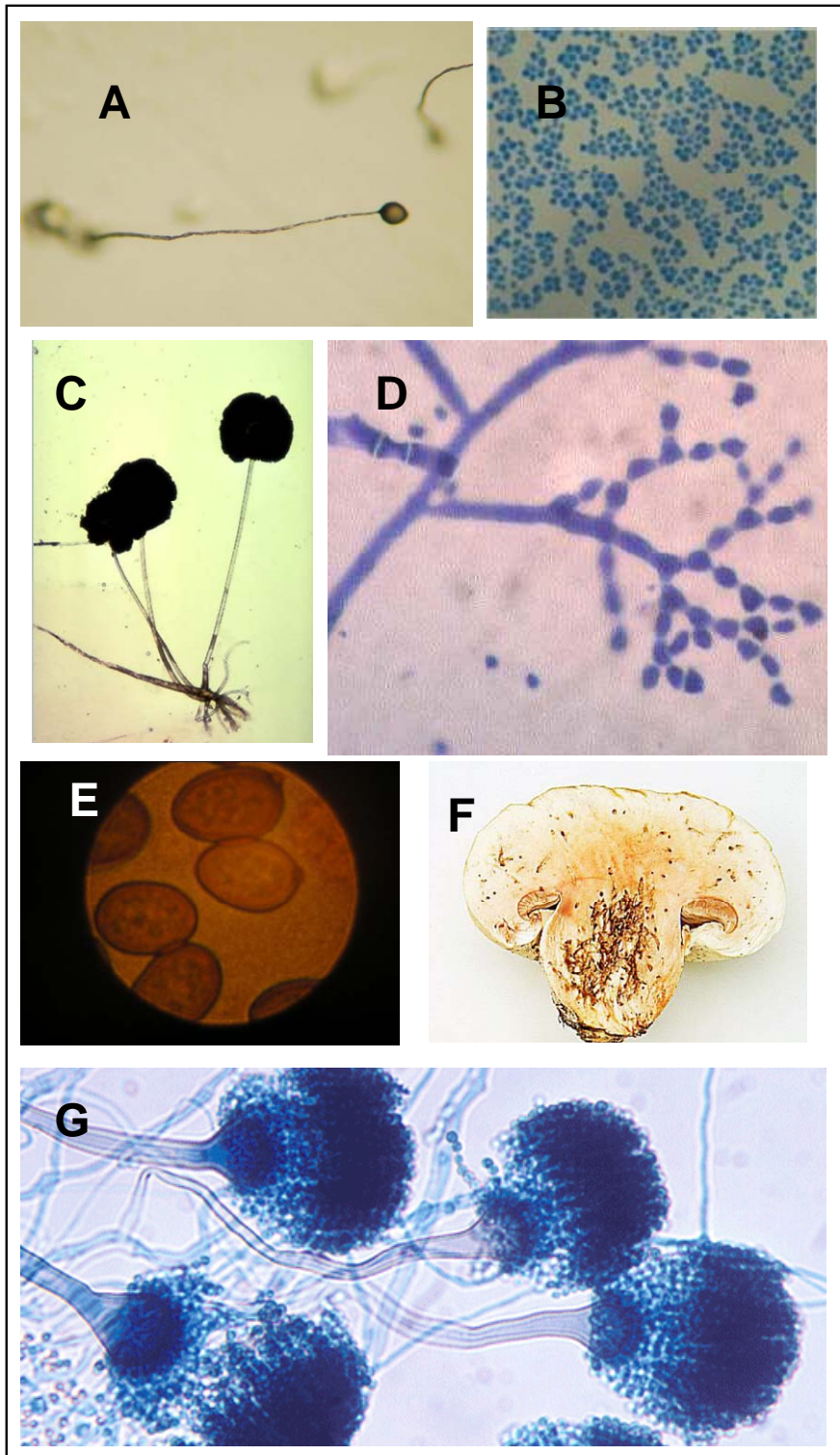


Figura 1.8: Imatges al microscopi òptic de fongs. A: fong mucilaginós *Dictyostelium*; B: llevat *Saccharomyces*, C: fong zigomicet *Rhizopus*, D: fong ascomicet *Neurospora*, E i F, imatge microscòpica (E) i macroscòpica (F) del basidiomicet *Agaricus*, i G: del deuteromicet *Aspergillus*. Font (per ordre seqüencial):

http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Dictyostelium_Fruiting_Bodies.JPG, <http://pagciencia.quimica.unlp.edu.ar/experbiol.htm>, <http://www.botany.hawaii.edu/faculty/wong/Bot201/Zygomycota/Zygomycota.htm>, <http://www.mycolog.com/CHAP4b.htm>, http://www.micologia.net/g3/Agaricus-campestris/Agaricus_campestris_espores_Charly_1963, <http://www.dkimages.com/discover/Home/Plants/Fungi-Monera-Protista/Mushrooms-and-other-Fungi/Agarics/Agaricaceae/Salt-loving-Mushroom/Salt-loving-Mushroom-4.html>, <http://www.mycology.adelaide.edu.au/gallery/photos/aspergillus10.html>

▪ 1.3.4 ELS BACTERIS

Els bacteris són microorganismes procariotes, hi ha centenars de gèneres i milers d'espècies que representen propietats fisiològiques i morfològiques molt diverses. La majoria de bacteris tenen una forma simple però també n'hi ha que tenen formes molt estranyes i d'altres que formen estructures amb consorci de varies cèl·lules (Figura 1.9).

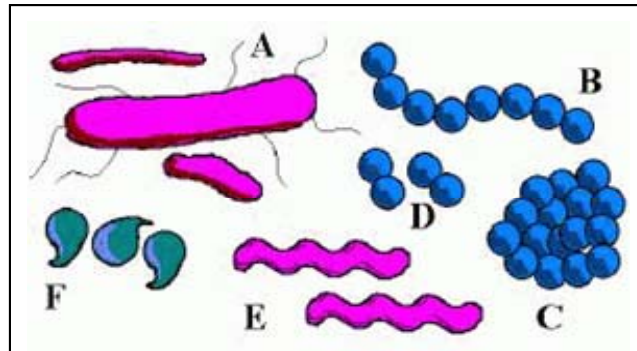


Figura 1.9: Dibuix de diferents morfologies (formes) que poden presentar els bacteris. A: bacils, B: cocs en cadenes; C: cocs agrupats en aglomerats; D: cocs en formacions de 2 cèl·lules, E: en forma d'espiral, F: en forma de coma. Font: <http://www.chemistrydaily.com/chemistry/Bacterium>

Els bacteris són ubiqües és a dir, es poden trobar a per tot arreu, en ambients salins, a l'aigua, a l'aire, al sol, vivint sobre la nostra pell...etc. Donat que hi ha tants bacteris diferents, la seva classificació és complexa, i com a resultat de l'esforç de molts microbiòlegs s'han definit les característiques de cada gènere, en el Bergyey's Manual of Systematic Bacteriology. Per a la classificació dels bacteris s'utilitzen característiques morfològiques (forma), característiques nutricionals i de cultiu (si són autòtrofs o heteròtrofs, si tenen com a font d'energia la llum, si són capaços de créixer en determinats medis de cultiu..), característiques metabòliques (rutes de metabolisme per a la degradació i per a la producció dels compostos), característiques patogèniques (si poden o no produir malalties) i característiques genètiques (basades en la semblança del seu material genètic, el DNA).

En el cas dels bacteris, també es dona per altre banda una classificació que posa de manifest l'estructura de la paret cel·lular mitjançant una tinció anomenada tinció de gram. Per una banda pot haver-hi una paret gruixuda i ample (bacteris Gram positius) o

que està formada per una espècie de paret prima i una membrana externa que l'envolta (bacteris Gram negatius) com es pot veure en la figura 1.10.

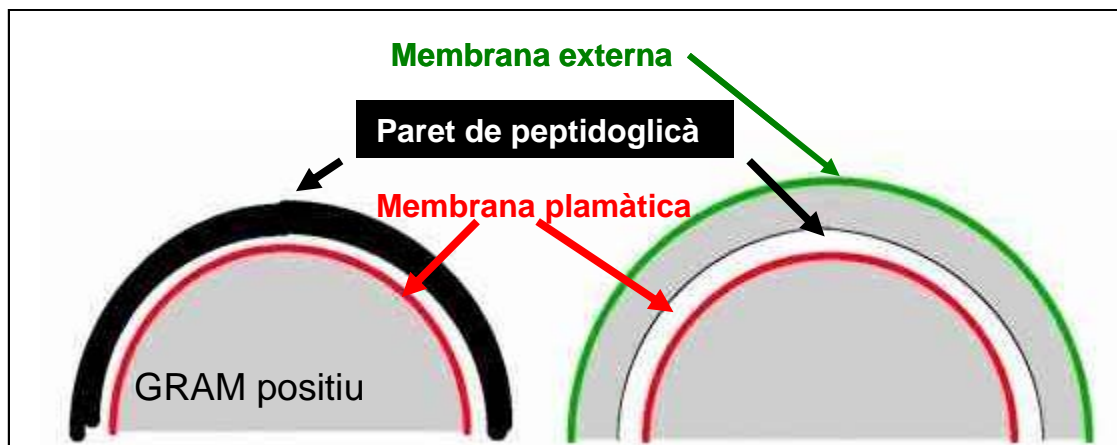


Figura 1.10: Esquema de l'estructura de la paret cel·lular dels bacteris Grams positius i Gram negatius. Font: <http://www.biology.ed.ac.uk/research/groups/jdeacon/microbes/shape.htm>

Hi ha dos grups principals de bacteris, **els eubacteris** i **els arqueobacteris**. Les principals diferències entre els dos grups venen donades per

- La composició de la paret cel·lular . Els eubacteris contenen peptidoglicà (amb aminoàcids) mentre que els arqueobacteris tenen més polisacàrids
- La composició dels fosfolípid de la membrana cel·lular
- La síntesi de proteïnes es realitza de manera diferent en els dos grups.

Dins de cada un dels grups principals hi ha també una nova divisió, que es comenta de manera resumida a continuació.

A) Els arqueobacteris

Els arqueobacteris formen un grup amb propietats morfològiques i fisiològiques molt diverses. Alguns tenen propietats úniques com ara tenir constituents no gaire usuals, altres viuen en ambients tant durs que són els únics éssers vius que poden viure-hi (Figura 1.11).. Hi ha quatre subgrups reconeguts: els productors de metà: (metanògens); els halòfils extrems que viuen en ambients salins (halobacteris), els dependents de sulfur

que viuen en ambients àcids a elevades temperatures i el darrer grup que no té paret cel·lular s'anomena termoplasmes.

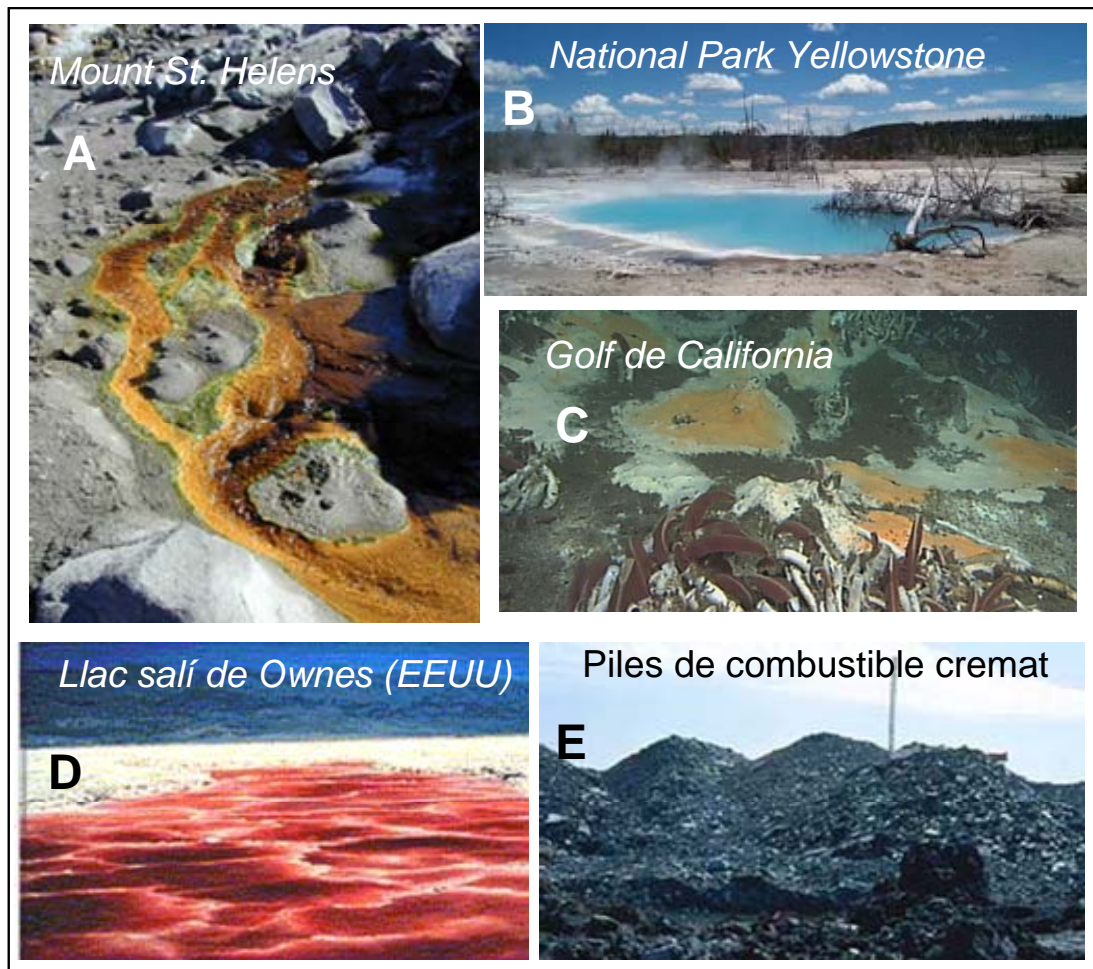


Figura 1.11. Imatges de llocs que són habitats pels diferents grups d'arqueobacteris. A i B: aigües calentes molt àcides ambients propicis pels dependents de sulfur, C: ambient anaerobi propici pels metanògens (font del sediment marí), D: ambient salí adequat pel desenvolupament de els halòfits vermells i E: ambient on s'han aïllat termoplasmes.

Font: A i B, <http://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Sulfolobus>,

C: <http://nai.arc.nasa.gov/year6/year4.cfm?PageAction=5&Section=2&Page=20>

D: <http://www.dac.neu.edu/biology/k.bergman/WebsiteBarney/Sema/sema.htm>

E: <http://www.kgs.ku.edu/Extension/cherokee/coalmining.html>

B) Els eubacteris

Els eubacteris es poden subdividir en tres grups principals en base a si tenen paret cel·lular i en el cas de tenir-ne si aquesta correspon al tipus Gram positiu o Gram negatiu.

Bacteris Gram negatius

Els bacteris Gram negatius es subdivideixen a l'hora en un seguit de grups principals que es mostren a la taula 1.5, depenent de les característiques morfològiques (en forma de bastons són bacils i en forma esfèrica són cocs), nutricionals, ambients on es troben i depenent de si són patogènics o no. Fotografies de representants dels diferents grups es mostren a la figura 1.12.

Taula 1.5 Característiques dels principals grups dels eubacteris Gram negatius. Font: Brock, 2003; Pelczar i col·laboradors, 1993.

Grups	Característiques
ESPIROQUETES	En forma d'hèlix, flexibles, amb flagels. Viuen en l'aigua, insectes, animals i humans. Alguns són patògens de l'home. Exemple: <i>Spirochaeta</i>
AERÒBIC MICROAERÒFIL BACILS CURVATS	O En forma d'hèlix, vibrants o en forma d'anell, mòbils amb flagels o immòbils. Poden viure en presència d'oxigen (aerobiosi) , encara que alguns requereixen poca concentració d'oxigen (microaeròfils). Viuen en l'aigua o sòl o són paràsits d'animals. Alguns són patògens de l'home. Exemple: <i>Campylobacter</i>
BACILS I COCS AERÒBICS	Bacils o cocs, que viuen en presència d'oxigen (aeròbics). Alguns viuen en l'aigua o el sòl, alguns són patògens d'animals, plantes i humans. Exemple: <i>Legionella</i>
BACILS ANERÒBICS FACULTATIUS	Bacils en forma vibroide o recta, molts habiten a l'intestí d'humans o animals y alguns són patògens. Altres viuen en plantes o en l'aigua. Poden viure en presència o absència d'oxigen (aeròbics i anaeròbics= anaeròbics facultatius). Exemple: <i>Salmonella</i>
ANAEROBIS	Bacils en forma d'hèlix, corbats o rectes i cocs. Viuen en ambients sense oxigen (anaerobiosi) Alguns viuen en l'ambient i formen sulfhídric, d'altres viuen en el tram intestinal i causen infeccions de teixits. Exemple: <i>Desulfovibrio</i>
FOTOTRÒFICS ANOXIGÈNICS	Viuen sense oxigen (anaeròbics) i utilitzen la llum del sol com a font d'energia. Viuen en ambients aquàtics, no patògens. Exemple: <i>Chlorobium</i>

Continua a la pàgina següent

Taula 1.5 Continuació.

Grups	Característiques
FOTOTRÒFICS OXIGÈNICS	Necessiten la presència d' oxigen (aeròbics) i utilitzen la llum del sol com a font d'energia. Viuen en el sòl i l'aigua, no patògens. Exemple: <i>Anabaena</i>
BACTERIS LLISCANTS	Bacils o filaments que poden lliscar. Viuen en l'aigua i en el sòl. No patògens. Exemple: <i>Beggiatoa</i>
BACTERIS SHEATED	Bastons agrupats en cadenes o filaments, envoltats per una estructura tubular. Aquàtics no patògens. Exemple: <i>Sphaerotilus</i>
BACTERIS PEDUNCLE	AMB Es reproduïxen de forma asimètrica. Viuen en el sòl o en ambients aquàtics, no patògens. Exemple: <i>Ancalomicrobium</i>
QUIMIOLITOTRÒFICS	Obtenen energia a partir de l'amoni, de nitrats, de compostos de sulfur reduïts, de ferro o manganès. Molts són autotròfics i viuen en el sòl o en l'aigua, no patògens. Exemple: <i>Nitrobacter</i> .

A la figura 1.12 es mostren les imatges dels exemples citats a la taula. La font de les quals és en ordre seqüencial:

<http://dracorazones.freeeps.com/blog/index.php?paged=2>
<http://www.wmin.ac.uk/biosciences/images/Campylobacter.jpg>
<http://i99.photobucket.com/albums/1284/coleoptilo84/legionella.jpg>
http://fundacionannavazquez.files.wordpress.com/2007/10/siod_salmonella_04.jpg
http://www.genomenewsnetwork.org/gnn_images/sequenced_genomes/desulfovibrio_vulgaris.jpg
http://genome.jgi-psf.org/draft_microbes/images/chlag.gif
<http://www.mta.ca/dmf/anabaena2.jpg>
<http://serc.carleton.edu/images/microbelife/extreme/acidic/Beggiatoa.jpg>
http://microbewiki.kenyon.edu/images/thumb/8/89/Sheath_degrading_micro.jpg/250px-Sheath_degrading_micro.jpg
http://plant.geoman.ru/books/item/f00/s00/z0000000/pic/st002_80.jpg
<http://www.lamolina.edu.pe/simbiosis/fotos/Micr517b.jpg>

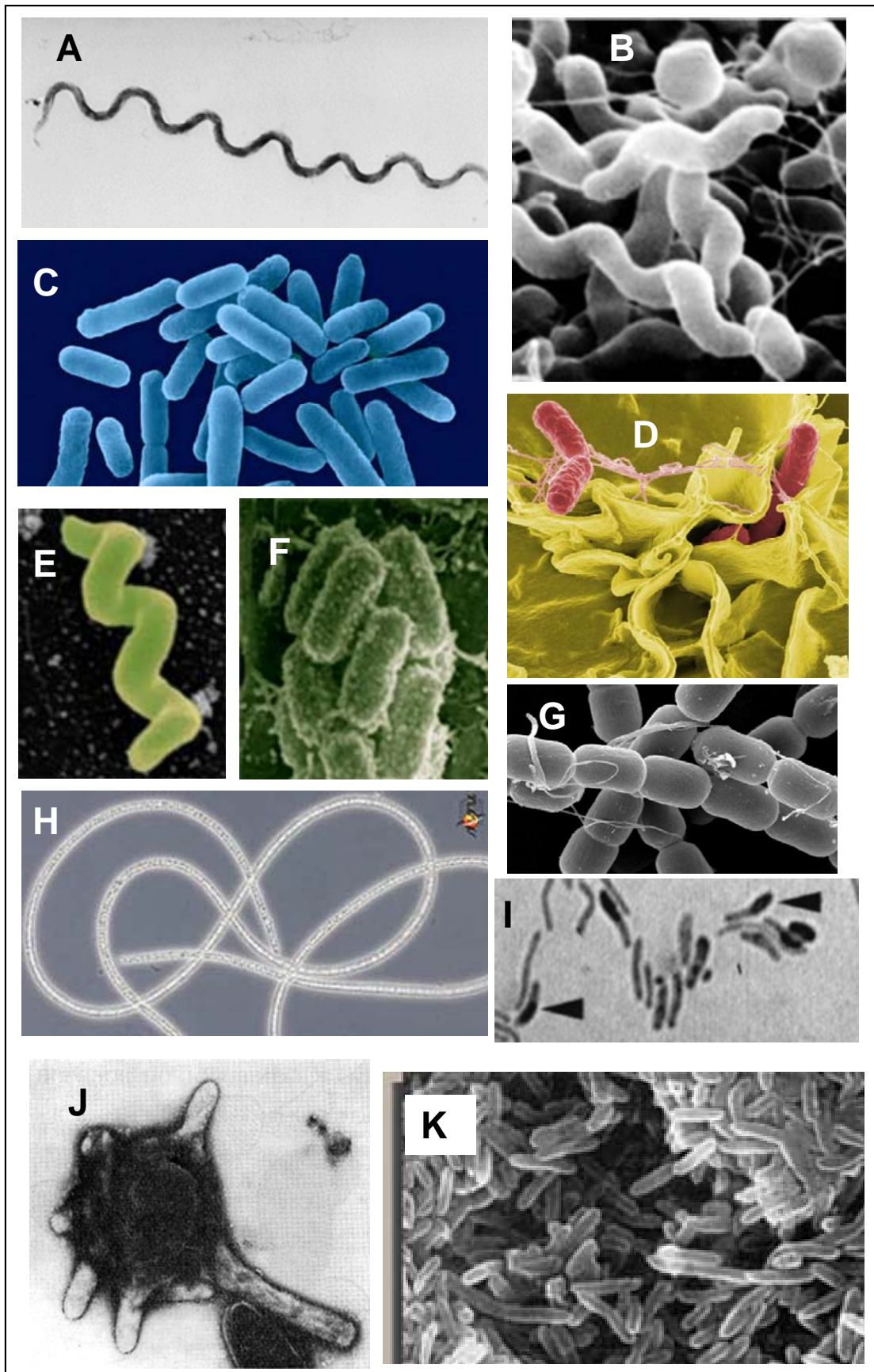


Figura 1.12. Imatges al microscopi òptic o electrònic dels exemples citats a la taula 1.3. *Spirochaeta* (A), *Campylobacter* (B), *Legionella* (C), *Salmonella* (D), *Desulfovibrio* (E), *Chlorobium* (F), *Anabaena* (G), *Beggiatoa* (H), *Sphaerotilus* (I), *Ancaelomicrobium* (J), *Nitrobacter* (K). La font de les imatges està al peu de la taula 1.3.

