



TREBALL DE RECERCA
2022-2023

ESTUDI DE
L'EFICÀCIA DEL
RENTAT DE MANS
AMB GELS
HIDROALCOHÒLICS I
SABONS

Pseudònim: Marmotilla
2n de Batxillerat



Agraïments

En primer lloc, vull agrair a les meves tutores per la seva orientació i ajuda durant el desenvolupament d'aquest Treball de Recerca.

També agraeixo l'assessorament que vaig rebre per part del [assessor del Programa Argó 1], [assessor del Programa Argó 2], i [assessor del Programa Argó 3], els quals van ser els meus professors durant l'estada que vaig realitzar a l'Institut de Biotecnologia i de Biomedicina (IBB) dins el Programa Argó.

En darrer lloc, m'agradaria donar les gràcies en especial a les quatre persones objecte d'estudi voluntàries; sense el seu compromís, dedicació, paciència i comprensió, no hauria estat possible la realització d'aquest treball.

Resum

Aquest treball de recerca es basa principalment, tal com indica el seu títol, en esbrinar quina és l'eficàcia de gels hidroalcohòlics i sabons amb diferents composicions enfront dels bacteris que es troben habitualment a la superfície de les nostres mans. En segon lloc, aquest treball té com a finalitat trobar el mètode de rentat de mans més eficaç, per la qual cosa s'han estudiat altres variables importants a tenir en compte a l'hora d'utilitzar aquests productes higiènics, les quals són el mode de rentat, el temps de rentat requerit, el tipus d'assecat, i per descomptat, la quantitat de producte aplicada.

A causa de la contradicció que els resultats experimentals han presentat, no ha estat possible determinar de manera verídica quin d'aquests dos tipus de productes higiènics és més eficaç. Per aquesta raó, a tall de conclusió d'aquest treball de recerca, s'ha generat una nova hipòtesi a partir de l'experimentació realitzada i de l'anàlisi dels resultats obtinguts. Aquesta hipòtesi ens exposa que l'eficàcia dels sabons i els gels hidroalcohòlics està directament relacionada amb les variables a tenir en compte durant el rentat de mans.

Resumen

Este trabajo de investigación se basa principalmente, tal como indica su título, en averiguar cuál es la eficacia de geles hidroalcohólicos y jabones con diferentes composiciones frente a las bacterias que se encuentran habitualmente en la superficie de nuestras manos. En segundo lugar, este trabajo tiene como finalidad encontrar el método de lavado de manos más eficaz, por lo cual se han estudiado otras variables importantes para tener en cuenta a la hora de utilizar estos productos higiénicos, las cuales son el modo de lavado, el tiempo de lavado requerido, el tipo de secado, y por supuesto, la cantidad de producto aplicada.

A causa de la contradicción que los resultados experimentales han presentado, no ha sido posible determinar de manera verídica cuál de estos dos tipos de productos higiénicos es más eficaz. Por esta razón, a modo de conclusión de este trabajo de investigación, se ha generado una nueva hipótesis a partir de la experimentación realizada y del análisis de los resultados obtenidos. Esta hipótesis nos expone que la eficacia de los jabones y los geles hidroalcohólicos está directamente relacionada con las variables a tener en cuenta durante el lavado de manos.

Abstract

This research work is mainly based, as its title indicates, on finding out the effectiveness of hydro-alcoholic gels and soaps with different compositions against bacteria that are usually on our hands' surface. Secondly, this work aims to find the most effective hand-washing method, so other variables to consider when using these hygienic products have been studied: the washing mode, the required washing time, the drying type, and the quantity of product applied.

Because of the contradiction that the experimental results have presented, it has not been possible to determine in a veridical way which of these two types of hygienic products is more effective. For this reason, as a conclusion to this research work, a new hypothesis has been generated from the experimentation carried out and the analysis of the obtained results, which shows that the effectiveness of soaps and hydro-alcoholic gels is directly related to the variables to consider during hand washing.

Índex

1.	Introducció	1
1.1	Procés de gestació del tema escollit.....	1
1.2	Objectiu de la investigació.....	2
1.3	Hipòtesi	3
1.4	Limitacions	3
1.5	Estructura general de l'obra	4
2.	Marc teòric	5
2.1	Els Bacteris	5
2.1.1	Introducció.....	5
2.1.2	Estructura.....	5
2.1.3	Classificació segons la paret cel·lular	9
2.1.4	Morfologia	11
2.1.5	Funcions vitals dels bacteris.....	12
2.1.5.1	Reproducció.....	12
2.1.5.2	Nutrició	15
2.1.5.3	Relació	17
2.1.5.3.1	La flora bacteriana: Relació amb els humans.....	18
2.1.6	Informació dels bacteris utilitzats com a mostra per a la realització de l'experiment amb antibiogrames.....	23
2.1.6.1	Staphylococcus aureus.....	23
2.1.6.2	Staphylococcus arlettae.....	24
2.1.6.3	Pseudomonas aeruginosa	25
2.1.6.4	Salmonella.....	26
2.1.6.5	Escherichia coli.....	28
2.1.6.6	Stenotrophomonas maltophilia	29
2.2	Productes per a la neteja de mans	32
2.2.1	Introducció.....	32
2.2.2	Gels Hidroalcohòlics	33
2.2.2.1	Conceptes bàsics sobre els efectes de l'alcohol a bacteris.....	33
2.2.2.2	Composició bàsica dels gels hidroalcohòlics.....	35
2.2.3	Sabons.....	35
2.2.3.1	Conceptes bàsics sobre els efectes del sabó en bacteris.....	35
2.2.3.2	Composició bàsica dels sabons i procés de saponificació	36
2.2.4	Productes higiènic utilitzats	37

2.2.4.1	Gels Hidroalcohòlics.....	37
2.2.4.2	Sabons	38
3.	Experimentació.....	41
3.1	Primera part experimental: Comparativa de productes.....	41
3.1.1	A) Comparativa de productes a partir de la presa de mostres bacterianes de les mans de les persones objecte d'estudi després del seu rentat.....	42
3.1.1.1	Mostres.....	42
3.1.1.2	El mètode de rentat	42
3.1.1.3	Procés experimental: Presa de mostres i implantació de microorganismes a les plaques amb medi.	43
3.1.2	B) Comparativa de productes a partir de la realització d'antibiogrames..	46
3.1.2.1	Mostres.....	46
3.1.2.2	Procés experimental: Mètode Kirby-Bauer (antibiogrames).....	47
3.2	Segona part experimental: Comparativa de les variables	52
3.2.1	Mostres	52
3.2.2	El mètode de rentat.....	52
3.2.3	Procés experimental: Presa de mostres i implantació de microorganismes a les plaques amb medi.	54
4.	Resultats de la recerca i anàlisi	55
4.1	Anàlisi de la primera part experimental.....	55
4.1.1	A) Anàlisi de la comparativa de productes a partir de la presa de mostres bacterianes de les mans de les persones objecte d'estudi.....	55
4.1.1.1	Gel hidroalcohòlic.....	56
4.1.1.2	Sabó.....	57
4.1.1.3	Comparativa entre el gel i el sabó més eficaços.	58
4.1.2	B) Anàlisi de la comparativa de productes a partir de la realització d'antibiogrames.....	59
4.1.2.1	Gel hidroalcohòlic.....	59
4.1.2.2	Sabó.....	61
4.2	Anàlisi de la segona part experimental	63
4.2.1	Gel hidroalcohòlic	63
4.2.1.1	Quantitat de producte.....	63
4.2.1.2	Mode de rentat	64
4.2.2	Sabó	65
4.2.2.1	Quantitat de producte.....	65
4.2.2.2	Mode de rentat	66

4.2.2.3	Temps de rentat.....	66
4.2.2.4	Mètode d'assecat.....	67
4.2.3	Comparativa entre les variables en comú del gel i el sabó més eficaces..	68
4.2.3.1	Mode de rentat	68
4.2.3.2	Quantitat de producte.....	69
5	Conclusions	70
5.1	Conclusions de la primera part experimental.....	70
5.2	Conclusions de la segona part experimental.....	71
5.3	Conclusió final	72
5.4	Altres observacions.....	73
6	Fonts d'informació.....	74
6.1	Bibliografia consultada	74
6.2	Fonts de les imatges no pròpies	79
7	Annexes.....	81
7.1	Annex 1: Rentat de mans amb el mode Gencat	81
7.2	Annex 2: Gràfics dels resultats de la presa de mostres bacterianes de les mans de les persones objecte d'estudi (4.1.1) analitzats individualment.....	83

1. Introducció

1.1 Procés de gestació del tema escollit

La meva motivació per a realitzar aquest treball de recerca va sorgir arran de la pandèmia de la COVID-19, malaltia causada pel virus SARS-CoV-2. Ha estat necessari aplicar tots els nostres coneixements sobre la propagació d'aquesta mena d'agents nocius per a l'organisme i elaborar investigacions per identificar la seva naturalesa amb l'objectiu de crear i aplicar eines per a evitar el seu contagi, com les mascaretes, les distàncies socials, les vacunes, el gel hidroalcohòlic i el rentat de mans.

A les mans hi ha gran quantitat d'agents infecciosos que són imperceptibles per a l'ull humà, de manera que mantenir les mans netes és un requisit obligat per evitar la transmissió de malalties.

Aquest fenomen va fer despertar el meu escepticisme i em va fer dubtar de la verdadera eficàcia de les substàncies amb les quals realitzem la nostra higiene de mans davant l'amenaça de no només el virus SARS-CoV-2, sinó davant d'altres microorganismes amb què convivim diàriament, els bacteris, de manera que vaig decidir realitzar un estudi de l'eficàcia del rentat de mans amb gels hidroalcohòlics i sabons enfront de virus i bacteris.

Encara que macroscòpicament, els ecosistemes de la Terra semblen estar compostos de plantes i animals, hi ha uns altres organismes que desenvolupen un paper clau al nostre planeta, però aquests es troben més enllà d'allò que podem veure. Estem parlant dels bacteris, microbis unicel·lulars diminuts que fan possible la vida tal com la coneixem.

Els bacteris poden ser organismes que descomponen la matèria inerta i la reciclen, productors d'aliment pels ecosistemes, patògens causants de malalties, o simplement éssers que viuen en harmonia amb altres organismes.

No hi ha espai on no hi siguin presents, estem envoltats de bacteris i, fins i tot, al nostre cos n'habiten milions. Conviven amb nosaltres i influeixen en el transcurs de les nostres vides de forma beneficiosa o perjudicial.

Pel que respecta al plantejament inicial de la meva recerca, el problema estava en el fet que una de les principals diferències entre els virus i els bacteris és la seva mida. Els bacteris poden ser fins a cent vegades més grans que els virus. La major part dels bacteris tenen un diàmetre aproximat d'entre 0,6 i 1 micròmetre (μm), per la qual cosa es poden veure amb un microscopi òptic, mentre que els virus, de mida notablement menor, només es poden detectar per microscòpia electrònica.

Com que l'institut no em podia proporcionar els instruments necessaris per a desenvolupar la meva recerca, vaig decidir basar aquest treball únicament en l'estudi dels bacteris que es troben habitualment a la superfície de les nostres mans i en l'eficàcia dels productes i mètodes higiènics que utilitzem per a la seva neteja.

1.2 Objectiu de la investigació

L'objectiu principal d'aquesta recerca és esbrinar quina és l'eficàcia de gels hidroalcohòlics i sabons amb diferents composicions enfront dels bacteris que es troben habitualment a la superfície de les nostres mans, per així saber amb seguretat quin d'aquests dos tipus de productes higiènics ens proporciona un major grau de neteja.

En segon lloc, aquest treball té com a finalitat trobar el mètode de rentat de mans més eficaç, de manera que s'estudiaran altres variables importants a tenir en compte a l'hora d'utilitzar aquests productes higiènics, les quals són el mode de rentat, el temps de rentat requerit, el tipus d'assecat, i per descomptat, la quantitat de producte aplicada.

Un cop determini a través dels assajos quina de les dues substàncies és més eficient, em proposo una nova fita que es basa en la proposta de millora en la higiene de mans quotidiana basada en les conclusions extretes de la meva experimentació, i finalment, la comprovació de les meves hipòtesis.

1.3 Hipòtesi

A partir dels objectius establerts es defineixen la hipòtesi principal i les hipòtesis secundàries del treball, les quals seran confirmades o refutades a través dels estudis experimentals.

La hipòtesi principal d'aquest estudi és:

“Els sabons són més eficaços que els gels, és a dir, eliminen un major nombre de bacteris de la superfície de les nostres mans i ens proporcionen un major grau de neteja”

Altres hipòtesis (secundàries) amb relació al mètode de rentat de mans:

- a) “Com més quantitat de gel o sabó s'apliqui, menys bacteris hi haurà a les nostres mans després del seu rentat.”
- b) “La tovallola és el mètode d'assecat menys convenient, ja que en ella es crea el medi perfecte per a la proliferació dels bacteris.”
- c) “Com més temps duri el rentat de mans, menys bacteris hi haurà a la seva superfície.”
- d) “Els modes de rentat de mans propis als quals recorrem habitualment no ens proporcionen el màxim grau de neteja, ja que seguim patrons repetitius que no cobreixen tota la superfície d'aquestes.”

1.4 Limitacions

Els principals factors que van limitar la meua recerca varen ser el seguiment del calendari d'experimentació i la disponibilitat de les persones objecte d'estudi.

Degut a l'àmplia extensió de la part experimental d'aquest treball, abans d'iniciar-la, vaig establir un calendari en el qual es trobaven indicats els dies d'experimentació i anàlisi dels resultats, però com és habitual, sorgeixen inconvenients propis de la vida quotidiana que canvien tots els plans, de manera que aquesta planificació va ser modificada en nombroses ocasions durant la recerca.

A més, el meu estudi depenia crucialment dels individus que es sotmetien al rentat de mans, per la qual cosa, la seva disponibilitat i compromís ha estat un factor clau per a fer possible aquesta investigació.

1.5 Estructura general de l'obra

Aquest treball està dividit en dos sectors principals; en primer lloc, la teoria i els fonaments, i, en segon lloc, l'experimentació i els resultats obtinguts a partir d'aquesta amb el seu corresponent anàlisi.

TEORIA I FONAMENTS

En aquesta secció de l'obra es proporcionen els conceptes bàsics per a entendre els microorganismes en els quals es basa aquest treball, els bacteris; s'explica que són, la seva estructura, la seva classificació segons la paret cel·lular, la seva morfologia, les seves funcions vitals, i la relació que mantenen amb els humans.

També hi trobarem informació dels productes per a la neteja de mans que s'estudien en aquest treball, és a dir, els gels i els sabons; l'efecte que tenen sobre bacteris i la seva composició bàsica.

EXPERIMENTACIÓ, RESULTATS I ANÀLISI

Aquesta secció del treball de recerca consta de dues parts experimentals.

La primera es tracta d'una comparativa de tres gels hidroalcohòlics i tres sabons sintetitzats per diferents laboratoris, i la valoració de la seva eficàcia en el que respecta a l'eliminació dels microorganismes que habiten a la superfície de les nostres mans.

La segona, d'un estudi dels diversos factors a tenir en compte a l'hora del rentat de mans, els quals venen a ser el mode de rentat, la quantitat de producte aplicat, el mètode d'assecat, i el temps del procés.

2. Marc teòric

2.1 Els Bacteris

2.1.1 Introducció

Els bacteris són microorganismes unicel·lulars pertanyents al regne *Bacteria*. Són els organismes més nombrosos del planeta, s'estima que a la terra n'hi ha aproximadament cinc quintilions (5×10^{30}), constituent així gran part de la biomassa del planeta. Se'n poden trobar vivint a la matèria orgànica, en animals i plantes, i en quasi tots els hàbitats terrestres i aquàtics independentment de l'aparentment inhòspits que puguin semblar, com per exemple en aigües termals àcides, a les profunditats de l'escorça terrestre, o a residus radioactius.

Els bacteris són indispensables per al correcte desenvolupament de la vida, ja que molts dels cicles biogeoquímics depenen d'aquestes, com la fixació del nitrogen de l'atmosfera o la putrefacció.

Al cos humà hi ha aproximadament deu vegades més cèl·lules bacterianes que humanes, les quals es troben principalment a la pell i a l'aparell digestiu, però encara que el sistema immunitari faci que aquests bacteris siguin inofensius o beneficiosos, alguns d'aquests microorganismes patògens poden causar malalties infeccioses, les quals es tracten principalment amb antibiòtics.

2.1.2 Estructura

Són cèl·lules procariotes, la qual cosa implica que, al contrari dels organismes eucariotes (fongs, plantes, animals, algues, etc.), no presenten un nucli definit ni orgànuls membranosos interns. Presenten pocs micròmetres de llargada (generalment entre 0,5 i 5 μm de longitud), permetent així la seva visibilitat a través del microscopi.

- **La membrana plasmàtica interna i externa (J)**

La membrana plasmàtica bacteriana és molt similar a la de les plantes i els animals, encara que generalment no contingui colesterol ni altres esteroides. Està formada principalment per fosfolípids, entre els quals es troben les proteïnes perifèriques i integrals, i els oligosacàrids.

Les principals funcions de la membrana són limitar la cèl·lula i regular l'entrada i sortida de substàncies.

Una particularitat que presenta la membrana plasmàtica bacteriana és l'existència d'un conjunt d'estructures membranoses produïdes per invaginacions de la mateixa membrana cel·lular amb formes vesiculars i enrotllades de molta complexitat, conegudes com a **mesosomes**. Els mesosomes incrementen la superfície de la membrana plasmàtica, subjecten el cromosoma bacterià i, a més, emmagatzemen una gran quantitat d'enzims que participen en els processos metabòlics de la cèl·lula. A més, els mesosomes porten a terme un paper molt important en la reproducció, ja que dirigeixen la duplicació de l'ADN bacterià mitjançant l'ADN polimerasa.

- **La paret bacteriana (D)**

Es tracta d'un embolcall rígid format per peptidoglicà (mureïna) que dona forma al bacteri i el protegeix dels canvis de la pressió osmòtica¹ del medi que l'envolta. Se li associen proteïnes, polisacàrids i àcids teïcoics.

¹ **Osmosi:** L'osmosi és un fenomen en què es produeix el moviment d'aigua (dissolvent) des d'una dissolució de concentració menor (hipotònica) a una altra de concentració més gran (hipertònica) quan totes dues estan separades per una membrana semipermeable (que deixa passar l'aigua, però no els soluts dissolts en ella), fins que les dues dissolucions arriben a la mateixa concentració (isotòniques).

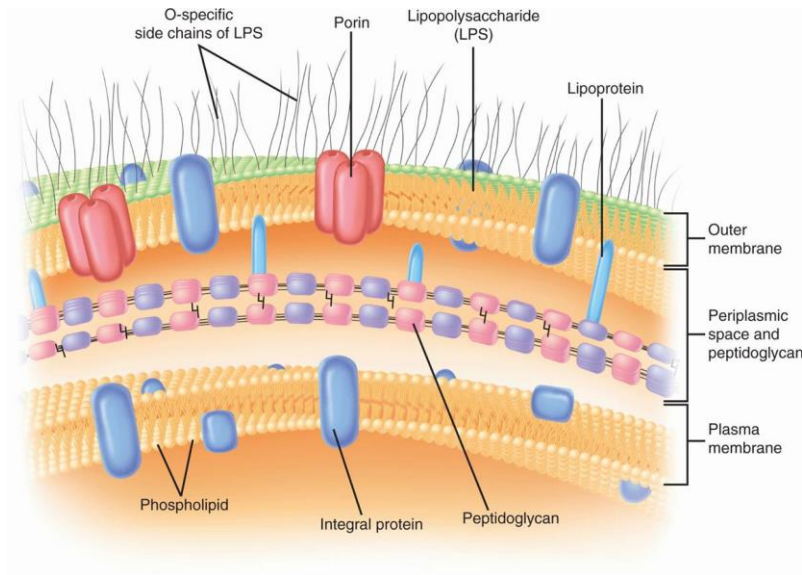


Figura 1 Paret bacteriana.

- **Càpsula bacteriana (C)**

La càpsula bacteriana és una capa mucosa de polisacàrids que envolta la paret bacteriana i que només presenten alguns bacteris. És molt freqüent en els bacteris patògens perquè facilita l'adherència als teixits de l'hoste. Les càpsules exerceixen diverses funcions, però les més importants són actuar com mecanisme de defensa davant la dessecació del medi i protegir el bacteri de la fagocitosi per part de microorganismes més grans.

- **El citoplasma (F)**

És la part líquida de l'interior de la cèl·lula bacteriana. Està format per un 85% d'aigua i conté els ribosomes i el cromosoma del bacteri.

- **Nucleoide (I)**

És una regió on es troba concentrat el material genètic (ADN).

- **Ribosoma (B)**

Estan compostos per ARN ribosòmic i realitzen la síntesi de proteïnes.

- **Flagel (E)**

Són prolongacions filamentoses molt llargues i fines que el bacteri utilitza per a desplaçar-se. Segons la seva posició, distingim bacteris: monòtrics (A), amb un sol flagel en un dels extrems; amfítrics (C), amb un flagel a cada pol cel·lular; lofòtrics, que presenten grups de flagels en un o en els dos extrems (B); perítrics, amb flagels per tota la superfície cel·lular (D); o àtrics, quan la cèl·lula no té flagels.

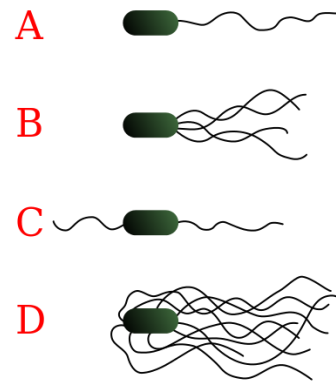


Figura 2 Tipus de flagels segons el número i la posició.

- **Fímbrics o Pilis (A)**

Les fímbrics o pilis són filaments fins compostos per una proteïna fibrosa anomenada pilina.

Les fímbrics es distribueixen sobre la superfície de la cèl·lula i ajuden a l'adherència dels bacteris a les superfícies sòlides o a altres cèl·lules, de manera que són essencials en la virulència d'alguns patògens.

Els pilis són apèndixs cel·lulars, lleugerament més grans que les fímbrics, especialitzats en la transferència de material genètic entre bacteris en un procés denominat conjugació bacteriana.

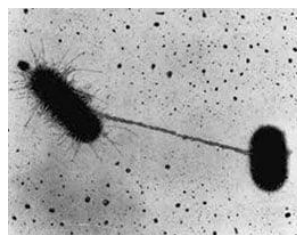


Figura 3 Fímbrics i pili.

- **Vesícules o Inclusions citoplasmàtiques (G)**

Les inclusions són grànuls encarregats de la reserva de diversos tipus de substàncies que el bacteri ha sintetitzat en moments d'abundància d'aliments, o bé són residus del seu metabolisme. Estan disperses pel citoplasma i no disposen de cap mena de membrana que les aïlli del medi intern de la cèl·lula.

- **Plasmidis (H)**

Els plasmidis són petites molècules d'ADN bicatenari i circular que són presents en molts bacteris, les quals no formen part del cromosoma bacterià (ADN extra-cromosòmic) i es poden duplicar de manera independent. Són molt importants per l'adaptació als nous medis i la supervivència dels bacteris, de manera que moltes vegades solen ser portadors de gens que confereixen resistència a alguns antibiòtics.

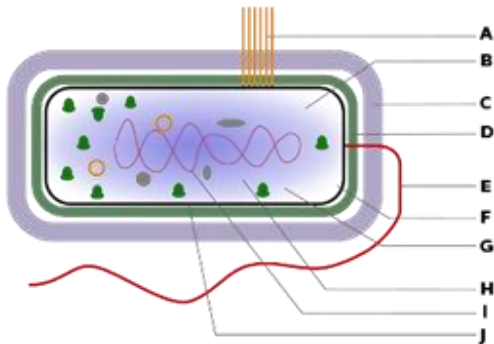


Figura 4 Estructura de la cèl·lula bacteriana.

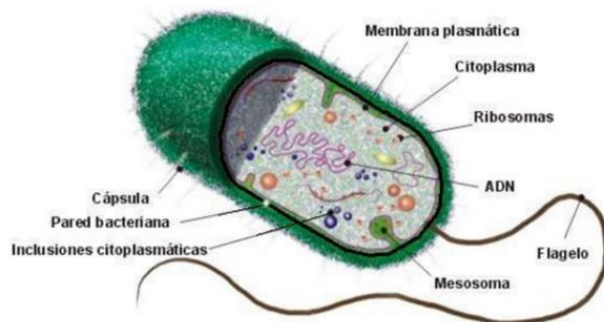


Figura 5 Parts del bacteri.

2.1.3 Classificació segons la paret cel·lular

La tinció de Gram és una tècnica de laboratori que s'utilitza rutinàriament als estudis microbiològics dels bacteris. Va ser dissenyada per Christian Gram, un científic danès, l'any 1884. El seu principal objectiu era aconseguir una prova amb la qual fos possible diferenciar grups de bacteris per poder estudiar-los i classificar-los. La prova va resultar tot un èxit i aviat es va convertir en una tècnica molt útil no només per a l'estudi dels bacteris, sinó també per poder identificar-los ràpidament en una infecció i seleccionar l'antibiòtic més adequat per poder tractar-la.

Depenent de la disposició de la mureïna² de la seva paret cel·lular i de les característiques d'aquesta, es tenyiran d'una manera o d'una altra, ja que en ser una tinció diferencial s'utilitzen dos colorants.

² **Mureïna:** La mureïna, terme sovint utilitzat com a sinònim de peptidoglicà, és el peptidoglicà predominant en la paret bacteriana dels bacteris i està formada per N-acetilglucosamina (NAG), N-acetilmuràmic (NAM) i un tetrapèptid, que conformen la subunitat elemental de la mureïna que es va repetint per formar la paret cel·lular bacteriana.

- Gram + (positiu): Tenen una sola membrana cel·lular i per sobre, una gruixuda paret cel·lular composta principalment per mureïna. Adopta un color blavós fosc o violeta provinent del primer colorant en la tinció de la paret.
- Gram – (negatiu): Tenen una membrana cel·lular interna, per sobre d'aquesta, una paret molt fina de mureïna, i per sobre d'aquesta una segona membrana cel·lular. Adopta un color vermellós rosat en el procés de tinció, ja que hi actua només el segon colorant.

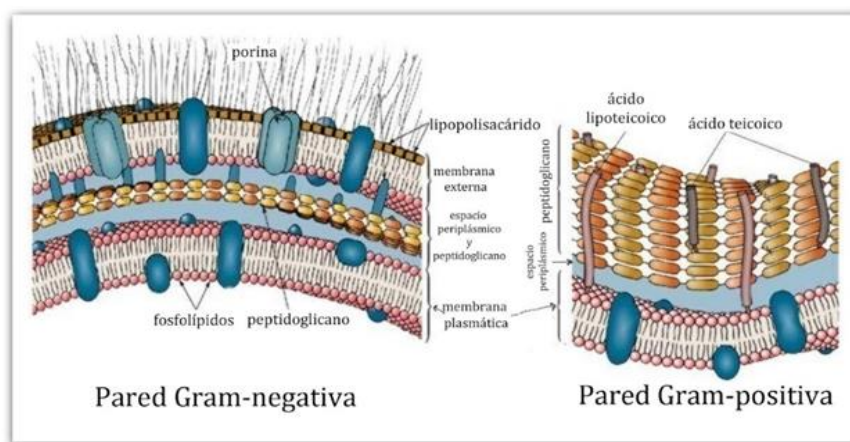


Figura 6 Paret cel·lular Gram-negativa i Gram-positiva.

