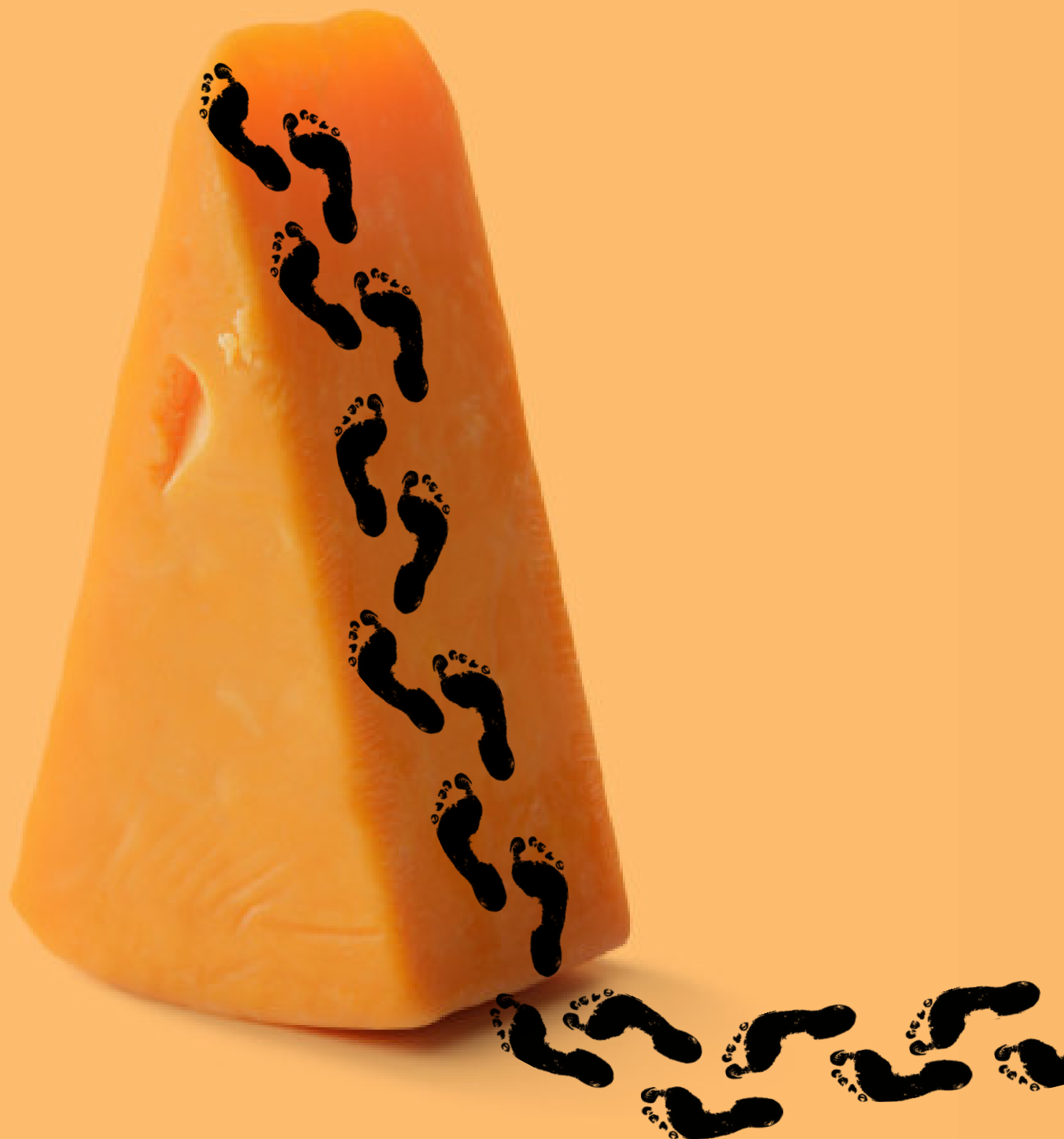


# DELS PEUS AL PLAT

PER QUÈ ELS PEUS FAN OLOR DE FORMATGE?





I would rather have a mind opened by wonder than one closed by belief.  
(Gerry Spence)

## ABSTRACT

Siempre se ha dicho que el olor del queso es igual que el de los pies, forma parte de una de las muchas curiosidades que nos rodean y que todos aceptamos preguntándonos raramente el porqué. En esta investigación, se deja que el interés por conocer la razón de lo que parecen casualidades, invada el pensamiento y de paso a un trabajo que pretende explicar por qué los pies huelen a queso.

El objetivo es dar respuesta a esta verdad aceptada por todos, pero también adentrarse en el mundo de la quesería y la podología para conocer con detalle los protagonistas del trabajo: el queso y los pies. De esta forma, se explica el proceso de elaboración del queso y los tipos que se encuentran, así como el ecosistema de los pies, tratando los agentes que en él habitan y las causas del mal olor.

Una vez realizada la documentación, la investigación incluye, por un lado, un cultivo de los microorganismos presentes en los pies y el queso; para conocer de primera mano sus características y observar similitudes. Por otro lado, se elaboran 4 quesos; 2 utilizando microorganismos presentes en los pies y los otros 2 utilizando los presentes en el queso. La coloración naranja observada en todos los quesos después de su maduración permite concluir que los pies huelen a este producto láctico a causa de la presencia del *Brevibacterium linens* en ambos sitios. Esta bacteria descompone las proteínas de su alrededor para producir olores desagradables característicos de los pies y los quesos.

## ABSTRACT

It has always been said that the smell of cheese is the same that of feet, it is part of one of the many curiosities we are surrounded by and that we all accept and rarely wonder ourselves why. In this research, the interest in knowing the reason for what there seem to be coincidences is allowed to invade the thinking and give way to a work that aims to explain why feet smell like cheese.

The objective is to answer this truth accepted by everybody, but also to go deep into the world of cheese and podiatry so as to know in detail the main characters of this work: the cheese and feet. In his way, cheese making process and the types that are found is explained as well as the ecosystem of feet, treating the agents that live in it and the reasons of bad odour.

Once the documentation has been done, the research includes, on the one hand, a culture of the microorganisms present in the feet and the cheese; to learn first-hand about their characteristics and observe similarities. On the other hand, 4 cheeses are elaborated; 2 using microorganisms present in the feet and the remaining 2 using those present in the cheese. The orange colouring observed in all cheeses after ripening leads to the conclusion that feet smell of this lactic product due to the presence of *Brevibacterium linens* on both sites. This bacterium breaks down the surrounding proteins to produce unpleasant odours characteristic of the feet and cheeses.

## AGRAÏMENTS

Voldria començar el treball agraint a totes les persones que han contribuït d'una manera o una altra a fer realitat una idea que va sorgir ja fa uns quants mesos i que m'han donat suport des del primer fins a l'últim moment.

A l'Oriol Rizo per obrir-me les portes de casa seva, la Xiquella, i deixar que el visités tres dies a la setmana durant un mes; per la paciència, per aportar-me coneixements interessants sobre els formatges i per tot el que m'ha ajudat. Moltes gràcies, Oriol.

A l'Aina Prat, la meva germana, per acompanyar-me al llarg de tot el procés, donar-me consells per guiar-me, llegir-se el treball i donar el seu punt de vista per millorar aspectes. Moltes gràcies, Aina.

A la meva família i amics per tot el suport que m'han donat des del minut 1. Per aixecar-me els ànims i donar-me forces en moments tensos; per fer-me costat i preocupar-se per mi. Moltes gràcies a tots i totes.

A la Coral Oliva, per trobar una ocasió dins la seva agenda per concedir-me una entrevista i resoldre'm els dubtes que li he plantejat. Moltes gràcies, Coral.

# ÍNDEX

1.Introducció .....	10
1.1. Tria del tema.....	10
1.2. Objectius .....	11
1.3. Estructura .....	11
1.4. Hipòtesis.....	12
1.5. Metodologia .....	12
<b>Marc teòric.....</b>	<b>15</b>
2. Els peus, tot un ecosistema .....	16
2.1. Agents que hi habiten .....	16
2.1.1. Bacteris .....	16
2.1.1.1. Morfologia .....	16
2.1.1.2. Estructura .....	17
2.1.1.3. Reproducció .....	20
2.1.1.4. Necessitat d'oxigen .....	21
2.1.1.5. Gèneres de bacteris presents als peus .....	21
2.1.2. Fongs .....	23
2.1.2.1. Fongs unicel·lulars .....	23
2.1.2.2. Fongs pluricel·lulars .....	24
2.1.2.3. Gèneres de fongs presents als peus .....	24
2.2. Mala olor podal .....	25
2.2.1. Origen de la mala olor .....	25
2.2.2. Factors que hi influeixen.....	27
2.3. Parlant amb una podòloga.....	28
3. El formatge, una autèntica obra d'art .....	32
3.1. De l'obrador a la taula.....	32
3.1.1. Ingredients .....	32
3.1.2. Fases .....	35
3.2. Tipus de formatges .....	40

3.2.1. Segons el tipus de llet .....	40
3.2.1.1. Procedència .....	40
3.2.1.2. Tractament .....	41
3.2.2. Segons el grau d'humitat .....	41
3.2.3. Segons la maduració.....	42
3.2.3.1. Tipus de maduració .....	42
3.2.3.2. Temps de maduració .....	43
3.3. Parlant amb un formatger .....	43
<b>Marc pràctic.....</b>	<b>47</b>
4. Primer experiment: estudi dels protagonistes.....	48
4.1. Problemes, objectius i hipòtesis.....	48
4.1.1. Problemes.....	48
4.1.2. Objectius .....	48
4.1.3. Hipòtesis .....	49
4.2. Tècniques i mètodes utilitzats.....	49
4.2.1. Treball sota flama.....	49
4.2.2. Sembra homogènia en superfície.....	49
4.2.3. Mètode emprat per l'obtenció de l'ambient anòxic.....	50
4.3. Medis de cultiu.....	50
4.3.1. Segons l'estat físic .....	51
4.3.2. Segons la composició química .....	51
4.3.3. El meu medi de cultiu .....	52
4.4. Proves bioquímiques .....	52
4.4.1. Prova de la catalasa.....	52
4.5. Procediment .....	53
4.6. Resultats .....	70
4.6.1. Colònies obtingudes i prova de la catalasa .....	70
4.6.2. Observació amb la lupa binocular .....	79
4.6.3. Anàlisi dels resultats .....	80
5. Segon experiment: fent formatge .....	84
5.1. Problemes, objectius i hipòtesis.....	84



5.1.1. Problemes .....	84
5.1.2. Objectius .....	84
5.1.3. Hipòtesis .....	85
5.2. Contacte amb el món formatger.....	85
5.3. Procediment .....	86
5.4. Resultats .....	89
5.4.1. Seguiment dels formatges.....	89
5.4.2. Anàlisi dels resultats .....	91
6. Conclusions .....	92
7. Valoració final .....	96
8. Bibliografia .....	97
9. Fonts de les imatges .....	101
10. Fonts de les figures.....	103

# 1. INTRODUCCIÓ

## 1.1 Tria del tema

Escollir mai ha estat una tasca fàcil, sempre m'apareixen dubtes i pors relacionats amb la incertesa de quina serà la millor decisió. Triar el tema pel Treball de Recerca no ha estat menys complicat.

En un primer moment estava bastant perduda, em sorgien moltes idees, però alhora no n'hi havia cap que em motivés prou. M'havia plantejat investigar les il·lusions òptiques, el canvi del color de les fulles al llarg de les estacions i també comparar diferents aigües per entendre com és que les podem distingir si aparentment aquesta beguda no té gust.

No sabia cap a on decantar-me i vaig parlar amb companys més grans que ja havien passat per aquest procés així com amb el tutor del treball perquè m'aconsellessin en l'elecció. Tots coincidien amb el mateix: "Tria un tema que t'agradi molt perquè hi hauràs de dedicar moltes hores i val la pena que ho gaudeixis".

Després de rumiar-hi, vaig creure que, d'entre les coses que m'agradaven, el formatge destacava. No tan sols em desvivia pel seu sabor sinó que també em feia moltes preguntes relacionades amb el seu origen, el procés d'elaboració, l'impacte en l'organisme, el seu gust i la seva olor tan particular. Concretament, aquest darrer aspecte em cridava especialment l'atenció: com podia ser que d'un aliment tan plaent es desprengués una olor tan desagradable?; o encara millor: per què l'olor d'alguns formatges era igual a la dels peus?

A partir d'aquesta pregunta que probablement us heu fet o que heu sentit alguna vegada va néixer el fil del meu treball. Sempre he estat una persona molt curiosa i tenir l'oportunitat d'investigar una qüestió que sempre m'havia inquietat va ser el que em va portar a escollir aquest tema. Així doncs, vaig decidir fer un estudi comparatiu dels peus i del formatge per intentar entendre les similituds de l'olor que alliberen.

## 1.2 Objectius

L'objectiu principal d'aquest treball és entendre per què l'olor dels peus i del formatge és tan similar. Per tal de respondre a aquest afer amb rigor, així com fer una recerca completa, m'he proposat els següents aspectes:

- Indagar en les causes de la mala olor podal: què la produeix i per què.
- Descobrir quines condicions es donen en els peus per tal que alliberin una olor desagradable.
- Esbrinar quins microorganismes habiten en les extremitats inferiors i quina tasca duen a terme.
- Conèixer com s'elabora el formatge: quins ingredients s'utilitzen i quins processos es segueixen.
- Classificar els principals tipus de formatges i distingir els que desprenen les olors més fortes.

## 1.3 Estructura

El treball està dividit en dues parts diferenciades: una recerca bibliogràfica per a obtenir el marc teòric; i una part experimental constituïda per dos experiments per posar a prova les hipòtesis plantejades.

La primera part inclou un recull d'aspectes fonamentals relacionats amb el formatge: el procés d'elaboració i els tipus que se'n troben; així com dels peus: les causes de la mala olor i els agents que hi habiten. Finalment, engloba dues entrevistes, a un formatger i una podòloga, que han estat claus en l'aportació d'informació valuosa per aquest treball.

La segona part incorpora dos experiments. El primer es tracta d'un cultiu dels microorganismes presents als peus i al formatge per tal de conèixer les seves característiques: en quin medi proliferen millor, quin tipus de colònies fan i quina tolerància presenten a l'oxigen. El segon experiment consta de l'elaboració de 4 formatges, 2 amb microorganismes dels peus i 2 amb els del formatge; després d'observar les característiques dels formatges obtinguts, es pretén comprovar si hi ha la presència d'un bacteri, el *Brevibacterium linens*, que es planteja com a responsable de la mala olor.

## 1.4 Hipòtesis

En aquest treball de recerca s'han plantejat 6 hipòtesis. Les quatre primeres han estat formulades abans de realitzar la documentació del marc teòric i estan pensades per ser comprovades mitjançant el primer experiment. Les dues darreres, s'han pensat després d'elaborar el marc teòric i es volen contestar a través del segon experiment.

1. “Potser hi ha més d'un tipus de microorganismes presents als peus i formatge”.
2. “Potser els microorganismes dels peus es desenvolupen millor en condicions anaeròbiques que els del formatge”.
3. “Potser la flora de dos peus diferents és molt similar”.
4. “Potser hi ha microorganismes presents als peus que també es troben presents al formatge”.
5. “Potser els formatges elaborats amb microorganismes dels peus no presenten cap diferència amb els elaborats amb els microorganismes del formatge”.
6. “Potser l'espècie *Brevibacterium linens* es troba a les mostres de peus i de formatge”.

## 1.5 Metodologia

La metodologia emprada en aquesta recerca ha estat en la part teòrica, la cerca bibliogràfica en diferents pàgines web, llibres i articles científics. També hi he inclòs consultes que he realitzat al meu professor de biologia i les entrevistes als experts per tal de complementar i contrastar la informació trobada.

Pel que fa al marc pràctic, el primer experiment l'he dut a terme al laboratori del meu centre. En canvi, per elaborar els formatges he contactat amb una formatgeria, la Xiquella, que m'ha ofert les seves instal·lacions (veure 5.2). Després de realitzar els experiments, he obtingut uns resultats que he analitzat a partir de l'observat i d'informació recollida al marc teòric.

Tots els articles, webs i llibres consultats al llarg del treball apareixen citats a la bibliografia seguint el criteri de citació APA. A més, al costat dret del títol de cada

apartat hi he inclòs un subíndex en forma de número que indica les fonts que he utilitzat per redactar-lo.





## 2. ELS PEUS, TOT UN ECOSISTEMA

### 2.1 Agents que hi habiten

[22]

Els peus acullen una àmplia varietat de microorganismes, organismes únicament visibles mitjançant un microscopi que mesuren menys de 0,1 mm. Aquests agents impossibles de veure a ull nu, habiten a la superfície de la pell del peu i s'adapten a les condicions d'higiene i humitat que s'hi donen.

Segons un estudi realitzat per la Universitat Politècnica de Polònia [1] d'entre els tipus d'organismes que existeixen, els peus n'alberguen de dos regnes diferents: bacteris (regne moneres) i fongs.

#### 2.1.1. Bacteris

[4,6,14,16]

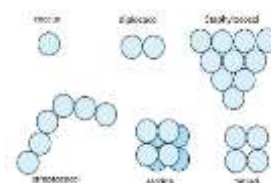
Els bacteris són microorganismes unicel·lulars procariotes, és a dir, les seves cèl·lules no estan compartimentades. No compten amb una membrana nuclear que envolti el material genètic i, per tant, el tenen dispers pel citoplasma. A més, els únics orgànuls que tenen són els ribosomes.

La major part de la biomassa de la Terra està formada per aquests microorganismes que mesuren entre 1 i 10 µm de llargada i, principalment, són unicel·lulars.

##### 2.1.1.1. Morfologia

Segons la forma que presenten es distingeixen quatre tipus de bacteris:

- **Cocs:** Tenen forma esfèrica i reben un nom específic en funció de com s'agrupen:
  - **Diplococs:** Formen parelles.
  - **Estreptococs:** Formen cadenes.
  - **Estafilococs:** Formen raïms.
  - **Tètrades:** Formen quadrats.
  - **Sarcines:** Formen estructures tridimensionals regulars.



*Imatge 1. Agrupació dels cocs*



- **Bacils:** Tenen forma de bastó allargat i reben un nom específic en funció de com s'agrupen:
  - **Diplobacils:** Formen parelles.
  - **Estreptobacils:** Formen cadenes.
  - **Palissades:** S'agrupen verticalment.



*Imatge 2. Agrupació dels bacils*

- **Vibrions:** Tenen forma de bastó doblegat com una coma ortogràfica.



*Imatge 3. Conjunt de vibrions*

- **Espirils:** Tenen forma helicoidal, és a dir, de bastó espiralat.



*Imatge 4. Conjunt d'espirils*

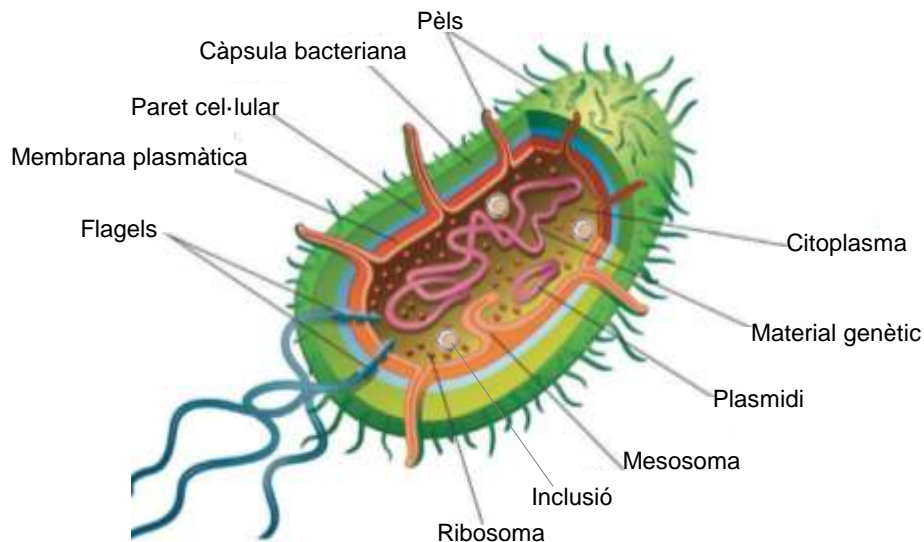
#### 2.1.1.2. Estructura

De l'estructura d'un bacteri en diferenciem la interna i l'externa:

##### **ESTRUCTURA INTERNA:**

- **Material genètic:** Format per una sola molècula d'ADN bicatenari, és a dir, constituït per dues cadenes de nucleòtids que són helicoidals i s'uneixen donant lloc a una doble hèlix. La molècula d'ADN és circular i no està envoltada per una membrana nuclear sinó que es concentra al nucleoide: una zona irregular dins la cèl·lula on es troba el material genètic.
- **Citoplasma:** Massa gelatinosa configurada pel citosol -una substància formada per aigua i altres elements dissolts- i les següents estructures:
  - **Ribosomes:** Partícules encarregades de sintetitzar proteïnes a dins la cèl·lula a partir de la informació del material genètic.