Bacteris Gram positius

Els bacteris Gram positius tenen una paret cel·lular molt gruixuda, però a diferència dels Gram positius no tenen una membrana externa que els envolti. Es divideixen també en un seguit de grups que es mostren a la taula 1.6 depenent també de les característiques morfològiques i les propietats bioquímiques.

Cal destacar en aquests grups, que un d'ells es caracteritza per la formació d'endospores. Les endospores són formes de resistència d'aquests bacteris sota condicions desfavorables i que els permet sobreviure llargs períodes de temps i tornar-se a desenvolupar quan les condicions són favorables. Aquestes estructures es poden veure amb el microscopi òptic de contrast de fase com unes estructures esfèriques i refractants (Figura 1.13) Un altre grup important el componen els micobacteris que són bacteris sense paret cel·lular.

Fotografies de representants dels diferents grups es mostren a la figura 1.14.

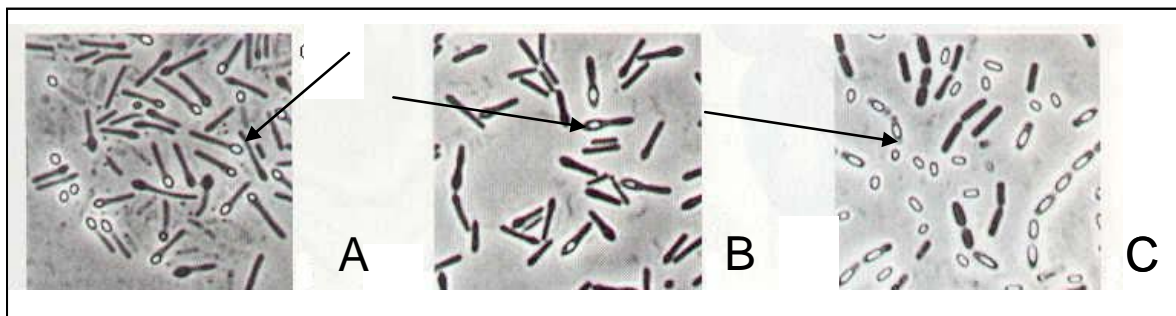


Figura 1.13. Imatges al microscopi òptic de contrast de fase d'endospores bacterianes que poden ser apicals (A), subapicals (B) o centrals (C). Font: <http://es.geocities.com/joakinicu/apartado3l.htm>

Taula 1.6 Característiques dels principals grups dels eubacteris Gram positius. Font: Brock, 2003; Pelczar i col·laboradors, 1993.

Grups	Característiques
COCS	Alguns necessiten l'oxigen (aeròbics) , altres necessiten absència d'oxigen (anaeròbics) i altres són facultatius (poden desenvolupar-se en presència o en absència d'oxigen). En forma de coc, alguns són patògens humans. Exemple: <i>Staphylococcus</i> .
FORMADORS D'ENDOESPORES	Bacils o cocs que formen endoespores. Alguns necessiten l'oxigen (aeròbics), altres necessiten absència d'oxigen (anaeròbics) i altres són facultatius (poden desenvolupar-se en presència o en absència d'oxigen). Viuen en el sòl, l'aigua, insectes, animals i humans. Alguns són patògens humans. Exemple: <i>Clostridium</i> .
BACILS REGULARS	Bacils de forma regular o constant. Alguns necessiten l'oxigen (aeròbics) i altres són facultatius (poden desenvolupar-se en presència o en absència d'oxigen). Viuen en el sòl, l'aigua, aliments, insectes, animals i humans. Alguns són patògens humans. Exemple: <i>Listeria</i> .
BACILS IRREGULARS	Els bacils no són regulars, tenen formes de Y o V. Alguns necessiten l'oxigen (aeròbics), altres necessiten absència d'oxigen (anaeròbics) i altres són facultatius (poden desenvolupar-se en presència o en absència d'oxigen). Alguns són patògens humans, d'animals o plantes. Exemple: <i>Bifidobacterium</i> .
MYCOBACTERIS	Viuen en presència d'oxigen (aeròbics), sens paret cel·lular. Alguns patògens humans. Exemple: <i>Mycobacterium</i>
ACTINOMICETS	Bacteris aeròbics que viuen al sòl i que formen hifes semblants a les dels fongs i alguns formen conidis com els fongs. Molts són productors d'antibiòtics. Exemple: <i>Streptomyces</i>

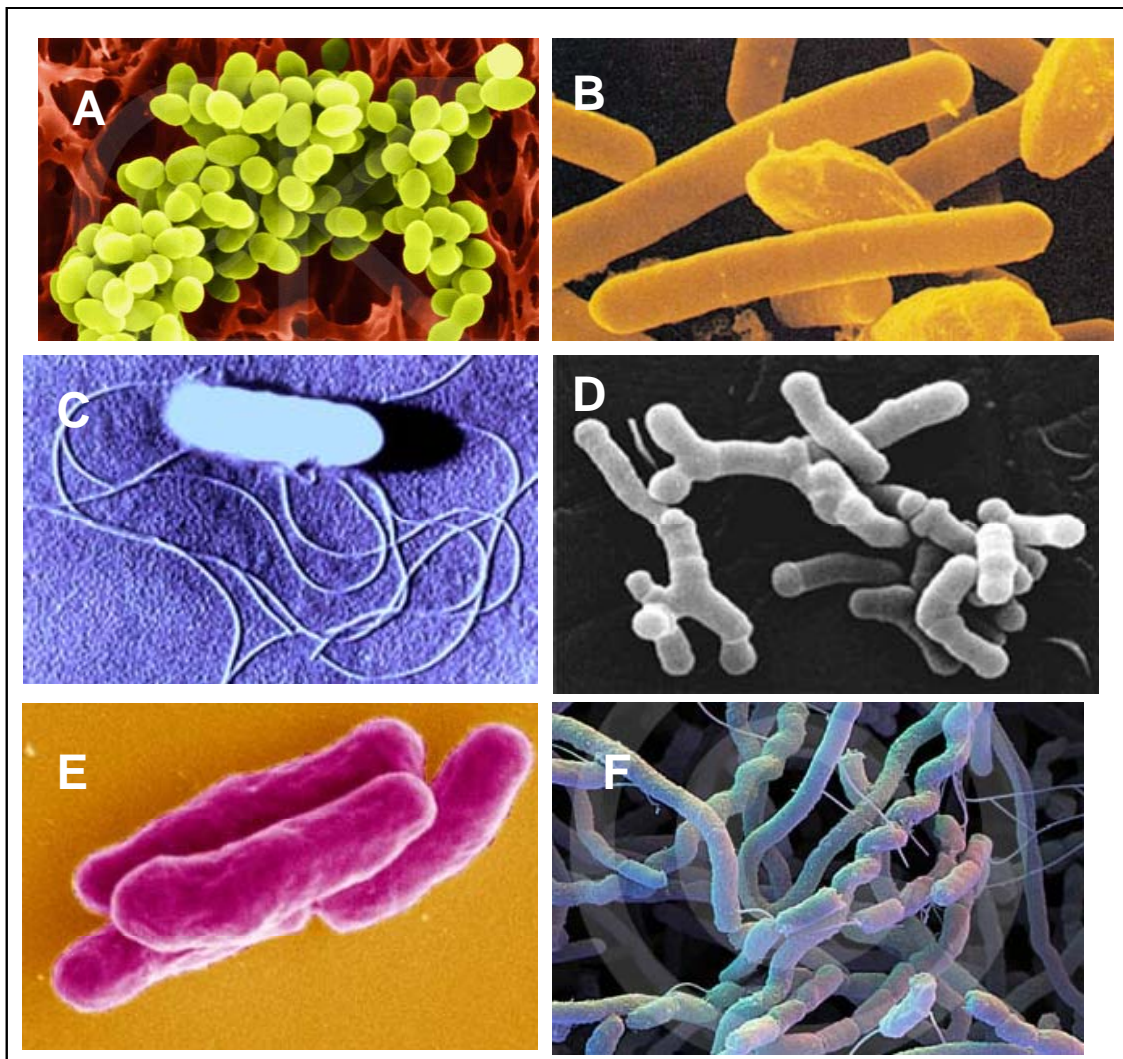


Figura 1.14. Imatges al microscopi electrònic i en alguns casos colorejats artificialment dels exemples citats a la taula 1.4. *Staphylococcus* (A). *Clostridium* (B), *Listeria* (C), *Bifidobacterium* (D), *Mycobacterium* (E), *Streptomyces* (F). Font (de manera seqüencial):

http://www.cassiopeaonline.it/immagini/staphylococcus_bacterium.jpg

<http://iescarin.educa.aragon.es/depart/biogeno/varios/BiologiaCurtis/Seccion%205/27-8a.jpg>

<http://www.wales.nhs.uk/sites3/gallery/719/Listeria.jpg>

http://www.enzymeindia.com/enzymes/images2/Bifidobacterium_img.jpg

<http://www.bilkent.edu.tr/~bilheal/aykonu/ay2006/mayis2006/Mycobacterium%2520tuberculosis.jpg>

http://www.scharfphoto.com/fine_art_prints/archives/199901-008-Streptomyces.jpg

1.4. IMPORTÀNCIA DELS MICROORGANISMES

Els microorganismes tenen molt d'impacte sobre les activitats de l'home en l'agricultura, la indústria alimentària i l'energia. A més a més els microorganismes també són utilitzats en biotecnologia per a obtenir nous organismes capaços de produir productes específics. Finalment, els microorganismes també poden causar malalties en els homes, i per això, tenen una importància molt elevada en clínica humana. A la figura 1.15 es poden veure alguns exemples de microorganismes relacionats amb els diferents àmbits que es comenten a continuació.

- **1.4.1 Els microorganismes i l'agricultura i ramaderia**

El nostre sistema agrícola depèn molt de les activitats microbianes per exemple algunes plantes com les lleguminoses es beneficien de la simbiosis amb microorganismes per fixar nitrogen atmosfèric, evitant que s'hagin de fertilitzar els camps. També són importants en el procés digestiu dels rumiants on en l'òrgan digestiu, anomenat rumen, hi ha presència de microorganismes que els ajuden a digerir la cel·lulosa. Malgrat tot també hi ha microorganismes com s'ha comentat anteriorment que són patògens de plantes i d'animals.

- **1.4.2 Els microorganismes i la indústria alimentària**

En alguns aliments l'acció directe dels microorganismes fa que aquests adquireixin noves propietats de nutrició, gust etc... Per exemple els microorganismes són utilitzats a les indústries càrnies per obtenir productes fermentats; a la indústria làctica per obtenir productes com els iogurts i formatges; a les indústries vegetals per obtenir productes fermentats que tenen superiors períodes de conservació, de la mateixa manera les indústries de les indústries alcohòliques (producció de vi i cervesa) els microorganismes són els qui transformen el sucre present en alcohol. Hi ha també microorganismes que poden fer malbé l'aliment i que s'anomenen deteriorants que fan que perdin el seu valor. Un dels problemes que també es troba la indústria alimentària és que

hi ha patògens humans que poden desenvolupar-se bé en els aliment i llavors poden ser el vehicle de contaminació als humans.

- **1.4.3 Els microorganismes i l'energia**

La nostra societat també es beneficia de la producció d'energia. El gas natural, metà és un producte d'activitat bacteriana, i actualment es dóna molta importància a poder transformar materials de rebuig orgànics en biocombustibles.

- **1.4.4 Els microorganismes i la salut**

La nostra salut també es pot beneficiar de l'acció dels microorganismes. Per exemple hi ha microorganismes que ens són necessaris al nostre tracte intestinal per a poder realitzar un aprofitament dels aliments que ens mengem. Aquest és el cas de la presència de bacteris de l'àcid làctic en el tracte digestiu dels nadons, de la presència de l'espècie *Escherichia coli*,etc. En aquest sentit també es parla actualment dels anomenats productes "bio" que sobre tot de la paraula probiòtics, que són microorganismes que exerceixen efectes beneficiosos a la salut. Molts d'aquest probiòtics s'utilitzen per enriquir productes com els iogurts.

Tot i aquests beneficis que s'han comentat, els microorganismes també poden produir malalties. L'associació entre les malalties que s'anomenaven contagioses (que es difonien en les poblacions) i els microorganismes va ser més o menys acceptada a l'any 1845, quan M. J. Berkeley va demostrar per primer cop que un microorganisme era la causa d'una malaltia en plantes. En el cas dels humans, això es va demostrar el 1876 per un metge alemany que s'anomenava Koch; que va posar com a premisses per demostrar que un determinat microorganisme era el causant d'una malaltia s'ha de complir que: el microorganisme s'ha de trobar sempre amb tots els malalts que pateixen la malaltia i no en les persones sanes, i que quan aquest microorganisme s'inoculava a les persones sanes, aquestes desenvolupin la malaltia.



Figura 1.15. Efectes de l'acció dels microorganismes (positius i negatius) en l'agricultura, alimentació i salut humana.

1.5. MICROBIOLOGIA AMBIENTAL

La població microbiana de l'ambient és molt variable. L'aire no és un medi en el qual els microorganismes puguin créixer, però sí que és portador de partícules de pols i gotetes microscòpiques d'aigua que poden portar associats microorganismes. Els microorganismes que es troben en aquest aire poden ser transportats distàncies que varien entre uns quants metres a molts quilòmetres de distància. No tots els microorganismes que es troben en l'aire poden sobreviure, alguns ràpidament moren, però altres són capaços de sobreviure setmanes, mesos o inclusivament períodes més llargs. El comportament dels microorganismes transportats per l'aire depèn d'un conjunt de factors com són la humitat d'aquest aire, la temperatura, la quantitat d'irradiació solar que rep, i la mida de les partícules en que està associat el microorganisme. També cal tenir en compte les propietats del microorganisme, així bacteris que formin endospores o fongs que produeixen conidis probablement poden mantenir-se viables durant molt temps suspesos en l'aire.

Els microorganismes que podem trobar en l'aire provenen de la superfície terrestre, ja que tant la terra com l'aigua contenen microorganismes. El vent recull pols de la terra que estan colonitzats per microorganismes i així mateix les gotes d'aigua que s'originen per l'evaporació de les masses d'aigua també aporten els seus microorganismes a l'ambient. D'altra banda, processos industrials i agrícoles també contribueixen a produir aerosol que transporten microorganismes.

Les classes de microorganismes que podem trobar en l'aire són algues, protozois, llevats, fongs i bacteris. Principalment solen trobar-se molts més fongs que dels altres tipus (Brock, 2003; Pelczar i col·laboradors, 1993).

Evidentment si l'aire a l'igual que els humans porten ja microorganismes, les superfícies també poden contenir aquests microorganismes ja que per deposició o per contacte directe amb les mans, etc, es poden dipositar els microorganismes.

Amb el desenvolupament de la microbiologia i donat que els microorganismes no són visibles a cop d'ull, van haver-se de posar a punt tècniques per a poder fer créixer i

comptar aquests microorganismes. Això va ser possible amb el desenvolupament dels medis de cultius artificials, és a dir un aliment sintètic que permetés el creixement dels microorganismes. Aquest medi pot ser líquid o sòlid, i s'aconsegueix fer-lo sòlid amb l'addició de l'agar (extracte d'algues que a 100 °C és líquid i a 45 °C ja és sòlid). Així quan un microorganisme es troba en un recipient de vidre o plàstic anomenat placa de Petri, aquest és comença a reproduir fins que l'anomenada colònia ja és fa visible a ull nu com es mostra esquemàticament a la figura 1. 16. Per això quan es fa el recompte de microorganismes s'expressa en unitats formadores de colònies, ja que s'assumeix que cada colònia prové d'un microorganisme.

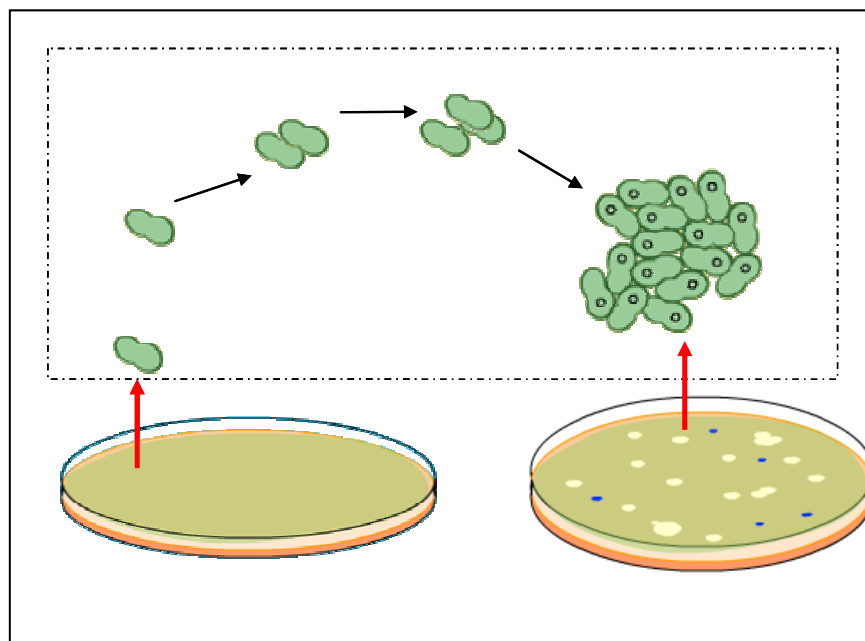


Figura 1.16. Creixement dels microorganismes (en aquesta figura bacteris) en medi de cultiu sòlid en plaques de Petri. Un cop es diposita en la placa el microorganisme no és visible a cop d'ull, no obstant quan aquest es reproduceix (creixement de la colònia dins del quadre discontinu) ja és fa visible a cop d'ull i permet per tant fer el recompte.

Un dels problemes de la contaminació ambiental de l'aire és que alguns dels microorganismes patògens pels humans poden ser transmesos per l'aire. Aquests poden ser inhalats per persones sanes i causar-li la infecció. Malalties que es poden contraure d'aquesta manera són les angines i la tuberculosi. Altres malalties causades per virus també són transmeses per l'aire, però en aquest treball no s'han considerat els virus, ja que no són éssers vius, sinó que només es desenvolupen quan infecten un ésser viu. A la taula 1.7 es mostren exemples de les malalties més importants causades per bacteris i fongs fitopatògens i que es transmeten per l'aire.

Taula 1.7. Malalties més importants causades per bacteris i fongs que poden ser transmèses per l'aire. Brock, 2003; Pelczar i col·laboradors. 1993.

	MALALTIA	MICROORGANISME CAUSAL
BACTERIANES	Faringitis	Inflamació de la faringe causada per <i>Streptococcus pyogenes</i>
	Tuberculosis	Malaltia que ataca principalment els pulmons però que pot afectar altres òrgans. Progressa lentament, però el tractament també és molt llarg i la medicació s'ha de prendre de manera constant. Causada per <i>Mycobacterium tuberculosis</i> .
	Legionel·losis	És una malaltia respiratòria que pot ser lleu o suficientment greu al desenvolupar en una neumonia i provocar la mort. Causada per <i>Legionella Pneumophila</i> , que de manera natural es troba en l'aigua i terra humida, Problemàtica associada a circuits d'aire condicionat.
	Diftèria	Infecció de la tràquea que pot causar asfíxia. Causada per <i>Corynebacterium diphtheriae</i>
	Meningitis	Infecció que comença en els conductes nassals i la faringe i arriba a les meninges (envoltures i membranes que recobreixen el cervell). Causada per <i>Haemophilus influenzae</i> i <i>Neisseria meningitis</i> .
FÚNGIQUES	Histoplasmosis	Pot provocar lesions pulmonars semblants a la tuberculosis. Els símptomes són febre alta, mal de cap, dolor al pit, i dolor muscular. Pot arribar a ser una malaltia crònica i més greu en pacients que tenen el sistema immunitari compromès. Causada per <i>Histoplasma capsulatum</i> .
	Altres: Blascomicosis, Paracoccidiomicosis, Coccidiomicosis Criptococosis	Malalties que afecten el tracte respiratori. Causada per : <i>Blastomyces dermatitidis</i> <i>Paracoccidioides brasiliensis</i> <i>Coccidioides immitis</i> <i>Cryptococcus neoformans</i>

1.6 . TÈCNiques PER A MOSTREJAR L'AMBIENT I LES SUPERFÍCIES

L'avaluació de la contaminació ambiental mitjançant tècniques de mostreig apropiades permet descobrir tant el tipus de contaminació com la seva quantitat. Els controls ambientals es poden realitzar amb l'objectiu de descobrir fonts ambientals de microorganismes patògens, o en altres casos com indústries, llocs públics per a determinar l'eficiència de desinfecció d'un determinat producte.

1.6.1 CONTROL DE SUPERFÍCIES

Per a poder mostrejar la superfície, cal posar en contacte físic directe la superfície amb el medi de cultiu. Les tècniques més utilitzades són:

A) **Amb escovillons.** Els escovillons estèrils són varetes de 12 a 15 cm de llarg que tenen un cotó no absorbent, de 2cm de llarg i diàmetre de 0.5cm , en un extrem.

La tècnica es basa en passar l'escovilló, humitejat amb una solució tampó estèril, per damunt d'una superfície exercint una forta pressió en sentit vertical (de dalt a baix), unes 10 vegades i després es conserva l'escovilló dins un vial amb tap roscat, submergit en solució tamponada i en refrigeració 4°C. Al laboratori, s'examina el contingut de microorganismes de la solució tamponada on s'ha mantingut l'escovilló. Sembrant en plaques de Petri que contenen medis adients i fent el recompte després de 24-48 hores d'incubació (Figura 1.17).