En primer lloc, el cristall violeta s'uneix a la paret bacteriana i s'estabilitza amb el Lugol, de manera que ambdós tipus de bacteris adopten una coloració blava/violeta. A continuació, la barreja alcohol-acetona dissol la membrana externa dels bacteris Gram negatius provocant que s'alliberi el complex cristall violeta/iode, per la qual cosa, aquests bacteris seran els que després es tenyiran amb la Safranina.

La diferència que s'observa en la resistència a la decoloració es deu al fet que la membrana externa dels Gram negatius és soluble en dissolvents orgànics, com per exemple la mescla d'alcohol/acetona. La capa de peptidoglicà que posseeix és massa prima per a poder retenir el complex de cristall violeta/iode format prèviament, de manera que aquest complex s'escapa, perdent-se la coloració blava.

Però al contrari, els Gram positius, a causa que posseeixen una paret cel·lular més resistent i amb major proporció de peptidoglicans, no són susceptibles a l'acció del solvent orgànic, sinó que aquest actua deshidratant els porus provocant el seu tancament, la qual cosa impedeix que el complex cristall violeta/iode pugui escapar-se, mantenint així la coloració blava.

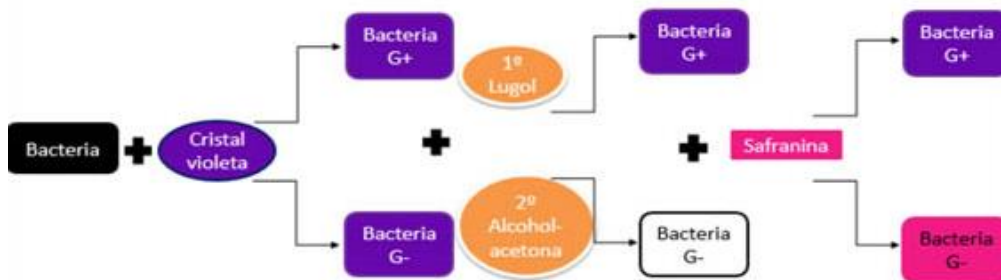


Figura 7 Procés de la Tinció de Gram.

2.1.4 Morfologia

Els bacteris adopten una gran varietat de formes determinades pel seu genoma. Aquest fet i la gran diversitat de morfologies en diferents ambients suggereixen que aquesta característica prové d'un procés de selecció natural i adaptació, determinat per la limitació de nutrients, la reproducció, la dispersió, l'evasió de depredadors o la detecció d'hostes.

Tot i que s'ha observat que existeix una immensa diversitat de morfologies, algunes més complexes que altres, es distingeixen generalment 3 tipus:

Els *cocs* són esfèrics, però a causa de la seva tendència a agrupar-se de manera homogènia i als plans de divisió cel·lular, reben diversos noms, com són els *diplococs*, *tètrades*, *estreptococs*, *estafilococs*...

Els *bacils* poden ser cilíndrics, amb forma de bastó, llargs i prims, petits o gruixuts. També poden presentar variacions en els seus extrems, els quals poden ser rectes, afilats o rodons. S'agrupen de forma heterogènia a causa d'aquesta varietat de subtipus morfològics, rebent així noms com els *diplobacils*, *estreptobacils*...

Els *espirils* presenten formes corbades o helicoidals, i en aquest grup trobem els *vibrions* (curts i en forma de coma), *espirils* (helicoidals i rígides) i *espiroquetes* (helicoidals i flexibles).

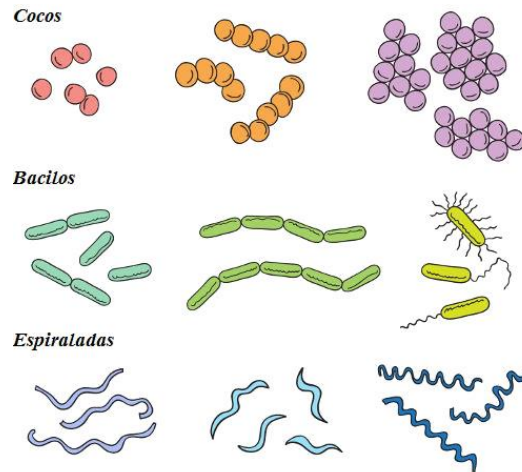


Figura 8 Morfologia bacteriana.

2.1.5 Funcions vitals dels bacteris

2.1.5.1 Reproducció

La reproducció dels bacteris és asexual, ja que es produeix mitjançant la divisió binària d'una cèl·lula bacteriana en la fase de creixement actiu, és a dir, la cèl·lula creix i es divideix posteriorment en dues d'iguales.

Aquest tipus de reproducció comporta un repartiment equivalent del material genètic donant lloc a dues cèl·lules filles idèntiques entre elles i idèntiques a la cèl·lula mare original, de la qual obtenen totes les seves estructures i propietats.

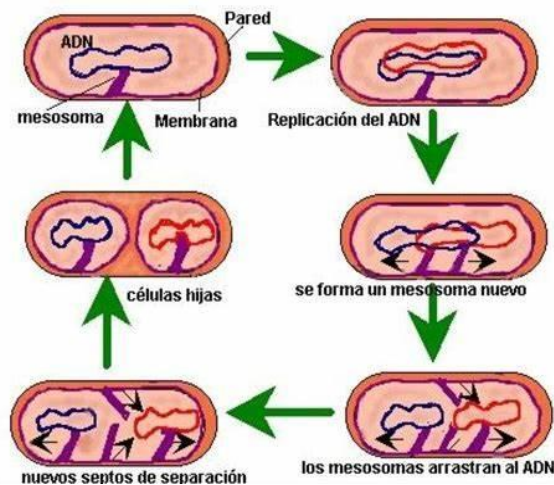


Figura 9 Bipartició bacteriana.

La reproducció asexual dels bacteris no permet recombinacions de gens que puguin incrementar l'heterogeneïtat de la població bacteriana ni la seva supervivència o adaptació a condicions climàtiques canviants. Per aquesta raó, existeixen altres mecanismes reproductius que segueixen processos de transferència de gens en horitzontal en els que es produeixen intercanvis genètics entre cèl·lules; aquests són mecanismes parasexuals, els quals contribueixen a conferir noves propietats als bacteris implicats, com ocorre amb els organismes que es reproduïxen sexualment.

Conjugació: En aquest cas estem parlant d'una transferència directa entre dos bacteris que estableixen contacte físic mitjançant els pilis sexual; un bacteri donador F+ transmet a través d'un pont o pili, un fragment d'ADN (plasmidi) a un altre bacteri receptor F-.

Transformació: Mecanisme que es basa en la ingesta de fragments d'ADN d'altres cèl·lules properes mortes, siguin bacteris o altres organismes.

Transducció: Aquest mecanisme consisteix en la transferència de regions d'ADN d'un bacteri a un altre a través d'un bacteriòfag³. Aquest fet succeeix perquè durant la fase d'empaquetament dels nous virons⁴ en una cèl·lula hoste, s'insereixen trams d'ADN bacterià a més de l'ADN del bacteriòfag, els quals quan s'alliberen i infecten a altres cèl·lules, introdueixen en elles aquest ADN bacterià adquirit, proporcionant-les-hi d'aquesta manera noves característiques.

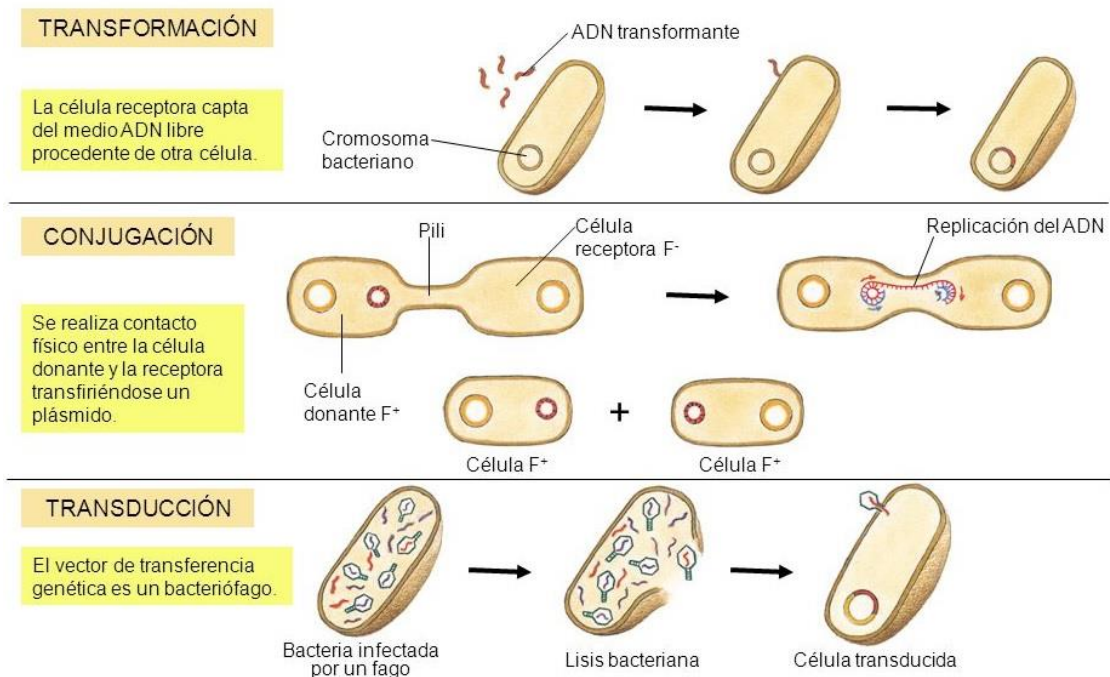


Figura 10 Fenòmens de parasexualitat.

³ **Bacteriòfag:** Virus que infecta exclusivament a bacteris.

⁴ **Virons:** Partícula vírica morfològicament completa i infecciosa.

2.1.5.2 Nutrició

La nutrició de tots els organismes implica l'aprovisionament d'energia per a dur a terme totes les reaccions metabòliques, i el subministrament de materials per a la síntesi cel·lular.

Els bacteris són els primers organismes presents a la Terra i en els milions d'anys que porten evolucionant s'han adaptat a tots els medis i formes de nutrició possibles.

La classificació bacteriana segons la seva nutrició o metabolisme es fa d'acord amb les fonts de carboni, energia i electrons:

❖ Segons la font de carboni i el mode de nutrició, els bacteris són de dos tipus; bacteris autòtrofs (poden sintetitzar el seu aliment per si mateixos) i bacteris heteròtrofs (no capaços de sintetitzar el seu propi aliment):

- **Autòtrofs:** Utilitzen CO₂ com a font de carboni.
- **Heteròtrofs:** Obtenen carboni a partir de substàncies orgàniques elaborades per altres éssers vius.
 - Comensals: Viuen en relació amb altres organismes, però no són perjudicials ni tampoc aporten cap mena de benefici a l'hoste.
 - Paràsits: Són perjudicials per a l'organisme perquè causen malalties. Fins i tot, n'hi ha algunes que han simplificat tant la seva estructura que només poden reproduir-se dins d'una altra cèl·lula (paràsits obligats).
 - Simbionts: Viuen associades a altres organismes i aporten un benefici mutu.
 - Sapròfites: Viuen en matèria orgànica morta.

Segons la font d'energia:

- **Quimiòtrofs:** Utilitzen l'energia que desprenen certs compostos en oxidar-se.
- **Fotòtrofs:** Fan servir energia lluminosa.

Segons la font d'electrons:

- **Litòtrofs:** Utilitzen compostos inorgànics com a donadors d'electrons. Són aquelles que només requereixen substàncies inorgàniques senzilles (SH_2 , SO , NH_3 , NO_2^- , Fe , etc.).
- **Organòtrofs:** Fan servir compostos orgànics com a donadors d'electrons (hidrats de carboni, hidrocarburs, lípids, proteïnes, alcohols...).

Tipus de bacteris segons la seva font de carboni, energia i electrons:

- **Fotolitoautòtrofs:** contenen pigments que absorbeixen la llum, la qual utilitzen com a font d'energia, CO_2 com a font de carboni i una font d'electrons inorgànics (Exemples: H_2 , H_2S).

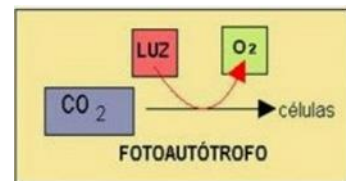


Figura 11 Fotoautòtrofs.

Exemples bacterians: Cianobacteri, Bacteris verds i liles de sofre.

- **Quimiolitoautòtrofs:** utilitzen l'energia que desprenen certs compostos inorgànics en oxidar-se i utilitzen CO_2 com a única font de carboni.

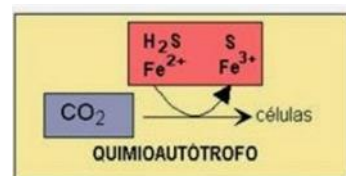


Figura 12 Quimioautòtrofs.

Exemples bacterians: Metanògens, Bacteris oxidants d'hidrogen i bacteris oxidants de sofre Beggiatoa.

- **Fotoorganoheteròtrofs:** els bacteris que empren energia lluminosa i donants d'electrons orgànics, així com molècules orgàniques simples com a font de carboni.



Figura 13 Fotoheteròtrofs.

Exemples bacterians: Bacteris verds i liles no del sofre.

- **Quimioorganoheteròtrofs**: els bacteris que fan servir compostos orgànics com a font d'energia, electrons, i carboni per a la biosíntesi.

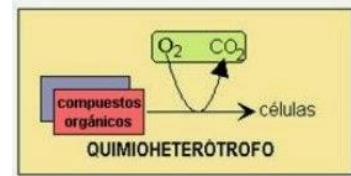


Figura 14 Quimioheteròtrofs.

Exemples bacterians: la majoria dels bacteris no fotosintètics.

- **Quimiolitoheteròtrofs**: els bacteris que utilitzen compostos orgànics com a font d'energia, i carboni, però compostos inorgànics com a font d'electrons per a la biosíntesi.

Exemples bacterians: són poc comuns.

Independentment del tipus de nutrició, els bacteris poden necessitar oxigen atmosfèric (aerobis) o no (anaerobis). Per alguns bacteris anaerobis l'oxigen és un gas verinós (aquests bacteris s'anomenen anaerobis estrictes), i n'hi ha d'altres que l'utilitzen quan aquest està present, encara que poden sobreviure sense ell (anaerobis facultatius).

2.1.5.3 Relació

Per a respondre a estímuls externs del medi i sobreviure, els bacteris presenten tàxies i endòspores.

Les tàxies permeten l'allunyament o apropament respecte als estímuls del medi (químics, tèrmics...) mitjançant flagels o altres mecanismes de reptació.

Quan les condicions són desfavorables, els bacteris poden produir endòspores destinades a protegir el seu ADN, sent capaces de resistir condicions adverses durant molt de temps. Les espores tenen un embolcall resistent i contenen una part del citoplasma i del cromosoma del bacteri.

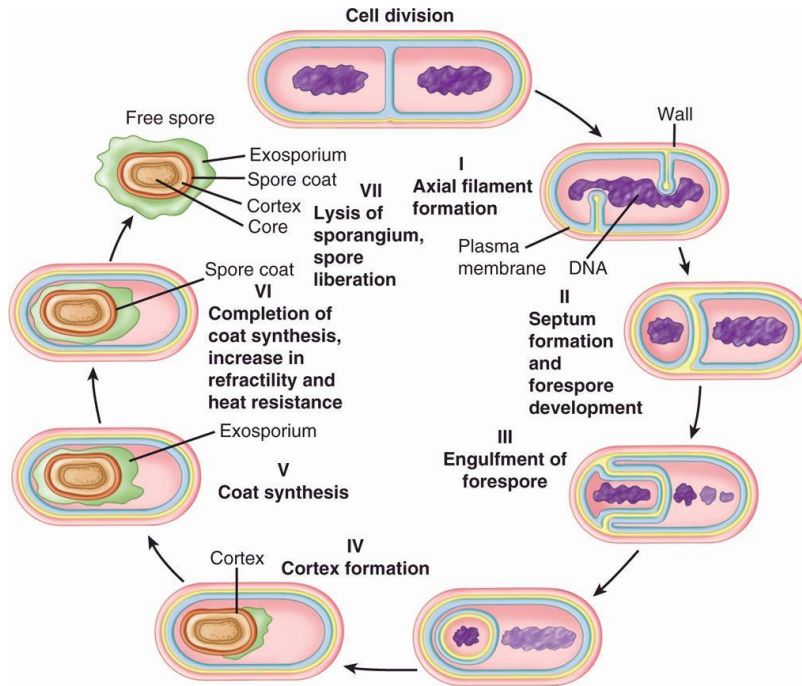


Figura 15 Esporulació bacteriana.

2.1.5.3.1 La flora bacteriana: Relació amb els humans

Al conjunt de microorganismes que es troben sovint a diferents parts del cos humà s'anomena microbiota. Al cos humà hi ha aproximadament deu vegades més cèl·lules bacterianes que cèl·lules humanes. La pell humana està colonitzada per bacteris amb diferents recomptes segons el lloc de l'anatomia.

Els gèrmens bacterials que habiten a la nostra pell, anomenats flora bacteriana cutània, juguen un paper important tant en la salut com en la malaltia. Aquesta flora bacteriana es pot distingir en resident i transitòria. Tot i que el nombre de bacteris de la flora transitòria i resident varia considerablement entre individus, sovint és relativament constant per a qualsevol individu determinat.

La raó per la qual la microbiota humana varia en cadascuna de les persones és que les comunitats bacterianes depenen d'una sèrie de factors com ara humitat, temperatura i nutrients que permeten la seva supervivència.

A més, la colonització per part dels bacteris es realitza durant tot el cicle de vida d'una persona, és a dir, les comunitats presents en un nou-nat no són les mateixes que en un adult a causa de les diferents dietes, desenvolupament hormonal, maduresa sexual, etc.

Tanmateix, la microbiota pot ser alterada pel consum de fàrmacs com antibiòtics, variacions a la dieta, estrès, entre altres múltiples factors.

Dins del cos dels éssers humans algunes de les funcions d'aquest conjunt de microorganismes són:

- Digestió: els bacteris de la microbiota intestinal ajuden en la degradació de carbohidrats complexos presents a les parets cel·lulars dels vegetals com la cel·lulosa, l'hemicel·lulosa i la pectina, i així faciliten la digestió.
- Sistema immunitari: els bacteris poden de certa manera "fer saber" als limfòcits quines cèl·lules són beneficioses i quines són perjudicials (antígens), i d'aquesta manera determinen quines d'aquestes romandran al cos i quines han de ser eliminades.
- Protecció davant patògens: els bacteris presents a la microbiota de la pell, la cavitat oral, i el tracte respiratori i vaginal, protegeixen les mucoses de la proliferació de microorganismes patògens, ja que actuen com una barrera física i química.

Per a entendre la diferència entre els dos tipus de flora cutània, és important conèixer on se situa cadascuna. La pell consta de dues capes principals:

- L'Epidermis és la capa superior que consta d'una capa còrnia i una germinativa. La còrnia està formada per cèl·lules mortes en forma d'escala que es descamen contínuament a causa de la fricció, les quals són reemplaçades per cèl·lules actives de la capa germinativa.
- La Dermis que està localitzada sota l'epidermis i està formada per teixit connectiu, fibrós i gruixut que emmagatzema fol·licles pilosos, i glàndules sudorípares i receptores de pressió.

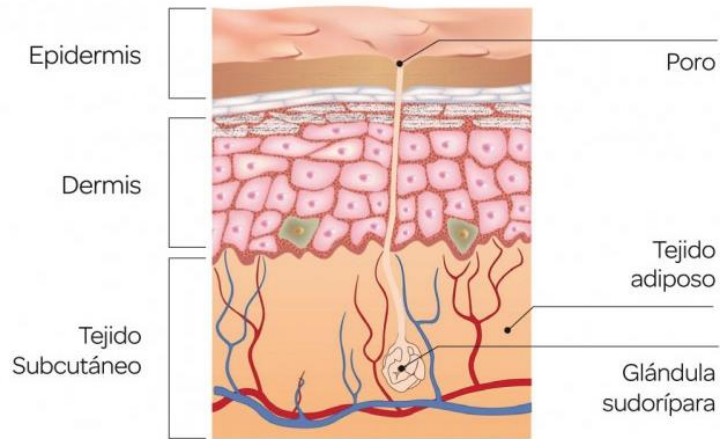


Figura 16 Capes de la pell humana.

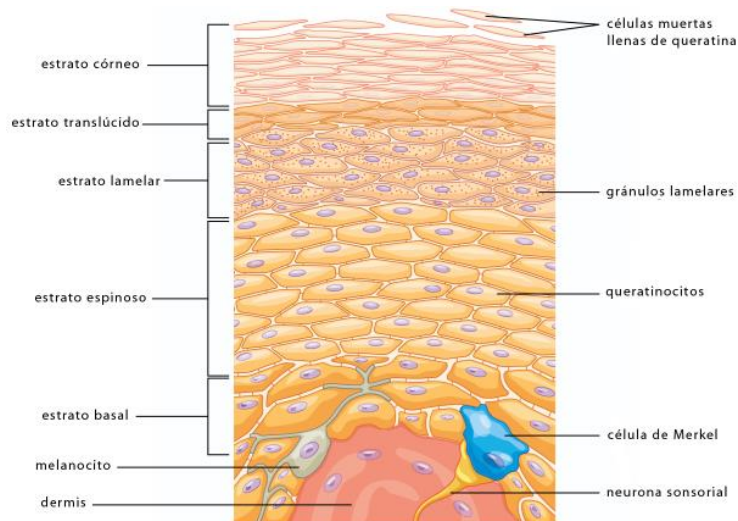


Figura 17 Estructura de l'epidermis humana.

Flora bacteriana resident

Per una banda, la flora bacteriana resident és aquella formada pels microorganismes que es troben habitualment a la pell de la majoria de les persones, en la qual viuen i es multipliquen, concretament a les capes més profundes de l'epidermis.

En una mà humana hi viuen, de mitjana, 150 espècies de bacteris diferents, encara que el més sorprenent és que cada persona té bacteris i microorganismes que són específics a escala individual, és a dir, cadascú té una flora resident diferent, ja que el nombre i el tipus de bacteris cutanis varien d'acord amb la zona del cos i les característiques individuals de la persona com la humitat, la temperatura de la pell i la de l'ambient.

En general, està formada per gèrmens no patògens, és a dir, que no causen malalties, i és poc probable que la flora resident s'associï amb infeccions, tot i que en rares ocasions pot causar-ne en cavitats corporals estèrils, als ulls o a la pell no intacta.

La flora resident té dues funcions protectores principals: l'antagonisme microbià⁵ i la competència pels nutrients de l'ecosistema⁶, de manera que els bacteris no només sobreviuen, sinó que el seu paper és fonamental per a un bon funcionament de l'organisme hoste.

La flora resident no es pot eliminar únicament per fricció mecànica.

Flora bacteriana transitòria

Per altra banda, la flora bacteriana transitòria està composta per gèrmens patògens adquirits recentment pel contacte amb una altra persona, objecte o zona contaminada, no trobant-s'hi a la pell de forma habitual. La transmissibilitat de la flora transitòria depèn de l'espècie bacteriana present, del nombre de microorganismes, i de la humitat de la pell.

Es localitza a capes superficials de la pell, residint al nivell superior de l'estrat corni, de manera que els microorganismes transitoris no solen multiplicar-se a les capes més internes de la pell, sinó que sobreviuen i es multipliquen esporàdicament a la seva superfície.

Els bacteris poden sobreviure a la pell per períodes que van des d'uns minuts fins a diverses hores o dies si no hi ha una higiene adequada de mans.

La flora transitòria, en colonitzar les capes superficials de la pell, és més susceptible d'eliminar-se mitjançant el rentat de mans rutinari.

⁵ **Antagonisme microbià:** es defineix com la capacitat d'un microorganisme per inhibir el desenvolupament d'altres microorganismes de la comunitat.

⁶ **Competència microbiana:** es presenta quan dos microorganismes requereixen els mateixos nutrients per a la seva supervivència, o bé, quan tracten d'ocupar un mateix lloc o nínxol d'infecció. Existeixen diversos fongs i bacteris que presenten efectes antagònics contra agents patògens colonitzadors, contribuint a l'atenuació de malalties quan estan associats a un hoste.

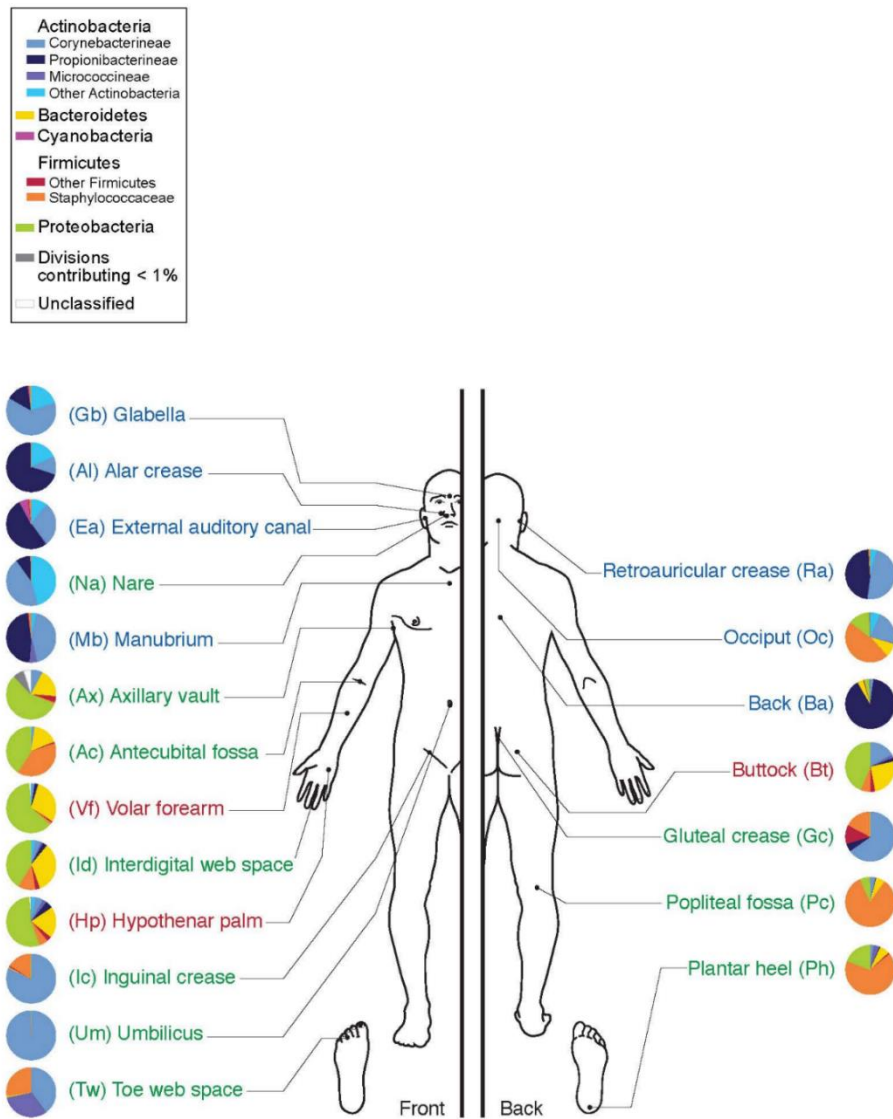


Figura 18 Les espècies predominants de bacteris a la pell humana.

