

# ESTUDI DEL RENDIMENT EN L'ELABORACIÓ DE FORMATGE FRESC A PARTIR DE DIFERENTS TIPUS DE LLET



---

## **ÍNDEX**

I. Introducció.....	pàg. 2
II. La llet.....	pàg. 4
II.1. Composició i estructura.....	pàg. 5
II.1.1. Factors de variació.....	pàg. 10
II.2. Tipus de llet.....	pàg. 13
II.2.1. Segons l'espècie de procedència.....	pàg.13
II.2.2. Segons la quantitat de greix.....	pàg. 15
II.2.3. Segons el tractament tèrmic.....	pàg. 16
III. El formatge fresc.....	pàg. 18
III.1. Història i orígens.....	pàg. 18
III.2. Composició i estructura.....	pàg. 19
III.3. Procés d'elaboració.....	pàg. 20
III.4. Principals tipus de formatge.....	pàg. 26
IV. Part experimental.....	pàg. 29
IV.1. Procés realitzat .....	pàg. 29
IV.2. Condicions i dificultats.....	pàg. 33
IV.3. Resultats obtinguts.....	pàg. 34
IV.4. Interpretació de resultats.....	pàg. 38
V. Conclusions.....	pàg. 42
VI. Agraïments.....	pàg. 43
VII. Bibliografia.....	pàg. 44
VIII. Glossari.....	pàg. 45
IX. Annexos.....	pàg. 50
IX.1. Informació de les granges de procedència de la llet.....	pàg. 50
IX.2. Anàlisi de qualitats químiques del formatge.....	pàg. 51
IX.3. Quadre de la composició de la llet.....	pàg. 55

---

## **I. INTRODUCCIÓ**

La llet sempre ha estat i és, un dels aliments més important del qual es nodreixen molts animals, principalment els humans. Conté 9 nutrients essencials entre ells les proteïnes d'alta qualitat, calci, fòsfor, magnesi, potassi i diverses vitamines que ajuden al desenvolupament d'un cos saludable i ossos forts, per això es un aliment bàsic per una dieta equilibrada.

Existeixen diferents animals remugants que produeixen llet apte pel consum com la cabra, l'ovella, la vaca... etc. La llet de vaca és la llet que es produeix i distribueix més, ja que les propietats que posseeix són molt bones per a l'alimentació, el seu gust agradable, fàcil digestió i se'n pot obtenir gran quantitat de derivats.

A partir de la llet es pot obtenir, amb el procés de coagulació, formatge. Antigament, a vegades la llet es guardava dins els estomacs dels remugants, d'aquesta manera es coagulava, ja que dins els estomacs hi havia quall, així es van formar els primers formatges. Aquests tenen unes propietats molt semblants a la llet, per això també es un producte que s'ha d'incloure en una dieta sana i equilibrada. Per altre banda, el consum de formatges ha de ser moderat, ja que els greixos que aporta són d'origen animal, per tant es tracta de greixos saturats que influeixen molt negativament a malalties cardiovasculars, la obesitat o el sobrepès.

El present estudi suposa una introducció sobre el món de la llet i els seus derivats. Així que el meu treball pretén esbrinar quin tipus de llet i coagulant és més rendible per a la fabricació de formatge fresc i el motiu.

Inicialment la intenció era poder comparar el rendiment al realitzar formatge fresc amb tres tipus de llet diferents; vaca, cabra i ovella i amb dos tipus de coagulació: àcida i enzimàtica. Hi va haver alguns impediments, que explicaré en el present treball, que no em van permetre utilitzar llet d'ovella per la fabricació de formatge fresc.

---

L'estudi realitzat pot ser de gran interès ja que a la comarca on visc, Osona, hi ha moltes empreses que fabriquen formatge fresc i que utilitzen els tipus de llet emprats en l'estudi. La llet que he utilitzat prové de dues empreses de la comarca. Hi ha més informació d'aquestes empreses en l'annex.

Per dur a terme el treball de recerca he visitat la Universitat Autònoma de Barcelona amb el programa Argó. Allà he tingut l'oportunitat de fer una estada de tres setmanes durant el més de juliol del 2011, que m'ha permès introduir-me en la metodologia de treball de la Universitat.

Per finalitzar, descriure les parts bàsiques del treball. En primer lloc, parlaré de la llet profunditzant en la seva composició i tipus. A continuació, entraré en el tema dels formatges i el seu procés de fabricació. Seguidament, tota la part experimental amb els seus resultats. Finalment, la interpretació dels resultats juntament amb les conclusions de la part pràctica.

---

## II. LA LLET

La llet és una substància segregada per les glàndules mamàries de les femelles dels mamífers amb la finalitat de nodrir a les cries.

Es tracta d'un producte nutritiu complex que posseeix més de 100 substàncies que es troben en dissolució, suspensió o emulsió en aigua:

- La Caseïna, la principal proteïna de la llet. Es troba dispersa en un gran nombre de partícules sòlides tan petites que no sedimenten i es mantenen en suspensió. L'agrupació d'aquestes partícules juntament amb sals minerals s'anomenen micel·les, que aquestes estan disperses en la llet formant una dissolució col·loïdal i emulsionades.
- La grassa i les vitamines solubles en grassa, es troben en emulsió; això és una suspensió de petits glòbuls líquids que no es mesclen amb l'aigua de la llet.
- La lactosa (sucre de la llet), algunes proteïnes (proteïnes sèriques), sals minerals i altres substàncies són solubles; això significa que es troben totalment dissoltes en l'aigua de la llet.

Les micel·les de caseïna i els glòbuls grassos li donen a la llet la majoria de les seves característiques físiques, també li donen el gust i l'olor als productes làctics com la mantega, el formatge, el iogurt, etc.

---

## **II.1 COMPOSICIÓ I ESTRUCTURA**

La llet és un aliment important que conté 9 nutrients essencials entre els que estan les proteïnes d'alta qualitat, calci, fòsfor, magnesi, potassi i diverses vitamines que ajuden el desenvolupament de cossos saludables i ossos forts, per això és un aliment bàsic en una dieta equilibrada.

La llet esta formada principalment per aigua, greixos, sucres (com la lactosa), sals minerals i proteïnes.

A simple vista la llet sembla un líquid uniforme, a 500 augments s'observen glòbuls grassos i a 50.000 augments ja es poden veure les micel·les de caseïna.

### **- Aigua:**

El valor nutritiu de la llet en conjunt és major que el valor individual dels nutrients que la componen degut al seu balanç nutritiu únic. La quantitat d'aigua en la llet reflexa aquest balanç. L'aigua, per tots els animals, és el nutrient més important ja que se'n necessita molta i la llet aporta una gran quantitat d'aigua, contenint aproximadament un 90%.

La quantitat d'aigua en la llet és regulada per la lactosa, sintetitzada en les cèl·lules secretores de les glàndules mamàries.

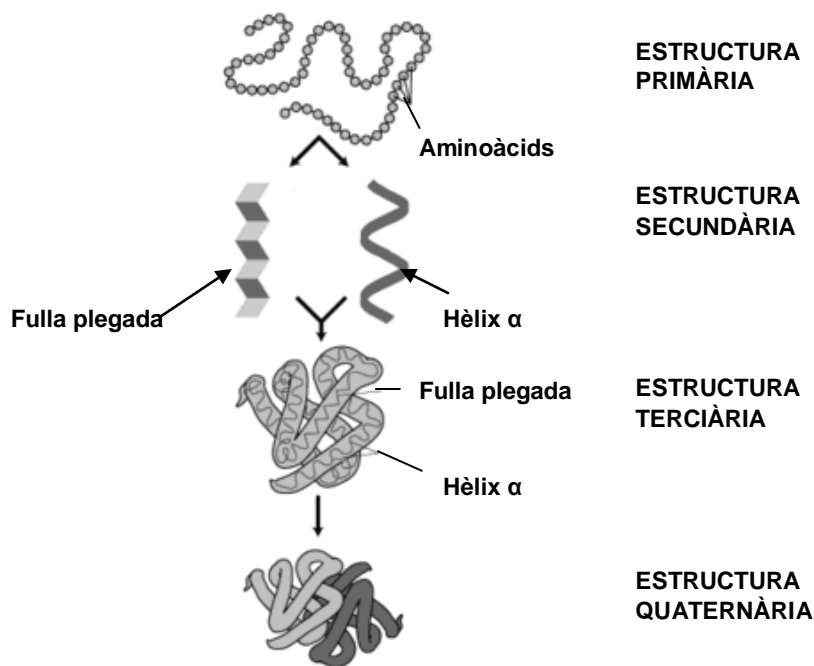
### **- Proteïnes:**

La majoria del nitrogen de la llet es troba en forma de proteïna. Les proteïnes són cadenes polipeptídiques (polímers) formades per aminoàcids els quals són la seva unitat bàsica (monòmers). En total hi ha uns 20 aminoàcids diferents. Cada aminoàcid està format per un carboni asimètric (excepte la glicina) que té els quatre radicals col·lapsats per: un grup carboxílic (COOH), un grup amina (NH<sub>2</sub>), un grup hidrogen i un radical que és diferent i característic de cada aminoàcid.

Els aminoàcids s'uneixen entre si per formar una cadena polipeptídica amb un enllaç covalent que s'anomena enllaç peptídic. Aquest enllaç s'estableix entre el grup carboxil del primer aminoàcid i el grup amina del segon aminoàcid. Com a conseqüència es desprèn una molècula d'aigua.

L'ordre dels aminoàcids d'una proteïna ve determinat pel codi genètic que li atorga a la proteïna una estructura única amb una funció determinada. Cada cadena polipeptídica no assoleix la seva funcionalitat fins que ha assolit el màxim grau d'estructuració que necessita per dur a terme la seva funció. Graus d'estructuració:

- Estructura primària: seqüència d'aminoàcids enllaçats.
- Estructura secundària: estructures anomenades de fulla plegada o hèlix  $\alpha$ , amb enllaços febles "intercadena" i "intracadena".
- Estructura terciària: estructures secundàries més plegades entre si, és a dir, unions intermoleculares com ponts disulfur entre molècules de ciste
- Estructura quaternària: conjunt d'estructures terciàries i secundàries unides.



**Figura 1: Les diferents estructures de les proteïnes.**

La concentració de proteïnes a la llet varia del 3 al 4%. Existeix una relació entre la quantitat de lípids i proteïnes: són directament proporcionals, és a dir, quan la quantitat de lípids de la llet és major, la quantitat de proteïnes també ho és. Això és degut a l'emulsió que formen els lípids en l'aigua de la llet, rodejats de proteïnes.

Les principals proteïnes de la llet són les següents:

- Albúmines i globulines: no gaire abundants, formen un 19% de les proteïnes (entre 3 i 8g/L) i insolubles. També anomenades proteïnes sèriques.
- Caseïnes: formen part d'un 80% de les proteïnes i entre un 27 i 35g/L. Al mateix temps la caseïna està formada per quatre tipus diferents:
  - Caseïna  $\alpha$
  - Caseïna  $\beta$
  - Caseïna  $\lambda$
  - Caseïna  $\kappa$Insolubles per naturalesa, però juntament amb la caseïna  $\kappa$  (soluble) formen micel·les, les quals són solubles. D'aquesta manera totes les caseïnes esdevenen solubles.