- **Inclusions:** Cúmulo de substàncies orgàniques o inorgàniques en forma de grànuls que formen un dipòsit utilitzat com a reserva d'energia. Algunes inclusions es troben envoltades per unes membranes que les separen de la resta de la cèl·lula.
- **Plasmidi:** Petita molècula d'ADN bicatenari i circular que no forma part del nucleòide i es replica de manera independent.



*Imatge 5. Estructura d'un bacteri*

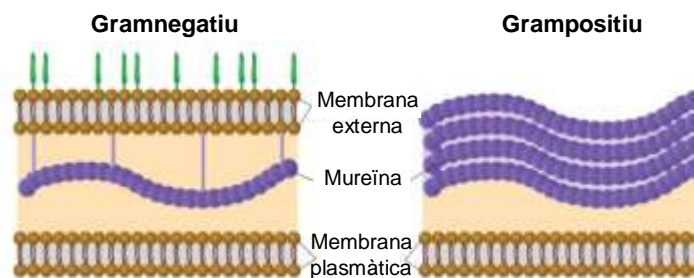
### ESTRUCTURA EXTERNA:

- **Membrana plasmàtica:** Bicapa de fosfolípids amb proteïnes totalment o parcialment submergides que delimita el bacteri i regula l'entrada i sortida de substàncies gràcies a la seva permeabilitat selectiva. A diferència de les membranes de les cèl·lules eucariotes, generalment, no conté colesterol i, en canvi, conté mesosomes. Aquestes estructures són invaginacions<sup>1</sup> que duen a terme diferents tasques com dirigir la duplicació del bacteri, col·laborar en la respiració, assimilar substàncies o fer augmentar la superfície de la membrana.
- **Paret cel·lular:** Capa rígida que envolta la membrana plasmàtica i dona forma al bacteri. Està constituïda per una capa de mureïna, una xarxa bidimensional de polisacàrids units mitjançant petites cadenes

<sup>1</sup> Una **invaginació** és una penetració o replec d'una capa de cèl·lules o d'una membrana dins d'una altra.

d'aminoàcids. En funció de la composició i estructura de la paret, els bacteris absorbeixen o no el colorant que s'empra per a la tinció de Gram, una prova bioquímica que permet diferenciar els bacteris en Gram + i -.

- **Bacteris gramnegatius:** No absorbeixen el colorant i, per tant, es tenyeixen de rosa. La seva paret cel·lular està formada per una capa de mureïna de 2 a 7 nm de gruix envoltada per una membrana externa.
- **Bacteris grampositius:** Absorbeixen el colorant i, per tant, es tenyeixen de blau o violeta. La seva paret cel·lular està formada per una capa homogènia de mureïna de 20 a 80 nm de gruix que és altament resistent i bastant permeable.



*Imatge 6. Paret cel·lular d'un bacteri gramnegatiu (esquerra) i grampositiu (dreta).*

- **Càpsula bacteriana:** Coberta feta principalment per polisacàrids que envolta la paret cel·lular i actua com a barrera protectora davant la *fagocitosi*<sup>2</sup>. Els bacteris que la presenten s'associen a factors de virulència, és a dir, són capaços de causar una malaltia, ja que la càpsula els pot protegir del sistema immunitari dels organismes que parasiten.
- **Flagels:** Apèndixs en forma de filaments helicoïdals, prims i rígids fets d'una proteïna anomenada flagel·lina enganxada a la superfície de la cèl·lula. Permeten el moviment del bacteri i la quantitat que n'hi ha varia segons l'espècie bacteriana, arribant fins a un màxim de 100 flagels.

<sup>2</sup> La **fagocitosi** és el mecanisme mitjançant el qual les cèl·lules introdueixen al seu interior i normalment destrueixen elements diversos com ara bacteris.

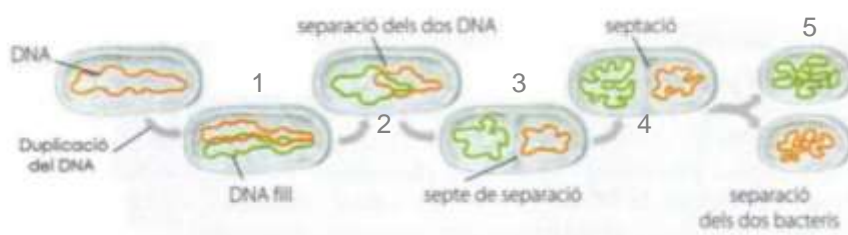
- **Pèls:** Estructures filamentoses presents als bacteris gramnegatius que permeten l'adhesió a diferents superfícies. A diferència dels flagels, aquests no contribueixen al moviment del bacteri. Se'n distingeixen 2 tipus:
  - **Fímbries:** S'enganxen, generalment, a les cèl·lules hoste i es troben repartides per tota la membrana externa del bacteri.
  - **Pili:** N'hi ha en menys quantitat que les fímbries i intervenen en l'intercanvi genètic entre bacteris, que es coneix com a conjugació i és un dels mètodes que tenen els procariontes per a recombinar el seu ADN.

#### 2.1.1.3. Reproducció

La reproducció dels bacteris és asexual, és a dir, només es requereix un individu per dur a terme el procés i els subjectes resultants són idèntics al progenitor. D'aquesta manera, les colònies bacterianes les formen individus clònics, totalment iguals.

El mecanisme de reproducció rep el nom de fissió binària i consta de diferents fases:

1. Es duplica el material genètic.
2. Les dues còpies del material genètic se separen.
3. Es forma el septe de separació, que és una làmina prima entre la membrana i l'inici de la formació de la paret cel·lular.
4. Es completa la septació, és a dir, la divisió del citoplasma.
5. S'originen dues cèl·lules idèntiques, amb la mateixa informació genètica.



*Imatge 7. Representació de la fissió binària*

#### 2.1.1.4. Necessitat d'oxigen

En funció de la necessitat d'oxigen, agrupem els bacteris en quatre grups:

Aerobis obligats	<b>Necessiten l'oxigen</b> per fer la respiració cel·lular.
Anaerobis facultatius	<b>No necessiten estrictament l'oxigen</b> perquè a banda de poder créixer utilitzant oxigen en respiració, també ho poden fer mitjançant fermentacions.
Anaerobis aerotolerants	<b>No fan servir l'oxigen mai</b> , però poden viure en la seva presència.
Anaerobis obligats	<b>No poden viure en presència d'oxigen</b> , els és tòxic. Poden créixer fent fermentació o bé respiració anaeròbia, sense fer ús de l'oxigen.

Figura 1. Classificació dels bacteris segons la necessitat d'oxigen

#### 2.1.1.5. Gèneres de bacteris presents als peus

[22]

S'han realitzat nombrosos estudis de la biodiversitat microbiològica que hi ha en el peu humà i, tot i que existeixen petites variacions entre uns i altres, tots coincideixen en la presència de determinades espècies bacterianes.

Per elaborar la següent figura, m'he basat en els resultats d'una investigació feta per la Universitat Politècnica de Polònia [22] en la qual es va prendre la mostra de 40 persones diferents de grups d'edat, sexe i hàbits diversos. Després de realitzar la identificació dels microorganismes presents a les mostres mitjançant tècniques de seqüenciació d'ARN, es va concloure que els gèneres bacterians més comuns eren els següents:

Gènere	Característiques
<i>Propionibacterium</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Bacils grampositius i catalasa positius.</li><li>- Anaerobis aerotolerants.</li><li>- S'empren en la producció de productes làctics, sobretot de formatges, per aconseguir els forats tan característics.</li></ul> <p>Exemples: <i>P. freudernreichii</i>, <i>P. acidifaciens</i></p>

<i>Brevibacterium</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bacils grampositius i catalasa positius.</li> <li>- Aerobis obligats.</li> <li>- S'usen en l'elaboració del formatge, sobretot en el procés de maduració.</li> </ul> <p>Exemples: <i>B. linens</i>, <i>B. epidermidis</i></p>
<i>Corynebacterium</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bacils grampositius i catalasa positius.</li> <li>- Anaerobis facultatius.</li> <li>- Es fan servir en la producció d'aminoàcids però també en la maduració dels formatges.</li> </ul> <p>Exemples: <i>C. glutamicum</i>, <i>C. renale</i>.</p>
<i>Streptococcus</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cocs (agrupats en cadenes formant estreptococs) grampositius i catalasa negatius.</li> <li>- Anaerobis facultatius.</li> <li>- Algunes espècies produeixen malalties.</li> </ul> <p>Exemples: <i>S. agalactiae</i>, <i>S. bovis</i></p>
<i>Staphylococcus</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cocs (agrupats en raïm formant estafilococs) grampositius i catalasa positius.</li> <li>- Anaerobis facultatius.</li> <li>- Compten amb molts factors de virulència que els permeten causar malalties.</li> </ul> <p>Exemples: <i>S. haemolyticus</i>, <i>S. hominis</i></p>
<i>Micrococcus</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cocs grampositius i catalasa positius.</li> <li>- Aerobis obligats.</li> <li>- A banda de viure a la pell humana, també s'han trobat mostres d'aquest gènere en productes làctics.</li> </ul> <p>Exemples: <i>M. luteus</i>, <i>M. roseus</i></p>

Figura 2. Gèneres de bacteris presents als peus

### 2.1.2. Fongs

[19]

Els fongs són organismes eucariotes, és a dir, les seves cèl·lules estan compartimentades. Compten amb una membrana nuclear que envolta el material genètic i orgànuls com l'Aparell de Golgi, el Reticle Endoplasmàtic, vacúols, mitocondris, etc. També tenen paret cel·lular, però a diferència de la dels bacteris i la de les plantes, està feta de glucans, quitina i glicoproteïnes.

Aquests éssers són heteròtrofs, és a dir, no obtenen el carboni que forma les seves molècules orgàniques a partir de  $\text{CO}_2$  sinó que l'aconsegueixen a partir dels compostos orgànics ja elaborats dels quals es nodreixen. Es distingeixen els fongs sapròfits, que s'alimenten de matèria orgànica no viva, els paràsits, que ho fan d'altres organismes vius, perjudicant-los, i els fongs simbiòtics que obtenen l'aliment d'altres éssers vius i, a canvi, els ofereixen sals minerals i humitat.

#### 2.1.2.1. Fongs unicel·lulars

Els fongs unicel·lulars són els llevats que tot i ser microscòpics, si se n'ajunten molts, donen lloc a una massa visible, com passa en les colònies que formen els bacteris. S'utilitzen en la indústria per l'elaboració de nombrosos productes alimentaris sobretot en el procés de fermentació.

La reproducció dels llevats és asexual i es fa mitjançant un mètode anomenat gemmació que consta de diferents etapes:

1. El nucli de la cèl·lula mare es divideix.
2. Al mateix temps, en un punt de la paret cel·lular es produeix la gemma, una cavitat que sobresurt.
3. Un dels nuclis resultants passa a la gemma.
4. La gemma se separa i es formen dues cèl·lules amb la peculiaritat que una és considerablement més gran que l'altre.



*Imatge 8. Representació de la gemmació*

### 2.1.2.2. Fongs pluricel·lulars

Els fongs pluricel·lulars inclouen les floridures així com els que formen bolets. En ambdós, les cèl·lules s'agrupen en uns filaments anomenats hifes, i el conjunt de les hifes s'anomena miceli.

La reproducció d'aquests organismes pot ser asexual i fer-se per gemmació, fragmentació o mitjançant les espores, que són unes cèl·lules situades als extrems de les hifes que germinen en donar-se unes condicions ambientals favorables. També es poden reproduir de manera sexual si s'uneixen i fusionen les hifes de dos micelis diferents, generant després alguna estructura productora d'espores, com és el cas dels bolets.

### 2.1.2.3. Gèneres de fongs presents als peus

[22]

La presència de fongs als peus és dràsticament menor a la de bacteris. Segons un estudi realitzat per la Universitat Politècnica de Polònia [22], en el qual van examinar els peus de 40 persones diferents de grups d'edat, sexe i hàbits diversos, només el 0,01% dels microorganismes presents a les mostres eren fongs.

Entre els gèneres identificats, els més freqüents van ser els següents:

Gènere	Característiques
<i>Aspergillus</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Fong filamentós (pluricel·lular)</li><li>- Pot causar patologies com l'<i>aspergil·losi</i><sup>3</sup> a persones amb un sistema immunitari dèbil.</li></ul> <p>Exemples: <i>A. fumigatus</i>, <i>A. niger</i></p>
<i>Penicillium</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Fong filamentós (pluricel·lular)</li><li>- Formatges com el rocafort, el brie o el camembert es creen a partir de l'acció d'aquest fong.</li></ul>

<sup>3</sup> L'**aspergil·losi** és una infecció causada pels fongs del gènere *Aspergillus*, les patologies que se'n deriven afecten principalment a l'aparell respiratori però els símptomes i la gravetat poden variar.



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Una espècie d'aquest gènere s'utilitza per fabricar el medicament de la penicil·lina, per tractar infeccions bacterianes.</li> </ul> <p>Exemples: <i>P. glabrum</i>, <i>P. Citrinum</i></p>
<i>Naganishia</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Llevat (unicel·lular)</li> <li>- Se n'identifiquen unes 15 espècies arreu del món.</li> </ul> <p>Exemples: <i>N. diffluens</i>, <i>N.albida</i></p>
<i>Wickerhamomyces</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Llevat (unicel·lular)</li> <li>- S'empra per fer la fermentació alcohòlica i augmenta la qualitat del vi.</li> </ul> <p>Exemples: <i>W. anomalus</i></p>

**Figura 3.** Gèneres de fongs presents als peus

## 2.2. Mala olor podal

Més d'un cop hem arribat a casa després d'un dia intens, ens hem descalçat, ens hem tret els mitjons i ens hem estirat el sofà com si s'hagués d'acabar el món. Poc després d'haver-nos relaxat comencem a percebre una olor punyent. Ens llevem lleugerament, ens mirem els peus i ja hem trobat als culpables.

Però, per què els peus fan mala olor?

### 2.2.1. Origen de la mala olor

[3,8,9,24]



La idea que la suor és la causant de la mala olor és errònia perquè per ella sola és inodora; així ho afirma el Dr. Ramon Grimalt, llicenciat en Medicina i Cirurgia i professor coordinador de Dermatologia a la Universitat Internacional de Catalunya (UIC) en una entrevista pel diari *20 minuts* de Barcelona (2012).

Tanmateix, la producció constant d'aquesta substància per part de les més de 250.000 glàndules sudorípares que hi ha als peus dona lloc a un ambient humit

que resulta acollidor per als bacteris presents a les extremitats inferiors. Aquests organismes són els veritables responsables de la mala olor.

D'entre els gèneres bacterians trobats als peus, se n'associen tres com a principals responsables de l'olor desagradable: els *Staphylococcus*, els *Propionibacterium* i els *Brevibacterium*. Tots ells compten amb enzims amb els quals descomponen els aminoàcids<sup>4</sup> de les proteïnes presents a la suor, per alimentar-se i així proliferar. Per tant, aquests bacteris aprofiten els nutrients provinents de les cèl·lules mortes de la pell dels peus així com l'acumulació de suor per desenvolupar-se i originar compostos d'olors repulsives.

Ara bé, segons el tipus de bacteri i els nutrients dels quals s'alimenta, s'allibera una olor o una altra:

- ***Brevibacterium***: aquest gènere bacterià, concretament l'espècie *Brevibacterium linens*, es relaciona precisament amb l'olor a formatge. El *Brevibacterium linens* descompon les proteïnes que hi ha al peu en molècules amb olors punyents com per exemple l'àcid isovalèric, les amines o compostos de sofre.  
  
*Imatge 9.*  
*Brevibacterium linens*
- ***Propionibacterium***: l'activitat d'aquest gènere bacterià, majoritàriament de l'espècie *Propionibacterium acnes*, s'associa a l'olor de vinagre que alliberen alguns peus. L'àcid propiònic produït per aquest bacteri és similar a l'àcid acètic del vinagre; és per aquest motiu que l'olor és semblant.  
  
*Imatge 10.*  
*Propionibacterium acnes*

Tot i que la principal causa de la mala olor podal és l'acció dels bacteris, existeix una afectació coneguda com el peu d'atleta que també provoca una olor desagradable. En aquest cas, es tracta d'una infecció produïda per un fong anomenat tinya que es desenvolupa en ambients càlids i humits com els peus.

---

<sup>4</sup> Els **aminoàcids** són compostos orgànics que tenen un àtom de carboni central al qual s'uneixen els grups funcionals amino (NH<sub>2</sub>) i carboxil (COOH) a més d'una cadena lateral que és diferent. La unió de molts aminoàcids, mitjançant enllaços peptídics, és el que anomenem proteïna.

El fong que causa la *tinea pedis* o peu d'atleta es pot contraure mitjançant el contacte directe amb alguna persona infectada o tocant alguna zona on es trobi el microorganisme, que normalment és al voltant de piscines, dutxes o al terra de vestidors públics. Les persones afectades acostumen a patir picor i cremor a la part inflamada en la qual la pell es torna escamosa i s'originen butllofes. El tractament per aquesta infecció fúngica sol ser l'ús d'algun medicament, gel o crema sense recepta o amb recepta mèdica.

En últim lloc, la ingesta de determinats aliments, especialment els picants, així com de la ceba o l'all, també pot ser una causa de la mala olor podal. En la degradació d'aquests aliments, es produeixen substàncies oloroses que s'expulsen mitjançant la suor. Per tant, tenint en compte que les glàndules sudorípares dels peus alliberen grans quantitats de suor diàriament, si s'acumula, pot ser un focus de mala olor.

### 2.2.2. Factors que hi influeixen

[23,11]

Els factors que influeixen en la mala olor podal fan augmentar els nivells de suor, que encara que sigui inodora, resulta atractiva pels microorganismes que habiten a les extremitats inferiors, ja que crea un ambient humit. D'aquesta manera, els bacteris i els fongs proliferen més ràpidament, provocant un increment de l'olor desagradable.

Els aspectes que contribueixen a la mala olor podal són els següents:

- **Mala higiene:** no netejar adequadament els peus o fer-ho amb poca freqüència així com no eixugar-los prou, deixant zones humides especialment entre els dits.
- **Hiperhidrosi:** es tracta de l'excés de sudoració produït per una alteració dels nervis responsables d'enviar senyals a les glàndules sudorípares. De manera natural, el sistema nerviós envia els senyals per alliberar suor quan detecta un augment de la temperatura corporal, però en aquest cas, els nervis es tornen hiperactius i les indicacions que envien no venen impulsades per un canvi de temperatura.

- **Tipus de calçat i mitjons:** els calçats oclusius i els mitjons fets amb materials sintètics com l'elastà, tots dos interrompen completament el corrent d'aire evitant que el peu transpiri.
- **Alteracions hormonals:** especialment durant la pubertat, la menopausa i l'embaràs que és quan es produeixen canvis hormonals més importants. També en estats d'ansietat i estrès que es produeix un alliberament d'hormones.
- **Patologies sistemàtiques:** sobretot les malalties hepàtiques que eviten un funcionament adequat del fetge, l'òrgan encarregat d'expulsar les toxines de l'organisme; també les metabòliques, que afecten el metabolisme i a la capacitat de descompondre els aliments; i per últim les renals que malmeten els ronyons abstenint-los de poder filtrar correctament les substàncies de rebuig de la sang.

### 2.3 Parlant amb una podòloga

El darrer apartat dedicat als peus consta de l'entrevista amb la podòloga Coral Oliva llicenciada en podologia per la Universitat de Barcelona. La seva feina l'apassiona i ja fa més de vint anys que va obrir el seu propi centre de podologia a Olot, tot i que prèviament ja havia treballat en altres establiments exercint la seva professió com a podòloga. Ha estat un plaer enorme comptar amb la seva participació.

