

EL COSTAT INVISIBLE DE LA BELLESA: L'EFECTE DEL MAQUILLATGE AL CREIXEMENT BACTERIÀ DE LA PELL



Nor Soussi Ortiz
Àmbit científic
Tutora: Cristina Verdaguer
Institut Carles Rahola i Llorens
2025-2026
2 Batxillerat A

Agraïments

Vull expressar el meu agraïment a la meva tutora per la seva paciència, els seus consells i la seva orientació constant. Sempre ha estat disponible per resoldre els meus dubtes i ajudar-me a organitzar el treball.

També vull agrair a en Frederic Gich, professor de la UdG, que m'ha permès dur a terme la part experimental del projecte. La seva ajuda, la disponibilitat de recursos del laboratori i les explicacions clares sobre els procediments han fet que aquesta part pràctica del treball fos possible.

Gràcies també a les sis noies que heu participat en l'elaboració de les mostres. La vostra col·laboració i dedicació han estat molt importants per obtenir els resultats i sense vosaltres aquest treball no hauria estat realitzable.

Finalment, estic molt agraïda a la meva família pel suport i l'ànim durant tot el procés. En especial, vull agrair a la meva germana gran, que sempre m'ha ajudat quan ho he necessitat. Gràcies a ella, m'ha estat molt més fàcil portar a terme el treball.

Abstract

Key words: Makeup, Skin microbiota, Bacterial growth, Skin types, Natural makeup, Synthetic makeup, Colony diversity

This research project investigates how the application of makeup affects bacterial growth on human skin. The study compares three conditions (bare skin, natural makeup, and synthetic makeup) using six participants with different skin types (oily, combination, and dry). Bacterial samples were collected, cultured, and analysed according to colony number and morphology.

The results show that makeup increases the total number of bacterial colonies in all skin types, with synthetic makeup generating the greatest rise. Oily skin presents the highest initial bacterial load, but the proportional increase after makeup application is more pronounced in combination and dry skin. In terms of composition, synthetic makeup reduces colony diversity and favours the dominance of colony type A, while natural makeup causes milder changes and maintains a more balanced microbiota.

Overall, the study concludes that makeup alters both the quantity and diversity of the skin microbiota, with stronger effects observed in synthetic products. These findings highlight the importance of understanding how cosmetic use interacts with skin health and may contribute to bacterial imbalance or dermatological issues.

Resumen

Palabras clave: Maquillaje, Microbiota cutánea, Crecimiento bacteriano, Tipos de piel, Maquillaje natural, Maquillaje sintético, Diversidad de colonias

Este trabajo de investigación analiza cómo la aplicación de maquillaje influye en el crecimiento bacteriano de la piel humana. El estudio compara tres condiciones (piel sin maquillar, maquillaje natural y maquillaje sintético) utilizando una muestra de seis participantes con distintos tipos de piel (grasa, mixta y seca). Se recogieron muestras bacterianas, que posteriormente fueron cultivadas y analizadas según el número y la morfología de las colonias.

Los resultados muestran que el maquillaje incrementa el número total de colonias bacterianas en todos los tipos de piel, siendo el maquillaje sintético el que genera el aumento más significativo. La piel grasa presenta la mayor cantidad inicial de bacterias, aunque el incremento proporcional tras aplicar maquillaje es más elevado en las pieles mixtas y secas. En cuanto a la composición, el maquillaje sintético reduce la diversidad de colonias y favorece la dominancia del tipo A, mientras que el maquillaje natural produce cambios más moderados y mantiene un equilibrio mayor en la microbiota.

En conjunto, el estudio concluye que el maquillaje modifica tanto la cantidad como la composición de la microbiota cutánea, con efectos más intensos en los productos sintéticos. Estos resultados subrayan la importancia de comprender cómo los cosméticos interactúan con la salud de la piel y cómo pueden contribuir a desequilibrios bacterianos o problemas dermatológicos.

ÍNDIX

1. INTRODUCCIÓ.....	8
2. MARC TEÒRIC.....	11
2.1. La pell humana.....	11
2.1.2. Tipus de pell.....	14
2.2. Microbiota cutània.....	15
2.2.1 Bacteris i fongs habituals de la pell.....	16
2.2.1.1 Staphylococcus epidermidis.....	16
2.2.1.2 Staphylococcus aureus.....	17
2.2.1.3 Cutibacterium acnes.....	18
2.2.1.4 Corynebacterium.....	19
2.2.1.5 Micrococcus.....	20
2.2.1.6 Acinetobacter.....	20
2.2.1.7 Streptococcus.....	21
2.2.1.8 Fongs.....	21
2.2.1.9 Virus.....	22
2.2.2. Funció de la microbiota en la salut cutània.....	22
2.3 El maquillatge.....	23
2.3.1 Composició del maquillatge natural versus sintètic.....	24
2.4 Interacció entre maquillatge i pell.....	25
2.5 Factors que afavoreixen el creixement bacterià.....	26
3. PLANTEJAMENT DE LA RECERCA:.....	27
3.1 Delimitació de la mostra.....	27
3.2 Variables de l'estudi.....	28
3.3 Grup control i rèpliques.....	29
4. METODOLOGIA.....	29
4.1 Disseny experimental.....	29
4.2 Material utilitzat.....	31
4.2.1. Justificació de la marca dels productes.....	31
4.3 Procediment experimental.....	32
4.3.1. Identificació del tipus de pell:.....	32
4.3.2. Recollida de mostres.....	33
4.3.3 Condicions d'incubació i cultiu bacterià.....	34
4.3.4 Observació de mostres al laboratori.....	36
4.4 Criteris de quantificació i classificació de colònies.....	37
5. RESULTATS I ANÀLISI DE LES DADES.....	37
5.1 Colònies segons tipus de pell sense maquillar.....	38
5.1.1 Resultats.....	38
5.1.2 Anàlisi dels resultats.....	41
5.2 Efecte del maquillatge sintètic respecte a la pell sense maquillar.....	43
5.2.1 Resultats.....	43

5.2.2 Anàlisi dels resultats.....	47
5.3 Efecte del tipus de maquillatge.....	49
5.3.1 Resultats.....	49
5.3.2 Anàlisi dels resultats.....	53
5.4 Anàlisi global dels resultats.....	55
6. CONCLUSIONS.....	56
8. GLOSSARI.....	59
9. REFERÈNCIES.....	60
10. ANNEXOS.....	64
Annex 1: Imatges generals de les mostres.....	64
Annex 2: Classificació i morfologia de les colònies bacterianes.....	68
Annex 3: Nombre de colònies per tipus i mostra.....	69
Annex 4: Imatges detallades de colònies (lupa).....	70

1. INTRODUCCIÓ

Context general

Actualment, l'ús del maquillatge està àmpliament estès a la nostra societat, tant per motius estètics com per raons professionals o socials. És habitual que moltes persones facin servir algun tipus de cosmètic facial de manera diària, però sovint no ens aturem a pensar en els possibles efectes que aquests productes poden causar sobre la nostra pell més enllà de l'aspecte visual.

Tot i que el maquillatge pot ajudar a millorar la imatge personal o augmentar l'autoestima, també pot provocar reaccions cutànies, obstrucció dels porus o desequilibris en la flora bacteriana natural de la pell. Aquesta qüestió m'ha generat interès i m'ha fet plantejar si realment hi ha una relació entre l'ús del maquillatge i un augment del nombre de bacteris a la pell, sobretot tenint en compte que cada persona té un tipus de pell diferent i que no tots els productes cosmètics són iguals.

Justificació del tema

L'elecció d'aquest tema parteix d'un interès personal per la dermatologia i els productes cosmètics, així com de la voluntat d'investigar els possibles efectes invisibles que l'ús habitual de maquillatge pot tenir sobre la salut cutània. A més, es tracta d'una qüestió rellevant des del punt de vista sanitari, ja que el maquillatge és àmpliament utilitzat per la població i pot influir en el desenvolupament de problemes dermatològics com l'acne, les irritacions o les infeccions bacterianes.

Aquest treball de recerca se centra en determinar si hi ha relació entre l'ús de maquillatge i el creixement bacterià a la pell humana. En concret, s'explora si l'aplicació de maquillatge pot alterar l'equilibri microbià natural de la pell i

afavorir una major proliferació de bacteris, en comparació amb una pell neta i sense productes cosmètics.

Tot i que ja s'han fet estudis previs sobre com pot afectar el maquillatge a la pell, com per exemple: *"The dark side of beauty: an in-depth analysis of the health hazards and toxicological impact of synthetic cosmetics and personal care products"* d'A.M. Alnuqaydan¹, molts d'aquests se centren en els efectes a llarg termini o en l'anàlisi de la composició dels productes. Amb aquest treball, jo vull aportar una mirada més concreta des del punt de vista microbiològic, posant el focus en si el maquillatge pot afavorir el creixement de bacteris a curt termini.

Objectius i Hipòtesis

El treball té com a objectiu general analitzar si l'aplicació de maquillatge influeix en el creixement bacterià a la pell. Per tal de donar resposta a aquest objectiu, s'han formulat diverses preguntes específiques que guien la recerca, com ara la influència del tipus de pell o la comparació entre maquillatge natural i sintètic.

A partir d'aquestes preguntes, es plantegen les següents hipòtesis:

- Potser l'ús de maquillatge afavoreix un augment del creixement de bacteris en comparació amb la pell sense maquillar.
- El tipus de pell podria influir en la quantitat i varietat de bacteris presents després d'aplicar maquillatge.
- El maquillatge sintètic podria afavorir un creixement bacterià més gran que el maquillatge natural.
- Entre els diferents tipus de pell, les pells greixoses podrien presentar un creixement bacterià més elevat que les seques o mixtes quan s'hi apliqués maquillatge

¹ ALNUQAYDAN, A. *"The dark side of beauty: an in-depth analysis of the health hazards and toxicological impact of synthetic cosmetics and personal care products"* [Aràbia Saudita: Department of Basic Health Sciences, College of Applied Medical Sciences, Qassim University] (2024).

Desenvolupament

Aquest treball s'emmarca dins l'àmbit científic, concretament en la microbiologia, i es fonamenta en la recerca bibliogràfica i en la pràctica experimental com a eines principals per a la validació de les hipòtesis plantejades.

Aquest treball es desenvoluparà mitjançant una metodologia experimental: primer es recolliran mostres de la pell sense maquillatge per tenir un punt de referència inicial. A continuació, s'aplicarà maquillatge sobre la pell facial de diferents participants i, després d'una hora, es recolliran mostres bacterianes per incubar-les i analitzar el nombre i tipus de colònies.

2. MARC TEÒRIC

2.1. La pell humana

La pell és un teixit que recobreix tota la superfície externa del cos humà i actua com una estructura de protecció fonamental. Es caracteritza per ser un teixit continu i resistent que manté la integritat corporal, alhora que estableix la frontera entre l'organisme i el medi extern. La seva funció principal és la de protegir l'organisme, però també participa en processos com la regulació de la temperatura, la percepció sensorial o l'eliminació de substàncies a través de la suor.

A més, la pell constitueix una part essencial de la immunitat innata, ja que representa un mecanisme de defensa inespecífic, és a dir, actua contra qualsevol tipus de microorganisme patògen que intenti penetrar a l'organisme. En aquest sentit, la pell funciona com una barrera primària gairebé infranquejable per diverses raons: el seu gruix i la descamació constant de les cèl·lules externes, que elimina microorganismes adherits; les secrecions de les glàndules sebàcies i sudorípares, que generen un pH àcid desfavorable per a molts microorganismes; la presència de la microbiota cutània, que impedeix el creixement i colonització de nous patògens; i finalment, els pèls, que dificulten la penetració i invasió de microorganismes.

Tal com es pot observar a la figura 1, la pell està formada per tres capes principals: l'epidermis, la dermis i l'hipodermes. Cada capa té una estructura i components específics que la distingeixen dins de l'organització general de la pell.

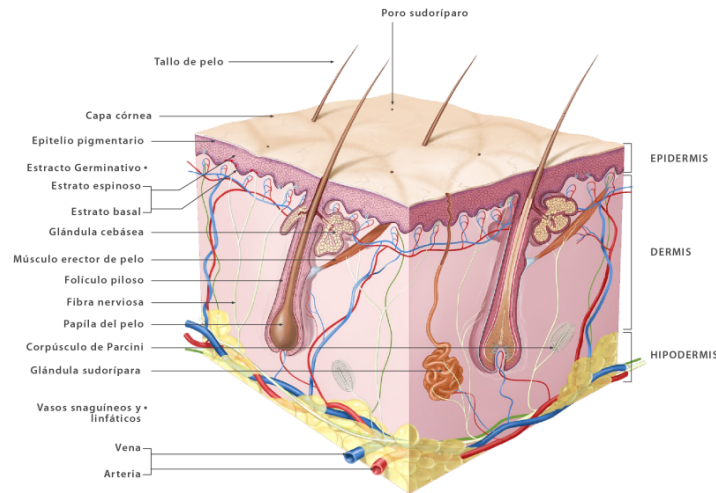


Figura 1. Mostra la estructura de la pell, les tres capes principals (epidermis, dermis i hipodermis) i els components rellevants de cada capa.

Font: <https://saludymedicina.org/post/la-piel>

L'epidermis és la capa més externa i la que està en contacte directe amb l'exterior. En la imatge es pot veure com és una capa prima però contínua, que evita el pas de microorganismes i altres agents nocius. Aquesta capa és avascular, és a dir, no té vasos sanguinis, i per tant obté els nutrients de la dermis, que està just a sota.

A nivell cel·lular, l'epidermis està formada per diferents tipus de cèl·lules, com ara els queratinòcits, que produeixen queratina², una proteïna que dona resistència i impermeabilitat a la pell. També hi trobem els melanòcits³, que fabriquen melanina, el pigment que dona color a la pell i la protegeix de la radiació ultraviolada. Altres cèl·lules importants són les cèl·lules de Langerhans, que participen en la defensa immunitària, i les cèl·lules de Merkel, relacionades amb la percepció del tacte fi.

Per sobre d'aquesta capa trobem el mantell hidrolipídic, una pel·lícula molt fina composta per greixos i aigua que es veu representada a la superfície externa

² Veure Glossari núm 1

³ Veure Glossari núm 2

de la figura. Aquest mantell té un paper clau, ja que manté la pell hidratada, la protegeix d'infeccions per bacteris i fongs i ajuda a conservar el pH lleugerament àcid (entre 4,5 i 5,5), essencial per al bon estat de la pell.

Sota l'epidermis hi ha la dermis, que a la figura 1 es pot identificar com una capa més gruixuda i amb moltes estructures internes. Està formada per fibres de col·lagen⁴ i elastina⁵, que li donen força, flexibilitat i resistència. En aquesta capa s'hi troben les glàndules sebàcies, que produeixen seu, i les glàndules sudorípares, responsables de generar la suor i ajudar a regular la temperatura corporal. També hi ha vasos sanguinis i limfàtics, que s'encarreguen de nodrir la pell i eliminar substàncies de rebuig.

A més, la dermis conté els fol·licles pilosos, d'on neix el pèl, i nombroses terminacions nervioses, que permeten percebre estímuls com la calor, el fred, el dolor o el tacte. Tot això fa que la dermis sigui una capa essencial tant per a la protecció com per a la sensibilitat cutània.