2.1.6 Informació dels bacteris utilitzats com a mostra per a la realització de l'experiment amb antibiogrames

En aquest apartat hi trobem la descripció i característiques dels bacteris utilitzats en un dels experiments d'aquest treball de recerca.

GRAM POSITIU	GRAM NEGATIU
<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
<i>Staphylococcus arlettae</i>	<i>Salmonella</i>
	<i>Escherichia coli DH5α</i>
	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>

2.1.6.1 Staphylococcus aureus

Es tracta d'un bacteri anaeròbic facultatiu⁷, productori de coagulasa⁸ i catalasa⁹, immòbil i no esporulat.

Es troba àmpliament distribuït arreu del món, estimant-se que una de cada tres persones estan colonitzades, encara que no infectades, per aquest bacteri.

Pot produir una gran gamma de malalties: infeccions cutànies i de les mucoses (fol·liculitis, furunculosis, conjuntivitis), cel·lulitis, abscessos profunds, osteomielitis, meningitis, sèpsies, endocarditis, pneumònia, infeccions a l'aparell gastrointestinal, etc.

És el principal bacteri causant d'infeccions nosocomials¹⁰. Aquesta espècie bacteriana habita tant a les mucoses com a la pell dels éssers humans, la qual cosa permet que penetri al torrent sanguini del pacient a través de ferides quirúrgiques per mitjà del contacte directe o indirecte amb el personal sanitari, amb un objecte contaminat o fins i tot amb un altre pacient.

⁷ **Organismes anaeròbics facultatius:** es tracta d'organismes aeròbics que utilitzen O₂ si en troben, però poden desenvolupar-se en la seva absència mitjançant processos de fermentació per generar com a resultat compostos orgànics.

⁸ **Coagulasa:** proteïna que permet la conversió de fibrinogen en fibrina.

⁹ **Catalasa:** catalitza la descomposició del peròxid d'hidrogen (H₂O₂), residu del metabolisme cel·lular de molts microorganismes.

¹⁰ **Nosocomials:** infeccions intrahospitalàries

Les soques habituals són resistents a la penicil·lina, de manera que els antibiòtics més eficaços són els aminoglucòsids, l'oxacil·lina o la nafcil·lina.

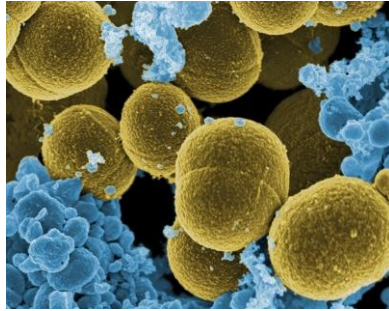


Figura 19 *Staphylococcus aureus*

2.1.6.2 *Staphylococcus arlettae*

S.arlettae pertany al gènere *Staphylococcus*, format per cocs agrupats. Es tracta d'un bacteri coagulasa negatiu el qual s'ha aïllat de la pell de mamífers i ocells i és resistent a la novobiocina. Algunes soques de *S. arlettae* són halòfiles (altament tolerants a la sal) i es troben habitualment en el medi marí.

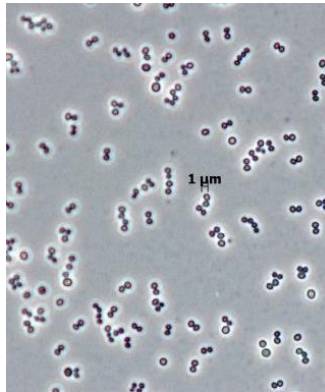


Figura 20 *Staphylococcus arlettae*

2.1.6.3 Pseudomonas aeruginosa

Es tracta d'un bacteri aeròbic que secreta una varietat de pigments com piocianina (blau verdós), fluoresceïna (groc verdós fluorescent) i piorubina (vermell).

P.aeruginosa és sovint identificat, de manera preliminar, per aquests característics pigments que segrega i pel seu especial aroma a raïm *in vitro*.

Aquest bacteri és capaç de créixer en combustibles com querosè o gasoil, ja que és capaç de nodrir-se a partir d'hidrocarburs, causant problemes de corrosió microbiana i produint una gelatina fosca que sovint es confon amb una alga.

És un patogen oportunista a plantes i humans. Als organismes vegetals indueix els símptomes de putrefacció a les arrels pel fet que tendeix a formar biofilms que confereixen resistència contra els antibiòtics que les mateixes arrels segreguen. Als humans, aquest bacteri afecta principalment als individus immunocompromesos (per exemple, els pacients amb fibrosi quística estan predisposats a infeccions causades per *P.aeruginosa*) causant-les-hi infeccions pulmonars i a les vies respiratòries (pneumònia), a les vies urinàries, infeccions cutànies (dermatitis, funiculitis) i altres infeccions generalitzades a l'organisme (sèpsies¹¹).

Poderós patogen per a plantes del gènere *Arabidopsis* i varies espècies animals com *Caenorhabditis elegans*, *Drosophila* o *Galleria mellonella*.

Aquest bacteri és naturalment resistent a una gran quantitat de diferents famílies d'antibiòtics, de manera que és indispensable utilitzar-los amb una guia de tractament d'acord amb els resultats d'antibiogrames (sensibilitat de l'espècie de *P.aeruginosa* a diferents antibiòtics).

¹¹ **Sèpsia:** síndrome d'anormalitats fisiològiques, patològiques i bioquímiques potencialment mortal associada a una infecció. Aquestes anormalitats són secundàries a una resposta immunitària desmesurada davant de la infecció, que acaba causant danys als teixits i òrgans propis i conduint a una disfunció multiorgànica.

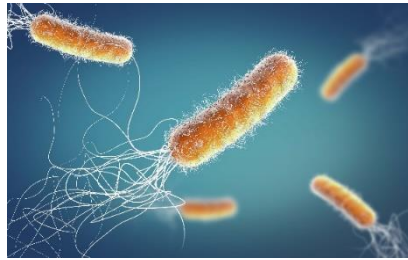


Figura 21 *Pseudomonas aeruginosa*

2.1.6.4 Salmonella

És un gènere bacterià de la família *Enterobacteriaceae* constituït per bacils anaerobis facultatius amb flagels peritrics. Constitueix un grup important de patògens per a animals i persones.

Aquest gènere està compost per dues espècies, *S. bongori* i *S. enterica*, i aquesta darrera espècie es divideix en sis subespècies que inclouen al voltant de 2500 serotips¹².

No desenvolupen càpsula ni espores. Són bacteris mòbils que produeixen àcid sulfhídric (H₂S). Empren glucosa, ja que tenen un enzim especialitzat, però no lactosa, i no produeixen ureasa¹³ ni tenen metabolisme fermentatiu.

És un agent productor de zoonosi¹⁴ de distribució universal. Es transmet per contacte directe o per la ingesta d'aigües i aliments contaminats.

L'hàbitat natural d'aquestes espècies normalment és als budells de qualsevol mena d'animal homeoterm (inclosos els éssers humans).

¹² **Serotip:** és un microorganisme infecciós classificat segons els antígens presents a la seva superfície cel·lular. Els serotips permeten diferenciar organismes pel que fa a subespècie. Així, un determinat serotip és una subpoblació d'un microorganisme infecciós que es diferencia d'altres subpoblacions de la mateixa espècie mitjançant proves serològiques (estudi que permet comprovar la presència d'anticossos a la sang).

¹³ **Ureasa:** és un enzim que catalitza la hidròlisi d'urea a diòxid de carboni i amoníac: $(\text{NH}_2)_2\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{NH}_3$

¹⁴ **Zoonosis:** qualsevol patògen que es transmet de forma natural d'animals a humans i viceversa.

❖ **Salmonel·losis**

Es tracta d'una malaltia no contagiosa de transmissió alimentària, en especial produïda per aliments d'origen animal, com són les carns crues, ous crus o poc cuits, productes làctics sense pasteuritzar, o fruites i verdures irrigades amb aigua contaminada per aquest bacteri. Solen aparèixer brots a escoles infantils, restaurants i residències d'ancians.

Els microorganismes que arriben a l'intestí es troben amb dos mecanismes de defensa; la rapidesa del trànsit intestinal i la flora bacteriana normal. Els que aconsegueixen vèncer aquestes defenses s'adhereixen a les mucoses i produeixen un patró secretor (diarrea aguda) o un invasor (febre estènica, tifoide o paratifoide).

El període d'incubació (el temps entre l'exposició i la malaltia) pot oscil·lar de 6 hores a sis dies. Entre els possibles símptomes de la infecció per salmonel·la s'inclouen diarrea, còlics estomacals, febre, nàusees, vòmits, calfreds, mal de cap i sang a la femta.

Els signes i símptomes de la infecció per salmonel·la poden romandre des de pocs dies a una setmana. La diarrea pot durar fins a deu dies, però és possible que passin diversos mesos abans que els intestins tornin a la deposició de femta habitual.



Figura 22 Salmonella

2.1.6.5 *Escherichia coli*

Escherichia coli és un bacteri oxidasa negatiu, catalasa positiu, anaeròbic facultatiu, fermentador de glucosa i lactosa, fimbriat i mòbil mitjançant flagels peritrics.

Aquest bacteri és un membre de la família *Enterobacteriaceae*, i forma part de la microbiota del tracte gastrointestinal d'animals homeotèrmes (comensal), com ara l'ésser humà.

Junt amb altres organismes, és essencial pel correcte funcionament del procés digestiu ajudant a l'absorció de nutrients, i a més participa en la producció de vitamines B i K, tot i que aquests bacteris poden arribar a produir infeccions a pacients immunocompromesos.

S'han descrit diverses soques que han adquirit elements genètics o mutacions que les han convertit en organismes patògens. Les soques associades a infeccions gastrointestinals són denominades *E.coli Intestinals*, mentre que les associades a infeccions en altres aparells i sistemes, com per exemple, el tracte urinari, sanguini i nerviós, són denominades *E. coli Patogèniques Extraintestinals (ExPEC)*. *E.coli* s'ha convertit en un bacteri patògen de gran rellevància per a l'ésser humà a causa de l'alta morbiditat i la gran varietat de símptomes i quadres clínics associats a les infeccions per aquest microorganisme.

Al laboratori, sovint s'utilitza *Escherichia coli* com un organisme model perquè disposa d'una alta velocitat de creixement, té pocs requisits nutricionals i ha estat àmpliament estudiada. A més, aquest bacteri es fa servir en experiments de genètica i biologia molecular per l'elevada flexibilitat de l'estructura del seu genoma.

- ***Escherichia coli* K12**

Frederick R. Blattner, del Projecte Genoma d'*E. coli* al Laboratori de Genètica de la Universitat de Wisconsin-Madison, va ser un dels primers líders de la revolució de la genòmica el qual va ser el primer a proposar seqüenciar tot el genoma d'un organisme.



Figura 23 *Escherichia coli* K12

Aquesta soca va ser seqüenciada pel laboratori de Blattner perquè s'aproxima a *E.coli* de tipus salvatge, i s'ha mantingut com una soca de laboratori amb una manipulació genètica mínima.

Aïllada originalment l'any 1922 d'un pacient amb diftèria, la soca d'*E.coli* seqüenciada per l'equip de Blattner va guanyar protagonisme com a organisme experimental el 1945, quan es va utilitzar en el descobriment de la transferència espontània de gens o el sexe bacterià. Com a resultat, la soca, coneguda com a K-12, es va adoptar universalment per a treballs fonamentals en bioquímica, genètica i fisiologia. Actualment, s'usa com a fàbrica viva per produir insulina humana i altres medicaments.

- ***Escherichia coli DH5α***

Les cèl·lules DH5-Alpha són cèl·lules d'*E. coli* dissenyades pel biòleg nord-americà Douglas Hanahan per maximitzar l'eficiència de transformació. Les cèl·lules són competents i sovint s'utilitzen amb transformació de clorur de calci per inserir el plasmidi desitjat. Un estudi de quatre mètodes de transformació



Figura 24 *Escherichia coli* DH5α

i sis soques de bacteris va demostrar que la més eficient era la soca DH5 amb el mètode Hanahan¹⁵.

2.1.6.6 *Stenotrophomonas maltophilia*

Bacteri aeròbic, no fermentador de lactosa, i oxidasa negatiu. Es troba àmpliament difós al medi ambient i es tracta d'un patògen humà oportunista multiresistent, especialment del tracte respiratori.

¹⁵ **Mètode Hanahan:** La transformació química és un mètode molt eficient i utilitzat habitualment per transformar *Escherichia coli* amb DNA plasmidi. Aquest procediment genera cultius competents de *E. coli* que es poden transformar a altes freqüències.

Es troba en hàbitats aquosos, rizosferes vegetals¹⁶, animals, aliments i fonts d'aigua. Forma biofilms que li permeten fer front a les defenses de destrucció immunitàries humanes, evadir l'activitat de la majoria d'antibiòtics fins a mil vegades més i colonitzar i reproduir-se en ambients extrems per altres bacteris com poden ser solucions desinfectants, material asèptic d'hospitals, transbordadors espacials, etc. Sovint, els biofilms són polimicrobians i contenen altres organismes que es beneficien de les mateixes avantatges.

Les patologies que produeix amb major freqüència són infeccions del tracte respiratori i bacterièmia¹⁷ a pacients portadors de catèters venosos centrals, però altres quadres clínics que pot generar són cel·lulitis, abscessos cutanis, ectima gangrenós, queratitis, escleritis, endoftalmitis, dacriocistitis, infeccions del tracte urinari, meningitis, endocarditis, colangitis, peritonitis, artritis sèptica, etc.

La seva capacitat de causar infeccions en pacients immunocompromesos o amb malalties pulmonars inflamatòries preexistents com la fibrosi quística, de reproduir-se en pacients sotmesos a un tractament previ amb antibiòtics d'ampli espectre (infeccions nosocomials), i en superfícies de dispositius mèdics, atorga a aquest bacteri un elevat índex de mortalitat.

Per una banda, és resistent als antibiòtics aminoglucòsids, a les quinolones¹⁸, i als betalactàmics, ja que compta amb dues betalactamases¹⁹ de classe A (que s'inhibeix amb àcid clavulànic) i de classe B (que inactiva carbapenèmics²⁰, però que pot ser inhibida amb aztreonam²¹).

¹⁶ **Rizosfera:** Part del terra immediata a les arrels.

¹⁷ **Bacterièmia:** És la presència de bacteris a la sang. La sang és normalment un medi estèril, per tant, la detecció de bacteris indica que hi ha una infecció. Aquest concepte no s'ha de confondre amb el de sèpsia, que fa referència a la resposta inflamatòria sistèmica que té lloc davant d'una infecció. A la coexistència de sèpsia i bacterièmia se l'anomena septicèmia.

¹⁸ **Quinolones:** grup d'agents quimioterapèutics (agents amb activitat antimicrobiana amb toxicitat selectiva) sintètics, és a dir, que no són produïts per microorganismes, a diferència dels antibiòtics.

¹⁹ **Betalactamasa:** és un enzim, produït per alguns bacteris, responsable de la resistència d'aquests davant l'acció d'antibiòtics betalactàmics com les penicil·lines, les cefalosporines, monobactàmics i carbapenèmics. Tots aquests antibiòtics tenen un element en comú dins de la seva estructura molecular anomenat anell betalactàmic, un anell químic de quatre àtoms.

²⁰ **Carbapenèmics:** tipus d'antibiòtic betalactàmic d'ampli espectre d'activitat bactericida i molt resistents a les betalactamases.

²¹ **Aztreonam:** antibiòtic betalactàmic d'espectre reduït resistent a les betalactamases generades per bacteris Gram-negatius aerobis.

A més, disposa de bombes d'expulsió activa i d'una membrana externa permeable que li confereixen resistència d'alt grau enfront dels fàrmacs anomenats anteriorment.

Per altra banda, és sensible a antibiòtics com el cortimoxazol, la rifampicina, la tigeciclina, la colistina, i sol tenir sensibilitat parcial enfront algunes tetraciclines i quinolones.

Stenotrophomonas maltophilia es reconeix cada cop més com un patogen oportunista important en entorns hospitalaris de tot el món, sent la preocupació més greu la propagació global de soques resistents a múltiples antibiòtics. Els estudis epidemiològics són crucials per identificar soques clínicament rellevants i per prendre decisions sanitàries fonamentals.

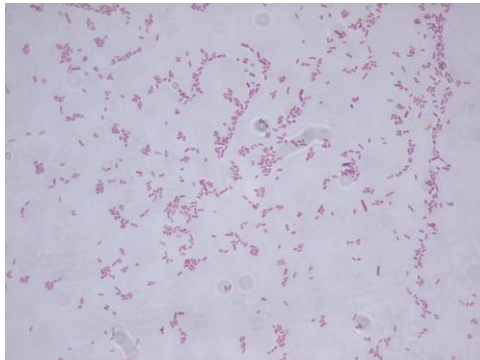


Figura 25 *Stenotrophomonas maltophilia*

2.2 Productes per a la neteja de mans

2.2.1 Introducció

Els antimicrobians es tracten de substàncies químiques que impedeix el desenvolupament o afavoreixen la mort d'un microorganisme.

Hi ha diversos tipus d'antimicrobians:

- **Desinfectants**

Són les substàncies més efectives en l'eliminació de tota mena de gèrmens, destruint-los o suprimint la seva viabilitat microbiana deixant-los en nivells que no són nocius per a l'ésser humà. No obstant això, el seu caràcter nociu per a la salut humana fa que siguin utilitzats únicament sobre superfícies inertes.

Exemple: hipoclorit de sodi.

- **Antisèptics**

Són substàncies que prevenen el creixement i el desenvolupament dels microorganismes sense matar-los necessàriament. Redueixen i controlen la presència de gèrmens potencialment patògens, és a dir, que a diferència dels antibacterians, no només actuen sobre els bacteris, sinó també sobre virus i fongs. Són aplicables sobre la pell o mucoses dels humans i animals.

Exemple: alcohol, peròxid d'hidrogen, compostos de iode, clorhexidina i compostos de mercuri.

- **Antimicrobians d'ús clínic-terapèutic**

Són drogues capaces de reduir i controlar la presència de gèrmens que han envaït els teixits d'un individu. Hi ha una àmplia diversitat de famílies i grups d'antimicrobians d'interès clínic, entre els quals es troben els antivirals, antifúngics, antiparasitaris i antibacterians.

- ***Antibacterians***

Es tracta de productes que, tal com indica el seu nom, tenen la funció d'eliminar bacteris o, almenys, inhibir-ne o alentir-ne la reproducció.

Els agents antibacterians es poden subdividir en agents *bactericides*, que maten els bacteris, i agents *bacteriostàtics*, que alenteixen o aturen el creixement bacterià.

Els mecanismes pels quals els compostos amb activitat antibacteriana inhibeixen el creixement o causen la mort dels bacteris són molt variats, i depenen de les dianes afectades.

2.2.2 Gels Hidroalcohòlics

2.2.2.1 Conceptes bàsics sobre els efectes de l'alcohol a bacteris

Els desinfectants antibacterians són solucions d'alcohol, sigui etílic o isopropílic.

Els alcohols poden actuar sobre les membranes biològiques principalment de tres maneres: alterant la fluïdesa de la membrana, produint deshidratació, o interactuant directament amb les proteïnes de la membrana produint la seva desnaturalització.

En els bacteris, les proteïnes que els formen estan compostes per aminoàcids units entre si, formant cadenes que s'enrotllen d'una manera determinada, donant lloc a un tipus determinat d'aquestes biomolècules amb una funció definida.

Aquestes es troben tant a les membranes compostes per greixos i molècules d'aigua com en el citoplasma, i controlen gairebé tots els processos vitals del bacteri, com són el seu metabolisme, reproducció, protecció i moviment.

Les molècules d'alcohol són amfòfiles, és a dir, contenen un extrem hidrofílic (hidroxil) soluble en aigua i un hidròfob que la repel·leix i té afinitat amb els lípids (lipofílic), de manera que poden reaccionar amb altres molècules polars. Tot i això, els efectes a escala molecular dels alcohols depenen de les seves diferències estructurals, és a dir, si són de cadena curta com l'etanol (solubilitat) o llarga (limitada solubilitat).



Figura 26 Extrem hidrofílic i hidròfob de la molècula d'alcohol

A causa de la seva part hidròfoba, l'alcohol interacciona amb les regions hidrofòbiques de lípids i proteïnes, alterant d'aquesta manera les seves funcions i, com a conseqüència, causant canvis significatius en les membranes biològiques per la modificació de la seva interacció amb les biomolècules.

A causa del fet que les membranes dels bacteris estan compostes per lípids, aigua i proteïnes, les molècules d'alcohol poden unir-se a elles i trencar-les, augmentant la seva solubilitat i alterant la seva fluïdesa. D'aquesta manera, a mesura que aquesta membrana es debilita i les molècules d'alcohol entren a l'interior de la cèl·lula, les proteïnes que controlaven tots els seus processos es dissolen, trencant les seves estructures úniques a mesura que els seus aminoàcids s'enllacen amb les molècules d'alcohol, procés anomenat desnaturalització.

2.2.2.2 Composició bàsica dels gels hidroalcohòlics

Encara que la base és similar, no tots els gels hidroalcohòlics són iguals; els diferents fabricants incorporen diversos components per a modificar la densitat o viscositat. A més, inclouen en les seves formulacions ingredients per a contrarestar els efectes negatius sobre la pell, sobretot l'agressió i deshidratació de les mans, com pentanol, glicerina, àloe vera o propilenglicol, i fins i tot, olis essencials per a potenciar l'efecte desinfectant, com l'arbre del te, o extractes de plantes beneficiosos per a la pell.

L'alcohol més utilitzat és l'etanol, o alcohol etílic, però poden utilitzar-se altres com el propílic isopropílic o el propanolol.

L'OMS recomana dues formulacions principals de gel desinfectant: Etanol 80% i Isopropanol o 2-Propanol 75%.

Tot i això, habitualment, la formulació dels gels hidroalcohòlics inclou una mescla d'alcohol i aigua en una proporció al 70% de contingut alcohòlic, encara que pot oscil·lar entre el 60-90%.

2.2.3 Sabons

2.2.3.1 Conceptes bàsics sobre els efectes del sabó en bacteris

Les nostres mans tenen greixos i olis naturals que les protegeixen davant les activitats diàries. Els gèrmens poden adherir-se a aquestes substàncies de la nostra pell, i netejar-se només amb aigua no és suficient per a desenganxar-los de la superfície de les nostres cèl·lules, ja que l'oli i l'aigua no es barregen, per tant, necessitem un "intermediari" que ajudi a desenganxar-los: el sabó.

En realitat el sabó no mata als gèrmens, sinó que amb el rentat de mans, els eliminem i trenquem de la següent manera:

La molècula de sabó està constituïda per un cap hidròfil (que manté afinitat amb l'aigua) i una cua hidròfoba i lipòfila (que repel·leix l'aigua i és afí amb els lípids), la qual cosa significa que repel·leix l'aigua i atrau els lípids.

Les membranes dels bacteris estan constituïdes per lípids que embolcallen el material genètic i el protegeixen davant possibles amenaces.

Les molècules de sabó, suspeses i dispersades en l'aigua, interactuen amb altres molècules en la solució, de manera que acoblant-se a elles formen petites bombolles anomenades micel·les. La part hidròfoba del sabó interactua amb les membranes dels gèrmens, mentre que la part hidròfila es manté en contacte amb l'aigua, de tal manera que el sabó solubilitza les molècules insolubles en aquesta substància. Les forces d'atracció entre les molècules de sabó i l'aigua són tan intenses que desprenen el greix de les superfícies, rodejant-les amb molècules de detergent.

A causa de la fricció que generem amb el fregament que produïm en rentar-nos les mans, trenquem les membranes que embolcallen els gèrmens, de manera que el seu material genètic surt a l'exterior, produint així la seva erradicació i desactivació.

2.2.3.2 Composició bàsica dels sabons i procés de saponificació

La reacció química que dona lloc a la producció de sabó s'anomena saponificació. Es basa en la unió d'un triglicèrid amb tres molècules d'una substància base forta, la qual pot ser sosa càustica (NaOH) o hidròxid de potassi (KOH). A partir d'aquesta combinació, es produeix un procés d'hidròlisi en el qual, els enllaços amb el radical hidrocarbonat del triglicèrid es trenquen i s'uneixen amb l'alcohol obtingut a partir de l'alliberació dels ions hidroxílics de la base, constituent d'aquesta manera la glicerina. Els àtoms metàl·lics de la base passen a formar part de l'anterior triglicèrid, obtenint sals d'àcids grassos, és a dir, sabons.






Figura 27 Saponificaci3n.

2.2.4 Productes higiènics utilitzats

2.2.4.1 Gels Hidroalcohòlics

Per la tria dels gels hidroalcohòlics s'ha tingut en compte el percentatge de concentració en massa d'alcohol i la presència d'olis essencials i altres components aromàtics.

Gel	Nom	% Alcohol	Altres Components	Característiques	Imatge
A	<p><u>SOFTALIND</u> <u>VISCORUB</u> Antiséptico alcohólico para piel sana</p>	<p>76,7%: 55,7% d'Etanol 21% de Propan-1-ol</p>	<p>Agua, MEK (butanona), Glicerina, Isopropil Miristrato, Cetearil Etilhexanoato, Tetrahidroxipropil etilendiamina, Octildodecanol, Acrilatos/C10-30 Alquiacilato crosspolímero, Bisabolol.</p>	<p>És utilitzat a l'Hospital Residència Sant Camil de Sant Pere de Ribes.</p>	
B	<p><u>HANSAPLAST</u> Gel antiséptico para manos</p>	<p>65,4% d'alcohol etílic</p>	<p>Clorur de benzalconi 0,1%, Excipients c.p.s 100%.</p>		

C	<p><u>ABOSAN</u> <i>Solució higienizante hidroalcohòlica</i></p>	<p>70% d'alcohol denat</p>	<p><i>Aqua, Glycerin, Melaleuca Viridiflora Leaf Oil, Citrus Limon Peel Oil, Limonene, Citral.</i></p>	<p>100% natural.</p>	
---	--	---	---	----------------------	---

2.2.4.2 Sabons

Per la tria dels sabons s'ha tingut en compte principalment la presència d'actius antisèptics i perfums.

