

TREBALL DE RECERCA

**INS
GUISSONA**

ESTUDI DE LA LLET I EL CALCI

Agraïments

En primer lloc, vull agrair a les tutores d'aquest treball de recerca, Glòria Pi i Rosa Farran, la seva dedicació, temps i recolzament que han donat a aquest treball i el respecte als meus suggeriments i idees.

També vull agrair especialment la col·laboració de la Corporació Alimentària Guissona, S.A (CAG) per donar-me l'oportunitat de fer les pràctiques d'estiu en un dels seus laboratoris i facilitar-me el material bibliogràfic necessari, i al doctor Josep Maria Trullols Batlle i a en Manuel Mateu Ratera, per dedicar part del seu temps a respondre la meua entrevista.

I finalment, m'agradaria donar les gràcies als amics i a la família per ajudar-me en els moments difícils, per acompanyar-me on fos necessari, per deixar-me la targeta per agafar llibres en una biblioteca de la Universitat de Lleida... en fi, per tots aquells favors sense els quals no hagués sigut possible aquest treball.

A tots, moltes gràcies.

ÍNDEX GENERAL

0. Introducció	7
1. La llet com a aliment.....	9
1.1 Glúcids	10
1.1.1 La lactosa	10
1.1.2 La intolerància a la lactosa.....	12
1.2 Lípids	13
1.3 Proteïnes.....	19
1.3.1 Caseïna	19
1.3.2 Micel·les de caseïna	23
1.3.2.1 Models estructurals de les micel·les	24
1.3.2.1.1 Models de nucli i escorça.....	24
1.3.2.1.2 Models de subunitats	24
1.3.2.1.3 Models d'estructura interna.....	25
1.3.2.1.4 Models de Holt i de Horne.....	25
2. El calci	26
2.1 Els ossos.....	26
2.1.1 Estructura dels ossos.....	27
2.1.1.1 La matriu òssia	29
2.1.1.2 Tipus de teixits ossis	32
2.1.1.3 Os compacte o cortical i os esponjós	32
2.1.1.3.1 Os compacte o cortical.....	32
2.1.1.3.2 Os esponjós.....	34
2.2 Remodelació òssia	35
2.2.1 Activació	35
2.2.2 Resorció o reabsorció	35
2.2.3 Acoblament.....	37
2.2.4 Mineralització.....	38

2.2.5 Repòs	39
2.3. Metabolisme del calci	40
3. L'osteoporosi	44
3.1 La malaltia	44
3.2 Manifestacions clíniques	47
3.2.1 Signes i símptomes	47
3.2.2 Laboratori	48
4. Història de la llet	49
4.1 Prehistòria	49
4.2 Edat Antiga	50
4.3 Edat Mitjana	52
4.4 Edat Moderna	53
4.5 Edat Contemporània	53
5. Tractaments actuals de la llet i envasat	57
5.1 Rutina per a la descàrrega	57
5.2 Procés de tractaments tèrmics	68
5.2.1 Escalfament	69
5.2.2 Desnatat i clarificació	70
5.2.3 Estandardització	71
5.2.4 Termització	72
5.2.5 Refredament	73
5.2.6 Tractament UHT	74
5.3 Envasat	77
6. Entrevista a dos professionals	87
6.1. Entrevista a Manuel Mateu Ratera, homeòpata	87
6.2. Entrevista al Dr. Josep Maria Trullols Batlle, traumatòleg	98
6.3. Comentari de les entrevistes	104
7. Comparativa de diferents llets comercials	105

8. Determinació del calci al laboratori	120
8.1 Objectiu.....	120
8.2 Material	120
8.3 Fonament	122
8.4 Procediment	123
8.5 Resultats i conclusions	132
9. Conclusions finals	133
10. Bibliografia	135
11. Annex	138
11.1 Annex 1: Igualació de la reacció redox de l'apartat 8	138

0. Introducció

Sempre hem sentit a dir que hem de beure llet perquè és un aliment molt complet i perquè porta calci pels ossos i ajuda a prevenir malalties relacionades amb aquests. Ho hem sentit des de ben petits i crec que ho continuarem sentint tota la vida.

Al principi, vaig escollir fer un estudi de la llet perquè un dia, en una classe de biologia, la Glòria Pi va dir-nos que trobava interessant el fet de ser els únics mamífers que continuem bevent llet després de la lactància materna. Això em va fer pensar i vaig creure que podia ser un bon tema per un treball de recerca, és a dir, si realment aquesta és necessària. Vaig arribar a la conclusió que això era impossible de saber si ni els professionals del tema es posaven d'acord. Per tant, ho vaig descartar. No obstant, després d'haver llegit molta informació sobre aquest aliment, vaig decidir que volia saber-ne més i més coses. Uns dies més tard, vaig llegir un article el qual deia que la llet té molt poc magnesi comparat amb la quantitat de calci, i que sense el primer mineral, el calci no es fixa tan bé als ossos o va a parar als teixits tous. Buscant informació sobre aquest fet, vaig veure que n'hi havia molt poca i que era un tema una mica confús, ja que vaig pensar que si fos un fet tan clar i tan important, hagués trobat molta més documentació. Tot i això, en les entrevistes que vaig fer a un traumatòleg i a un homeòpata, vaig aprofitar per fer algunes preguntes sobre aquesta relació entre els dos minerals.