Finalment, a la part més profunda trobem la hipoderma, també anomenada teixit subcutani. Com es mostra a la figura, està formada principalment per teixit adipós (greix) i teixit conjuntiu lax. Els adipòcits són les cèl·lules que emmagatzemen greix i actuen com a reserva energètica, a més de servir d'aïllant tèrmic i protector mecànic davant possibles cops. El teixit conjuntiu, en canvi, és el que permet unir la pell amb les estructures internes del cos, com els músculs, i li dona flexibilitat.

A l'hipoderma també hi passen vasos sanguinis i limfàtics que contribueixen a la nutrició i regulació de la temperatura, així com terminacions nervioses que detecten pressions i vibracions profundes.

A més de les funcions protectores, immunològiques, sensorials i de regulació de la temperatura ja mencionades, la pell també exerceix altres funcions importants.

⁴ Veure Glossari núm 3

⁵ Veure Glossari núm 4

D'una banda, participa en l'absorció de substàncies, ja que alguns medicaments tòpics poden travessar l'epidermis i arribar als vasos sanguinis o limfàtics de la dermis. D'altra banda, la pell és essencial en la síntesi de vitamina D, un procés que s'activa quan la radiació ultraviolada incideix sobre la pell i que és fonamental per al metabolisme del calci i la salut òssia. Finalment, la pell compleix una funció estètica, psicològica i social, ja que el seu aspecte influeix en la percepció que tenim de nosaltres mateixos i en la manera com ens relacionem amb els altres, afectant l'autoestima i la qualitat de vida.

En conjunt, aquestes tres capes formen l'estructura completa de la pell, cada una amb característiques pròpies que contribueixen a la seva composició i organització general.

2.1.2. Tipus de pell

La pell humana presenta diferències segons la seva localització i funció. Les principals diferències entre la pell facial i la corporal es troben a la dermis, que és més gruixuda al cos. L'epidermis és similar en ambdós casos, excepte en zones de frec com els palmells, les plantes dels peus o les aixelles. La pell del rostre conté més glàndules sebàcies i sudorípares, especialment a la zona T (front, nas i mentó), fet que fa que el mantell hidrolipídic sigui més actiu. Això la protegeix millor, però també la fa més susceptible a desequilibris com l'excés de greix o la sequedat. En canvi, la pell corporal produeix menys seu i suor, cosa que la fa més vulnerable a la deshidratació i a la irritació, sobretot als braços i a les cames.

La pell facial presenta variacions individuals que permeten classificar-la en diferents tipus segons criteris clars i observables: la quantitat de greix produït, el grau d'hidratació i la resposta de la pell davant factors externs. A partir d'aquests criteris es distingeixen tres tipus bàsics de pell: seca, mixta i

greixosa, tot i que el tipus concret pot variar al llarg del temps segons factors genètics, hormonals i ambientals.

Pell seca: baixa producció de greix i menor capacitat de retenir aigua, amb una barrera protectora dèbil. Es manifesta amb textura aspra, descamació fina, menor elasticitat i tendència a la irritació, i pot accelerar l'envelliment cutani.

Pell mixta: combinació de zones greixoses i seques. La zona T acostuma a ser greixosa, mentre que galtes i laterals poden ser normals o seques. Això pot generar tant imperfeccions com zones sensibles.

Pell greixosa: alta producció de greix, porus dilatats i textura irregular, amb tendència a acne i punts negres. Tot i això, el seu ajuda a mantenir la pell hidratada i flexible, retardant l'envelliment.

2.2. Microbiota cutània

A l'ésser humà, la microbiota designa el conjunt de microorganismes (bacteris, llevats, virus...) presents en un epiteli. Un epiteli és la superfície d'intercanvi entre l'interior i l'exterior del cos: bucal, respiratori, intestinal, urogenital, ocular i cutani.

La microbiota cutània és el conjunt de microorganismes com bacteris, virus o fongs que es troben en la nostra pell de manera natural a la superfície i en les capes més externes de la pell. Aquests microorganismes són molt especialitzats i es caracteritzen per la seva gran diversitat i variabilitat d'un individu a un altre, així com entre diferents zones del rostre (front, nas, barbeta, galtes), ja que la quantitat de glàndules sebàcies i la humitat varien segons la regió facial.

Aquests microorganismes tenen una relació simbiòtica amb l'individu i protegeixen la pell de patògens a través de diversos mecanismes. A més ,

qualsevol alteració a la microbiota cutània pot causar afeccions a la pell com acne o dermatitis⁶.

La microbiota cutània és un marcador individual perquè varia de manera quantitativa i qualitativa d'una persona a una altra. Les variables com l'edat, el sexe, el sistema immunitari, el pH, la temperatura o la humitat també modifiquen la composició de la microbiota de la pell.

2.2.1 Bacteris i fongs habituals de la pell

Tot i que són més abundants els bacteris, també s'hi poden trobar fongs, paràsits o virus.

Les espècies bacterianes més abundants a la pell són *Staphylococcus epidermidis* i *Cutibacterium acnes*. Aquestes bacteris contribueixen tant a l'equilibri cutani com a la possible aparició de malalties dermatològiques en cas de desequilibri.

2.2.1.1 *Staphylococcus epidermidis*

De la família *Staphylococcaceae*, aquest bacteri forma part de la microbiota normal i són molt freqüents a la superfície de la pell, i abunden especialment a zones més seques com les galtes, per la qual cosa pot disminuir en pells greixoses, on predomina *Cutibacterium acnes*. Una de les seves funcions principals és la producció de substàncies antimicrobianes que frenen la proliferació de patògens i regula la resposta del sistema immunitari. És a dir, és un bacteri protector, i per tant manté una relació simbiòtica amb la nostra pell

Les cèl·lules de *S.epidermidis*, mostrades a la figura 4, són esfèriques (0,5–1,5 µm de diàmetre), blanquinoses i grampositives.

⁶ Veure Glossari núm 5

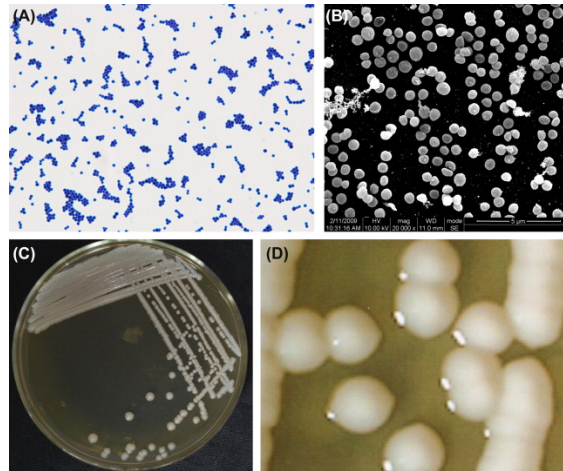


Figura 4. (A) Cèl·lules de *Staphylococcus epidermidis* (tinció de Gram). (B) Cèl·lules de *S. epidermidis* (SEM). (C) Colònies de *S. epidermidis* incubades en placa d'agar. (D) Colònies de *S. epidermidis* (estereomicroscopi). (V).

Font: <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/staphylococcus-epidermidis>

2.2.1.2 *Staphylococcus aureus*

Aquest bacteri, establint una relació comensal,⁷ pot aparèixer en qualsevol part de la cara, però sol ser més freqüent quan la barrera cutània està alterada. Per la qual cosa no predomina tant en pells sanes, però sí que pot augmentar en pells seques, atòpiques o amb una patologia cutània (com dermatitis).

Tal com podem veure a la figura 5, les colònies d'aquest bacteri sovint són daurades o grogues, d'un diàmetre d'1 mm a 4 mm i amb un marge ondulat o enter.

⁷ Veure Glossari núm 6



Figura 5. Mostra les colònies del bacteri *Staphylococcus aureus* en un cultiu d'agar-agar.

Font: <https://fundacionio.com/salud-io/enfermedades/bacterias/staphylococcus-aureus/>

2.2.1.3 *Cutibacterium acnes*

Tot i que també es troben més espècies de la família *Cutibacteriae*, aquesta és la més destacada en la nostra microbiota cutània. És especialment abundant en les zones més riques en seu, com la zona T de la cara, ja que es troba en les zones més abundants en glàndules sebàcies.

Aquest bacteri, en condicions normals, ajuda a mantenir l'equilibri de la microbiota cutània, mantenint una relació simbiòtica amb la nostra pell. Però quan hi ha un desequilibri, anomenat disbiosi, alguns variants del *C. acnes* creixen massa i produeixen substàncies que provoquen inflamació i irritació a la pell. Això fa que els fol·licles pilosos s'inflamin i es taponin, ocasionant les lesions típiques de l'acne com els punts negres, pústules i nòduls. A més, el *C. acnes* pot formar biofilms, que són capes que el protegeixen i el fan més difícil d'eliminar-lo amb tractaments.

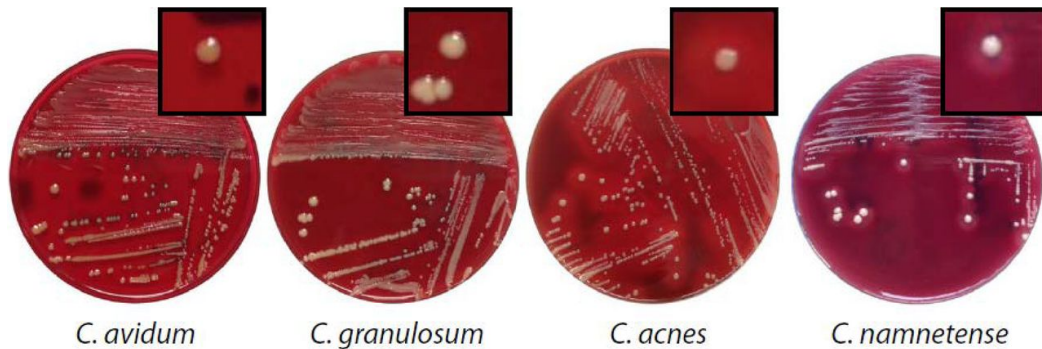


Figura 6. Mostra la morfologia de colònies de diferents espècies de la família *Cuticacterium* en plaques d'agar Schaedler després de tres dies d'incubació en atmosfera anaeròbica.

Font: <https://journals.asm.org/doi/10.1128/cmr.00064-17>

Com mostra la figura 6, *Cutibacterium acnes* forma colònies petites, circulars, de color blanc-groguenc i superfície llisa.

2.2.1.4 *Corynebacterium*

Aquests bacteris grampositius se solen trobar en zones humides de la pell com els plecs facials o la zona vora el nas, on factors com la humitat i el greix (seu), afavoreixen la seva presència.

Normalment, aquests bacteris tenen un paper comensal o simbiòtic, ajudant a mantenir l'equilibri del microbioma cutani i protegint contra patògens. Tot i això, en condicions de desequilibri o immunodeficiència, algunes espècies poden causar infeccions o irritacions.

Algunes de les espècies d'aquest gènere més habituals i representatives a la pell facial són: *Corynebacterium kroppenstedtii* i *Corynebacterium xerosis*

Altres possibles espècies, sovint en casos d'alteracions o persones immunodeprimides, són *Corynebacterium jeikeium*, *Corynebacterium striatum*, i *Corynebacterium urealyticum*.

La morfologia de les colònies pot variar depenent de l'espècie tal com es pot veure a la figura 7, on a part de mostrar les colònies del *C. striatum*, que són blanquinoses, circulars i enteres, podem veure les colònies d'altres espècies.

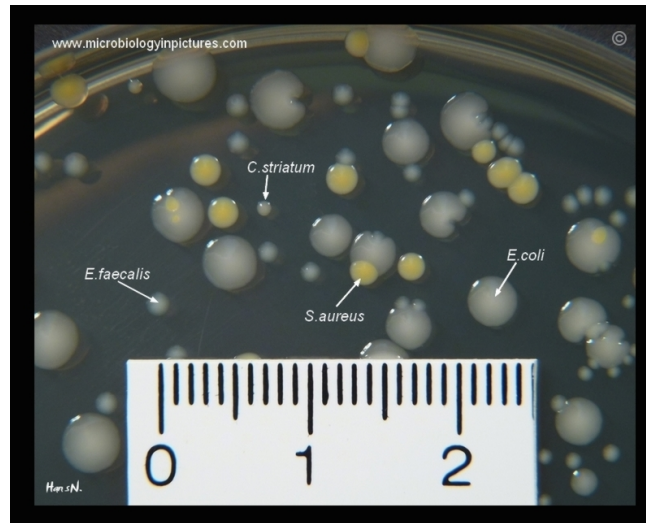


Figura 7. Mostra colònies d'*E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* i *Corynebacterium striatum* en agar tríptic de soja (TSA). Font:

<https://www.microbiologyinpictures.com/bacteria-photos/escherichia-coli-photos/bacterial-colonies-on-agar.html>

2.2.1.5 *Micrococcus*

Aquest grup inclou bacteris com *Micrococcus luteus*, que són cocs (esfèriques) grampositius i sovint es troben en zones de la pell més seques i exposades, com les galtes i el front. Generalment, són bacteris inofensius que formen part del microbioma habitual i ajuden a mantenir l'equilibri microbià tot competint amb altres microorganismes. No estan associats directament amb malalties, sinó que contribueixen a una pell sana.

2.2.1.6 *Acinetobacter*

Els bacteris del gènere *Acinetobacter* són bacils gramnegatius que poden viure en moltes superfícies, inclosa la pell, especialment en zones exposades. Tot i que formen part del microbioma habitual, algunes espècies com *Acinetobacter johnsonii* poden aparèixer en llocs on la pell està alterada o en condicions específiques (com ferides o pell amb la barrera cutània danyada). Aquest gènere és conegut per la seva resistència als antibiòtics i la seva capacitat de

sobreviure en medis adversos, cosa que els fa bacteris oportunistes en persones amb la immunitat baixa o en ambients hospitalaris. A la pell facial, poden estar més presents en persones amb alteracions cutànies o exposades a factors ambientals adversos

2.2.1.7 *Streptococcus*

Les espècies de *Streptococcus* són cocs (esfèriques) grampositius que formen cadenes. A la pell facial, es troben en proporcions menors, sovint en zones humides o plecs, com els voltants de la boca o les ales del nas. Tot i ser comensals habituals, algunes espècies poden convertir-se en oportunistes i causar infeccions quan hi ha alteracions en la barrera cutània o en persones amb pell sensible o lesionada.

2.2.1.8 Fongs

El gènere de fongs més abundant i habitual en la microbiota cutània facial és el gènere *Malassezia*. Hi podem trobar espècies com *Malassezia restricta* o *Malassezia sympodialis*, però sobretot *Malassezia globosa* que és considerada la més important i abundant.

Són llevats lipòfils, ja que necessiten lípids per créixer, i per això prefereixen zones amb moltes glàndules sebàcies on la producció de seu és molt més alta. Mantenen una relació comensal amb la pell sana, contribueixen ocupar espai i competir amb patògens. És a dir en estar-hi presents de forma estable, dificulten l'arribada i la colonització de patògens externs, potencialment nocius, perquè no hi ha espai lliure ni prou nutrients.

Tot i això, com molts altres microorganismes de la microbiota cutània, quan es produeix un desequilibri poden causar certes malalties dermatològiques, en aquest cas és molt probable que quan es produeix aquest desequilibri l'espècie *Malassezia* pot causar o agreujar dermatitis seborreica, una malaltia que provoca caspa facial, descamació i enrogiment a la pell.