Sabó	Nom	Actiu antibacterià	Altres Components	Característiques	Imatge
A	<u>DELIPLUS</u> <i>Jabón de manos dermoprotector</i>	1,2-Hexanediol, Sodium Benzoate, Benzoic Acid, Phenoxyethanol.	Aqua, Sodium Laureth Sulfate, Sodium Chloride, Cocamidopropyl Betaine, Glycerin, Gossypium Herbaceum Seed Oil, Tocopheryl Acetate, Citric Acid, Styrene/Acrylates Copolymer, Cocamidopropylamine Oxide, Coco-Glucoside, Parfum, Sodium Hydroxide, Polysorbate 80, Decylene Glycol, 1,2-Hexanediol, Hexyl Cinnamal, Sodium Benzoate, Benzoic Acid, Phenoxyethanol.	Conté extracte de Vitamina E, Cotó i ingredients actius que ajuden a mantenir la pell neta i cuidada. pH neutre per la pell.	
B	<u>GENOCUTÁN</u> <i>Jabón líquido dermatológico</i>	Triclosan, Alcohol, Benzyl Alcohol, Clorphenesin, Sodium Benzoate.	Aqua, TEA-Lauryl Sulfate, Sodium Laureth Sulfate, Cocamide DEA, Glycerin, Sodium Chloride, Cocamidopropyl Betaine, Alcohol, Citric Acid, Triclosan, Benzyl Alcohol, Clorphenesin, Etindronic Acid, Ethoxydiglycol, Sodium Benzoate, Phosphorous Acid, Caramel, Parfum, Linalool.	Neutralitza les males olors. Higiene i protecció d'ús diari. Apte per a tota mena de pell per la seva alta tolerància cutània. El seu pH 5.5 evita la irritació del mantell lipídic i enforteix la funció barrera natural, protegint les defenses naturals de la pell.	


C	<i>Jabón líquido</i> <u>BEGOBAÑO</u>	Sodium Benzoate, Potassium Sorbate, Phenoxyethanol.	Aqua, Sodium Laureth Sulfate, Sodium Chloride, Cocamide DEA, Cocamidopropyl Betaine, Glycerin, Sodium Benzoate, Potassium Sorbate, Tetrasodium Glutamate Diacetate, Phenoxyethanol, Citric Acid, Calcium Sulfate, Magnesium Chloride, Potassium Chloride, Calcium Chloride, Sodium Hydroxide.	Sense perfum ni colorant.	
				pH 5.5	
				És utilitzat a l'Hospital Residència Sant Camil de Sant Pere de Ribes.	



Figura IMP-0 Productes higiènic utilitzats

3. Experimentació

El bloc pràctic d'aquest treball de recerca consta de dues parts experimentals.

En primer lloc, una comparativa de tres gels hidroalcohòlics i tres sabons sintetitzats per diferents laboratoris, i la valoració de la seva eficàcia en el que respecta a l'eliminació dels microorganismes que habiten a la superfície de les nostres mans.

En segon lloc, un estudi dels diversos factors a tenir en compte a l'hora del rentat de mans, els quals venen a ser el mode de rentat, la quantitat de producte aplicat, el mètode d'assecat, i el temps del procés.

3.1 Primera part experimental: Comparativa de productes

L'objectiu d'aquesta part experimental és esbrinar quina és la millor composició dels gels i sabons que utilitzem diàriament, i a la vegada, saber quina d'aquestes dues menes de productes higiènics és més eficaç a l'hora d'eliminar bacteris a les nostres mans.

La comparativa d'aquests productes ha estat realitzada mitjançant dos mètodes diferents:

Mètode A): A partir de la presa de mostres bacterianes de les mans, en plaques d'agar, de les persones objecte d'estudi, després del seu rentat amb els productes higiènics seleccionats.

Mètode B): Mitjançant la realització del mètode Kirby-Bauer (antibiogrames) per determinar l'eficàcia antisèptica dels sis productes higiènics seleccionats enfront de bacteris amb diferent estructura (gram positius i gram negatius).

El mètode A va ser realitzat als laboratoris de l'Institut [*** *****], mentre que el mètode B es va dur a terme al Laboratori de Genètica Molecular Bacteriana de l'Institut de Biotecnologia i de Biomedicina (IBB), situat a Cerdanyola del Vallès.

3.1.1 A) Comparativa de productes a partir de la presa de mostres bacterianes de les mans de les persones objecte d'estudi després del seu rentat

3.1.1.1 Mostres

Les mostres utilitzades a l'experiment són els bacteris que es troben a la superfície de les nostres mans, en especial aquells que resisteixen davant l'aplicació de diversos mètodes higiènics.

Les persones voluntàries per a la presa de mostres van ser quatre, ja que es va repetir cada procés quatre vegades en total per obtenir més fiabilitat en els resultats. Per a tenir un major control de mostres, les quatre persones objecte d'estudi van ser sempre les mateixes.

3.1.1.2 El mètode de rentat

El mode de rentat, la quantitat de producte, i en el cas dels sabons, el temps de rentat i el mètode d'assecat, són estàndard en aquesta primera part experimental per així controlar únicament la variable desitjada, és a dir, la composició dels productes.

Mètode de rentat estàndard:

- Mode: Gencat (veure **Annex 1**)
- Quantitat de producte aplicat: 3ml
- Mètode d'assecat (sabó): Paper
- Temps (sabó): 45 segons

PRODUCTE	MOSTRES
Gel A	4
Gel B	4
Gel C	4
Sabó A	4
Sabó B	4
Sabó C	4
TOTAL	24

3.1.1.3 Procés experimental: Presa de mostres i implantació de microorganismes a les plaques amb medi.

Materials i utensilis

- Retolador permanent
- Encenedor Bunsen
- Placa petri
- Medi de cultiu
- Mostres
- Estufa de laboratori

Procés d'implantació de microorganismes a les plaques amb medi

- En primer lloc, és molt important crear una zona asèptica amb l'encenedor Bunsen per així controlar que els microorganismes que creixin al cultiu vinguin únicament de la mostra utilitzada. Per a evitar la contaminació d'aquest experiment durant la seva manipulació, es va treballar en tot moment sota la influència d'aquest aparell, mai sense ell.
- Abans de realitzar qualsevol procés, es va indicar a la cara inferior de la placa de petri, en la qual es troba el medi de cultiu, totes les dades necessàries per identificar el cultiu i poder realitzar un seguiment exhaustiu d'aquest, perquè en el cas que la tapa es perdés, es pogués saber d'on provenien els microorganismes. Els elements que apareixien eren: quina és la mostra i a què ha estat sotmesa, la zona d'on ha estat extreta, i el dia i l'hora en el que s'ha elaborat l'experiment.

- Posteriorment, les persones objecte d'estudi van recolzar els cinc dits i el palmell de la mà (després de la seva neteja d'acord amb el mètode establert en aquesta part experimental) a poc a poc al medi de cultiu, sense exercir gran pressió, per a traslladar els microorganismes que hi ha a la mà a un espai en el qual es poguessin controlar.
- A continuació es va tancar la placa. Només aleshores es va poder apagar l'encenedor Bunsen sense risc de contaminar l'experiment.
- Seguidament, per al desenvolupament de colònies de microorganismes en els cultius va ser necessari que aquests transcorreguessin 48 hores d'incubació en una estufa de cultiu a 37 °C, temperatura idònia per afavorir el seu creixement i reproducció.
- Un factor important que es va tenir en compte va ser la introducció de la placa a l'estufa sense destapar-la, per a no contaminar-la amb altres microorganismes de l'aire, i amb el medi de cultiu cap per avall, és a dir, a la part superior de la placa, per així evitar que es malbaratessin amb aigua, ja que, en posar-les a una temperatura més alta, el gas ambient de dins de la placa es condensa i les gotes d'aigua que queden a la tapa podrien arribar a caure al medi.
- Un cop passades les hores d'incubació, es va extraure el cultiu de l'estufa i es va deixar reposar fins que la seva temperatura s'equilibrés amb la del medi exterior.
- Finalment, es van observar i analitzar les colònies que havien crescut, la seva grandària i els canvis que s'havien produït en el cultiu.



Figura IMA-1 Retolació de les plaques



Figura IMA-2 Rentat de mans amb sabó



Figura IMA-3 Rentat de mans amb sabó



Figura IMA-4 Assecat de mans amb paper



Figura IMA-5 Implantació de microorganismes a les plaques amb medi



Figura IMA-6 Implantació de microorganismes a les plaques amb medi



Figura IMA-7 Exemple 1: Cultiu bacterià persona 1 - Primera part experimental - Mètode A - Gel A

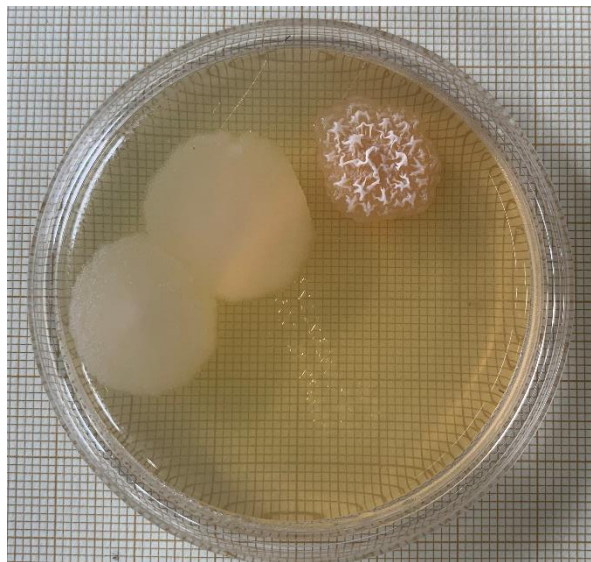


Figura IMA-8 Exemple 2: Cultiu bacterià persona 3 - Primera part experimental - Mètode A - Gel A

3.1.2 B) Comparativa de productes a partir de la realització d'antibiogrames

3.1.2.1 Mostres

Les mostres que es van utilitzar per a la realització dels antibiogrames són sis bacteris determinats, dos de tipus gram positiu i quatre de tipus gram negatiu.

GRAM POSITIU	GRAM NEGATIU
<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
<i>Staphylococcus arlettae</i>	<i>Salmonella</i>
	<i>Escherichia coli DH5α</i>
	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>

(Per a més informació, veure punt 2.1.6)

3.1.2.2 Procés experimental: Mètode Kirby-Bauer (antibiogrames)

Materials i utensilis

- Incubador de plaques
- Vòrtex
- Micropipeta
- Plaques fresques amb els bacteris a estudiar
- Plaques de LB
- Ampolles de cultiu de 100 mL
- Nanses d'inoculació (de Kölle)
- Solució de PBS (Phosphate Buffered Saline, pH 7.2)
- Discs de difusió
- Pincers de metall planes
- Tubs de 5 o 10 mL
- Productes higièncs que volem testar (gels i sabons)
- Patró de McFarland
- Hisops estèrils

Procediment de l'antibiograma

Dia 1

- En primer lloc, es va preparar una placa fresca amb els microorganismes a estudiar fent una estria en escocès.
- A continuació, es van dissoldre els gels i sabons més densos utilitzant aigua esterilitzada com a solvent. Pel que respecta a aquest treball, les dissolucions han estat realitzades de la següent manera:

Sabons	mL solut : mL solut + solvent	Gels Hidroalcohòlics	mL solut : mL solut + solvent
A	1:2	A	1 (Sense dissolució)*
B	1 (Sense dissolució)	B	1:4
C	1:2	C	1 (Sense dissolució)

* Es va realitzar una dissolució del producte, però aquest va patir un canvi de tonalitat (de transparent a blanquinós), de manera que, en suposar que la composició i les propietats de la substància havien canviat, aquest gel hidroalcohòlic va ser utilitzat en el seu estat original.

Dia 2

- Recordem que sempre que es destapa una placa amb colònies s'ha de fer en condicions d'esterilitat. Amb l'encenedor Bunsen, es va aconseguir que es formés un ambient d'esterilitat al voltant de la flama, de manera que es va treballar a prop d'aquest aparell.
- Primerament, es va preparar una suspensió de bacteris en PBS que tingués una terbolesa propera a la del nivell del patró 0.5 de l'índex de terbolesa de McFarland²².
- Mitjançant el vòrtex es va assegurar que la mostra bacteriana quedés ben dissolta.
- En segon lloc, un cop feta la suspensió, es va mullar completament un hisop estèril, eliminant l'excés de líquid a les parets del tub.

²² **Índex de terbolesa de McFarland:** els estàndards de terbolesa de McFarland s'usen com a referència en suspensions bacteriològiques per saber que el nombre de bacteris per mil·lilitre.

- A continuació, es va fregar la superfície d'una placa de medi nutritiu (LB) amb la suspensió de bacteris fins que va quedar sembrada homogèniament, de manera que l'endemà es va obtenir un cultiu confluent. (Sembra massiva o en gespa).
- Es va deixar assecar la placa durant 10 minuts amb la tapa lleugerament oberta. (Nota: Sempre al costat de la flama!)
- Un cop no hi quedava mostra líquida a la placa, es van col·locar amb pinces els discs de difusió de forma que estiguessin a la perifèria de la placa i equidistants. Es van pressionar suaument de forma que contactessin bé amb la superfície del medi de cultiu.
- Mitjançant una micropipeta es van impregnar els discs amb 10 µL dels productes higiènics que es volien testar.
- La placa es va deixar durant 20 minuts a temperatura ambient per a permetre la difusió del producte.
- A continuació, es van traslladar les plaques a la incubadora a una temperatura de 37 °C durant 24 hores.

Dia 3

- El dia 3 es va realitzar la lectura dels resultats; es va mesurar el diàmetre dels halos d'inhibició i es va fer la interpretació de les dades.

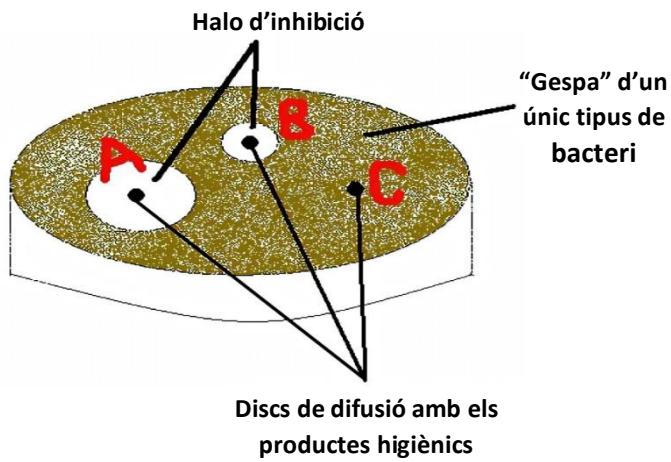


Figura 28 Parts de l'antibiograma.

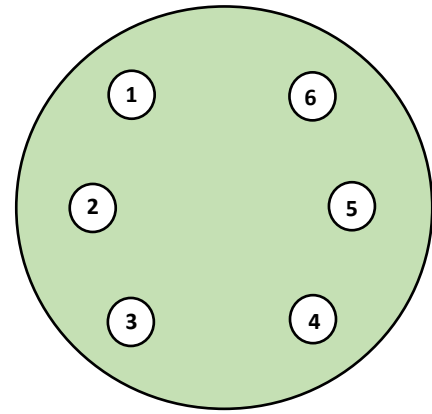


Figura IMB-0 Disseny de l'antibiograma de l'experiment: Gel A (1), Gel B (2), Gel C (3), Sabó A (4), Sabó B (5), Sabó C (6).



Figura IMB-1 Antibiograma Salmonella.

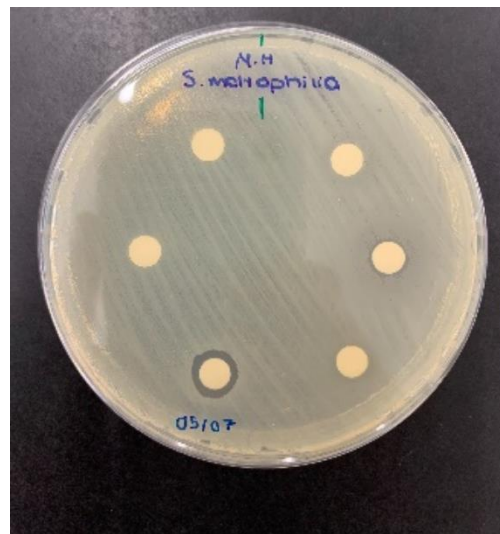


Figura IMB-2 Antibiograma S.maltophilia.

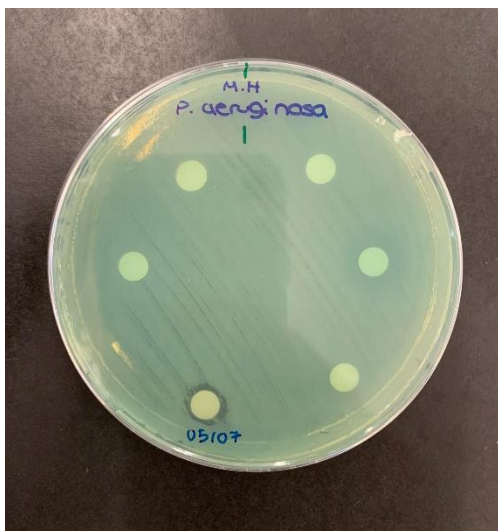


Figura IMB-3 Antibiograma P.aeruginosa.



Figura IMB-4 Antibiograma E.coli DH5α.



Figura IMB-5 Antibiograma *S.aureus*.



Figura IMB-6 Antibiograma *S.arlettae*.

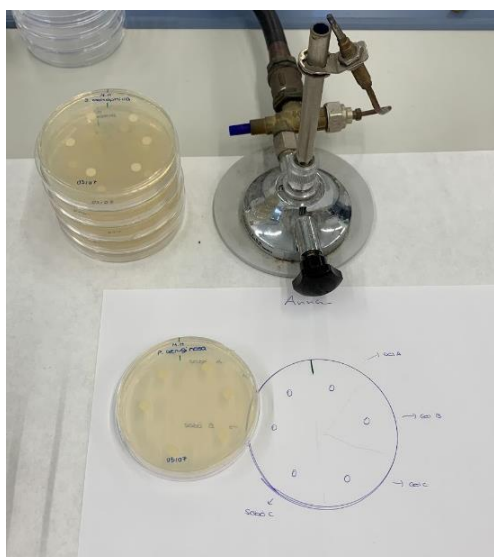


Figura IMB-8 Realitzaci3 dels antibiograms.



Figura IMB-9 Estria en escoc3s dels bacteris a estudiar.



Figura IMB-7 Realitzaci3 dels antibiograms.

3.2 Segona part experimental: Comparativa de les variables

A partir del resultat obtingut de la primera part experimental, és a dir, quin dels tres productes higiènics utilitzats de cada tipus ha estat més eficaç, es van estudiar els possibles factors del mètode de rentat de mans que afecten l'eficiència respecte a l'eliminació de microorganismes d'aquests productes higiènics, per així obtenir les variables ideals a tenir en compte durant el rentat de mans.

Per aconseguir resultats concrets únicament es va modificar la variable que es volia comprovar, mentre que la resta romanien constants.

Les variables constants van ser les mateixes establertes en el mètode estàndard inicial de la primera part experimental.

3.2.1 Mostres

Les mostres que es van utilitzar a l'experiment són els bacteris que es troben a la superfície de les nostres mans, en especial aquells que resisteixen davant l'aplicació de diversos mètodes higiènics.

Les persones voluntàries per a la presa de mostres van ser les quatre mateixes que les de la primera part experimental.

3.2.2 El mètode de rentat

El mode de rentat, la quantitat de producte, i en el cas dels sabons, el temps de rentat i el mètode d'assecat, han estat les variables que van canviar en aquesta segona part experimental, mentre que, a diferència de la primera fase, únicament es van utilitzar el gel i el sabó més eficaços d'entre els tres escollits inicialment.

En el cas dels sabons, les variables a tenir en compte a l'hora del rentat de mans que es van estudiar han estat:

- Mode

MODE	MOSTRES
Gencat (Annex 1)	4
Lliure	4
TOTAL	8

- Quantitat de producte aplicat

QUANTITAT DE PRODUCTE	MOSTRES
1ml	4
3ml	4
6ml	4
TOTAL	12

- Mètode d'assecat

MÈTODE D'ASSECAT	MOSTRES
Tovallola	4
Paper	4
Aire	4
TOTAL	12

- Temps

MODE	MOSTRES
15 segons	4
45 segons	4
90 segons	4
TOTAL	12

TOTAL DE MOSTRES	44
-------------------------	----

En el cas dels gels, els factors que es van tenir en compte han estat:

- Mode

MODE	MOSTRES
Gencat (Annex 1)	4
Lliure	4
TOTAL	8

- Quantitat de producte aplicat

QUANTITAT DE PRODUCTE	MOSTRES
1ml	4
3ml	4
6ml	4
TOTAL	12

TOTAL DE MOSTRES	20
-------------------------	----

3.2.3 Procés experimental: Presa de mostres i implantació de microorganismes a les plaques amb medi.

En aquest cas, el procés experimental va ser el mateix realitzat en el mètode A) de la primera part pràctica d'aquest treball.

4. Resultats de la recerca i anàlisi

4.1 Anàlisi de la primera part experimental

En aquest apartat es representen els gràfics dels resultats obtinguts de la primera part experimental amb la seva corresponent descripció.

En primer lloc, trobem els gràfics de la mitjana dels resultats obtinguts de la comparativa dels tres gels i els tres sabons a partir de la presa de mostres bacterianes de les mans de les persones objecte d'estudi. (Nota: en cas que es vulguin veure els gràfics dels resultats de cada persona analitzats individualment, anar a **Annex 2**); en segon lloc, els de la comparativa d'aquests productes a partir de la realització d'antibiogrames; i, en darrer lloc, la comparativa del gel i el sabó més eficaç d'entre els seus iguals per determinar d'aquesta manera quin d'aquests productes elimina la major part de la flora transitòria de les nostres mans.

4.1.1 A) Anàlisi de la comparativa de productes a partir de la presa de mostres bacterianes de les mans de les persones objecte d'estudi.

En les següents seccions hi trobem una gràfica on representa la mitjana de les mostres dels quatre individus, a partir de la qual és possible determinar quin dels tres gels i sabons estudiats ha resultat ser el més eficaç.

4.1.1.1 Gel hidroalcohòlic

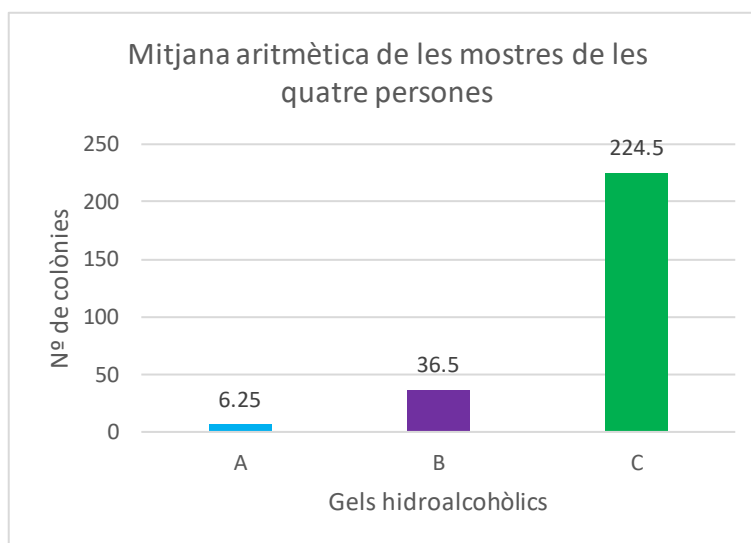


Figura A1-5

Figura A1-5 A partir d'aquesta gràfica, en la qual es troba representada la mitjana de les mostres del rentat de mans amb els tres tipus de gel hidroalcohòlic de les quatre persones objecte d'estudi, podem observar que el gel A és el que resulta més eficaç en la disminució de la quantitat de bacteris de les mans, ja que les mostres presenten un menor nombre de colònies bacterianes en comparació amb els altres dos gels. Tot i això, el gel B també ha demostrat ser eficaç en la reducció de la població bacteriana, a diferència del gel C, que presenta el nombre més elevat de colònies.

4.1.1.2 Sabó

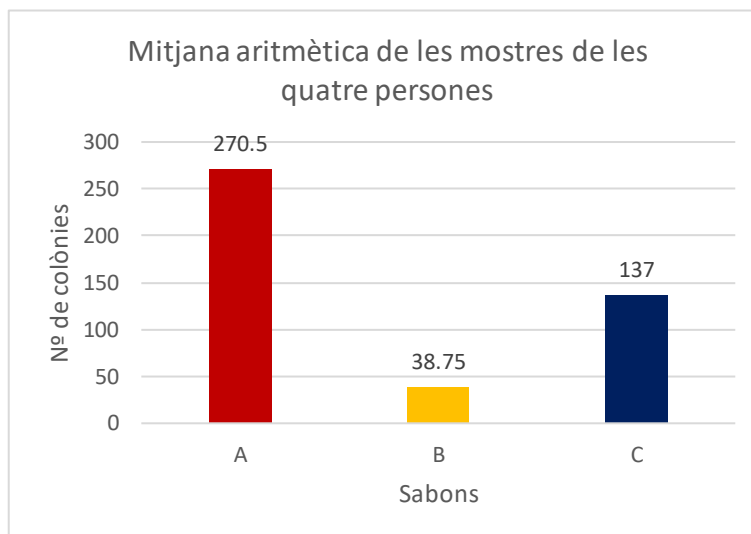


Figura A1-10

Figura A1-10 A partir d'aquesta gràfica, en la qual es troba representada la mitjana de les mostres del rentat de mans de les quatre persones objecte d'estudi amb els tres tipus de sabons, podem observar que el gel B és el que resulta més eficaç en la disminució de la quantitat de bacteris de les mans, ja que les mostres presenten un menor nombre de colònies bacterianes en comparació amb els altres dos sabons. En segona posició trobem al sabó B, de manera que el que ha demostrat tenir una menor eficàcia ha estat el sabó A.