Històricament, aquesta classificació es deguda al procés de fabricació del formatge, que consisteix en la separació de la quallada, de les proteïnes sèriques una vegada que la llet s'ha coagulat per l'acció del quall (un enzim digestiu que es troba a l'estomac dels remugants).

Les micel·les són formacions originades a partir de la unió entre els quatre tipus de caseïna i sals minerals (calç i fosfats). Les micel·les tenen càrregues negatives al voltant, això fa que es trobin allunyades les unes de les altres ja que es repel·len. Si el medi s'altera per qualsevol factor, les micel·les s'uneixen, deixen de ser funcionals i esdevenen insolubles, per tant precipiten.

Existeixen diferents maneres per fer que una proteïna canviï d'estructura i per tant deixi de ser funcional. Una d'aquestes és la desnaturalització, un procés pel qual es trenquen els enllaços que formen les diferents estructures de les proteïnes. Un cop trencats aquests enllaços, la proteïna es desplega i deixa de ser funcional.

Com a conseqüència es coagula, és a dir, les proteïnes esdevenen filamentoses i precipiten.

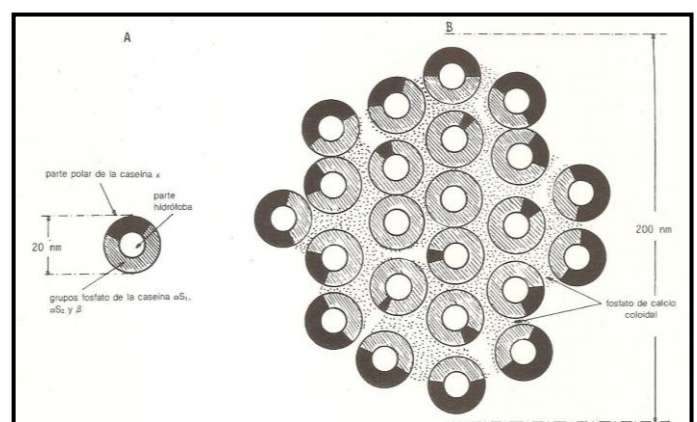


Figura 2: Estructura de la caseïna



---

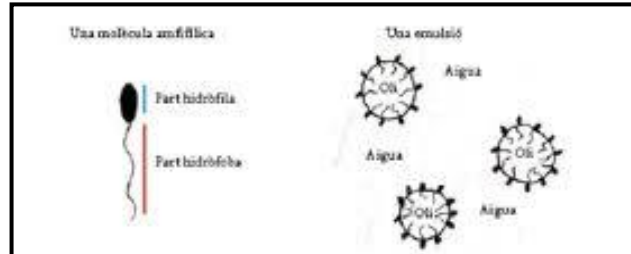
El trencament d'aquests enllaços pot ser degut per:

- Canvis en el pH del medi, quan el medi esdevé massa àcid o massa basic.
- Canvis en la temperatura del medi.
- Canvis que fan que el medi sigui més reactiu.

Si aquests canvis en el medi no són gaire notòris, es pot produir el procés de renaturalització de les proteïnes que han patit una desnaturalització. Aquest procés consisteix en tornar a adoptar les característiques inicials i idònies per al medi, els enllaços de les proteïnes es poden tornar a formar, es reestructuren i la proteïna torna a ser funcional com en l'inici.

### **- Lípids:**

Normalment, la matèria grassa o lípids constitueixen entre un 3,5 i 6,0% de la llet. Es troba present en petits glòbuls suspesos en l'aigua. Cada glòbul es troba rodejat de una capa de fosfolípids que evita que els glòbuls s'aglutinin entre si. Sempre que aquesta estructura es manté intacta, la llet és una emulsió.



**Figura 3: Molècula d'un lípid i el paper que realitzen en les emulsions.**

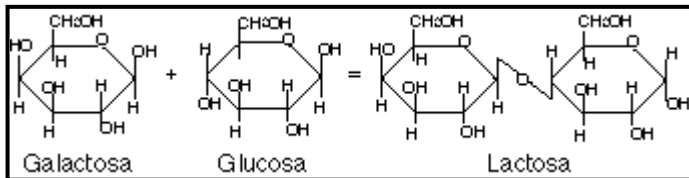
La majoria de glòbuls de grassa es troben amb forma de triglicèrids formats per la unió de glicerol amb àcids grassos. També conté altres tipus de lípids com els diacilglicèrids, fosfolípids, colesterol, àcids grassos lliures, monoacilglicèrids...

La grassa de la llet conté principalment àcids grassos de cadena curta (cadena de menys de quatre carbonis). Els àcids grassos de cadena llarga de la llet són principalment insaturats (amb deficiència d'hidrògens), en predominen els oleics (cadena de 18 carbonis) i els poliinsaturats linoleics i linolènics.

---

### **- Glúcids:**

El principal hidrat de carboni o glúcid de la llet és la lactosa. Tot i ser un glúcid, la lactosa no es detecta per tindre un gust dolç. La concentració de lactosa a la llet és relativament constant i la seva mitjana està al voltant de 5%, entre 4,8% i 5,2%.



**Figura 4: La lactosa es sintetitza a partir de la glucosa y galactosa.**

A diferència de la concentració de grasa en la llet, la concentració de lactosa és semblant en totes les races que produeixen llet i no es pot alterar amb l'alimentació. Les molècules de las que la lactosa esta constituïda es troben en una concentració molt menor en la llet: glucosa (14mg/100g) y galactosa (12mg/100g).

En una proporció significativa de la població humana, la deficiència de l'enzim lactasa en la digestió provoca la incapacitat per digerir la lactosa. No tots els productes làctics tenen proporcions semblants de lactosa. La fermentació d'aquesta durant el procés baixa la seva concentració en molts productes, especialment en iogurts i formatges.

### **- Minerals i Vitamines:**

La llet és una font excel·lent per la majoria de minerals necessaris pel creixement del lactant. El calci i el fòsfor es digereixen fàcilment ja que es troben associats amb la caseïna de la llet. Conseqüentment, és la llet la millor font de calci per el creixement de l'esquelet i el manteniment dels ossos forts en l'adult.

Un altre mineral d'interès de la llet és el ferro. Les baixes concentracions de ferro de la llet no satisfan totes les necessitats del lactant, però el fet de contenir baixes concentracions de ferro limita el creixement de bacteris en la llet ja que el ferro es essencial pel creixement de moltes bactèries.

---

### **II.1.1 Factors de variació**

Existeix variabilitat en la composició de la llet, es coneix bé perquè ha estat objecte de nombrosos estudis. Els principals factors que influeixen en la composició i propietats de la llet són:

- L'espècie, la raça i l'individu. (factors genètics)
- La lactància, l'edat de la vaca, el número de lactacions, l'oestrus i la gestació. (factors fisiològics)
- Els estats patològics, en especial las mastitis.
- L'alimentació, el clima, el sistema de munyiment (factors ambientals)

#### **Espècie:**

La llet que produeixen els diferents mamífers presenta grans variacions en la seva composició. Es tenen dades d'unes 150 espècies i en comparació es pot observar que l'extracte sec oscil·la entre 8% i 65%; la matèria grassa entre el 0% i el 53%; les proteïnes entre el 1% i el 19%; els hidrats de carboni entre el 0'1% i el 10%; i les cendres entre el 0'1% i el 2'3%.

Les úniques espècies que es crien específicament per a la producció de la llet són animals ungulats, els més importants són els remugants (vaca, búfal, cabra i ovella).

#### **Raça:**

En moltes ocasions, dins d'una mateixa espècie es classifiquen varies subespècies. S'han obtingut races amb diferents aptituds (llet, carn, resistència a situacions extremes) i adaptades a les condicions locals com el clima, l'alimentació, terreny i preferències dels consumidors. Aquestes seleccions van donar a lloc una gran variabilitat en els rendiments i en les composicions de la llet. Però la intensa selecció artificial durant els últims 100 anys ha fet reduir la diferència en la composició de la llet entre les races típiques d'aptitud lletera.

## Individu:

La variació en la composició de la llet entre els individus d'un mateix ramat pot ser fins i tot major que la que es troba en les diferents races.

## Lactància:

És sense dubte el factor fisiològic més important. La fase de lactància és la principal variable, tot i que resulta difícil aïllar-la de la influència que tenen altres factors com la ració i la pastura. Quan la lactació es prolonga més de 10 mesos, la composició de la llet pot presentar diferències substancials respecte la normal. En la següent gràfica es pot veure clarament com varia la composició de la llet segons l'estació de l'any i els mesos que dura la lactància.

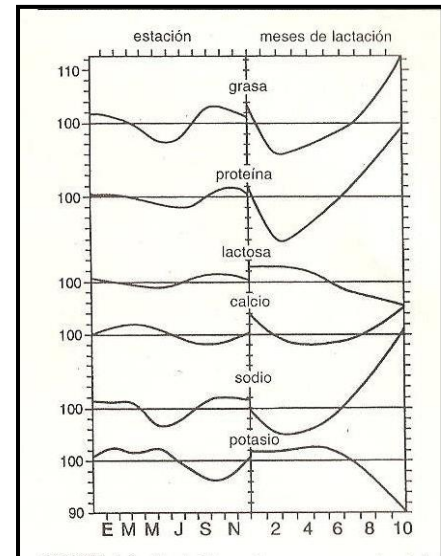


Figura 5: Contingut d'alguns components de la llet en funció de l'estació de l'any i la fase de lactància.

## Altres factors fisiològics:

L'oestrus i la gestació no tenen un efecte marcat en la composició de la llet, però influeixen en el rendiment. La concentració de la majoria dels components de la llet disminueix lleugerament amb l'edat de les vaques i el sodi augmenta.

## Mastitis:

La inflamació del braguer que es produeix com a conseqüència de la infecció per bacteris patògens origina una disminució en el rendiment que pot provocar pèrdues al ramader. També causa un canvi en la composició de la llet (fig. 6) i un notable increment en el seu contingut de cèl·lules somàtiques.

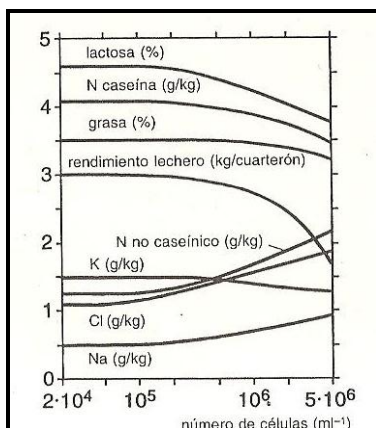


Figura 6: exemples de la concentració d'alguns components de la llet i el rendiment en funció del nombre de cèl·lules somàtiques que conté la llet.

---

### **Alimentació:**

Els factors ambientals poden tenir una gran influència sobre el rendiment, però no modifiquen significativament la seva composició. La racció alimentària pot modificar la quantitat i la qualitat del greix. Una dieta pobre en proteïnes pot provocar un descens en el contingut proteic de la llet. Mentre que si la ració és rica en proteïnes origina un increment de nitrogen no proteic.