2.2.1.9 Virus

En una pell sana no hi ha grans poblacions de virus patògens actius, però sí que hi ha virus comensals, latentment persistents i sobretot bacteriòfags

Els bacteriòfags (fags) són virus que infecten bacteris, contribuint a la regulació de les poblacions bacterianes. Fent això contribueixen a la tasca de mantenir l'equilibri de la microbiota cutània i poden influir indirectament en condicions com l'acne.

Destaquen fags de bacteris com: fags de *Cutibacterium acnes*, fags de *Staphylococcus* o fags de *Corynebacterium*.

Aquests virus acostumen a estar més presents a la zona T, l'entorn del nas i el front, ja que són àrees amb més flora bacteriana (on proliferen els fags).

A més dels fags, hi ha alguns virus humans que poden estar presents en una pell sana i la seva presència acostuma a ser limitada i normalment no causen malalties. Alguns dels més comuns són: *Papil·lomavirus humà* (HPV), *Polyomavirus* o *Molluscum contagiosum virus*.

2.2.2. Funció de la microbiota en la salut cutània

La microbiota cutània té un paper fonamental en la salut de la nostra pell. Els microorganismes que la formen estableixen una relació simbiòtica amb la pell, és a dir, ambdues parts en surten beneficiades. O bé mantenen una relació comensal amb l'organisme, on el microorganisme es beneficia sense aportar cap benefici ni perjudici a la pell. La seva presència és crucial per al correcte funcionament cutani i per protegir-lo de possibles alteracions.

La microbiota cutània exerceix diferents funcions essencials per mantenir la pell en bon estat. En primer lloc, té la capacitat d'actuar com a barrera protectora contra els patògens, ja que els microorganismes que hi viuen competeixen pels nutrients amb els organismes nocius i en dificulten el creixement excessiu.

A més, juga un paper molt important en la resposta immunitària de la pell, pel fet que estimula l'activitat del sistema immunitari i contribueix a prevenir i combatre infeccions. També ajuda el cos a reconèixer quins microorganismes són inofensius i quins poden resultar nocius, cosa que evita respostes inflamatòries desproporcionades.

Un altre aspecte clau és la seva influència en l'equilibri del medi cutani, ja que contribueix a mantenir el pH lleugerament àcid (entre 4,5 i 5,5) i participa en la degradació del seu i de la suor. Això permet mantenir una diversitat adequada de microorganismes beneficiosos, alhora que redueix el risc que proliferin patògens.

Finalment, alguns microbis produeixen substàncies i molècules útils amb efectes protectors i antiinflamatoris, a més de reforçar el mantell hidrolipídic, que hidrata i defensa la pell.

En conjunt, la microbiota cutània és un element clau per a la salut, ja que no només actua com una barrera física, sinó que també té un paper actiu en la protecció i la regulació del bon funcionament de la pell.

2.3 El maquillatge

El maquillatge, del francès *maquillage*, es refereix a l'art d'aplicar productes cosmètics sobre la pell, principalment el rostre, amb l'objectiu de modificar, ressaltar o millorar els trets físics. És un producte cosmètic àmpliament present en la vida quotidiana i en la indústria estètica. S'utilitza des de fa segles en diferents cultures i contextos, amb finalitats que van des de la millora de l'aspecte personal fins a la representació artística o ritual. Actualment, el maquillatge constitueix un element de consum molt estès i divers, amb una gran varietat de productes, formats i marques disponibles al mercat.

2.3.1 Composició del maquillatge natural versus sintètic

El maquillatge es pot dividir en natural i sintètic, depenent dels ingredients que es fan servir per elaborar-lo.

El maquillatge natural es formula amb components d'origen vegetal o mineral, com ara olis vegetals, pigments naturals o ceres d'origen animal i vegetal. Aquest tipus de productes intenta reduir l'ús de substàncies químiques fabricades al laboratori i es presenta com una alternativa més propera a la natura.

En canvi, el maquillatge sintètic, incorpora una gran varietat d'ingredients de síntesi química. Els més comuns són:

- **Conservants:** s'hi inclouen compostos com els parabens (derivats de l'àcid p-hidroxibenzoic) o el fenoxietanol. La seva funció és evitar que es desenvolupin bacteris o fongs dins del producte i allargar-ne la durada.
- **Silicones:** polímers derivats del silici, com la dimeticona o la ciclopentasiloxana. Aporten suavitat i faciliten que el maquillatge s'estengui de manera uniforme sobre la pell.
- **Colorants sintètics:** pigments creats per síntesi química, que ofereixen una gran varietat de colors i que mantenen millor l'estabilitat del producte amb el pas del temps.
- **Oli mineral i derivats del petroli:** com la parafina líquida o la vaselina, que s'utilitzen sovint com a base. Són subproductes del refinament del petroli i tenen l'avantatge de ser barats i estables.
- **Fragàncies:** barreges de molècules aromàtiques naturals o artificials, afegides per donar olor i fer el producte més atractiu.

- **Emulsionants:** ingredients que permeten barrejar l'aigua i els olis dins del mateix producte, evitant que se separin i mantenint la textura homogènia.

La composició d'aquests productes està controlada per lleis específiques. A Europa, el Reglament (CE) 1223/2009 sobre productes cosmètics estableix quins ingredients es poden utilitzar, quines quantitats màximes són segures i quins estan prohibits. Alguns parabens i determinats colorants sintètics, per exemple, han estat restringits o retirats del mercat europeu després de l'avaluació de comitès científics.

La qualitat d'un producte cosmètic depèn de diversos factors, com la puresa dels ingredients, la proporció en què s'utilitzen i els controls de seguretat que ha superat abans de sortir al mercat. Aquests aspectes expliquen les diferències entre productes més barats i d'altres de gamma més alta, tant en el seu preu com en el resultat final.

2.4 Interacció entre maquillatge i pell

La pell està protegida per una manta hidrolipídica, ja mencionada anteriorment. Quan s'hi apliquen cosmètics, aquesta capa es pot veure modificada temporalment, ja que els productes s'hi dipositen i n'alteren les condicions.

Alguns ingredients del maquillatge, com les silicones, ceres o olis minerals, formen una pel·lícula sobre la pell que ajuda a aplicar el producte de manera uniforme. Tot i això, aquesta capa pot obstruir els porus, provocar un efecte comedogènic i afavorir l'aparició de punts negres i canyelles.

La pell regula de manera natural el greix, la humitat i l'intercanvi de gasos i aigua. El maquillatge pot interferir en aquests processos en cobrir la superfície

cutània, alterant temporalment la secreció de seu, la hidratació i l'equilibri general de la pell.

El maquillatge també pot modificar l'entorn dels microorganismes de la pell. En canviar factors com la humitat, el greix o el pH, els cosmètics poden alterar de manera temporal l'equilibri microbià, depenent del tipus de producte i del temps que es manté aplicat.

En conjunt, la interacció entre maquillatge i pell no és estàtica, sinó que implica processos continus en què intervenen tant els ingredients dels cosmètics com les funcions reguladores pròpies de la pell humana.

2.5 Factors que afavoreixen el creixement bacterià

El creixement i la proliferació dels bacteris no es produeix de manera aleatòria, sinó que depèn de diversos factors ambientals i biològics que influeixen directament en la seva reproducció. En el cas de la pell humana, aquests factors són especialment importants perquè determinen quins bacteris poden colonitzar-la i amb quina intensitat.

Un dels factors més rellevants és la temperatura. La majoria dels bacteris de la pell són mesòfils i tenen una temperatura òptima de creixement entre els 35 i 37 °C, que coincideix amb la del cos humà. Això fa que la pell sigui un medi adequat per al seu desenvolupament.

La humitat també té un paper clau. En zones amb més suor, com el front o el nas, la pell reté més aigua i això afavoreix la proliferació bacteriana. En canvi, en pells més seques el creixement és més limitat. A més, una elevada humitat ambiental facilita la persistència dels bacteris.

Pel que fa al pH, la pell presenta un valor lleugerament àcid, generalment entre 4,5 i 5,5. Aquest ambient actua com una defensa natural contra bacteris

patògens, tot i que la microbiota cutània està adaptada a aquestes condicions i pot proliferar-hi sense dificultats.

La disponibilitat de nutrients és un altre factor determinant. Els bacteris aprofiten substàncies presents a la pell, com el seu produït per les glàndules sebàcies, la suor i les cèl·lules mortes

.

Un altre aspecte important és la presència d'oxigen. Alguns bacteris necessiten oxigen per viure, mentre que d'altres poden créixer tant amb oxigen com sense. Això explica per què zones poc oxigenades, com els fol·licles pilosos o els porus obstruïts, afavoreixen el desenvolupament de certs microorganismes.

Finalment, els factors propis de cada pell també influeixen en el creixement bacterià. El tipus de pell determina la quantitat de seu disponible i, per tant, la proliferació bacteriana. A més, una barrera cutània danyada o irritada és més vulnerable a la colonització dels bacteris.

3. PLANTEJAMENT DE LA RECERCA:

3.1 Delimitació de la mostra

Per dur a terme aquest estudi s'ha seleccionat una mostra formada per sis noies d'entre 16 i 17 anys. Les participants s'han classificat segons el seu tipus de pell, amb l'objectiu de garantir una certa diversitat dins la mostra: dues presenten pells seques, dues pells mixtes i dues pells greixoses. Aquesta classificació permet analitzar si el tipus de pell influeix en el creixement bacterià quan s'aplica maquillatge.

L'estudi es basa en la comparació del creixement bacterià de la pell en tres situacions diferents: pell sense maquillatge (grup control), pell amb maquillatge natural i pell amb maquillatge sintètic. D'aquesta manera, es pretén observar l'impacte dels diferents tipus de maquillatge sobre la pell de cada participant i establir possibles diferències segons el tipus de pell.

3.2 Variables de l'estudi

En aquest treball s'han identificat diferents tipus de variables per tal de controlar i analitzar amb precisió els resultats obtinguts durant l'experiment.

La variable independent és el tipus de maquillatge aplicat, que presenta tres condicions: sense maquillatge (control), maquillatge natural i maquillatge sintètic. Aquesta variable es modifica amb l'objectiu d'observar si influeix en el creixement bacterià de la pell.

La variable dependent és el creixement bacterià, mesurat a partir del nombre de colònies bacterianes obtingudes de les mostres de pell recollides.

Per tal de garantir la fiabilitat dels resultats, s'han mantingut constants diverses variables controlades, com ara el procediment de recollida de les mostres, el temps d'espera abans de la presa de mostres i les condicions ambientals i d'incubació.

A més, com que totes les participants eren dones, també es va tenir en compte el seu cicle menstrual, i cap d'elles estava en la menstruació en el moment de l'experiment. Aquest factor és molt important, ja que les fluctuacions hormonals⁸ al llarg del cicle poden influir en la microbiota cutània, afectant l'equilibri bacterià de la pell facial.

Finalment, en l'estudi també es tenen en compte altres factors que poden influir en els resultats, com el tipus de pell (seca, mixta o greixosa). Tot i que no és una variable independent pròpiament dita, aquesta característica s'han utilitzat com a variable de classificació per fer comparacions específiques i obtenir conclusions més detallades.

3.3 Grup control i rèpliques

En aquest estudi, el grup control es basa en les mostres de pell recollides sense cap aplicació de maquillatge. Aquesta condició permet observar l'estat microbiològic natural de la pell de cada participant i serveix com a punt de comparació amb les altres dues condicions.

Pel que fa a les rèpliques experimentals, s'han utilitzat dues participants per cada tipus de pell (seca, mixta i greixosa). Cada participant ha estat sotmesa a totes les condicions de l'estudi, fet que permet comparar els resultats dins d'un mateix individu i augmentar la fiabilitat de les dades obtingudes.

⁸ Veure Glossari núm 7

4. METODOLOGIA

4.1 Disseny experimental

Aquest treball s'ha dissenyat com una investigació de tipus experimental amb l'objectiu principal de comprovar si l'aplicació de maquillatge influeix en el creixement bacterià a la pell humana. També es vol analitzar si existeixen diferències segons el tipus de maquillatge utilitzat (natural o sintètic) i segons el tipus de pell de cada participant.

Per dur a terme l'experiment, s'ha treballat amb una mostra de sis noies d'entre 16 i 17 anys, seleccionades segons el seu tipus de pell: dues amb pell seca, dues amb pell mixta i dues amb pell greixosa. Totes les participants han estat sotmeses a tres condicions experimentals diferents:

- Pell sense maquillatge, mostra control
- Pell amb maquillatge natural
- Pell amb maquillatge sintètic

Per a totes les condicions, la preparació i la recollida de les mostres es van fer seguint el mateix procediment, que s'explica amb més detall a l'apartat del procediment.

Totes les sessions experimentals es van dur a terme sota les mateixes condicions ambientals, amb una temperatura d'entre 28 i 30 °C, una humitat relativa del 50 %, i vent suau de 5 km/h, en un entorn assolellat i estable. Aquest control ambiental ha estat essencial per evitar que factors externs influeixin en el resultat.

Un cop recollides, les mostres es van sembrar en plaques de Petri amb medi de cultiu i es van introduir en una incubadora a 37 °C durant 48 hores,

condicions habituals per afavorir el creixement de bacteris cutanis. Després del període d'incubació, es va fer una observació visual del creixement i es va procedir al recompte i classificació de les colònies bacterianes.

Aquest disseny experimental permet comparar els resultats entre condicions diferents dins d'un mateix individu, la qual cosa millora la fiabilitat i la precisió de les conclusions. A més, el fet de repetir el procés amb dues persones per cada tipus de pell permet establir rèpliques dins de cada categoria, assegurant que els resultats no depenen d'un cas puntual, sinó que reflecteixen una tendència més generalitzada.

4.2 Material utilitzat

- Maquillatge de dos tipus:
 - Maquillatge sintètic: Corrector technic *Conceal & blend*
 - Maquillatge fet amb productes naturals: corrector *Bourjois*
- 18 Plaques de Petri amb medi de cultiu, agar nutritiu medi PCA
- Guants de làtex d'un sol ús
- Alcohol 70°
- Etiquetes o retolador permanent (per marcar les mostres)
- Incubadora (37 °C)
- Lupa estereoscòpica binocular
- Fulls de registre d'observacions
- 6 Participants amb diferents tipus de pell (2 greixosa, 2 seca i 2 mixta)
- Netejador neutre (*Ziaja natural care face gel*)

4.2.1. Justificació de la marca dels productes

Per tal de complir els objectius del treball, s'han seleccionat dues marques de maquillatge que representen dos tipus diferents de formulació: una amb ingredients naturals i una altra amb composició majoritàriament sintètica.

Pel maquillatge natural s'ha escollit la marca Bourjois, reconeguda per l'ús d'ingredients d'origen natural, la seva àmplia presència al mercat i el seu preu assequible, fet que la converteix en una opció realista i representativa per a l'estudi.

Pel maquillatge sintètic s'ha seleccionat la marca Technic, amb una composició més sintètica però igualment accessible, popular i utilitzada especialment entre el públic jove. L'elecció d'ambdues marques permet una comparació coherent entre opcions de maquillatge habituals en l'ús quotidià.

El producte específic emprat en tots els casos ha estat un corrector facial, ja que és un dels tipus de maquillatge més utilitzats en la vida diària i habitualment s'aplica en zones concretes de la cara, fet que facilita la recollida de mostres i l'observació del creixement bacterià.