#### ENTREVISTA:

**Bon dia, aquest any he cursat primer de Batxillerat. En aquests moments estic fent el treball de recerca que l'he enfocat a investigar la relació que hi ha entre l'olor que alliberen els peus i els formatges. Moltes gràcies per ser aquí, si et sembla bé, comencem.**

**La teva feina és molt interessant perquè tractes una part del cos que acostuma a provocar més aviat rebuig especialment per l'olor particular que alliberen els peus. Llavors, la primera pregunta és: d'entre la gran**

**quantitat de peus que visites diàriament, les olors que alliberen són similars? Et recorden a alguna cosa?**

Pel que fa a la primera pregunta, no, les olors no són similars; depèn de cada persona. Cadascú té una olor i pot ser més o menys forta i llavors hi ha gent que no li fan mala olor. Bé de fet, a la gran majoria de gent no li fan mala olor els peus. I llavors, si em recorden a alguna cosa... doncs mira com dius tu, hi ha aquesta dita que els peus fan olor de formatge i potser sí que podria recordar-hi, però jo particularment no l'hi associo perquè a mi el formatge m'agrada molt.

**Quin tipus de microorganismes es poden trobar als peus?**

Normalment, els diferents microorganismes que ens trobem en els peus solen ser fongs o bacteris. Sempre tenim més tendència a pensar que són fongs, que n'hi ha diferents tipus, i apareixen degut a la mala higiene, al calçat tapat, a la pràctica de l'esport... tot això. Però també hi ha bacteris que també generen mala olor sobretot si no hi ha la higiene adequada o depenent d'altres patologies que es puguin tenir associades.

**Hi ha alguns microorganismes responsables de la mala olor corporal i dels peus en concret?**

Sí, normalment, tant els bacteris com els fongs desprenen una olor concreta, més o menys forta i depenent de cada patologia, si és a la pell dels peus o si és a les ungles, que també poden posar-s'hi fongs, són olors més o menys fortes.

**De què depèn que la intensitat de l'olor que fan els peus d'una persona sigui més o menys forta?**

Depèn de moltíssims factors diferents que pugui ser una olor més o menys forta. Depèn del tipus de calçat, de si es practica esport, depèn una mica també de la higiene que es té, depèn molt de l'edat... Per exemple, si s'està en una etapa de l'adolescència és molt més fàcil tenir mala olor als peus. Després també cada raça després la seva olor, que pot ser més o menys forta i també depèn una mica

doncs això, de si es pateix alguna malaltia associada, però en tot cas, mai són iguals les olors.

### **El peu d'atleta també podria ser una causa de mala olor?**

Sí el peu d'atleta, moltes vegades va associat a una mala olor de peus. Moltes vegades, qui el pateix són gent que practiquen esport, que passen moltes hores amb el peu tapat, utilitzant un calçat ajustat i mitjons a vegades sintètics. Tot això provoca normalment mala olor de peu.

### **De quina manera poden afectar els canvis hormonal amb la mala olor?**

Els canvis hormonal accentuen la mala olor i normalment nosaltres el que trobem més sovint a la consulta és en l'època de l'adolescència. Per tant, amb adolescents nois o noies que practiquen esport sol ser molt habitual que els facin mala olor els peus. Llavors és important que el mitjà transpiri, tenir molta cura i fer servir, durant aquesta etapa, productes antitranspirants que ajuden molt siguin en pols, en crema o en esprai. Tot i això, a vegades hi ha gent que no ho poden evitar.

### **És cert que certes malalties com les metabòliques, les renals o les hepàtiques, així com l'alimentació, també poden influir en l'olor dels peus?**

Sí que afecten, tant les malalties metabòliques, renals com les substàncies tòxiques i també els diferents tipus d'alimentació, si és més picant, si és més forta... Clar, les glàndules sudorípares expulsen també diferents tipus d'olors i per tant sí que afecta. Però, moltes vegades es pot combatre d'aquesta manera que hem dit: amb diferents antifúngics i antitranspirants que controlin una mica l'excés de sudoració. Ja et dic, tot això amb cura i anant al podòleg que t'ajudi una mica amb els seus consells d'higiene i bons hàbits es pot millorar molt bé.

**En el meu treball de recerca es pretén respondre a la qüestió “per què els peus fan olor de formatge?” Què contestaries tu a la pregunta?**

Doncs mira, poden tenir una retirada perquè el formatge precisament és a base de molts de fongs i bacteris que fermenten. Per tant, bé doncs l'origen del mal olor que s'assembli al formatge vindria una mica derivada d'aquí, que al peu a vegades hi pot haver algun tipus de fong o bacteri que pot assemblar-se amb el que trobem al formatge i d'aquí vindria una mica la similitud.

## 3. EL FORMATGE, UNA AUTÈNTICA OBRA D'ART

### 3.1. De l'obrador a la taula

Els formatges es fabriquen seguint un procés d'elaboració determinat que els dona els matisos de color, gust i olor que els caracteritzen. Aquest procés comença a l'obrador, on el formatger combina els ingredients per obtenir el producte final, i acaba a la taula, on gaudim de cada bocí com si fos l'últim.

#### 3.1.1. Ingredients

[13, 21]

Per a la fabricació del formatge s'utilitzen 4 ingredients principals: la llet, el quall els microbis i la sal. Tots quatre són els responsables d'aportar les característiques que ens permeten diferenciar cada formatge i juguen un paper essencial en el procés d'elaboració:

- **Llet:** a partir de la seva coagulació s'inicia la fabricació del formatge, per tant, n'és la base, és la que dona l'estructura.

Segons l'origen, l'alimentació del bestiar i el tractament es distingeixen diferents llets que alhora, donen formatges diversos.

SEGONS L'ORIGEN		
Vaca	Ovella i búfala	Cabra
Llet neutra i rica en caseïna, una proteïna que es coagula en presència del quall.	Llet amb alts continguts de greix i proteïnes.	Llet amb porcions considerablement baixes de caseïna.

Figura 4. Classificació de la llet segons l'origen

SEGONS L'ALIMENTACIÓ DEL BESTIAR	
Fenc i ensitjat (d'alfals o de blat)	Herba verda i flors
Com que es tracta d'un aliment uniforme, la llet que produeix el bestiar que se n'alimenta és també uniforme i neutra.	Com que són aliments menys uniformes, la llet dels animals que se n'alimenten també ho és menys, però, en canvi, té una complexitat aromàtica més gran.

Figura 5. Classificació de la llet segons l'alimentació del bestiar



SEGONS EL TRACTAMENT	
Llet crua	Llet pasteuritzada
Com que no ha estat tractada, conserva tots els enzims i bacteris de la mateixa llet que aporten gust durant la maduració del formatge.	Com que ha estat tractada, a banda d'eliminar-se els bacteris patògens i de putrefacció també es perden enzims i bacteris que donen molt de sabor.

Figura 6. Classificació de la llet segons el tractament

- **Quall:** conté un enzim, la quimosina, que és la responsable de quallar la llet, és a dir, de transformar-la en una massa sòlida i gelatinosa anomenada quallada.

Originalment, s'utilitzava com a quall el primer estómac d'un petit rumiant -un vedell, un cabrit o un xai- però gràcies a l'enginyeria genètica, s'ha aconseguit obtenir una versió pura de l'enzim quimosina en un bacteri, una floridura i un llevat. A més, a banda de qualls d'origen animal també n'hi ha de vegetals. Per exemple, es pot emprar l'herbacol, l'ortiga o la figuera com a quall.

- **Microbis:** aporten la gran part de sabor i aroma al formatge fabricant productes amb olors i trets particulars. Per fer-ho, descomponen els nutrients de la llet.

En funció de les característiques que es volen assolir, s'usen uns microbis determinats a l'hora d'elaborar el formatge.

Els gèneres bacterians més característics són:

- ***Propionibacterium freudenreichii*:** Proporciona els forats típics als formatges a través de les bombolles formades pel diòxid de carboni que produeix el bacteri en consumir l'àcid làctic durant la maduració. A més de transformar l'àcid làctic en diòxid de carboni,

també ho fa en una mescla d'àcids propiònic i acètic que aporten un gust distintiu al formatge.

- ***Brevibacterium linens***: Aporta l'olor característica a formatges com el Gruyère, el Limburger o el Münster en descompondre proteïnes en molècules com l'àcid isovalèric i el metanotiol i en compostos de sofre que presenten olors punyents. Aquest gènere bacterià no tolera l'àcid i necessita oxigen per desenvolupar-se, per aquest motiu, habita a la superfície del formatge no a l'interior. A més, és el responsable de la coloració taronja-vermellosa de l'escorça d'alguns formatges, ja que produeix pigments carotenoides (que també donen color groguenc o taronja a les seves colònies).

A banda dels bacteris, per elaborar els formatges també s'utilitzen fongs que acostumen a créixer a l'escorça, a menys que es renti freqüentment per impedir-ho. Aquests microbis necessiten oxigen per créixer i produeixen enzims que digereixen les proteïnes i els greixos millorant la textura i el gust de certs formatges.

Els fongs més freqüents són els del gènere *Penicillium* i algunes espècies típiques d'aquest gènere són les següents:

- ***Penicillium roqueforti***: Conté un pigment complex que dona el color blau al formatge rocafort, gorgonzola i Stilton. Aquest fong descompon aproximadament una quarta part de la llet alliberant àcids grassos que aporten el sabor picant als formatges blaus, d'ovella i de cabra.
- ***Penicillium camemberti***: S'utilitza en l'elaboració de formatges petits i tous de llet de vaca i maduració lleugera i superficial com el Camembert, el Brie o el Neuchâtel. A més, aquest fong descompon proteïnes de la llet contribuint a la textura cremosa, característica d'aquests formatges, i aportant tocs de gust a all, amoníac i fong.

Els gèneres i espècies bacterians i fúngics esmentats, no són imprescindibles en l'elaboració de tots els formatges sinó que es fan servir amb l'objectiu d'obtenir colors, gustos, textures i aromes concrets en determinats tipus d'aquest producte.

Tanmateix, existeixen el que s'anomenen bacteris iniciadors que pràcticament s'utilitzen en la fabricació de qualsevol formatge. El seu paper és clau atès que acidifiquen la llet aprofitant la lactosa per produir àcid làctic duent a terme el que s'anomena fermentació làctica. A més, tot i que la seva presència disminueix dràsticament a mesura que avança el procés d'elaboració, els seus enzims sobreviuen i continuen descomponent proteïnes en aminoàcids que aporten gust. Hi ha dos tipus de bacteris iniciadors: els lactococs, que treballen en temperatures temperades, i els lactobacils i estreptococs, que treballen en temperatures elevades.

- **Sal:** és un ingredient especial que no només aporta gust al formatge sinó que també duu a terme tasques imprescindibles com la inhibició del creixement de microbis de la putrefacció i la regulació del procés de maduració. A més, participa en l'extracció d'humitat de la quallada, aporta fermesa a l'estructura de les proteïnes, endarrereix el creixement dels microbis de la maduració i altera l'activitat dels enzims maduradors.

### 3.1.2. Fases

[1,13]

El procés de l'elaboració d'un formatge varia en funció del tipus que se'n vol obtenir. El formatger pot utilitzar tecnologies i mètodes diversos que li donaran un resultat determinat. Ara bé, el procés estàndard consisteix en 8 etapes que són les següents:

## 1) PRIMERA MADURACIÓ

Després de fer la *pasteurització*<sup>5</sup> de la llet, que de fet és opcional, es dona aquesta primera maduració. El que es fa és aportar els bacteris iniciadors o fomentar el creixement dels microorganismes que ja hi ha a la mateixa llet. Aquests agents comencen a convertir la lactosa de la llet en àcid làctic i, per tant, el medi s'acidifica. La duració d'aquest procés varia en funció del tipus formatge tot i que l'estàndard està entre els 30 i els 45 minuts.



*Imatge 11. Aportació de bacteris iniciadors*

## 2) QUALLADA

Passat aquest temps es fa quallar la llet que bàsicament consisteix en aconseguir una massa més aviat sòlida fruit de la *desnaturalització*<sup>6</sup> de les proteïnes de la llet. La majoria de formatges es quallen mitjançant la combinació de l'àcid produït en la primera maduració i el quall que s'afegeix en aquesta fase. El paper del quall, concretament de l'enzim que conté, la quimosina, és atacar la caseïna, una proteïna de la llet, trencant un segment amb càrrega negativa que manté les partícules en repulsió. En eliminar aquest fragment, les partícules s'ajunten unes amb les altres i es forma la quallada, una massa en forma de gel bastant ferma.



*Imatge 12. Aportació del quall*



*Imatge 13. Quallada produïda per l'acció del quall i l'àcid làctic*

Cal dir que els formatges frescos es quallen utilitzant únicament l'àcid làctic produït pels bacteris iniciadors, per aquest motiu presenten una textura més fràgil i no tan compacta.

---

<sup>5</sup> La **pasteurització** de la llet és el procés mitjançant el qual se n'eliminen els microorganismes patògens. S'aconsegueix amb diferents combinacions de temps i temperatura; el més habitual és escalfar-la 63°C durant 30 minuts o 72°C durant 15 segons.

<sup>6</sup> La **desnaturalització** d'una proteïna és el procés pel qual canvia la seva estructura i forma, modificant-se també la seva funció.

### 3) TRACTAMENT DE LA QUALLADA

L'objectiu d'aquesta fase és eliminar el sèrum o xerigot -anomenat així en el món formatger- de la quallada. Existeixen diferents mètodes per fer-ho en funció del tipus de formatge que es vol aconseguir. En el cas dels formatges tous, la quallada es col·loca en motlles i es deixa escórrer per acció de la gravetat. En canvi, la dels formatges durs es talla en trossos més petits per afavorir que el sèrum surti de les partícules.



*Imatge 14. Tall vertical de la quallada*

La mida dels trossos i la direcció del tallat -vertical o horitzontal- canvia en funció del formatge que s'elabora. En tot cas, per fer el tallat normalment s'empra una lira i és un procés progressiu, comença sent lent i va agafant velocitat.

Un cop tallada la quallada es pot escalfar per afavorir que el sèrum surti de les partícules, es pot agitar, remenar i treballar-la de diferents maneres per potenciar unes característiques determinades que alhora donaran un formatge concret.



*Imatge 15. Agitació de la quallada*

Una tècnica que es pot aplicar és el rentat de la pasta. Per dur-lo a terme, cal extreure una part del sèrum, escorrent la quallada tallada, i afegir-hi la mateixa part d'aigua. En retirar una quantitat de sèrum, es redueix el nivell de lactosa i, per tant, els microorganismes no acidifiquen tant el medi perquè no poden produir tant d'àcid làctic.



*Imatge 16. Aportació d'aigua*

#### 4) EMMOTLLAR

La fase de l'emmotllat es pot fer de diferents maneres. La més habitual és escórrer la quallada i col·locar-la en motlles, que són els que donen la forma definitiva al formatge. Normalment, els motlles es cobreixen amb un drap de cotó que afavoreix el drenatge i es tapen exercint pressió.



**Imatge 17.**  
*Col·locació de la tapa al motlle fent pressió*

Un altre mètode d'emmotllat és el que s'anomena blocatge. En aquest cas, per escórrer la quallada es fa pressió pel lateral amb unes plaques concentrant la massa en un costat del contenidor on es troba i llavors es col·loquen unes altres plaques amb orificis a sobre la quallada i s'exerceix més pressió. A continuació, es retira el sèrum que ha sortit i les plaques. Per acabar, es talla la quallada amb un ganivet i es col·loca als motlles.



**Imatge 18.**  
*Quallada escorreguda amb unes plaques*

#### 5) PREMSAT

Un cop emmotllat el formatge es premsa per acabar d'extreure el sèrum. Existeixen dos tipus de premsat: l'espontani o autopremsat i el premsat sota de pressió.

En el primer cas, es tracta senzillament de deixar que la quallada col·locada als motlles amb el drap es vagi escorrent. També es pot afegir un pes a sobre del motlle per potenciar encara més l'escorriment de la massa.

En el segon cas, el premsat es fa en una premsa, que pot ser horitzontal o vertical, on es col·loquen els motlles amb la quallada. En aquest aparell, hi ha un èmbol que fa pressió en funció de la força amb què es programa que depèn del grau d'humitat que es vol aconseguir. És important girar els motlles i fer el premsat de manera progressiva, ja que si s'aixafa massa de pressa, el xerigot



**Imatge 19.**  
*Premsa horitzontal amb els motlles col·locats i l'èmbol fent pressió*

queda acumulat a dins, sense poder sortir. Llavors es produeix un hiperdesenvolupament de microorganismes i el formatge no és aprofitable.

#### 6) SALAT

El salat del formatge es pot fer de tres maneres diferents tot i que la més habitual és la tercera. La primera consisteix a afegir la sal una vegada s'ha tallat la quallada però abans de fer l'emmotllat i el premsat. El segon mètode es basa en aplicar la sal directament al formatge un cop s'ha premsat i és un procés que s'ha de repetir diversos dies per tal que la sal vagi penetrant l'interior del formatge. Per últim, el més usual és fer el salat en un tanc amb sal morra, que és una solució d'aigua i sal d'una concentració aproximada del 20%. En funció de la mida i consistència del formatge s'hi està més o menys temps, tot i que les duracions oscil·len entre les 12 i les 48 hores.



*Imatge 20. Tanc de sal morra amb els formatges*

#### 7) OREIG

En cas que els formatges s'hagin salat en el tanc de sal morra, que són la gran majoria, llavors es fa l'oreig. Aquesta etapa consisteix en deixar assecar el formatge en una sala ventilada i amb una humitat i temperatura controlades. La temperatura ha de ser d'entre 11 i 12 °C a l'hivern i d'entre 8 i 10 °C a l'estiu. Pel que fa a la humitat, es recomana que sigui d'entre el 70 i 80%. Durant aquesta fase que dura entre 1 i 2 dies es comença a formar l'escorça del formatge.

#### 8) MADURACIÓ

L'última etapa del procés d'elaboració és la maduració que ve clarament protagonitzada pels microbis i enzims de la llet. Al llarg d'aquesta fase, aquests agents treballen descomponent nutrients i fabricant molècules i compostos que converteixen la quallada en el formatge tal com el coneixem. En aquest cas, la tasca del formatger és dirigir i regular aquest procés controlant la



*Imatge 21. Formatges madurant a la cava*

temperatura i la humitat del formatge, el contingut d'aigua, el creixement de microbis i el desenvolupament d'un gust i olor característics. Les condicions de la cava, que és l'espai on maduren els formatges, són d'uns 12 °C de temperatura i un 90% d'humitat.

Al llarg de la maduració o un cop finalitzada el formatge pot rebre múltiples tractaments i rentats que es duen a terme en funció del que es vol aconseguir. En el cas dels rentats, la majoria es fan per evitar el creixement de fongs i, si el contingut de la solució de rentat conté alguna espècie bacteriana, fomentar el creixement d'un microbi concret.

## 3.2. Tipus de formatges

[15]

S'estima que existeixen al voltant de 1.000 i 1.500 tipus de formatges diferents al món fruit de la combinació de tècniques, ingredients i processos diversos però també de l'enginy del formatger, que innova i es desvia per crear autèntiques obres d'art.

Tot i l'àmplia diversitat, els formatges es poden classificar seguint uns paràmetres que en diferencien aspectes com el tipus de llet, la textura o el temps que dura la seva maduració.

### 3.2.1. Segons el tipus de llet

La primera classificació i més senzilla és la que distingeix els formatges en funció de la llet utilitzada en la seva elaboració. Pel que fa a la llet se'n pot valorar la seva procedència i el tractament que se'n fa.

#### 3.2.1.1. Procedència

[7,17]

En funció de l'origen de la llet es distingeixen quatre tipus de formatges:

- **Formatges de vaca:** són els més freqüents a causa de l'ampli accés a la llet de vaca i a la qualitat que presenta en referència a les quantitats de proteïna i grassa.



- **Formatges d'ovella:** són molt nutritius atès que contenen grans quantitats de proteïnes, minerals i vitamines. El seu contingut de greix és superior que en el formatge de vaca, per tant, acostumen a oferir una textura més suau i oliosa.
- **Formatges de cabra:** es caracteritzen pel gust fort i picant que els aporta la llet de cabra. Són formatges normalment lleugers i més fàcils de digerir atès que la quantitat de lactosa és menor que en els formatges de vaca.
- **Formatges de búfala:** no són tan freqüents com els anteriors perquè la quantitat de llet d'aquest animal que es produeix és també menor. Acostumen a ser formatges més densos i lleugerament més dolços.