### **Altres factors ambientals:**

El clima no afecta a la composició de la llet a no ser que sigui extrem i les vaques pateixin un estrés per calor. Els altres tipus d'estrés, com l'esgotament només tenen petits efectes.

### **Munyida:**

Com menys temps hagi passat de la munyida anterior, menor es la quantitat de llet que s'obté i major la quantitat de greix, per tant, la llet de la tarda conté més greix que la del matí.

---

## **II.2 TIPUS DE LLET**

### **II.2.1 Segons L'espècie De Procedència**

#### **Animals productors de llet**

Actualment, la llet que més s'utilitza en la producció de derivats làctics és la llet de vaca. Però, no és la única que s'explota. També hi ha la llet de cabra, ovella, euga, camella, burra, búfala, entre d'altres. El consum de determinats tipus de llet depèn de la regió i el tipus d'animals que hi ha a l'abast.

L'alimentació de cada mamífer determina la quantitat de greix, aigua o de proteïna de la llet.

Els factors que determinen la concentració de nutrients en la llet de cada espècie són els següents:

- Si el mamífer és herbívor o carnívor, tenint menys caseïna la llet dels mamífers que consumeixen carn.
- El clima en el que el mamífer creix, essent major la quantitat de greix en climes freds, i major proteïna en climes càlids.
- El temps en el que la llet ha de ser subministrada a la cria, essent major la quantitat d'anticossos en llets de mamífers que es deslleten ràpidament.

#### **HISTORIA I ORÍGENS:**

El consum regular humà de la llet va començar en el moment en que els avantpassats van deixar de ser nòmades i van començar a cultivar la terra per alimentar als animals capturats que mantenien a prop de la llar. Aquest canvi es va produir en el Neolític aproximadament 6000 anys a.C.

En aquells temps, la llet es guardava en pells, budells o bufetes animals que, a vegades, no estaven ben netes o es deixaven a ple sol, això feia que el producte es coagulés. D'aquesta manera va sorgir el que probablement fos el primer derivat làctic: la llet quallada.

---

### **- Llet de Vaca**

La llet de vaca fresca és un líquid de color blanc grogós que ha adquirit gran importància en la alimentació humana. És la llet amb major producció i distribució pel consum humà, ja que es pot trobar en tots els continents i pràcticament a tots els països. També és degut a les propietats que posseeix, al seu agradable gust, fàcil digestió, així com la gran quantitat de derivats que es poden obtenir.

100mL de llet de vaca aporten 68Kcal.

### **- Llet de Cabra**

La llet de cabra té un gust fort. En comparació amb altres llets conté major quantitat de clorurs cosa que li dona un gust lleugerament salat. A més, és més “grossa” en el contingut de nates (caseïnats), i presenta més calci.

També és bona per elaborar el “dulce de leche”, però no es la llet habitualment utilitzada per fer-ho. La llet més emprada per la producció de “dulce de leche” és la llet de vaca.

La llet de cabra, tot i tenir la mateixa quantitat de proteïnes, greix, ferro i vitamina C i D que la llet de vaca, és la més adequada per a la fabricació de formatge ja que conté una cadena hidrocarbonada més curta i unes proteïnes de mida més petita. Això permet que sigui digerida més fàcilment pels nostres enzims.

A diferència d'altres llets, posseeix més quantitat de vitamines A i B, i menys quantitat de lactosa i caseïna. D'aquesta manera els intolerants a la lactosa i caseïna, sempre prèviament consultant-ho amb el metge, poden prendre llet de cabra.

Es tracta d'una llet que conté gran quantitat dels aminoàcids essencials, és rica en calci i moltes vitamines (A, D, B1, B2, B12).

100mL de llet aporten 67Kcal.

Tant ovelles com cabres són fonts de proteïnes d'alta qualitat. Es mantenen sobre tot en condicions on els factors climàtics, topogràfics, econòmics, tècnics i sociològics limiten el desenvolupament de sistemes més sofisticats de producció de proteïnes.

Comparativa de la composició de la llet de vaca i de cabra:

	Aigua	Extracte sec	Matèria grassa	Matèries nitrogenades (Proteïnes)			Lactosa	Matèries minerals
				Totals	Caseïna	Albúmina		
Vaca	900	130	35-40	30-35	27-30	3-4	45-50	8-10
Cabra	900	140	40-45	35-40	30-35	6-8	40-45	8-10

Figura 7: Quadre de la composició mitja de la llet en grams per litre (g/L)

## **II.2.2 Segons La Quantitat De Greix**

### **- Llet sencera**

La llet sencera, es caracteritza per tenir com a mínim un 3,2% de greix. Tant el seu valor calòric com el seu percentatge de colesterol són més elevats en comparació de la llet semidesnatada o desnatada.

### **- Llet semidesnatada**

La llet semidesnatada contenen entre un 1,5 i 1,8% de greix, ja que se li ha eliminat parcialment la quantitat de greix. El seu gust és menys intens i el seu valor nutritiu disminueix per la pèrdua de vitamines liposolubles A i D, tot i que generalment es solen enriquir en aquestes vitamines per contrarestar les pèrdues.



---

## - Llet desnatada

La llet desnatada manté tots els nutrients de la llet sencera excepte el colesterol, les vitamines liposolubles i el greix, que només en conté un 0,3%. Moltes marques comercials afegeixen aquestes vitamines per compensar les pèrdues. També podem trobar en alguns supermercats llet desnatada enriquida amb fibra soluble.

### **II.2.3 Segons El Tractament Tèrmic**

La llet fresca extreta de l'animal no està destinada directament al consum humà sinó que es sotmesa a diferents tractaments tèrmics a través dels quals s'obtenen les llets de consum.

En funció del tractament tèrmic aplicat a la llet, es diferencia la llet pasteuritzada, l'esterilitzada i la UHT.

## - Llet pasteuritzada

La llet pasteuritzada ha estat sotmesa a un tractament tèrmic durant un temps (15 o 20 segons) i a una temperatura suficient per destruir els microorganismes patògens de la llet (entre 72 i 80°C). No es pot considerar com un producte de llarga duració, es per això que s'ha de mantenir sempre en refrigeració i convé consumir-la en un màxim de 2 o 3 dies. Es comercialitza com llet fresca del dia. La màquina utilitzada per dur a terme el procés de pasteurització de l'UAB està acoblada amb un homogeneïtzador, és a dir, la llet abans de ser pasteuritzada és homogeneïtzada.



Màquina que realitza la pasteurització de la llet

Homogeneïtzador adossat a la màquina que realitza la pasteurització de la llet

**Figura 8: Maquinària necessària per la pasteurització de l'UAB**

---

### **- Llet esterilitzada**

La llet esterilitzada ha estat sotmesa a un procés d'esterilització clàssic, que combina altes temperatures (mes de 100°C) amb un temps també bastant elevat (20 minuts). L'objectiu és la destrucció total dels microorganismes i espores, donant lloc a un producte estable i amb un llarg període de conservació.

L'inconvenient és que aquest procés provoca la pèrdua de vitamines B1, B2, B3, així com alguns aminoàcids essencials. Aquest tipus de llet es comercialitza generalment envasada en ampolles blanques opaques a la llum, i es conserva, sempre que no estigui obert l'envàs, durant un període de 5 o 6 mesos a temperatura ambient. Però, una vegada obert l'envàs, la llet s'ha de consumir en un màxim de 4 o 6 dies i durant aquest temps s'ha de mantenir en refrigeració.

### **- Llet UHT o uperitzada**

La llet UHT ha estat tractada a unes temperatures molt elevades (140°C) durant un temps que no supera els 3 o 4 segons. Degut al curt període de escalfament, les qualitats nutritives i organolèptiques del producte final es mantenen casi intactes o varien molt poc respecte a la llet fresca. Es conserva durant 3 mesos aproximadament a temperatura ambient si l'envàs es manté tancat. Una vegada obert l'envàs, s'ha de conservar a la nevera per un màxim de 4 o 6 dies.

---

### **III. EL FORMATGE FRESC**

El formatge fresc és un tipus de formatge tou que la seva elaboració consisteix només en coagular i deshidratar la llet. Aquest tipus de formatge no requereix maduració i no se li apliquen tècniques de conservació addicionals, és per això i per retenir aigua que tenen una vida útil molt limitada, de unes dues setmanes a la nevera. Aquest tipus



**Figura 9: Formatge fresc**

de formatge es pot consumir immediatament després de la seva obtenció ja que no s'aplica cap mena de maduració, excepte la fermentació de lactosa.

#### **III.1 HISTÒRIA I ORÍGENS**

L'origen del formatge no es gaire precís, entre l'any 8.000a.C. i el 3.000a.C.. Fets arqueològics demostren que la seva elaboració data en l'antic Egipte l'any 2.300a.C.

Europa va introduir les habilitats per la seva elaboració i producció, convertint-lo en un producte de consum popular. Gràcies a l'imperi comercial europeu, el formatge s'ha anat coneixent per tot el món.

La primera fàbrica per la producció industrial del formatge, es va edificar en Suïssa l'any 1815.

---

### **III.2 COMPOSICIÓ I ESTRUCTURA**

El formatge comparteix amb la llet quasi les mateixes propietats nutritives, excepte que conté més greixos i proteïnes concentrades. Els nutrients del formatge fresc, es digereixen millor que els de la llet, gracies a la fermentació produïda pel quall.

Tot i ser una font proteica d'alt valor biològic, destaca per ser una important font de calci i fòsfor, necessaris per la mineralització òssia. És especialment recomanable com a alternatiu ric en calci i altres nutrients per la gent que té l'estómac delicat i no tolera bé la llet sencera.

Gràcies a tots els nutrients importants que el formatge ens aporta, ha d'estar present en una dieta sana i equilibrada. Per altre banda, el seu consum ha de ser moderat, ja que, tot i que és tracta d'un dels formatges amb menor quantitat de greix, els greixos que aporta són d'origen animal, perquè es tracta de greixos saturats que influeixen molt negativament a malalties cardiovasculars, la obesitat o el sobrepès. En quant a vitamines, el formatge és un aliment ric en vitamines A, D i del grup B.

Les persones amb intolerància a la lactosa o al·lèrgics, han de tenir especial precaució, restringint el seu consum, o només menjant aquells que el seu organisme tolera sense generar reaccions adverses.

No pot ser consumit per aquelles persones que tenen al·lèrgia a la proteïna de la vaca.

---

### **III.3 PROCÉS D'ELABORACIÓ**

La fabricació del formatge fresc és molt senzilla, es basa en la coagulació de la llet. Existeixen dos tipus de coagulació: l'enzimàtica i la làctica o àcida. L'extracció del xerigot no és mai excessiva, ja que els formatges frescs són sempre humits (60-80% d'aigua). Això es el que causa que siguin molt poc conservables i que el seu transport a llargues distàncies sigui molt difícil.

Es consumeixen, tal i com indica el seu nom, sense ser madurats, però generalment s'hi afegeix sucre, sal, all, ceba, etc per tonificar el seu gust amarg. Necessiten pasteurització de la llet i de la nata, ja que els gèrmens patògens queden intactes degut a que no hi ha procés de maduració.

#### **- Recepció de la llet**

El muntatge s'ha de realitzar sense interrupcions, el més ràpidament possible i de manera completa. D'aquesta manera s'assegura que la llet conté tots els nutrients, ja que la composició de la llet varia desde el principi fins el final de la muntada.