4.3 Procediment experimental

4.3.1. Identificació del tipus de pell:

Abans de la fase experimental, es va determinar el tipus de pell de cada participant mitjançant dues proves senzilles i no invasives, que van permetre classificar-los en pell seca, mixta o greixosa per comparar els resultats segons aquesta variable.

Per garantir la fiabilitat de les proves, es va indicar a les participants que no apliquessin cap producte sobre la pell facial (com ara maquillatge, cremes

hidratants, protector solar, etc.) durant les 12 hores prèvies. A més, 30 minuts abans de les proves, es va realitzar una neteja suau de la cara amb aigua tèbia i un sabó neutre. Després de la neteja, les participants van passar per un període de repòs de 15 a 20 minuts en un espai controlat amb temperatura d'entre 20 i 22 °C i una humitat relativa d'entre 45 i 55 %, per tal de normalitzar les condicions naturals de la pell.

La primera prova realitzada va ser una inspecció visual directa, utilitzant llum blanca i una lupa dermatològica. Es va observar l'aspecte general de la pell a diverses zones del rostre per identificar els següents indicadors:

- Brillantor excessiva en diverses zones: indici de pell greixosa.
- Descamació, opacitat o tibantor visible: indicadors de pell seca.
- Diferències marcades entre la zona T (front, nas i barbeta) i les galtes: característica de pell mixta.

Com a prova complementària, es va dur a terme el test del paper de seda (o *blotting paper*), una tècnica domèstica coneguda per detectar la presència de greix a la pell. Es van pressionar papers absorbents en cinc zones del rostre (front, galtes, nas, barbeta) després del període de repòs. La presència de greix es va identificar per l'aparició de taques translúcides sobre el paper. Els resultats es van interpretar així:

- Taques de greix a totes les zones: pell greixosa.
- Absència de marques de greix: pell seca.
- Greix només a la zona T: pell mixta.

La combinació dels resultats d'aquestes dues proves va permetre assignar a cada participant una classificació clara i coherent del seu tipus de pell, que es va tenir en compte en totes les fases posteriors del treball.

4.3.2. Recollida de mostres

Abans de començar la recollida de mostres, les participants van seguir el mateix procediment de preparació de la pell que es descriu a l'apartat anterior. Un cop acabat el període de repòs en condicions controlades (20–22 °C i 45–55 % d'humitat relativa), es va aplicar el maquillatge.

Per garantir la higiene del procés, el maquillatge va ser aplicat després de desinfectar les mans i posar-se guants d'un sol ús. El maquillatge utilitzat no havia estat obert prèviament i es trobava precintat abans de la seva aplicació. A cada participant se li va aplicar el tipus de maquillatge corresponent (natural en mitja cara i sintètic en l'altra), sempre a les zones establertes: la galta i el front. Aquestes zones es van triar perquè són d'aplicació habitual de cosmètics i permeten una recollida de mostres fàcil i precisa.

En el cas del grup control, no es va aplicar cap maquillatge. Tot i això, es va seguir el mateix procediment de neteja prèvia i el mateix temps d'espera d'una hora abans de la recollida de mostres, assegurant que l'única diferència fos la presència o absència de producte.

Després que hagués passat el temps establert, es van recollir les mostres bacterianes. Per fer-ho, es va utilitzar una placa de Petri amb medi de cultiu, que es va fregar suaument sobre la pell a les zones designades (galta i front). Es va tenir cura de fregar només una àrea reduïda per no interferir amb possibles mostres addicionals ni causar molèsties a les participants.

Finalment, cada placa va ser etiquetada de manera clara i precisa amb la informació corresponent:

- Nom o codi del participant.
- Tipus de pell (seca, greixosa o mixta).
- Condició experimental (maquillatge natural, maquillatge sintètic o control).

Aquest procediment va permetre obtenir mostres comparables entre les diferents condicions experimentals i assegurar la fiabilitat de les dades recollides.

4.3.3 Condicions d'incubació i cultiu bacterià

Un cop recollides les mostres, aquestes es van traslladar al laboratori de la Facultat de Ciències de la Universitat de Girona, on es va dur a terme el procés d'incubació. Totes les plaques de Petri van ser col·locades en una incubadora a 37 °C, una temperatura òptima per al creixement de bacteris d'origen cutani.

Les mostres es van mantenir a la incubadora durant un període de 48 hores, assegurant que totes es trobessin en les mateixes condicions ambientals per tal de garantir la comparabilitat dels resultats.

8. AGAR RECOMPTE EN PLACA <i>Liofilchem®</i>		PCA
Composició (g /l) Triptona 5 Extracte de llevat 2.5 Dextrosa 1 Agar 15 pH 7.0±0.2		Preparació: Dissoleu 23,5 g en un litre d'aigua destil·lada, ajusteu el pH i feu bullir fins a la completa dissolució de l'agar. Repartiu el medi en ampolles de vidre de 100 o de 250 ml. Esterilitzeu a l'autoclau durant 15 minuts a 121 °C
És un medi nutritiu, encara que no massa ric, per a l'enumeració de microorganismes en aigües i aliments en general.		

Figura 8. Taula amb la composició i la preparació del medi de cultiu PCA (*Plate Count Agar*) de *Liofilchem®*. Font: guió de pràctiques de microbiologia UdG

Com a medi de cultiu es va utilitzar *Plate Count Agar* (PCA), un medi sòlid habitualment emprat en microbiologia perquè permet el creixement d'una gran varietat de bacteris. La seva composició i preparació es mostren a la Figura 8. Aquest medi va facilitar l'aparició de colònies visibles, que posteriorment van poder ser observades, comptades i classificades segons les seves característiques.



Figura 9. Fotografia de la incubadora utilitzada del laboratori de la facultat de ciències de la UdG. Font: pròpia

4.3.4 Observació de mostres al laboratori

Un cop completat el procés d'incubació, les mostres van ser analitzades al laboratori de l'Institut Carles Rahola. Per a aquesta observació es va utilitzar una lupa estereoscòpica binocular, un instrument òptic similar a un microscopi, però amb menys augment i pensat per veure mostres a una escala més gran. L'equip emprat disposava d'un augment de 4x i d'un sistema addicional de 0,45x per projectar la imatge a l'ordinador, cosa que va facilitar la documentació fotogràfica de les colònies.

Amb aquest instrument es van observar les colònies una a una, registrant les seves característiques generals i prenent fotografies per poder comparar-les més endavant. L'objectiu principal d'aquesta fase no era fer una anàlisi microbiològica profunda, sinó obtenir una observació visual clara del creixement bacterià, distingint el nombre de colònies i alguns trets macroscòpics com la forma, el color o l'elevació.

Aquest pas va permetre recollir informació visual i qualitativa que complementa el recompte de colònies i aporta dades útils per a la discussió dels resultats.

4.4 Criteris de quantificació i classificació de colònies

Per tal d'assegurar un recompte precís de les colònies bacterianes, es van utilitzar dos mètodes complementaris. En primer lloc, es va fer una observació visual directa de les plaques de Petri, analitzant-les una a una. Paral·lelament, cada placa es va col·locar directament a la fotocopidora per obtenir una imatge en paper. Aquest sistema va permetre marcar i comptar manualment cada colònia, cosa que va facilitar el procés i va reduir el risc d'errors.

En els casos en què les colònies eren molt nombroses, es va dibuixar una quadrícula sobre la còpia per dividir l'espai i facilitar el recompte. D'aquesta manera, es van poder comptabilitzar totes les colònies presents a cada mostra amb més precisió i fiabilitat.

Pel que fa a la classificació de les colònies, aquesta es va dur a terme després de l'observació al laboratori, a partir de les imatges obtingudes amb la lupa estereoscòpica. Seguint els criteris proposats al guió de pràctiques del Grau de Microbiologia de la UdG, es van registrar les següents característiques: Quantitat total de colònies (nombre), forma, elevació, marge, color, brillantor i mida.

5. RESULTATS I ANÀLISI DE LES DADES

En aquest apartat es presenten i s'analitzen conjuntament els resultats obtinguts durant l'experiment, amb l'objectiu d'avaluar l'efecte del maquillatge sobre el creixement bacterià de la pell. Les dades recollides permeten comparar tant la presència o absència de maquillatge com el tipus de producte utilitzat, així com observar possibles diferències segons el tipus de pell de les participants.

L'anàlisi dels resultats s'ha estructurat a partir de diferents comparacions experimentals. En primer lloc, s'examinen les diferències entre la pell sense maquillar i la pell maquillada. Posteriorment, es comparen els efectes del maquillatge natural i del maquillatge sintètic. Aquestes comparacions es desenvolupen tenint en compte el tipus de pell (seca, mixta o greixosa) com a variable de classificació.

Per facilitar l'estudi del creixement bacterià, les colònies observades s'han classificat segons la seva morfologia en diversos tipus, identificats amb les lletres A, B, C, D i E, prioritzant aquells que apareixen amb més freqüència. Aquesta classificació s'ha basat en característiques macroscòpiques com la forma, el color, la mida i l'elevació de les colònies (taula en annex 2).

Cal destacar que, a causa de les limitacions del treball, no s'han pogut realitzar tècniques microbiològiques avançades per identificar amb certesa les espècies bacterianes presents. Per aquest motiu, la identificació realitzada és aproximada i és orientativa, però permet analitzar de manera comparativa com les diferents condicions experimentals poden influir en la quantitat i la composició bacteriana de la pell.

5.1 Colònies segons tipus de pell sense maquillar

5.1.1 Resultats

A continuació es presenten els resultats obtinguts de les mostres de control (pell sense maquillar). Primer s'han comptat el nombre total de colònies bacterianes de cada participant i, posteriorment, s'ha calculat la mitjana per tipus de pell per determinar si existeixen diferències inicials en el creixement bacterià.

Tipus de pell	Núm. de participant	Nre. de colònies totals
greixosa	1	463
	2	569
mixta	3	256
	4	156
seca	5	130
	6	91

Figura 10. Nombre de formacions bacterianes totals observades en cada participant amb la pell sense maquillar. Font: Pròpia

Les dades de la figura 10 mostren que les pells greixoses presenten un nombre més elevat de colònies en les mostres de control, amb una mitjana de 516 formacions. En segon lloc, es troben les pells mixtes amb una mitjana de 206, i finalment les pells seques, amb un valor mitjà de 110 colònies.

Aquesta distribució de resultats indica que, abans de l'aplicació del maquillatge, ja s'observen diferències en la quantitat de colònies entre els diferents tipus de pell. Aquest fet s'ha tingut en compte a l'hora de realitzar les comparacions posteriors.

Pel que fa a la diversitat de colònies a les pells greixoses, la figura 11 mostra que el tipus B és el més abundant, amb aproximadament 100 colònies. En segon lloc, es troba el tipus C, amb entre 40 i 50 colònies, seguit del tipus A,

que presenta al voltant de 20 formacions bacterianes. En canvi, els tipus D, E i F són molt poc freqüents, amb valors que varien entre 0 i 5 colònies.

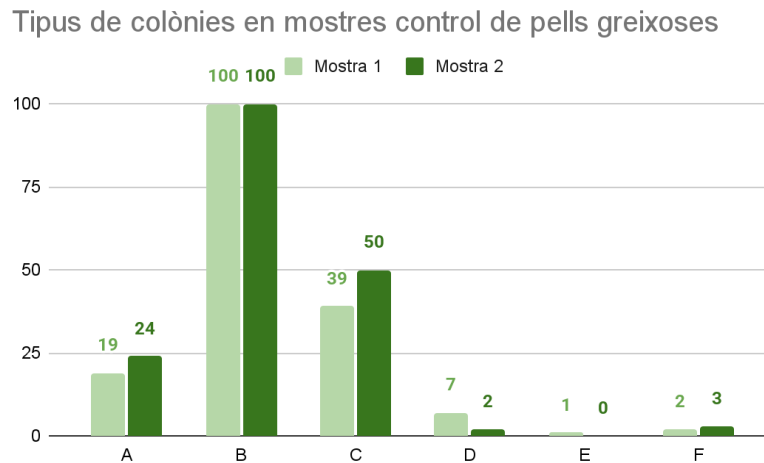


Figura 11. Nombre de colònies de cada tipus a les mostres control de pells greixoses.

Font: pròpia

En les pells mixtes, les colònies B també són les més freqüents, amb més de 100 formacions bacterianes per placa, com podem veure a la figura 12. Les colònies A ocupen el segon lloc, amb una quantitat més baixa, al voltant de 20 a 30 formacions. Finalment, els tipus C, D, E i F es troben en menor quantitat, amb una mitjana que oscil·la entre 3 i 11 colònies.

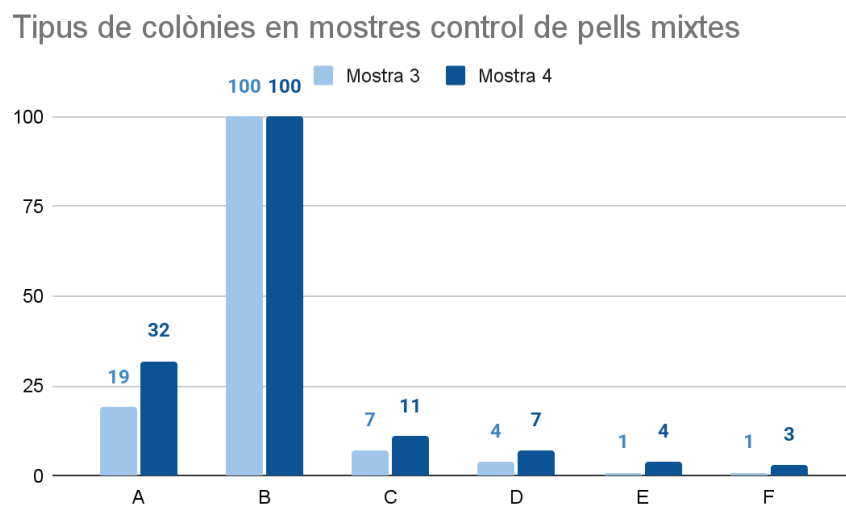


Figura 12. Nombre de colònies de cada tipus a les mostres control de pells mixtes.

Font: pròpia

En les pells seques, tal com s'observa a la figura 13, no es detecten grans variacions en el tipus de colònies en comparació amb les pells greixoses i mixtes. El tipus de colònia més dominant és la D, amb aproximadament entre 19 i 30 colònies, seguida de les colònies A i B, que també presenten un nombre elevat d'unes 20 formacions bacterianes. En canvi, els tipus E i F són minoritaris, amb una mitjana de només 2 o 3 colònies de mitjana entre les dues mostres.