4.1.1.3 Comparativa entre el gel i el sabó més eficaços.

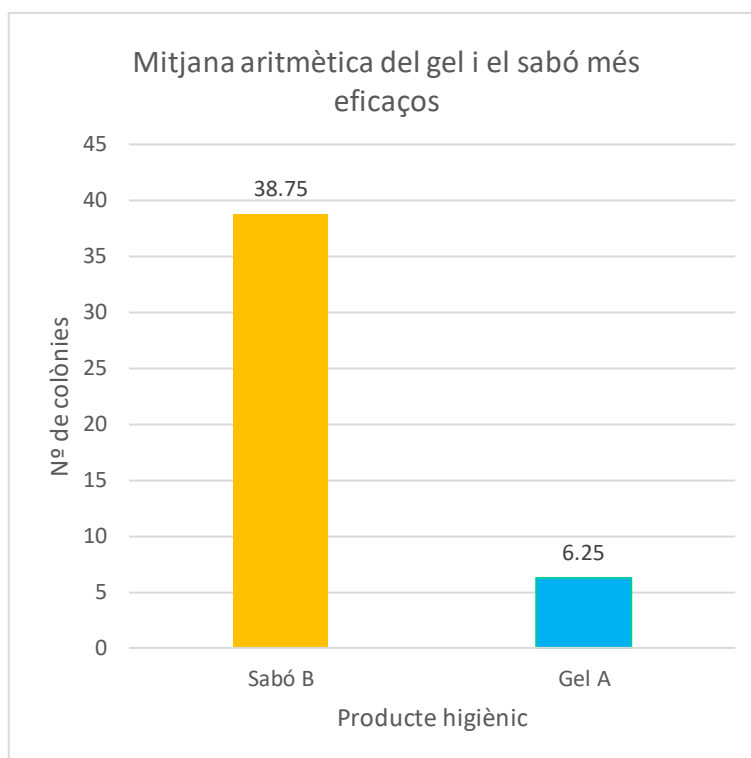


Figura A1-13

Figura A1-13 A partir d'aquesta gràfica, en la qual es troba representada la mitjana de les mostres del rentat de mans de les quatre persones objecte d'estudi amb el gel i el sabó més eficaços d'entre els seus iguals, podem determinar que el producte que elimina la major part de la flora transitòria de les nostres mans es tracta del gel hidroalcohòlic, ja que presenta un menor nombre de colònies bacterianes en comparació amb el sabó.

4.1.2 B) Anàlisi de la comparativa de productes a partir de la realització d'antibiogrames.

En les següents seccions hi trobem un gràfic on es mostren els resultats dels antibiogrames realitzats.

Les barres fan referència al diàmetre dels halos d'inhibició produïts per l'activitat dels gels hidroalcohòlics i els sabons.

A la part inferior del gràfic es mostra una taula on s'expressa el diàmetre de l'halo d'inhibició que creen els tres productes testats de cada tipus per a cadascun dels bacteris amb què s'ha treballat.

Recordem que l'experiment va ser realitzat amb bacteris gram positius (*Staphylococcus aureus* i *Staphylococcus arlettae*) i gram negatius (*Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella*, *Escherichia coli DH5α* i *Stenotrophomonas maltophilia*).

4.1.2.1 Gel hidroalcohòlic

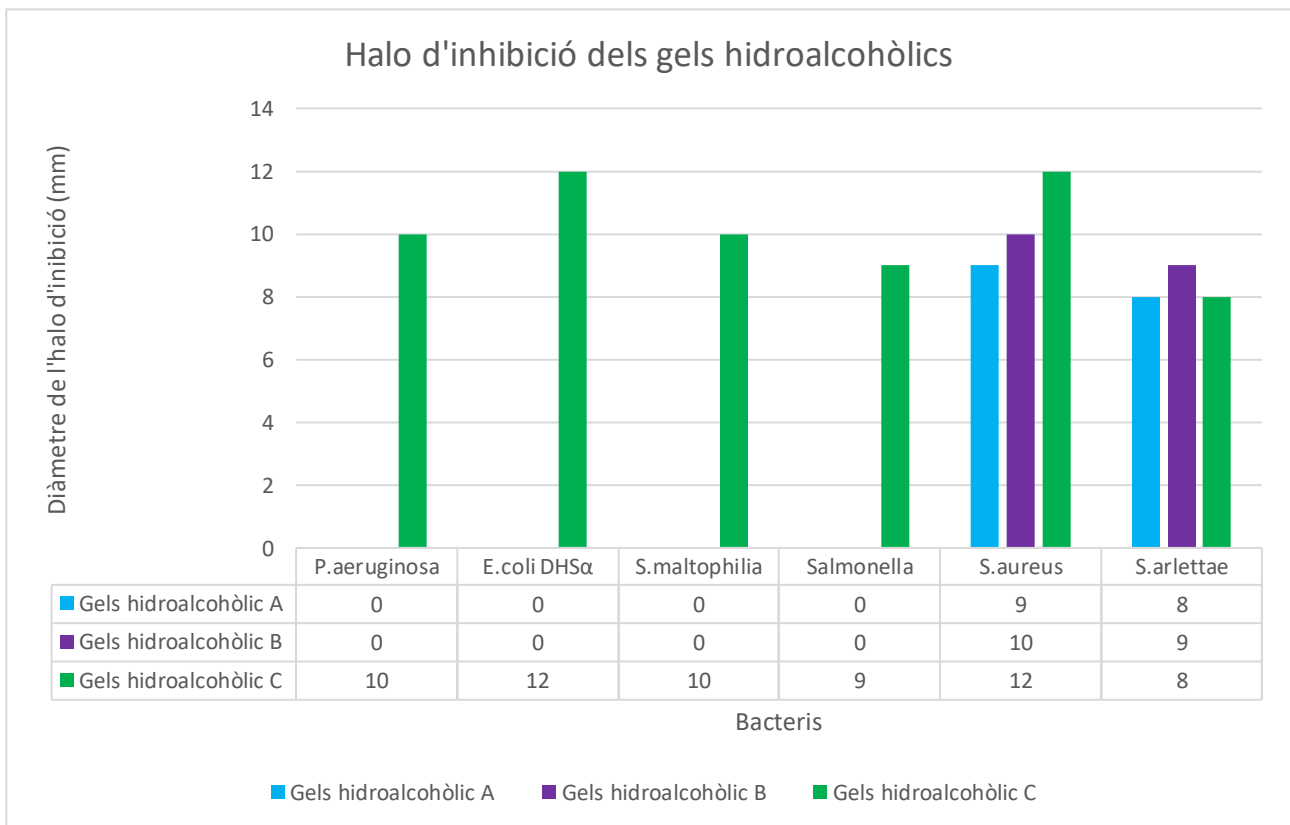


Figura A1-11

Figura A1-11

En aquesta gràfica s'observa amb claredat que el gel hidroalcohòlic C ha estat el més eficaç en l'eliminació de la població bacteriana, tant de bacteris gram negatius com gram positius, mentre que els gels A i B únicament han estat eficaços en bacteris gram positius.

Pel que respecta als bacteris gram negatius:

- *Pseudomonas aeruginosa* s'ha mostrat susceptible al gel C, el qual ha produït un halo d'inhibició de 10 mm.
- *Escherichia coli DH5α* s'ha mostrat susceptible al gel C, el qual ha produït un halo d'inhibició de 12 mm.
- *Stenotrophomonas maltophilia* s'ha mostrat susceptible al gel C, el qual ha produït un halo d'inhibició de 10 mm.
- *Salmonella* s'ha mostrat susceptible al gel C, el qual ha produït un halo d'inhibició de 9 mm.

Pel que respecta als bacteris gram positius:

- *Staphylococcus aureus* s'ha mostrat susceptible als gels A, B i C, els quals han produït un halo d'inhibició de 9, 10 i 12 mm respectivament.
- *Staphylococcus arlettae* s'ha mostrat susceptible als gels A, B i C, els quals han produït un halo d'inhibició de 8, 9 i 8 mm respectivament.

Si comparem aquesta gràfica amb la figura A1-5, els resultats són contradictoris. Per una banda, mitjançant el mètode experimental A) obtenim que el gel A és el que resulta més eficaç en la disminució de la quantitat de bacteris de les mans, ja que les mostres presenten un menor nombre de colònies en comparació amb els altres dos gels; en canvi, els resultats del mètode experimental B) suggereixen que el gel A és el que té menor activitat antibacteriana.

Per altra banda, mitjançant el mètode experimental A) obtenim que el gel C és el que resulta menys eficaç, ja que les mostres presenten un major nombre de colònies bacterianes; en canvi, els resultats del mètode experimental B) suggereixen que el gel C és el que té més activitat antibacteriana.

És important tenir en compte la densitat dels gels hidroalcohòlics. Per un costat, es va realitzar una dissolució dels productes més densos, els quals són els gels A i B, però en fer-ho, el gel A va patir un canvi de tonalitat (de transparent a blanquinós), de manera que, en suposar que la composició i les propietats de la substància havien canviat, aquest gel hidroalcohòlic va ser utilitzat en el seu estat original, la qual cosa va dificultar la seva difusió al disc.

Per altre costat, el gel hidroalcohòlic C disposa d'una densitat extremadament líquida, la qual cosa va causar l'efecte contrari al del cas anterior, és a dir, que es va estendre més enllà del disc.

D'aquesta manera vam poder determinar que el mètode Kirby-Bauer no és el més adient per comprovar l'eficàcia d'aquests productes.

4.1.2.2 Sabó

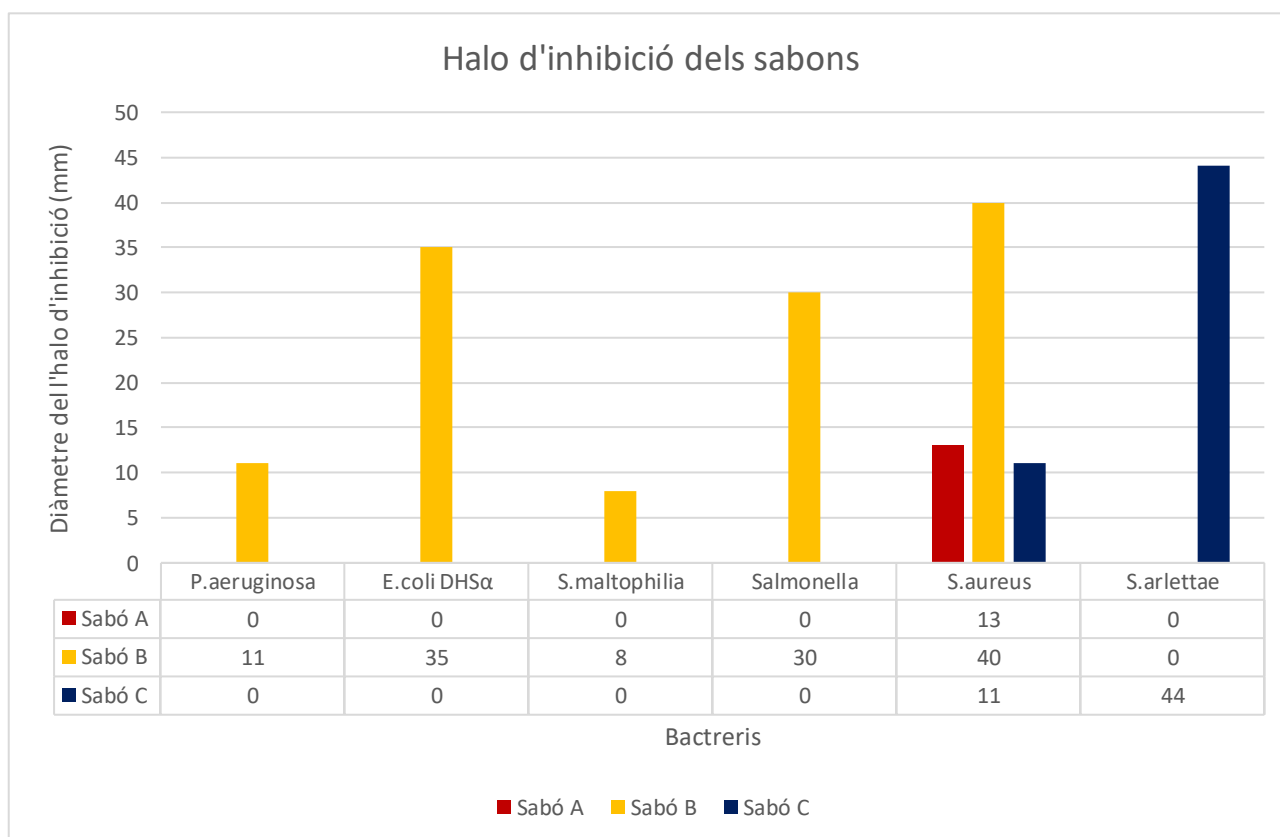


Figura A1-12

Figura A1-12

En aquesta gràfica s'observa amb claredat que el sabó B ha estat el més efectiu en l'eliminació de la població bacteriana, tant de bacteris gram negatius com gram positius (menys en el bacteri *Staphylococcus arlettae*), mentre que els sabons A i B únicament han estat efectius en bacteris gram positius.

Pel que respecta als bacteris gram negatius:

- *Pseudomonas aeruginosa* s'ha mostrat susceptible sabó B, el qual ha produït un halo d'inhibició d'11 mm.
- *Escherichia coli DH5α* s'ha mostrat susceptible sabó B, el qual ha produït un halo d'inhibició de 35 mm.
- *Stenotrophomonas maltophilia* s'ha mostrat susceptible al sabó B, el qual ha produït un halo d'inhibició de 8 mm.
- *Salmonella* s'ha mostrat susceptible al sabó B, el qual ha produït un halo d'inhibició de 30 mm.

Pel que respecta als bacteris gram positius:

- *Staphylococcus aureus* s'ha mostrat susceptible als sabons A, B i C, els quals han produït un halo d'inhibició de 13, 40 i 11 mm respectivament.
- *Staphylococcus arlettae* s'ha mostrat susceptible al sabó C, el qual han produït un halo d'inhibició de 44 mm.

Si comparem la mida del diàmetre dels halos d'inhibició que produeixen els gels a la figura A1-13 i els sabons en aquesta gràfica, podem dir que els sabons tenen una major activitat antimicrobiana, i que, per tant, són més efectius que els gels hidroalcohòlics. Tot i això, és important tenir en compte els inconvenients presents en l'antibiograma amb els gels hidroalcohòlics, ja que podien falsejar les nostres conclusions dels resultats experimentals.

4.2 Anàlisi de la segona part experimental

En aquest apartat es representen els gràfics dels resultats obtinguts de la segona part experimental amb la seva corresponent descripció, on es compara l'efecte de la modificació dels diversos factors del mètode de rentat de mans que afecten l'eficàcia del gel i el sabó seleccionats al final de la primera part experimental.

Primerament, trobem els gràfics de la modificació de la quantitat de producte i del mode de rentat de mans mitjançant l'ús del gel hidroalcohòlic més eficaç (A), i, en segon lloc, els de la modificació de la quantitat de producte, el mode de rentat, el temps de rentat i el mètode d'assecat després de l'ús del sabó més eficaç (B).

En cadascuna d'aquestes seccions hi trobem una gràfica on representa la mitjana de les mostres dels quatre individus, a partir de la qual és possible determinar la quantitat de producte, el mode de rentat, el temps de rentat i el mètode d'assecat més eficaços.

4.2.1 Gel hidroalcohòlic

4.2.1.1 Quantitat de producte

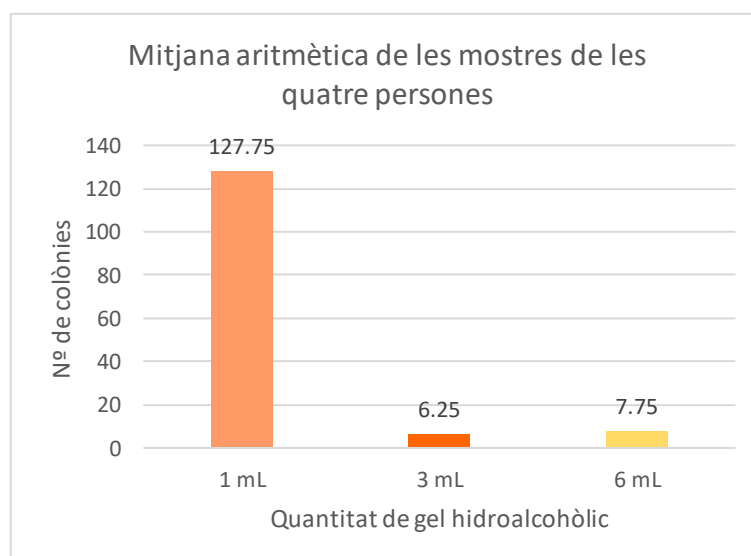


Figura A2-5

Figura A2-5 A partir d'aquesta gràfica, en la qual es troba representada la mitjana de les mostres del rentat de mans de les quatre persones objecte d'estudi amb diferents quantitats de gel hidroalcohòlic, podem observar que l'aplicació d'1 mL resulta poc eficaç en comparació amb l'aplicació de 3 i 6 mL de producte, d'entre els quals, tot i presentar valors molt similars, l'aplicació de 3 mL comporta la presència d'un menor nombre de colònies bacterianes.

4.2.1.2 Mode de rentat

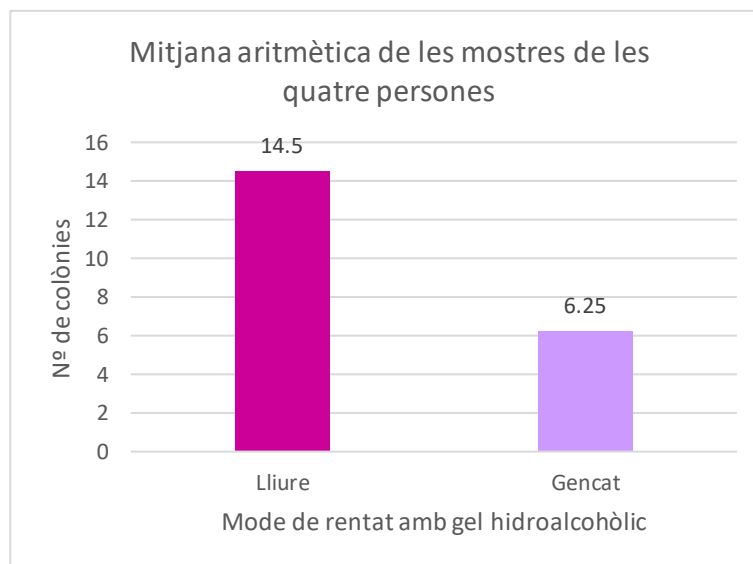


Figura A2-10

Figura A2-10 A partir d'aquesta gràfica, en la qual es troba representada la mitjana de les mostres del rentat de mans de les quatre persones objecte d'estudi amb el mode Gencat i amb el seu propi mode (Lliure), podem observar que l'ús del mode Gencat comporta un menor nombre de colònies bacterianes en comparació amb el rentat de mans a partir del mode lliure de cadascun dels individus, concretament menys de la meitat.

4.2.2 Sabó

4.2.2.1 Quantitat de producte

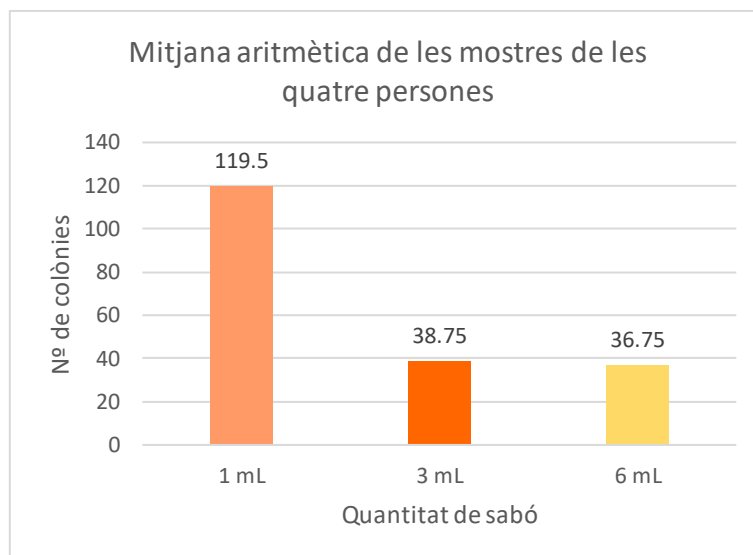


Figura A2-15

Figura A2-15 A partir d'aquesta gràfica, en la qual es troba representada la mitjana de les mostres del rentat de mans de les quatre persones objecte d'estudi amb diferents quantitats de sabó, podem observar que l'aplicació d'1 mL resulta poc eficaç en comparació amb l'aplicació de 3 i 6 mL de producte, d'entre els quals, tot i presentar valors molt similars, l'aplicació de 6 mL comporta la presència d'un menor nombre de colònies bacterianes.

4.2.2.2 Mode de rentat

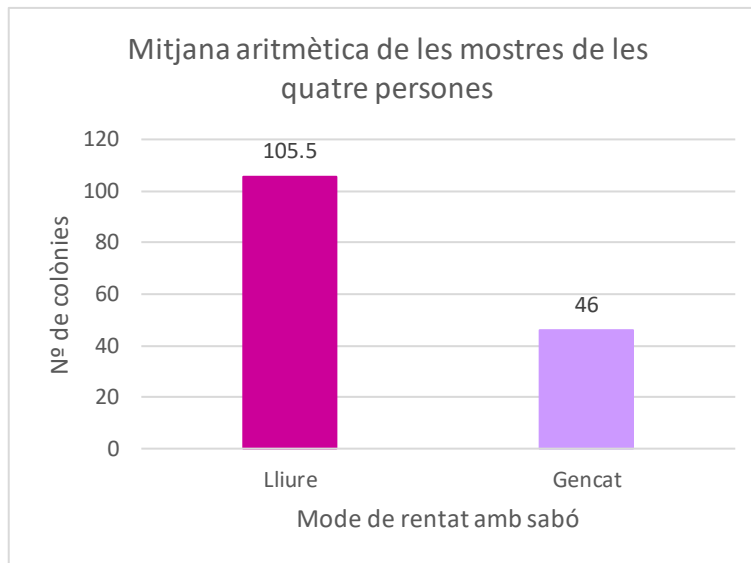


Figura A2-20

Figura A2-20 A partir d'aquesta gràfica, en la qual es troba representada la mitjana de les mostres del rentat de mans de les quatre persones objecte d'estudi amb el mode Gencat i amb el seu propi mode (lliure), podem observar que l'ús del mode Gencat comporta un menor nombre de colònies bacterianes en comparació amb el rentat de mans a partir del mode lliure de cadascun dels individus, concretament menys de la meitat.

4.2.2.3 Temps de rentat

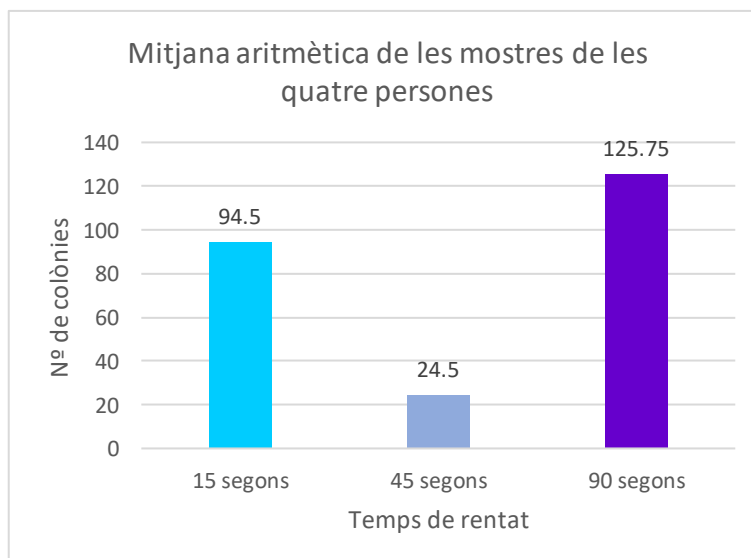


Figura A2-25

Figura A2-25 A partir d'aquesta gràfica, en la qual es troba representada la mitjana de les mostres del rentat de mans de les quatre persones objecte d'estudi amb diferents temps, podem observar que la realització d'aquest procés durant 45 segons resulta ser el més eficaç. En segona posició trobem els 15 segons de rentat, de manera que el temps que ha demostrat tenir una menor eficàcia han estat els 90 segons.

4.2.2.4 Mètode d'assecat

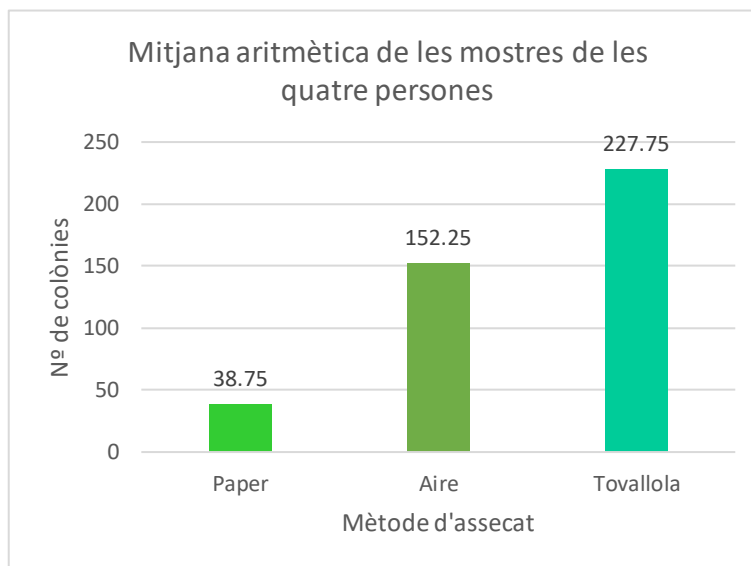


Figura A2-30

Figura A2-30 A partir d'aquesta gràfica, en la qual es troba representada la mitjana de les mostres després de l'assecat de mans de les quatre persones objecte d'estudi, podem observar que l'assecat amb paper resulta ser el més eficaç. En segona posició trobem l'aire, de manera que el mètode que ha demostrat tenir una menor eficàcia ha estat l'assecat amb tovallola.

4.2.3 Comparativa entre les variables en comú del gel i el sabó més eficaces

4.2.3.1 Mode de rentat

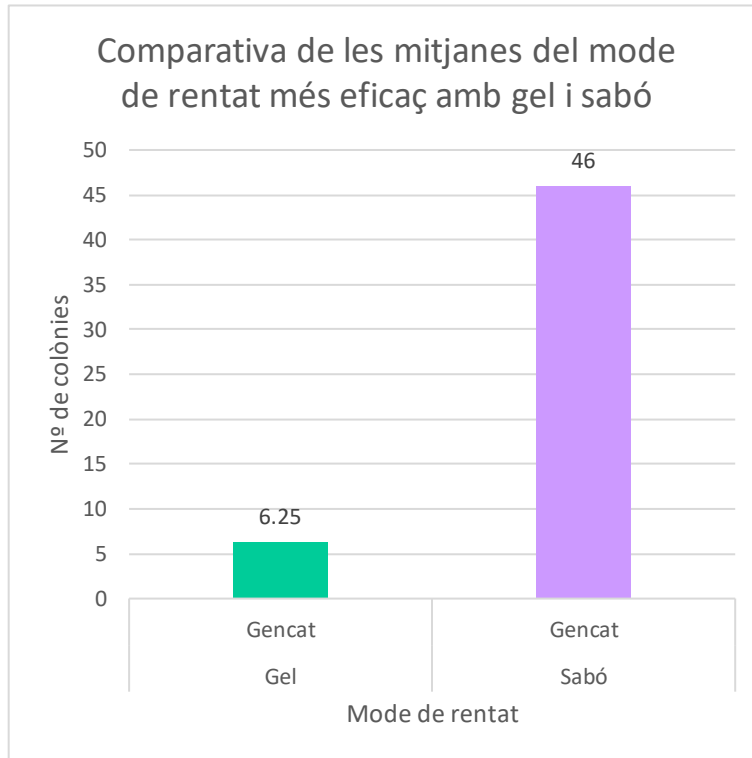


Figura A2-31

Figura A2-31 A partir d'aquesta gràfica, en la qual es troba representada la mitjana de les mostres del rentat de mans de les quatre persones objecte d'estudi mitjançant el mode de rentat més eficaç amb gel i amb sabó (mode Gencat), podem determinar que el producte que resulta més eficaç en l'eliminació de la major part de la flora transitòria de les nostres mans es tracta del gel hidroalcohòlic, ja que presenta un menor nombre de colònies bacterianes en comparació amb el sabó.