La llet fresca, tot i procedir d'animals sans i ser obtinguda sota condicions adequades, es un producte més o menys contaminat. Aquesta llet és portadora d'enfermetats com la tuberculosi. És per això que és necessari realitzar el procés de pasteurització.

#### **- Tractaments previs de la llet**

Una vegada realitzat la muntada, la llet és transportada des de les granges en cisternes. En acabat, es duu a terme una filtració per tal de separar de la llet les impureses més grosses.

Per eliminar l'aire de la llet que pot provocar oxidacions dels lípids es produeix una desaireació mitjançant separadors que treballen a pressions normals. L'aire també pot provocar errors al mesurar el volum de la llet i dificultar altres processos com desnatar.

---

Després d'emmagatzemar la llet en tancs de refrigeració i deixar-la reposar durant entre una i dues hores, es produeix una centrifugació.

La centrifugació serveix per la eliminació total d'impureses i separació total o parcial de la matèria grassa de la llet (desnatar totalment o parcialment la llet).

Llavors es realitza un escalfament de la llet a una temperatura entre 57 i 65°C durant 10 o 15 segons com a mínim, i posteriorment es refreda ràpidament la llet fins a 4-5°C.

Posteriorment es duu a terme una homogeneïtzació de la llet que pretén desintegrar i dividir els glòbuls de greix que tenen un diàmetre de tres a quatre micròmetres per tal que el seu diàmetre passi a ser de 0,3-0,4 micròmetres.

Finalment es prenen unes mostres per fer anàlisis químics i microbiològics de la llet.



Figura 10: Ultrahomogeneïtzador de l'UAB

### **- Pasteurització**

S'entén per llet pasteuritzada la llet natural, sencera, semidesnatada o desnatada, que ha estat sotmesa a un procés tecnològic que assegura la destrucció dels gèrmens patògens i casi la totalitat de la flora banal, sense modificar la seva naturalesa físico-química, característiques biològiques i qualitats nutritives.



Figura 11: Maquinària necessària per la pasteurització de l'UAB

---

La pasteurització es basa en l'escalfament uniforme de la llet en flux continu durant més de 15 segons a una temperatura entre 72 i 78°C.

Amb una pasteurització adequada es destrueixen els microorganismes patògens perjudicials per la salut del consumidor, per tant es redueix del total de bacteris així permetent la obtenció de productes de llarga conservació. No es recomana escalfar a temperatures altes (85/100°C) la llet destinada a la fabricació de formatges, ja que es perjudicial per la qualitat del formatge.

Els formatges frescs necessiten una pasteurització especial en que la temperatura del tractament tèrmic és una mica més elevada i durant un període de temps més curt. Aquest sistema s'anomena pasteurització alta.

### **- Coagulació**

La coagulació de la llet és el primer pas per la fabricació del formatge. Aquest fenomen es produeix per la desestabilització de la solució col·loïdal de la caseïna, com a conseqüència les micel·les lliures s'aglomeren i es forma un gel en el que queden atrapats la resta de components de la llet.

Existeixen dos tipus de coagulació: la coagulació enzimàtica i la coagulació làctica o àcida.

#### **La coagulació àcida o làctica**

Aquesta coagulació es produeix a l'afegir a la llet una substància àcida que actua com a coagulant. Com a conseqüència, en primer lloc, a mesura que va baixant el pH es van trencant els enllaços entre els grups fosfats i l'ió calci ja que es redueix la ionització dels fosfats.

En segon lloc, quan el pH s'apropa al punt isoelèctric de les caseïnes (4,5), les repulsions entre les micel·les es redueixen, això fa que al voltant d'un pH de 4,5 i a una temperatura superior a 20°C, les caseïnes s'uneixen les unes amb les altres amb enllaços forts i suficientment nombrosos, formant una quallada poc mineralitzada.

---

Aquest tipus de coagulació permet que es produeixi una aglomeració relativament ràpida de les micel·les, deixant entre els aglomerats una gran porositat extramicel·lar que fa que les característiques de l'extracció del xerigot siguin òptimes.

### **La coagulació enzimàtica**

La coagulació enzimàtica és el mètode més emprat en la indústria del formatge. Consisteix en afegir a la llet un enzim que té la propietat de coagular la caseïna. En aquesta reacció les caseïnes solubles en la llet, es transformen per acció de l'enzim en insolubles, per tant precipiten.

El calci i el fòsfor tenen un paper fonamental en el mecanisme de coagulació i formen part del gel de la caseïna, el que li ofereix al coàgul unes propietats especials: és compacte, flexible, elàstic i impermeable. Aquestes característiques tenen una gran influència en l'extracció del sèrum i en l'enduriment de la quallada, ja que permeten suportar les intervencions mecàniques durant el procés de fabricació.

Aquest tipus de coagulació té unes característiques inverses a la coagulació àcida, ja que la porositat està molt menys diferenciada, els seus enllaços són dèbils i hidrofòbics, és a dir, la separació del xerigot i la quallada és menys evident. La desmineralització va acompanyada d'una aglomeració relativament lenta. No es produeix una evident separació de la fase líquida i la sòlida de la llet, pròpia de la coagulació làctica.

### **QUALL:**

El quall natural és un enzim segregat per la mucosa gàstrica del quart estómac dels vedells, cabrits i xais abans de deslletar-se. El quall conté dos enzims, la quimosina, que és el component principal i la pepsina. Quan l'animal es deslleta, la quantitat de quimosina es va reduint fins que la pepsina acaba essent el component majoritari.



---

Realitza dues accions fonamentals:

La primera acció es provocar la desestabilització de les micel·les de caseïna trencant la caseïna K en un punt determinat de la seva molècula: l'enllaç peptídic entre l'aminoàcid fenilalanina i el seu veí, una metionina. Generalment la força del quall es mesura per l'eficàcia de trencar aquest enllaç, acció que produeix la coagulació de la llet. La caseïna K té 164 enllaços que poder ser atacats, a més dels que hi ha en les altres fraccions de micel·les.

La segona acció del quall és hidrolitzar els enllaços seguint un ordre específic que es característic de l'enzim emprat. Aquesta acció secundària sobre les proteïnes comença lentament després de la coagulació i continua durant el procés de maduració del formatge. Aquesta acció juntament amb altres, contribueix a caracteritzar la textura i el gust del formatge.

### **- Tall de la quallada i extracció del xerigot**

La coagulació enzimàtica és el mètode més emprat en la indústria del formatge. Industrialment, l'extracció del xerigot consisteix en tallar el gel una vegada acabada la coagulació i comprovada la consistència.

Es realitza mitjançant uns instruments que presenten uns fils tensos paral·lels entre si. La distància entre ells depèn del formatge que s'hagi de produir: si el formatge es de poca humitat la distancia entre fils serà de només 1 cm, però si s'ha de produir un formatge d'alta humitat la distància entre fils ha de ser de 2 cm.

Com a conseqüència del tall, el xerigot de l'interior del gel surt a l'exterior. Mitjançant drenatges, agitació, i elevació de la temperatura el xerigot s'extreu dels grànuls més fàcilment.

---

## **- Premsat**

Els formatges son premsats o pel seu propi pes, o per dispositius mecànics o neumàtics. El premsat té diferents objectius:

- Quan el premsat es realitza amb motlles l'objectiu és donar la forma i el volum apropiats al formatge.
- Quan el premsat es realitza amb motlles el formatge adquireix una superfície ferma que li permet conservar l'estructura en els següents processos de salat, maduració, etc.
- Amb el premsat s'aconsegueix l'eliminació del sèrum.

El premsat emprat per la fabricació dels formatges d'alta humitat, com els formatges frescs, és el premsat per gravetat que consisteix en penjar el formatge i deixar que es vagi premsant per la força de la gravetat.

\*\*En la fabricació de formatges es també duu a terme el procés de salat, secat i maduració, però en la fabricació de formatges frescs no. Aquests processos serveixen per allargar la vida útil del formatge, per donar gust i unes qualitats organolèptiques característiques de cada formatge. És per això que els formatges tenen un gust suau i una vida útil tan curta en comparació amb els altres formatges.

### **III.4 PRINCIPALS TIPUS DE FORMATGE FRESC**

Existeixen moltes varietats de formatges frescs i en molts països es consumeixen en gran quantitats.

Podem distingir els formatges frescs segons el seu procés d'extracció del sèrum: en motlles (formatges de peu, de règim), en sacs o en teles (Berge).

Tipus de formatge	Energia (Kcal)	Proteïnes (g)	Greixos (g)	Hidrats de carboni (g)	Calci (mg)	Vit. B2 (mg)	Vit. A (mcg)	Vit D (mcg)
<b>Burgos</b>	203	15,0	14,9	2,50	186	0,17	261,00	0,00
<b>Petit suisse</b>	164	7,6	8,4	15,47	110	0,14	68,80	0,20
<b>Quarck</b>	104	9,2	6,0	3,40	120	Trazas	49,00	0,16

Figura 12: Taula de composició nutritiva (quantitat per 100 de porció comestible)

#### **- Formatge Tipo Burgos:**

El formatge de Burgos és un formatge fresc típic de la província de Burgos (Espanya) i el més popular d'Espanya.

Aquest formatge fresc pren el seu nom de la ciutat de Burgos, a Castella, on hi havia un mercat setmanal. Allà es reunien durant l'hivern i primavera els pastors per vendre els seus formatges de llet d'ovella. El Burgos, també conegut com 'requesón', està llest pel consum a les poques hores de ser elaborat.

És un formatge blanc, tou i aquós (degut a que es comercialitza amb el sèrum de la llet), originalment elaborat amb llet d'ovella, actualment es produeix amb llet de vaca o una mescla de ambdues. Es tracta d'un formatge suau, digerible i que actualment també l'elaboren amb varietats sense sal i/o grassa.

---

Per entendre el tipus de formatge que es produeix en cada lloc, s'ha de tindre en compte, entre altres, els factors climàtics. En el sud d'Espanya es produeixen formatges de pasta dura perquè era la manera de transformar la llet en un altre producte més conservable (la llet no durava més d'un dia perquè es desenvolupaven microbis). En Burgos, al ser una ciutat amb temperatures baixes, degut a la seva latitud i continentalitat, era possible mantenir aquest formatge sense que fos necessària la maduració. La seva caducitat no es prolongava més de 10 dies, però degut a la millora dels processos productius amb els que s'elabora, cada vegada més asèptics, s'ha prolongat al voltant de 30 dies. La seva producció arriba a les 35.000 tones anuals.

Es sol menjar acompanyat de mel, codonyat o nous (postres conegut com 'del abuelo'), o amb amanida. El seu consum ha augmentat en els últims anys, ja que es tracta d'un producte molt saludable i natural, amb alt valor proteínic.

#### **- Petit Suisse:**

Es tracta d'un formatge fresc d'origen francès especialment dirigit a la població infantil. És cremós, de gust suau i generalment dolç, ja que s'hi afegeix sucre. El seu contingut gras és augmentat.

#### **- Formatge Grec Fetta:**

És un formatge blanc, suau, ple de foradets petits desiguals. El nom prové del tall en trossets (feta en grec) després de l'elaboració. S'obté de llet de cabra i ovella.