Finalment, vaig decidir centrar-me en la composició de la llet i en la importància del calci que conté pels ossos. Em vaig plantejar que volia extreure experimentalment el calci de la llet per comprovar que realment hi és i així poder comparar la quantitat d'aquest mineral de diferents llets comercials. A més, com que vaig fer unes pràctiques en un laboratori d'una planta de llet, vaig aprofitar per obtenir les diferents composicions de cadascuna i també les vaig contrastar.

Parlaré de la importància de la llet en el transcurs de la història de la humanitat, de com han anat evolucionant els mètodes per conservar-la en bon estat, i dels tractaments que actualment rep.

He intentat que tot el que explico sigui el màxim d'entenedor possible per tothom qui ho llegeixi, explicant les coses tal i com jo les he entès.

Aquest treball, crec que m'ha sigut molt útil per saber com es fa una recerca amb una mica de nivell comparat amb el que havíem fet fins ara i per aprendre moltes coses noves. Penso que he après a espavilar-me una mica més en la vida "real": a trucar per

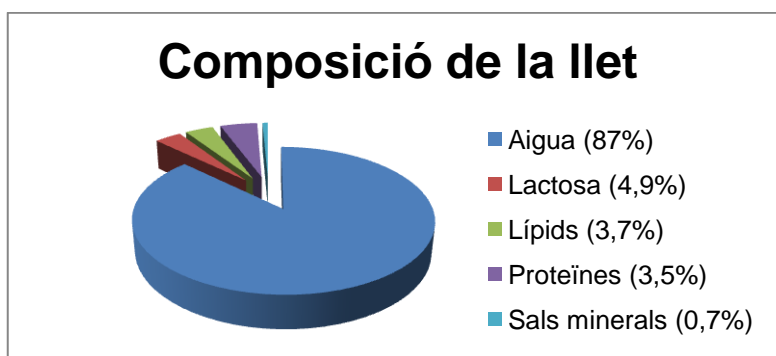
demanar si puc fer una entrevista, a buscar llibres en una biblioteca molt més gran de les que estic acostumada a veure, trobar els contactes necessaris per poder agafar els llibres (ja que a la universitat on vaig anar havies de ser un estudiant), si no he fet alguna cosa a classe i no l'entenc intentar entendre-la jo sola, a saber organitzar muntanyes d'informació i seleccionar el que és més convenient i redactar-ho amb les meves paraules posteriorment, a moure'm en un laboratori...

Desitjo que al llegir aquest treball, s'entengui tot o gairebé tot el que he escrit, que sigui amè i que hi trobin les ganes i la il·lusió que jo hi he posat.

1. La llet com a aliment

La llet és el líquid blanc i opac, d'un gust lleugerament dolç, que constitueix un aliment complet i equilibrat des del punt de vista nutritiu, secretat per les glàndules mamàries de la dona i de les femelles dels mamífers. Aquest líquid és utilitzat per alimentar les cries d'aquestes. Tot i així, els humans, després de l'alletament matern ens servim de la llet de mamífers herbívors (com la vaca, l'ovella, la cabra, la camella, la burra, la somera, la búfala, etc.) per alimentar-nos. Aquest aliment, en la nostra societat, és vist com un element molt important en la nostra alimentació. De fet, en totes les piràmides nutricionals que puguem veure, la llet sempre hi apareix juntament amb tots els productes làctics (la més consumida és la de vaca). La majoria dels metges recomanen beure llet recolzant-se en el raonament següent: la llet conté tots els nutrients bàsics que un nen en edat de creixement necessita: lípids, glúcids, proteïnes, vitamines i minerals, amb l'excepció de ferro, vitamina C i fibra. La medicina convencional considera que la llet és necessària per a desenvolupar el sistema ossi durant la infància i que és necessària per a prevenir l'osteoporosi (que ja en parlarem en un altre apartat) a l'edat adulta gràcies al seu alt contingut en calci. En canvi, en certes zones del món, com a gairebé tota Àsia de l'est i Àfrica, la gent considera que la llet de vaca no és apta per al consum humà. La qüestió és que el nostre cas, el d'éssers humans que som, és singular, ja que som els únics éssers vius que tolerem la llet després de la infància i, a més, triem la llet d'una espècie animal, totalment diferent a l'humà. Cap altre animal beu llet quan és adult, ja que determinats enzims que es necessiten per poder digerir-la desapareixen amb el creixement. Aquest és el fet que provoca que molta gent sigui intolerant a la lactosa del qual en parlarem quan estudiem aquest glúcid.