4.2.3.2 Quantitat de producte

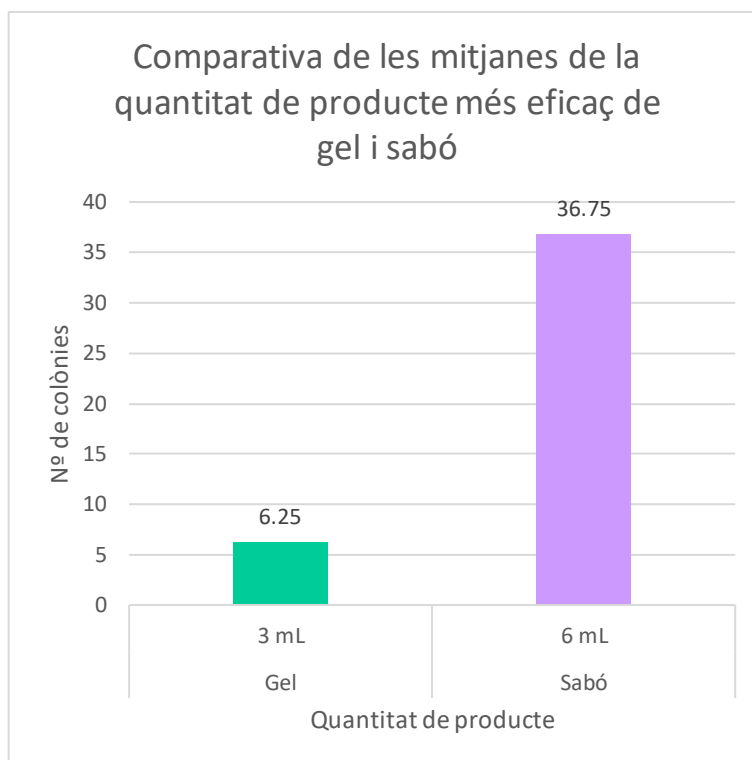


Figura A2-32

Figura A2-32 A partir d'aquesta gràfica, en la qual es troba representada la mitjana de les mostres del rentat de mans de les quatre persones objecte d'estudi amb la quantitat de producte més eficaç de gel (3 mL) i de sabó (6 mL), podem determinar que el producte que elimina la major part de la flora transitòria de les nostres mans es tracta del gel hidroalcohòlic, ja que presenta un menor nombre de colònies bacterianes en comparació amb el sabó.

5 Conclusions

A continuació, a partir dels resultats de l'experimentació i del seu corresponent anàlisi, ens és possible l'extracció de les conclusions d'aquest estudi i la comprovació de les hipòtesis inicials.

5.1 Conclusions de la primera part experimental

En primer lloc, a la primera part experimental, realitzar la comparativa dels gels i els sabons mitjançant dos mètodes diferents ha estat clau per a poder determinar quin d'aquests dos productes presenta una major eficàcia.

Pel que respecta al mètode A (*Presa de mostres bacterianes de les mans de les persones objecte d'estudi després del seu rentat*), hem pogut afirmar que el gel A (SOFTALIND VISCORUB) i el sabó B (GENOCUTÁN) han estat més eficaços en la disminució de la quantitat de bacteris de les mans, ja que les mostres presenten un menor nombre de colònies bacterianes en comparació amb els altres dos productes de cada tipus.

D'aquesta manera, en fixar-nos en la composició d'aquests dos productes, podem concloure que, per una banda, com major és el percentatge d'alcohol dels gels, major és la seva eficàcia, i, per altra banda, que els actius antibacterians del sabó B són els més efectius.

Un cop determinats el gel i el sabó més eficaços d'entre els seus iguals, podem determinar que el producte que elimina la major part de la flora transitòria de les nostres mans es tracta del gel hidroalcohòlic, ja que presenta un menor nombre de colònies bacterianes en comparació amb el sabó.

Tot i això, els resultats obtinguts del mètode B (*Comparativa de productes a partir de la realització d'antibiogrames*) difereixen amb els d'aquest primer mètode.

Per una banda, mitjançant el mètode experimental B, assolim que el gel A és el que té menor activitat antibacteriana.

Per altra banda, si comparem la mida del diàmetre dels halos d'inhibició que produeixen els gels (figura A1-13) i els sabons (figura A1-14), podem dir que els sabons tenen una major activitat antimicrobiana contra bacteris tant gram positius com gram negatius, i que, per tant, són més efectius que els gels hidroalcohòlics.

Recordem que és important tenir en compte els inconvenients presents en l'antibiograma amb els gels hidroalcohòlics a causa de la densitat d'aquests productes, els quals podrien haver modificat els resultats de l'experiment.

Aleshores, la hipòtesi inicial ***“Els sabons són més eficaços que els gels, és a dir, eliminen un major nombre de bacteris de la superfície de les nostres mans i ens proporcionen un major grau de neteja”*** és certa? O és falsa? A causa de la contradicció que els dos mètodes d'aquesta primera part experimental han presentat, no és possible determinar de manera verídica quin d'aquests productes és més eficaç, però aquí entra en joc la segona part del nostre experiment, la qual ens exposa l'efecte de les diverses variables a tenir en compte durant el rentat de mans, que al seu torn, donaran pas a la conclusió final d'aquest treball de recerca.

5.2 Conclusions de la segona part experimental

Primerament, parlem del gel hidroalcohòlic:

Per una banda, pel que fa a la quantitat de producte utilitzada en el rentat de mans, s'ha observat que l'aplicació de 3 mL de producte és el més eficaç, de manera que la hipòtesi **a)**, la qual afirma que com més quantitat de gel o sabó s'apliqui, menys bacteris hi haurà a la superfície de les mans després del seu rentat, no és veraç.

Per altra banda, s'ha comprovat que l'ús del mode Gencat comporta un menor nombre de colònies bacterianes en comparació amb el rentat de mans a partir del mode lliure de cadascun dels individus, de manera que podem dir que la hipòtesi **d)**, la qual afirma que els modes de rentat de mans propis als quals recorrem habitualment no proporcionen el màxim grau de neteja, és certa.

A continuació, parlem dels sabons:

Pel que respecta a la quantitat de producte, tot i que les mitjanes de les mostres després de l'aplicació de 3 i 6 mL de producte presenten valors molt similars, l'aplicació de 6 mL de sabó comporta la presència d'un menor nombre de colònies bacterianes, de manera que, en aquest cas, es verifica la hipòtesi **a)**.

A més, l'ús del mode Gencat en comparació amb el mode lliure dels individus també ha resultat més eficaç, per la qual cosa es reafirma la hipòtesi **d)**.

D'altra banda, realitzar el rentat de mans durant 45 segons ha resultat ser el temps més eficaç, de manera que podem dir que la hipòtesi **c)**, la qual afirma que com més temps duri el rentat de mans, menys bacteris hi haurà a la seva superfície, no és certa.

Finalment, l'assecat de mans amb paper resulta ser el més eficaç, mentre que amb tovallola el que menys, de manera que es verifica la hipòtesi **b)**, la qual afirma que la tovallola és el mètode d'assecat menys convenient.

Ara bé, comparant els resultats de la quantitat de producte i el mode de rentat dels gels i sabons, d'igual manera que succeeix al mètode A de la primera part experimental, el gel presenta major eficàcia que els sabons.

5.3 Conclusió final

Encara que com ja s'ha dit anteriorment, no és possible determinar de manera verídica quin d'aquests productes és més eficaç a causa dels resultats contradictoris de la primera part experimental, tenint en compte les variables que influencien en el rentat de mans en ambdós productes, arribem a la següent suposició:

La diferència entre els dos mètodes de la primera part experimental es basa en el fet que, en el A, no només estem testant el producte, sinó que aquest es veu afectat per les diverses variables que el rentat de mans implica, mentre que en el B, únicament treballem amb la variable de la composició dels diferents gels i dels sabons.

En la segona part experimental, tant en els gels com en els sabons s'ha tingut en compte les variables de la quantitat de producte i el mode de rentat, però les del temps i el mètode d'assecat han estat exclusives per als sabons, la qual cosa incita a pensar que aquesta diferència podria ser la causa de la contradicció entre els resultats del mètode de la primera part experimental.

Per aquesta mateixa raó, a tall de finalització d'aquesta investigació, com que no ha estat possible la verificació de la hipòtesi inicial, a partir de l'experimentació realitzada i l'anàlisi dels resultats obtinguts presento una nova hipòtesi:

“Els sabons, com a producte, són més eficaços que els gels hidroalcohòlics, és a dir, eliminen un major nombre de bacteris i ens proporcionen un major grau de neteja, però l'inevitable assecat de mans és el que causa novament l'aparició d'aquests microorganismes a la superfície de les nostres mans.”

5.4 Altres observacions

Un cop analitzats els resultats s'ha pogut observar que existeix una gran variabilitat entre els individus, és a dir, que hi ha persones que tot i haver sotmès les seves mans al rentat, acostumen a presentar un major nombre de colònies bacterianes que la resta, ja sigui pels seus estils de vida o pel caràcter de la seva pell, per la qual cosa, aquest serà un factor important a tenir en compte en futures investigacions.

6 Fonts d'informació

6.1 Bibliografia consultada

En aquest apartat hi ha tots els enllaços de les pàgines web que s'han consultat per realitzar el marc teòric d'aquest treball de recerca.

Marc teòric dels bacteris

- Mariana-Olatz, C. (2009). Els bacteris. Recuperat el 18 de desembre de 2021 de blogspot website: <http://elsbacteris.blogspot.com/>
- Bertran-Prieto. Pol. Reino Bacteria: características, anatomía y fisiología. Recuperat el 18 de desembre de 2021 de MédicoPlus website: <https://medicoplus.com/ciencia/reino-bacteria>
- Bacteria. Recuperat el 18 de desembre de 2021 de amBientech website: <https://ambientech.org/bacteria>
- Sancho-Martínez, M. Morfología bacteriana. Recuperat el 18 de desembre de 2021 de Comunidad Biológica website: <https://comunidad-biologica.com/morfologia-bacteriana/>
- Vargas-Flores, T. & Kuno-Vargas, A. (2014). Morfología bacteriana. Recuperat el 18 de desembre de 2021 de Revista de Actualización Clínica, 49(2), 2594-2598. http://metabase.uaem.mx/bitstream/handle/123456789/1466/280_2.pdf?sequence=1
- Bertran-Prieto. Pol. Tinción de Gram: usos, características y tipos. Recuperat el 18 de desembre de 2021 de MédicoPlus website: <https://medicoplus.com/ciencia/tincion-gram>
- Bacteria. Recuperat el 18 de desembre de 2021 de Wikipedia website: <https://es.wikipedia.org/wiki/Bacteria>
- Envoltura cel·lular bacteriana. Recuperat el 18 de desembre de 2021 de Wikipedia website: https://es.wikipedia.org/wiki/Envoltura_celular_bacteriana

- Espada, B.(2021). ¿Cuáles son los tipos de reproducción en las bacterias?. Recuperat el 5 d'agost de 2022 de okdiario website: <https://okdiario.com/curiosidades/como-reproducen-bacterias-556611>
- Proceso de reproducción parasexual en bacterias. (2015). Recuperat el 5 d'agost de 2022 de: <https://www.apuntesbachiller.com/proceso-de-reproduccion-parasexual-en-bacterias-2/>
- Animated biology With arpan. (2022, gener 18). Classification of bacteria based on nutrition I Nutritional classification of bacteria I [Video]. Recuperat el 6 d'agost de 2022 de <https://www.youtube.com/watch?v=S0dGZN2g9og&t=96s>
- Bacteria-Metabolismo. Recuperat el 6 d'agost de 2022 de Wikipedia website: <https://es.wikipedia.org/wiki/Bacteria#Metabolismo>
- García-Calleja, J. (2009). Formas de nutrición de las bacterias. Recuperat el 6 d'agost de 2022 de La guía website: <https://biologia.laguia2000.com/microbiologia/formas-de-nutricin-de-las-bacterias>
- Manisha, M. (2022). Nutrition in Bacteria: Modes of Nutrition in Bacteria. Recuperat el 6 d'agost de 2022 de Embibe website: [https://www.embibe.com/exams/nutrition-in-bacteria/#Types or Modes of Nutrition in Bacteria](https://www.embibe.com/exams/nutrition-in-bacteria/#Types%20or%20Modes%20of%20Nutrition%20in%20Bacteria)
- Luis alberto Samartin. (2020, abril 15). Funciones de nutrición, reproducción y relación bacteriana V31 [Video]. Recuperat el 7 d'agost de 2022 de [Funciones de nutrición, reproducción y relación bacteriana V31 - YouTube](#)
- Tipos de flora y lavados de manos. (2010). Recuperat el 7 d'agost de 2022 de Buenas Tareas website: <https://www.buenastareas.com/ensayos/Tipos-De-Flora-y-Lavados-De/183039.html>
- Osakidetza Comisión Inoz. (2009). Guía de Higiene de Manos para Profesionales Sanitarios [arxiu PDF]. Recuperat el 7 d'agost de 2022 de <https://osieec.osakidetza.eus/hospitalcruces/documentos/campanas/GUIA%20HIGIENE%20OSAKIDETZA.pdf>
- Antagonismo microbiano. Recuperat el 7 d'agost de 2022 de Wikipedia website: [Antagonismo microbiano - Wikipedia, la enciclopedia libre](#)

- Células procariotas. Recuperat el 24 de desembre de 2022 de BIOLOGÍA – GEOLOGÍA . COM website: https://biologia-geologia.com/biologia2/6222_estructura_de_las_procariotas.html
- Equipo de Redacción PartesDel.com. (2016). Partes de la bacteria. Recuperat el 24 de desembre de 2022 de Portal educativo Partesdel.com. website: <https://www.partesdel.com/bacteria.html>
- Estructura Bacteriana. Qué es, Partes, Estructura, Características E Importancia. Recuperat el 24 de desembre de Decología.info website: <https://decologia.info/medio-ambiente/estructura-bacteriana/#top>

Bacteris utilitzats com a mostra per a la realització de l'experiment amb antibiogrames

- Staphylococcus aureus. Recuperat el 5 d'agost de 2022 de Wikipedia website: https://es.wikipedia.org/wiki/Staphylococcus_aureus
- Staphylococcus arlettae. Recuperat el 5 d'agost de 2022 de Wikipedia website: https://en.wikipedia.org/wiki/Staphylococcus_arlettae
- Pseudomonas aeruginosa. Recuperat el 5 d'agost de 2022 de Wikipedia website: https://es.wikipedia.org/wiki/Pseudomonas_aeruginosa
- Salmonella. Recuperat el 5 d'agost de 2022 de Wikipedia website: <https://es.wikipedia.org/wiki/Salmonella>
- Personal de Mayo Clinic. (2022). Infección por salmonela. Recuperat el 5 d'agost de 2022 de Mayo Clinic website: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/salmonella/symptoms-causes/syc-20355329>
- Escherichia coli. Recuperat el 7 d'agost de 2022 de Wikipedia website: https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Escherichia_coli&oldid=147922500
- DH5-Alpha Cell. Recuperat el 7 d'agost de 2022 de Wikipedia website: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=DH5-Alpha_Cell&oldid=1129109649
- University of Wisconsin - Madison. (1997). E. Coli Genome Reported: Milestone Of Modern Biology Emerges From Wisconsin Lab. Recuperat el 7 d'agost de 2022 de ScienceDaily website: <https://www.sciencedaily.com/releases/1997/09/970905042457.htm>

- Stenotrophomonas maltophilia. Recuperat el 7 d'agost de 2022, de Wikipedia website:
https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Stenotrophomonas_maltophilia&oldid=145732929
- Dr. Juan E. Corzo-Delgado. (2006). Stenotrophomonas maltophilia, un patógeno nosocomial de importancia creciente. Recuperat el 7 d'agost de 2022 de ELSEVIER website: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-stenotrophomonas-maltophilia-un-patogeno-nosocomial-13083366>
- S. Said, M; Tirthani, E; Lesho, E. (2022). Stenotrophomonas Maltophilia. Recuperat el 7 d'agost de 2022 de National Library of Medicine website:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK572123/>

Marc teòric dels productes per a la neteja de mans

- Antimicrobiano. Recuperat el 15 de desembre de 2022 de Wikipedia website:
[Antimicrobiano - Wikipedia, la enciclopedia libre](#)
- Osakidetza Comisión Inoz. (2009). Guía de Higiene de Manos para Profesionales Sanitarios [arxiu PDF]. Recuperat el 15 de desembre de 2022 de
<https://osieec.osakidetza.eus/hospitalcruces/documentos/campanas/GUIA%20HIGIENE%20OSAKIDETZA.pdf>
- Agrovvet Market Animal Health. Antibióticos y Antimicrobianos [arxiu PDF]. Recuperat el 15 de desembre de 2022 [antibioticos-y-antimicrobianos \(agrovvetmarket.com\)](#)
- Diferencia entre antibiótico y antiséptico [arxiu PDF]. Recuperat el 15 de desembre de Differkinome website: [Diferencia entre antibiótico y antiséptico / Cirugía | La diferencia entre objetos y términos similares. \(differkinome.com\)](#)

Com actuen els alcohols en les membranes

- ¿Cómo el alcohol mata a las bacterias?. Recuperat el 18 de desembre del 2021, de Ciencia de hoy website: <https://cienciadehoy.com/como-el-alcohol-mata-a-las-bacterias/>
- Dr. José Rubén Elvir Mairena (1993). Efecto del Etanol sobre las Membranas Biológicas. Recupeat el 18 de desembre de 2021 Revista medica hondure&a - vol. 61. <http://cidbimena.desastres.hn/RMH/pdf/1993/pdf/Vol61-1-1993-4.pdf>
- Rivera, J.L. & Lima, E. Efecto desorbedor del metanol en la membrana cel·lular. Recuperat el 18 desembre de 2021, de Sciencedirect website: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1405888X13720801>

Procés de saponificació

- Colille. M. (2021). La química de la vida. Recuperat el 17 de desembre de 2021 de M.colille moodlehub website: [cmd.keytoschool.com.ppt \(live.com\)](cmd.keytoschool.com.ppt (live.com))
- Alcoberro, S. (2017). Formulació orgànica (IX): Àcids carboxí·lics. Formulació orgànica (X): Èsters i Sals. Recuperat el 17 de desembre de 2021 de Formulació orgànica Apunts.

Implantació de microorganismes a les plaques amb medi

- Cultivo de microorganismos. (2019). Recuperat el 14 de desembre de 2021, de Kapital Inteligente website: <https://www.kapitalinteligente.es/cultivo-de-microorganismos/>
- Caño, M., & Solanas, E. (2015). Val la pena rentar-se les mans? [arxiu PDF]. Recuperat el 16 de desembre de 2021, de ARC website: https://apliense.xtec.cat/arc/sites/default/files/Guia%20didactica_4t_eso.pdf

Mètode Kirby-Bauer (antibiogrames)

- Departament de Genètica i de Microbiologia. (2022, Estiu). Què podem fer per reduir la resistència als antibiòtics? (pràctiques de laboratori). Institut de Biotecnologia i de Biomedicina “Vicent Villar Palasí”, Universitat Autònoma de Barcelona.

6.2 Fonts de les imatges no pròpies

Figures 1,15: [21 Bacteria—Basic Concepts | Basicmedical Key](#)

Figura 2: [Apéndices bacterianos: flagelos, pili y fimbrias \(biologia-geologia.com\)](#)

Figura 3: [Definición de pili - Qué es, Significado y Concepto \(definicion.de\)](#)

Figura 4: [Bacteria - Wikipedia, la enciclopedia libre](#)

Figura 5: [11 LA CLASSIFICACIÓ DELS ORGANISMES \(aula2005.com\)](#)

Figura 6: [Los microorganismos: Estructura bacteriana \(plemicroorganismos.blogspot.com\)](#)

Figura 7: [Tinción de Gram. Procedimiento, materiales y vídeo explicativo. \(kapitalinteligente.es\)](#)

Figura 8:

https://wiki.feagri.unicamp.br/lib/exe/fetch.php?cache=&media=wiki:tipos_bacterias.jpg

Figura 10: [DIABETES MELLITUS: Recombinación de Ácidos Nucléicos en la Naturaleza \(davidsanchez1996.blogspot.com\)](#)

Figures 9,11,12,13,14: [Los líderes de la biología: Célula procariota: Bacterias \(loslideresdelabiologia.blogspot.com\)](#)

Figura 16: [Partes de la Piel Humana | Estructura y Partes de la Piel \(rincondibujos.com\)](#)

Figura 17: [Structure and Function of Skin | Biology for Majors II | | Course Hero](#)

Figura 18: [Microbiota - Wikipedia, la enciclopedia libre](#)

Figura 19: [Staphylococcus aureus - Wikipedia, la enciclopedia libre](#)

Figura 20: https://www.dsmz.de/microorganisms/photos/DSM_30634.jpg

Figura 21: [Trực khuẩn Pseudomonas aeruginosa là gì và cách phòng ngừa \(sanodyna.com.vn\)](#)

Figura 22: [Salmonella - Wikipedia, la enciclopedia libre](#)

Figura 23: [Escherichia Coli K12 Photograph by Kwangshin Kim | Fine Art America](#)

Figura 24: [Escherichia coli : définition, symptômes, diagnostic, traitement - Top Santé \(topsante.com\)](#)

Figura 25:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/84/Stenotrophomonas_maltophilia.jpg/800px-Stenotrophomonas_maltophilia.jpg

Figura 27: [Yo Con Ciencia, Más: DON QUIJOTE Y EL JABÓN \(yoconciencias.blogspot.com\)](#)

Figura 28: [Biotecnología en 2ºG: Antibiógramas \(2gbiotecno.blogspot.com\)](#)

Figura 29: [rentat-de-mans-alcohol.pdf \(gencat.cat\)](#)

Figura 30: [rentat-de-mans-sabo.pdf \(gencat.cat\)](#)

7 Annexes

7.1 Annex 1: Rentat de mans amb el mode Gencat

22 d'abril de 2020

Higiene de mans. Tècnica per fricció amb preparats amb alcohol


De 20 a 30 segons




1
/ Palmell contra palmell.



2
/ Palmell de la mà dreta sobre el dors de l'esquerra, i viceversa.



3
/ Palmell amb palmell amb els dits entrelaçats.



4
/ Dors dels dits contra el palmell oposat amb els dits travats.



5
/ Fricció per rotació dels dits de la mà esquerra tancada al voltant del polze dret, i viceversa.



6
/ Fricció per rotació de les puntes dels dits units contra el palmell de la mà contrària, i viceversa.



Per a més informació, consulteu canalsalut.gencat.cat/coronavirus

2020. © Generalitat de Catalunya. Servei Català de la Salut (22.3.2020)

Figura 29 Higiene de mans. Tècnica per fricció amb preparats amb alcohol.

22 d'abril de 2020

Higiene de mans. Tècnica del rentat de mans amb sabó



De 40 a 60 segons



1 / Un cop us heu mullat les mans amb aigua, apliqueu-vos-hi sabó.



2 / Friccioneu un palmell amb l'altre



3 / Friccioneu el palmell de la mà dreta sobre el dors de l'esquerra i viceversa.



4 / Friccioneu un palmell amb l'altre amb els dits entrellaçats.



5 / Friccioneu el dors dels dits contra el palmell oposat amb els dits travats.



6 / Friccioneu per rotació els dits de la mà esquerra tancada al voltant del dit polze dret i viceversa.



7 / Friccioneu per rotació les puntes dels dits juntes contra el palmell de la mà contrària i viceversa.



8 / Esbandiu-vos les mans.



9 / Eixugueu-vos les mans amb una tovallola de paper.



10 / Utilitzeu el mateix paper per tancar l'aixeta.

Per a més informació, consulta
canalsalut.gencat.cat/coronavirus

2020. © Generalitat de Catalunya. Servei Català de la Salut (22.3.2020)

Figura 30 Higiene de mans. Tècnica del rentat de mans amb sabó.

7.2 Annex 2: Gràfics dels resultats de la presa de mostres bacterianes de les mans de les persones objecte d'estudi (4.1.1) analitzats individualment

Anàlisi de la primera part experimental

A) Anàlisi de la comparativa de productes a partir de la presa de mostres bacterianes de les mans de les persones objecte d'estudi.

En les següents seccions hi trobem quatre gràfiques corresponents a les mostres obtingudes de cadascuna de les persones objecte d'estudi.

Gel hidroalcohòlic

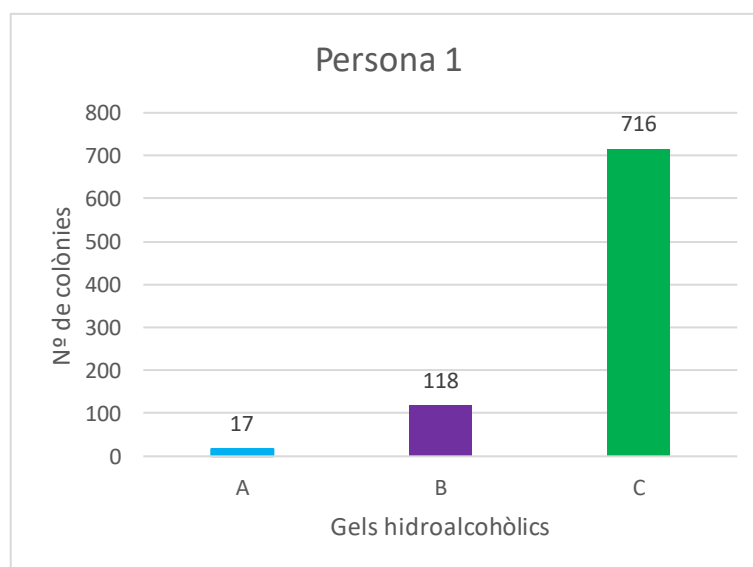


Figura A1-1

Figura A1-1 En aquesta gràfica podem observar que, primerament, el nombre de colònies de la mostra de l'individu 1 després del rentat de mans amb el gel hidroalcohòlic C, ha estat el més elevat amb diferència, amb més de 700 colònies. El segon lloc l'ocupa el gel B, amb un total de 118 colònies bacterianes, i en darrera posició, el gel A, amb únicament 17 colònies.