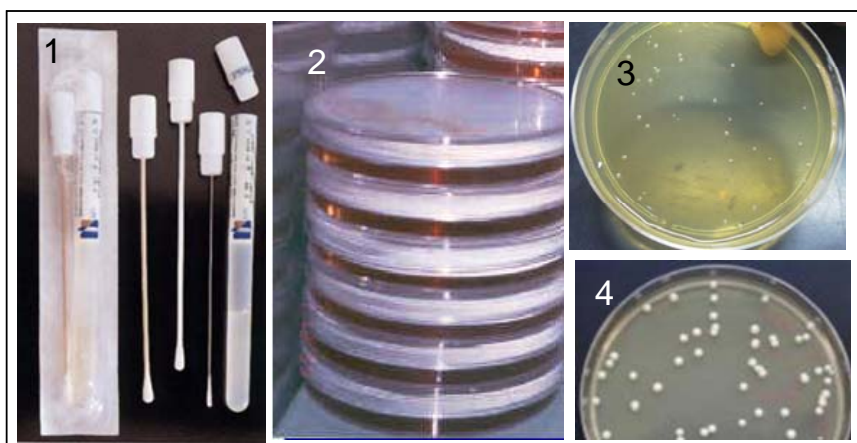


Figura 1.17. Mostreig de superfícies, els escovillons utilitzats (1), les plaques de petri amb medis on se sembra la suspensió dels microorganismes i plaques després de la incubació (3 i 4)

B) Amb plaques RODAC (Replicate Organism Direct Agar Contact). Les plaques RODAC són Plaques de Petri especials (aprox. 25 cm² de superfície) que s'omplen amb 15-16.5 ml de medi de cultiu de manera que l'agar formi un menisc i proporcioni una superfície convexa (Figura 1.18) . Amb la placa invertida s'aconsegueix que el medi solidificat entri en contacte amb la superfície que es vol mostrejar, i es fa la lectura dels resultats després del període d'incubació.



Figura 1.18. Mostreig de superfícies amb les plaques RODAC on s'observa les divisions que hi ha a la part inferior per facilitar el recompte (1), detall del menisc que forma el medi en la placa de cultiu que permet que aquest es posi en contacte amb la superfície a mostrejar (2) i plaques després de la incubació (3 i 4)

Cada uns dels mètodes comentats presenta els seus avantatges i inconvenients, que de manera resumida es mostren a la taula 1.8.

Taula 1.8 Avantatges i inconvenients de les tècniques de mostreig de la microbiologia de superfícies.

	AVANTATGES	INCONVENIENTS
Escovillons	<p>Permeten mostrejar instrumental i àrees de difícil accés</p> <p>Permeten fer dilucions en superfícies molt contaminades</p>	<p>Més laboriós de temps</p> <p>Un cop recollida la mostra cal fer una sembra posterior</p>
Plaques RODAC	<p>Immediata, després del contacte s'incuba.</p>	<p>Creixement de les colònies invasives que cobreixen tota la superfície.</p> <p>No són útils en superfícies molt contaminades</p>

1.6.2 CONTROL DE L'AIRE

Els microorganismes viables en suspensió en l'aire poden ser determinats quantitativament per varis mètodes, fonamentalment basats en l'impacte sobre els medis de cultius dels microorganismes. Aquest impacte però pot ser passiu i s'anomena la tècnica de la sedimentació, o actiu, que consisteix en una succió de l'aire.

A) Tècnica de sedimentació: És un mètode molt senzill que es pot utilitzar per fer una estimació aproximada de la qualitat de l'aire però que només és útil quan interessa determinar les possibilitats de contaminació per deposició sobre una superfície particular. Es basa en l'exposició a l'ambient, durant un període de temps concret, d'una placa de Petri que conté medi de cultiu. Després de la incubació de la placa es fa el recompte de les colònies que s'han originat a partir de les partícules que s'han dipositat per gravetat sobre la superfície d'agar (Figura 1.19).

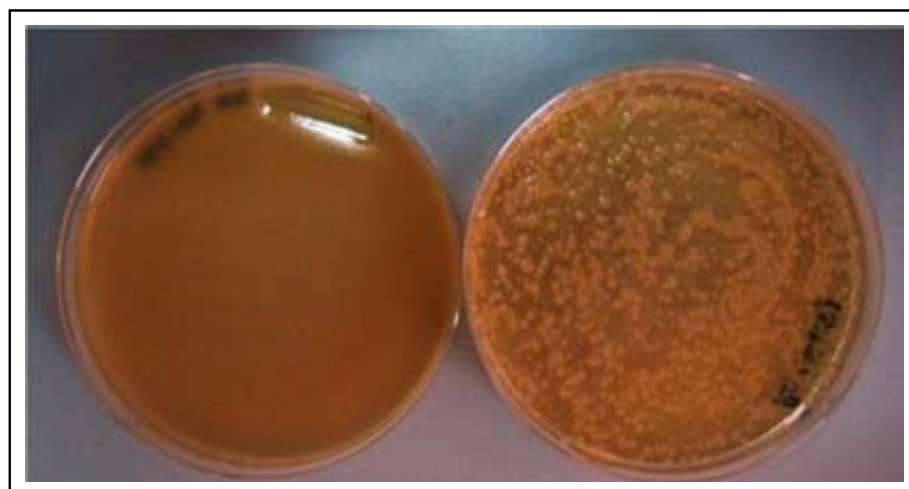


Figura 1.19. Mostreig de l'aire per la tècnica de sedimentació. La placa de petri amb el medi de cultiu es deixa un període de temps oberta (placa esquerra), transcorregut el temps d'exposició es tanca i després de la incubació es veuen les colònies (placa dreta).

B) Tècnica de mostreig d'aire activa: És un mètode que pot mesurar la quantitat de microorganismes presents per metre cúbic d'aire. Es basa amb la utilització d'un mostrejador que col·lecta un volum determinat d'aire per succió i per tant fan impactar els microorganismes en les plaques de medi que es col·loquen en el seu

interior. Després de la incubació de la placa es fa el recompte de les colònies Aquesta tècnica és la que s'utilitza com a mètode estàndard pel control microbiològic de l'aire.

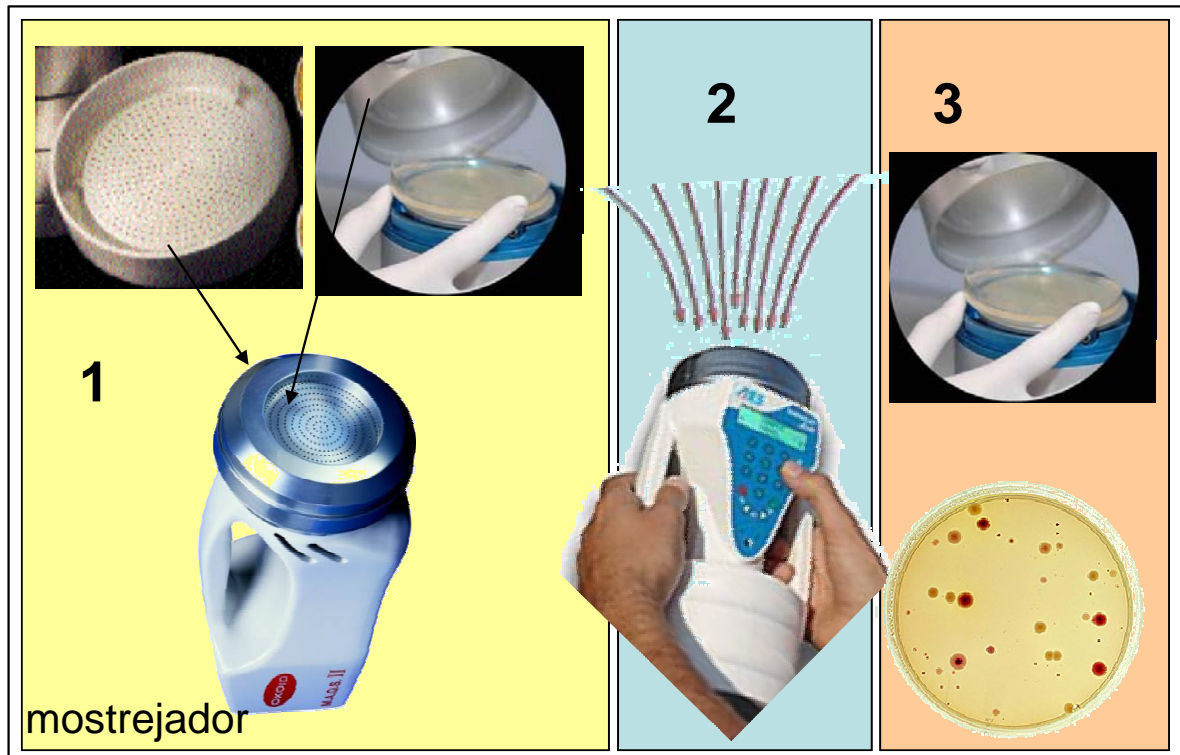


Figura 1.20. Mostreig actiu dels microorganismes presents a l'aire. La placa de petri amb el medi de cultiu sense tapa es posa dins el mostrejador i es tapa amb el filtre de l'aparell que conté unes obertures per a poder entrar l'aire (1). Es mostreja l'aire, succionant els metres cúbics que es desitgen (2) i finalment es treu la placa de Petri i es posa a incubar pel desenvolupament dels microorganismes (3).

Cada uns dels mètodes comentats presenta, com en el cas anterior, els seus avantatges i inconvenients, que de manera resumida es mostren a la taula 1.9. Tot i això hi ha algunes crítiques apart dels inconvenients citats en la taula 1.9 per part d'alguns microbiòlegs, ja que diuen que el mètode d'obtenció de microorganismes per la tècnica de la sedimentació, implica que depèn de la força de gravetat i per tant no pot ser considerat un mètode quantitatiu, ja que es veu afectat per la mida i forma de les partícules a les que estan associades. De la mateixa manera hi ha crítiques amb el mostreig actiu degut a que en el moment de la succió de l'aire s'estan creant turbulències que podrien interferir en els resultats (Pasquarella i col·laboradors, 2000).

Taula 1.9 Avantatges i inconvenients de les tècniques de mostreig de la microbiologia de l'aire. Font: Pasquarella i col·laboradors, 2000.

	AVANTATGES	INCONVENIENTS
Passiva	No necessita aparells	Potser no pot considerar-se ben bé quantitativa
	Solament cal una incubació després de l'exposició	Si la contaminació no és elevada, no pot aportar informació
	Pots mostrejar diferents llocs al mateix temps	Cal fer proves prèvies per determinar els temps d'exposició. És més lenta.
Activa	És l'utilitzat de manera estàndard	Cal tenir l'aparell i cal calibrar-lo assíduament.
	El mostreig és molt ràpid. Pot ser d'un a pocs minuts depenen els metres cúbics que es volen mostrejar.	No obstant diferents mostrejadors donen diferents resultats. És més car i cal esterilitzar la capçalera
	Pots adaptar el temps de succió dependent de la contaminació que pugui haver-hi.	Fa soroll Alguns microorganismes es poden inactivar per l'impacte. La succió de l'aire provoca turbulències i per tant els resultats no ser ben bé fiables.

Els microorganismes que es poden desenvolupar en les plaques de Petri dependrà del medi de cultiu que s'utilitzi. Així hi ha medis de cultius generals, que permeten el creixement de fongs i bacteris, altres en el que s'afegeixen antibiòtics (per eliminar els bacteris) que serviran per fer el recompte de fongs i llevats, d'altres en que s'addiciona un antifúngic (per eliminar fongs i llevats) que permeten fer recomptes de bacteris, i poden utilitzar-se també medis especials que permetin el creixement d'un determinat grup de bacteris.

2. OBJECTIUS

2.1 OBJECTIU GENERAL DEL TREBALL

L'objectiu d'aquest treball consisteix en determinar la contaminació per microorganismes en l'aire i en superfícies de diferents ambients, i alhora comparar els resultats que s'obtenen en els mateixos llocs en dos períodes estacionals diferents (primavera, estiu).

2.2 HIPÒTESIS DEL TREBALL

Les hipòtesis inicials del treball són:

- 1- La contaminació ambiental (tant aèria com en superfícies) que es troba en l'exterior (espais oberts) és superior a les d'interior
- 2- La contaminació fúngica serà més important que la contaminació bacteriana
- 3- En espais tancats, quant més gent o més moviment de gent hi hagi, també hi haurà més contaminació
- 4- De les dues èpoques de mostreig, degut a que a l'estiu hi ha més irradiació solar, menys humitat a l'ambient, hi haurà menys contaminació a l'estiu que a la primavera

3. MATERIALS I MÈTODES

3.1 PREPARACIÓ DE MEDIS DE CULTIU

Quan es treballa amb microorganismes és molt important seguir unes pautes de treball que garanteixin que els medis de cultius siguin estèrils. L'esterilitat s'entén com l'absència d'éssers vius en els medis de cultius, de manera que els medis on creixeran els microorganismes no siguin ja en un inici portadors d'alguns microorganismes. Per aconseguir això, un cop barrejats els ingredients que formaran part del medi de cultiu s'han de sotmetre a temperatures elevades durant un cert període de temps, per a destruir mitjançant la calor tots els microorganismes que hi puguin haver.

Així doncs per a preparar un medi de cultiu, es segueixen les següents pautes (Figura 3.1):

1. Es barregen els ingredients del medi en aigua destil·lada amb l'ajut d'una vareta magnètica dins l'ampolla i posant-t'ho en un agitador magnètic
2. Un cop barrejats els ingredients, el medi es posa a l'autoclau, que és com una mena d'olla a pressió que aconsegueix temperatures de 121°C gràcies a l'augment de pressió que es pot aconseguir. Aquest procés s'anomena esterilització i les condicions de l'autoclau solen ser de 121°C durant uns 20 minuts. Per garantir que el procés d'esterilització s'hagi realitzat correctament, se sol enganxar un paper adhesiu a l'ampolla que després de passar el procés d'esterilització mostra unes ralles negres indicant que el procés s'ha dut a terme correctament.
3. Un cop esterilitzat el medi, s'ha de deixar que es refredi fins a una temperatura de 50°C. Normalment es diposita l'ampolla en un bany maria.
4. Per a repartir el medi de cultiu en les plaques de petri, és necessari fer-ho dins una campana de flux laminar. La campana de flux laminar és un cubicle que prèviament s'esterilitza mitjançant llum ultraviolada per a destruir els

microorganismes presents en el seu interior, i que a través de fluxos d'aire filtrats evita la contaminació dels medis de cultius. Les plaques de Petri que s'utilitzen solen ser comercials, de plàstic i que ja venen prèviament esterilitzades .

5. S'aboquen de 17 -20 ml de medi en una placa de petri normal i amb un volum lleugerament inferior a les plaques de petri especials anomenades RODAC. En aquestes darreres plaques s'ha de procurar que el medi formi un menisc a la placa.
6. Un cop abocat el medi dins la placa es deixen de 20-30 minuts dins la campana de flux laminar perquè aquest medi es solidifiqui. L'agent solidificant és l'agar, que és líquid a 50°C i sòlid a 40°C . Un cop solidificades es tapen les plaques i ja estan llestes per a la seva utilització. Cal marcar les plaques amb el medi que li correspon a cada una.

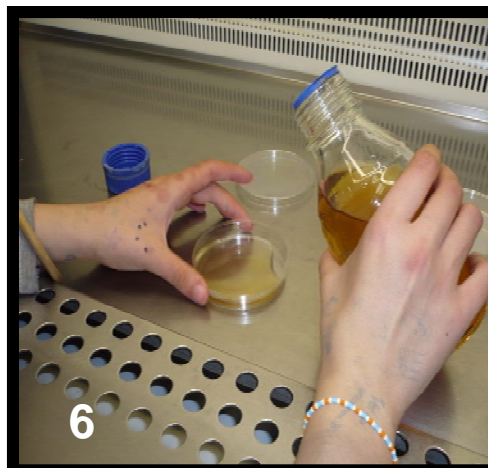
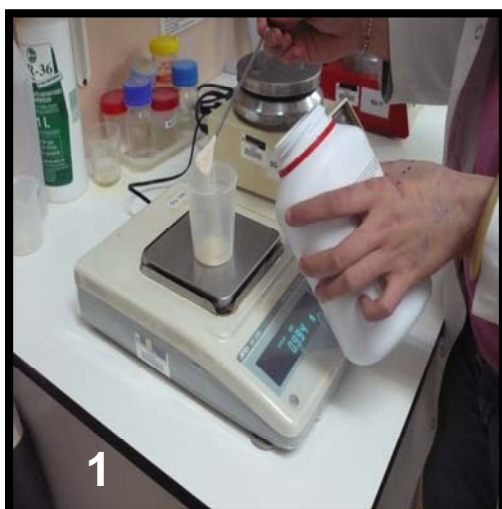


Figura 3.1. Preparació de medis de cultiu al laboratori de microbiologia de la Universitat de Girona. 1: pesada dels ingredients, 2: barreja dels ingredient, 3: i 4: esterilització del material a l'autoclau, 5: refredament del medi al bany maria, 6: repartiment del medi en plaques de Petri.

MATERIALS

- Ingredients del medi de cultiu (Oxoid)
- Aigua destil·lada
- Varettes magnètiques i ampolles de vidre pyrex (suporten temperatures elevades)
- Agitador magnètic
- Autoclau (Selecta)
- Bany maria (Selecta)
- Campana de flux laminat (Telstar)
- Plaques de Petri estèrils i plaques RODAC estèrils (Sterilin)

PREPARACIÓ DELS MEDIS

En aquest treball s'han utilitzat dos medis de cultiu diferents, un adequat pel creixement de fongs i llevats, que s'anomena medi SABORAUD (SAB) i el medi D'AGAR DE RECOMPTE AMB PLACA (PCA) pel creixement de bacteris. Donat que els llevats i els fongs són cèl·lules eucariotes, el medi SAB conté un antibiòtic (cloramfenicol) que no permet que hi creixin els bacteris. Contràriament en el medi PCA per evitar el creixement de fongs i llevats s'hi afegeix un antifúngic (actidione).

Medi SAB: Es barregen 65 g del medi preparat de la casa OXOID a 1l d'aigua. Els components del medi són els següents (en grams per litre):

<u>COMPONENTS</u>	<u>g/l</u>
Dextrosa	40.0
Peptona de Caseïna	5.0
Digerit Pancreàtic de teixit animal	5.0
Agar Bacteriològic	15.0
Cloramfenicol (0.05 mg/l)	

El pH del medi està en 5.6 ± 0.2 , adequat per fongs i llevats. S'autoclava i es dispensa com s'ha comentat anteriorment.

Medi PCA: Es barregen 23.5 g del medi preparat de la casa OXOID a 1l d'aigua. Els components del medi són els següents (en grams per litre):

<u>COMPONENTS</u>	<u>g/l</u>
Hidrolitzat enzimatic de caseïna	5.0
Extracte de llevat	2.5
Dextrosa	1.0
Agar	15.0
Actidione (Fluka) (0.05 mg/l)	

El pH està en 7.0 +/- 0.2 adequat per bacteris.. S'autoclava i es dispensa com s'ha comentat anteriorment.

3.2 TÈCNICA PER A DETERMINAR LA CONTAMINACIÓ DE L'AIRE

Els microorganismes viables en suspensió en l'aire s'han determinat quantitativament per la tècnica de la sedimentació, amb plaques de Petri. S'han utilitzat igual que el control de superfícies plaques amb medi SAB i altres amb medi PCA.

PROCEDIMENT

S'exposa a l'ambient , durant un període de temps d'una hora . A l'exposar la superfície del medi de cultiu a l'ambient els microorganismes que cauen en aquest medi poden originar colònies que es podran contar. Després de la incubació de la placa a temperatura ambient durant 24 h pels bacteris i 72 h pels fongs es fa el recompte de les colònies que s'han originat a partir de les partícules que s'han dipositat per gravetat sobre la superfície d'agar. Els resultats s'expressen com a número de microorganismes viables de l'aire dipositades en la superfície (en metres quadrats) de la placa de cultiu per unitat de temps (temps d'exposició): **ufc/m²h** (Parés, 2005).

L'àrea total de les plaques utilitzades, que tenen un diàmetre de 9 cm es calcula:

$$A= \pi r^2= 3.1416 \times 4.5^2= 63.674 \text{ cm}^2$$

Per a poder donar els resultats en ufc/m²h, cal multiplicar les ufc de la placa per 157.2 (relació de si hagués estat exposada una placa d'1 m²; 10000 cm² / 63 cm²).

Per exemple si comptem 25 ufc en una placa que ha estat exposada 1 h, la contaminació de l'aire serà $25 \text{ colònies} \times 157.2 \times 1 \text{ h} = 3930 \text{ ufc/m}^2 \text{ h}$. En aquests casos sempre s'expressa en forma de potència, és a dir $3.9 \cdot 10^3 \text{ ufc/m}^2 \text{ h}$.

3.3 TÈCNICA PER A DETERMINAR LA CONTAMINACIÓ DE SUPERFÍCIES

Per a determinar la contaminació de superfície s'han utilitzat plaques de Petri del tipus RODAC (Replicate Organism Direct Agar Contact), omplertes amb el medi SAB pel recompte de fongs i llevats i amb medi PCA pel recompte de bacteris.

Les plaques RODAC són Plaques de Petri especials (aprox. 25 cm^2 de superfície) que s'omplen amb 15-16,5 ml de medi de manera que l'agar formi un menisc i proporcioni una superfície convexa. Amb la placa invertida aconseguim que l'agar solidificat entri en contacte amb la superfície que volem mostrejar i els microorganismes dipositats en la superfície queden adherits al medi de cultiu.

PROCEDIMENT

Es retira la tapa de la placa RODAC i es pressiona l'agar contra la zona de la superfície que volem avaluar. Cal assegurar que tota la superfície de la placa entra en contacte amb l'àrea mostrejada. Un cop exposades, les plaques es tapen i s'incuben a temperatura ambient durant 24 h pels bacteris i 72 h pels fongs per tal d'enumerar les colònies i obtenir-ne el recompte. Aquestes colònies s'anomenen unitats formadores de colònies, abreviadament **ufc** (ja que provenen de manera ideal d'un sol microorganisme) i el resultat es dona en **ufc/cm²** (Parés, 2005). Al fons de les plaques de RODAC hi ha gravada una quadrícula amb divisions de 1 cm^2 per facilitar el recompte.

L'àrea total de les plaques utilitzades es calcula (diàmetre : 5.5 cm)

$$A = \pi r^2 = 3.1416 \times 2.75^2 = 23.75 \text{ cm}^2$$

Però donat que fa un menisc, es considera que la superfície total és de 25 cm^2 . Per tant el recompte de la placa s'haurà de dividir per 25 per a poder donar els resultats en **ufc/cm²**.