#### **- Formatge Cottage:**

És molt semblant al formatge fresc de vaca i molt popular en EUA. El Cottage és un formatge fresc, granulós i lleugerament àcid. S'elabora amb llet semidesnatada o desnatada, a la que se li afegeixen poca quantitat de sal i nata fresca o fermentada. Dos propietats molt característiques d'aquest formatge son la seva gran quantitat de grumolls i, tot i ser baix greix, la seva cremositat.

---

El formatge Cottage té una vida útil curta, ja que la seva composició no inhibeix el creixement de microorganismes. Per prolongar la conservació s'hi solen afegir àcid sòrbic, es barreja amb nata i embassar-se en atmosfera CO<sup>2</sup>.

### **- Formatge Quarg:**

L'origen d'aquest formatge està en el formatge de bossa i actualment de vegades també s'elabora a partir d'aquest mètode.

Els formatges *Speise Quark*, *Neufchâtel*, *Tvorog*, i el "formatge de forner", són varietats molt semblants.

És el formatge més consumit en Alemanya. Es caracteritza per tenir una consistència cremosa i un gust lleugerament àcid, gràcies a això s'utilitza com a ingredient en molts plats. S'obté a partir de la llet de vaca desnatada. Es sotmet a un procés de coagulació àcida lenta (6-12 hores) afegint un cultiu indicador a base de *Streptococcus lactis i cremoris*. Algunes varietats incorporen també proteïnes del sèrum de la llet, que els dona un valor nutritiu superior als altres formatges frescs. És el que té menys greix i aporta menys calories en comparació amb un formatge fresc sense matèria grassa.

---

## **IV. PART EXPERIMENTAL**

### **IV.1 PROCÉS REALITZAT**

#### **Coagulació Enzimàtica**

S'ha utilitzat el següent material:

- sal
- aigua
- llet de cabra i vaca
- quall: coagulant
- Termòmetre d'alcohol
- Proveta
- Olla petita (d'1L de capacitat)
- Balança (0,1g de precisió)
- Colador
- Espàtula
- Escumadora
- Forn
- Cuina



**Figura 13: Material emprat per la coagulació enzimàtica**

- Ganivet
- Recipient de mida petita
- Roba (l'estil d'un filtre)
- Suport amb pinça
- Recipient

El procediment realitzat és el següent:

1. Primerament, per tal de que el termòmetre no mogui la quallada i pugui informar de la temperatura correctament, es sosté amb l'ajuda d'un suport i una pinça.
2. Llavors, es mesura amb la proveta 1L de llet i s'aboca a l'olla.
3. Es posa l'olla a la cuina a temperatura baixa perquè la llet es vagi escalfant fins als 37°C. (Temperatura adequada per l'activació del quall)
4. Mentrestant la llet s'escalfa es prepara el quall. Per fer que el formatge resultant no sigui dolç sinó que tingui un punt de sal, en un recipient de mida petita es posa 1'1g de quall, 87'8g d'aigua i 3g de sal. A continuació, es remena fins que la sal queda completament dissolta en la mescla d'aigua i quall.
5. Quan la llet està a 37°C s'hi afegeix molt cuidadosament i a poc a poc la mescla que conté el quall.

- 
6. Seguidament, amb l'ajuda de l'espàtula es mescla la mostra només durant uns 10 o menys segons.
  7. Després d'haver precalentat el forn a uns 50°C i de remenar la llet amb el quall, es posa l'olla al forn i es para. Es deixa reposar la mostra durant una hora.
  8. Cada quart d'hora es vigila la mostra per tal de poder veure que realment la llet qualla.
  9. Passada una hora, es retira l'olla del forn i es deixa reposar durant mitja hora a temperatura ambient.
  10. La llet quallada adquireix una textura gelatinosa; en el gel, el xerigot queda envoltat per les proteïnes que han quallat.
  11. Al cap de mitja hora, amb un ganivet es fan talls al formatge verticalment i transversalment, de manera que queden en forma de quadrícula. Així el xerigot que hi ha dins la quallada surt a l'exterior.
  12. En acabat, es filtra el formatge de manera que amb l'escumadora es treure el formatge de dins l'olla i es posa dins el colador fent que el xerigot caigui al recipient de sota.
  13. L'extracció del xerigot és un procés molt lent, és per això que abans de fer el nus a la roba es deixa reposar la quallada al colador durant una hora.
  14. Passada una hora es premsa una mica, cuidadosament amb les mans el formatge perquè surti el xerigot que porta dins.
  15. Després de premsar el formatge durant una estona, es treu el formatge del colador de manera que queda tot el formatge entre la roba, s'hi fa un nus amb la roba i es penja a la nevera posant-hi el recipient per recollir el xerigot que pogués desprendre's.
  16. Es deixar reposar el formatge durant aproximadament 70 hores a la nevera. Fins que es veu que no està molt tou i no gaire moll.
  17. Al cap de 70 hores, es deslliga el nus i s'extreu el formatge de dins la roba. I ja es té el formatge fresc a punt de menjar.

Aquest procés ha estat realitzat per a la fabricació de tres formatges per a cada tipus de llet.

---

## **Coagulació Àcida**

S'ha utilitzat el següent material:

- sal
- llet de cabra i vaca
- àcid cítric (suc de llimona):  
coagulant
- Termòmetre d'alcohol
- Proveta
- Olla petita (d'1L de capacitat)
- Balança (0,1g de precisió)
- Colador
- Espàtula
- Escumadora
- Forn
- Cuina
- Ganivet
- Suport amb pinça
- Roba (l'estil d'un filtre)
- Recipient



El procediment realitzat és el següent:

1. Primerament, per tal de que el termòmetre no mogui la quallada i pugui informar de la temperatura correctament, es sosté amb l'ajuda d'un suport i una pinça.
2. Llavors, es mesura amb la proveta 1L de llet i s'aboca a l'olla.
3. Es posa l'olla a la cuina a temperatura alta perquè la llet es vagi escalfant fins als 80°C. D'aquesta manera la temperatura actua com a catalitzadora, és a dir, augmenta la velocitat de reacció de l'àcid cítric amb la llet.
4. Mentrestant la llet s'escalfa es prepara l'àcid cítric: s'exprimeix suficient llimona per aconseguir 20 mL de suc.
5. Quan la llet està a 80°C s'hi afegeix molt cuidadosament i a poc a poc l'àcid cítric.
6. Seguidament, amb l'ajuda de l'espàtula es remena la mescla.
7. Cada quart d'hora es vigila i remena la mostra per tal de poder veure que realment la llet qualla i que el formatge no s'enganxa al fons de l'olla. La llet al quallar forma grumolls que aquests acabaran formant el formatge i el líquid sobrant el xerigot.
8. Passada una hora, es retira l'olla del foc i es deixa reposar durant mitja hora a temperatura ambient.
9. Al cap de mitja hora, es filtra el formatge de manera que amb l'escumadora es treu el formatge de dins l'olla i es posa dins el colador fent que el xerigot caigui al recipient de sota.
10. L'extracció del xerigot es realitza més ràpidament que en la coagulació enzimàtica, per això abans de fer un nus a la roba no es premsa gaire el formatge.
11. Una vegada fet el nus, el formatge es penja a la nevera posant-hi un recipient a sota per recollir el xerigot que pogués desprendre's.
12. Es deixar reposar el formatge durant aproximadament 5 hores a la nevera.



**Figura 14: Coagulació àcida**

---

13. Al cap de 5 hores, es deslliga el nus i s'extreu el formatge de dins la roba. I ja es té el formatge fresc a punt de menjar.

Aquest procés ha estat realitzat per a la fabricació de tres formatges per a cada tipus de llet.



**Figura 15: Formatge, realitzat per coagulació àcida, abans de premsar**

## **IV.2 CONDICIONS I DIFICULTATS**

Per realitzar la part experimental inicialment volia tractar amb tres tipus de llet; de vaca, cabra i ovella. També volia dur a terme la fabricació del formatge amb dos tipus de coagulant, per realitzar coagulació àcida i enzimàtica. La meua intenció era realitzar l'estudi amb els tres tipus de llet i diferents coagulants per comprovar com podia afectar l'origen de la llet i el tipus de coagulant al formatge fresc, i així analitzar el rendiment dels formatges fets amb les diferents variants esmentades.

Hi va haver certs problemes que em van impedir poder treballar amb llet d'ovella:

- La llet d'ovella la venen en llocs molt específics i llunyans.
- Una ovella tan sols produeix aproximadament 250ml de llet.

Per tant, després d'informar-me en diversos llocs em va resultar impossible que els pastors de la comarca m'aconguessin aquest tipus de llet. Conseqüentment vaig realitzar la part experimental amb dos tipus de llet; cabra i vaca.

A prop del meu habitatge hi ha dues granges importants de les quals podia aconseguir la llet: la Granja Armengol i Can Garet.

La llet de cabra fresca juntament amb el quall utilitzat per realitzar la coagulació enzimàtica ho vaig poder adquirir a Can Garet, mentre que la llet de vaca fresca la vaig comprar a la Granja Armengol.

Les condicions en què s'ha realitzat la part experimental del treball han estat controlades, mirant que el temps emprat per cada procés fos igual per tots els formatges d'aquell tipus i que la quantitat d'ingredients utilitzada fos la mateixa.

## **IV.3 RESULTATS OBTINGUTS**

### **IV.3.1 Coagulació enzimàtica**

#### **- LLET DE VACA**

Naturalesa de la llet	Ingredients utilitzats				Hores de repòs	Resultats obtinguts		
	Llet (L)	Sal (g)	Quall (g)	Aigua (g)		Formatge fresc (kg)	Xerigot (L)	Rendiment (%)
FRESCA	1	4'6	1'4	88	72	0'167	0'758	16,7
	1	4'6	1'4	88	69	0'171	0'750	17,1
SENCERA	1	4'6	1'4	88	77	0'157	0'643	15,7
<b>mitjana</b>	<b>1</b>	<b>4,6</b>	<b>1,4</b>	<b>88</b>	<b>72,67</b>	<b>0,165</b>	<b>0,717</b>	<b>16,5</b>
UHT SENCERA	1	4'6	1,4	88	70	0'147	0'605	14,7

Figura 16: Quadre dels ingredients utilitzats i resultats obtinguts per la fabricació de formatge fresc de vaca realitzat amb coagulació enzimàtica

### Observacions

- **Xerigot:** El formatge realitzat amb llet de vaca fresca extreu un xerigot grogós i homogeni. A diferència, el xerigot del formatge realitzat amb llet UHT sencera és molt abundant i blanc.
- **Quallada:** Els formatges amb llet de vaca fresca quallen bé mentre que el que està fet amb llet UHT no. El fet de que no qualli bé pot ser degut a que el tractament de UHT treballa amb temperatures molt altes.
- **Formatge:**

Naturalesa de la llet	Qualitats organolèptiques		
	Color	Sabor	Textura
FRESCA SENCERA	Blanc	Molt bo (com els <i>burgos de Arias</i> ) i fresc	Llisa, sense grumolls i brillant
UHT SENCERA	Blanc	No era bo	Una mica grumollós i no brillant.