#### 3.2.1.2. Tractament

[12]

Segons si la llet està pasteuritzada o no, es diferencien 2 tipus de formatges:

- **Formatges de llet pasteuritzada:** com ja hem vist anteriorment, en la pasteurització de la llet l'objectiu és eliminar els microorganismes patògens mitjançant intervals de temps i escalfor. Aquest procés fa que els formatges fets amb llet pasteuritzada perdin microbis que aporten gust.
- **Formatges de llet crua:** es tracta dels formatges elaborats amb llet que no ha estat pasteuritzada i, per tant, compta amb una flora de microorganismes complexa que dona matisos de sabor durant la maduració.

#### **3.2.2. Segons el grau d'humitat**

[2]

Una altra classificació que es pot fer dels formatges és la que els diferencia segons el grau d'humitat i la textura. Aquestes característiques depenen en gran part del tipus de coagulació que s'ha fet i el mètode d'escorrimet de la quallada. Així doncs, es classifiquen els formatges en frescos, tous, semidurs i durs en funció del grau d'humitat i textura que presenten.

Tipus de formatge	Grau d'humitat	Coagulació	Escorriment de la quallada
Fresc	75-80%	Produïda per acció de la fermentació làctica.	Feta mitjançant filtració o centrifugació.
Tou	55-50%	Produïda per la combinació del quall i la fermentació làctica.	Feta simplement tallant la quallada en trossos més petits.
Semidur	50-45%	Produïda per la combinació del quall i la fermentació làctica.	Feta tallant, agitant i aplicant pressió.
Dur	38-35%	Produïda per la combinació del quall i la fermentació làctica.	Feta tallant, agitant, escalfant i aplicant pressió.

Figura 7. Classificació del formatge segons el grau d'humitat

### 3.2.3. Segons la maduració

#### 3.2.3.1. Tipus de maduració

[2]

Com hem vist en el punt anterior, trobem formatges frescos, tous, semidurs i durs segons el grau d'humitat que presenten. Doncs bé, a banda del tipus de coagulació i d'escorriment de la quallada, la maduració també afecta en el grau d'humitat i, per tant, és diferent segons si el formatge és fresc, tou, semidur o dur.

- **Formatges frescos:** no es deixen madurar.
- **Formatges tous**
  - maduració deixant que creixi un fong a l'escorça. Per exemple: brie i camembert
  - maduració deixant que creixi un fong a l'interior. Per exemple: formatge blau i rocafort.
  - maduració rentant l'escorça del formatge per evitar que creixi un fong. Per exemple: munster

- **Formatges semidurs**
  - maduració deixant que creixi un fong a l'escorça. Per exemple: Tomme de Savoie
  - maduració rentant l'escorça del formatge per evitar que creixi un fong. Per exemple: Saint-Paulin
  
- **Formatges durs**
  - maduració sense rentar l'escorça, deixant-la seca. Per exemple: Emmental
  - maduració rentant l'escorça del formatge per evitar que creixi un fong. Per exemple: Comte

### 3.2.3.2. Temps de maduració

[18]

Segons el decret número 236 del BOE publicat el 29 de setembre de 2006, segons el temps de maduració els formatges es classifiquen en:

Tipus de formatge	Maduració mínima en dies	
	Pes > 1,5 kg	Pes < 1,5 kg
Tendre	7	
Semicurat	35	20
Curat	105	45
Vell	180	100
Anyenc	207	

*Figura 8. Classificació del formatge segons el temps de maduració*

### 3.3. Parlant amb un formatger

El darrer apartat dedicat al formatge es tracta d'una entrevista a l'Oriol Rizo, fundador de la Xiquella, una formatgeria artesana de la Vall d'en Bas que va obrir les portes l'any 2015. A partir de llavors, l'excel·lència dels seus formatges ha estat guardonada amb multitud de premis. Entre ells, val la pena destacar el reconeixement del formatge Cofat, elaborat amb llet crua d'ovella, que va guanyar el premi Lactium Or 2019 en la categoria de formatges serrats d'ovella. Cal dir que Lactium és considerat el mercat de formatges més gran de Catalunya. Així doncs, agraeixo una vegada més la disposició de l'Oriol per concedir-me aquesta entrevista.

## **ENTREVISTA:**

**Bon dia, aquest any he cursat primer de Batxillerat. En aquests moments estic fent el treball de recerca que l'he enfocat a investigar la relació que hi ha entre l'olor que alliberen els peus i els formatges. Moltes gràcies per ser aquí, si et sembla bé, comencem.**

**En primer lloc, a què et recorda l'olor dels formatges?**

És una pregunta molt complicada perquè sobretot depèn del tipus de formatge. Probablement l'olor més característica dels formatges és aquella olor d'humitat i en molts casos a bosc. De fet, jo feia un formatge, un curat d'ovella, que deixava que creixés el fong espontàniament en comptes de rentar el formatge. I llavors, aquella escorça amb els mesos, acabava agafant una olor d'humitat, de sotabosc, i és una olor molt característica.

**De què depèn que un formatge desprengui una olor més o menys forta? Hi ha alguna relació amb els ingredients? El temps de maduració?**

Sí, bàsicament depèn del grau d'humitat que retengui el formatge i sobretot del procés de maduració i del tractament que li facis al formatge. Si no li fas cap tractament i és un creixement espontani del fong, tens un creixement més fúngic. Si fas un rentat afavoreixes altres tipus de desenvolupament de flores que donen unes altres característiques. Evidentment en els rentats afavoriràs el creixement dels microorganismes que hi poses en l'aigua de rentat.

**Quins formatges són els que desprenen olors més potents?**

Els que rentes amb aigua i sal, amb ferments o sense, si no li poses ferments normalment afavoreixes el creixement dels llevats salvatges que puguin haver-hi a la cava i si li poses ferments, afavoriràs el creixement dels ferments que li posis.

### **En què consisteix la pasteurització de la llet?**

La pasteurització de la llet, el que fas és eliminar els organismes patògens, tots aquells que són perillosos per la salut. Què passa? Que fas una neteja de la llet molt bèstia i clar t'emportes el dolent, però també t'emportes coses bones. En comparació amb la llet crua, què passa amb la llet crua? La llet crua no li fas cap tractament, manté tots els microorganismes que hi ha originalment a la llet, i això dona formatges molt característics. Per contra, poden quedar microorganismes que siguin patògens. Clar hi ha el bo, però també hi ha el dolent. Però hi ha més coses bones que dolentes, llavors amb una bona elaboració i amb unes bones condicions d'elaboració sempre afavoreixes el creixement del bo sobre el dolent i obtens formatges molt més autèntics.

### **Llavors amb allò que dèiem de les olors, com més temps passi, més olor fa un formatge? O no té res a veure?**

Sí, a mesura que va passant el temps van guanyant amb olor. Sobretot el fet que siguin amb olors més fortes, també depèn una mica de les condicions ambientals. Ara estem a l'estiu, està sent un estiu molt dur, l'ambient està molt sec a l'exterior. Això ens afecta a la cava, ens afecta molt. La màquina de fred que fa de suport a la cava ha de treballar, això resseca l'ambient, hem de regar, però sembla que no atrapem. Què passa? Que les escorces estan més seques. A l'hivern passa el contrari, a l'hivern l'ambient exterior té molta més humitat i vulguis o no la humitat exterior, afecta molta a la humitat interior. Llavors sí que tens formatges molt més cremosos, fins i tot arriba un moment en ple hivern, gener, febrer inclús març, que has de vigilar molt perquè pots tenir creixements descontrolats de llevats a l'escorça. Això pot arribar a ser un problema, ja que llavors allò si ho emboliques i ho vens, quan ho obres fa una pudor... que no es pot aguantar. Llavors costa una mica mantenir el control d'això. No és tant potser el creixement del llevat el que busquem, és a dir, sí que el busquem, però no busquem l'olor forta, al final el que volem és que l'interior del formatge sigui com ha de ser.

### **Per tant, l'olor també està relacionada amb les condicions ambientals?**

Sí totalment, i relacionat amb el tema de la llet, clar joestic molt sotmès a les condicions ambientals. Però això vol dir des de l'inici de tot, des de la llet fins al procés de maduració. Des de la llet perquè les vaques també es veuen molt afectades per aquesta calor, s'estressen, no s'alimenten bé, no tenen gana o tenen menys gana i llavors els continguts de greix i proteïnes baixen, que baixi la proteïna afecta a nivells de rendiments bàsicament. Però greix, que baixi el contingut de greix, també fa que tu tinguis formatges menys cremosos, perquè al final el greix és el que dona la gràcia als aliments. Llavors clar, ens afecta des del principi, i aquest any els pagesos estan patint molt, el bestiar està patint molt, s'ha de donar molta alimentació seca, no té res a veure una alimentació seca a una pastura per exemple. Bé, hi ha moltes variables.

### **Finalment, podries donar una resposta a la qüestió: per què els peus fan olor de formatge?**

Mmm, doncs mira, hi ha una anècdota que explica que en determinades elaboracions de fa segles, a l'edat mitjana, a tots els monestirs del nord d'Europa, els monjos eren qui elaborava els formatges. Però les condicions higièniques i sanitàries eren una mica precàries i llavors quan tenien calor suaven i queia suor a dins de la llet. Això feia que es desenvolupessin una sèrie de microorganismes que donaven unes característiques a la llet. Ells no ho sabien, evidentment, perquè amb prou feines sabien el que era un bacteri, però estaven aportant aquests ferments de manera natural a la llet. Llavors obtenien uns formatges amb olors i colors tan particulars, per això es relaciona. Si al final tu aportes la teva suor en el formatge i hi estàs aportant una flora doncs si creix en el formatge, és normal que hi hagi una relació entre les olors de suor o de peus amb el formatge.



## 4. PRIMER EXPERIMENT: ESTUDI DELS PROTAGONISTES

Tal com s'explica al tercer subapartat de la introducció, "Metodologia", el marc pràctic el trobem dividit en 2 experiments pels quals m'he plantejat uns problemes i objectius.

El primer experiment consta del cultiu dels protagonistes, és a dir, dels microorganismes presents en els peus i en el formatge.

### 4.1. Problemes, objectius i hipòtesis

#### 4.1.1. Problemes

Els problemes que es pretenen resoldre mitjançant el primer experiment són:

- Quin tipus de microorganismes podem trobar als peus i al formatge?
- Poden viure els microorganismes presents en ambdós llocs en un ambient anòxic, sense oxigen?
- S'assemblen les mostres recollides dels peus de dues persones diferents?
- S'observen microorganismes semblants a les mostres de peus i del formatge?

#### 4.1.2. Objectius

A partir de les incògnites plantejades m'he proposat uns objectius\*:

- Dissenyar un experiment que em permeti resoldre el meu problema.
- Aprendre a fer un cultiu microbiològic.
- Identificar el tipus de microorganismes del cultiu.
- Estudiar com es desenvolupen els microorganismes en un medi sense oxigen.
- Comparar les mostres dels dos peus.
- Valorar les semblances entre les colònies de les mostres de peus.

---

\* En el segon subapartat de la introducció s'han determinat uns objectius, però aquells són els objectius del treball. Per altra banda, els que s'han proposat en els 2 experiments del marc pràctic fan referència a allò que es pretén aconseguir en cada experiment en concret.



### 4.1.3. Hipòtesis

Les hipòtesis formulades a partir dels objectius han estat:

1. “Potser hi ha més d’un tipus de microorganismes present a les mostres de peus i formatge”.
2. “Potser els microorganismes dels peus es desenvolupen millor en condicions anaeròbiques que els del formatge”.
3. “Potser la flora de dos peus diferents és molt similar”.
4. “Potser hi ha microorganismes presents als peus que també es troben presents al formatge”.

## 4.2. Tècniques i mètodes utilitzats

### 4.2.1. Treball sota flama

[10]

Quan es fa un cultiu de microorganismes és crucial que l’ambient sigui com més estèril millor per tal que no es contaminin les mostres. El treball sota flama consisteix en aprofitar l’escalfor produïda per un fogonet que fa disminuir la densitat de l’aire el qual puja en un corrent ascendent que impedeix l’entrada de microorganismes que estiguin en suspensió. Per tant, treballant dins aquest radi d’aproximadament 20 cm dins els quals es considera que hi ha *asèpsia*<sup>7</sup> es redueix l’exposició a agents contaminants.

### 4.2.2. Sembra homogènia en superfície

[5,10]

Tot i que existeixen diferents tècniques de sembra, la que he utilitzat per fer el meu cultiu és la sembra homogènia en superfície. Per dur a terme aquesta tècnica es requereix una nansa de Digralsky i simplement cal estendre una gota de mostra líquida sobre el medi de cultiu sòlid fins que quedi adherida.



**Imatge 22.** Sembra homogènia en superfície

---

<sup>7</sup> L’**asèpsia** és l’absència de microorganismes.

### 4.2.3. Mètode emprat per l'obtenció de l'ambient anòxic

Amb l'objectiu de conèixer a fons els microorganismes presents als peus i al formatge, després de fer-ne el cultiu, he deixat unes mostres en presència d'oxigen i les altres en un ambient anòxic, és a dir, sense oxigen.

Per tal d'aconseguir aquest tipus d'ambient he seguit un mètode que consisteix en obtenir diòxid de carboni, mitjançant la reacció química del carbonat de calci i l'àcid clorhídric, a dins d'una olla exprés (veure imatge 23). Com que el pes del diòxid de carboni és superior al de l'aire, en produir-se el primer gas, l'aire present a l'olla s'escapa, es desplaça cap amunt. D'aquesta manera, a dins a l'olla aconseguim tenir un medi anòxic, sense presència d'oxigen.

Un cop finalitzat el procediment, es pot acostar una espelma encesa a l'olla per comprovar l'eficàcia del mètode emprat. En cas que l'espelma s'apagui significa que a dins de l'olla no hi queda oxigen i, per tant, ha funcionat. Contràriament, si l'espelma roman encesa, significa que alguna cosa no ha anat bé.



*Imatge 23. Representació de la reacció del carbonat de calci i l'àcid clorhídric*

#### Breu explicació de la reacció:

El carbonat de calci ( $\text{CaCO}_3$ ) reacciona amb l'àcid clorhídric ( $\text{HCl}$ ) de manera que el calci s'ajunta amb el clor donant lloc al clorur de calci ( $\text{CaCl}_2$ ) i es forma aigua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) i diòxid de carboni ( $\text{CO}_2$ ).

### 4.3. Medis de cultiu

[10,20]

Per tal que els microorganismes es desenvolupin al laboratori cal assegurar-se que tenen al seu abast els nutrients necessaris per fer-ho. Els microorganismes utilitzen els nutrients del medi natural on habiten per créixer, però al laboratori, els agafen del medi de cultiu que els proporcionem nosaltres.

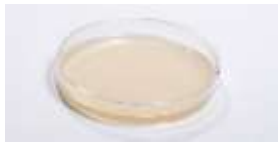
Així doncs, el medi de cultiu és una barreja que proveeix nutrients als microorganismes i els ofereix les condicions més adequades pel seu creixement.

Es diferencien diversos medis de cultiu segons la seva composició i el seu estat físic.

#### 4.3.1. Segons l'estat físic

En funció de l'estat físic en què es troben, dividim els medis de cultiu en:

- **Medis sòlids:** No inclouen substàncies inhibidores del creixement, permeten aïllar colònies senceres i estudiar-ne les característiques. S'obtenen a partir d'algun agent solidificant, el més comú és l'agar-agar.
  - Agar-agar: Es tracta d'un polisacàrid provinent d'unes algues que actua com a agent gelificant aportant un suport físic als microorganismes.



*Imatge 24 . Medi de cultiu sòlid obtingut amb agar-agar*



*Imatge 25. Agar-agar*

- **Medis semisòlids:** Contenen una concentració més baixa de l'agent solidificant, per tant, són capes més suaus i gelatinoses, no tan consistents com les dels medis sòlids.
- **Medis líquids:** També poden rebre el nom de caldos o brous i no contenen cap mena d'agent solidificant.

#### 4.3.2. Segons la composició química

En funció dels seus components, classifiquem els medis en:

- **Medis mínims:** Satisfan les necessitats mínimes dels microorganismes i estan formats únicament per sals minerals i una font de carboni.
- **Medis de desenvolupament:** Compten amb tots els nutrients necessaris per al desenvolupament d'una gran varietat de microorganismes, atès que no són medis selectius.

- **Medis selectius:** Permeten el cultiu d'un tipus concret de microorganismes, ja que contenen substàncies que inhibeixen el desenvolupament d'unes espècies promovent el d'unes altres.
- **Medis diferencials:** Estan pensats per valorar determinades característiques fisiològiques d'un microorganisme. Per exemple, el tipus de respiració, la presència d'un enzim concret, etc.

### 4.3.3. El meu medi de cultiu

Els microorganismes presents als peus i al formatge els he cultivat en un medi sòlid utilitzant l'agar-agar. He triat aquest tipus de medi per poder observar com són les colònies dels bacteris i floridures que puguin créixer, així com detectar la diversitat microbiana de la flora, tant dels peus com del formatge Gruyère que és el que he emprat. Tanmateix, a l'hora de preparar el medi, hi he afegit llet que conté els mateixos nutrients que el formatge, per aportar tot el que puguin necessitar els microorganismes que viuen en aquest aliment per desenvolupar-se. També m'ha servit per observar si els microorganismes dels peus poden créixer usant aquests nutrients.

## 4.4. Proves bioquímiques

### 4.4.1. Prova de la catalasa

L'enzim catalasa té la capacitat de descompondre el peròxid d'hidrogen, conegut com a aigua oxigenada, en oxigen i aigua. D'aquesta manera, afegint una gota d'una solució de peròxid d'hidrogen (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) a sobre d'una colònia es pot comprovar la presència d'aquest enzim. En cas que la colònia de microorganismes continguin l'enzim catalasa descompondrà el peròxid d'hidrogen produint unes bombolles d'oxigen i aigua. Contràriament, si no compta amb aquest enzim, no es produirà cap classe de reacció.



*Imatge 26. Representació de la reacció de la catalasa*

## 4.5. Procediment

### (1) Recollida i preparació de les mostres

Les mostres que s'han cultivat han estat de peus i de formatge. Per tal d'obtenir uns resultats més contrastats he recollit mostres dels peus de dues persones diferents, tots dos amb una olor molt intensa. També he recollit una mostra del formatge Gruyère especialment reconegut per la seva olor.

Per obtenir les mostres he seguit els següents protocols:

- **Mostres de peus:**
  1. Amb un escuradents, fregar les diferents zones dels peus: entre els dits, per sota les ungles, al taló i a la planta.
  2. Reservar l'escuradents en un pot de vidre o de plàstic.
  3. Afegir una mica d'aigua de l'aixeta al pot de vidre o plàstic on teníem l'escuradents i barrejar.
  
- **Mostra de formatge:**
  1. Amb un ganivet de punta rodona fregar la superfície del formatge.
  2. Posar el ganivet amb la mostra de formatge a dins d'un vas de precipitats i afegir-hi aigua.
  3. Barrejar i reservar.

### (2) Dilució de les mostres

Un cop recollides les 3 mostres he fet dilucions per cadascuna d'elles, és a dir, n'he reduït la concentració de microorganismes afegint aigua. D'aquesta manera, un cop fet el cultiu, podré apreciar millor les colònies de manera individual. Per altra banda, m'asseguraré que les cèl·lules queden separades sobre l'agar, per tal que cadascuna formi una colònia independent evitant que es creï una gespa microbiana.

Les 3 dilucions les he preparat en 3 recipients nous. Així, per cada mostra, he obtingut un exemplar concentrat i un de diluït.

He diluït les mostres segons el grau de concentració que presentaven:

- **Mostres de peus:**

Com que he pensat que les mostres dels dos peus no estaven gaire concentrades, atès que només contenien els microorganismes aconseguits en el raspat amb l'escuradents que faig fer als peus, només les he diluït 50 vegades seguint el següent procediment:

1. Amb una pipeta de 1mL i un pipetejador succionar 1 mL de la mostra concentrada.
2. Abocar la quantitat succionada en un matràs aforat de 50 mL.
3. Afegir aigua fins a enrasar ajudant-nos d'un comptagotes per guanyar precisió.
4. Finalment, posar un tap al matràs i tombar un cop cap per avall per barrejar.