Per exemple si comptem 25 ufc en una placa, la contaminació superficial serà 25 colònies/ 25 cm² = 1 ufc/ cm²

3.4 DISSENY EXPERIMENTAL

La contaminació de superfície i de l'aire es va realitzar en dos períodes de temps diferents

- A principis de Juny, en uns dies de força humitat ja que havia plogut el dies anteriors al mostreig.
- A principis d'Agost, en unes condicions ambientals de molta calor i sequedat

Es van mostrejar diferents ambients, la majoria d'ells en el poble de Santa Pau, però en el cas de l'Institut Montsacopa, aquest es troba a la ciutat d'Olot. Els diferents ambients mostrejats es detallen a la taula 3.1

Taula 3.1 Ambients i llocs mostrejats per a la determinació de la contaminació de superfícies i de l'aire.

Tipus d'ambient	Lloc	
Oficials	Ajuntament	Taulell
Salut	Dispensari	Taulell
	Farmàcia	Taulell
Botigues	Can Menció	Taulell
	Can Pau	
	Can Pere	
Bars	Can Pauet	Taulell
	Centre Cívic	
Escolars	Llar d'infants	Aules i lavabos
	Escola de primària	
	Institut de secundària	
Exteriors	Cases privades	Galeria
		Jardi/piscina
		Hort
Interiors	Cases privades	Cuina
		Habitació
		Lavabo

Per a la contaminació de superfícies només es realitzaven dos mostrejos, un al matí i un a la tarda. En el cas de l'aire en alguns casos només es va realitzar el mostreig el matí i el migdia (com per exemple el dispensari ja que a la tarda està tancat), en altres casos es va realitzar el mostreig en 3 moments diferents del dia, matí , migdia i tarda.

3.5 OBSERVACIONS AL MICROSCOPI OPTIC

Algunes de les colònies de les plaques crescudes en els dos medis es van observar al microscopi òptic (OLIMPUS BX50) i agafant les imatges amb una càmera fotogràfica acoblada (NIKON COOLPIX955). Per a preparar la mostra es dipositava sobre un portaobjectes una gota d'aigua i amb un escuradents estèril s'agafava part de la colònia que es volia observar, suspenent-la en l'aigua. A continuació es posava el cubreobjectes i s'observava al microscopi. El microscopi utilitzat tenia l'aplicació de contrast de fase que és molt útil per a observar les cèl·lules sense necessitat de cap tinció, en la majoria de casos es va emprar aquesta aplicació per a obtenir les fotografies.

4. RESULTATS

Per a determinar la quantitat de microorganismes presents en l'aire i en les superfícies es va utilitzar la tècnica de sedimentació (per l'aire) i la tècnica del contacte (per les superfícies). Un cop preparat el medi on havien de créixer els microorganismes, fer la pressa de mostres i deixades incubar el temps necessari (24 h per bacteris i 72 h per fongs i llevats), es va procedir a fer el recompte de microorganismes presents a les plaques i segons els procediments explicats en els apartats 3.2 i 3.3 de materials i mètodes es van donar els resultats en ufc/m² h en el cas de l'aire i en ufc/cm² en superfícies.

Les dades obtingudes en els diferents medis de cultiu per a cada ambient i lloc mostrejat i pels diferents períodes de temps es troben en l'annex 1. A partir d'aquests resultats amb el programa Excel (Microsof Office) es van representar els resultats de manera gràfica. Es van fer dos gràfics per cada tipus d'ambient (oficials, salut, botigues i bars, escolars, exteriors i interiors) que corresponien als dos períodes de temps mostrejats, incloent les dades corresponents als bacteris per una banda i als fongs i llevats per una altra (microorganismes procariotes i eucariotes respectivament). Aquests gràfics es van fer tant per l'aire com per les superfícies.

4.1 OBSERVACIONS MACROSCÒPIQUES DELS RESULTATS

Algunes de les plaques de Petri i de les plaques RODAC es van deixar incubar més temps per a poder obtenir fotografies de colònies bacterianes, de llevats i fongs que estiguessin més desenvolupades que no en el moment dels recomptes. Les figures 4.1 i 4.2 corresponen a fotografies de plaques de Petri i de plaques RODAC amb medi per a desenvolupament de fongs i llevats, on es poden observar diferents colònies de fongs. Aquests fongs com es pot veure en les imatges presentaven morfologies diferents: color (rosa, blanc, gris...), textura (esponjosa, forta...) i diferents formes de creixement (en cercles concèntrics...). A la figura 4.3 es mostren fotografies de plaques de Petri amb medi PCA per al creixement de bacteris utilitzades pel mostreig de l'aire.



Figura 4.1. Fotografies de plaques de Petri amb medi Saboraud (amb l'antibiòtic cloramfenicol) on es poden observar diferents colònies de fongs dels mostrejos realitzats en l'aire de diferents ambients.



Figura 4.2. Fotografies de plaques RODAC amb medi Saboraud (amb l'antibiòtic cloramfenicol) on es poden observar diferents colònies de fongs dels mostrejos realitzats en superfícies de diferents ambients.

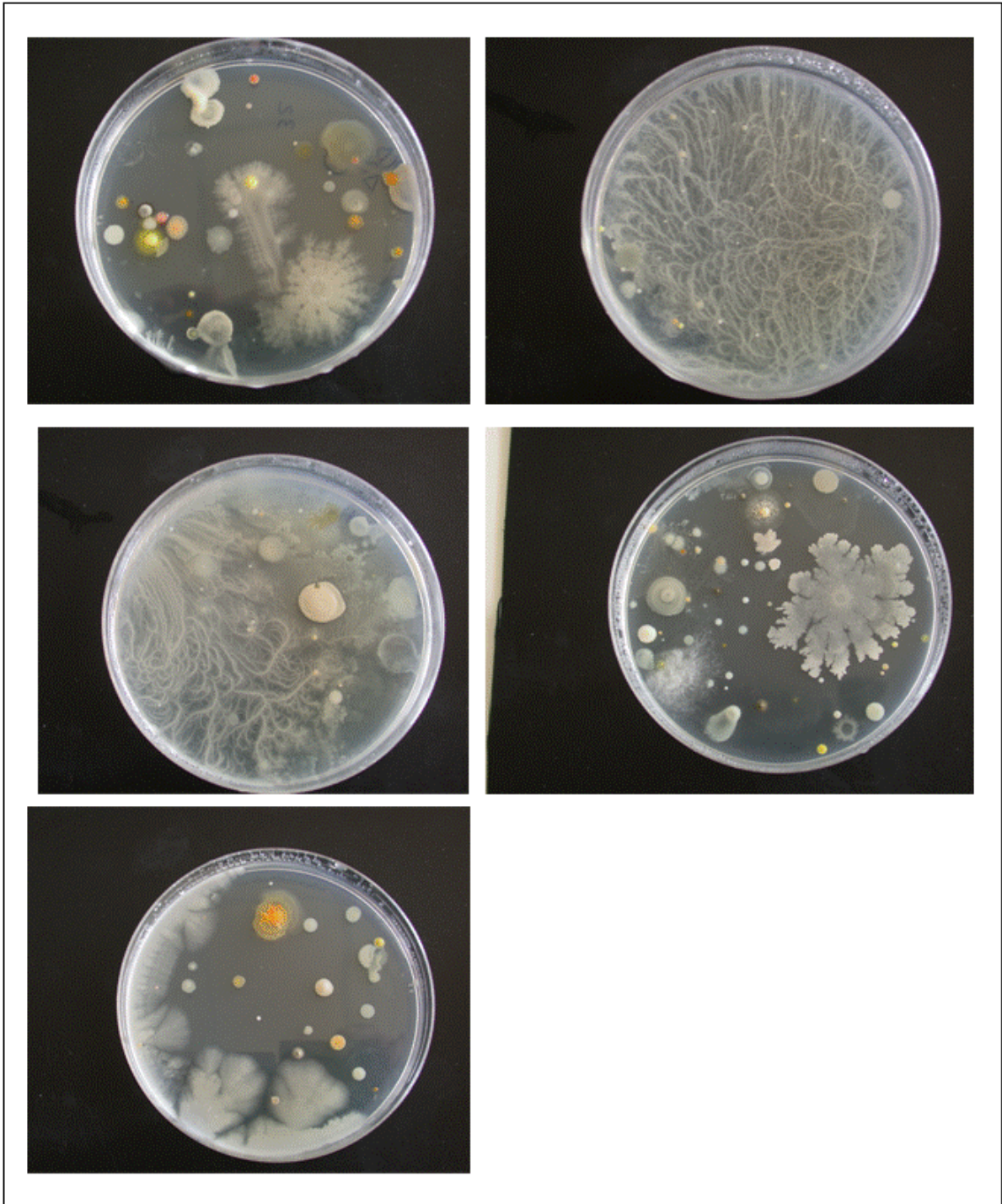


Figura 4.3. Fotografies de plaques de Petri amb medi PCA (amb l' antifúngic econazol) on es poden observar diferents colònies de bacteris dels mostrejos realitzats en l'aire en diferents ambients.

A la figura 4.3 es pot observar que els bacteris també mostren diferents tipus de creixement, si bé el més normal és el creixement en forma de circumferència, n'hi ha alguns que mostren un tipus de creixement anomenat invasiu (fotografies de la part dreta).

4.2 RECOMPTES DE MICROORGANISMES

A les figures 4.4 a 4.14 es mostren els gràfics obtinguts amb les dades dels recomptes dels fongs i llevats, tant pel que fa referència a la superfície com a l'aire i en els dos temps de mostreigs realitzats. Cal dir que en algun cas com són els ambients escolars, nova realitzar-se el segon temps de mostreig ja que eren vacances a l'Institut Montsacopa d'Olot. Per l'escola de primària es va utilitzar l'aula on es realitzava el casa d'estiu de l'Escola Joan Maragall de Santa Pau, però solament es va realitzar en aquesta aula i al lavabo.

En el moment de la representació gràfica dels resultats s'ha de tenir molt en compte que cal que els eixos dels gràfics siguin en tots els casos a la mateixa escala, ja que així, a cop d'ull, es pot comparar entre els diferents ambients. En aquest treball per als recomptes de microorganismes en l'aire l'escala dels eixos d'ordenades s'ha representat a escala exponencial, anant els valors de 1 ($1,0E+00$ ufc/m² h que correspon a 10^0 ufc/m² h) a 100.000 ($1,0E+05$ ufc/m² h que correspon a 10^5 ufc/m² h). En el cas de que les plaques no presentessin creixement de cap microorganisme ja no s'observaria la barra corresponent al gràfic ja que s'ha assignat el valor numèric de 1 , significant que en aquell ambient la concentració de microorganismes està per sota del nivell de detecció de la tècnica que hem utilitzat. Evidentment, amb la tècnica es mostregen 63-64 cm² que és la superfície total de la placa, i per tant encara que en la placa no hagi sedimentat cap microorganisme, no podem assegurar que en un m² tampoc haguéssim detectat cap microorganisme.

Contràriament en el recomptes en superfície els gràfics presenten una escala numèrica de 0 a 12 ufc/cm² . Com que els resultats es donen en ufc/cm² i la superfície mostrejada és 25 vegades més gran que aquesta unitat de superfície (25 cm² d'àrea en la placa RODAC), els valors són molt més baixos i es pot expressar en una escala normal.

▪ 4.2.1 RECOMPTE DE L'AIRE

A continuació es mostren els gràfics obtinguts i es comenten separatament per ambients tenint en compte els dos períodes de mostreig.

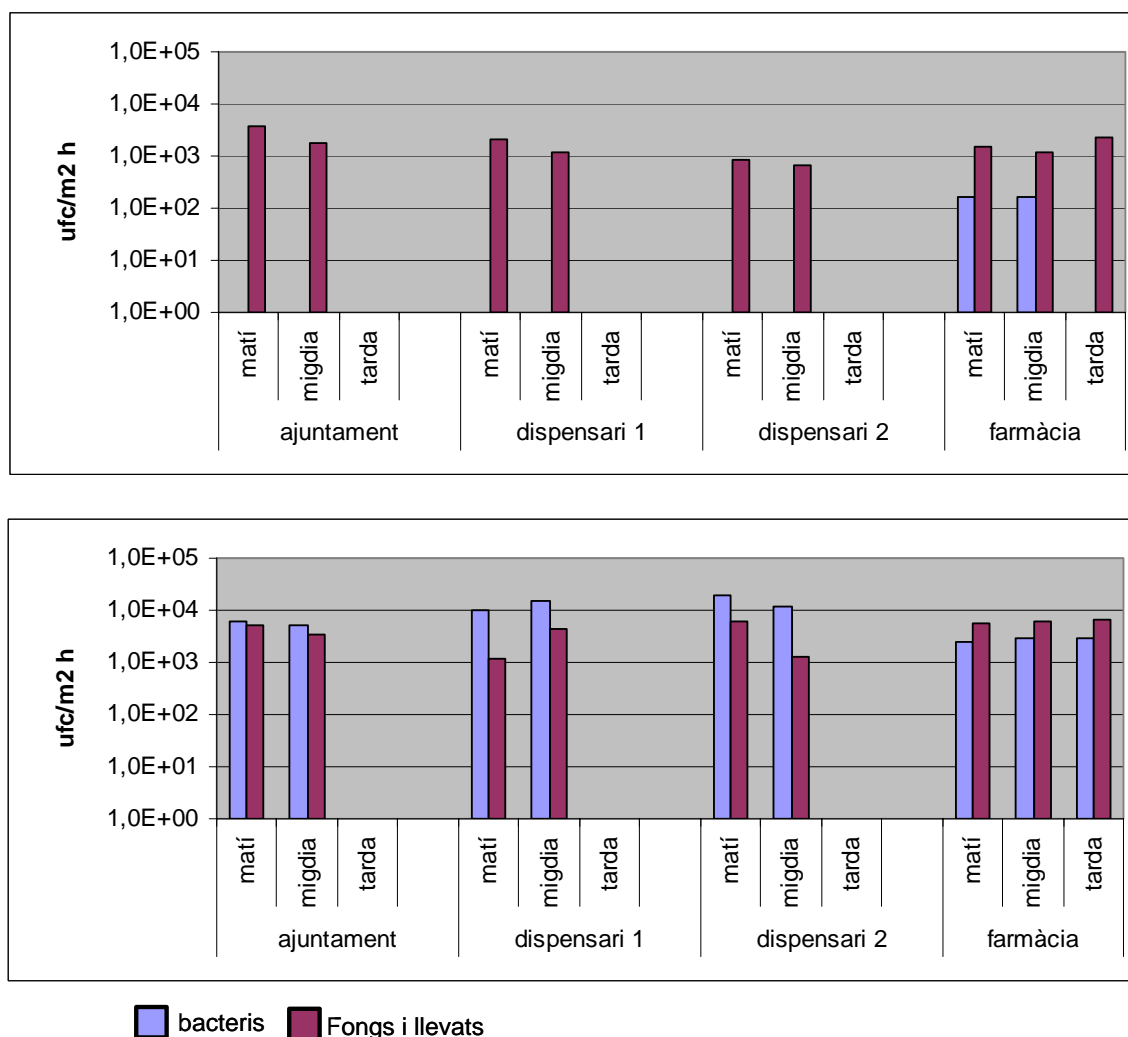


Figura 4.4. Gràfics on es mostren els resultats obtinguts dels recomptes de bacteris i fongs i llevats en l'aire dels ambients oficials mostrejats. El gràfic superior correspon al mostreig realitzat al mes de juny i l'inferior al mes d'agost. Dispensari 1 correspon a la sala d'atenció del metge i dispensari 2, a la d'infermeria

Cal tenir en compte que a l'ajuntament i el dispensari solament tenim les dades de mostreig al matí i migdia ja que a la tarda està tancat.

Es pot observar a la figura 4.4, que hi ha diferència en quant als grups de microorganismes detectats en els recomptes dels dos períodes de mostreig, ja que en el mostreig del mes de Juny només es van detectar bacteris en la farmàcia mentre que en el segon mostreig es van detectar en tots els llocs (ajuntament, dispensari i farmàcia).

En quant a les concentracions de microorganismes, en el mes de juny els fongs es detecten en tots els llocs mostrejats al voltant de 10^3 ufc/m²h i en el mes d'agost són lleugerament superiors (més propers a 10^4 ufc/m²h). En el cas dels bacteris, en el mes de juny a la farmàcia es detectaven a l'únic lloc al voltant de 10^2 ufc/m²h mentre que a l'agost es troben entre 10^4 - 10^5 ufc/m²h), és a dir en valors semblants o superiors als dels fongs.

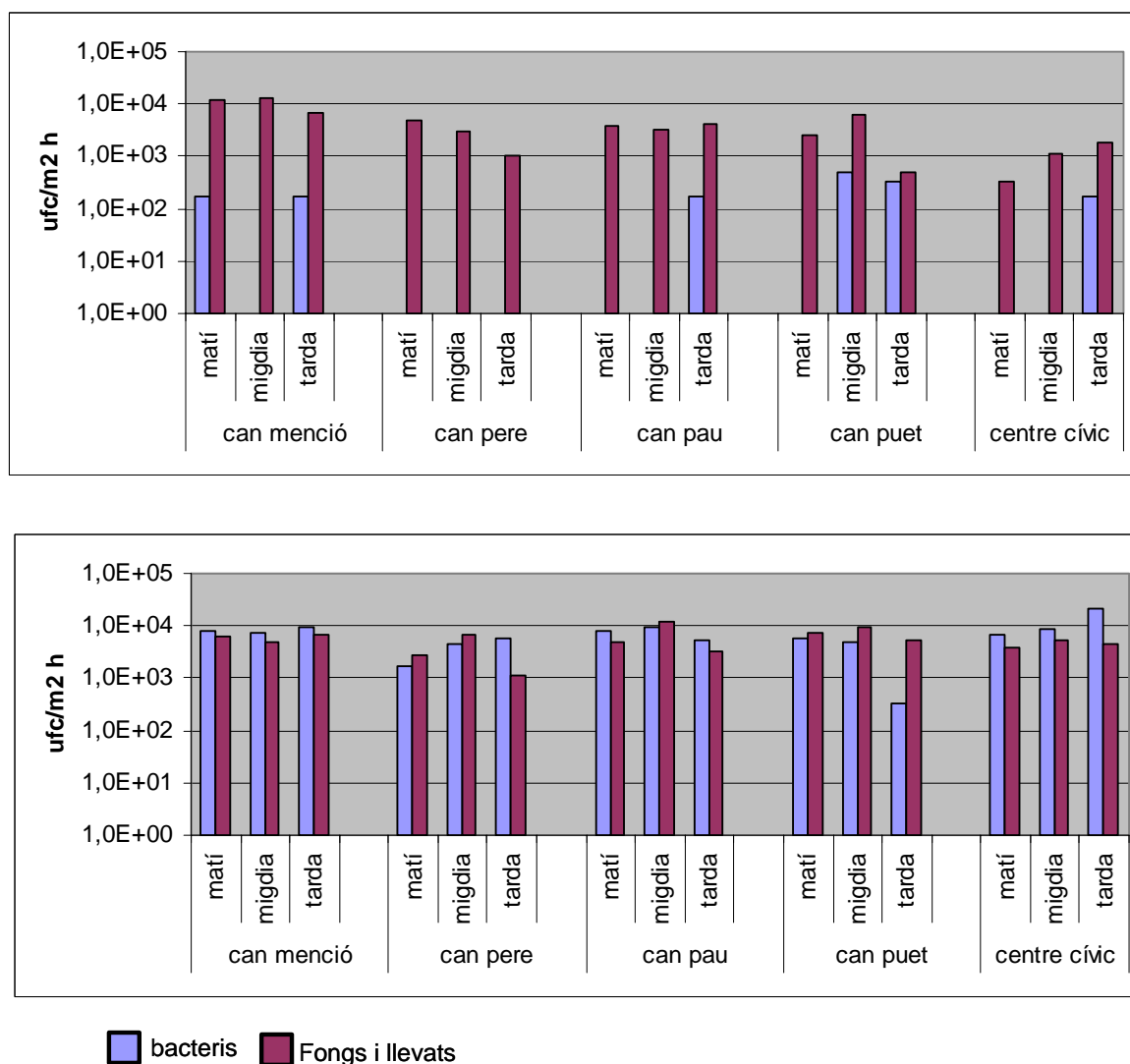


Figura 4.5. Gràfics on es mostren els resultats obtinguts dels recomptes de bacteris i fongs i llevats en l'aire dels ambients de botigues i bars. El gràfic superior correspon al mostreig realitzat al mes de juny i l'inferior al mes d'agost.

Es pot observar a la figura 4.5, que succeeix el mateix que en els mostrejos dels llocs oficials pel que fa referència als grups de microorganismes detectats. Els bacteris es detecten en alguns llocs (can menció, can puet..) en alguns dels moments de mostreig i amb recomptes entre 10^2 - 10^3 ufc/m² h mentre que en el període de l'agost es detecten a

tots els llocs i moments. Els valors dels recomptes dels fongs donen valors de entre 10^3 - 10^4 ufc/m² h en els dos períodes, si bé són lleugerament superiors al mes d'agost.