Figura 17: Quadre de les qualitats organolèptiques del formatge fresc de vaca realitzat per coagulació enzimàtica

### - LLET DE CABRA

Naturalesa de la llet	Ingredients utilitzats				Hores de repòs	Resultats obtinguts		
	Llet (L)	Sal (g)	Quall (g)	Aigua (g)		Formatge fresc (kg)	Xerigot (L)	Rendiment (%)
FRESCA SENCERA	1	4	1'4	88,4	50	0'234	0'793	23,4
	1	4	1'4	88'5	72	0'198	0'652	19,8
	1	4	1'4	88'3	72	0'205	0'622	20,5
<b>mitjana</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1,4</b>	<b>88,4</b>	<b>64,67</b>	<b>0,212</b>	<b>0,689</b>	<b>21,23</b>
UHT SEMI- DESNATADA	1	4'5	1'5	88'8	96	0'092	0'765	9,2

Figura 18: Quadre dels ingredients utilitzats i resultats obtinguts per la fabricació de formatge fresc de cabra realitzat amb coagulació enzimàtica

### Observacions

- **Xerigot:** Ambdós tipus de formatges extreuen un xerigot que una vegada reposat és heterogeni. És a dir, queda una fina capa de partícules de formatge per sobre el xerigot i una altre capa al fons del recipient que conté el xerigot. El xerigot que extreu el formatge fet amb llet UHT semidesnatada, conté més partícules de formatge al fons recipient.



Figura 19: Xerigot del formatge realitzat amb coagulació enzimàtica

- **Quallada:** Els formatges amb llet de cabra fresca quallen bé mentre que el que està fet amb llet UHT no. El fet de que no qualli bé pot ser degut a que el tractament de UHT treballa amb temperatures molt altes i que es tracti d'una llet semidesnatada que conté menys quantitat de greix i vitamines.

- **Formatge:**

Naturalesa de la llet	Qualitats organolèptiques		
	Color	Sabor	Textura
FRESCA SENCERA	Blanc	Molt bo (com els <i>burgos de Arias</i> ) i fresc	Llisa, sense grumolls i brillant
UHT SENCERA	Blanc	No era bo	Molt cremós.

### IV.3.2 Co

Figura 18: Quadre de les qualitats organolèptiques del formatge fresc de cabra realitzat per coagulació enzimàtica

### - LLET DE VACA

Naturalesa de la llet	Ingredients utilitzats			Hores de repòs	Resultats obtinguts		
	Llet (L)	Sal (g)	Llimona (mL)		Formatge fresc (kg)	Xerigot (L)	Rendiment (%)
FRESCA SENCERA	1	4,7	22	4	0,161	0,612	16,1
	1	4,7	22	4	0,152	0,504	15,2
	1	4,7	22	4	0,179	0,610	17,9
<b>mitjana</b>	<b>1</b>	<b>4,7</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>0,164</b>	<b>0,573</b>	<b>16,4</b>

Figura 20: Quadre dels ingredients utilitzats i resultats obtinguts per la fabricació de formatge fresc de vaca realitzat amb coagulació àcida

## Observacions

- **Xerigot:** Tots els formatges fets desprenen xerigot homogeni, de color blanc grogós i casi transparent.
- **Quallada:** Els formatges han quallat molt bé. En un dels casos, quan la llet va assolir una temperatura alta va vessar de l'olla.
- **Formatge:**



Figura 21: Xerigot del formatge realitzat amb coagulació àcida.

Naturalesa de la llet	Qualitats organolèptiques		
	Color	Sabor	Textura
FRESCA SENCERA	Blanc trencat	Molt bó. No es nota l'àcid de la llimona. Li falta un punt de sal.	Grumollós, dur al tallar-lo.

Figura 22: Quadre de les qualitats organolèptiques del formatge fresc de vaca realitzat per coagulació àcida



Figura 23: Coagulació àcida

Naturalesa de la llet	Ingredients utilitzats			Hores de repòs	Resultats obtinguts		
	Llet (L)	Sal (g)	Llimona (mL)		Formatge fresc (kg)	Xerigot (L)	Rendiment (%)
FRESCA SENCERA	1	4,7	23	4	0,187	0,564	18,7
	1	4,7	23	4	0,195	0,400	19,5
	1	4,7	23	4	0,193	0,548	19,3
<b>mitjana</b>	<b>1</b>	<b>4,7</b>	<b>23</b>	<b>4</b>	<b>0,192</b>	<b>0,504</b>	<b>19,16</b>

Figura 24: Quadre dels ingredients utilitzats i resultats obtinguts per la fabricació de formatge fresc de cabra realitzat amb coagulació àcida

## Observacions

- **Xerigot:** Tots els formatges fets desprenen xerigot homogeni i de color blanc i casi opac.
- **Quallada:** Els formatges no han quallat tan bé com amb llet de vaca. He hagut d'afegir uns 3 mL més de suc de llimona per tal de que quallés.
- **Formatge:**

Naturalesa de la llet	Qualitats organolèptiques		
	Color	Sabor	Textura
FRESCA SENCERA	Blanc trencat	Molt bó. No es nota l'àcid de la llimona. Li falta un punt de sal.	Grumollós, dur al tallar-lo.

Figura 25: Quadre de les qualitats organolèptiques del formatge fresc de cabra realitzat per coagulació àcida

\*\*\*El formatge realitzat amb coagulació àcida és dur al tallar-lo ja que potser s'ha premsat una mica massa i també s'ha deixat una mica massa temps en repòs

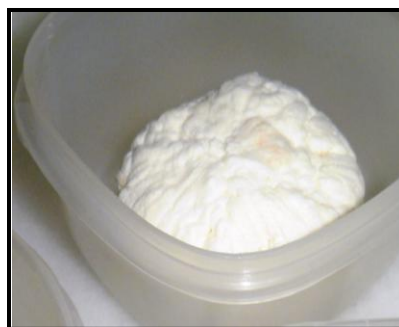


Figura 26: Formatge resultant de la coagulació àcida.

## IV.4 INTERPRETACIÓ DELS RESULTATS

### Comparació entre tipus de llet

En la següent taula es poden veure clarament les diferències entre la composició de la llet de vaca i la llet de cabra:

## COMPOSICIÓ DE LA LLET

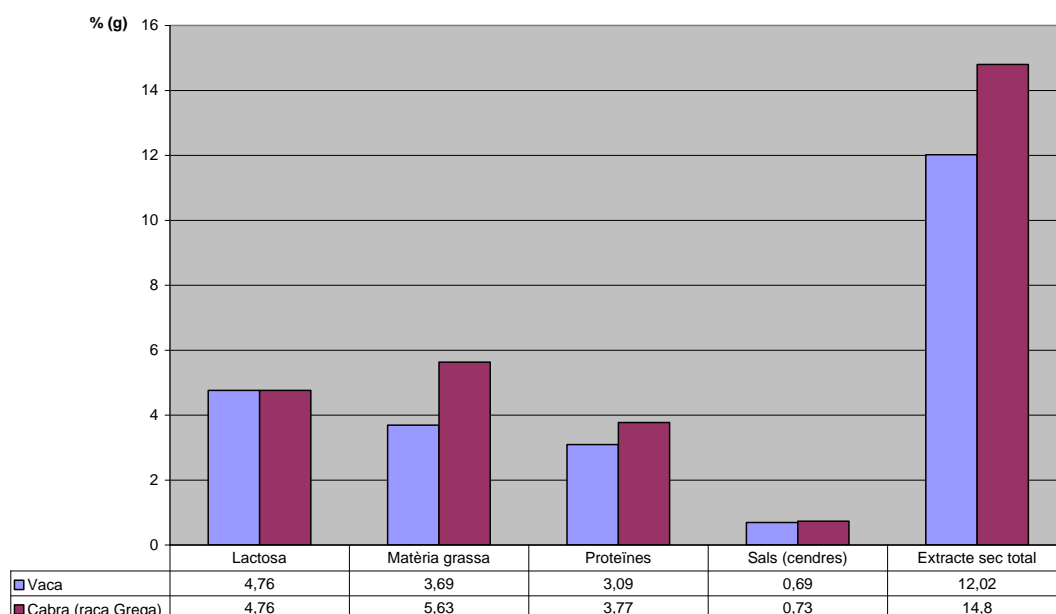


Figura 27: Gràfica que mostra les diferències en la composició de la llet de vaca i cabra.

Com anteriorment he explicat, la quantitat de proteïnes és directament proporcional amb la quantitat de matèria grassa de la llet. Això és perquè les proteïnes envoltades per lípids formen una emulsió en l'aigua de la llet.

La gràfica mostra de manera entenedora com la llet de cabra presenta més quantitat de proteïnes i matèria grassa que la llet de vaca. Aquí es pot veure reflectida la variabilitat en la composició de la llet segons l'espècie i l'explicació anterior de la relació que hi ha entre proteïnes i matèria grassa.

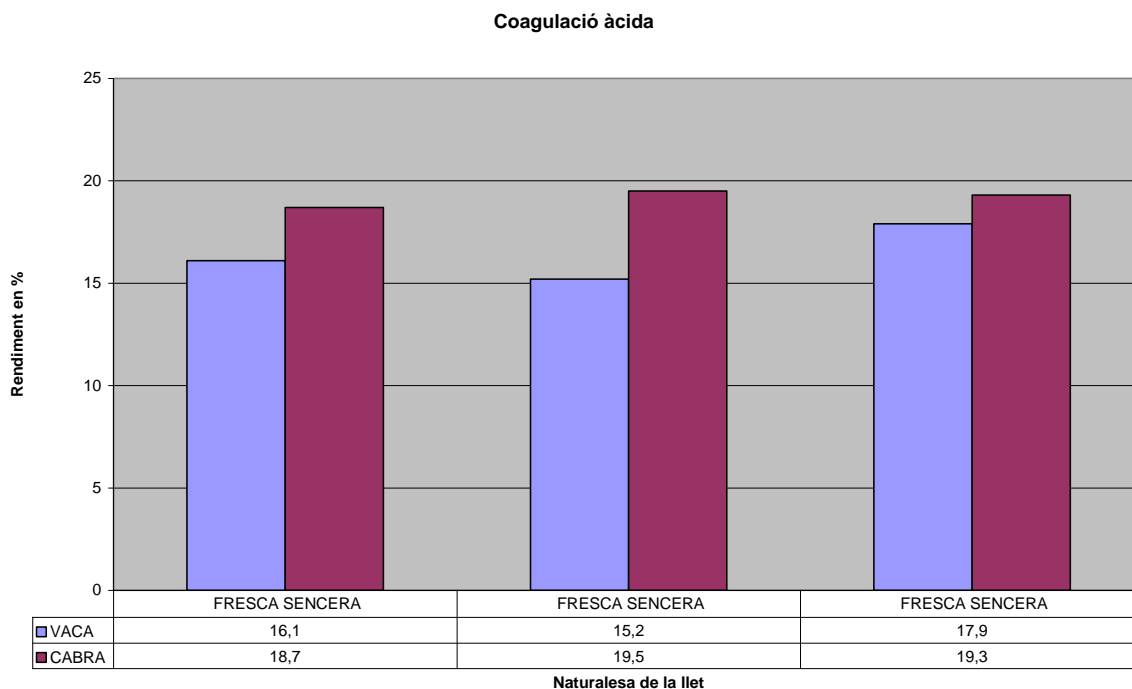
A diferència de l'extracte sec total, la matèria grassa i les proteïnes, que la llet de cabra domina sobre la llet de vaca en tots aquests components, les sals minerals i la quantitat de lactosa es molt semblant o igual en ambdues espècies.