- **Mostra de formatge:**

Com que m'ha semblat que la mostra del formatge estava bastant concentrada, ja que vaig recollir una pasta semblant a la que s'obté raspant una placa de petri amb una gespa bacteriana, la vaig diluir 100 vegades seguint els següents passos:

1. Amb una pipeta de 1mL i un pipetejador succionar 1 mL de la mostra concentrada.
2. Abocar la quantitat succionada en un matràs aforat de 100 mL.
3. Afegir aigua fins a enrasar ajudant-nos d'un comptagotes per guanyar precisió.
4. Finalment, posar un tap al matràs i tombar un cop cap per avall.

### (3) Numeració de les mostres

Amb l'objectiu de diferenciar els diferents tipus de mostres preparades, els he assignat un número. Ara bé, he utilitzat el mateix per l'exemplar diluït i el concentrat atès que estan continguts en recipients diferents i clarament diferenciables.







Tipus de mostra	Número assignat	Exemplar concentrat	Exemplar diluït
Peus 1	1		
Peus 2	2		
Formatge	3		

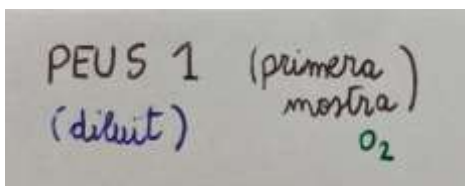
Figura 9. Taula de les mostres amb els dos exemplars: concentrat i diluït

### (4) Etiquetatge de les plaques de Petri

Per tal de diferenciar les 24 plaques de Petri que he utilitzat per dur a terme l'experiment, les he etiquetat seguint un protocol determinat i tenint en compte 4 variables:

- **Tipus de mostra:** El nom del tipus de mostra l'he escrit en majúscula i de color negre. Hi ha 3 mostres diferents: peus 1, peus 2 i formatge.
- **Grau de dilució:** Per diferenciar les mostres diluïdes de les no diluïdes, he escrit en blau i entre parèntesis "diluït" o "no diluït" en funció de cada mostra.
- **Rèpliques:** Com que de cada mostra n'he fet una rèplica, he escrit en negre i entre parèntesis "primera mostra" o "segona mostra" a cadascuna de les dues rèpliques.

- **Incubació en oxigen:** Finalment, he escrit de color verd “O<sub>2</sub>” a l'etiqueta de les mostres que deixaré créixer amb presència d'oxigen. D'aquesta manera, les que no portin aquesta marca, ho faran en un medi anòxic.



*Imatge 27 . Exemple d'una etiqueta d'una de les mostres de peus 1, diluïda i conservada amb presència d'oxigen.*

## (5) Preparació del medi anòxic: càlcul de les quantitats de reactius

(veure el punt 4.2.3)

### **OBJECTIU:**

Trobar quina quantitat de carbonat de calci (CaCO<sub>3</sub>) i àcid clorhídric (HCl) necessito per aconseguir produir el diòxid de carboni suficient per emplenar una olla exprés d'aquest gas.

### **MATERIALS I REACTIUS:**

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| - Carbonat de calci | - Calculadora       |
| - Àcid clorhídric   | - Termòmetre        |
| - Olla exprés       | - Àcid clorhídric   |
| - Regle graduat     | - Carbonat de calci |

### **PROCEDIMENT:**

1. Mesurar el diàmetre de la base i l'alçada de l'olla utilitzant un regle graduat.

#### **Càlculs:**

Diàmetre = 23 cm i Alçada = 15 cm

2. Dividir el diàmetre entre 2 per trobar el radi.

#### **Càlculs:**

$$\text{Radi} = \frac{\text{diàmetre}}{2} = \frac{23}{2} = 11,5 \text{ cm}$$



3. Calcular l'àrea de la base de l'olla que té forma de cercle i, per tant, s'aplica la següent fórmula: Àrea del cercle =  $\pi \cdot r^2$

**Càlculs:**

$$\text{Àrea base} = \text{Àrea del cercle} = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot 11,5^2 = 415,48 \text{ cm}^2$$

4. Trobar el volum de l'olla que té forma cilíndrica i, per tant, s'aplica la següent fórmula: Volum cilindre = Àrea de la base · altura

**Càlculs:**

$$\text{Volum olla} = \text{Volum cilindre} = \text{Àrea base} \cdot \text{altura} = 415,48 \cdot 15 = 6232 \text{ cm}^3$$

Un cop calculat el volum de l'olla ja sabem la quantitat de diòxid de carboni que hi cap: 6232 cm<sup>3</sup> de diòxid de carboni.

5. Passar el volum de diòxid de carboni a *mols*<sup>8</sup> per trobar els mols de diòxid de carboni que necessitem, aplicant la Llei dels gasos ideals:  $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$ , on P=pressió (en atmosferes), V=volum (en litres), n=mols, R=constant=0,082 (en  $\frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ ) i T=temperatura (en graus Kelvin). Per aplicar la fórmula ens falta trobar la temperatura i la pressió.
6. Mirar la temperatura de l'ambient del laboratori, on es realitza la pràctica, emprant un termòmetre.

**Càlculs:**

Temperatura = 30°C (plena onada de calor)

---

<sup>8</sup> Els **mols** són una unitat de mesura del S.I. (Sistema Internacional), representats amb una *n*, que indiquen la quantitat de matèria que hi ha en un determinat nombre d'unitats elementals que poden ser àtoms, molècules, electrons, ions o altres partícules.

7. Convertir els graus centígrads en graus Kelvin utilitzant la següent fórmula: graus Kelvin = graus centígrads + 273

**Càlculs:**

Graus Kelvin = graus centígrads + 273 = 30 + 273 = 303 K

8. Consultar a l'AEMET (Agència Estatal de Meteorologia) el mapa isobàric del dia que es fa la pràctica per tal de trobar la pressió.

**Càlculs:**

En el meu cas va ser el 20/07/22 i la pressió era de 1018 mbar.

Cal tenir en compte que la pressió és una variable que disminueix quan l'altitud augmenta i en les isòbares del mapa meteorològic està normalitzada. Això significa que està calculada com si el conjunt del territori estigués al nivell del mar, és a dir, a una altitud de 0 metres. Com que, en aquest cas, l'experiment es va dur a terme a Olot que es troba a 400 metres aproximadament respecte del nivell del mar, la pressió és menor. Així doncs, per calcular-la de manera exacta, cal trobar quina és la variació de la pressió de 0 a 400 metres i restar-ho del valor obtingut consultant el mapa meteorològic.

9. Utilitzar les dades de la figura 9 per buscar la variació de la pressió amb l'altura de 0 a 500 metres.

**Càlculs:**

Observant la taula veiem que:

Pressió a 0 metres=1.013 mbar i  
pressió a 500 metres=954 mbar

Llavors la variació de la pressió de 0 a 500 metres és:

Pressió a 0 metres – Pressió a 500 metres =1.013 – 954= 59 mbar

- Això vol dir que de 0 a 500 metres la pressió disminueix 59 mbar.

Altitud (m)	Pressió (mbar)
0	1013
500	954
1000	898
1500	845
2000	795
2500	748
3000	701
3500	657
4000	616
4500	577
5000	540

*Figura 10. Taula on es mostren els valors de la pressió (mbar) en*

10. Trobar la variació de la pressió amb l'altura de 0 a 100 metres dividint el valor obtingut en el pas anterior entre 5.

**Càlculs:**

$$\text{Variació pressió de 0 a 100 metres} = \frac{\text{Variació pressió a 500 metres}}{5} = \frac{59}{5} = 11,8 \text{ mbar}$$

- Això vol dir que de 0 a 100 metres la pressió disminueix 11,8 mbar.

11. Calcular la variació de la pressió en l'altura d'Olot (400 metres respecte del nivell del mar), el territori on es porta a cap l'experiment, fent servir les dades del pas anterior.

**Càlculs:**

$$\text{Variació pressió de 0 a 400 metres} = 400 \cdot \text{Variació pressió per cada metre} = 400 \cdot \frac{\text{Variació pressió a 100 metres}}{100 \text{ metres}} = 400 \cdot \frac{11,8}{100} = 47,2 \text{ mbar}$$

- Això vol dir que de 0 a 400 metres la pressió disminueix 47,2 mbar.

12. Restar la variació de la pressió de 0 a 400 metres, que és l'altura en la qual es troba Olot, de la pressió trobada en el mapa meteorològic de l'inici per trobar la pressió real.

**Càlculs:**

- Variació de la pressió de 0 a 400 metres= 47,2 mbar
- Pressió en el mapa meteorològic= 1018 mbar.

$$\text{Pressió real} = 1018 - 47,2 = 970,8 \text{ mbar}$$

13. Passar la pressió real de mil·libars a atmosferes, que és la unitat de pressió del S.I. (Sistema Internacional).

**Càlculs:**

Sabem que 1 atm = 1013 mbar per tant:

$$970,8 \text{ mbar} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{1013 \text{ mbar}} = 0,96 \text{ atm}$$

14. Un cop sabem la pressió i temperatura, aplicar la Llei dels gasos ideals per trobar els mols de diòxid de carboni que necessitem (en cas necessari, consultar el pas 5 del procediment).

**Càlculs:**

Dades:  $P=0'96 \text{ atm}$ ,  $n=?$ ,  $R=0'082 \left[ \frac{\text{atm}\cdot\text{L}}{\text{mol}\cdot\text{K}} \right]$ ,  $T=303 \text{ K}$ ,  $V=6232 \text{ cm}^3$  de  $\text{CO}_2$

- Cal passar els  $\text{cm}^3$  a litres:  $6232 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1\text{mL}}{1\text{cm}^3} \cdot \frac{1\text{L}}{1000\text{mL}} = 6'2 \text{ L de } \text{CO}_2$

Per tant,

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad ; \quad 0'96 \cdot 6'2 = n \cdot 0'082 \cdot 303 \quad ; \quad n = \frac{0'96 \cdot 6'2}{0'082 \cdot 303} \quad ;$$

$n=0'24$  mols de diòxid de carboni

15. Calcular la quantitat de carbonat de calci i d'àcid clorhídric que necessitem per fer la reacció a partir dels mols de diòxid de carboni (en cas necessari, veure al punt 4.2.3 on s'explica com obtenim el medi anòxic).

**Càlculs:**

La reacció és la següent:



Observant la reacció veiem que per cada mol de carbonat de calci ( $\text{CaCO}_3$ ) que reacciona obtenim 1 mol de diòxid de carboni ( $\text{CO}_2$ ). Tanmateix, per cada 2 mols d'àcid clorhídric ( $\text{HCl}$ ) que reaccionen, se n'obté només 1 de diòxid de carboni ( $\text{CO}_2$ ). Per tant, si necessitem aconseguir 0,24 mols de diòxid de carboni, per tenir l'olla plena d'aquest gas llavors:

- Ens calen 0,24 mols de carbonat de calci
- Ens calen el doble de mols d'àcid clorhídric:  $0'24 \cdot 2 = 0'48$  mols d'àcid clorhídric.

16. Passar els mols de carbonat de calci ( $\text{CaCO}_3$ ) i d'àcid clorhídric ( $\text{HCl}$ ) a grams calculant prèviament la massa molecular (M.M) de cada molècula que equival a la suma de les masses atòmiques dels àtoms que les formen.

**Càlculs:**

Carbonat de calci:

M.M( $\text{CaCO}_3$ )= Massa atòmica calci + Massa atòmica carboni + 3·  
(Massa atòmica oxigen)=  $40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100 \text{ g/mol}$

- Conversió de mols a grams:

$$0,24 \text{ mols } \text{CaCO}_3 \cdot \frac{100 \text{ g } \text{CaCO}_3}{1 \text{ mol } \text{CaCO}_3} = 24 \text{ g } \text{CaCO}_3$$

Àcid clorhídric:

M.M( $\text{HCl}$ )= Massa atòmica hidrogen + Massa atòmica clor=  $1 + 35,5$   
 $= 36,5 \text{ g/mol}$

- Conversió de mols a grams:

$$0,48 \text{ mols } \text{HCl} \cdot \frac{36,5 \text{ g } \text{HCl}}{1 \text{ mol } \text{HCl}} = 17,52 \text{ g } \text{HCl}$$

17. Trobar els mL d'àcid clorhídric que necessitem. Cal tenir en compte que no disposem d'àcid clorhídric pur, sinó d'una solució comercial que té una concentració del 24% (en 100 g de solució comercial hi ha 24 g d'àcid clorhídric pur) i una densitat d'1,12 g/mL (en 1 mL de solució comercial hi ha 1,12 grams d'àcid clorhídric comercial).

**Càlculs:**

Passem els grams d'àcid clorhídric pur (trobat al pas 16 del procediment) a grams d'àcid clorhídric comercial:

$$17,52 \text{ g } \text{HCl pur} \cdot \frac{100 \text{ g } \text{HCl comercial}}{24 \text{ g } \text{HCl pur}} = 73 \text{ g } \text{HCl comercial}$$

Passem els grams d'àcid clorhídric comercial a mL:

$$73 \text{ g } \text{HCl comercial} \cdot \frac{1 \text{ mL } \text{HCl comercial}}{1,12 \text{ g } \text{HCl comercial}} = 65,06 \text{ mL } \text{HCl comercial}$$

## (6) Preparació del medi de cultiu agar-llet

---

### OBJECTIU:

Preparar un medi de cultiu utilitzant agar-agar.

### MATERIALS I PRODUCTES:

- Agar-agar
- Llet
- Aigua destil·lada
- Plaques de Petri
- Proveta
- Vidre de rellotge
- Vas de precipitats
- Reixeta difusora
- Balança
- Espàtula
- Trespeus
- Fogonet
- Vareta de vidre

### PROCEDIMENT:

1. Agafar una placa de Petri i omplir-la d'aigua fins aproximadament la meitat.
2. Omplir d'aigua una placa de petri fins al nivell que es vol que arribi l'agar agar i abocar el volum d'aigua continguda a la placa en una proveta. D'aquesta manera sabré els mL d'agar que necessitaré per a cada placa de petri.

#### Càlculs:

Volum aigua = 20 mL

3. Multiplicar el volum obtingut pel nombre total de plaques que utilitzarem per tal de calcular el volum total d'aigua.

#### Càlculs:

Volum d'aigua total= Volum que cap en 1 placa · Número total de plaques = 20 · 32= 640 mL

\*Arrodonirem a 700 mL per tenir-ne de sobres i que no en falti.

- Decidir la quantitat de llet que es vol afegir respectant que el volum total, comptant els mL de llet, ha de ser de 700 mL.

**Càlculs:**

Jo he decidit posar 100 mL de llet, penso que tindrè nutrients suficients per a mantenir el creixement bacterià els 2 dies que deixaré en repòs el cultiu perquè es desenvolupi. Per tant necessitaré 600 mL d'aigua ja que 100mL de llet + 600 mL d'aigua = 700 mL totals.

- Com que al laboratori no tinc un vas de precipitats amb una capacitat per 700 mL n'utilitzaré 2 de 600 mL. Per tant, cal calcular la quantitat de llet i aigua que posaré a cadascun dels vasos dividint els respectius volums entre 2.

**Càlculs:**

Volum d'aigua en 1 vas de precipitats =  $\frac{\text{Volum total d'aigua}}{2} = \frac{600}{2} = 300$  mL d'aigua

Volum de llet en 1 vas de precipitats =  $\frac{\text{Volum total de llet}}{2} = \frac{100}{2} = 50$  mL de llet

- Mesurar 300 mL d'aigua destil·lada, que és la que necessitem per preparar el medi de cultiu, amb una proveta.
- Abocar el volum mesurat d'aigua destil·lada en 1 dels vasos de precipitats.
- Repetir el mateix procés per l'altre vas de precipitats.
- Mesurar 50 mL de llet amb una proveta.
- Abocar el volum mesurat de llet en 1 dels vasos de precipitats.
- Repetir el mateix procés per l'altre vas de precipitats.

12. Calcular la quantitat d'agar que necessitem seguint la proporció que indica l'etiqueta del preparat comercial d'aquest producte.

**Càlculs:**

A l'etiqueta del recipient indica que cal barrejar 23'5 g d'agar en 1L d'aigua. Ara bé, nosaltres no necessitem 1L d'aigua sinó 700mL.

- Cal passar els mL a litres:  $700\text{mL} \cdot \frac{1\text{L}}{1000\text{mL}} = 0'7\text{L}$  d'aigua

Per tant,  $\frac{23,5 \text{ g agar}}{1\text{L aigua}} = \frac{X \text{ g agar}}{0,7 \text{ L aigua}}$  ;

Multipliquem en creu,  $\frac{23,5 \text{ g agar}}{1\text{L aigua}} = \frac{X \text{ g agar}}{0,7 \text{ L aigua}}$  ;

Llavors obtenim,  $X \text{ g agar} \cdot 1 \text{ L aigua} = 16,45 \text{ g agar} \cdot \text{L aigua}$  ;

Aleshores,  $X \text{ g agar} = \frac{16,45 \text{ g agar} \cdot \text{L aigua}}{1\text{L aigua}}$  ;

Finalment,  $X \text{ g agar} = 16'45$

13. Trobar la quantitat d'agar que hem d'abocar a cadascun dels vasos de precipitats dividint els grams totals d'agar entre 2.

**Càlculs:**

Massa d'agar en 1 vas de precipitats =  $\frac{\text{Massa total d'agar}}{2} = \frac{16,45}{2} = 8'23 \text{ g d'agar}$

14. Col·locar un vidre de rellotge a sobre d'una balança i mesurar 8'23 g d'agar ajudant-nos d'una espàtula.
15. Abocar la quantitat mesurada en un dels vasos de precipitats.
16. Repetir el mateix procés per l'altre vas de precipitats.
17. Encendre dos fogonets i col·locar un trespeus damunt la flama de cadascun dels fogonets.
18. Situar una reixeta difusora a sobre de cadascun dels dos trespeus.



19. Col·locar cada vas de precipitats, que conté l'aigua destil·lada, la llet i l'agar, damunt d'un dels 2 trespeus.
20. Barrejar el contingut dels dos vasos amb una vareta de vidre mantenint el fogonet encès per tal que la mescla es vagi escalfant.
21. L'ideal seria esterilitzar la mescla fins a 121°C però no comptem amb un autoclau per aconseguir aquesta temperatura. Així doncs, esterilitzem la mescla fins a 100°C que és el màxim que podem arribar i hi ha poquíssims microorganismes que sobrevisquin a aquesta temperatura.
22. Deixar que la mescla s'escalfi fins a bullir.
23. Abocar el contingut dels vasos de precipitats a les plaques de Petri omplint-les fins aproximadament la meitat.
24. Esperar uns minuts fins que la solució amb agar solidifiqui per poder començar a sembrar.

## **(7) Sembra homogènia en superfície**

---

(veure el punt 4.2.2)

### **OBJECTIU:**

Cultivar els microorganismes de les mostres recollides per tal que es desenvolupin i se'ls pugui estudiar.

### **MATERIALS I PRODUCTES:**

- Fogonet (treballar sota flama i esterilitzar)
- Nansa de Digrafsky
- Comptagotes
- Mostres concentrades
- Mostres diluïdes

### **PROCEDIMENT:**

1. Encendre el fogonet i a partir d'aquí, treballar a prop del radi d'escalfor que emet per reduir l'exposició a agents contaminants.

2. Agafar el matràs on hi ha l'exemplar diluït de la mostra de peus 1 i amb un comptagotes succionar una vegada.
3. Llevar la tapa de la placa de Petri pertinent, és a dir, la que porta l'etiqueta de la mostra que s'està cultivant i afegir-hi una gota de mostra utilitzant un comptagotes.
4. Tornar a tancar la placa de Petri.
5. Agafar la nansa de Digralsky i flamejar-la, és a dir, passar-la lleugerament per sobre la flama del fogonet per tal d'esterilitzar-la sense que s'escalfi significativament.
6. Destapar la placa de Petri on hi hem afegit la mostra però només l'espai just perquè hi passi la nansa. És important intentar que l'obertura de la placa sigui la mínima per evitar contaminacions.
7. Fer rodar la placa de petri alhora que amb l'altra mà s'estén la mostra sobre del medi de cultiu utilitzant la nansa de Digralsky.
8. Tant bon punt s'hagi estès la mostra, tancar la placa de petri i flamejar la nansa per tal d'esterilitzar-la.
9. Seguir el mateix procediment per tal de sembrar la rèplica de la mateixa mostra.
10. Un cop sembrada la rèplica de la mostra és primordial netejar la nansa de Digralski i el comptagotes amb aigua calenta i sabó abans de fer la sembra de la següent mostra.
11. Quan s'hagin completat totes les mostres, deixar una meitat, triada a l'atzar, de les plaques en una estufa de cultiu i deixar reposar 48 hores. L'altra meitat, col·locar-les a dins de l'olla exprés.