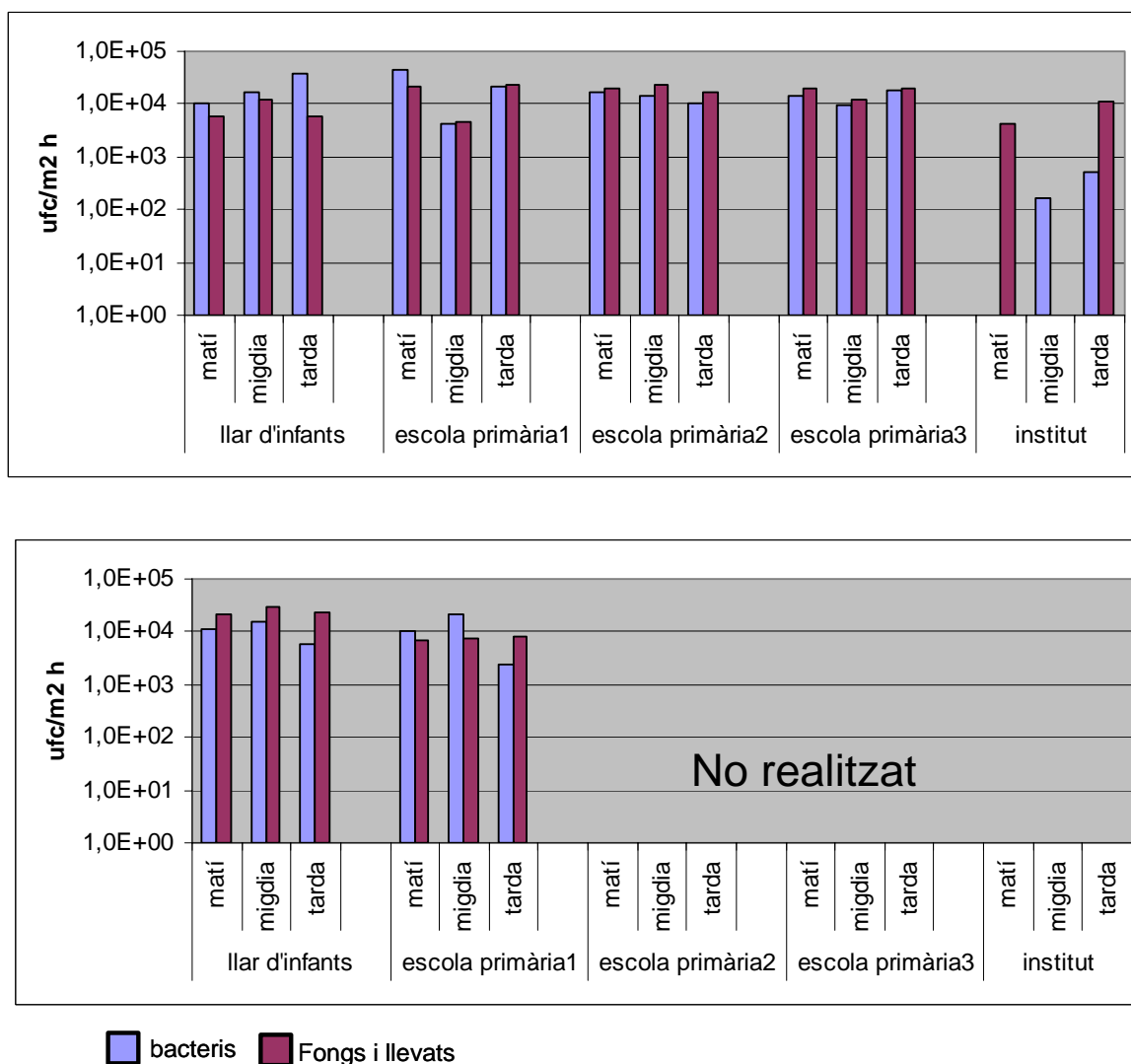
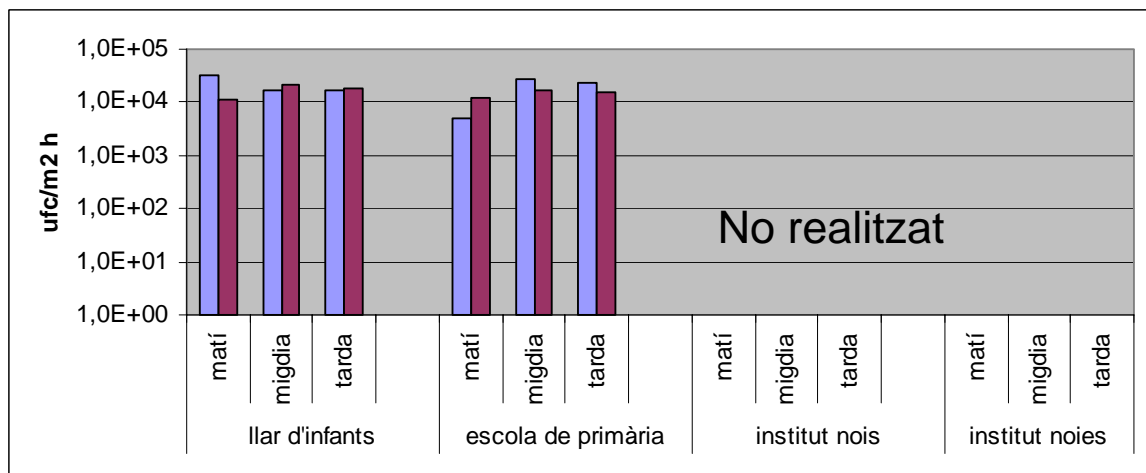
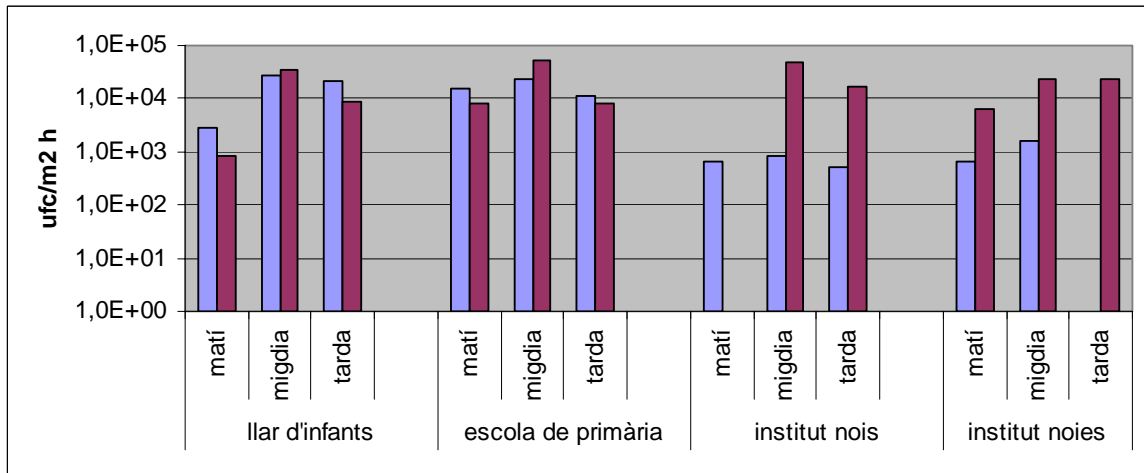


Figura 4.6. Gràfics on es mostren els resultats obtinguts dels recomptes de bacteris i fongs i llevats en l'aire dels ambients escolars corresponents a l'aula de classe. El gràfic superior correspon al mostreig realitzat al mes de juny i l'inferior al mes d'agost.

A diferència dels dos casos anteriors, en els ambients escolars es detecten els bacteris en els dos períodes de mostreig, en tots els moments i en quasi en totes les aules mostrejades (excepte en el cas de l'institut on no es detecten al matí). Els fongs també es detecten excepte a l'institut al migdia.

En quant als recomptes, són semblants els obtinguts per bacteris i fongs i llevats trobant-se els valors al voltant de 10^4 ufc/m² h en els dos períodes de mostreig en tots els moments de mostreig i en tots els llocs mostrejats (excepte en el cas de l'institut).

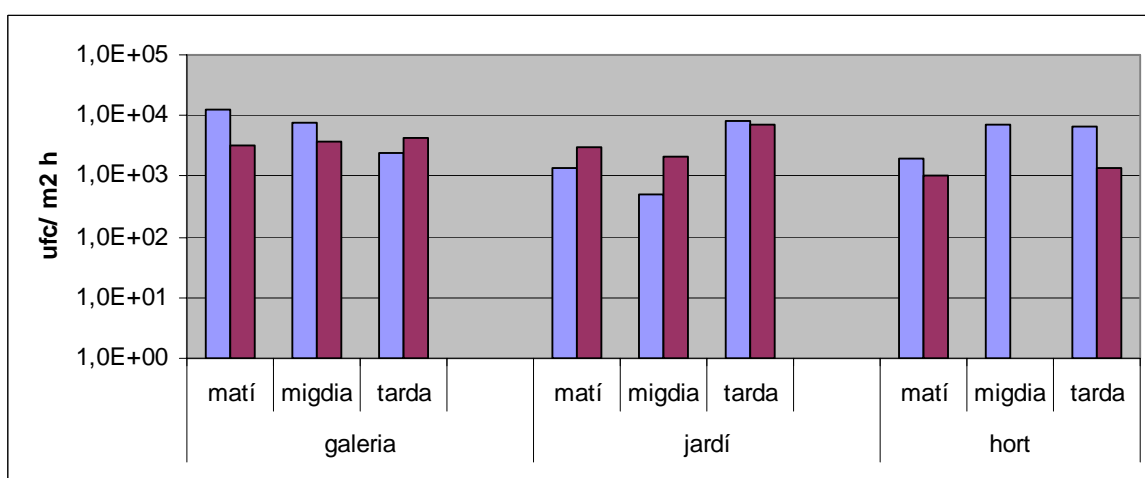
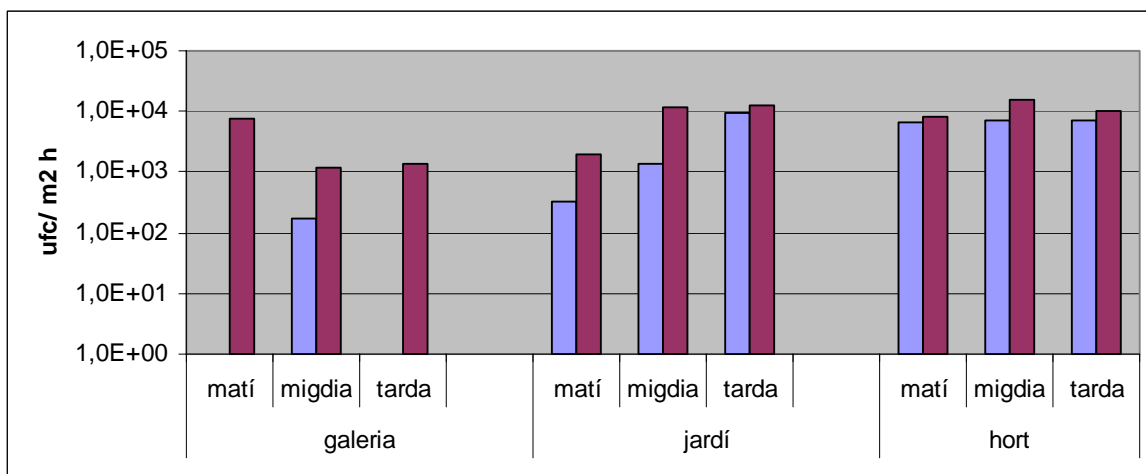


■ bacteris ■ Fongs i llevats

Figura 4.7 Gràfics on es mostren els resultats obtinguts dels recomptes de bacteris i fongs i llevats en l'aire dels ambients escolars corresponents als serveis (WC). El gràfic superior correspon al mostreig realitzat al mes de juny i l'inferior al mes d'agost.

En el cas dels mostrejos dels lavabos dels ambients escolars, els resultats són semblants als de les aules. A la llar d'infants i escola de primària es detecten fongs i llevats en els dos períodes de mostreig, en els tres moments del dia mostrejats amb valors al voltant de 10^4 ufc/m²h. A l'institut els valors de bacteris es troben al voltant de 10^3 ufc/m²h i es detecten, excepte als lavabos dels nois a la tarda, en tots els moments de mostreig.

No s'observen, però, diferències en els valors dels recomptes de fongs entre la llar, l'escola de primària i l'institut. Malauradament no tenim els resultats del mes d'agost que ens ajudarien a veure si els resultats de l'institut, són altre vegada diferents als de l'escola de primària.



■ bacteris ■ Fongs i llevats

Figura 4.8 Gràfics on es mostren els resultats obtinguts dels recomptes de bacteris i fongs i llevats en l'aire dels ambients exteriors. El gràfic superior correspon al mostreig realitzat al mes de juny i l'inferior al mes d'agost.

A la figura 4.8, es mostren els resultats corresponents d'exteriors, on es torna a observar que es detecten bacteris i fongs i llevats en tots els mostreigs menys en la galeria (en bacteris) i a l'hort (en llevats). Els valors obtinguts oscil·len al voltant de 10^3 ufc/m²h, i entre 10^3 - 10^4 ufc/m²h. Cal destacar que en aquest cas i a diferència de tots els anteriors els valors del mostreig del mes d'agost semblen lleugerament inferiors als del mes de juny.

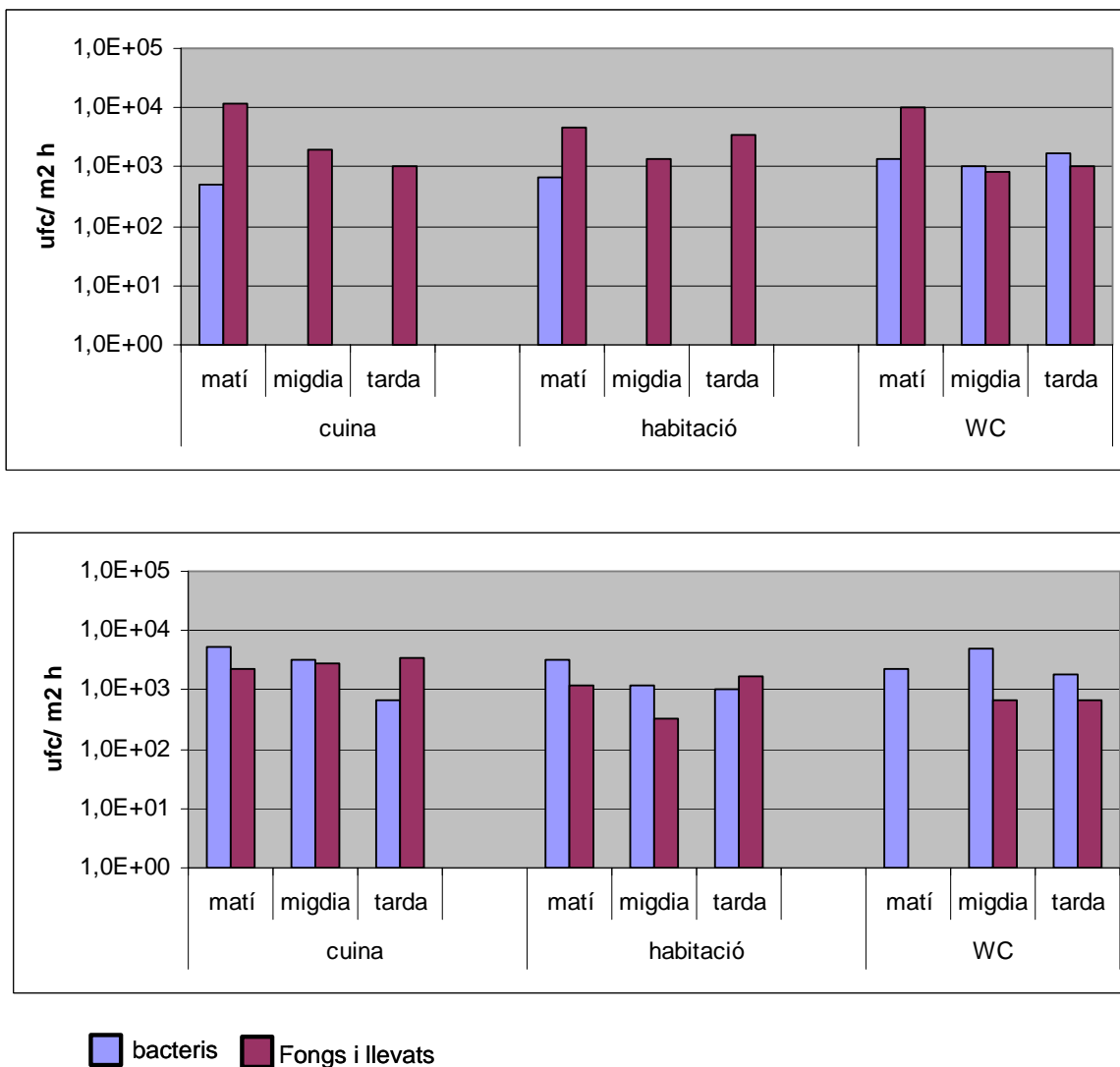


Figura 4.9 Gràfics on es mostren els resultats obtinguts dels recomptes de bacteris i fongs i llevats en l'aire dels ambients interiors. El gràfic superior correspon al mostreig realitzat al mes de juny i l'inferior al mes d'agost.

Els resultats que es mostren a la figura 4.9 segueixen la mateixa tendència general dels altres resultats comentats. Podem observar que en el mes de juny no sempre es detecten els bacteris (sobretot en els moments del migdia i la tarda), mentre que en el mes d'agost es detecten sempre. Els valors obtinguts en els dos períodes de mostreig són molt semblants i es troben al voltant de 10^3 ufc/m² h.

En quant als resultats obtinguts en el recompte dels dos grups de microorganismes en la superfície, es comenten amb el mateix ordre i manera que en els recomptes en l'aire. Com s'ha comentat al principi, cal tenir en compte la diferència de l'escala de l'eix d'ordenades, ja que els valors representats en els gràfics corresponen aquí a ufc/cm².

4.2.2 RECOMPTE DE SUPERFÍCIE

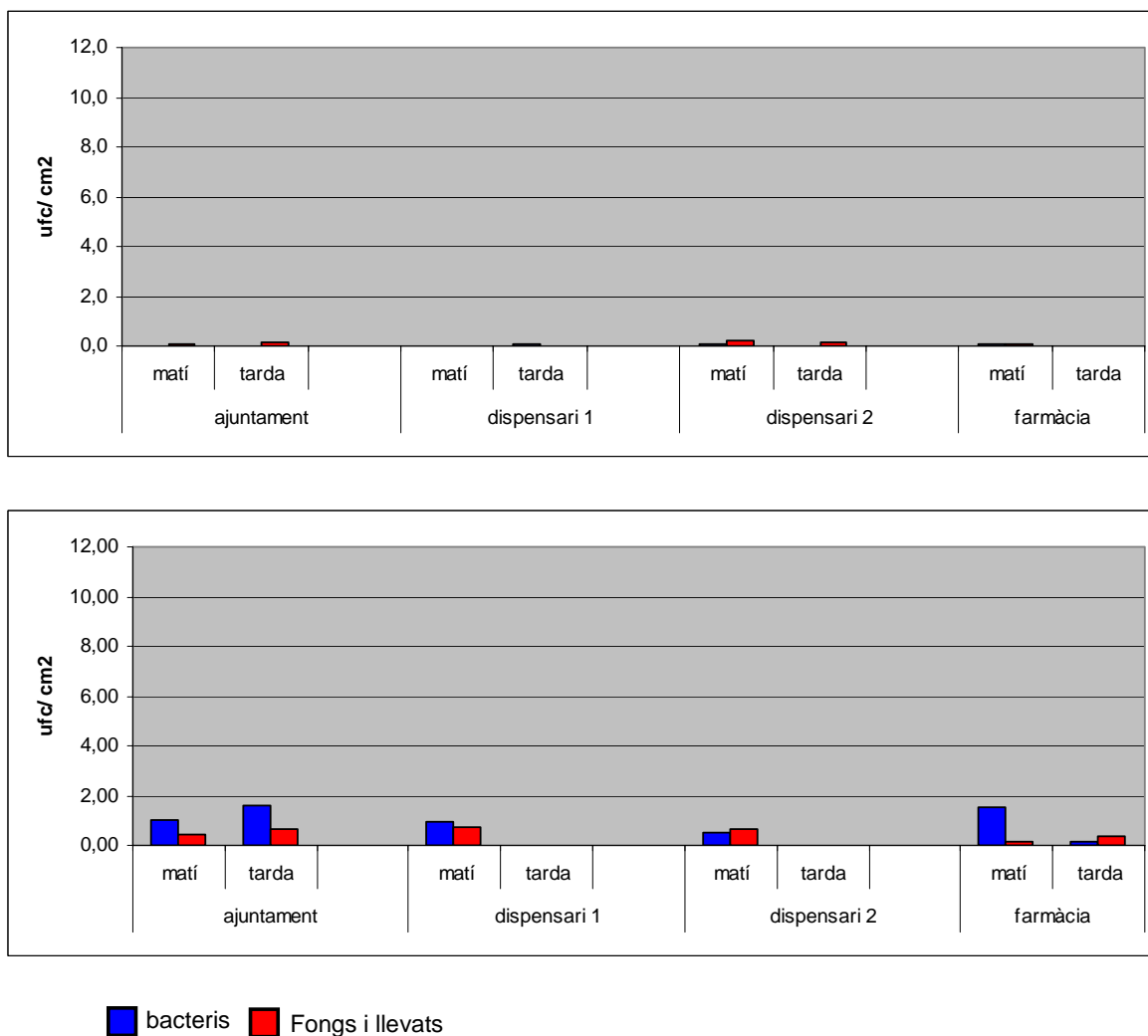
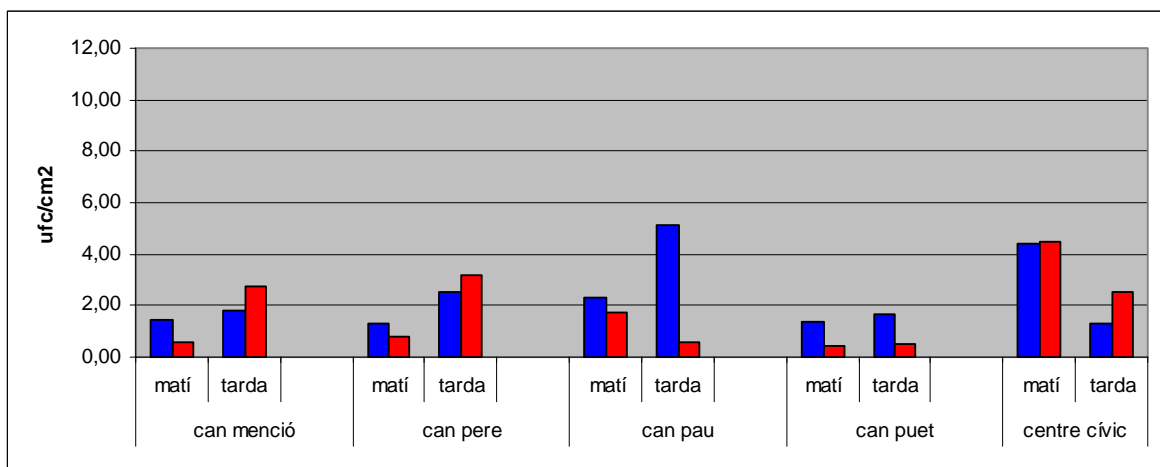
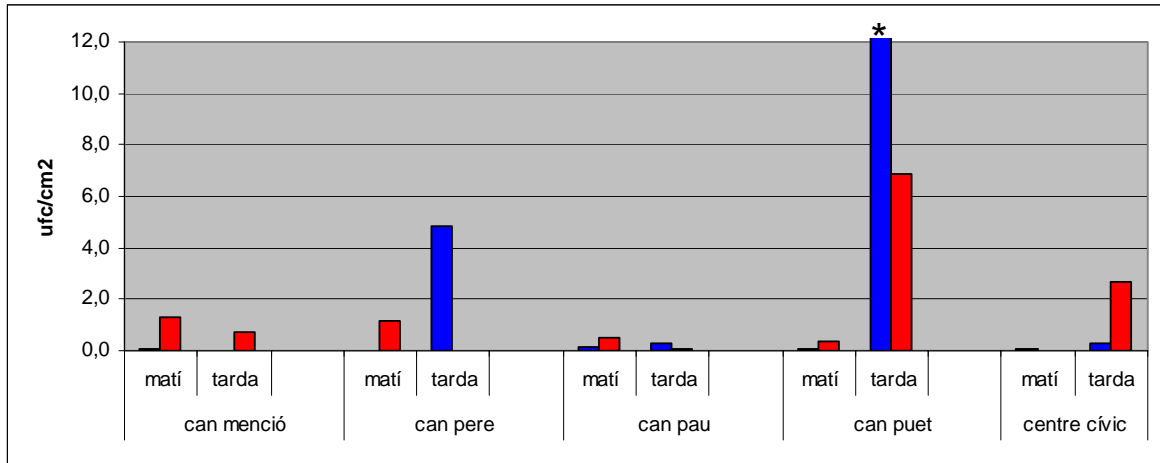


Figura 4.10 Gràfics on es mostren els resultats obtinguts dels recomptes de bacteris i fongs i llevats en superfície dels ambients oficials. El gràfic superior correspon al mostreig realitzat al mes de juny i l'inferior al mes d'agost.