Tipus de colònies en mostres control de pells seques

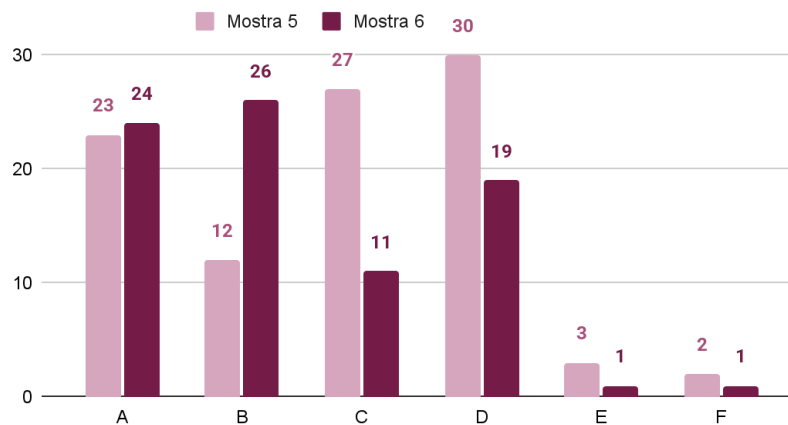


Figura 13. Nombre de colònies de cada tipus a les mostres control de pells seques. Font: pròpia

En resum, abans de l'aplicació de maquillatge, les pells greixoses presenten més colònies que les mixtes i les seques. El tipus B és el més freqüent a les pells greixoses i mixtes, mentre que a les pells seques no hi ha un tipus clarament dominant. Els altres tipus de colònies apareixen en menor quantitat, però sempre estan presents, oferint una visió general del creixement bacterià a cada tipus de pell.

5.1.2 Anàlisi dels resultats

En aquest apartat s'analitzen les diferències en el nombre i la diversitat de colònies bacterianes segons el tipus de pell abans de l'aplicació de maquillatge. Les dades mostren que les pells greixoses presenten el nombre més elevat de colònies, seguides de les pells mixtes i, finalment, de les pells seques. Aquesta diferència pot estar relacionada amb les característiques fisiològiques de cada tipus de pell: la pell greixosa produeix més seu, que serveix de nutrient per a molts bacteris, i manté més humitat, cosa que afavoreix la seva proliferació. Les pells mixtes i seques, en canvi, tenen menys greix i humitat, la qual cosa limita el creixement bacterià.

Pel que fa a la diversitat de colònies, s'observa que alguns tipus són més abundants que altres depenent del tipus de pell. A les pells greixoses predomina el tipus B, mentre que els tipus D, E i F apareixen en menor quantitat. A les pells mixtes, els tipus A i B són els més comuns, amb una presència menor dels altres tipus. Les pells seques no presenten un tipus clarament dominant, amb una distribució més equilibrada entre els diferents tipus de colònies.

Si relacionem aquests resultats amb la possible identificació dels bacteris, la colònia A, que es troba en diverses mostres, podria correspondre a *Staphylococcus epidermidis* o espècies similars, un bacteri capaç de tolerar la deshidratació superficial. Això explica la seva presència en les pells seques, tot i que també creix bé en pells greixoses gràcies al seu com a font de nutrients. La colònia B, predominant a les pells greixoses i també abundant a les mixtes, podria correspondre a bacteris mesòfils de la flora cutània, que es beneficien de la presència de lípids i fol·licles pilosos, especialment en zones com la zona T. La colònia C sembla estar associada a bacteris resistents a la dessecació, com *Micrococcus spp.*, i apareix amb més freqüència en les zones seques, on altres bacteris no prosperen tant. Finalment, els tipus D, E i F es troben en

petites quantitats en totes les pells, indicant que només poden sobreviure en condicions molt específiques i no dominen cap tipus de pell.

En conjunt, aquestes observacions permeten veure com les característiques pròpies de cada tipus de pell influeixen en el nombre total i la composició de les colònies abans de l'aplicació de maquillatge, mostrant patrons que seran útils per comparar més endavant els efectes del maquillatge sintètic i natural.

5.2 Efecte del maquillatge sintètic respecte a la pell sense maquillar

5.2.1 Resultats

En aquest apartat es comparen les mostres de pell abans i després de l'aplicació de maquillatge sintètic, amb l'objectiu d'analitzar com el maquillatge que s'utilitza normalment, pot influir en el nombre i la diversitat de colònies bacterianes.

Pel que fa al nombre total de colònies, la taula de la figura 14 mostra que les pells greixoses presenten els valors més elevats, amb una mitjana de 747 colònies. Les pells mixtes tenen un valor intermedi, amb una mitjana de 340 colònies, mentre que les pells seques mostren la quantitat més baixa, amb unes 181 colònies de mitjana.

Tipus de pell	Núm. de participant	Nre. de colònies totals
greixosa	1	585
	2	909
mixta	3	394
	4	286
seca	5	249
	6	113

Figura 14. Taula que mostra el nombre total de colònies en cada mostra de maquillatge sintètic.

Font: pròpia

En comparació amb les mostres prèvies a l'aplicació del maquillatge, s'ha observat un increment en el nombre de colònies. Les mitjanes es presenten a la figura 15, que il·lustra el creixement de colònies en tots els tipus de pell. En la pell seca, s'han registrat aproximadament 71 colònies més després de l'aplicació del maquillatge sintètic, representant un augment del 64,54%. Pel que fa a les pells mixtes, s'han trobat 134 colònies addicionals en comparació amb la mostra de control, i això suposa un increment del 65%. En les pells greixoses, la mitjana és de 231 colònies més, corresponent a un augment del 44,76%.

Per tant, es pot observar que, tot i que les pells greixoses presenten el nombre més alt de colònies, el percentatge d'augment de colònies en la pell sense maquillar és inferior al de les pells seques i mixtes, on el percentatge d'augment és gairebé idèntic.

Cal tenir present que les dades representen les mitjanes de les dues mostres de cada tipus de pell, de manera que els increments exactes varien lleugerament entre participants.

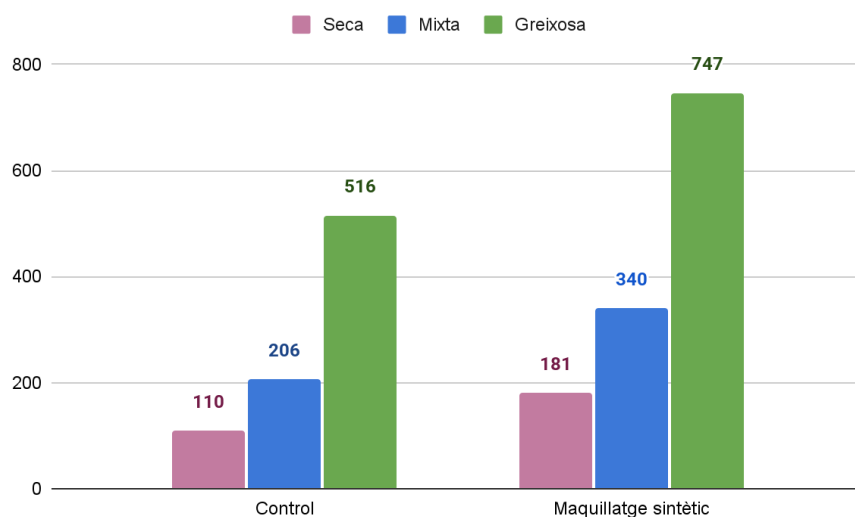


Figura 15. Gràfic amb la mitjana de colònies en cada tipus de pell, abans i després de l'aplicació de maquillatge sintètic. Font: pròpia

Pel que fa a la diversitat de colònies, en primer lloc, a la figura 16 es pot observar que en les pells greixoses predomina clarament la colònia de tipus A, amb més de 100 colònies en totes dues mostres. El tipus C també és abundant, però només en la mostra 2, que supera les 150 colònies, mentre que la mostra 1 només en presenta 7. En canvi, els tipus B i D apareixen en proporcions molt baixes, entre 2 i 8 colònies. D'altra banda, no s'ha detectat la presència dels tipus E i F en cap de les mostres.

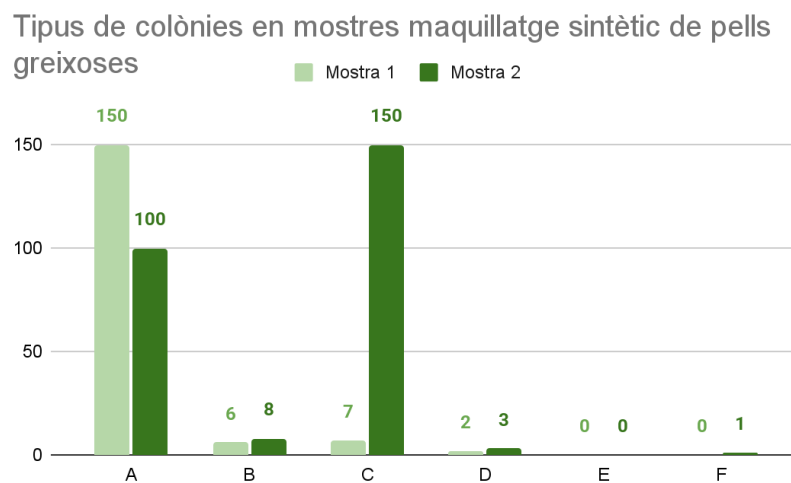
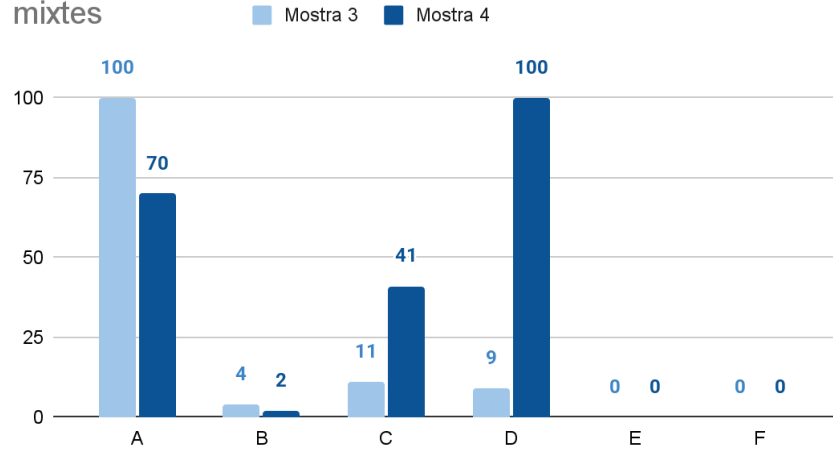
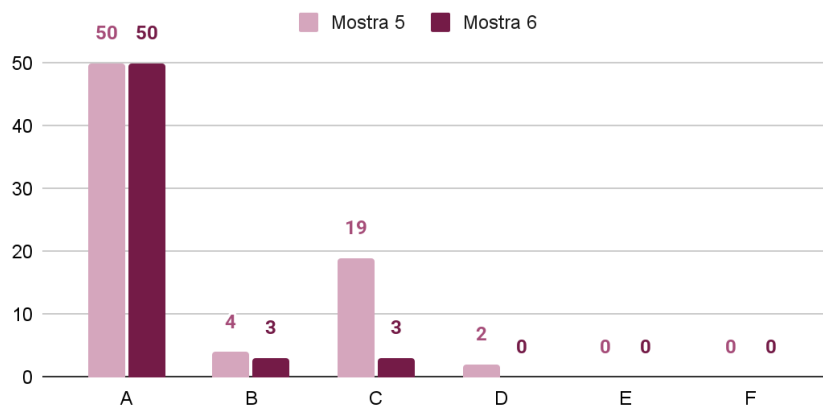


Figura 16. Nombre de colònies de cada tipus a les mostres de maquillatge sintètic de pells greixoses. Font: pròpia

En les pells mixtes, la colònia A torna a ser la més abundant, amb unes 100 colònies de mitjana entre les dues mostres, com mostra la figura 17. Tal com s'ha observat en les pells greixoses, també es detecta una diferència important entre les dues mostres d'un mateix tipus de pell: en aquest cas, el tipus D és el que presenta la variació més gran, amb 100 colònies a la mostra 4 però només 9 a la mostra 3. El tipus C també té una certa presència, amb unes 25 colònies de mitjana, mentre que el tipus B és molt escàs (unes 3 colònies de mitjana). Els tipus E i F tampoc no apareixen en cap mostra.

Tipus de colònies en mostres maquillatge sintètic de pells
mixtes**Figura 17.** Nombre de colònies de cada tipus a les mostres de maquillatge sintètic de pells mixtes. Font: pròpia

En les pells seques, tal com es pot veure en la figura 18, el tipus més abundant és també la colònia A, que supera les 50 colònies en les dues mostres. Les colònies B i C tenen una presència relativament baixa, amb unes 4 colònies de mitjana del tipus B i unes 10 del tipus C. El tipus D, s'ha trobat en la mostra 5, però no en la mostra 6. Igual que en els altres tipus de pell, les colònies E i F no s'han trobat en cap de les mostres.

Tipus de colònies en mostres maquillatge sintètic de pells
seques**Figura 18.** Nombre de colònies de cada tipus a les mostres de maquillatge sintètic de pells seques. Font: pròpia.

En resum, les dades obtingudes de la diversitat de colònies a les mostres de pell maquillada amb maquillatge sintètic mostren que el tipus A és el predominant en tots els tipus de pell. Les colònies B, C i D apareixen en proporcions més variables que depenen del tipus de pell i de cada participant, amb diferències molt marcades sobretot en pells mixtes i greixoses. Finalment, les colònies E i F no s'han detectat en cap de les mostres. En general, la diversitat de les formacions bacterianes es manté concentrada en determinats tipus de colònies, cosa que fa que la quantitat de cada tipus sigui força desigual.

En comparar aquests resultats amb les mostres control, s'ha vist que l'aplicació de maquillatge sintètic no només augmenta el nombre total de colònies, sinó que també modifica la proporció entre els diferents tipus.

5.2.2 Anàlisi dels resultats

L'aplicació de maquillatge sintètic provoca canvis notables en el nombre i la composició de les colònies bacterianes respecte a les mostres sense maquillar. Els resultats mostren un augment general en el nombre total de colònies en tots els tipus de pell, encara que amb percentatges diferents. Això indica que el maquillatge pot crear condicions més favorables per a la proliferació bacteriana, com un increment de la humitat superficial, un canvi lleu en el pH o una disponibilitat de nutrients addicionals.

Pel que fa a la diversitat de colònies, el tipus A es converteix en la colònia dominant en tots els tipus de pell, especialment a les greixoses i mixtes, on abans del maquillatge no era tan abundant. Si assumim que A correspon a *Staphylococcus epidermidis*, aquest bacteri es beneficia de l'augment d'humitat i de nutrients disponibles en la pell maquillada. Això explica la seva proliferació, ja que és capaç de créixer en condicions més humides i amb més seu i lípids disponibles.

La colònia B, que en les mostres sense maquillar era una de les més abundants i podria correspondre a bacteris mesòfils de la flora cutània (coc Gram positiu o bacil Gram positiu), disminueix considerablement amb el maquillatge sintètic. Aquesta reducció podria estar relacionada amb la competència amb la colònia A, que creix molt més i utilitza gran part dels nutrients, deixant menys recursos per a la B. Així, tot i que la B s'adapta bé a la pell greixosa i mixta, el canvi en les condicions causat pel maquillatge limita el seu creixement.

La colònia C, possiblement *Micrococcus spp.*, augmenta en algunes mostres, sobretot en pells mixtes i greixoses. *Micrococcus* es caracteritza per la seva resistència a la dessecació, però també pot aprofitar microzones amb més humitat i nutrients. L'aplicació de maquillatge podria crear aquestes microzones temporals que li permeten proliferar més del que ho faria en condicions naturals.

Les colònies D, E i F, que apareixen de manera molt escassa, mostren una reducció relativa. Això pot ser degut al fet que l'expansió massiva de la colònia A genera una competència pels nutrients i l'espai. Aquesta competència limitaria la capacitat de les colònies menys abundants de créixer, fent que només es mantinguin en proporcions molt baixes o desapareguin en algunes mostres.