### Coagulació àcida

El rendiment dels formatges va associat a la quantitat de greixos i proteïnes que conté la llet emprada, ja que la llet quallada són les proteïnes que s'han desnaturalitzat, que estaven envoltades de lípids formant una emulsió.



Tal com indiquen els resultats anteriors, els formatges realitzats amb llet de cabra són més rendibles que els formatges de vaca. Això es degut a que la llet de cabra conté més proteïnes i lípids que la llet de vaca.



**Figura 28: Gràfica que mostra el rendiment del formatge fresc, realitzat per coagulació àcida, comparant la llet de vaca i la de cabra**

### **Coagulació enzimàtica**

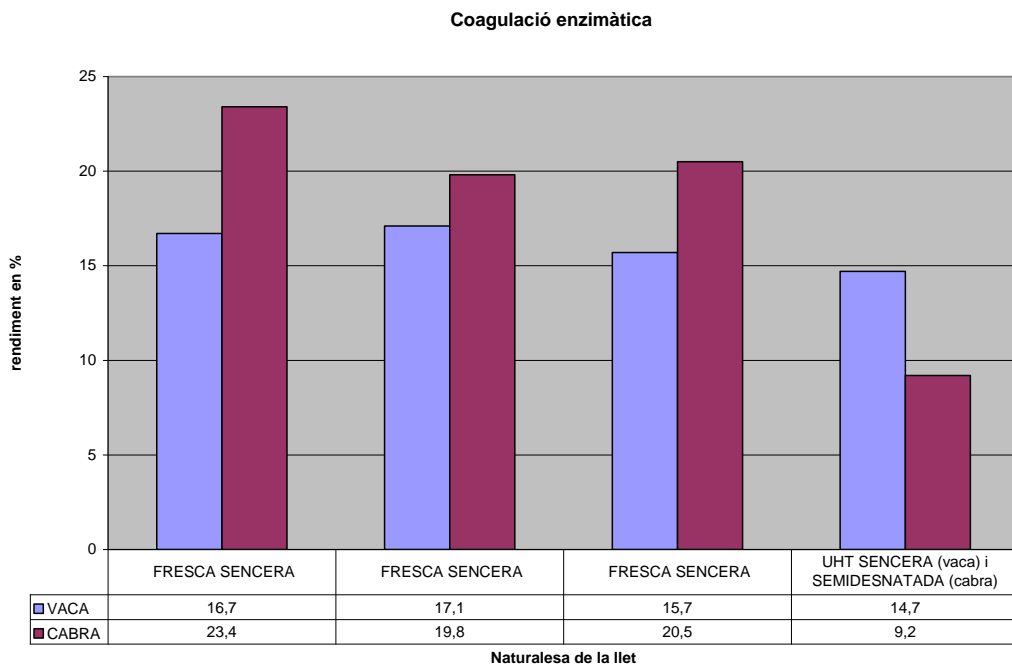
Els formatges fets amb coagulació enzimàtica i llet de cabra també tenen un rendiment més elevat que els formatges de vaca i coagulació enzimàtica.

A partir d'aquest fet, es pot deduir que el mètode de coagulació no afecta gaire el rendiment d'un cert tipus de llet, sinó que és més important la composició nutritiva de la llet utilitzada.

També influeix en la qualitat del formatge el tractament tèrmic amb el que s'ha tractat la llet, ja que la llet que ha estat tractada a unes temperatures molt altes (85/100°C) es possible que les seves proteïnes es desestabilitzin i desnaturalitzin. Es per això que els formatges realitzats amb llet UHT que ha estat tractada a temperatures altes no siguin del tot bons i no tinguin un rendiment semblant als altres formatges.

Com és lògic els formatges realitzats amb llet semidesnatada també tenen un rendiment més baix a la resta de formatges, ja que no contenen la quantitat completa de proteïnes i matèria grassa.

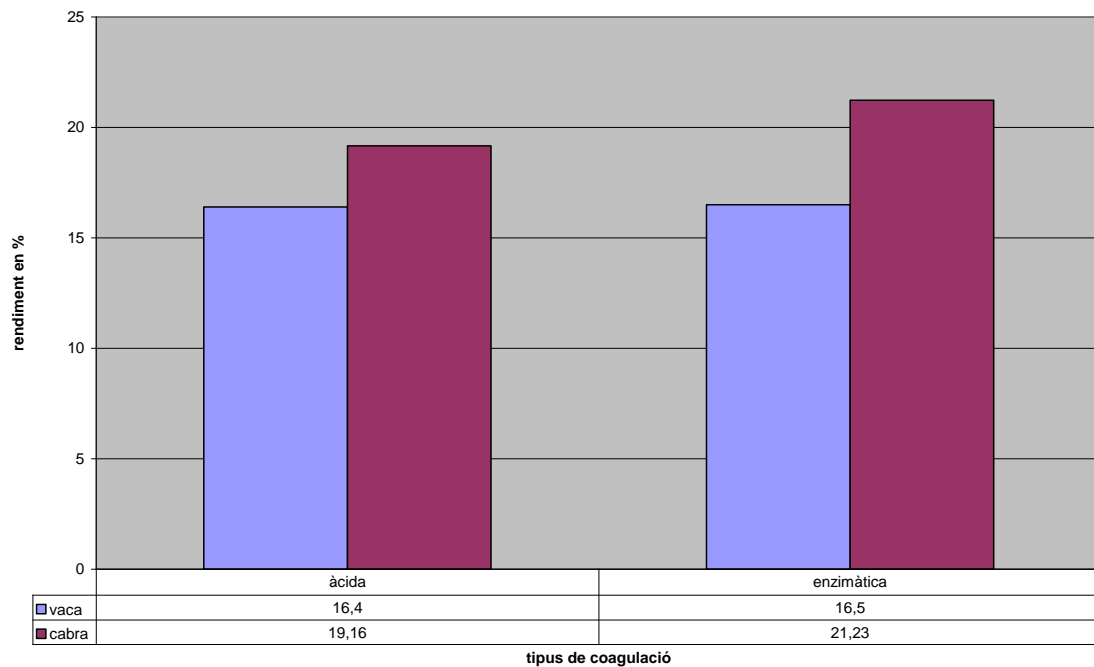
Tot els aspectes comentats en aquest apartat es veuen representats en la següent gràfica:



**Figura 29: Gràfica que mostra el rendiment del formatge fresc, realitzat per coagulació enzimàtica, comparant la llet de vaca i la de cabra**

En la següent gràfica comparativa de tots els mètodes emprats amb els dos tipus de llet, es veu que el procés més rendible és utilitzant llet de cabra i coagulació enzimàtica.

La coagulació enzimàtica és més rendible ja que no hi ha tanta porositat entre els enllaços com la coagulació àcida, això fa que el xerigot quedi atrapat entre les proteïnes coagulades i així, augmentant el pes del formatge.



**Figura 30: Gràfica que compara el rendiment dels formatges realitzats per coagulació àcida i enzimàtica amb els dos tipus de llet; cabra i vaca.**

## **V. CONCLUSIONS**

Partint de la hipòtesi plantejada en la introducció, he pogut comprovar que el mètode més rendible per a la fabricació de formatge fresc és utilitzant llet de cabra i una coagulació enzimàtica.

---

A partir dels estudis realitzats podem arribar a la conclusió que, per una bona comercialització i bones qualitats organolèptiques del formatge fresc té molta importància el tipus de llet que s'utilitza, ja que la llet fresca és la que té més rendiment i amb la que s'obté un formatge més bo. L'ús de llet fresca, també representa un avantatge per l'empresa que fabrica els formatges, ja que dur a terme el procés UHT suposaria un augment del preu del formatge.

Les empreses que elaboren formatge solen estar a prop de granges o pertànyer al mateix propietari. Això és perquè, d'aquesta manera aprofiten l'accessibilitat a animals productors de llet per realitzar els formatges a partir de la llet d'aquests animals.

Considerant que el formatge de vaca és més barat que el de cabra i que la cabra produeix tres quilos de llet diàries mentre que la vaca produeix entre 16 i 20 litres de llet per dia, tot i que el formatge de cabra és més rendible, surt més a compte utilitzar llet de vaca si es vol realitzar una producció de baix cost.

Però si es vol produir un formatge d'alta qualitat és aconsellable utilitzar llet de cabra, ja que és més bo i aquest tipus de formatge és escàs en el món.

Personalment, aquest treball m'ha aportat coses positives. He tingut l'oportunitat de treballar al laboratori de la Facultat de Veterinària de la Universitat Autònoma de Barcelona, he utilitzat material de laboratori que no havia vist mai i he après tècniques noves d'anàlisi de qualitats químiques. Aquest treball m'ha servit d'orientació, he pogut estar en un ambient universitari i he pogut informar-me d'algunes carreres biocientífiques, que m'ajudaran a decidir el meu futur.

Amb aquest treball també he après a espavilar-me i a buscar informació a les biblioteques de l'UAB.

El treball de recerca requereix un esforç personal, però a la llarga aquest esforç és recompensat.

---

## **VI. AGRAÏMENTS**

En primer lloc agrair-li a la meva tutora l'oportunitat que m'ha donat per fer l'estada a l'UAB i la paciència que ha tingut amb mi. Agrair als professor de la Planta Tecnològica dels Aliments de la Universitat Autònoma de Barcelona l'ajuda que em van donar per cercar informació molt vàlida per l'estudi. També agrair al formatger de Can Garet el quall i la informació facilitada per la fabricació del formatge fresc. Per últim vull donar les gràcies també, a alguns familiars que han tingut molta paciència amb mi des de que vaig començar el treball.