Es pot observar a la figura 4.10 que hi ha diferències en els recomptes obtinguts en els dos períodes de mostreig, ja que són superiors en el mes d'agost. Malgrat en aquest gràfic pot semblar poca contaminació, hem de pensar que correspon a trobar de 10 a 50ufc per placa (quan s'acosta a 2 ufc/cm²). Cap dels valors sobrepassa el líndar de 2 ufc/cm² i es detecten sobretot en el mes d'agost els dos grups de microorganismes.

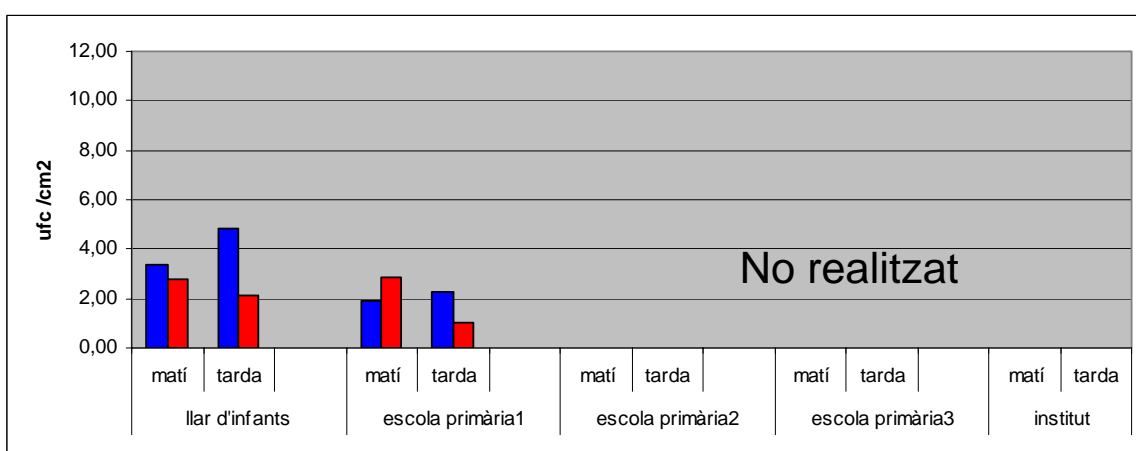
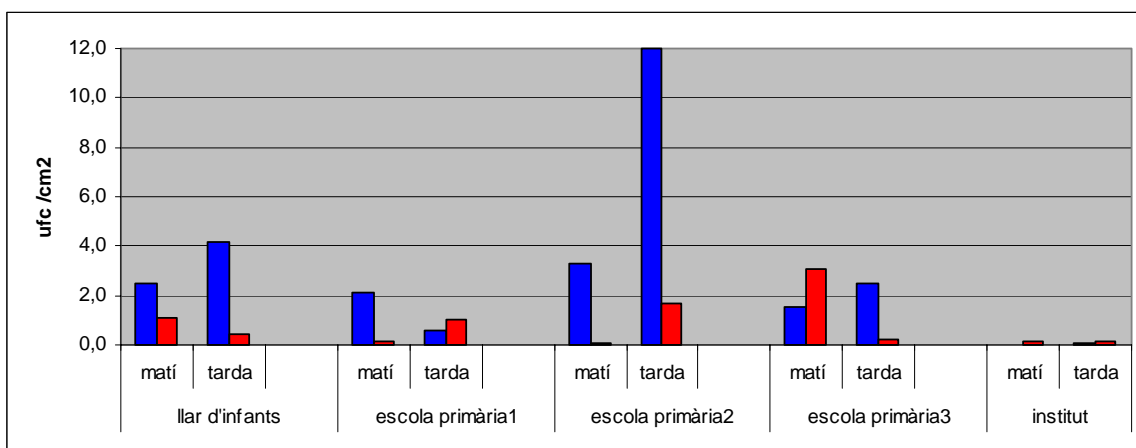


■ bacteris ■ Fongs i llevats * Valor superior a l'eix. N= 14

Figura 4.11 Gràfics on es mostren els resultats obtinguts dels recomptes de bacteris i fongs i llevats en superfície en botigues i bars. El gràfic superior correspon al mostreig realitzat al mes de juny i l'inferior al mes d'agost.

En els recomptes que es mostren a la figura 4.11 s'observa també una diferència de resultats entre els dos períodes de mostreig, ja que en el mes d'agost els valors són més elevats. Cal destacar que en un dels bars (can pauet) durant el mes de juny i en el mostreig de la tarda van trobar-se valors molt diferents a tots els altres (6 ufc/cm² en el cas dels bacteris i 14 ufc/cm² pels fongs i llevats).

En el mes d'agost els valors dels recomptes tant de bacteris com de fongs i llevats s'acosten a 2 ufc/cm² i en els mostrejos de la tarda en alguns casos es superior.

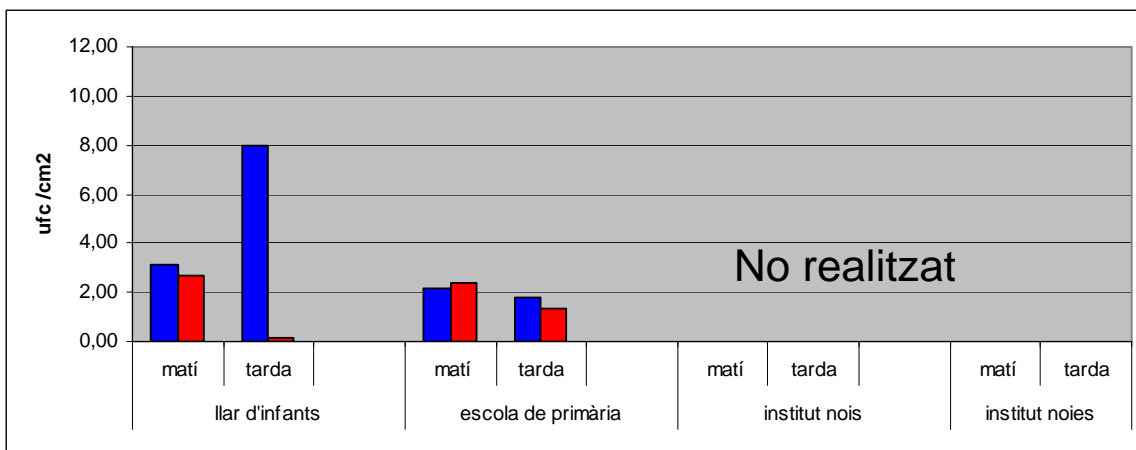
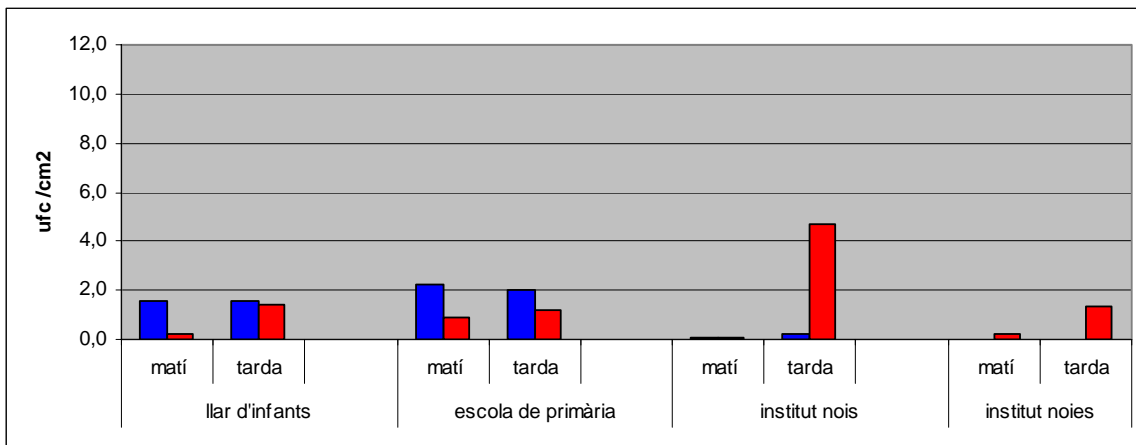


■ bacteris ■ Fongs i llevats

Figura 4.12 Gràfics on es mostren els resultats obtinguts dels recomptes de bacteris i fongs i llevats en superfície dels ambients escolars. El gràfic superior correspon al mostreig realitzat al mes de juny i l'inferior al mes d'agost.

En el cas de les aules de classe que mostra la figura 4.12, es pot observar, a diferència dels anteriors, que són superiors els recomptes de bacteris comparats amb els recomptes de fongs i llevats. Destacar també que es van detectar uns valors molt elevats en el recompte de bacteris del mes de juny i l'aula de primària, es detecten 12 ufc/cm².

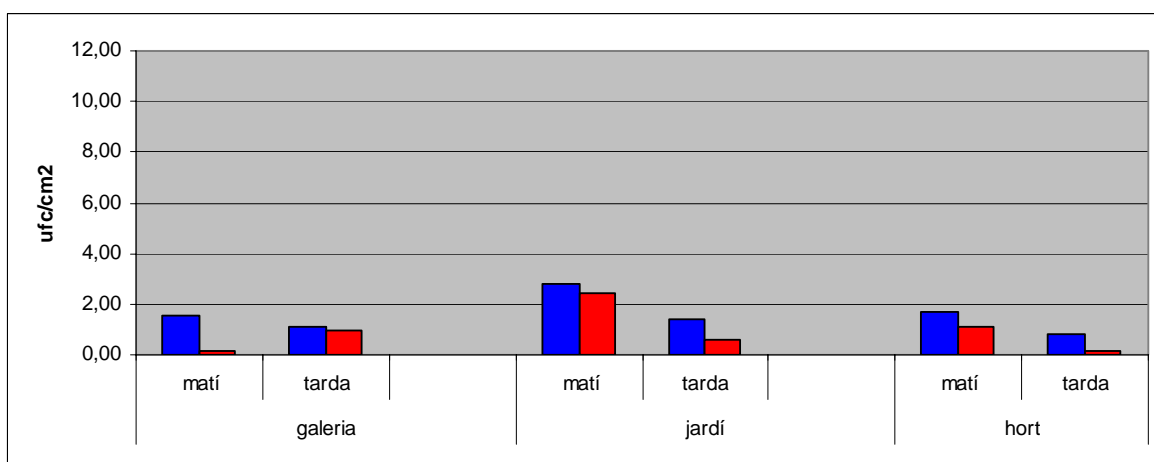
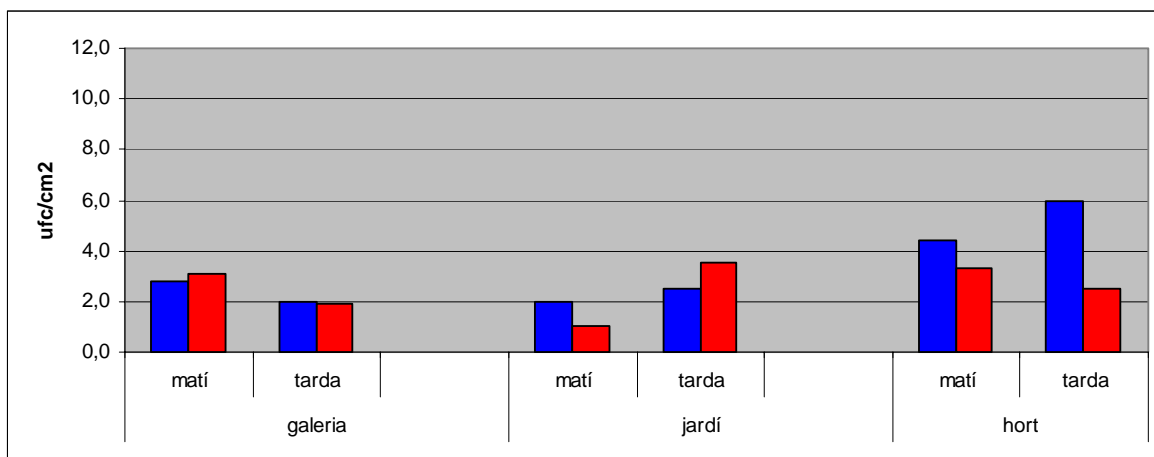
De la mateixa manera que en el cas anterior, no disposem de les dades corresponents al mes d'agost de l'institut.



■ bacteris ■ Fongs i llevats

Figura 4.13 Gràfics on es mostren els resultats obtinguts dels recomptes de bacteris i fongs i llevats en superfície dels ambients escolars corresponents als lavabos. El gràfic superior correspon al mostreig realitzat al mes de juny i l'inferior al mes d'agost.

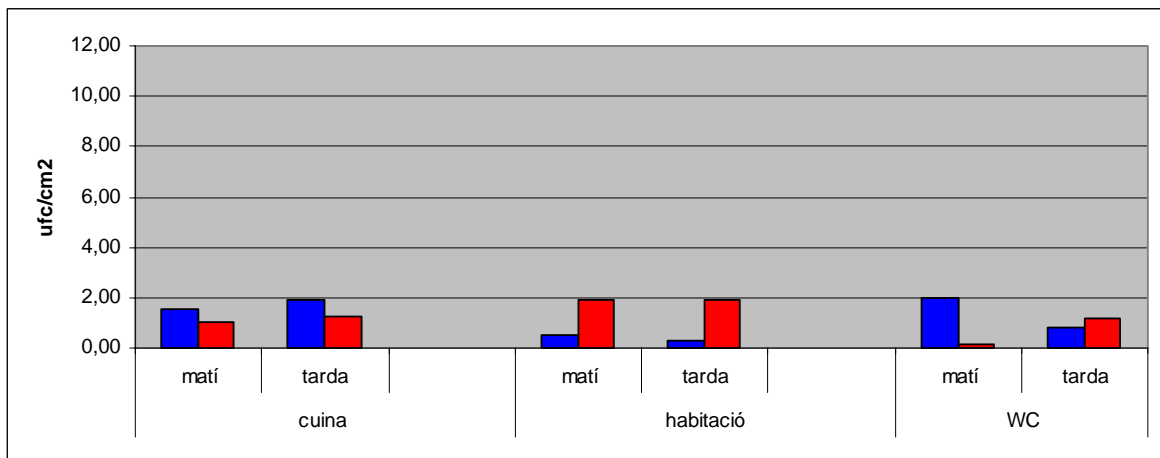
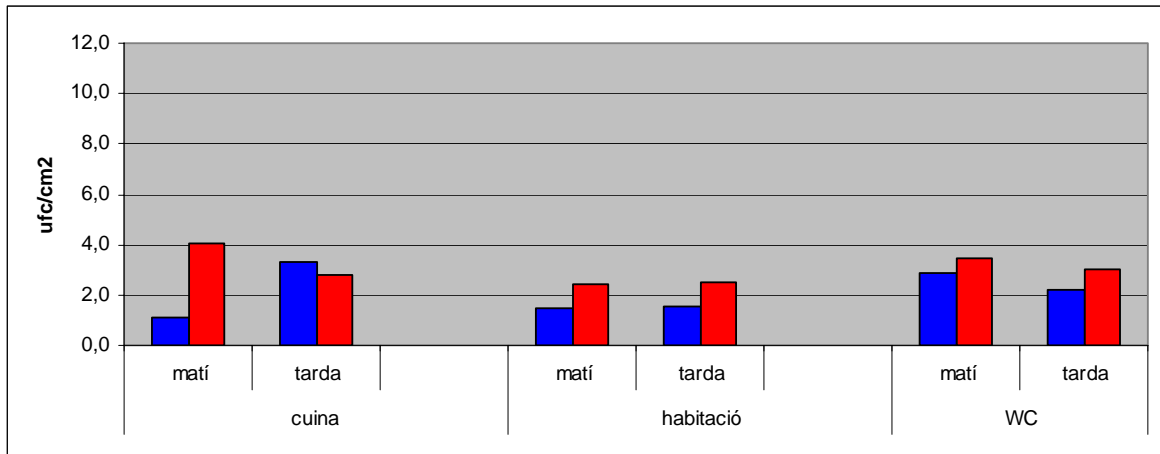
A la figura 4.13 es mostren els resultats dels recomptes de la contaminació superficial corresponents als lavabos dels ambients escolars. També en aquest cas, com a l'anterior hi ha en general recomptes més elevats de bacteris que de fongs i llevats. Destacar que puntualment hi ha un elevat recompte de fongs i llevats a la tarda en els lavabos dels nois de l'institut, en el mostreig del mes de juny, i en canvi, un recompte més elevat de bacteris en el recompte de la tarda dels lavabos de la llar d'infants en el mes d'agost. Els valors però es troben pels dos grups de microorganismes al voltant de 2 ufc/cm².



■ bacteris ■ Fongs i llevats

Figura 4.14 Gràfics on es mostren els resultats obtinguts dels recomptes de bacteris i fongs i llevats en superfície dels ambients exteriors. El gràfic superior correspon al mostreig realitzat al mes de juny i l'inferior al mes d'agost.

En els ambients exteriors, els gràfics corresponents als recomptes mostren en la figura 4.14, i a diferència dels casos anteriors, que els recomptes a l'exterior dels dos grups de microorganismes són superiors en el primer mostreig del mes de juny que no en el realitzat durant el mes d'agost. En tots dos períodes de mostreig es van detectar els dos tipus de microorganismes amb valors molt semblants. Els recomptes més elevats van trobar-se a l'hort durant el mes de juny amb valors de 4- 6 ufc/cm² de bacteris i 2-3 ufc/cm² de fongs i llevats.



■ bacteris ■ Fongs i llevats

Figura 4.15 Gràfics on es mostren els resultats obtinguts dels recomptes de bacteris i fongs i llevats en superfície dels ambients interiors. El gràfic superior correspon al mostreig realitzat al mes de juny i l'inferior al mes d'agost.

Els gràfics corresponents als recomptes d'ambients interiors (cuina, habitació i lavabos) mostren com en el cas anterior, una diferència de recomptes entre els dos períodes de mostreig, essent més elevats els recomptes en el mes de juny. Els valors d'aquest període de mostreig es troben entre 1 a 4 ufc/cm², mentre que durant el mes d'agost van ser iguals o inferiors a 2 ufc/cm².

4.3 OBSERVACIONS AL MICROSCOPI ÒPTIC

De les plaques obtingudes en els diferents recomptes, es van realitzar observacions al microscopi òptic, emprant un objectiu de 40 augments i un ocular de 10 augments, amb el que resulten unes imatges amplificades 400 vegades. A les figures 4.16 a 4.18 es mostren algunes de les imatges obtingudes.

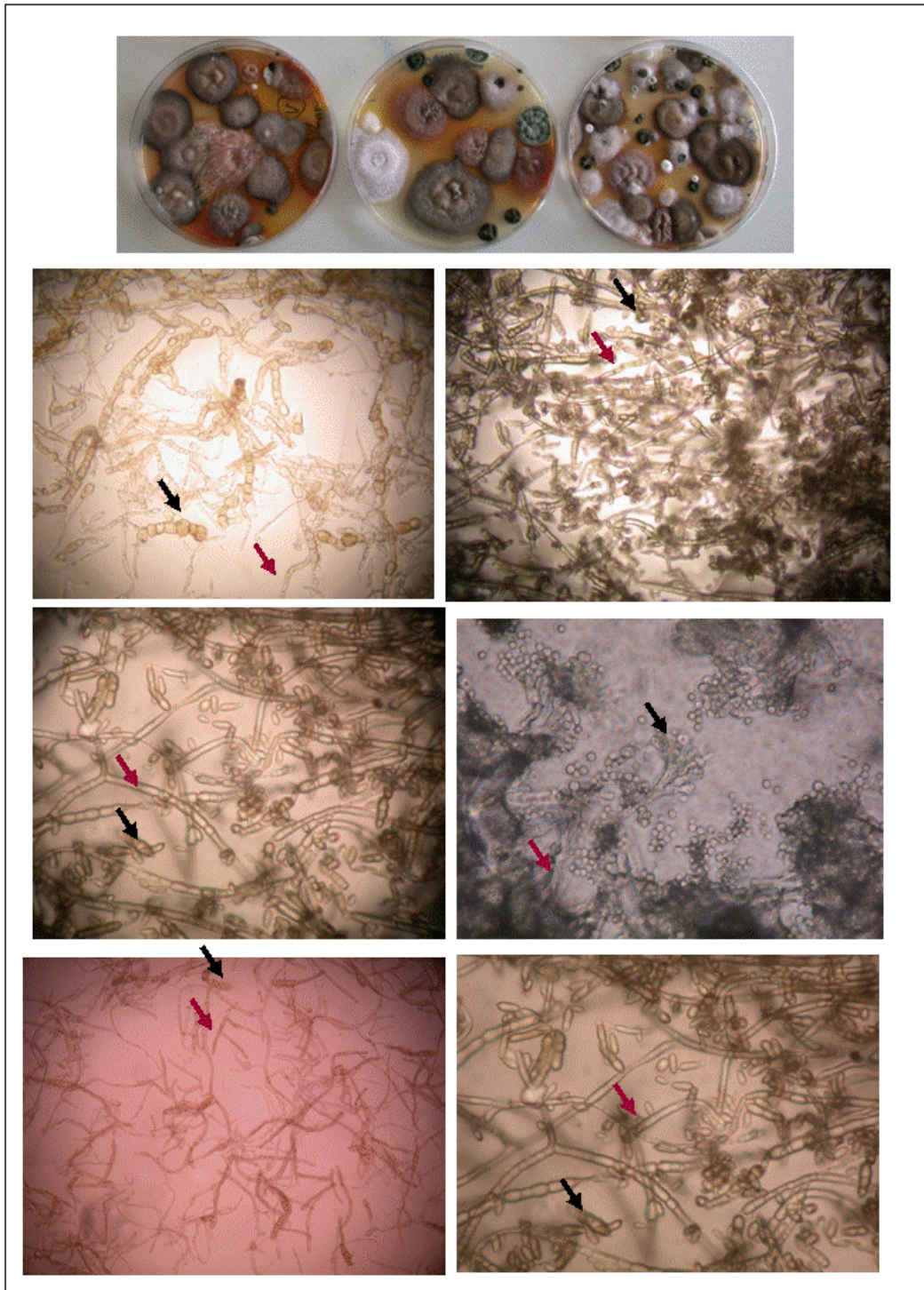


Figura 4.16 Fotografies de diferents preparacions fúngiques al microscopi òptic a 400 augments. Les fletxes negres indiquen les cèl·lules reproductores anomenades conidis mentre que les vermelles mostren les cèl·lules vegetatives anomenades hifes.