En conjunt, els resultats mostren que el maquillatge sintètic no només modifica quins bacteris són dominants, sinó també la distribució de la diversitat de colònies. Els tipus més adaptats a les noves condicions creades pel maquillatge (com el tipus A) creixen més, mentre que altres bacteris menys competitius disminueixen. Així, la composició de la microbiota cutània es veu clarament alterada per la presència de maquillatge.

5.3 Efecte del tipus de maquillatge

5.3.1 Resultats

En aquest apartat es comparen les dades obtingudes de les mostres de pell després de l'aplicació de maquillatge sintètic i maquillatge natural, amb l'objectiu d'observar si el tipus de maquillatge té algun efecte en el nombre i la diversitat de colònies bacterianes.

Pel que fa al nombre total de colònies, les mostres amb maquillatge natural, representades a la figura 19, mostren que les pells greixoses continuen sent les que presenten més creixement bacterià, amb una mitjana de 672 colònies entre les dues mostres. En segon lloc, se situen les pells mixtes, amb una mitjana de 276 colònies, i finalment les pells seques, que presenten una mitjana de 135 colònies, la més baixa dels tres tipus de pell.

Tipus de pell	Núm. de participant	Nre. de colònies totals
greixosa	1	541
	2	804
mixta	3	329
	4	223
seca	5	173
	6	98

Figura 19. Taula que mostra els nombre de colònies totals de cada participant en les mostres de maquillatge sintètic. Font: pròpia

Si es comparen aquests resultats amb els obtinguts a les mostres de maquillatge sintètic, s'observa una disminució clara en tots els tipus de pell. En les pells seques s'han comptat 46 colònies menys, fet que representa una reducció del 25,4 %. En les pells mixtes la disminució és de 64 colònies,

equivalent a un 18,8 %. Finalment, en les pells greixoses la disminució és de 75 colònies, cosa que correspon a un descens del 10 %.

Per tant, la reducció més marcada es produeix a les pells seques, mentre que a les pells greixoses el descens és més baix.

D'altra banda, quan els resultats de maquillatge natural es comparen amb les mostres control, sense maquillatge, es veu que el nombre de colònies augmenta en tots els casos. En les pells seques s'han trobat 25 colònies més que a les mostres control, cosa que representa un augment del 22,7 %. En les pells mixtes l'increment és de 70 colònies, un 33 % més respecte a la mostra sense maquillatge. Finalment, en les pells greixoses s'han detectat 156 colònies més, cosa que equival a un augment del 30,2 %. Això mostra que, tot i la reducció observada respecte al maquillatge sintètic, el maquillatge natural continua afavorint un augment del nombre de colònies en comparació amb la pell sense maquillar.

Per tant, s'observa que, tot i que en les mostres de maquillatge sintètic les pells greixoses són les que menys augmentaven respecte als altres dos tipus de pells, en el maquillatge natural les pells seques són les que menys augmenten. Mentre que les pells mixtes i greixoses gairebé comparteixen un percentatge d'augment més alt que en la pell seca.

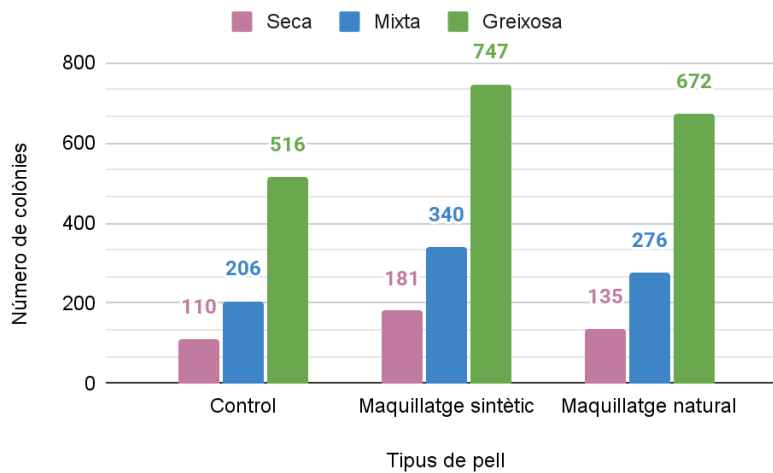


Figura 20. Gràfic amb la mitjana de colònies en cada tipus de pell, mostres sense aplicació maquillatge, amb aplicació de maquillatge sintètic i de natural Font: pròpia

Pel que fa a la diversitat de les colònies, la pell greixosa després de l'aplicació de maquillatge natural, tal com mostra el gràfic de la figura 21, el tipus més predominant en ambdues és la colònia A, amb una mitjana d'unes 100 colònies. La segona més abundant, amb valors no tan llunyans als del tipus A, és la colònia de tipus C, que presenta entre 66 i 100 colònies. La colònia B també és nombrosa, amb una mitjana de 43 colònies. Les colònies D i E són molt poc significatives, amb unes mitjanes de 3 i 1 colònia respectivament. De la colònia F no se n'ha trobat cap.

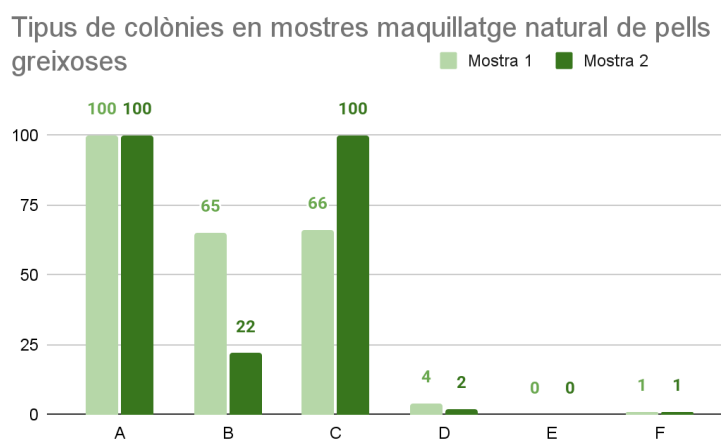


Figura 21. Nombre de colònies de cada tipus a les mostres de maquillatge natural de pells greixoses. Font: pròpia

En les pells mixtes, tal com es veu en la figura 22, el tipus de colònia més abundant en les mostres de maquillatge natural és el A, amb una mitjana de 55 colònies, tot i que és bastant proper a les dades de la colònia de tipus B, que també presenta una mitjana d'unes 35 colònies. Per l'altra banda, les colònies C i D són força notables en la mostra 4, amb unes 30 colònies de cada tipus, mentre que en la mostra 3 tenen una mitjana de 9 i 5 colònies de les colònies C i D, respectivament. Pel que fa a les colònies E i F, es troben en molt poca proporció, amb una mitjana de 2 de la colònia tipus E i 2 colònies en la mostra 4 de la de tipus F.

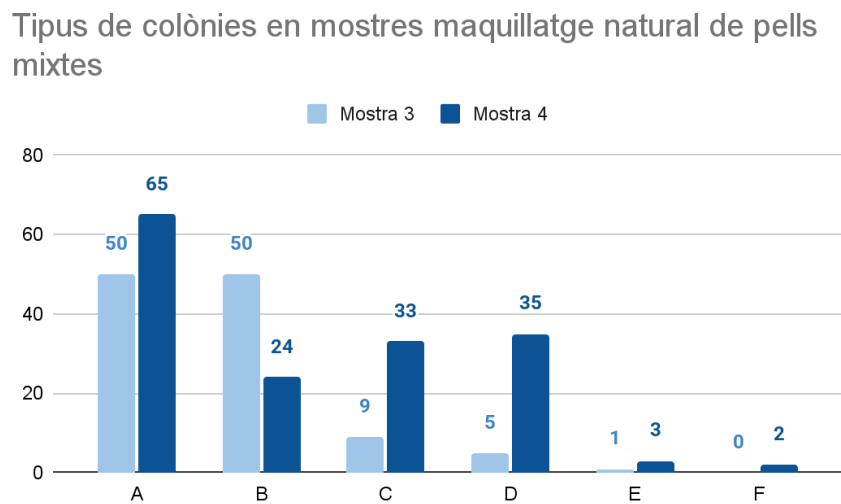


Figura 22. Nombre de colònies de cada tipus a les mostres de maquillatge natural de pells mixtes. Font: pròpia

En les pells seques, les dades que s'observen en la figura 23 mostren que la colònia A torna a ser la més abundant, amb una mitjana de 35 colònies. Les colònies B, C i D també són força representatives en les mostres de maquillatge natural. Les colònies E i F apareixen, però de manera molt reduïda, amb més o menys 1 colònia per placa.

Tipus de colònies en mostres maquillatge natural de pells seques

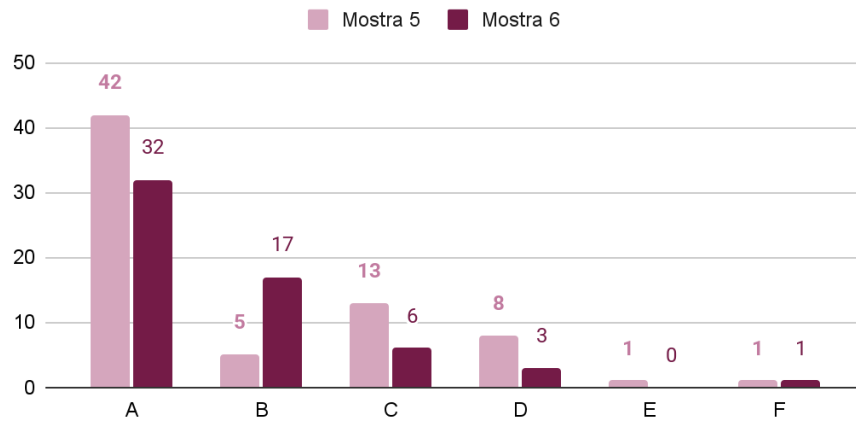


Figura 23. Nombre de colònies de cada tipus a les mostres de maquillatge natural de pells seques. Font: pròpia

En resum, les dades obtingudes sobre la diversitat de colònies a les mostres de pell maquillada amb maquillatge natural mostren que la colònia A és la més significativa. No obstant això, les colònies B i C també han augmentat en proporció respecte a les mostres de maquillatge sintètic, sobretot en les pells greixoses.

També, s'observa que les colònies E i F s'han trobat, en molt poca proporció, en les mostres de maquillatge natural, les quals no s'observaven en les mostres de maquillatge sintètic.

A més, en comparació amb les mostres de maquillatge sintètic, s'ha vist que ja no hi ha gaire desigualtat entre el nombre de colònies dels tipus A, B, C i D, que estaven molt desequilibrades en les mostres de maquillatge sintètic.

5.3.2 Anàlisi dels resultats

L'aplicació de maquillatge natural també modifica la composició de les colònies bacterianes, però els canvis són més moderats que amb el maquillatge sintètic. En general, el nombre total de colònies augmenta respecte a les mostres sense maquillar, però disminueix lleugerament en comparació amb les mostres amb

maquillatge sintètic. Això indica que el maquillatge natural proporciona certes condicions favorables per al creixement bacterià, però menys extremes que el maquillatge sintètic.

Pel que fa a la diversitat, la colònia A continua sent la més abundant, especialment en pells greixoses i mixtes, amb una mitjana més alta que la resta de colònies. Considerant que podria correspondre a *Staphylococcus epidermidis*, la seva presència indica que el maquillatge natural afavoreix les condicions d'humitat i disponibilitat de nutrients suficients per a aquest bacteri, tot i que no tant com el maquillatge sintètic. En les pells seques, la colònia A també està present, però en menor proporció, la qual cosa coincideix amb les condicions menys disponibles de greix i humitat d'aquest tipus de pell.

La colònia B, que havia disminuït molt amb el maquillatge sintètic, apareix de manera més moderada amb el maquillatge natural. Això podria indicar que el maquillatge natural no genera tanta competència ni tant canvi en els nutrients, que permet que aquesta flora mesòfila cutània es mantingui, encara que sense arribar a la abundància que tenia en les mostres sense maquillatge.

La colònia C, que podria correspondre a *Micrococcus spp.*, continua present en les mostres amb maquillatge natural i mostra un augment lleuger respecte a les mostres sense maquillar, especialment en pells greixoses i mixtes. Això indica que el maquillatge natural crea microzones amb humitat i nutrients suficients perquè aquests bacteris puguin proliferar, tot i que aquest augment és menys marcat que amb l'aplicació de maquillatge sintètic.

Finalment, les colònies D, E i F apareixen en petites proporcions, però de manera més constant que amb el maquillatge sintètic. Aquesta observació podria indicar que, en condicions menys extremes i amb competència menor per part de la colònia A, aquests bacteris menys abundants poden sobreviure i mantenir-se a la microbiota de la pell.

En resum, el maquillatge natural altera la composició de les colònies bacterianes, però ho fa de manera menys dràstica que el maquillatge sintètic. Les colònies dominants continuen sent A i, en menor quantitat, B i C, mentre que les menys abundants D, E i F es mantenen en petites proporcions. Això indica que la microbiota de la pell s'adapta als canvis provocats pel maquillatge. En el cas del maquillatge natural, aquesta adaptació és menys intensa que amb el maquillatge sintètic.

5.4 Anàlisi global dels resultats

Quan es comparen les mostres control amb les mostres on s'ha aplicat maquillatge, es veu clarament que el maquillatge modifica tant la quantitat com la composició de les colònies bacterianes. En primer lloc, el nombre total de colònies augmenta en tots els tipus de pell, fet que indica que el maquillatge crea un ambient més favorable per al creixement bacterià. Això es pot explicar perquè molts productes cosmètics aporten nutrients addicionals, retenen humitat i greix a la superfície cutània i alteren lleument el pH. Tots aquests factors transformen la capa externa de la pell en un medi més estable i ric, que facilita la proliferació de determinats bacteris.

Pel que fa a la composició, els resultats mostren que el maquillatge sintètic provoca els canvis més dràstics. En les mostres control, la colònia B era una de les més abundants, especialment en pells greixoses i mixtes. En canvi, després del maquillatge sintètic, la colònia B disminueix clarament i la colònia A passa a ser la dominant en tots els tipus de pell. Aquest canvi podria estar relacionat amb un procés de competència: si la colònia A aprofita millor els nutrients retinguts pel maquillatge o tolera millor els canvis de pH, pot proliferar més ràpidament i desplaçar altres colònies, com les D, E i F, que queden molt reduïdes.

Pel que fa al maquillatge natural, els canvis són menys intensos. Tot i que la colònia A continua sent la més abundant, les colònies B i C també mantenen una presència significativa, i fins i tot reapareixen colònies poc habituals com les E i F. Això suggereix que el maquillatge natural altera l'ambient cutani, però no tan fortament com el sintètic, probablement perquè conté menys substàncies oclusives⁹ i menys compostos químics que modifiquin les condicions de la pell.

Cal destacar que, en alguns casos, s'han observat diferències importants entre mostres de participants amb el mateix tipus de pell. Tot i que aquestes pells es classifiquen dins d'una mateixa categoria (seca, mixta o greixosa), aquestes diferències poden explicar-se pel fet que les característiques de la pell varien d'una persona a una altra. Factors com la producció de greix, la sudoració, els hàbits d'higiene o l'estat inicial de la microbiota cutània poden influir en el creixement bacterià. Això indica que la classificació del tipus de pell és una aproximació general i que no totes les pells del mateix tipus presenten exactament les mateixes condicions, que pot justificar les diferències observades en els resultats.