*Imatge 28. Plaques de Petri dins l'estufa de cultiu*

## **(8) Preparació del medi anòxic: obtenció del diòxid de carboni**

(veure el punt 4.2.3)

### **OBJECTIU:**

Obtenir diòxid de carboni a partir de la reacció del carbonat de calci amb l'àcid clorhídric per tal que l'oxigen present a l'olla s'escapi ja que el seu pes és menor que el del diòxid de carboni.

### **MATERIALS I REACTIUS:**

- Carbonat de calci
- Àcid clorhídric
- Vas de precipitats
- Balança
- Cullera
- Pipeta
- Pipetejador
- Embut
- Pincès de fusta
- Tub de goma

### **PROCEDIMENT:**

1. Col·locar l'altre meitat de les plaques de petri sembrades a dins de l'olla exprés.
2. Comprovar que a dins de l'olla hi caben dos vasos de precipitats que seran els que contindran el carbonat de calci i l'àcid clorhídric.
3. Recuperar els càlculs que havíem fet al pas 5 del procediment on hem trobat la quantitat de carbonat de calci i d'àcid clorhídric que necessitem.

#### **Càlculs:**

Consultant el pas 5 del procediment veiem que necessitem 24 g de carbonat de calci. No obstant, en posarem en excés per tal que no ens en falti. Per tant, decidim posar 30 g.

Pel que fa a l'àcid clorhídric, al pas 5 hem calculat que en necessitem 65 mL.

4. Com que, a dins a l'olla exprés, repartirem el carbonat de calci i l'àcid clorhídric en 2 vasos de precipitats dividim les quantitats del pas anterior entre 2 per saber quant n'hi hem de posar a cada vas.

**Càlculs:**

$$\text{Massa de carbonat de calci en 1 vas} = \frac{\text{Massa total}}{2} = \frac{30}{2} = 15 \text{ g}$$

$$\text{Volum d'àcid clorhídric en 1 vas} = \frac{\text{Volum total}}{2} = \frac{65}{2} = 32'5 \text{ mL}$$

5. Posar un vas de precipitats a sobre la balança i mesurar 15 g de carbonat de calci.
6. Posicionar el vas ple de carbonat de calci a dins de l'olla.
7. Repetir el mateix procés amb un altre vas de precipitats.
8. Amb una pipeta i un pipetejador succionar els 32'5 mL d'àcid clorhídric i abocar-los en un vas de precipitats net, no pas el que conté el carbonat de calci.
9. Connectar un tub de goma a la punta d'un embut i protegir l'enllaç dels dos elements amb un altre tub de goma.
10. Col·locar l'extrem del tub de goma a dins d'un dels vasos de precipitats que contenen carbonat de calci (consultar imatge 29).



*imatge 29. Embut connectat a dos tubs de goma l'extrem d'un dels quals a dins d'un vas de precipitats amb carbonat de calci*

11. Subjectar l'embut i el tub de goma amb unes pinces de fusta.
12. Agafar el vas de precipitats que conté els 32'5 mL d'àcid clorhídric.
13. Abocar l'àcid clorhídric per la boca de l'embut lentament per evitar que la reacció es descontrolï i el carbonat es vessi del vas de precipitats.

14. Un cop abocat tot l'àcid, seguir el mateix protocol amb l'altre vas de precipitats que conté carbonat.

15. Tant bon punt finalitzat tot el procés, acostar una espelma encesa a l'olla per comprovar que no queda oxigen i per tant s'apaga.



16. Finalment, posar la tapa a l'olla tancant-ne les vàlvules.

17. Deixar créixer el cultiu durant 48 hores.

*Imatge 30. Olla exprés amb les plaques de petri a dins*

### (9) Observació de les mostres amb la lupa binocular transcorregudes les 48 hores

#### **OBJECTIU:**

Observar les colònies obtingudes amb la lupa binocular.

#### **MATERIALS:**

- Lupa binocular
- Cultius

#### **PROCEDIMENT:**

1. Endollar la lupa a la corrent.
2. Encendre la llum.
3. Col·locar la placa de Petri que contingui la mostra que es vol observar a sobre la platina de la lupa binocular.
4. Enfocar la mostra rodant el cargol micromètric situat al lateral del braç de la lupa.
5. Anotar els resultats.

## (10) Prova de la catalasa

---

(veure al punt 4.4.1)

### **OBJECTIU:**

Detectar la presència de l'enzim catalasa.

### **MATERIAL I PRODUCTES:**

- Peròxid d'hidrogen (aigua oxigenada)
- Comptagotes
- Vas de precipitats

### **PROCEDIMENT:**

1. Abocar una mica de peròxid d'hidrogen ( $H_2O_2$ ) en un vas de precipitats.
2. Amb un comptagotes succionar peròxid d'hidrogen del vas de precipitats.
3. Posar una gota de peròxid d'hidrogen damunt la colònia de microorganismes dels quals es vol observar la presència o absència de l'enzim catalasa.
4. Observar i anotar els resultats.

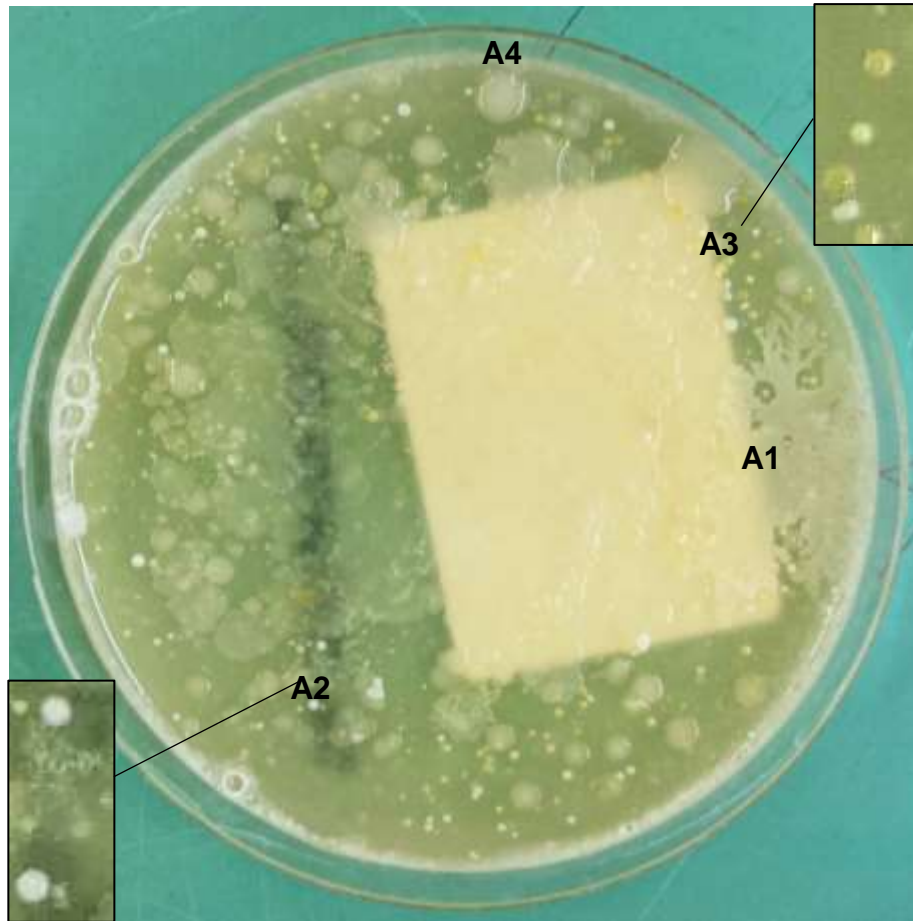
## **4.6. Resultats**

### **4.6.1. Colònies obtingudes i prova de la catalasa**

- **Mostres desenvolupades en presència d'oxigen:**

Les mostres que s'avaluen a continuació, pertanyen totes als exemplars diluïts que són els que m'han permès estudiar millor les colònies individuals. No obstant, al final d'aquest apartat, també es mostren els exemplars no diluïts comentant el que s'ha observat.

**Peus 1**

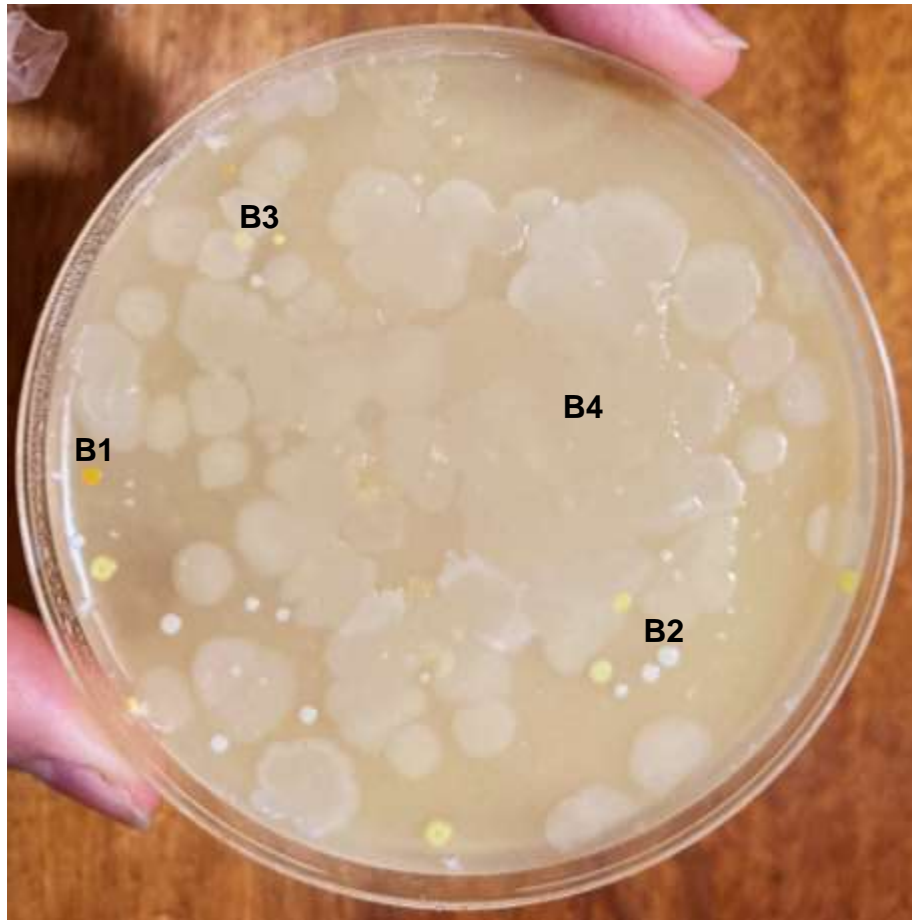


*Imatge 31. Mostra de peus 1 diluïda*

Diversitat				
Hi ha diversitat. S'aprecien almenys 4 tipus de colònies diferents per l'aspecte, color i lluminositat, això sí, totes bacterianes.				
	A1	A2	A3	A4
Aspecte	Gespa bacteriana, filamentosa, blanca, opaca i mate.	Colònia bacteriana arrodonida blanca, opaca i gelatinosa.	Colònia bacteriana arrodonida, taronja/groguenca, lluent i gelatinosa	Colònia bacteriana arrodonida, translúcida, lluent i gelatinosa.
Prova de la Catalasa	Positiu	Positiu	Positiu	Negatiu

*Figura 11. Anàlisi de les colònies de la mostra de peus 1 diluïda (conservada en presència d'oxigen)*

**Peus 2**



*Imatge 32. Mostra de peus 2 diluïda*

Diversitat				
Hi ha diversitat. S'observen almenys 4 tipus de colònies diferents per l'aspecte, color i lluminositat, això sí, totes bacterianes.				
	B1	B2	B3	B4
Aspecte	Colònia bacteriana arrodonida, taronja intens, gelatinosa i lluent.	Colònia bacteriana arrodonida, blanca, lluent i gelatinosa.	Colònia bacteriana arrodonida, taronja/groguenca, lluent i gelatinosa.	Colònia o gespa bacteriana que forma cercles, transparent, lluent i gelatinosa.
Prova de la Catalasa	Negatiu	Negatiu	Positiu	Negatiu

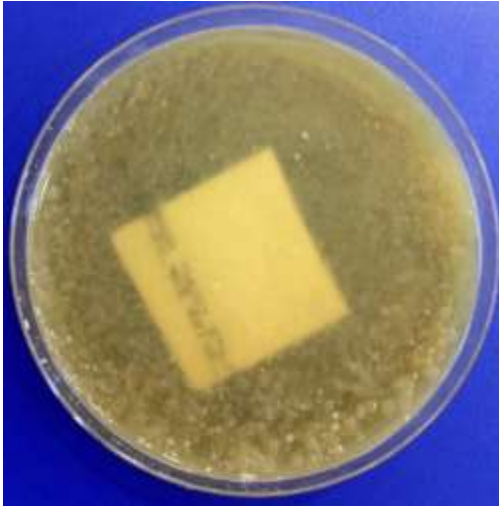
*Figura 12. Anàlisi de les colònies de la mostra de peus 2 diluïda (conservada en presència d'oxigen)*





A continuació, es mostren els exemplars no diluïts i es comenta el que s'ha observat:

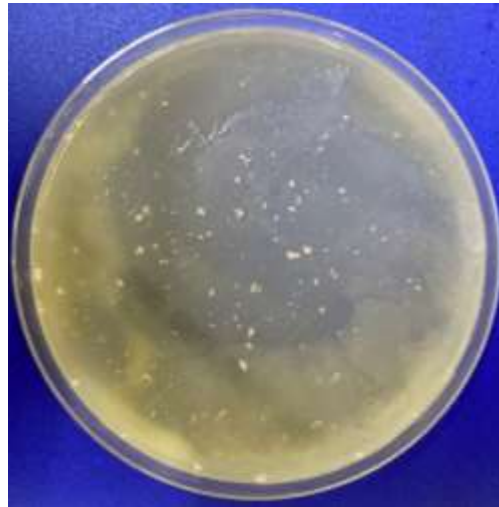
### Peus 1



*Imatge 34. Mostra de peus 1 no diluïda*

S'ha format una gespa, han crescut moltes colònies juntes, està tota la superfície recoberta.

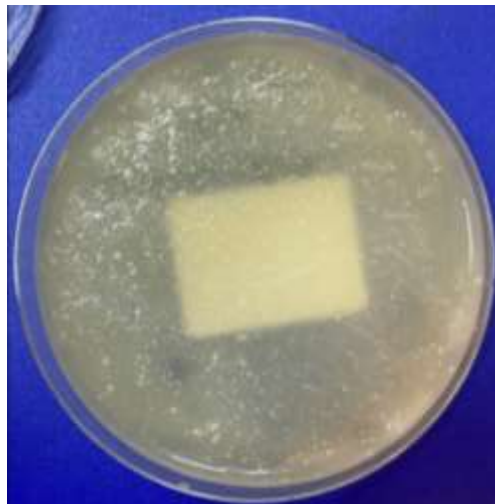
### Peus 2



*Imatge 35. Mostra de peus 2 no diluïda*

S'ha format una gespa, han crescut moltes colònies juntes, està tota la superfície recoberta.

### Formatge



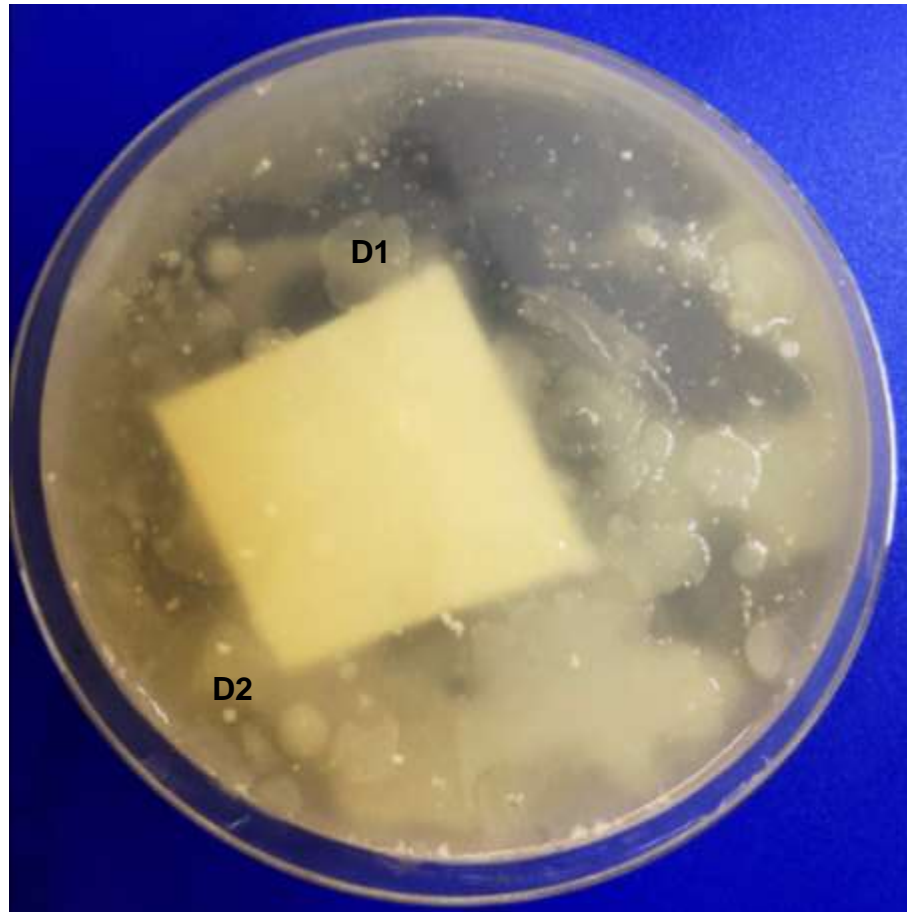
*Imatge 36. Mostra de formatge no diluïda*

S'ha format una gespa, han crescut moltes colònies juntes, està tota la superfície recoberta.

- **Mostres desenvolupades sense presència d'oxigen:**

Les mostres que s'avaluen a continuació, pertanyen totes als exemplars diluïts que són els que m'han permès estudiar millor les colònies individuals. Tanmateix, al final d'aquest apartat, també es mostren els exemplars no diluïts comentant el que s'ha observat.