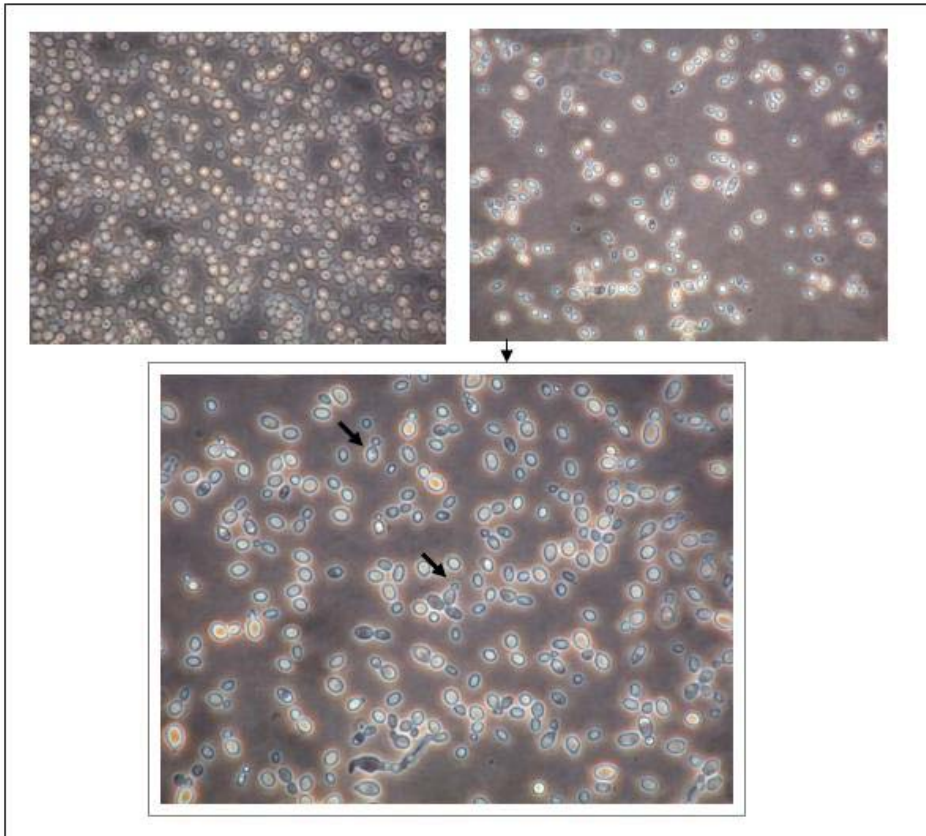


Figura 4.17 Fotografies de diferents preparacions de llevats al microscopi òptic a 400 augments. La fotografia inferior és un augment de la preparació de llevat on s'indiquen amb fletxes negres cèl·lules que s'han acabat de reproduir per gemació.

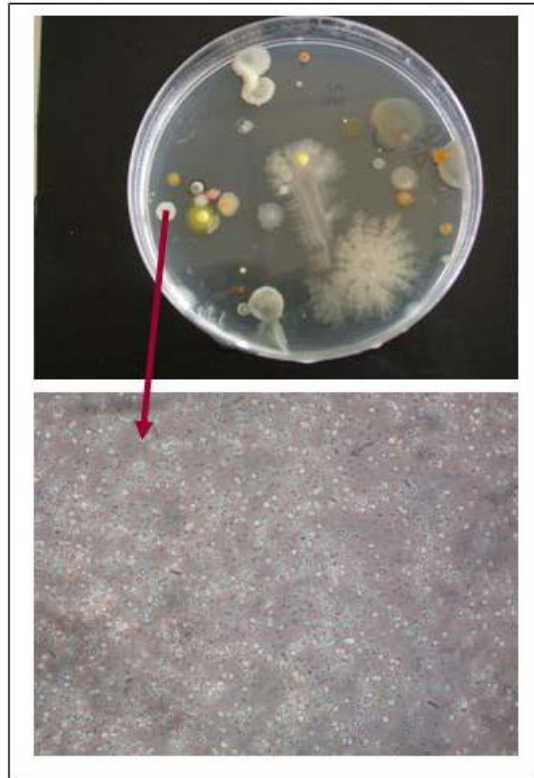


Figura 4.18 Fotografia d'una preparació d'una colònia bacteriana al microscopi òptic a 400 augments.

Com es pot observar a les figures entre els dos grups de microorganismes observem una primera diferència en la mida de les cèl·lules. Com totes les fotografies estan obtingudes als mateixos augments (400 x) podem afirmar que els fongs tenen mida més grans que els llevats i aquests dos (que són cèl·lules eucariotes) tenen una mida molt més grans que els bacteris (microorganismes procariotes).

Si a més observem les estructures, veiem que les cèl·lules dels fongs són més complexes i diferents entre les diferents preparacions de colònies fúngiques. En totes observem cèl·lules vegetatives (hifes) i cèl·lules reproductores (conidis). Si bé les hifes són molt semblants, els conidis són diferents, n'hi ha de grans i allargats que són pluricèl·lulars, i d'altres petits i rodons i unicèl·lulars. De fet, la forma, mida i color de les estructures reproductores fúngiques són elements per a la seva classificació.

A diferència dels fongs, els llevats són unicèl·lulars, que es reproduïxen de una manera diferents als fongs (per gemació), i que a més tenen tots una forma ovoïdal molt semblant entre ells.

En la imatge del bacteris es posa de manifest la gran diferència de mida amb els anteriors, i de fet s'haurien de realitzar coloracions per a poder-los observar a més augments.

5. DISCUSSIÓ

Per a poder fer una discussió conjunta dels resultats obtinguts en aquest treball, s'han fet a partir de les dades dels resultats unes taules resum dels recomptes de microorganismes en els diferents ambients, en els dos moments de mostreig i pels dos tipus de microorganismes. En aquestes taules s'han donat uns paràmetres qualitius referents a si en tots els llocs i moments del dia dels mostrejos s'han pogut fer recomptes (ocasionalment o sempre) i quantitius (valors aproximats al voltant dels recomptes realitzats). A la taula 4.1 es mostra la taula referent a les dades de la contaminació observada en l'aire.

Taula 5.1 Resum dels resultats obtinguts en aquest treball referents a les dades dels recomptes de la contaminació de l'aire.

Tipus d'ambient	Bacteris ufc/m ² h		Fongs ufc/m ² h	
	1er mostreig	2on mostreig	1er mostreig	2on mostreig
Oficials i Salut	Ocasionalment 10 ²	Sempre 10 ³ -10 ⁴	Sempre 10 ³	Sempre 10 ³
Botigues i Bars	Ocasionalment 10 ²	Sempre 10 ⁴	Sempre 10 ³ -10 ⁴	Sempre 10 ³ -10 ⁴
Escolars	Sempre 10 ⁴	Sempre 10 ⁴	Sempre 10 ⁴	Sempre 10 ⁴
Escolars primària WC	Sempre 10 ⁴	Sempre 10 ⁴	Sempre 10 ⁴	Sempre 10 ⁴
Escolars secundària WC	Sempre 10 ² -10 ³	nr	Sempre 10 ⁴	nr
Exteriors	Sempre 10 ² -10 ⁴	Sempre 10 ³ -10 ⁴	Sempre 10 ³ -10 ⁴	Sempre 10 ³
Interiors	Ocasionalment 10 ³	Sempre 10 ³	Sempre 10 ³ -10 ⁴	Sempre 10 ³

nr, no realitzat

En quant als bacteris, hi ha diferències entre els dos mostrejos realitzats en el sentit de que en el primer mostreig hi ha ambients (interiors, oficials i salut i botigues i bars) en que es detecten ocasionalment i amb valors al voltant de 10^2 - 10^3 ufc/m²h mentre que en la resta d'ambients es detecten sempre. En canvi en el segon mostreig es detecten sempre i amb valors de 10^3 - 10^4 ufc/m²h. Contràriament sempre es detecten fongs i amb valors més elevats que pels bacteris. A la figura 4.1 es mostren esquemàticament aquests resultats.

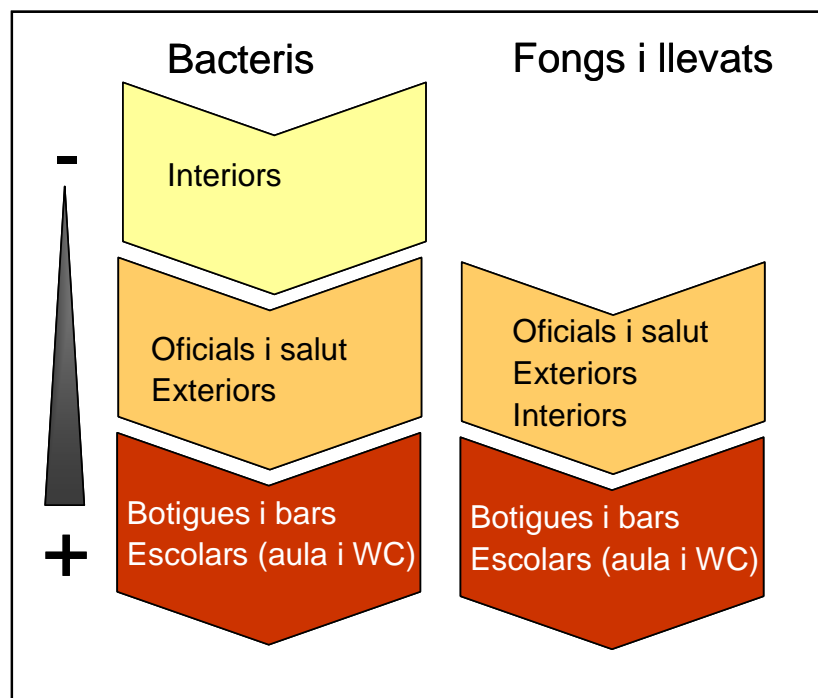


Figura 5.1 Resultats globals de la contaminació detectada en l'aire en els diferents ambients mostrejats.

Si tenim en compte les hipòtesis inicials del treball, els resultats obtinguts en l'aire confirmen que la contaminació fúngica és més important que la bacteriana, i també que en espais tancats quan més gent i moviment hi ha més contaminació s'hi troba. En canvi no queden confirmades les hipòtesis referents a que la contaminació ambiental de l'exterior és superior a la dels interiors, i molt menys la que a l'estiu (agost) hi hauria menys contaminació que a la primavera per l'efecte de la irradiació solar i la humitat.

En quant a la contaminació de les superfícies es mostren a la taula 4.2 i la figura 4.2 els resultats obtinguts.

Taula 5.2 Resum dels resultats obtinguts en aquest treball referents a les dades dels recomptes de la contaminació de superfícies.

Tipus d'ambient	Bacteris ufc/cm ²		Fongs ufc/cm ²	
	1er mostreig	2on mostreig	1er mostreig	2on mostreig
Oficials i Salut	Pocs <1	Sempre ~ 2	Pocs <1	Sempre ~ 2
Botigues i Bars	Ocasionalment 1-14*	Sempre 2-5	Sempre 1-7	Sempre 1-4
Escolars	Sempre 2-12 *	Sempre 2-5	Sempre 1-3	Sempre 1-3
Escolars primària WC	Sempre ~ 2	Sempre 2-8*	Sempre ~ 2	Sempre 2-8*
Escolars secundàris WC	Pocs <1	nr	Sempre 1-4*	nr
Exteriors	Sempre 2-6	Sempre ~ 2	Sempre 1-4	Sempre 1-3
Interiors	Sempre 1-3	Sempre 1-2	Sempre 2-4	Sempre 1-2

nr, no realitzat; * valors que són extrems i surten de la tònica general

Com es pot observar en la taula i en la figura, els ambients menys contaminats són els ambients oficials i de salut, tant pel fa als bacteris com pels fongs, i els interiors on no hi ha molt moviment de gent. Això seria normal si pensem que són llocs nets i on el contacte de les mans a les superfícies no és molt normal. A continuació vindrien els bars i botigues (mostradors) i els escolars, on hi ha molt moviment de gent i el contacte de les mans amb els mostradors i les taules són més normal. Per tant podríem dir que és el que podríem esperar si a més a més tenim en compte que la suor a la superfície de la pell ja és un bon ambient perquè hi sobrevisquin els microorganismes. Tot i això sembla que hi ha més bacteris que no fongs i llevats. Això es podria explicar per la diferent

mida d'aquests microorganismes, ja que la mida més gran de fongs i llevats, faria que aquests amb una rentada superficial de les mans puguin ser trets, mentre que els replecs de la pell mantenen més amagats als bacteris.

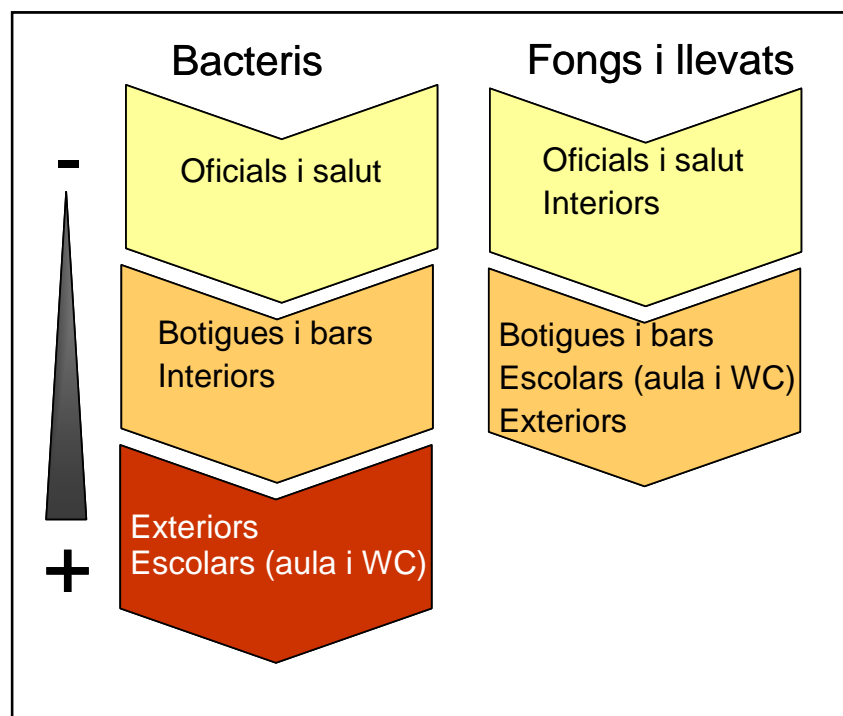


Figura 5.2 Resultats globals de la contaminació detectada en les superfícies en els diferents ambients mostrejats.

Tot i això, en quant a les hipòtesis de treball els resultats en superfície són equivalents als que ja hem comentat per l'aire, malgrat aquí la contaminació fúngica no és més important que la bacteriana. Tampoc quedarien confirmades les hipòtesis referents a que la contaminació ambiental de l'exterior és superior a la dels interiors, i molt menys la de que a l'estiu (agost) és superior a la de la primavera (juny).

DISCUSSIÓ GENERAL

En aquest treball s'ha posat de manifest que els microorganismes estan presents a per tot arreu i que les persones són una font de contaminació important ja que alliberen una gran quantitat de partícules quan es mouen, estossen, etc. i que aquestes partícules estan associades a la presència de microorganismes.

En quant a la metodologia que s'ha utilitzat per a determinar els recomptes de microorganismes en l'aire, s'ha fet servir la tècnica de la sedimentació perquè és la que no requereix cap aparell per a realitzar-la. Tal com s'ha comentat a la introducció aquesta tècnica presenta unes avantatges i uns inconvenients respecte a la del mostreig actiu amb el mostrejador d'aire (Pasquarella et al. 2000). Alguns estudis han demostrat que els recomptes de microorganismes utilitzant el mostrejador donen resultats de 2 a 10 vegades més grans que per la tècnica de sedimentació. Costa i col·laboradors (2003) van demostrar-ho en plantes de processats de productes làctics, i per tant, podem pensar que si haguéssim utilitzat aquell aparell els nostres recomptes serien més grans. Tot i això, no hem trobat referències d'altres treballs com aquest per poder veure si els nostres resultats són comparables en general, ja que la majoria que hem trobat s'han realitzat en ambients on hi ha molta gent (escoles i gimnàs d'escoles superiors) per a determinar l'exposició a que es trobaven els alumnes als microorganismes. Els resultats de Dacarro i col·laboradors (2003) ja posaven de manifest que la contaminació en el gimnàs d'un Institut era superior a la de l'exterior, i que el nombre de microorganismes tampoc era excessivament elevat. Un altre treball de Karwowska (2003) realitzat en edificis destinats a educació també va trobar que el nombre de microorganismes era més elevat en els moments en que les aules estaven ocupades.

En resum però s'ha de tenir en compte que no hi ha cap normativa vigent respecte a la qualitat de l'aire, i per tant no podem dir si és molt contaminat o no, i solament podem fer referència a quin està més contaminat que l'altre. Segons Karwowska (2003) i Dacarro i col·laboradors (2003), la contaminació depèn de l'intercanvi d'aire que hi ha (ventilació), de la calefacció i de la humitat. En aquest treball no s'ha aprofundit sobre aquests aspectes i possiblement seria interessant agafar 3 aules i fer recomptes al llarg de l'any, i posant diferents condicions d'aireació...etc.

En quant a la contaminació de superfícies no hem trobat treballs per a comparar-los, però sí que s'ha de destacar que és una tècnica molt utilitzada per a determinar l'eficiència i freqüència dels processos i cicles de desinfecció en empreses de processat d'aliment (taulells, eines de treball...etc.) i així poder establir la freqüència idònia en el seu programa de manteniment (carrillo i col. 2004). Per tant, sí que hi ha escales per

avaluar el procés de desinfecció fent servir una escala com la que es detalla a continuació (Standard Operating Procedures for Processing Samples):

Recomptes en ufc/placa:

- Desinfecció excel·lent = 0-50 ufc
- Desinfecció adequada = 51-100 ufc
- Desinfecció pobre= 101-500 ufc
- Desinfecció no satisfactòria >151 ufc

En aquest treball precisament no es realitzava cap neteja prèvia de la superfície, perquè realment el que volíem determinar era la presència i quantitat dels microorganismes presents en les superfícies estudiades. Per tant els resultats obtinguts sí que ens poden donar idea de quina és la quantitat de microorganismes que de manera “natural” es poden trobar, i ens ha permès determinar quins són els ambients en que la seva presència és inferior. Destacar que precisament el fet de que el contacte de les mans amb la superfície pot ser una aportació a la quantitat de microorganismes important, els valors trobats presenten molta variabilitat.

6. CONCLUSIONS

Les conclusions que es poden extreure dels resultats obtinguts en aquest treball han estat les següents.

Contaminació de l'aire:

1. La contaminació ambiental per bacteris de l'aire depèn del tipus d'ambient mostrejat, però no s'han observat diferències entre els dos períodes de mostreig realitzats. Els ambients menys contaminats són els interiors, seguits dels ambients oficials, de salut i exteriors i finalment la màxima contaminació s'ha detectat en botigues, bars i en els ambients escolars. Aquesta diferència quantitativa en la contaminació bacteriana de l'aire es pot relacionar més amb la presència de gent als llocs mostrejats que no amb el fet de ser exteriors o interiors.
2. La contaminació ambiental per fongs i llevats de l'aire depèn també del tipus d'ambient mostrejat, i es relaciona també la diferència quantitativa amb la presència de gent que no amb el fet de ser ambients exteriors o interiors.
3. En l'aire, i amb l'excepció dels ambients exteriors, la contaminació bacteriana és quantitativament semblant a la contaminació per fongs i llevats i se situa al voltant de 10^3 - 10^4 ufc/m²h.

Contaminació de les superfícies

4. La contaminació ambiental per bacteris de les superfícies depèn del tipus d'ambient mostrejat, però no s'han observat diferències entre els dos períodes de mostreig realitzats. Els ambients menys contaminats són els oficials i de salut, seguits de les botigues i bars i finalment la màxima contaminació s'ha detectat en els ambients escolars i els exteriors. Aquesta diferència quantitativa en la contaminació bacteriana de la superfície es pot relacionar tant amb la presència de gent als llocs mostrejats com amb el fet de ser exteriors o interiors.
5. La contaminació ambiental per fongs i llevats de la superfície depèn també del tipus d'ambient mostrejat, i es relaciona també la diferència quantitativa amb la presència de gent i amb el fet de ser ambients exteriors o interiors.
6. En la superfície, la contaminació bacteriana ($=$ o >2 ufc/cm²) és quantitativament superior a la contaminació per fongs i llevats.

Conclusió general del treball

La contaminació de l'aire i de les superfícies per part dels microorganismes (bacteris, llevats i fongs) es relaciona més amb la presència de persones en l'ambient mostrejat que no amb el tipus d'ambient (exterior/interior). No obstant mentre que en la contaminació de l'aire quantitativament son semblants en els dos grups de microorganismes, en el cas de les superfícies és més importat la contaminació per part de bacteris.