---

## VII. BIBLIOGRAFIA

La informació per l'elaboració del present treball ha estat treta de diversos llocs:

a) Llibres especialitzats

- RAMÍREZ, MIGUEL ÁNGEL. **Manual práctico de Quesería**. Ediciones Ayala
- P. WALSTRA; T.J. GEURTS; A. NAOMEN; A. JELLEMA; M.A.J.S VAN BOEKEL. **Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos**. Editorial Acribia, S.A
- I. CENZANO **Los Quesos**. Amv Ediciones, Mundi-Prensa.
- F.M. LUQUET COORDINADOR **Leche y productos lacteos** Editorial Acribia, S.A. . Societé Scientifique D'hygiène Alimentaire
  - Volum 1 → **La leche de la mama a la lecheria**
  - Volum 2 → **Los productos lacteos transformacion y tecnologias**
- EARLY, RALPH. **Tecnología de los productos lácteos**.- Editorial Acribia, S.A.

b) Pàgines web

- <http://www.adinte.net/castelseras/Recetas/alimento/lechevac.htm>
- [http://www.infocarne.com/bovino/composicion\\_leche.asp](http://www.infocarne.com/bovino/composicion_leche.asp)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Leche>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Propiedades\\_particulares\\_de\\_la\\_leche](http://es.wikipedia.org/wiki/Propiedades_particulares_de_la_leche)
- <http://www.queserialoscorrales.com/cuajo%20vegetal.html>
- <http://www.comitesromero.org/tarragona/fichas/ficha6.pdf>
- [http://www.pulevasalud.com/ps/subcategoria.jsp?ID\\_CATEGORIA=100385&RUTA=1-2-45-59-100385](http://www.pulevasalud.com/ps/subcategoria.jsp?ID_CATEGORIA=100385&RUTA=1-2-45-59-100385)
- <http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=1226>
- <http://alimentos.org.es/leche-cabra/comparar-propiedades-leche-oveja>
- <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/proteins/caseina.html>
- [http://www.tetrapak.com/co/food\\_categories/lácteos/lecheblanca/Pages/default.aspx](http://www.tetrapak.com/co/food_categories/lácteos/lecheblanca/Pages/default.aspx)
- <http://www.enciclopedia.cat>
- <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/aminoacids/estructurprot.html>

- [http://www.articulo.org/articulo/8385/queso\\_de\\_cabra.html](http://www.articulo.org/articulo/8385/queso_de_cabra.html)

## VIII. GLOSSARI

### A

#### **Àcids grassos lliures:**

Tipus de molècula orgànica lipídica formada principalment per àtoms de carboni, hidrogen i oxigen. Aquests àtoms enllaçats per enllaços covalents formen una llarga cadena hidrocarbonada lineal amb un grup carboxil (-COOH) a un extrem.

#### **Aminoàcids essencials**

Aminoàcids que no poden ser sintetitzats per l'organisme i per tant han de ser ingerits a través de una dieta equilibrada.

#### **Anticossos**

Coneguts popularment com "les defenses". Són glicoproteïnes sintetitzades per un tipus de leucocits anomenats limfòcits B que es troben dissoltes en la sang. Són emprades pel sistema immunitari per identificar i neutralitzar elements estranys al cos, com bacteris, virus o paràsits.

-

### B

-

### C

#### **Catalitzador**

Dit de la substància que modifica la velocitat d'una reacció química sense aparèixer en els productes finals de la reacció.

#### **Cadena hidrocarbonada**

Formada per àtoms de carboni, hidrogen i oxigen enllaçats entre ells per enllaços covalents que poden assolir una estructura lineal, ramificada o cíclica. Principal component dels àcids grassos.

#### **Cadenes polipeptídiques**

Cadena formada per la unió d'aminoàcids units per enllaços peptídics.

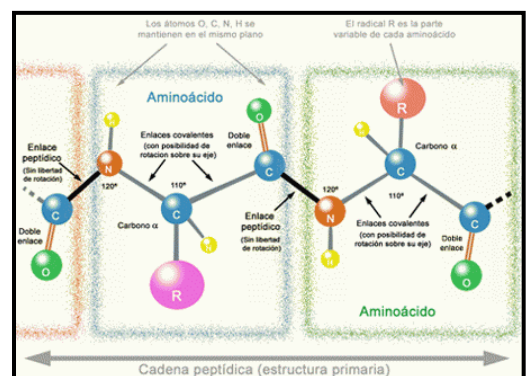


Figura 31: Cadena polipeptídica

---

## Caseïna

Proteïna que forma part del 80% de les proteïnes de la llet.

## Colesterol

Lípid present en la llet.

-

## D

### Desmineralització

Pèrdua de sals minerals hidrosolubles.

### Desnaturalització

Procés pel qual es trenquen els enllaços que formen les diferents estructures de les proteïnes. Un cop trencats aquests enllaços, la proteïna es desplega i deixa de ser funcional.

### Diacilglicèrid

Lípid format per la unió d'un glicerol i dos àcids grassos.

### Dissolució

Resultat de l'acció de disgregar un sòlid, un líquid o un gas.

-

## E

### Emulsió

Dispersió estable d'un líquid (fase dispersa) en un altre de no miscible amb el primer (fase dispersant).

### Enzim

Proteïna que catalitza una reacció química.

### Extracte sec

Residu resultant de l'evaporació de l'aigua i/o líquids d'una substància, és a dir la substància sense aigua ni líquids.

-

## F

### Fermentació

Procés de transformació d'un substrat orgànic produït pels enzims de llevats, bacteris o fongs i que s'esdevé amb despreniment de gasos o sense.

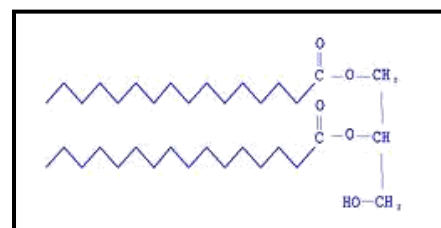


Figura 32: Diacilglicèrid



---

## Fosfolípid

Tipus de lípids compostos per una molècula de glicerol, a la que s'uneixen dos àcids grassos i un grup fosfat.

-

## G

### Grup amina

Grup funcional derivat de l'amoniac.  $-\text{NH}_2$ .

### Grup carboxílic

Grup funcional característic dels àcids grassos. També present en les proteïnes.  $-\text{COOH}$ .

-

## H

-

## I

-

## J

-

## K

## L

### Lactosa

Disacàrid format per la unió d'una molècula de galactosa i una de glucosa. També anomenat sucre de la llet.

-

### Llet quallada

Llet que ha patit el procés de coagulació.

-

## M

### Mastitis

Inflamació de les glàndules mamàries.

### Micel·la

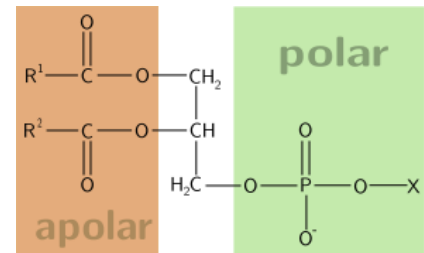


Figura 33: Fosfolípid.

D'esquerre a dreta hi ha els dos àcids grassos, el glicerol i el grup fosfat.

---

Partícula col·loïdal situada en un sistema dispers i constituïda per un nucli amb càrrega envoltat d'una atmosfera iònica.

**Microorganisme patogen**

Microorganismes que poden produir malalties.

**Monoacilglicèrid**

Lípids que tan sols presenten un àcid gras unit a la molècula de glicerina.

**Monòmer**

Molècula simple que forma part de cadenes de dues, tres o més unitats.

-

**N**

-

**O**

**Oestrus**

La condició d'estar en zel, s'aplica especialment a les femelles.

-

**P**

**Polímer**

Macromolècula formada per la unió per enllaç covalent d'altres molècules més petites anomenades monòmers.

**Q**

-

**R**

**Renaturalització**

Procés que es produeix quan els canvis del medi en el que una proteïna esta immers no son gaire notoris. Consisteix en tornar a adoptar les característiques inicials i idònies per al medi, els enllaços de les proteïnes es poden tornar a formar, es reestructuren i la proteïna torna a ser funcional com en l'inici.

-

**S**

**Suspensió**

Dispersió estable d'una fase sòlida composta per partícules visibles al microscopi repartides en un líquid o en un gas d'una manera pràcticament uniforme.

---

-

**T**

**Triglicèrids**

Lípid format per la unió d'un glicerol i tres àcids grassos.

**U**

-

**V**

-

**W**

-

**X**

**Xerigot**

Part aquosa de la llet, separada de la coagulable (greix i proteïnes). Conté principalment lactosa i sals minerals.

-

**Y**

-

**Z**

---

## **IX. ANNEX**

### **IX.1 INFORMACIÓ DE LES GRANGES DE PROCEDÈNCIA DE LA LLET**

La llet emprada per la fabricació de formatges en la part experimental ha estat obtinguda de les següents granges:

#### **MAS GARET**

(llet de cabra)

FORMATGES MAS EL GARET SL  
Mas el Garet  
08551 Tona  
Tel: 93 812 58 81

Venda al detall

[www.formatgesmaselgaret.com](http://www.formatgesmaselgaret.com)  
[formatges@formatgesmaselgaret.com](mailto:formatges@formatgesmaselgaret.com)



Figura 34: Logotip de Mas Garet

#### **COMPOSICIÓ DE LA LLET:**

5% greix  
3'7% proteïna

#### **GRANJA ARMENGOL**

Desde 1096

Ramon Pujol – Mas Pujol – Gurb (Osona)  
Tel: 93 886 25 82



Figura 35: Logotip de Granja Armengol

## IX.2 QUADRE DE LA COMPOSICIÓ DE LA LLET

Tabla 4 Composición de 1 litro de leche

10

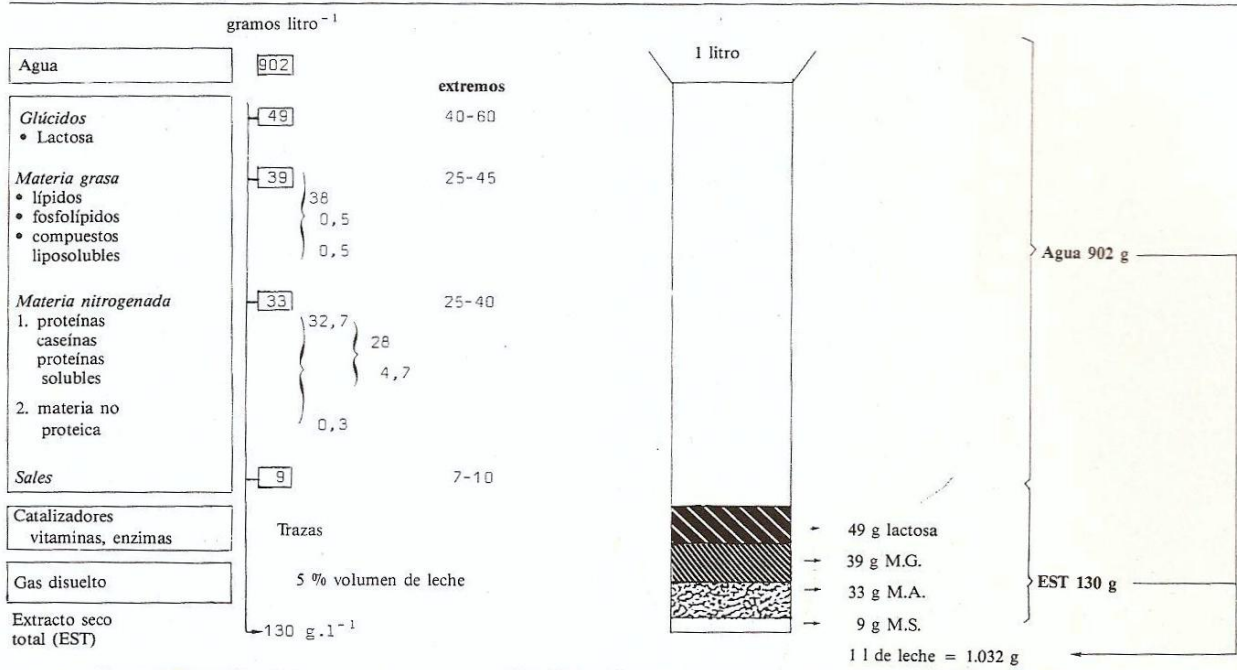


Figura 41: Quadre de la composició de la llet