**Peus 1**



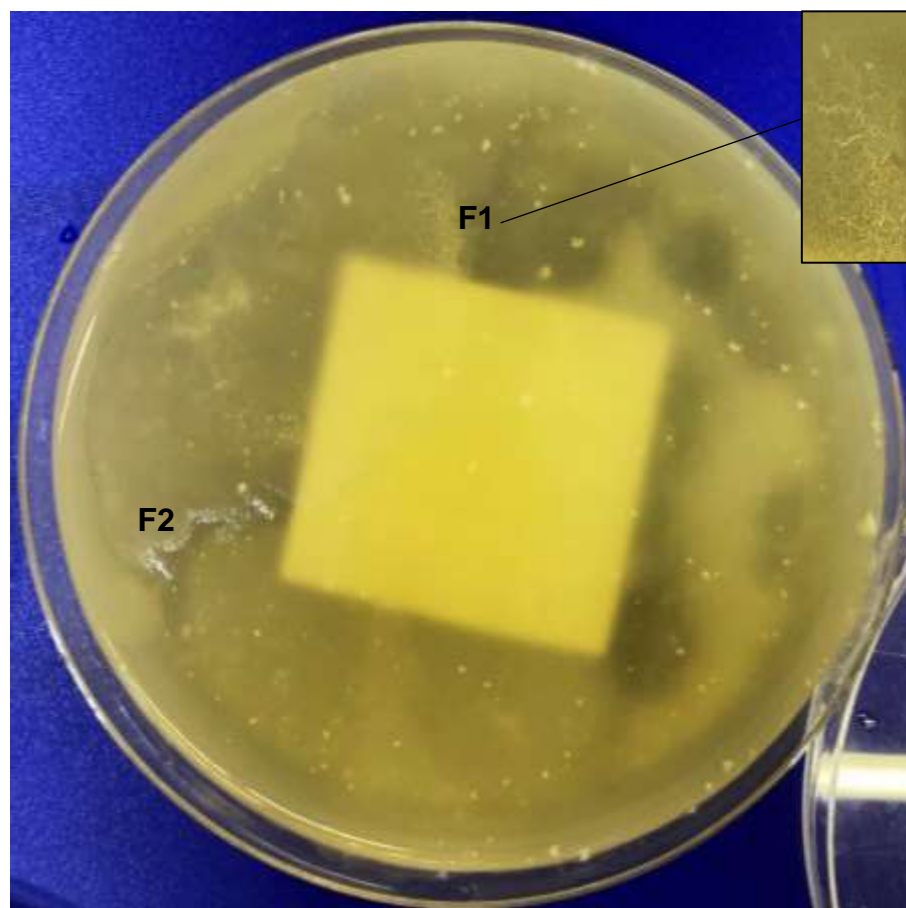
*Imatge 37. Mostra de peus 1 diluïda*

Diversitat		
Hi ha poca diversitat, la major part de la superfície està colonitzada per una gespa bacteriana.		
	D1	D2
Aspecte	Gespa bacteriana, que forma cercles i en alguns trams filaments, opaca i gelatinosa.	Colònia bacteriana arrodonida blanca, opaca i gelatinosa.
Prova de la Catalasa	Negatiu	Negatiu

*Figura 14. Anàlisi de les colònies de la mostra de peus 1 diluïda (conservada en l'ambient anòxic)*



## Formatge



*Imatge 39. Mostra de formatge diluïda*

Diversitat		
Hi ha poca diversitat. La majoria de la mostra està colonitzada per una gespa bacteriana. També hi ha la presència d'una colònia fúngica.		
	F1	F2
Aspecte	Gespa bacteriana, de forma irregular, translúcida i gelatinosa.	Colònia fúngica (ja que s'observen hifes) filamentosa, blanca i opaca.
Prova de la Catalasa	Negatiu	Negatiu

*Figura 16. Anàlisi de les colònies de la mostra de formatge diluïda (conservada en l'ambient anòxic)*



A continuació, es mostren els exemplars no diluïts i es comenta el que s'ha observat:

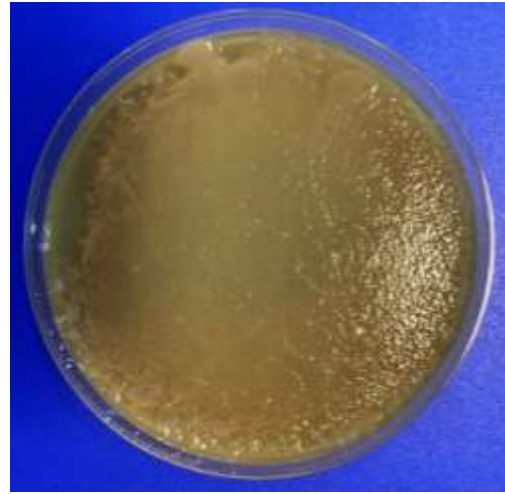
### Peus 1



*Imatge 40. Mostra de peus 1 no diluïda*

S'ha format una gespa, han crescut moltes colònies juntes, està tota la superfície recoberta.

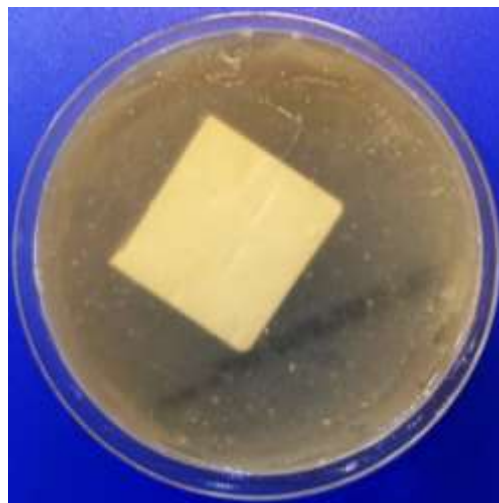
### Peus 2



*Imatge 41. Mostra de peus 2 no diluïda*

S'ha format una gespa, han crescut moltes colònies juntes, està tota la superfície recoberta.

### Formatge

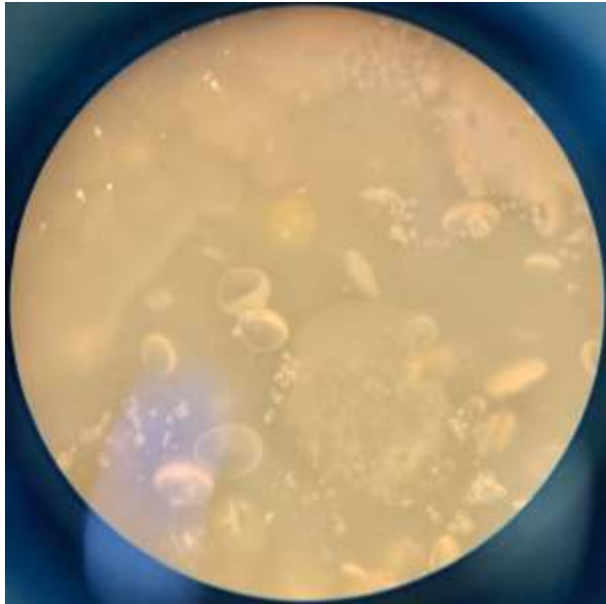


*Imatge 42. Mostra de formatge no diluïda*

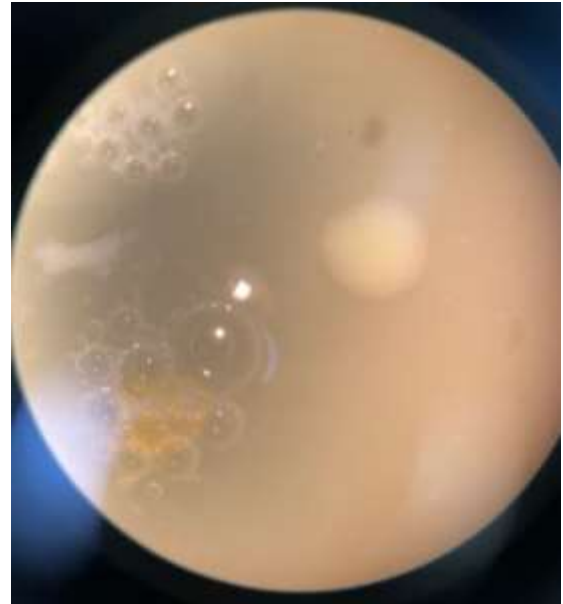
S'ha format una gespa, han crescut moltes colònies juntes, està tota la superfície recoberta.

#### 4.6.2. Observació amb la lupa binocular

L'observació amb la lupa binocular ha servit per veure amb precisió, la reacció de determinades colònies en fer la prova de la Catalasa. Així doncs, com que els resultats de la prova Catalasa ja s'han plasmat, a continuació només es mostren algunes imatges de l'observació amb la lupa.



*Imatge 43. Mostra de peus 1 diluïda  
(conservada en presència d'oxigen)*



*Imatge 44. Mostra de peus 2 diluïda  
(conservada en presència d'oxigen)*



*Imatge 45. Mostra de formatge diluïda  
(conservada en presència d'oxigen)*

### 4.6.3. Anàlisi dels resultats

L'anàlisi dels resultats s'ha dut a terme seguint els següents paràmetres:

1. Identificació dels tipus de microorganismes trobats.
2. Comparació de la diversitat de colònies en presència d'oxigen i dels desenvolupats en l'ambient anòxic.
3. Determinació de la tolerància que presenten a l'oxigen les colònies estudiades.
4. Comparació dels cultius de peus.
5. Cerca de microorganismes semblants a les mostres de peus 1, peus 2 i formatge.

#### 1. Identificació dels tipus de microorganismes trobats

En total s'han obtingut 2 tipus de microorganismes: bacteris i fongs. La freqüència d'aparició ha estat molt més gran de bacteris que no pas de fongs. De les 24 colònies estudiades, només 3 han estat fúngiques, és a dir, el 12,25 % ( $\frac{3}{24}$ ); les 21 restants, que representen el 87,75% ( $\frac{21}{24}$ ) del total, han estat colònies bacterianes.

Si ens fixem en cada tipus de mostra:

- Peus 1: De les 6 colònies estudiades, la totalitat han estat bacterianes.
- Peus 2: De les 8 colònies estudiades, només 1 ha estat fúngica, la resta han estat bacterianes.
- Formatge: De les 7 colònies estudiades, només 1 ha estat fúngica, la resta han estat bacterianes.

Tot i treballar amb unes condicions el màxim estèrils possibles, emprant el treball sota flama (veure 4.2.1) a l'hora de fer el cultiu, no es pot descartar la possibilitat d'algun tipus de contaminació. Ara bé, malgrat que val la pena comentar-ho, la probabilitat que es doni és mínima.



## 2. Comparació de les mostres desenvolupades en presència d'oxigen i de les desenvolupades en l'ambient anòxic

En les mostres de peus 1 i de formatge s'ha observat major diversitat de microorganismes en els exemplars cultivats en presència d'oxigen. En canvi, en la mostra de peus 2 ha estat a la inversa.

Tipus de mostra	Quantitat de colònies diferenciades	
	Desenvolupades en presència d'oxigen	Desenvolupades en el medi anòxic
Peus 1	4	2
Peus 2	4	5
Formatge	5	2

*Figura 17. Anàlisi de la diversitat en les diferents mostres*

## 3. Determinació de la necessitat i tolerància que presenten a l'oxigen les colònies estudiades (en cas necessari consultar 2.1.1.4)

La prova de la Catalasa i el medi anòxic han permès determinar si les colònies estudiades eren aeròbies obligades o anaeròbies obligades. Les primeres, únicament podien créixer en presència d'oxigen i donaven positiu a la prova de la Catalasa; mentre que les darreres, només podien créixer en l'ambient anòxic i donaven negatiu a la prova.

Les colònies aeròbies obligades i les anaeròbies obligades han estat:

- Aeròbies obligades:
  - Peus 1: De les 4 colònies possibles, A1, A2 i A3 han estat aeròbies obligades, per tant, el 75% ( $\frac{3}{4}$ ).
  - Peus 2: De les 4 colònies possibles, B3 ha estat aeròbia obligada, per tant, el 25% ( $\frac{1}{4}$ ).
  - Formatge: De les 5 colònies possibles, C1, C2, C3, C4 i C5 han estat aeròbies obligades, per tant, el 100% ( $\frac{5}{5}$ ).

- Anaeròbies obligades:
  - Peus 1: De les 2 colònies possibles D1 i D2 han estat anaeròbies obligades, per tant, el 100% ( $\frac{2}{2}$ ).
  - Peus 2: De les 5 colònies possibles cap no ha estat anaeròbia obligada, per tant, el 0% ( $\frac{0}{5}$ ).
  - Formatge: De les 2 colònies possibles F1 i F2 han estat anaeròbies obligades, per tant, el 100% ( $\frac{2}{2}$ ).

També hi ha hagut colònies que s'han desenvolupat en el medi anòxic i han donat positiu a la prova de la Catalasa, llavors podrien ser anaeròbies aerotolerants o anaeròbies facultatives, ja que els dos tipus toleren l'oxigen, però les primeres no el fan servir mai i les segones només a vegades. Relacionat amb això cal destacar que el 100% ( $\frac{5}{5}$ ) de les colònies estudiades de la mostra de peus 2 conservada en l'ambient anòxic entren dins un d'aquests 2 grups explicats.

#### 4. Comparació dels cultius de peus

La comparació de les mostres de peus 1 i 2 s'ha dut a terme estudiant 2 paràmetres: la diversitat i el nombre de colònies semblants.

La diversitat de colònies en els exemplars conservats en presència d'oxigen és comú tant a la mostra de peus 1 com a la mostra de peus 2; en ambdues mostres, s'observen nombroses colònies. En canvi, en el cas dels exemplars conservats en absència d'oxigen, el nombre de colònies estudiades a la mostra de peus 2 és tres vegades més alta que en la mostra de peus 1. Per tant, la diversitat ha estat major en la mostra de peus 2.

Si es dona un cop d'ull a les colònies que presenten el mateix aspecte i que han donat el mateix resultat a la prova de la Catalasa, veiem que en el cas dels exemplars conservats en oxigen, coincideixen les colònies A3,

trobada a la mostra de peus 1, i B3 trobada a la mostra de peus 2. Pel que fa als exemplars conservats en absència d'oxigen, no es detecta cap colònia present a les dues mostres i amb les mateixes característiques.

**5. Cerca de microorganismes semblants a les mostres de peus 1, peus 2 i formatge**

S'ha vist que les úniques colònies presents a les mostres de peus 1, peus 2 i formatge que han presentat les mateixes característiques i han donat el mateix resultat a la prova de la Catalasa han estat les colònies A3, B3 i C3.

## 5. SEGON EXPERIMENT: FENT FORMATGE

El segon experiment està dissenyat a partir d'informació recollida a la part teòrica i a partir del primer experiment. Els coneixements recollits al marc teòric en els quals m'he basat són que existeix una espècie bacteriana, el *Brevibacterium linens*, capaç de produir olors desagradables i de donar la coloració taronja als formatges durant el procés de maduració (consultar 2.2.1 i 3.1.1).

Dit això, la segona part del marc experimental consta de l'elaboració de 4 formatges:

- A 2 d'ells els he *inoculat*<sup>9</sup> els microbis presents a les mostres no diluïdes i conservades en presència d'oxigen de peus 1 i peus 2.
- A 1 d'ells l'he inoculat els microbis presents a la mostra no diluïda i conservada en presència d'oxigen de formatge.
- El darrer ha estat inoculat amb *Brevibacterium linens*.

### 5.1. Problemes, objectius i hipòtesis

#### 5.1.1. Problemes

Els problemes que m'he plantejat en el segon experiment són:

- Els formatges elaborats amb microorganismes dels peus són iguals que els elaborats amb microorganismes del formatge?
- Les mostres dels dos peus i del formatge contenen *Brevibacterium linens*?

#### 5.1.2. Objectius

A partir de les qüestions pensades, m'he proposat uns objectius:

- Dissenyar un experiment que em permeti resoldre els meus problemes.
- Conèixer el procés d'elaboració del formatge.
- Comparar els formatges obtinguts
- Saber identificar la presència de *Brevibacterium linens* en els formatges elaborats.

---

<sup>9</sup> La **inoculació** consisteix en el procés d'afegir, inserir o implantar un microorganisme en un medi determinat.

### 5.1.3. Hipòtesis

Les hipòtesis que m'he formulat a partir dels objectius establerts són:

6. “Potser els formatges elaborats amb microorganismes dels peus no presenten cap diferència amb els elaborats amb els microorganismes del formatge”
7. “Potser l'espècie *Brevibacterium linens* es troba a les mostres de peus i de formatge”

## 5.2. Contacte amb el món formatger

Abans d'elaborar els formatges, em vaig posar en contacte amb una formatgeria, la Xiquella. A través del correu que els vaig enviar, vaig conèixer a l'Oriol, el formatger entrevistat al marc teòric, i li vaig explicar la idea del que tenia pensat fer.

Després de rumiar-hi, em va aconsellar que, per tal que els resultats fossin rigorosos, calia elaborar els formatges acuradament: utilitzar els instruments específics, treballar en unes instal·lacions determinades i respectar les condicions d'humitat i temperatura necessàries al llarg del procés.

Dit això, em va proposar el següent: un dels dies que li toqués elaborar una tongada de formatges, reservaria 4 “bases” perquè pogués fer el meu experiment. Un cop entressin a la cava per madurar em tocaria a mi. El meu paper seria fer el rentat de 3 de les 4 “bases” amb l'objectiu d'inocular els microbis dels peus i del formatge que havia cultivat en el primer experiment. La darrera, la rentaria ell directament amb *Brevibacterium linens* per comparar d'aquesta manera els resultats obtinguts. Així doncs, vaig acceptar la proposta i vam posar fil a l'agulla.



*Imatge 46. Bases dels 4 formatges*

A continuació, es mostra un esquema dels passos necessaris per aconseguir les 4 bases abans d'entrar a la cava per madurar. No obstant a l'apartat "Fases" del marc teòric, s'explica a fons el procés i s'inclouen imatges del dia de l'elaboració. Cal destacar que d'entre els formatges que fabriquen a la Xiquella, les 4 bases són de la tongada del formatge Xiroi, elaborat amb llet crua de vaca i de pasta rentada (consultar 3.1.2).



*Figura 18. Fases per elaborar les 4 bases*

## 5.3. Procediment

### (1) Preparació de la solució de rentat

#### OBJECTIU:

Preparar la solució de rentat amb la qual s'inocularan els microbis dels peus i del formatge.

#### MATERIALS I PRODUCTES:

- Mostra de peus 1 no diluïda
- Mostra de peus 2 no diluïda
- Mostra de formatge no diluïda
- Aigua
- Llet sencera
- Sal
- Vinagre blanc
- Ganivet
- 6 gerres
- Balança
- Xeringa
- Pala de cuina

#### PROCEDIMENT:

1. Etiquetar les gerres amb el nom de les mostres utilitzades: formatge, peus 1 i peus 2.



*Imatge 47. Gerres etiquetades*

2. Agafar una de les mostres amb la qual es prepararà la primera solució de rentat, jo he començat per la mostra de peus 1.

3. Raspallar la superfície de la mostra amb un ganivet.



*Imatge 48.  
Raspallat de la  
mostra*



*Imatge 49.  
Dissolució de la  
mostra*

4. Abocar-ho en un vas amb una mica d'aigua i barrejar fins que quedi dissolt.

5. Decantar el contingut del vas a la gerra etiquetada amb la mostra que s'ha fet servir.

6. Omplir la gerra fins a 0,5 L d'aigua.

7. Mesurar 30 g de sal amb una balança i posar-los també dins de la gerra.

8. Afegir 0,5 L de llet sencera a la gerra i mesclar-ho tot amb una pala de cuina fins que la sal es dissolgui.



*Imatge 50. Gerres contenint la  
mescla preparada*

9. Un cop barrejat, repetir el procés per les altres 2 mostres i llavors, deixar reposar 48 hores a temperatura ambient.

10. Passades les 48 hores, agafar 3 gerres més i tornar-les a etiquetar amb el nom de les mostres utilitzades: formatge, peus 1 i peus 2.



*Imatge 51. Gerres etiquetades*

11. Omplir amb 1 L d'aigua un dels envasos -jo he començat pel de peus 1- i afegir-hi 5 mL de vinagre blanc i 150 g de sal mesurats amb una balança.

12. Agafar la gerra de les que han reposat 48 hores que conté la mostra de la qual s'està preparant la solució de rentat i succionar 15 mL del seu contingut.



*Imatge 52.*  
Succionant els  
15 mL



*Imatge 53.*  
Abocant els  
15 mL

13. Abocar els 15 mL succionats a l'envàs que conté l'aigua, el vinagre i la sal.

14. Barrejar-ho tot amb una pala de cuina i repetir el mateix procés per les altres 2 mostres.

15. Deixar reposar 24 hores a un ambient que es trobi entre 10 i 15 °C de temperatura. La cava on maduren els formatges és un espai idoni.



*Imatge 54.* Gerres reposant a la cava

## **(2) Rentat de les bases**

---

### **OBJECTIU:**

Inocular els microbis dels peus 1, els peus 2 i el formatge a cadascuna de les 3 bases elaborades.

### **MATERIALS I PRODUCTES:**

- Gerres que contenen les solucions de rentat
- Safata
- Sabó
- Fregall

### **PROCEDIMENT:**

1. Abans de començar amb el procés de rentat, rentar les mans i la safata que s'utilitzarà amb aigua i sabó per tal d'evitar contaminacions.
2. Abocar aproximadament dos dits d'una de les solucions de rentat -jo he començat per la de peus 1- a la safata.