7. BIBLIOGRAFIA

- Brock. Microbiología de los Microorganismos. 10ª ed. (2003). M.T. Madigan, JM Martinko y J. Parker. Pearson/Prentice-Hall Iberia, Madrid.
- Carrillo, B.; González, M.; Schöbitz, R.; Molina, L.H. and Brito, C. (2004). Niveles de contaminación microbiológica en equipos de recepción y almacenamiento de leche, en centros de acopio de la provincia de Valdivia. AGROSUR 32(2): 45-53.
- Costa, V.; Andrade, N.J.; Cardoso, S.C.; Monteiro, R.; and Kitakawa, S.A. (2003). Microbiological air quality of processing areas in a dairy plant as evaluated by the sedimentation technique and one stage air sampler. BRAZILIAN Journal of Microbiology 34: 255-259.
- Dacarro, C.; Picco, A.M.; Grisol, P.; and Rodolfi, M. (2003) Determination of aerial contamination in scholastic sports environment. Journal of applied microbiology. 95: 904-912.
- Karwowska, E. (2003) Microbiological air contamination in Some educational settings. Polish Journal of Environmental Studies. Vol 12: 181-185.
- Parés, D. Pràctica 5. (2005). Control microbiològic de superfícies i ambients. Guió de pràctiques d'Higiene dels Aliments. Ciència i Tecnologia dels Aliments. Universitat de Girona.
- Pasquarella, C.; Pitzurra, O. And Savino, A. (2000) The index of microbial air contamination. Journal of Hospital infection 46: 241-246.
- Pelczar, Michael, J. ; Chan, E.C.S.; Krieg, N.R. MICROBIOLOGY. CONCEPTS AND APPLICATIONS. Editorial McGraw-Hill, INC. United States of America, 1993.

Standard Operating Procedures for Processing Samples. Submitted for sanitation monitoring. Washington State University. Approved by Institutional Animal Care and Use Committee (IACUC): April 20, 1999.

Recursos del WWW.

Citats en el lloc on s'han utilitzat (Fotografies i esquemes). Consultades l'agost del 2008.

8. ANNEXES

- Annex 1. Contaminació de l'aire. Mostreig mes de Juny
- Annex 2. Contaminació de l'aire. Mostreig mes d'Agost
- Annex 3. Contaminació de la superfície. Mostreig mes de Juny
- Annex 4. Contaminació de la superfície. Mostreig mes de'Agost

ANNEX 1, CONTAMINACIÓ DE L'AIRE			ufc/placa	ufc/placa	ufc/placa	ufc/placa	ufc/m2 h	ufc/m2 h	ufc/m2 h	ufc/m2 h
MOSTREIG JUNY			bacteris	fongs	llevats	fongs+llevat	bacteris	fongs	llevats	fongs+llevat
		matí	<1	14	9	23	0	2332,4	1499,4	3831,8
oficials	ajuntament	migdia	<1	11	<1	11	0	1832,6	0	1832,6
		tarda								
		matí	<1	5	8	13	0	833	1332,8	2165,8
salut	dispensari 1	migdia	<1	5	2	7	0	833	333,2	1166,2
		tarda								
		matí	<1	1	4	5	0	166,6	666,4	833
	dispensari 2	migdia	<1	2	2	4	0	333,2	333,2	666,4
		tarda								
		matí	1	3	6	9	166,6	499,8	999,6	1499,4
	farmàcia	migdia	1	5	2	7	166,6	833	333,2	1166,2
		tarda	<1	10	4	14	0	1666	666,4	2332,4
		matí	1	63	3	66	166,6	10495,8	499,8	10995,6
botigues	can menció	migdia	<1	13	64	77	0	2165,8	10662,4	12828,2
		tarda	1	40	2	42	166,6	6664	333,2	6997,2
		matí	<1	28	2	30	0	4664,8	333,2	4998
	can pere	migdia	<1	18	<1	18	0	2998,8	0	2998,8
		tarda	<1	6	<1	6	0	999,6	0	999,6
		matí	<1	23	<1	23	0	3831,8	0	3831,8
	can pau	migdia	<1	20	<1	20	0	3332	0	3332
		tarda	1	20	5	25	166,6	3332	833	4165
		matí	<1	15	<1	15	0	2499	1	2499
bars	can puet	migdia	3	34	2	36	499,8	5664,4	333,2	5997,6
		tarda	2	3	<1	3	333,2	499,8	1	499,8
		matí	<1	1	1	2	0	166,6	166,6	333,2
	centre cívic	migdia	<1	6	1	7	0	999,6	166,6	1166,2
		tarda	1	9	2	11	166,6	1499,4	333,2	1832,6

ANNEX 1, CONTAMINACIO DE L'AIRE (CONTINUACIO)			ufc/placa	ufc/placa	ufc/placa	ufc/placa	ufc/m2 h	ufc/m2 h	ufc/m2 h	ufc/m2 h
MOSTREIG JUNY			bacteris	fongs	llevats	fongs+llevat	bacteris	fongs	llevats	fongs+llevat
		matí	60	11	23	34	9996	1832,6	3831,8	5664,4
escolars	llar d'infants	migdia	105	73	2	75	17493	12161,8	333,2	12495
		tarda	230	33	2	35	38318	5497,8	333,2	5831
		matí	264	118	13	131	43982,4	19658,8	2165,8	21824,6
	escola primària1	migdia	25	27	1	28	4165	4498,2	166,6	4664,8
		tarda	126	139	5	144	20991,6	23157,4	833	23990,4
		matí	103	120	<1	120	17159,8	19992	0	19992
	escola primària2	migdia	85	140	<1	140	14161	23324	0	23324
		tarda	60	97	8	105	9996	16160,2	1332,8	17493
		matí	85	112	3	115	14161	18659,2	499,8	19159
	escola primària3	migdia	55	65	<1	65	9163	10829	0	10829
		tarda	110	120	<1	120	18326	19992	0	19992
		matí	<1	21	4	25	0	3498,6	666,4	4165
	institut	migdia	1	<1	<1	<1	166,6	0	0	0
		tarda	3	55	6	61	499,8	9163	999,6	10162,6
		matí	17	4	1	5	2832,2	666,4	166,6	833
escolars WC	llar d'infants	migdia	160	200	6	206	26656	33320	999,6	34319,6
		tarda	132	30	23	53	21991,2	4998	3831,8	8829,8
		matí	94	45	2	47	15660,4	7497	333,2	7830,2
	escola de primària	migdia	144	325	<1	325	23990,4	54145	0	54145
		tarda	67	48	2	50	11162,2	7996,8	333,2	8330
		matí	4	<1	<1	<1	666,4	0	0	0
	institut nois	migdia	5	280	<1	280	833	46648	0	46648
		tarda	3	103	2	105	499,8	17159,8	333,2	17493
		matí	4	29	9	38	666,4	4831,4	1499,4	6330,8
	institut noies	migdia	10	128	10	138	1666	21324,8	1666	22990,8
		tarda	<1	139	2	141	0	23157,4	333,2	23490,6

ANNEX 1, CONTAMINACIÓ DE L'AIRE (CONTINUACIÓ)			ufc/placa	ufc/placa	ufc/placa	ufc/placa	ufc/m2 h	ufc/m2 h	ufc/m2 h	ufc/m2 h
MOSTREIG JUNY			bacteris	fongs	llevats	fongs+llevat	bacteris	fongs	llevats	fongs+llevat
		matí	<1	46	<1	46	0	7663,6	0	7663,6
exteriors	galeria	migdia	1	7	<1	7	166,6	1166,2	0	1166,2
		tarda	<1	8	<1	8	0	1332,8	0	1332,8
		matí	2	12	<1	12	333,2	1999,2	0	1999,2
	jardí	migdia	8	63	<1	63	1332,8	10495,8	0	10495,8
		tarda	58	75	<1	75	9662,8	12495	0	12495
		matí	40	50	<1	50	6664	8330	0	8330
	hort	migdia	43	93	<1	93	7163,8	15493,8	0	15493,8
		tarda	43	60	<1	60	7163,8	9996	0	9996
		matí	3	66	<1	66	499,8	10995,6	0	10995,6
interiors	cuina	migdia	<1	12	<1	12	0	1999,2	0	1999,2
		tarda	<1	6	<1	6	0	999,6	0	999,6
		matí	4	28	<1	28	666,4	4664,8	0	4664,8
	habitació	migdia	<1	8	<1	8	0	1332,8	0	1332,8
		tarda	<1	10	11	21	0	1666	1832,6	3498,6
		matí	8	60	<1	60	1332,8	9996	0	9996
	WC	migdia	6	1	4	5	999,6	166,6	666,4	833
		tarda	10	6	<1	6	1666	999,6	0	999,6

ANNEX 2, CONTAMINACIÓ DE L'AIRE			ufc/placa	ufc/placa	ufc/placa	ufc/placa	ufc/m2 h	ufc/m2 h	ufc/m2 h	ufc/m2 h
MOSTREIG AGOST			bacteris	fongs	llevats	fongs+llevats	bacteris	fongs	llevats	fongs+llevat
		matí	38	27	3	30	6330,8	4498,2	499,8	4998
oficials	ajuntament	migdia	32	18	2	20	5331,2	2998,8	333,2	3332
		tarda								
		matí	62	7	<1	7	10329,2	1166,2	0	1166,2
salut	dispensari 1	migdia	91	15	12	27	15160,6	2499	1999,2	4498,2
		tarda								
		matí	116	33	3	36	19325,6	5497,8	499,8	5997,6
	dispensari 2	migdia	72	8	<1	8	11995,2	1332,8	0	1332,8
		tarda								
		matí	15	31	2	33	2499	5164,6	333,2	5497,8
	farmàcia	migdia	18	32	4	36	2998,8	5331,2	666,4	5997,6
		tarda	18	36	3	39	2998,8	5997,6	499,8	6497,4
							0			
		matí	46	37	<1	37	7663,6	6164,2	0	6164,2
botigues	can menció	migdia	43	28	1	29	7163,8	4664,8	166,6	4831,4
		tarda	57	36	4	40	9496,2	5997,6	666,4	6664
		matí	10	14	2	16	1666	2332,4	333,2	2665,6
	can pere	migdia	27	31	8	39	4498,2	5164,6	1332,8	6497,4
		tarda	35	7	<1	7	5831	1166,2	0	1166,2
		matí	47	29	<1	29	7830,2	4831,4	0	4831,4
	can pau	migdia	54	65	4	69	8996,4	10829	666,4	11495,4
		tarda	31	19	1	20	5164,6	3165,4	166,6	3332
		matí	35	38	5	43	5831	6330,8	833	7163,8
bars	can puet	migdia	30	46	9	55	4998	7663,6	1499,4	9163
		tarda	2	25	6	31	333,2	4165	999,6	5164,6
		matí	40	19	3	22	6664	3165,4	499,8	3665,2
	centre cívic	migdia	53	31	<1	31	8829,8	5164,6	0	5164,6
		tarda	126	25	2	27	20991,6	4165	333,2	4498,2

ANNEX 2, CONTAMINACIÓ DE L'AIRE (CONTINUACIÓ)			ufc/placa	ufc/placa	ufc/placa	ufc/placa	ufc/m2 h	ufc/m2 h	ufc/m2 h	ufc/m2 h
MOSTREIG AGOST			bacteris	fongs	llevats	fongs+llevats	bacteris	fongs	llevats	fongs+llevat
		matí	67	120	10	130	11162,2	19992	1666	21658
escolars	llar d'infants	migdia	94	174	9	183	15660,4	28988,4	1499,4	30487,8
		tarda	35	134	3	137	5831	22324,4	499,8	22824,2
		matí	63	36	6	42	10495,8	5997,6	999,6	6997,2
	escola primària1	migdia	126	45	<1	45	20991,6	7497	0	7497
		tarda	15	47	3	50	2499	7830,2	499,8	8330
		matí								
	escola primària2	migdia								
		tarda								
		matí								
	escola primària3	migdia								
		tarda								
		matí								
	institut	migdia								
		tarda								
		matí	195	55	14	69	32487	9163	2332,4	11495,4
escolars WC	llar d'infants	migdia	105	117	13	130	17493	19492,2	2165,8	21658
		tarda	102	102	8	110	16993,2	16993,2	1332,8	18326
		matí	31	64	9	73	5164,6	10662,4	1499,4	12161,8
	escola de primària	migdia	162	98	3	101	26989,2	16326,8	499,8	16826,6
		tarda	134	89	4	93	22324,4	14827,4	666,4	15493,8
		matí								
	institut nois	migdia								
		tarda								
		matí								
	institut noies	migdia								
		tarda								

ANNEX 2, CONTAMINACIÓ DE L'AIRE (CONTINUACIÓ)			ufc/placa	ufc/placa	ufc/placa	ufc/placa	ufc/m2 h	ufc/m2 h	ufc/m2 h	ufc/m2 h
MOSTREIG AGOST			bacteris	fongs	llevats	fongs+llevats	bacteris	fongs	llevats	fongs+llevat
		matí	73	14	5	19	12161,8	2332,4	833	3165,4
exteriors	galeria	migdia	47	22	<1	22	7830,2	3665,2	0	3665,2
		tarda	15	25	<1	25	2499	4165	0	4165
		matí	8	18	<1	18	1332,8	2998,8	0	2998,8
	jardí	migdia	3	12	1	13	499,8	1999,2	166,6	2165,8
		tarda	50	40	2	42	8330	6664	333,2	6997,2
		matí	12	5	1	6	1999,2	833	166,6	999,6
	hort	migdia	43	<1	<1	0	7163,8	0	0	0
		tarda	39	5	3	8	6497,4	833	499,8	1332,8
		matí	31	12	2	14	5164,6	1999,2	333,2	2332,4
interiors	cuina	migdia	20	16	1	17	3332	2665,6	166,6	2832,2
		tarda	4	18	3	21	666,4	2998,8	499,8	3498,6
		matí	20	7	<1	7	3332	1166,2	0	1166,2
	habitació	migdia	7	2	<1	2	1166,2	333,2	0	333,2
		tarda	6	10	<1	10	999,6	1666	0	1666
		matí	14	<1	<1	0	2332,4	0	0	0
	WC	migdia	29	4	<1	4	4831,4	666,4	0	666,4
		tarda	11	4	<1	4	1832,6	666,4	0	666,4

ANNEX 3, CONTAMINACIÓ DE LA SUPERFÍCIE			ufc/placa	ufc/placa	ufc/placa	ufc/placa	ufc/cm2	ufc/cm2	ufc/cm2	ufc/cm2
MOSTREIG JUNY			bacteris	fongs	llevats	fongs+llevats	bacteris	fongs	llevats	fongs+llevats
oficials	ajuntament	matí	<1	1	<1	1	0	0,04	0	0,04
		tarda	<1	3	<1	3	0	0,12	0	0,12
salut	dispensari 1	matí	<1	<1	<1		0	0	0	0
		tarda	1	<1	<1		0,04	0	0	0
	dispensari 2	matí	1	5	<1	5	0,04	0,2	0	0,2
		tarda	<1	3	<1	3	0	0,12	0	0,12
farmàcia	matí	1	<1	1	1	0,04	0	0,04	0,04	
	tarda	<1	<1	<1		0	0	0	0	
botigues	can menció	matí	2	32	1	33	0,08	1,28	0,04	1,32
		tarda	<1	18	<1	18	0	0,72	0	0,72
	can pere	matí	<1	27	2	29	0	1,08	0,08	1,16
		tarda	121	<1	<1		4,84	0	0	0
can pau	matí	4	10	3	13	0,16	0,4	0,12	0,52	
	tarda	7	2	<1	2	0,28	0,08	0	0,08	
bars	can puet	matí	2	5	4	9	0,08	0,2	0,16	0,36
		tarda	349	39	132	171	13,96	1,56	5,28	6,84
centre cívic	centre cívic	matí	1	<1	<1	0	0,04	0	0	0
		tarda	8	<1	66	66	0,32	0	2,64	2,64

ANNEX 3, CONTAMINACIÓ DE LA SUPERFÍCIE (CONTIN.)			ufc/placa	ufc/placa	ufc/placa	ufc/placa	ufc/cm2	ufc/cm2	ufc/cm2	ufc/cm2
MOSTREIG JUNY			bacteris	fongs	llevats	fongs+llevats	bacteris	fongs	llevats	fongs+llevats
escolars	llar d'infants	matí	63	28	<1	28	2,52	1,12	0	1,12
		tarda	105	11	<1	11	4,2	0,44	0	0,44
	escola primària1	matí	53	3	1	4	2,12	0,12	0,04	0,16
		tarda	15	20	5	25	0,6	0,8	0,2	1
	escola primària2	matí	83	1	<1	1	3,32	0,04	0	0,04
		tarda	300	40	2	42	12	1,6	0,08	1,68
	escola primària3	matí	39	14	63	77	1,56	0,56	2,52	3,08
		tarda	63	6	<1	6	2,52	0,24	0	0,24
	institut	matí	<1	2	1	3	0	0,08	0,04	0,12
		tarda	2	2	1	3	0,08	0,08	0,04	0,12
escolars WC	llar d'infants	matí	39	3	2	5	1,56	0,12	0,08	0,2
		tarda	40	20	15	35	1,6	0,8	0,6	1,4
	escola de primària	matí	55	22	<1	22	2,2	0,88	0	0,88
		tarda	50	27	3	30	2	1,08	0,12	1,2
	institut nois	matí	1	<1	2	2	0,04	0	0,08	0,08
		tarda	5	115	2	117	0,2	4,6	0,08	4,68
	institut noies	matí	0	4	1	5	0	0,16	0,04	0,2
		tarda	<1	31	3	34	0	1,24	0,12	1,36

ANNEX 3, CONTAMINACIÓ DE LA SUPERFÍCIE (CONTIN.)			ufc/placa	ufc/placa	ufc/placa	ufc/placa	ufc/cm2	ufc/cm2	ufc/cm2	ufc/cm2
MOSTREIG JUNY			bacteris	fongs	llevats	fongs+llevats	bacteris	fongs	llevats	fongs+llevats
exteriors	galeria	matí	70	75	3	78	2,8	3	0,12	3,12
		tarda	50	46	1	47	2	1,84	0,04	1,88
	jardí	matí	50	25	<1	25	2	1	0	1
		tarda	63	89	<1	89	2,52	3,56	0	3,56
	hort	matí	110	83	<1	83	4,4	3,32	0	3,32
		tarda	150	63	<1	63	6	2,52	0	2,52
interiors	cuina	matí	27	101	<1	101	1,08	4,04	0	4,04
		tarda	82	70	<1	70	3,28	2,8	0	2,8
	habitació	matí	37	58	2	60	1,48	2,32	0,08	2,4
		tarda	39	62	<1	62	1,56	2,48	0	2,48
	WC	matí	71	83	3	86	2,84	3,32	0,12	3,44
		tarda	55	72	4	76	2,2	2,88	0,16	3,04

ANNEX 4, CONTAMINACIÓ DE LA SUPERFÍCIE (CONTIN.)			ufc/placa	ufc/placa	ufc/placa	ufc/placa	ufc/cm2	ufc/cm2	ufc/cm2	ufc/cm2
MOSTREIG AGOST			bacteris	fongs	llevats	fongs+llevats	bacteris	fongs	llevats	fongs+llevats
oficials	ajuntament	matí	25	10	1	11	1	0,4	0,04	0,44
		tarda	40	16	<1	16	1,6	0,64		0,64
salut	dispensari 1	matí	24	15	3	18	0,96	0,6	0,12	0,72
		tarda					0	0	0	0
	dispensari 2	matí	12	17	<1	17	0,48	0,68		0,68
		tarda					0	0	0	0
farmàcia	matí	39	3	1	4	1,56	0,12	0,04	0,16	
	tarda	3	9	<1	9	0,12	0,36		0,36	
botigues	can menció	matí	37	15	<1	15	1,48	0,6		0,6
		tarda	46	53	15	68	1,84	2,12	0,6	2,72
	can pere	matí	32	17	2	19	1,28	0,68	0,08	0,76
		tarda	64	80	<1	80	2,56	3,2		3,2
can pau	matí	57	37	6	43	2,28	1,48	0,24	1,72	
	tarda	129	15	<1	15	5,16	0,6		0,6	
bars	can puet	matí	34	9	2	11	1,36	0,36	0,08	0,44
		tarda	41	12	<1	12	1,64	0,48		0,48
centre cívic	centre cívic	matí	111	108	4	112	4,44	4,32	0,16	4,48
		tarda	32	63	<1	63	1,28	2,52		2,52

ANNEX 4, CONTAMINACIÓ DE LA SUPERFÍCIE (CONTIN.)			ufc/placa	ufc/placa	ufc/placa	ufc/placa	ufc/cm2	ufc/cm2	ufc/cm2	ufc/cm2
MOSTREIG AGOST			bacteris	fongs	llevats	fongs+llevats	bacteris	fongs	llevats	fongs+llevats
escolars	llar d'infants	matí	85	69	<1	69	3,4	2,76		2,76
		tarda	120	50	3	53	4,8	2	0,12	2,12
	escola primària1	matí	47	70	1	71	1,88	2,8	0,04	2,84
		tarda	56	21	4	25	2,24	0,84	0,16	1
	escola primària2	matí					0	0	0	0
		tarda					0	0	0	0
	escola primària3	matí					0	0	0	0
		tarda					0	0	0	0
	institut	matí					0	0	0	0
		tarda					0	0	0	0
escolars WC	llar d'infants	matí	79	59	9	68	3,16	2,36	0,36	2,72
		tarda	200	4	<1	4	8	0,16		0,16
	escola de primària	matí	54	58	2	60	2,16	2,32	0,08	2,4
		tarda	45	29	4	33	1,8	1,16	0,16	1,32
	institut nois	matí								
		tarda								
	institut noies	matí								
		tarda								
exteriors	galeria	matí	39	3	<1	3	1,56	0,12		0,12
		tarda	28	23	1	24	1,12	0,92	0,04	0,96
	jardí	matí	70	60	<1	60	2,8	2,4		2,4
		tarda	35	14	<1	14	1,4	0,56		0,56
	hort	matí	43	25	2	27	1,72	1	0,08	1,08
		tarda	20	4	<1	4	0,8	0,16		0,16

ANNEX 4, CONTAMINACIÓ DE LA SUPERFÍCIE			ufc/placa	ufc/placa	ufc/placa	ufc/placa	ufc/cm2	ufc/cm2	ufc/cm2	ufc/cm2
MOSTREIG AGOST			bacteris	fongs	llevats	fongs+llevats	bacteris	fongs	llevats	fongs+llevats
interiors	cuina	matí	38	25	<1	25	1,52	1		1
		tarda	48	32	<1	32	1,92	1,28		1,28
	habitació	matí	12	48	<1	48	0,48	1,92		1,92
		tarda	7	48	<1	48	0,28	1,92		1,92
	WC	matí	50	3	<1	3	2	0,12		0,12
		tarda	20	24	5	29	0,8	0,96	0,2	1,16