Tot i així, no podem negar que la llet conté molts nutrients, dels quals parlarem en detall a continuació centrant-nos específicament en la llet de vaca. La seva concentració en tant per cent és la següent:



1.1 Glúcids

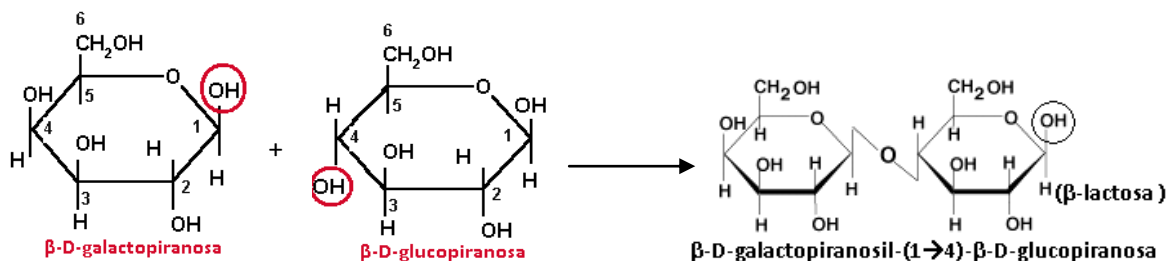
El principal glúcid que conté la llet és la lactosa, conegut més com a “sucre de la llet”. No obstant això, també s’hi troben quantitats molt petites d’altres glúcids com la glucosa, la galactosa, la sacarosa, els cerebròsids i alguns aminosucres¹ derivats de l’hexosamina.²

1.1.1 La lactosa

La lactosa, en la llet materna humana, es troba en una concentració de 6,8 g/100 ml mentre que en la llet de vaca de 4,9 g/100 ml. Pertany al grup dels glúcids òsids, holòsids i oligosacàrids i és un disacàrid, és a dir, està format per la unió de dos monosacàrids i té poder reductor, ja que té tendència a cedir electrons quan es combina amb altres substàncies. Aquesta unió és reversible, és a dir, es pot hidrolitzar en una solució àcida i d’aquesta manera donar com a producte les dues molècules de monosacàrids pel qual està format aquest disacàrid. Les dos molècules que el formen, estan unides per un enllaç O-glicosídic, en aquest cas, de tipus β -glicosídic perquè el primer monosacàrid és β . Aquesta unió s’estableix en reaccionar dos grups hidroxils (OH), un de cada monosacàrid.

Amb aquest fet, es desprèn una molècula d’aigua i es forma un pont d’oxigen entre els dos monosacàrids. Els dos monosacàrids que formen el disacàrid de lactosa són la β -D-galactopiranososa i la D-glucopiranososa, que adopten el nom de galactosa i glucosa respectivament quan estan ciclades. Tant una com l’altra, són glúcids monosacàrids, aldoses (tenen el grup funcional aldehyd) i hexoses ($C_6H_{12}O_6$). L’enllaç que formen és un enllaç $\beta(1-4)$, per tant el resultat és:

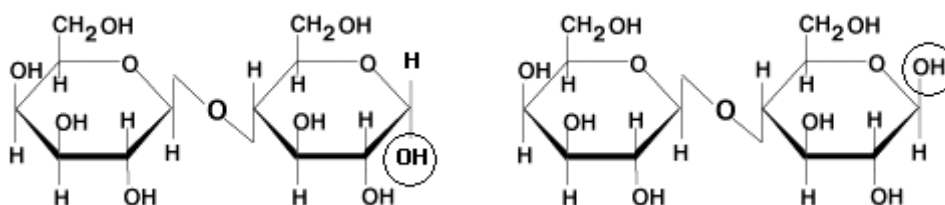
β -D-galactopiranosil-(1 \rightarrow 4)-D-glucopiranososa



¹ Monosacàrids un dels grups hidroxils dels quals ha estat substituït per un grup funcional NH_2 . (Definició trobada a www.encyclopedia.cat)

² Són aminosucres als quals s’hi ha afegit un grup amina a una hexosa (amina: nom genèric dels composts orgànics que deriven formalment de l’amoníac (NH_3) per substitució d’un àtom o més d’hidrogen per grups hidrocarbonats R).