En conjunt, la comparació global mostra que el maquillatge, especialment el sintètic, afavoreix tant l'augment de colònies com la diversitat bacteriana. Les pells greixoses i mixtes són les que experimenten els canvis més marcats, possiblement perquè ja disposen d'un medi naturalment ric en nutrients i humitat que el maquillatge intensifica. En canvi, les pells seques mostren canvis més moderats, però, tot i això, també presenten un augment de colònies i un canvi en l'equilibri inicial.

⁹ Veure Glossari núm 8

6. CONCLUSIONS

Principalment, en relació amb les hipòtesis plantejades, aquestes queden majoritàriament confirmades. En primer lloc, he comprovat que el maquillatge augmenta el nombre de colònies bacterianes. En segon lloc, s'ha confirmat la hipòtesi que el maquillatge sintètic té un impacte més gran sobre el creixement bacterià que el maquillatge natural, ja que provoca increments més elevats de colònies i canvis més marcats en la composició bacteriana. El maquillatge natural, en canvi, genera canvis més moderats i manté una distribució més equilibrada de les colònies. A més, la meua tercera hipòtesi inicial també es compleix, perquè he pogut demostrar que en les pells greixoses hi ha hagut un creixement més marcat respecte als altres tipus de pell.

Un resultat que no havia previst inicialment ha estat l'elevada dominància d'un sol tipus de colònia després de l'aplicació de maquillatge sintètic, que suggereix una possible competència entre bacteris i una alteració més intensa de l'equilibri de la microbiota cutània del que havia previst.

Un altre factor que m'ha resultat especialment sorprenent és l'efecte del maquillatge natural en l'augment del nombre de colònies bacterianes i en la seva distribució, tot i que en menys intensitat que el maquillatge sintètic. Considero que és important perquè contrasta amb la percepció generalitzada que associa el maquillatge natural amb un impacte gairebé nul sobre la pell, ja que en el context social actual sovint es perceben com segurs i respectuosos amb la pell.

Tot i que els resultats obtinguts ja permeten identificar patrons clars sobre l'efecte del maquillatge en el creixement bacterià de la pell, aquest treball presenta diverses limitacions que cal tenir en compte. En primer lloc, la mida de la mostra és reduïda, ja que l'estudi l'he realitzat amb només sis participants. Això limita la possibilitat de generalitzar els resultats a tota la població, tot i que

l'ús de diferents tipus de pell m'ha permès establir comparacions internes que resulten significatives. A més, la identificació dels bacteris l'he fet de manera aproximativa, basant-me només en la morfologia de les colònies observades al medi de cultiu. A causa de la manca de recursos i temps, no he pogut aplicar tècniques microbiològiques més precises, com proves bioquímiques o mètodes moleculars, fet que fa que la identificació sigui només orientativa. Finalment, una altra limitació important és que les condicions de cultiu del laboratori no reproduïen completament la complexitat de la pell humana. Factors com la renovació constant de la pell, la interacció amb altres microorganismes o les variacions ambientals no es poden simular totalment en una incubadora.

A partir de les limitacions detectades, es podrien plantejar noves línies d'investigació. En futurs estudis seria interessant ampliar la mida de la mostra, incloure participants d'altres edats o sexes i utilitzar tècniques d'identificació bacteriana més precises. També es podria analitzar l'efecte d'altres tipus de cosmètics, com cremes hidratants o protectors solars, així com estudiar l'evolució del creixement bacterià després de períodes d'aplicació més llargs.

Personalment, considero que he assolit els objectius que em plantejava a l'inici del treball, ja que he pogut analitzar l'efecte del maquillatge sobre el creixement bacterià de la pell i contrastar les hipòtesis formulades. Al llarg del procés m'he trobat amb diverses dificultats, com la contaminació d'algunes mostres, que em va obligar a repetir part de l'experiment. Tot i això, vaig poder resoldre aquests problemes aplicant amb més rigor les mesures d'higiene i control.

Aquest treball m'ha suposat un aprenentatge molt important tant a nivell científic com personal. He après a seguir una metodologia experimental, a analitzar dades de manera crítica i a valorar la importància de les limitacions en una recerca científica. En conjunt aquest treball m'ha permès entendre millor el funcionament de la investigació científica i reforçar el meu interès per l'àmbit de la biologia i la microbiologia.

8. GLOSSARI

¹ QUERATINA: Proteïna fibrosa present a la capa externa de la pell, cabells i ungles, que proporciona resistència i protecció davant agressions externes.

² MELANÒCITS: Cèl·lules de la pell responsables de la producció de melanina, el pigment que determina el color de la pell i protegeix contra els raigs ultraviolats.

³ COL·LAGEN: Proteïna estructural abundant a la dermis que aporta fermesa i elasticitat a la pell.

⁴ ELASTINA: Proteïna de la dermis que confereix elasticitat i capacitat de recuperació a la pell després d'estiraments o moviments.

⁵ DERMATITIS: Inflamació de la pell que pot produir envermelliment, picor i descamació; pot ser causada per al·lèrgies, irritants o desequilibris microbians.

⁶ RELACIÓ COMENSAL: Interacció entre els microorganismes i la pell en què els bacteris viuen sobre o dins el cos sense causar malalties, contribuint a l'equilibri i la protecció de la microbiota cutània.

⁷ FLUCTUACIONS HORMONALS: Canvis en els nivells d'hormones que poden afectar la secreció de greix, l'equilibri bacterià i l'estat general de la pell.

9. REFERÈNCIES

Ácido benzoico en cosmética. Lasaponaria. [en línia].

<<https://www.lasaponaria.es/incipedia/acido-benzoico>> [Consulta: 07 agost 2025]

ALNUQAYDAN, A. “*The dark side of beauty: an in-depth analysis of the health hazards and toxicological impact of synthetic cosmetics and personal care products*” [Aràbia Saudita: Department of Basic Health Sciences, College of Applied Medical Sciences, Qassim University] (2024).

Bourjois Clean. Bourjois. [en línia].

<<https://www.bourjois.com/es/bourjois-clean>> [Consulta: 21 juny 2025].

BUIGUES, Diana. *Cosmètics caducats: un risc per la salut?* [Viladecans: IES de Sales] (2025)

Citocina – Diccionario de cáncer. National Cancer Institute. [en línia].

<<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/citocina>> [Consulta: 06 juliol 2025].

Composición de la epidermis. Laboratorios Orel. [en línia].

<<https://laboratoriosorel.com/composicion-de-la-epidermis/>> [Consulta: 04 juny 2025].

Cutibacterium acnes: causas. Ducray. [en línia].

<<https://www.ducray.com/es-mx/acne/causas/cutibacterium-acnes>> [Consulta: 04 juny 2025].

Dermatitis atópica (eczema): síntomas y causas. Mayo Clinic. [en línia].
<<https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/dermatitis-eczema/symptoms-causes/syc-20352380>> [Consulta: 06 juliol 2025].

DOMINA, P. "Review of Toxic Chemicals in Cosmetics." [Croàcia: University Hospital Center, Soltanska] (2022)

Embriogénesis: formación y desarrollo del embrión. Grupo Internacional UR. [en línia].
<<https://grupointernacionalur.com/embriogenesis-formacion-y-desarrollo-del-embrión/>> [Consulta: 04 juny 2025].

Excipientes y aditivos en cosmética. ¡Hola!. [en línia].
<<https://www.hola.com/belleza/20221209222537/excipientes-y-aditivos-cosmetica>> [Consulta: 15 agost 2025]

Identifica tu tipo de piel y aprende a cuidarla. Freshly Cosmetics. [en línia].
<<https://www.freshlycosmetics.com/es/blog/identifica-piel-aprende-cuidarla>> [Consulta: 29 maig 2025].

Ingredientes comunes del maquillaje. Mejor con Salud. [en línia].
<<https://mejorconsalud.as.com/bienestar/belleza/ingredientes-comunes-maquillaje/>> [Consulta: 12 juliol 2025].

La microbiota cutánea. Pileje. [en línia].
<<https://www.pileje.es/consejo/la-microbiota-cutanea>> [Consulta: 12 juny 2025].

La piel. Clínica Universidad de Navarra. [en línia].
<<https://www.cun.es/escuela-salud/piel>> [Consulta: 21 juny 2025].

La piel. Pharmaline Group. [en línia].

<<https://pharmalinegroup.com/la-piel/>> [Consulta: 29 maig 2025].

La teva pell: sobre la pell. Almirall [en línia].

<<https://www.almirall.cat/la-teva-salut/la-teva-pell/sobre-la-pell>> [Consulta: 29 maig 2025].

LI, J; [et al.]. “Analysis and Characterization of the Facial Skin Microbiota in Rosacea. Jundishapur Journal of Microbiology” [Xina: Tianjin Medical University General Hospital] (2023).

Maquillatge natural amb certificació. Bio Eco Actual. [en línia].

<<https://www.bioecoactual.com/ca/2019/11/05/maquillatge-natural-amb-certificacio/>> [Consulta: 13 agost 2025].

Microbiota cutànea: todo lo que debes saber. VivoLabs. [en línia].

<<https://vivolabs.es/microbiota-cutanea-todo-lo-que-debes-saber/>> [Consulta: 14 juny 2025].

Microbiota de la piel. Regenera Health. [en línia].

<<https://regenerahealth.com/blog/microbiota-de-la-piel/>> [Consulta: 12 juny 2025].

NUMATA, S [et al.]. “Analysis of Facial Skin-Resident Microbiota in Japanese Acne Patients”. [Toyoake, Japó: Department of Dermatology, Fujita Health University School of Medicine] (2013)

Qué microorganismos se esconden en los productos de cosmética. Mundo Sano.[en línia].

<<https://www.mundosano.com/bienestarybelleza/Que-microorganismosse-esconden-en-los-productos-de-cosmetica-20210930-0003.html>> [Consulta: 18 agost 2025]

Record anatomofisiològic de la pell. Salusplay. [en línia].

<<https://www.salusplay.com/apuntes/cuidados-intensivos-uci/tema-1-record-anatomofisiologic-de-la-pell/resumen>> [Consulta: 03 octubre 2025].

Reglament (CE) 1223/2009 sobre productes cosmètics. BOE. [en línia].

<<https://www.boe.es/doue/2009/342/L00059-00209.pdf>> [Consulta: 10 novembre 2025].

Staphylococci. University of Bratislava – Jessenius Faculty of Medicine. [en línia].

<<https://www.jfmed.uniba.sk/fileadmin/jlf/Pracoviska/ustav-mikrobiologie-a-imunologie/VLa/STAPHYLOCOCCI.pdf>> [Consulta: 13 novembre 2025].

Staphylococcus epidermidis. Tuasaúde. [en línia].

<<https://www.tuasaude.com/es/staphylococcus-epidermidis/>> [Consulta: 25 agost 2025].

WU, M. “*Skin Microbiota and the Skin Barrier. International Journal of Dermatology and Venereology*”. [Xina: Jiangsu Key Laboratory of Molecular Biology for Skin Diseases and STIs, Nanjing] (2023)

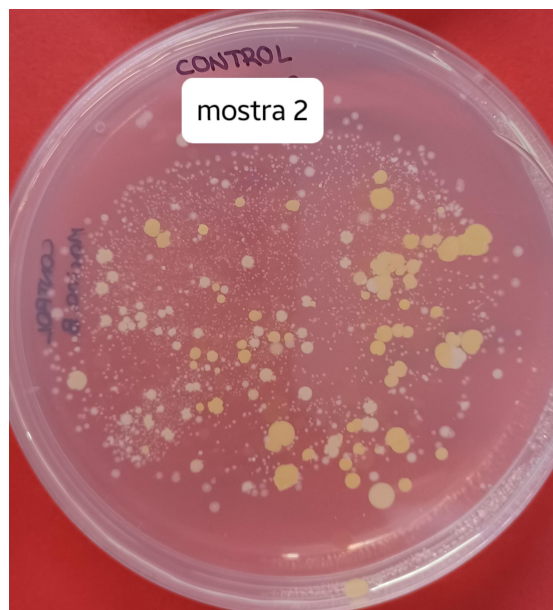
¿Cómo afecta el maquillaje a la piel? Amparo Rodríguez. [en línia].

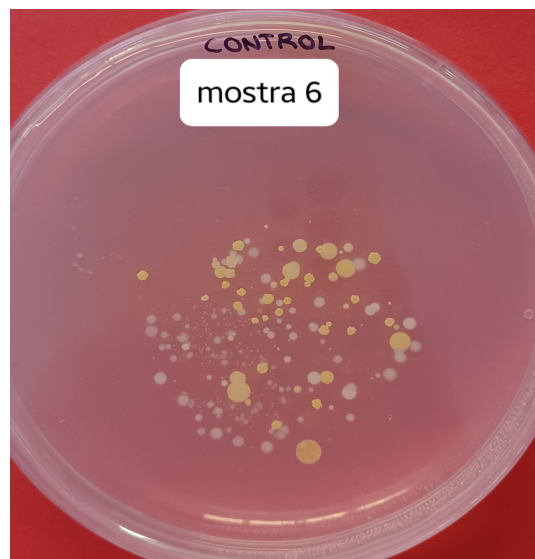
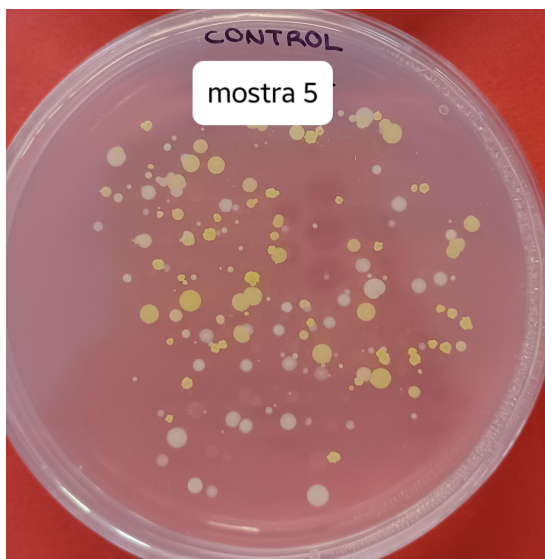
<<http://www.amparorodriguez.com/afecta-maquillaje-piel/>> [Consulta: 06 juny 2025].