*Imatge 55.* Abocant la solució de rentat a la safata



3. Mullar-se la superfície de la mà de la solució abocada a la safata.



*Imatge 56. Mullant la mà a la solució de rentat*



*Imatge 57.. Fent el massatge a la base*

4. Fer un massatge a una de les bases elaborades de manera que quedi empastifada amb la solució de rentat.

5. Un cop finalitzat el rentat, netejar altra vegada la safata i rentar-se les mans amb aigua i sabó.



*Imatge 58.. Cadascuna de les bases amb la seva solució de rentat*

6. Repetir el mateix procés per les altres dues bases.

7. Aquest procediment cal seguir-lo 3 cops a la setmana durant 1 mes, que serà el temps que estaran madurant les bases.

## 5.4. Resultats

### 5.4.1. Seguiment dels formatges

Els formatges van entrar a la cava el dia 31 de juliol de 2022 i van sortir-ne el 31 d'agost, és a dir, al cap d'un mes just. Els resultats obtinguts es recullen en la següent taula en la qual s'observa el progrés dels formatges des de la primera setmana fins l'última que han estat a la cava (veure figura 19).

A continuació de la taula hi he inclòs unes imatges del resultat final del formatge rentat amb *Brevibacterium linens* i dels elaborats amb les mostres de peus 1, peus 2 i formatge recollides en el primer experiment (veure figura 20).

Tipus de mostra emprada			
	Peus 1	Peus 2	Formatge
Entrada a la cava (31 de juliol)			
Setmana 1			
Setmana 2			
Setmana 3			
Setmana 4			
Sortida de la cava (31 d'agost)			

Figura 19. Evolució dels formatges





Tipus de mostra emprada			
Peus 1	Peus 2	Formatge	<i>Brevibacterium linens</i>
			

Figura 20. Comparació dels formatges segons el tipus de mostra emprat

#### 5.4.2. Anàlisi dels resultats

L'anàlisi dels resultats s'ha dut a terme seguint els següents paràmetres:

1. Comparació dels formatges obtinguts
2. Identificació de la presència de *Brevibacterium linens*

##### 1. Comparació dels formatges obtinguts

La coloració en els formatges elaborats amb la flora dels peus 1 i peus 2 no ha presentat diferències amb l'elaborat amb la flora del formatge. Tampoc ha variat l'olor, que en els tres casos ha estat forta.

Pel que fa a la textura, el formatge inoculat amb microbis del formatge, ha quedat més sec que els altres dos. Una altra diferència ha estat que el formatge elaborat amb la mostra de formatge, ha adoptat una forma més arrodonida i inflada. En canvi, els altres dos han mantingut un aspecte més aviat cilíndric, amb les bases més planes.

##### 2. Identificació de la presència de *Brevibacterium linens*

Observant la figura 20 es veu clarament que la coloració groguenca/ataronjada que han agafat els formatges elaborats amb les mostres de peus i formatge passats els trenta-un dies de maduració, és pròpia del *Brevibacterium linens*. Es pot veure comparant-los amb el formatge elaborat amb *Brevibacterium linens* industrial i veient que adopten la mateixa coloració.

## 6. CONCLUSIONS

Les conclusions d'aquest treball queden dividides en dues parts: en la primera, es pretén refutar o afirmar les hipòtesis plantejades al marc pràctic; en la segona, es vol respondre a la pregunta que dona forma al treball tenint en compte el conjunt d'informació recollida tant al marc teòric com al pràctic.

### COMPROVACIÓ DE LES HIPÒTESIS:

Un cop analitzats els resultats, s'ha pogut arribar a unes conclusions per tal d'acceptar o refutar les hipòtesis plantejades:

**1. “Potser hi ha més d'un tipus de microorganismes present a les mostres de peus i de formatge”**

Gràcies al cultiu fet amb les mostres dels dos peus i del formatge, s'ha pogut comprovar que en algunes mostres han crescut més d'un tipus de microorganismes. Ha estat el cas de 2 exemplars, tots dos conservats en condicions anaeròbies: 1 d'ells de la mostra d'un dels peus i l'altre de la de formatge.

Hipòtesi comprovada i acceptada

**2. “Potser els microorganismes dels peus es desenvolupen millor en condicions anaeròbiques que els del formatge”**

Amb el cultiu en condicions anaeròbiques, s'ha pogut verificar que els microorganismes dels peus estan acostumats a desenvolupar-se en un ambient amb baixes quantitats o, a vegades inexistents, d'oxigen en comparació amb els del formatge. S'ha observat sobretot en el cultiu de la mostra de peus 2 on la diversitat ha estat 3 vegades superior a la mostra de formatge.

A més, després d'analitzar la tolerància que presenten a l'oxigen els diferents microbis de les mostres, s'ha vist que el 100% de les colònies estudiades, que han crescut en presència d'oxigen, de la mostra de formatge són aeròbies obligades, per tant, necessiten l'oxigen per viure. En canvi, només el 25% de les colònies de la mostra de peus 2,

desenvolupades en les mateixes condicions, eren aeròbies obligades, el que significa que la resta i, per tant, el 75%, no necessiten l'oxigen per créixer perquè ho poden fer a través de fermentació.

Hipòtesi comprovada i acceptada

**3. “Potser la flora de dos peus diferents és molt similar”**

Comparant els cultius obtinguts de la mostra de peus 1 i la de peus 2, s'ha vist que no presenten semblances significatives. Només 1 de les 14 colònies estudiades s'ha assemblat en l'aspecte i, alhora, ha donat el mateix resultat a la prova de la Catalasa. Per tant, el tipus de colònies que han crescut a ambdós cultius ha estat diferent. Així doncs, es pot concloure que els cultius de les dues mostres de peus no han estat similars sinó que en cadascun d'ells ha crescut una flora diversa.

Hipòtesi comprovada i refutada

**4. “Potser hi ha microorganismes presents als peus que també es troben al formatge”**

Després de trobar 3 colònies, l'A3, la B3 i la C3, als cultius de peus 1, peus 2 i formatge que han presentat el mateix aspecte i han donat el mateix resultat a la prova de la Catalasa, s'ha conclòs que efectivament, hi ha microorganismes presents als peus que també es troben el formatge.

Hipòtesi comprovada i acceptada

**5. “Potser els formatges elaborats amb microorganismes dels peus no presenta cap diferència amb els elaborats amb els microorganismes del formatge”**

Un cop elaborats els 3 formatges, s'ha vist que els fabricats amb els cultius de les mostres de peus han adoptat una forma i una textura diferent que el fet amb el cultiu de la mostra de formatge. Els primers han presentat una forma cilíndrica i una textura més aviat seca mentre que el segon ha quedat arrodonit i més tou. Tot i que la coloració i l'olor ha estat igual en

els 3 casos, han aparegut les diferències esmentades. Llavors, la hipòtesi número 5 queda refutada.

Hipòtesi comprovada i refutada

**6. “Potser l’espècie *Brevibacterium linens* es troba a les mostres de peus i de formatge”**

Un cop elaborats els 3 formatges, i després que hagin madurat, s’ha observat una coloració ataronjada en tots 3, fruit de l’acció del bacteri *Brevibacterium linens*. D’aquesta manera, s’ha arribat a la conclusió que aquesta espècie bacteriana és present a les mostres de peus i de formatge i, per tant, s’ha pogut acceptar la hipòtesi número 6.

Hipòtesi comprovada i acceptada

## **PER QUÈ ELS PEUS FAN OLOR DE FORMATGE?**

Una vegada realitzada la recerca bibliogràfica del marc teòric, he entès que la mala olor podal és la conseqüència de l’acció de microorganismes, generalment bacteris, que descomponen els aminoàcids de les proteïnes presents a la suor per alimentar-se i així proliferar. Aquests mateixos agents, duent a terme el mateix procés, però en comptes d’utilitzar proteïnes de la pell del peu fent-ho amb les de la llet, són els que generen l’olor punyent als formatges. Així doncs, he conclòs que els bacteris són els responsables de provocar la mala olor.

Investigant les espècies d’aquest tipus de microorganismes que es poden trobar als peus, he observat que hi ha coincidències entre la flora bacteriana d’aquesta part del cos i la dels productes làctics (consultar 2.1.1.5.). A més, he vist que una d’aquestes espècies, el *Brevibacterium linens* és característica per produir mala olor. Més endavant m’he adonat que el *B. linens* s’utilitza en l’elaboració de molts formatges i que els aporta aromes fortes a banda de donar-los una coloració ataronjada.

Continuant la investigació, en els cultius obtinguts a la part experimental, he vist que les colònies A3, B3 i C3 que són les que s’han detectat a les 3 mostres, la

de peus 1, peus 2 i formatge, han presentat un aspecte ataronjat, propi del *Brevibacterium linens*. Per verificar la presència d'aquesta espècie en les 3 mostres, he elaborat 3 formatges, fent servir els cultius de peus 1, peus 2 i formatge, i en tots 3 casos, s'ha donat una coloració ataronjada, afirmant d'aquesta manera que el *Brevibacterium linens* hi era present. A més, els 3 formatges han acabat alliberant una olor potent.

Així doncs, he arribat a la conclusió que els peus fan la mateixa olor que el formatge perquè en ambdós llocs hi habita el *Brevibacterium linens* que genera compostos d'olors característiques. Tot i això, no es poden descartar moltes altres varietats de microorganismes, especialment bacteris, que conviuen amb el *Brevibacterium linens* a la flora dels nostres peus i també produeixen substàncies d'aromes repulsives.

## 7. VALORACIÓ FINAL

De la reflexió per escollir el tema a la redacció d'aquest apartat han passat 5 mesos, durant els quals he estat treballant en el que finalment puc presentar com el meu treball de recerca.

Han estat moltes hores de dedicació: davant de l'ordinador, al laboratori, a la Xiquella, fent trobades amb el tutor, etc. ; i malgrat tot, donar per tancat el treball no ha estat fàcil. A mesura que avançava amb la investigació m'han aparegut nous interrogants i aspectes per investigar com per exemple: quin és el metabolisme del *Brevibacterium linens*?; com ho fa per produir aquests compostos d'olors desagradables?; els formatges que no s'elaboren utilitzant aquesta espècie bacteriana fan la mateixa olor que els peus?

Probablement, si disposés de les eines necessàries i de més temps, abordaria aquests temes per ampliar la recerca. Tanmateix, he pogut donar resposta a la pregunta que ha donat forma des d'un inici al treball i em dono per satisfeta.

Dur a terme el treball de recerca ha estat enriquidor en molts sentits. Per una banda, pel que fa a coneixements, m'he endinsat en el món de la formatgeria i la podologia, he vist què suposa el treball al laboratori, he après a fer un cultiu i m'he estrenat en el món de la recerca científica. Per altra banda, a nivell personal, he vist de primera mà que per tal d'aconseguir els objectius que et proposes cal esforç i dedicació, i malgrat que a vegades les coses no surten com una espera val la pena intentar-ho fins al final.

En definitiva, elaborar aquest treball m'ha permès respondre una pregunta que sempre m'havia encuriolit, però també m'ha obert als ulls a una àrea de la ciència, la recerca, que trobo molt interessant.

Un cop acabat el treball de recerca he pensat: què pot ser més plaent que donar resposta a allò que ens manté inquiets?



## 8. BIBLIOGRAFIA

(Criteri de citació APA)

1. A. Navarro (2015) El Queso. *Asociación Queseros Artesanos Principado de Asturias*. Consultat el 4 d'agost de 2022 a <https://asociaciondequeserosartesanos.com/asturias/el-queso/>
2. Almena-Aliste, M. (2014). Cheese Classification, Characterization, and Categorization: A Global Perspective. *Semantic Scholar*. Consultat el 9 d'agost de 2022 a <https://www.semanticscholar.org/paper/Cheese-Classification%2C-Characterization%2C-and-A-Almena-Aliste-Mietton/cc3b2792e18534b626f48a76b5c1d13a9d358a19>
3. Athlete's foot - Symptoms and causes. (2022) *Mayo Clinic*. Consultat el 14 de juliol de 2022 a <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/athletes-foot/symptoms-causes/syc-2035384>
4. Baradad, O. (2013). Els microorganismes. *SlidesShare*. Consultat el 6 de juliol de 2022 a <https://www.slideshare.net/oribara/biologia-2n-batxillerat-ud16-els-microorganismes>
5. Barrabés, S. Aulinas M. (2018) Introducció al laboratori microbiològic [PDF]. Consultat el 22 de juliol de 2022 a [http://www3.udg.edu/publicacions/vell/electroniques/Introduccio\\_Biotecnologia\\_practica/pdf/01\\_introduccio\\_al\\_laboratori\\_microbiologic.pdf](http://www3.udg.edu/publicacions/vell/electroniques/Introduccio_Biotecnologia_practica/pdf/01_introduccio_al_laboratori_microbiologic.pdf)
6. Brazier, Y. (2019). What are bacteria and what do they do? *Medical News Today*. Consultat el 6 de juliol de 2022 a <https://www.medicalnewstoday.com/articles/157973>
7. Chacón, L. (2022). Queso de búfala: origen, tipos y razones para comerlo todos los días. *Cabesota*. Consultat el 8 d'agost de 2022 a <https://cabesota.com/queso-de-bufala-origen-tipos-y-razones-para-comerlo-todos-los-dias/>

8. Cirino, E. (2017). How to Get Rid of Smelly Feet (Bromodosis). *Healthline*. Consultat el 14 de juliol de 2022 a <https://www.healthline.com/health/how-to-get-rid-of-smelly-feet>
9. Europa Press. (2012). Una bacteria es la que causa el olor de los pies, no el sudor. *Salud*. Consultat el 12 de juliol de 2022 a <https://www.20minutos.es/noticia/1670963/0/olor-pies/bacteria/sudor/>
10. Guió de pràctiques integrades de microbiologia. (2018) Universitat de Girona. Consultat el 22 de juliol de 2022 a <https://www.studocu.com/ca-es/document/universitat-de-girona/practiques-de-microbiologia/guio-practiques-mg-2021-22/26995632>
11. Hiperhidrosis - Síntomas y causas (2020) *Mayo Clinic*. Consultat el 14 de juliol de 2022 a <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/hyperhidrosis/symptoms-causes/syc-20367152#:~:text=La%20hiperhidrosis%20es%20la%20sudoraci%C3%B3n,ocasionar%20ansiedad%20social%20y%20verg%C3%BCenza>
12. Koester, S. (2021). What's the difference between pasteurized cheese and raw milk cheese? *PCC Community Markets*. Consultat el 8 d'agost de 2022 a <https://www.pccmarkets.com/sound-consumer/2008-01/sc0801-cheese/#:~:text=Milk%20that%20has%20been%20pasteurized,constantly%20changing%20as%20it%20matures.>
13. McGee, H. *La Cocina y Los Alimentos: Enciclopedia de la Ciencia y la Cultura de la Comida / on Food and Cooking* (3.<sup>a</sup> ed.). Grupo Editorial Patria, 2008, 55p. ISBN: 978-84-8306-744-4 Consultat el 14 de juliol de 2022.
14. Microorganismes. (2013) *SlideShare*. Consultat el 6 de juliol de 2022 a <https://www.slideshare.net/mpere599/1-microorganismes>

15. Principal families of cheese. (2014) *Science Direct*, 176-188. DOI: <https://doi.org/10.1533/9781845693534.176> Consultat el 10 d'agost de 2022.
16. Procariotes. (2018) *Universitat Rovira i Virgili*. Consultat el 6 de juliol de 2022 a <https://www.studocu.com/ca-es/document/universitat-rovira-i-virgili/biologia/tema-9-els-procariotes/2429414>
17. Queso de vaca, cabra y oveja: diferencias principales. (2018) *Selecta Gourmet*. Consultat el 8 d'agost de 2022 a <https://www.selectagourmet.com/blog/principales-diferencias-entre-el-queso-de-vaca-oveja-y-cabra/>
18. Real Decreto 1113/2006, de 29 de septiembre, por el que se aprueban las normas de calidad para quesos y quesos fundidos. (2006) *Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado*. Consultat el 9 d'agost de 2022 a <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2006-17436>
19. Regne Fongs. (2022) *Naturalsom*. Consultat el 8 de juliol de 2022 a <https://blocs.xtec.cat/naturalsom/1r-eso/el-regne-fongs/>
20. Singh, Anjali. (2022) Culture media: classification, types, and relevance. *Conduct science*. Consultat el 22 de juliol de 2022 a <https://conductscience.com/culture-media/>
21. Soda, M., & Awad, S. (2014). CHEESE | Role of Specific Groups of Bacteria. *Encyclopedia of Food Microbiology*, 416–420. DOI: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-384730-0.00061-6> Consultat el 10 d'agost de 2022.
22. Steglińska, A., Jachowicz, A., Szulc, J., Adamiak, J., Otlewska, A., Pielech-Przybylska, K., & Gutarowska, B. (2019). Factors Influencing Microbiological Biodiversity of Human Foot Skin. *International journal of environmental research and public health*, 16(18), 3503. Consultat el 6 de juliol de 2022 a <https://doi.org/10.3390/ijerph16183503>

23. What to Know About Smelly Feet. (2021) *WebMD*. Consultat el 14 de juliol de 2022 a <https://www.webmd.com/skin-problems-and-treatments/what-to-know-about-smelly-feet#091e9c5e821b66b7-1-2>
24. Zemba, C. (2019). Olor a pies. *Dra Zemba*. Consultat el 12 de juliol de 2022 a <https://www.drazemba.com/web/olor-a-pies/#comments>

## 9. FONTS DE LES IMATGES

Imatge 1 extreta de

[https://es.wikipedia.org/wiki/Coco\\_%28bacteria%29](https://es.wikipedia.org/wiki/Coco_%28bacteria%29)

Imatge 2 extreta de

<https://www.alamy.es/morfologias-celulares-bacilos-cocci-otros-vibrio-helicoidal-en-forma-de-y-espiroqueta-en-forma-de-club-image425405396.html?imageid=8CFA0318-402C-4F28-A783-6849C07CE112&p=1369652&pn=1&searchId=a34ddd93e473b769236bd1fb41eb5f40&searchtype=0>

Imatge 3 extreta de

<https://www.alamy.es/foto-grupo-de-vibrio-cholerae-bacteria-que-causa-el-colera-52090137.html>

Imatge 4 extreta de

<https://www.caracteristicas.co/bacterias/>

Imatge 5 extreta de

<https://www.alamy.es/vector-ilustracion-medica-de-la-celula-bacteriana-anatomia-image177935698.html?imageid=2DFFD116-00D9-42E3-9308-ED83AE6A6A3E&p=648558&pn=1&searchId=83d27162d0f4c96646bc7e9f9df50f5b&searchtype=0>

Imatge 6 extreta de

<https://cen.acs.org/articles/93/web/2015/04/New-Spin-Old-Gram-Stain.html>

Imatge 7 extreta de

<https://www.slideshare.net/oribara/biologia-2n-batxillerat-ud16-els-microorganismes>

Imatge 8 extreta de

<https://sites.google.com/site/elsllevats0/about-the-location>

Imatge 12 extreta de

<https://microbialfoods.org/beyond-b-linens-how-cheese-rinds-get-their-color/>

Imatge 13 extreta de

[https://www.researchgate.net/figure/Colonia-de-Propionibacterium-acnes-Foto-cortesia-de-Microbiologa-Diana-Molina\\_fig3\\_303502704](https://www.researchgate.net/figure/Colonia-de-Propionibacterium-acnes-Foto-cortesia-de-Microbiologa-Diana-Molina_fig3_303502704)

Imatges 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 i 21 extretes de

[Font pròpia](#)

Imatge 22 extreta de

[https://www.instrumentalpasteur.com.ar/esp-tula-pl-stica-descartable-heathrow-scientific-forma-delta--det--ESP\\_DES\\_8492](https://www.instrumentalpasteur.com.ar/esp-tula-pl-stica-descartable-heathrow-scientific-forma-delta--det--ESP_DES_8492)

Imatge 23

<https://www.redalyc.org/pdf/1699/169920338006.pdf>

Imatge 24 extreta de

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:YPED\\_agar\\_plate.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:YPED_agar_plate.jpg)

Imatge 25 extreta de

<https://emporiointegrale.com.br/product/agar-agar-granel/>

Imatge 26 extreta de

<https://images.genial.ly/5e9aaecacdc8b1301e5f155/24209b76-f760-46e4-8429-990434b13ca6.png>

Font pròpia 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53 i 54 extretes de

[Font pròpia](#)

## 10. FONTS DE LES FIGURES

Figura 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 i 9 extretes de

[Font pròpia](#)

Figura 10 extreta de

<https://www.aristasur.com/contenido/presion-atmosferica-y-variacion-de-oxigeno-en-altura>

Figura 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 i 20 extretes de

[Font pròpia](#)