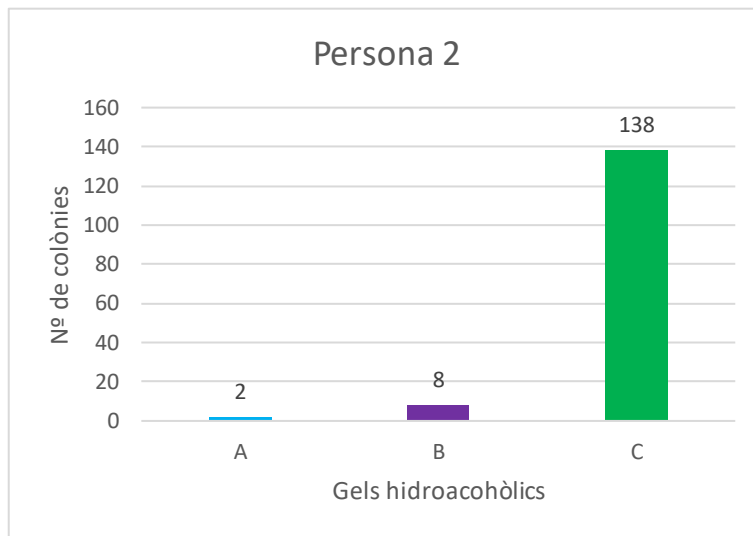


Figura A1-2

Figura A1-2 En aquesta gràfica podem observar que, d'igual manera que ocorre a la Figura A1-1, el nombre de colònies de la mostra de l'individu 2 després del rentat de mans amb el gel hidroalcohòlic C, ha estat el més elevat amb diferència. Per contra, les mostres després de l'ús dels gels A i B presenten menys de 10 colònies bacterianes cadascuna, sent el gel A el que ha eliminat gairebé totalment els bacteris de les mans de la persona objecte d'estudi 2.

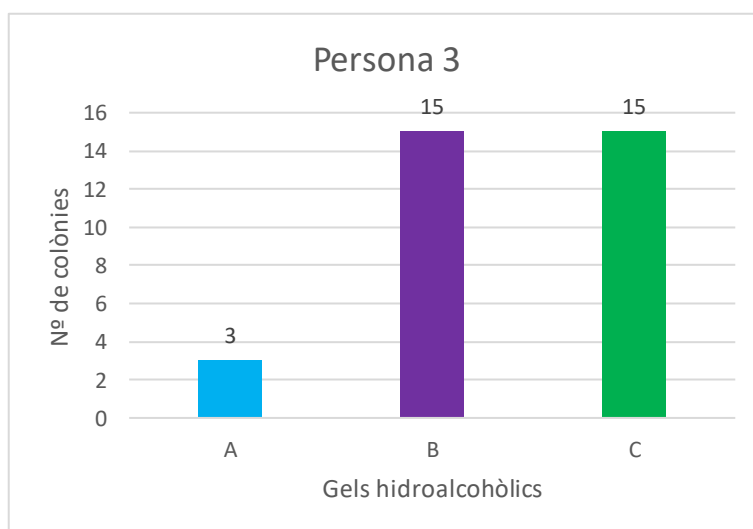


Figura A1-3

Figura A1-3 En aquesta gràfica podem observar que les mostres de l'individu 3 després del rentat de mans amb els gels hidroalcohòlics C i B presenten el mateix nombre de colònies bacterianes, considerablement baix, tot i que el gel A ha eliminat gairebé totalment els bacteris de les mans de la persona objecte d'estudi 3.

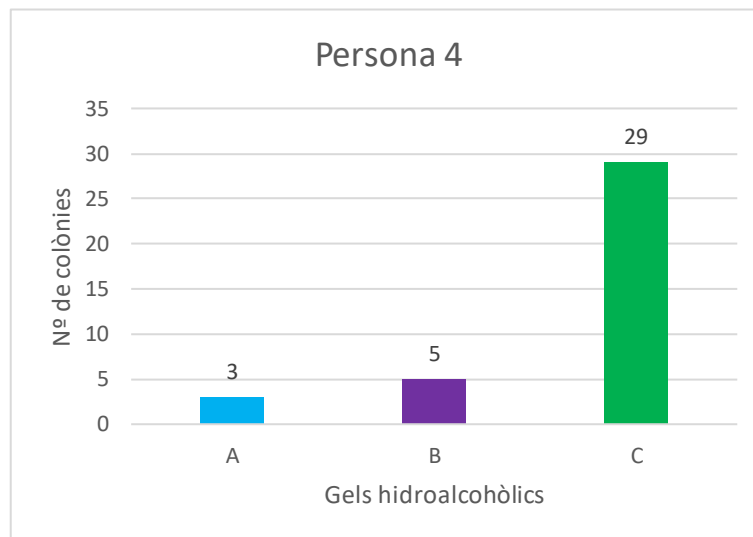


Figura A1-4

Figura A1-4 D'igual manera que succeeix a les Figures A1-1 i 2, podem observar el nombre de colònies de la mostra de l'individu 4 després del rentat de mans amb el gel hidroalcohòlic C, ha estat el més elevat. Tot i això, d'igual manera que ocorre a la Figura A1-2, el nombre de colònies és inferior a 10 després de l'ús dels gels A i B, sent el gel A el que ha eliminat gairebé totalment la població bacteriana de les mans de la persona objecte d'estudi 4.

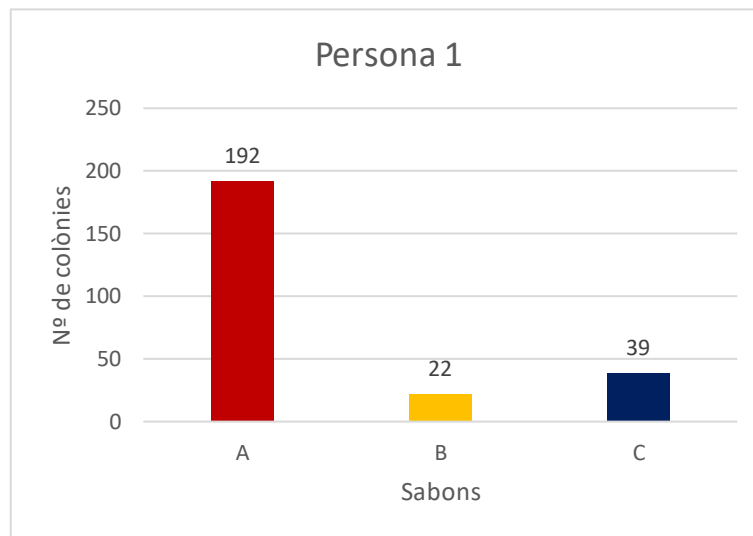
Sabó

Figura A1-6

Figura A1-6 En aquesta gràfica podem observar que, primerament, el nombre de colònies de la mostra de l'individu 1 després del rentat de mans amb el sabó A, ha estat el més elevat. El segon lloc l'ocupa el sabó C, i en darrera posició, el sabó B.

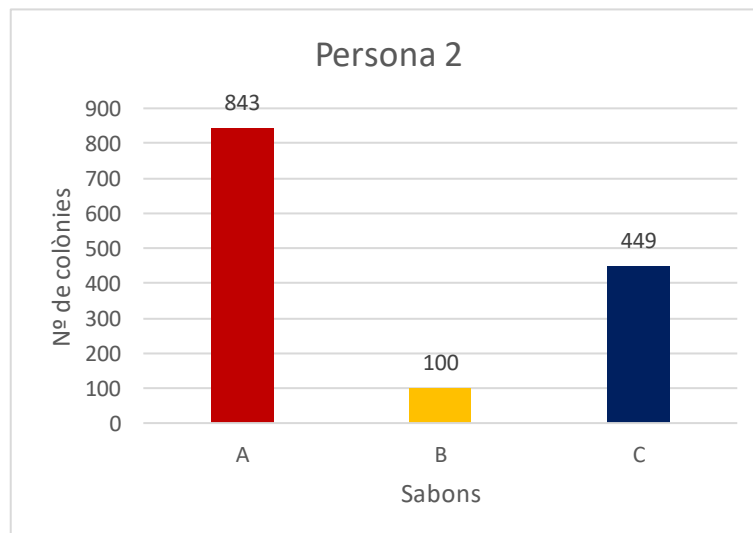


Figura A1-7

Figura A1-7 En aquesta gràfica podem observar que, en primer lloc, el nombre de colònies de la mostra de l'individu 2 després del rentat de mans amb el sabó A, ha estat el més elevat amb diferència, amb més de 800 colònies bacterianes. El segon lloc l'ocupa el sabó C, amb gairebé 450 colònies i en darrera posició, el sabó B, amb 100 colònies.

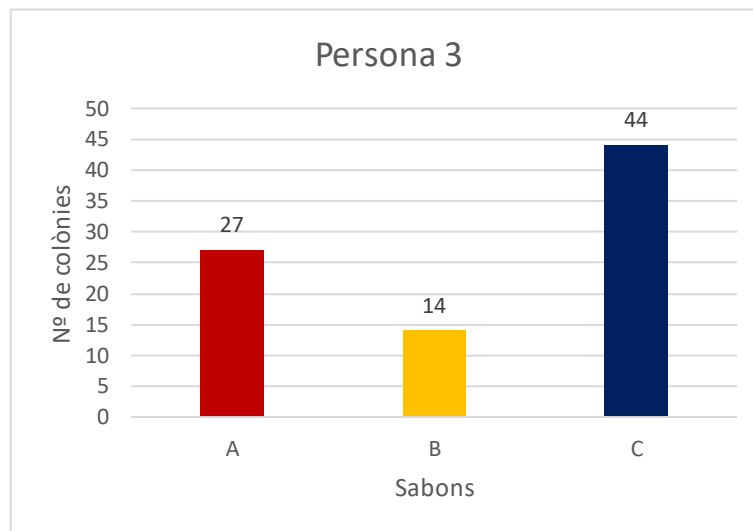


Figura A1-8

Figura A1-8 A diferència de les darreres gràfiques, en aquesta podem observar que el nombre de colònies de la mostra de l'individu 3 després del rentat de mans amb el sabó C, ha estat el més elevat, mentre que el sabó A ocupa la segona posició. Tot i això, el sabó B, d'igual manera que ha succeït en els casos anteriors, presenta el menor nombre de colònies bacterianes.

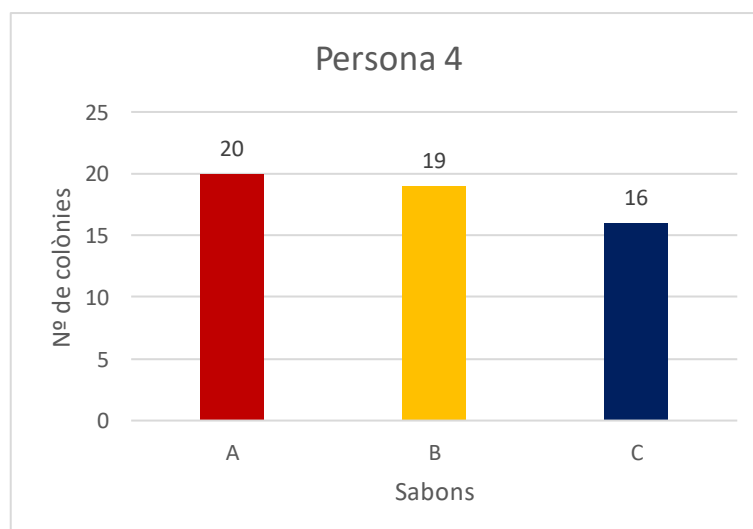


Figura A1-9

Figura A1-9 En aquesta gràfica podem observar que el nombre de colònies, el qual no sobrepassa de 20 en cap cas, ha estat similar en les tres mostres realitzades després de l'ús de cadascun dels tres sabons. El sabó A presenta el nombre més elevat de colònies, seguit, en segon lloc, pel sabó B, i, en darrer lloc, pel C.

Anàlisi de la segona part experimental

En cadascuna d'aquestes seccions hi trobem quatre gràfiques corresponents a les mostres obtingudes de cadascuna de les persones objecte d'estudi.

Gel hidroalcohòlic

- Quantitat de producte

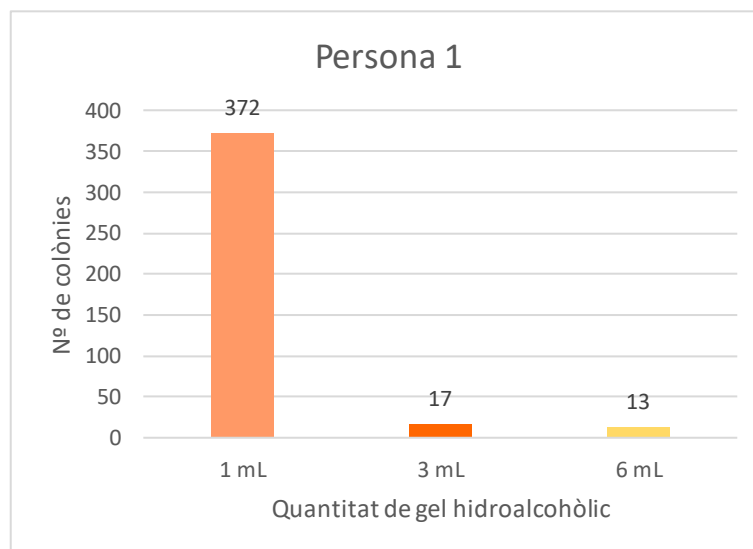


Figura A2-1

Figura A2-1 En aquesta gràfica podem observar que la reducció de la quantitat de gel hidroalcohòlic comporta l'augment del nombre de colònies bacterianes.

El nombre de colònies de la mostra de l'individu 1 després del rentat de mans amb 1 mL del producte aplicat ha estat el més elevat amb diferència, amb més de 300 colònies. Per contra, les mostres després l'aplicació de 3 i 6 mL de producte presenten menys de 20 colònies bacterianes cadascuna, sent la quantitat de 6 mL la que ha resultat ser més eficaç.

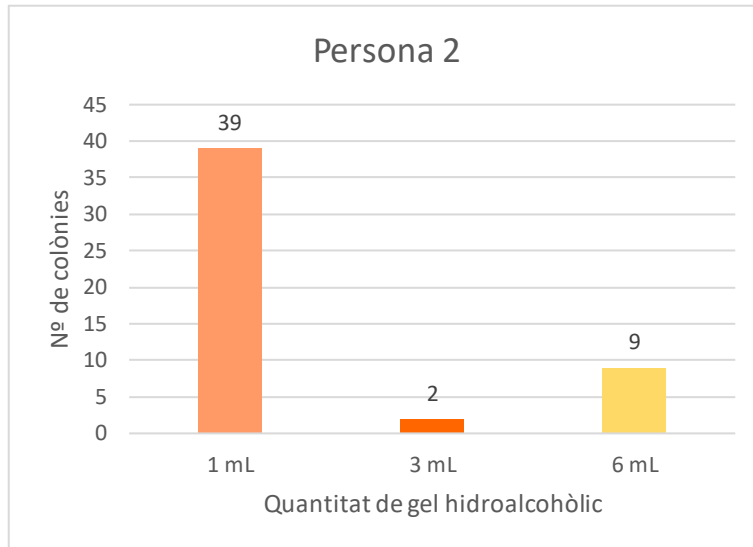


Figura A2-2

Figura A2-2 En aquesta gràfica, d'igual manera que ocorre a la Figura A2-1, el nombre de colònies de la mostra de l'individu 2 després del rentat de mans amb 1 mL del producte aplicat ha estat el més elevat en comparació amb les altres dues quantitats. En canvi, a diferència de l'anterior gràfica, la mostra després de l'aplicació de 6 mL de producte presenta un major nombre de colònies bacterianes que la mostra després de l'aplicació de 3 mL de gel, encara que ambdós valors resulten considerablement petits.

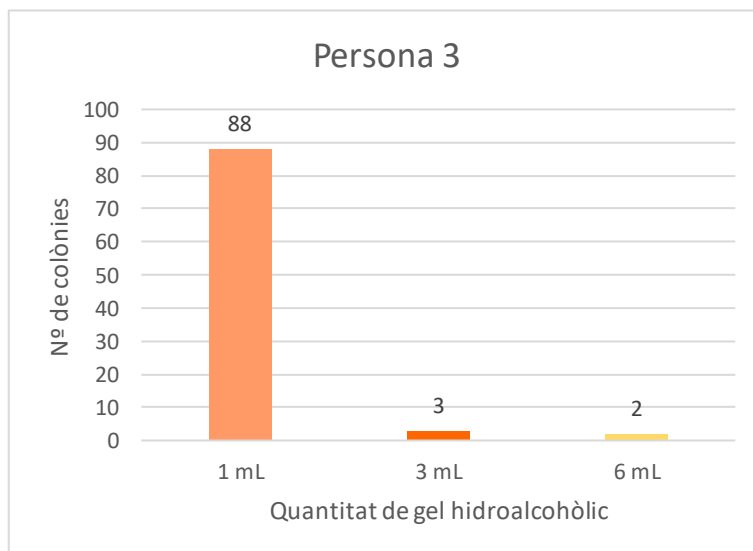


Figura A2-3

Figura A2-3 En aquesta gràfica, d'igual manera que ocorre a la Figura A2-1, la reducció de la quantitat de gel hidroalcohòlic comporta l'augment del nombre de colònies bacterianes; el nombre de colònies de la mostra de l'individu 3 després del rentat de mans amb 1 mL del producte aplicat ha estat el més elevat en comparació amb les altres dues quantitats. Per contra, les mostres després de l'aplicació de 3 i 6 mL de producte presenten valors molt similars, amb menys de 4 colònies bacterianes cadascuna, sent la quantitat de 6 mL la que ha resultat ser més eficaç.

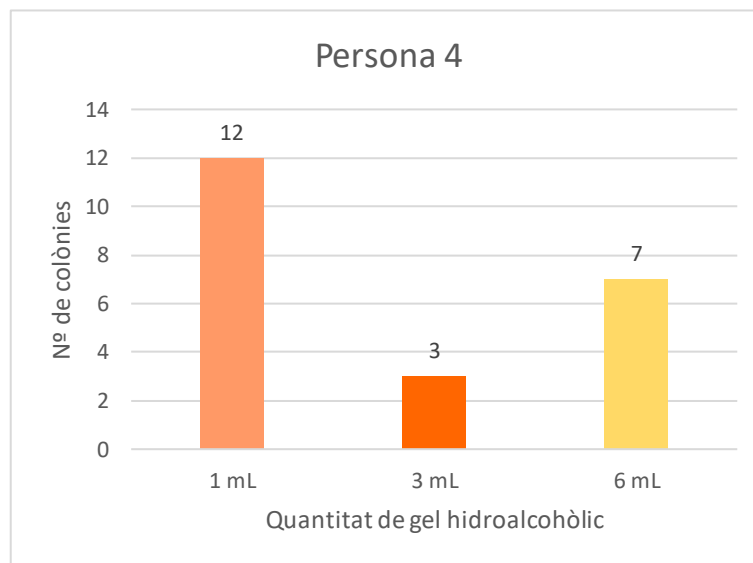


Figura A2-4

Figura A2-4 En aquesta gràfica, d'igual manera que ocorre a les altres, el nombre de colònies de la mostra de l'individu 4 després del rentat de mans amb 1 mL del producte aplicat ha estat el més elevat en comparació amb les altres dues quantitats, tot i que considerablement baix. Tal com succeeix a la Figura A2-2, la mostra després de l'aplicació de 6 mL de producte presenta un major nombre de colònies bacterianes que la mostra després de l'aplicació de 3 mL de gel.

- Mode de rentat

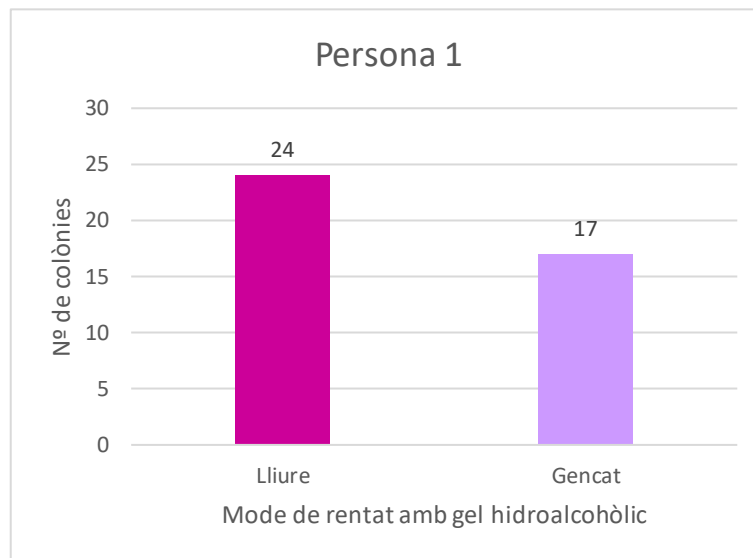


Figura A2-6

Figura A2-6 En aquesta gràfica podem observar que l'ús del mode Gencat en el rentat de mans, en el cas de la persona objecte d'estudi 1, comporta un menor nombre de colònies bacterianes en comparació amb el mode Lliure realitzat per aquest individu.

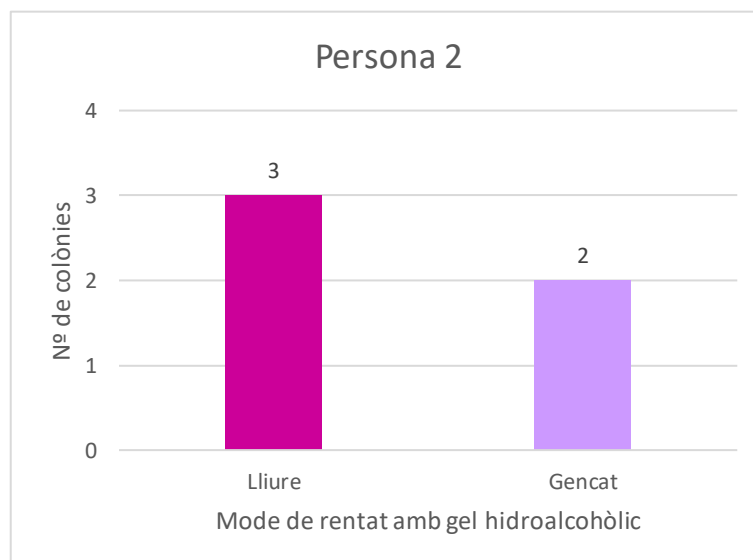


Figura A2-7

Figura A2-7 En aquesta gràfica també podem observar que l'ús del mode Gencat en el rentat de mans, en el cas de la persona objecte d'estudi 2, comporta un menor nombre de colònies bacterianes en comparació amb el mode lliure realitzat per aquest individu, tot i que els valors són gairebé els mateixos i considerablement baixos, de manera que la diferència entre aquests no és gaire significativa.

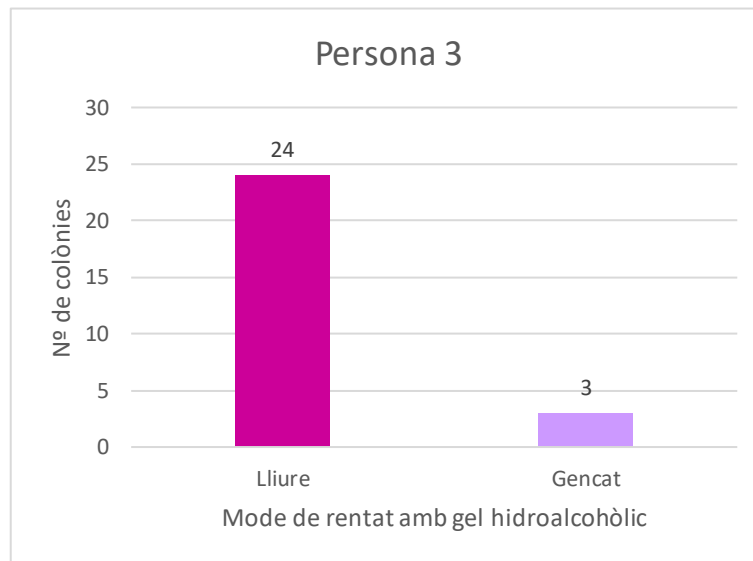


Figura A2-8

Figura A2-8 En aquesta gràfica podem observar que l'ús del mode Gencat en el rentat de mans, en el cas de la persona objecte d'estudi 3, comporta un menor nombre de colònies bacterianes en comparació amb el mode lliure realitzat per aquest individu. En aquesta ocasió, la diferència en el nombre de colònies entre les mostres és notable.

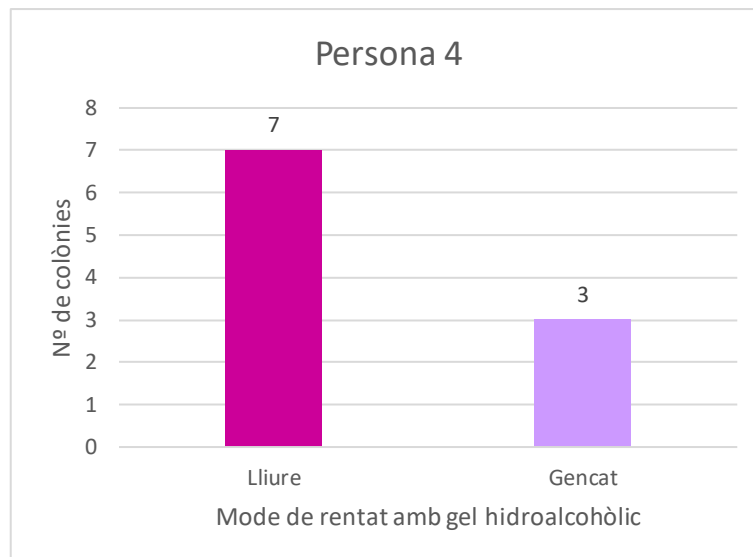


Figura A2-9

Figura A2-9 En aquesta gràfica podem observar que l'ús del mode Gencat en el rentat de mans, en el cas de la persona objecte d'estudi 4, comporta un menor nombre de colònies bacterianes en comparació amb el mode lliure realitzat per aquest individu.

Sabó

- Quantitat de producte

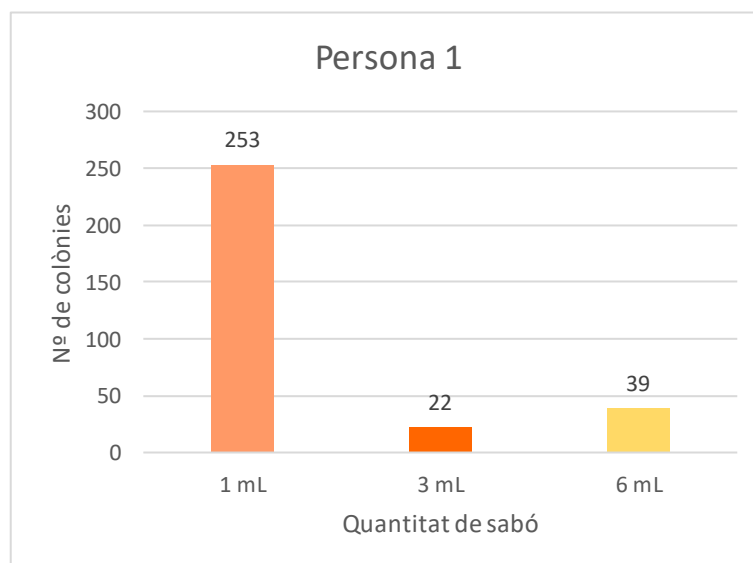


Figura A2-11

Figura A2-11 En aquesta gràfica podem observar que el nombre de colònies de la mostra de l'individu 1 després del rentat de mans amb 1 mL del producte aplicat ha estat el més elevat amb diferència, amb més de 200 colònies. Per contra, les mostres després de l'aplicació de 3 i 6 mL de producte presenten menys de 40 colònies bacterianes cadascuna, sent la quantitat de 3 mL la que ha resultat ser més eficaç.