10. ANNEXOS

Annex 1: Imatges generals de les mostres

Mostres control:



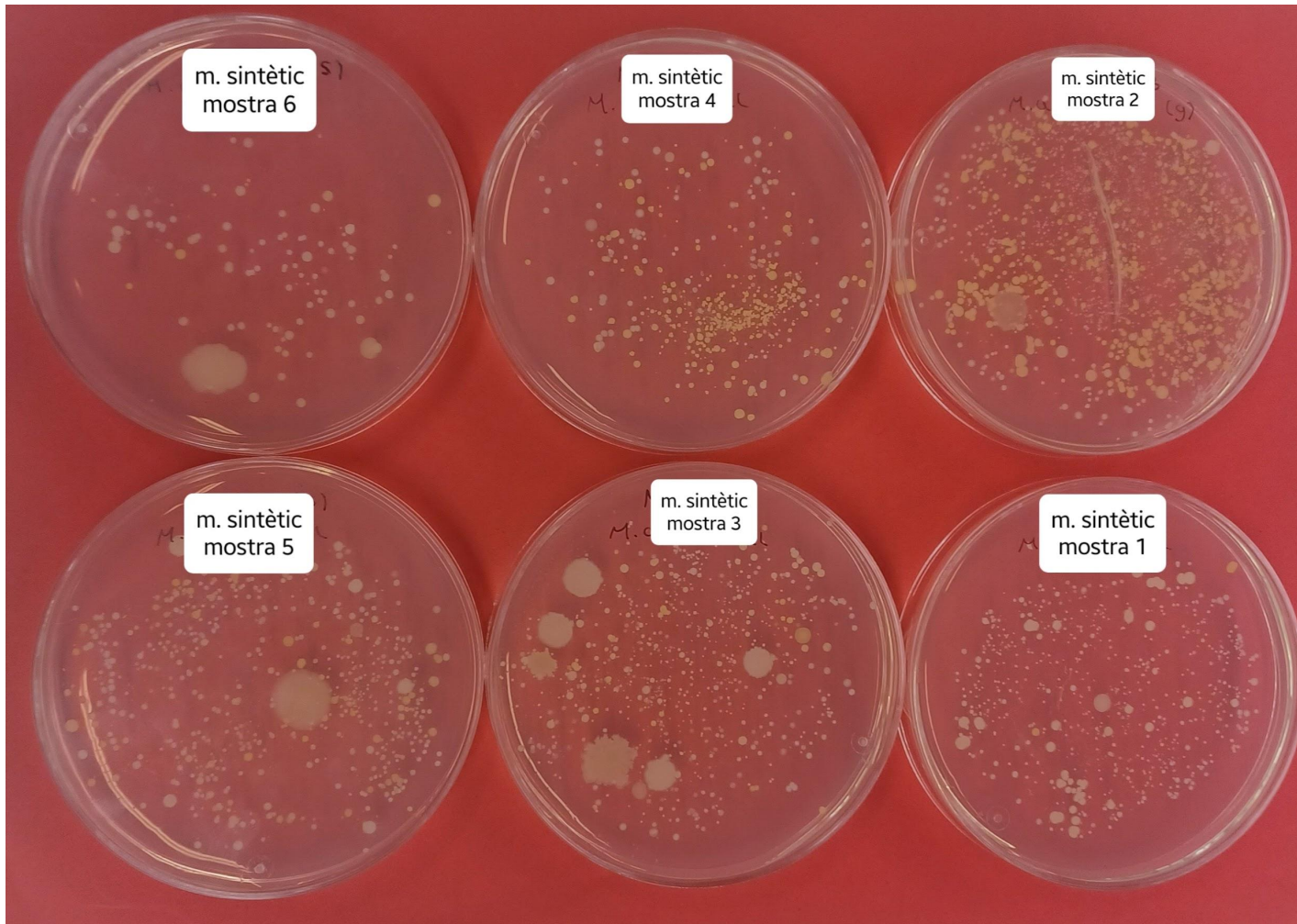


Mostres maquillatge natural:

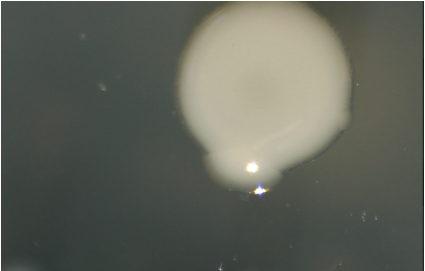
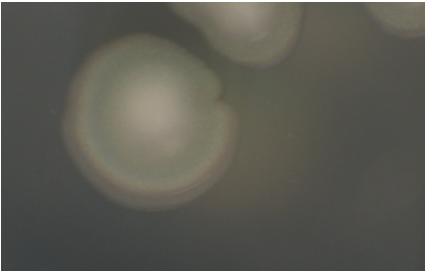
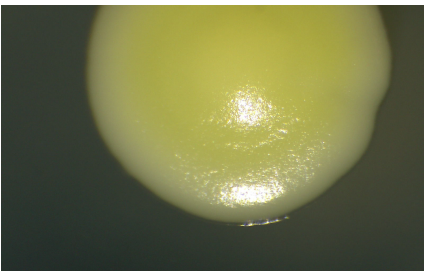
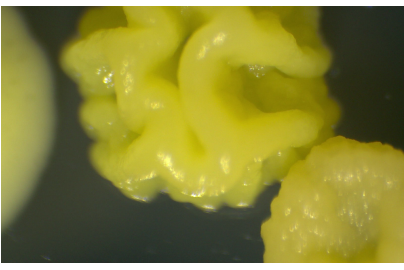
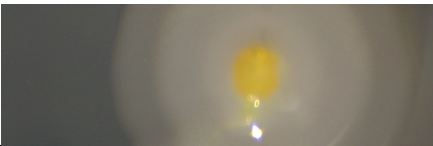


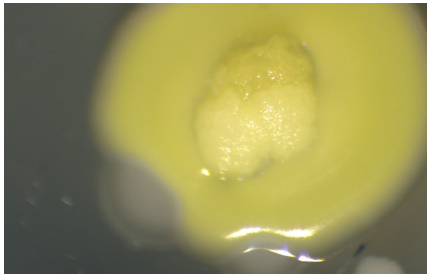


Mostres maquillatge sintètic:



Annex 2: Classificació i morfologia de les colònies bacterianes

Colònia	Característiques observades	Imatge
A	Blanca, circular, marge llis, convexa, mat-opaca	
B	Blanca-translúcida, circular difusa, marge irregular, plana, lluent	
C	Groc intens, circular, marge llis, convexa, molt lluent	
D	Groc clar, irregular, marge lobulat, rugosa, mat	
E	Blanca amb centre groc, circular, marge difús, plana amb centre convex, lluent al centre	

F	Groc clar, circular, marge irregular, rugosa, mat-llucent intermedi.	
----------	--	--

Annex 3: Nombre de colònies per tipus i mostra

Mostra 1	Colònia A	Colònia B	Colònia C	Colònia D	Colònia E	Colònia F
m.sintètic	+150	6	7	2	0	0
m.natural	+100	65	66	4	0	1
control	19	+100	39	7	1	2

Mostra 2	Colònia A	Colònia B	Colònia C	Colònia D	Colònia E	Colònia F
m.sintètic	+100	8	+150	3	0	1
m.natural	100	22	+100	2	0	0
control	24	+100	50	2	0	3

Mostra 3	Colònia A	Colònia B	Colònia C	Colònia D	Colònia E	Colònia F
m.sintètic	+100	4	11	9	0	0
m.natural	+50	+50	9	5	0	0
control	19	+100	7	4	1	1

Mostra 4	Colònia A	Colònia B	Colònia C	Colònia D	Colònia E	Colònia F
m.sintètic	70	2	41	+100	0	0
m.natural	65	24	33	35	5	2
control	32	100	11	7	4	3

Mostra 5	Colònia A	Colònia B	Colònia C	Colònia D	Colònia E	Colònia F
m.sintètic	+50	4	19	2	0	0
m.natural	42	5	13	8	0	0
control	23	12	27	30	3	2

Mostra 6	Colònia A	Colònia B	Colònia C	Colònia D	Colònia E	Colònia F
m.sintètic	+50	3	3	0	0	0
m.natural	32	17	6	3	0	1
control	24	26	11	19	1	1

Annex 4: Imatges detallades de colònies (lupa)

Aquest annex mostra fotografies detallades de les colònies bacterianes, preses a nivell macro i amb lupa, per apreciar-ne la forma, el color i la textura.

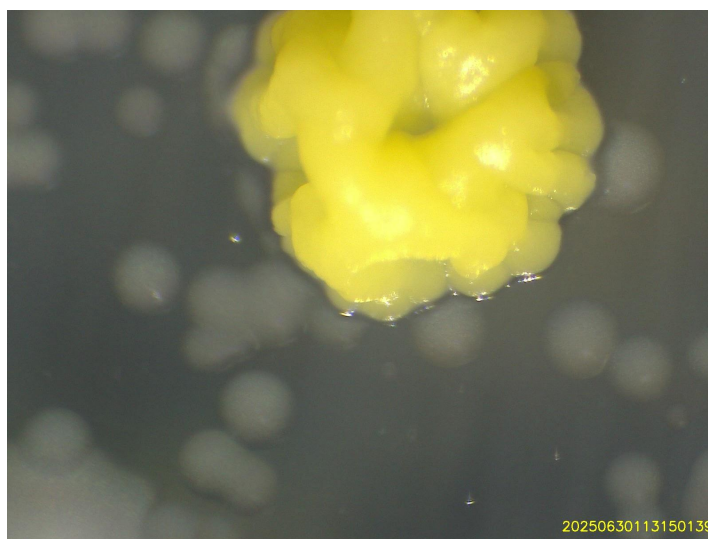


Figura A4.1. Mostra 2 control

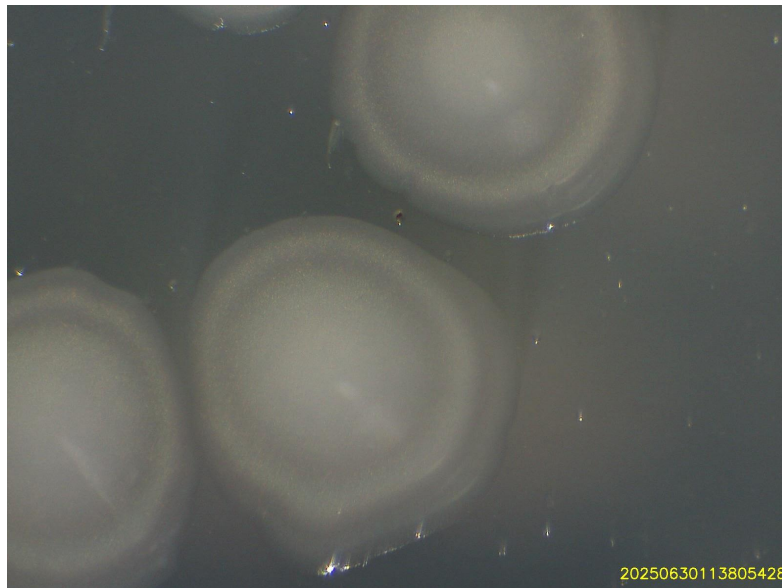


Figura A4.2. Mostra 2, maquillatge sintètic

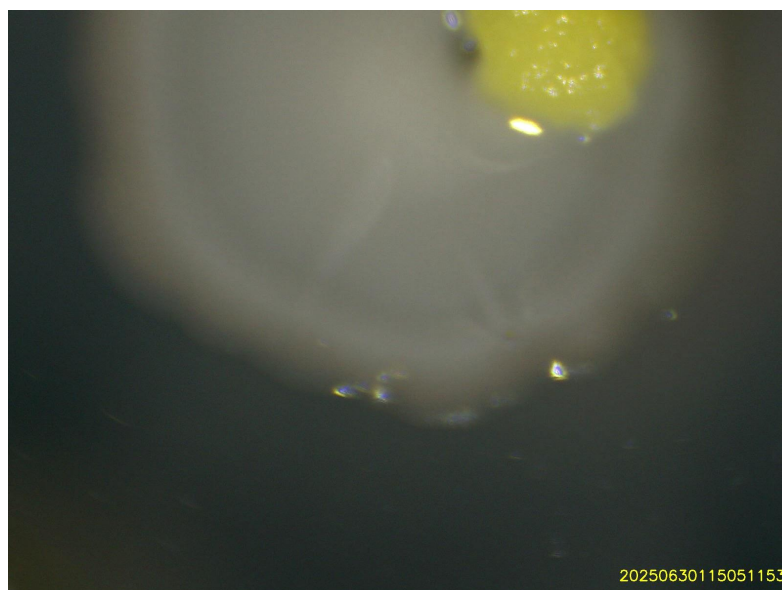


Figura A4.3. Mostra 6 control



Figura A4.4. Mostra 1 control

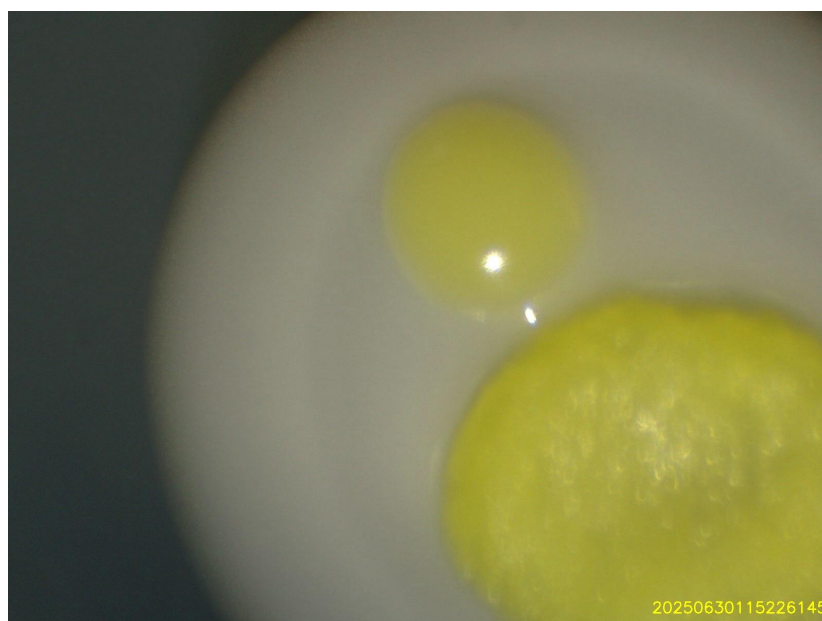


Figura A4.5. Mostra 4 maquillatge natural

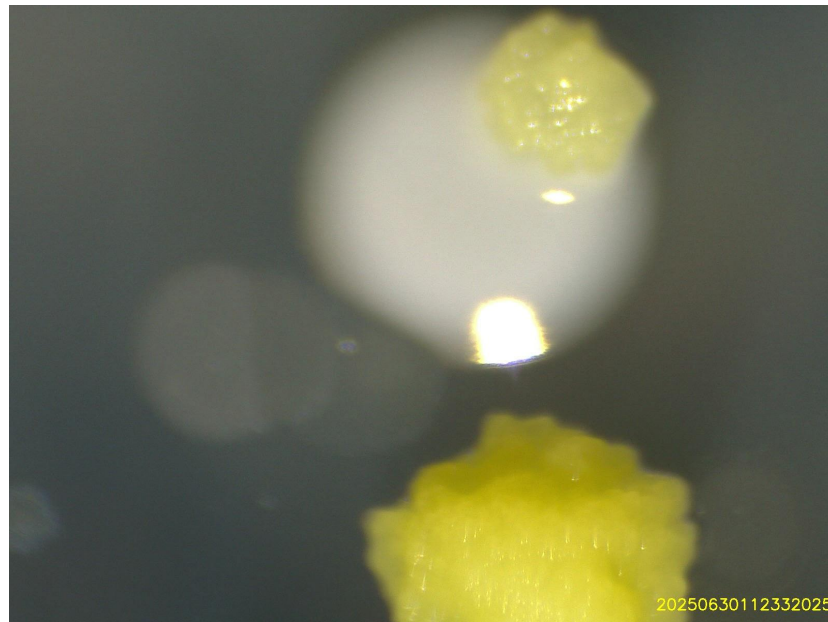


Figura A4.6. Mostra 2 maquillatge sintètic