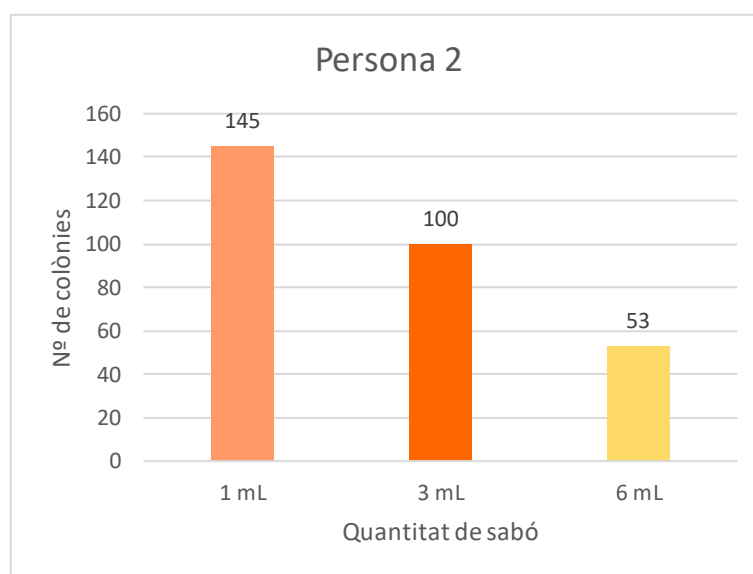


Figura A2-12

Figura A2-12 En aquesta gràfica podem observar que la reducció de la quantitat de sabó comporta l'augment del nombre de colònies bacterianes.

Primerament, el nombre de colònies de la mostra de l'individu 2 després del rentat de mans amb 1 mL de sabó, ha estat el més elevat, seguit per la mostra realitzada després de l'aplicació de 3 mL del producte i, finalment, per la de 6 mL.

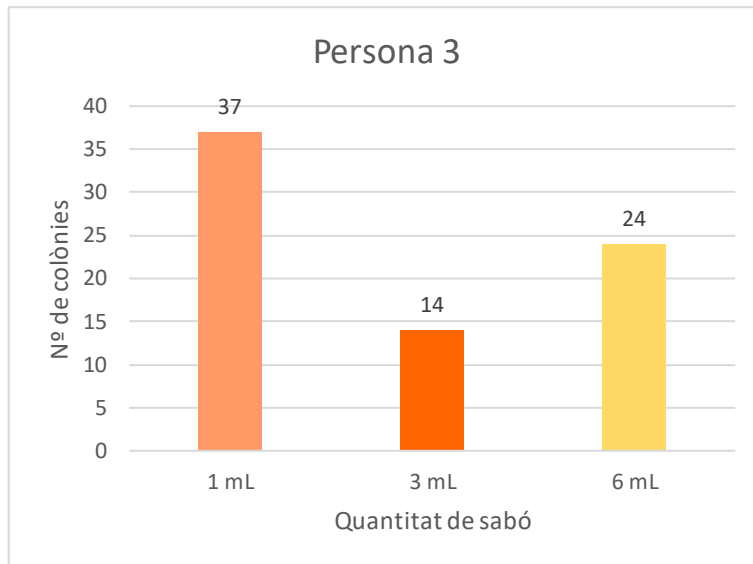


Figura A2-13

Figura A2-13 En aquesta gràfica podem observar que el nombre de colònies de la mostra de l'individu 3 després del rentat de mans amb 1 mL del producte aplicat ha estat el més elevat en comparació amb les altres dues quantitats. Tal com succeeix a la Figura A2-11, la mostra després de l'aplicació de 6 mL de producte presenta un major nombre de colònies bacterianes que la mostra després de l'aplicació de 3 mL de sabó.

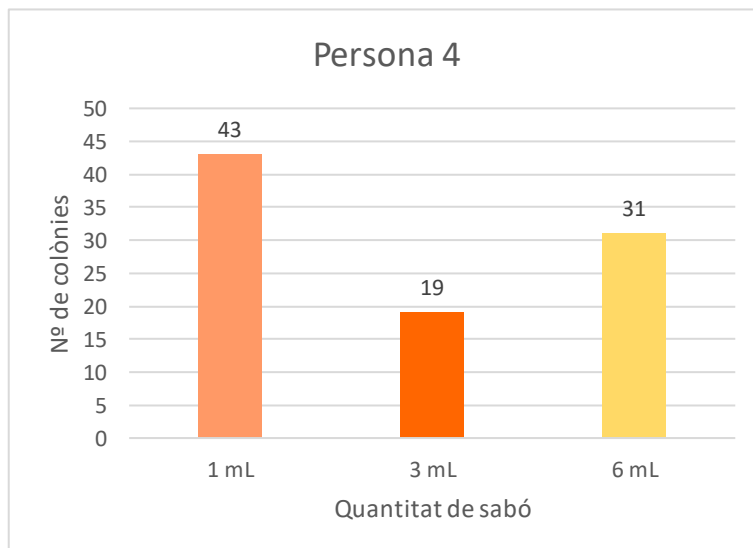


Figura A2-14

Figura A2-14 En aquesta gràfica podem observar que, d'igual manera que en la resta, el nombre de colònies de la mostra de l'individu 4 després del rentat de mans amb 1 mL del producte aplicat ha estat el més elevat en comparació amb les altres dues quantitats. Tal com succeeix a l'anterior gràfica, la mostra després de l'aplicació de 6 mL de producte presenta un major nombre de colònies bacterianes que la mostra després de l'aplicació de 3 mL de sabó.

- Mode de rentat

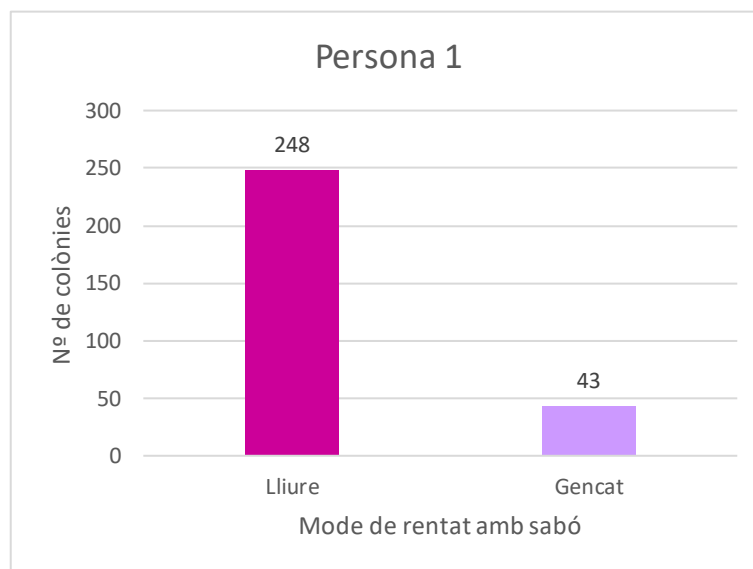


Figura A2-16

Figura A2-16 En aquesta gràfica podem observar que l'ús del mode Gencat en el rentat de mans, en el cas de la persona objecte d'estudi 1, comporta un nombre de colònies bacterianes molt més petit en comparació amb el mode lliure realitzat per aquest individu.

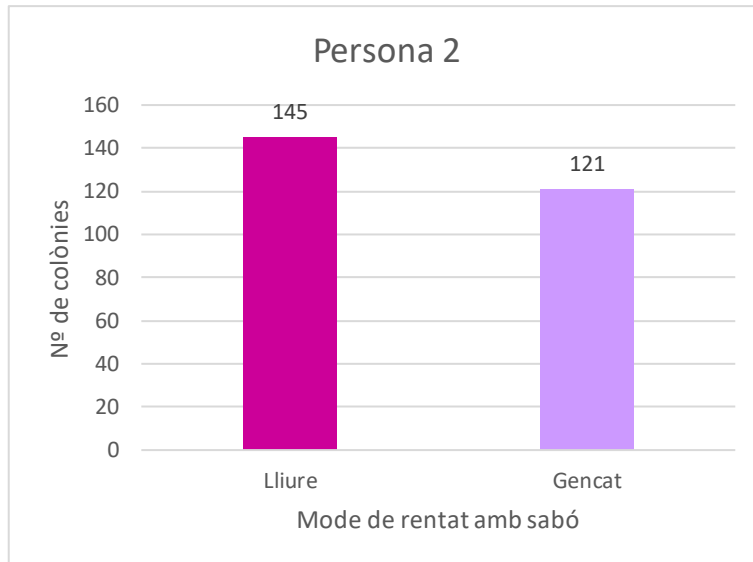


Figura A2-17

Figura A2-17 En aquesta gràfica també podem observar que l'ús del mode Gencat en el rentat de mans, en el cas de la persona objecte d'estudi 2, comporta un menor nombre de colònies bacterianes en comparació amb el mode lliure realitzat per aquest individu, tot i que si ho comparem amb l'anterior gràfica, no existeix gran diferència entre aquests dos valors.

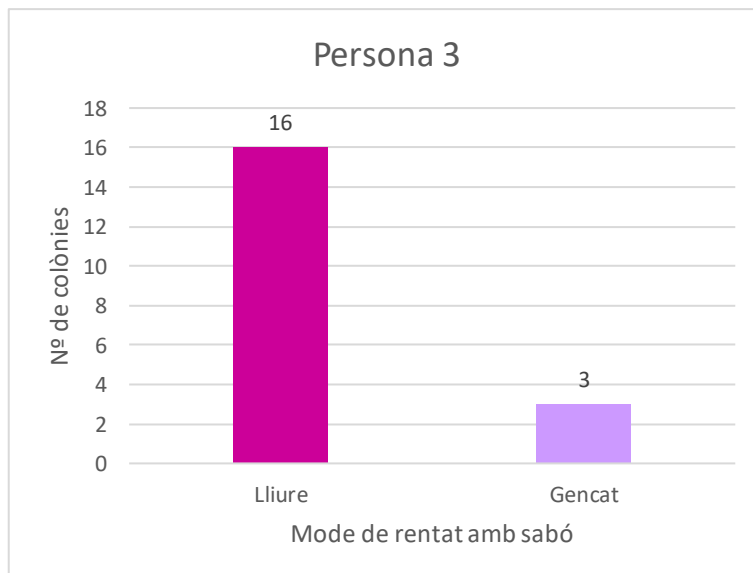


Figura A2-18

Figura A2-18 En aquesta gràfica podem observar que l'ús del mode Gencat en el rentat de mans, en el cas de la persona objecte d'estudi 3, comporta un menor nombre de colònies bacterianes en comparació amb el mode lliure realitzat per aquest individu.

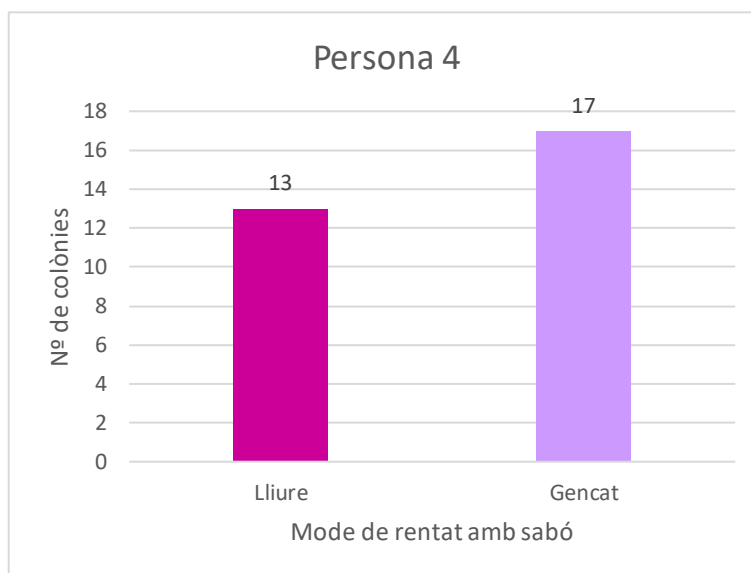


Figura A2-19

Figura A2-19 A diferència de la resta, en aquesta gràfica podem observar que l'ús del mode lliure de rentat de mans realitzat per la persona objecte d'estudi 4, comporta un menor nombre de colònies bacterianes en comparació amb el mode Gencat.

- Temps de rentat

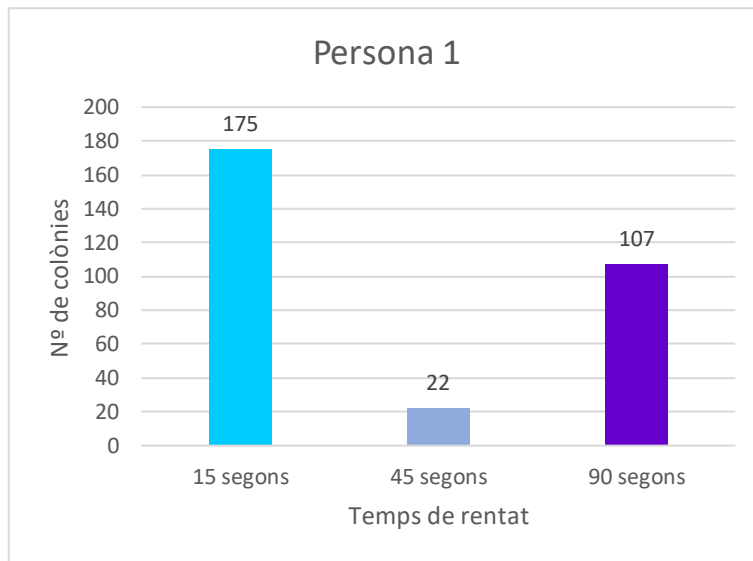


Figura A2-21

Figura A2-21 En aquesta gràfica, per una banda, el nombre de colònies de la mostra de l'individu 1 després d'haver realitzat el rentat de mans durant 15 segons ha estat el més elevat en comparació amb els altres dos temps. Per altra banda, la mostra després d'haver transcorregut 90 segons de rentat presenta un major nombre de colònies bacterianes que la mostra obtinguda després de 45 segons de rentat, la qual disposa d'un nombre de colònies considerablement baix.

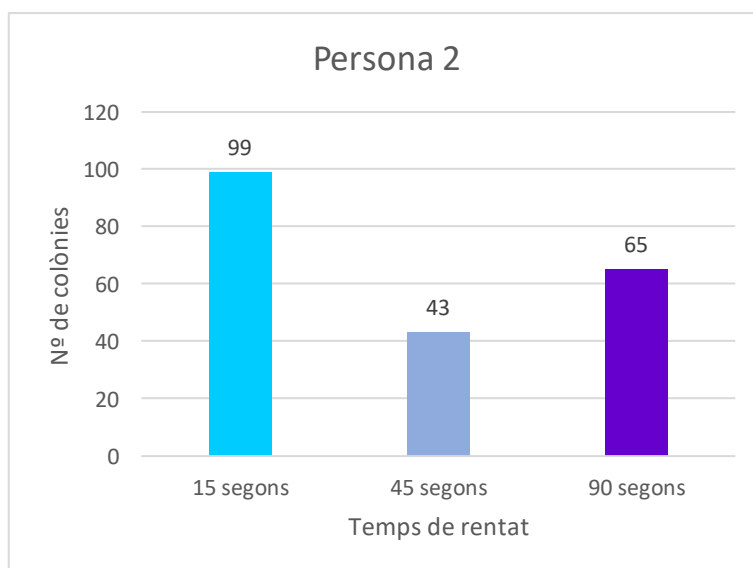


Figura A2-22

Figura A2-22 D'igual manera que ocorre en la Figura A2-21, el nombre de colònies de la mostra de l'individu 2 després d'haver realitzat el rentat de mans durant 15 segons ha estat el més elevat en comparació amb els altres dos temps. La mostra després d'haver transcorregut 90 segons de rentat presenta un major nombre de colònies bacterianes que la mostra obtinguda després de 45 segons de rentat.

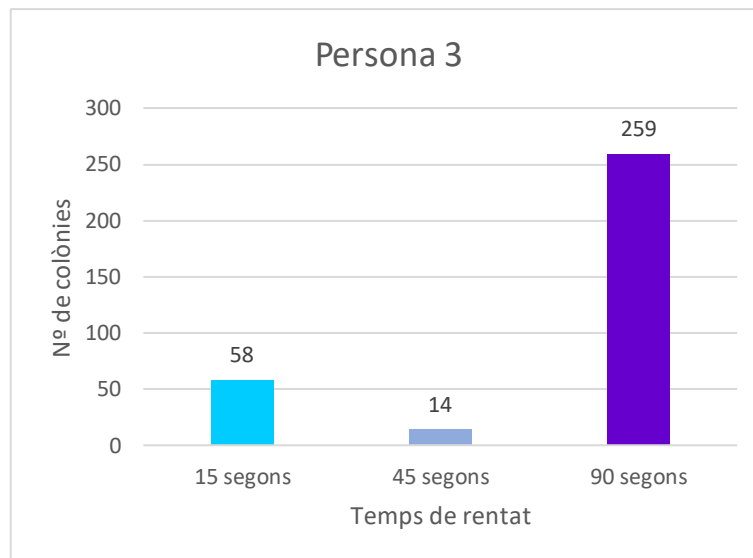


Figura A2-23

Figura A2-23 A diferència de la resta, en aquesta gràfica podem observar que el nombre de colònies de la mostra de l'individu 3 després d'haver realitzat el rentat de mans durant 90 segons ha estat el més elevat amb diferència, amb 259 colònies. Per contra, les mostres després d'haver transcorregut 15 i 45 segons de rentat presenten 58 i 14 colònies bacterianes respectivament, sent el segon temps de rentat (45 segons) el més eficaç.

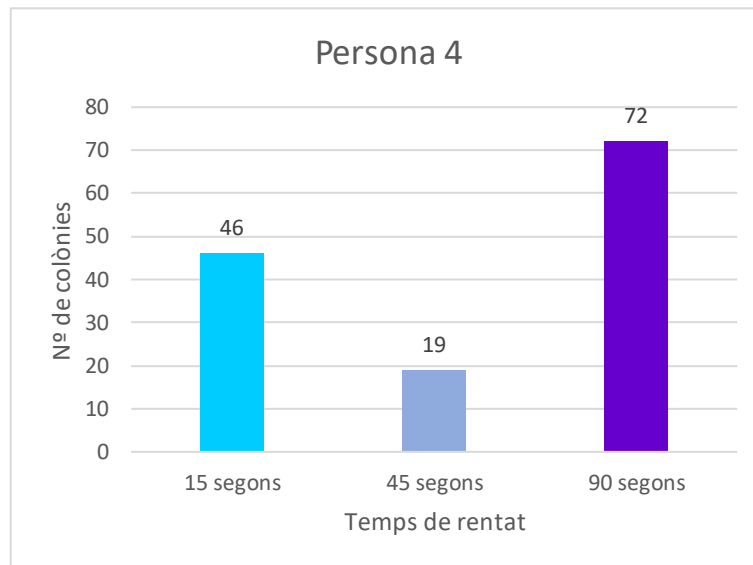


Figura A2-24

Figura A2-24 D'igual manera que succeeix a l'anterior gràfica, el nombre de colònies de la mostra de l'individu 4 després d'haver realitzat el rentat de mans durant 90 segons ha estat el més elevat en comparació amb els altres dos temps. La mostra després d'haver transcorregut 15 segons de rentat presenta un major nombre de colònies bacterianes que la mostra obtinguda després de 45 segons de rentat.

- Mètode d'assecat

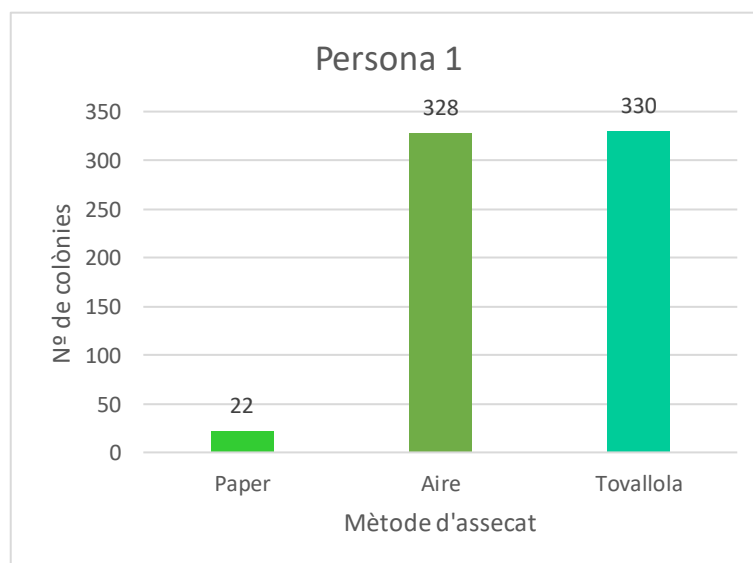


Figura A2-26

Figura A2-26 En aquesta gràfica podem observar que les mostres de l'individu 1 després de l'assecat de mans mitjançant l'aire i la tovallola presenten gairebé el mateix nombre de colònies bacterianes, superior a 300. Per contra, l'assecat amb paper ha resultat més eficaç, ja que la seva mostra corresponent presenta únicament 22 colònies.

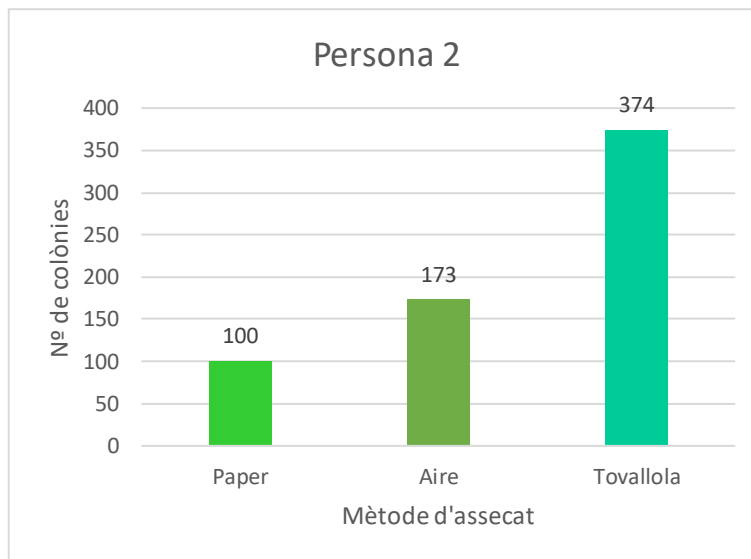


Figura A2-27

Figura A2-27 En aquesta gràfica podem observar que el nombre de colònies de la mostra de l'individu 2, després de l'assecat de mans amb tovallola, ha estat el més elevat en comparació amb els altres mètodes d'assecat, amb més de 370 colònies. En segona posició trobem l'assecat a partir de l'aire, una mostra amb més de 170 colònies, de manera que el mètode que ha demostrat tenir una major eficàcia ha estat l'assecat amb paper, una mostra que ha presentat 100 colònies bacterianes.

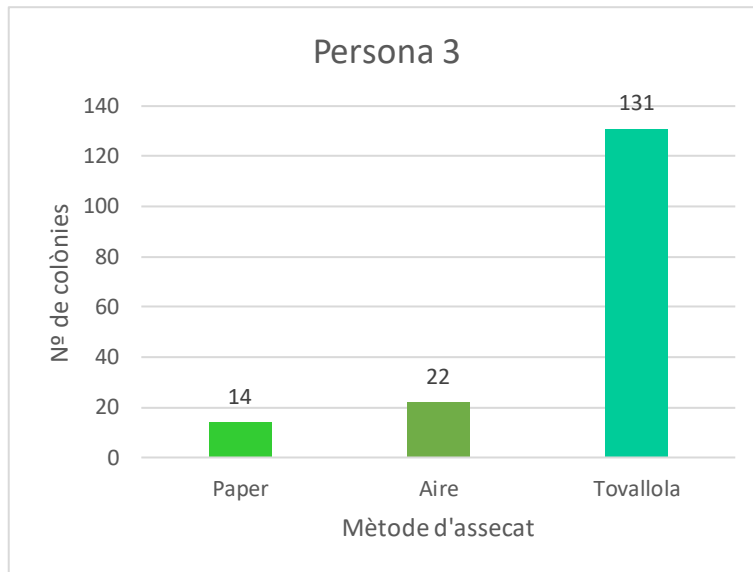


Figura A2-28

Figura A2-28 En aquesta gràfica, igual que succeeix a la figura A2-27, podem observar que el nombre de colònies de la mostra de l'individu 3, després de l'assecat de mans amb tovallola, ha estat el més elevat en comparació amb els altres mètodes d'assecat, amb més de 130 colònies. Per contra, les mostres després de l'assecat amb aire i paper presenten 22 i 14 colònies bacterianes respectivament, de manera que l'assecat amb paper ha estat el més eficaç.

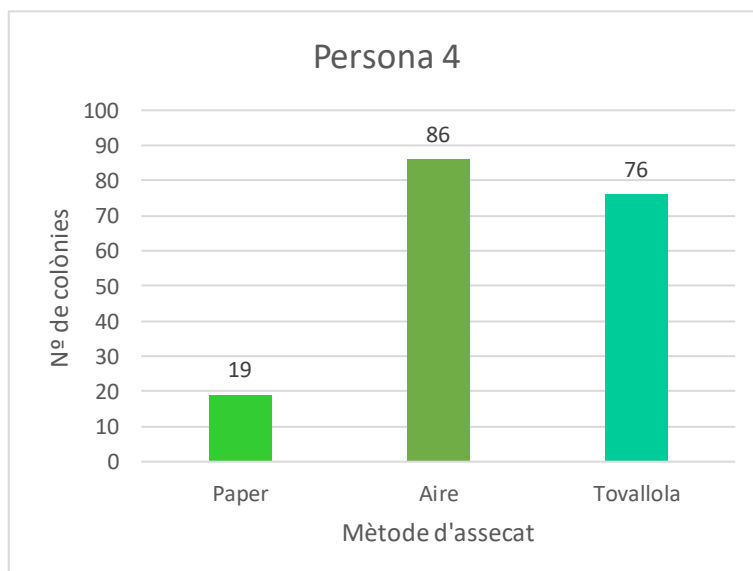


Figura A2-29

Figura A2-29 En aquesta gràfica, a diferència de la resta, podem observar que el nombre de colònies de la mostra de l'individu 4, després de l'assecat de mans amb aire, ha estat el més elevat (86 colònies), tot i que el nombre de colònies de la mostra corresponent a l'assecat amb tovallola també disposa d'un alt valor (76 colònies). D'aquesta manera, el mètode que ha demostrat tenir una major eficàcia ha estat l'assecat amb paper, una mostra que ha presentat 19 colònies bacterianes.