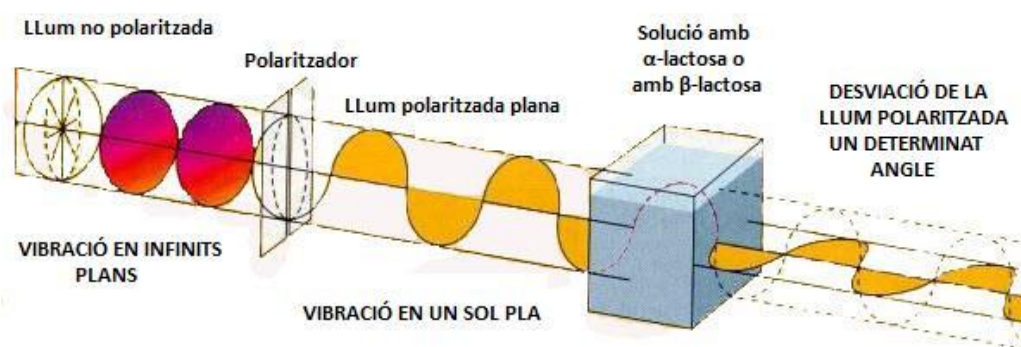
La lactosa, com la maltosa i altres glúcids reductors, existeix en una solució aquosa en equilibri amb les seves formes isomèriques. Existeix l' α -lactosa i la β -lactosa que es diferencien per tenir propietats molt diferents. Pot adoptar aquestes configuracions depenent de la forma en la qual quedi tancat l'anell de la glucosa. L' α -lactosa té l'OH del C anomèric cap avall, en canvi, la β -lactosa cap amunt.



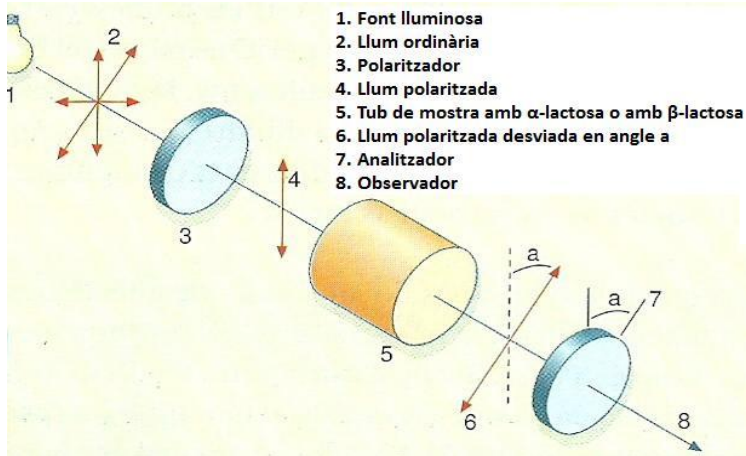
α -lactosa (l'OH del C anomèric cap avall) β -lactosa (l'OH del C anomèric cap amunt)

Cada isòmer desvia en un determinat angle el pla de gir de la llum polaritzada. Si diluïm α -lactosa en aigua, la desviació serà diferent a la desviació que es produirà si hi diluïm β -lactosa. Quan diluïm una de les dues formes isomèriques en aquest medi, es produirà una transformació parcial d'aquesta a l'altra fins a aconseguir un equilibri.

Quan es trobin en equilibri les dues formes, aleshores la desviació del pla de gir de la llum polaritzada serà un altre. No serà ni el de l' α -lactosa ni el de la β -lactosa. Aquest nou angle serà l'angle de gir del pla de vibració de la llum polaritzada estable entre les dues formes. Aquest canvi d'angle, s'anomena mutarotació.



Desviació del pla de la llum polaritzada un angle determinat depenent de si la solució conté α -lactosa o β -lactosa



Desviació del pla de la llum polaritzada un angle determinat depenent de si la solució conté α-lactosa o β-lactosa.

Aquest fenomen és més ràpid o més lent depenent de la temperatura i del pH. Quan el pH és més petit de 2 o més gran de 7, aleshores augmentarà la velocitat de mutarotació, ja que la transformació d'unes quantes molècules d'una forma isomèrica a una altra estarà catalitzada per la presència d'ions H^+ o OH^- que facilitaran l'obertura de la forma de l'anell de glucosa.

1.1.2 La intolerància a la lactosa

La intolerància a la lactosa és la incapacitat de digerir aquest glúcid com a conseqüència de la falta de la producció d'un enzim anomenat lactasa.

En una persona sense aquesta afectació, la lactosa no és digerida fins que arriba a l'intestí prim, lloc on es troba l'enzim lactasa. Aquest enzim el produeixen les cèl·lules que revesteixen la paret intestinal i es troba unit a la membrana de les microvellositats d'aquestes cèl·lules. Catalitza la hidròlisi de la lactosa en els seus dos monosacàrids constituents, D-glucosa i D-galactosa:

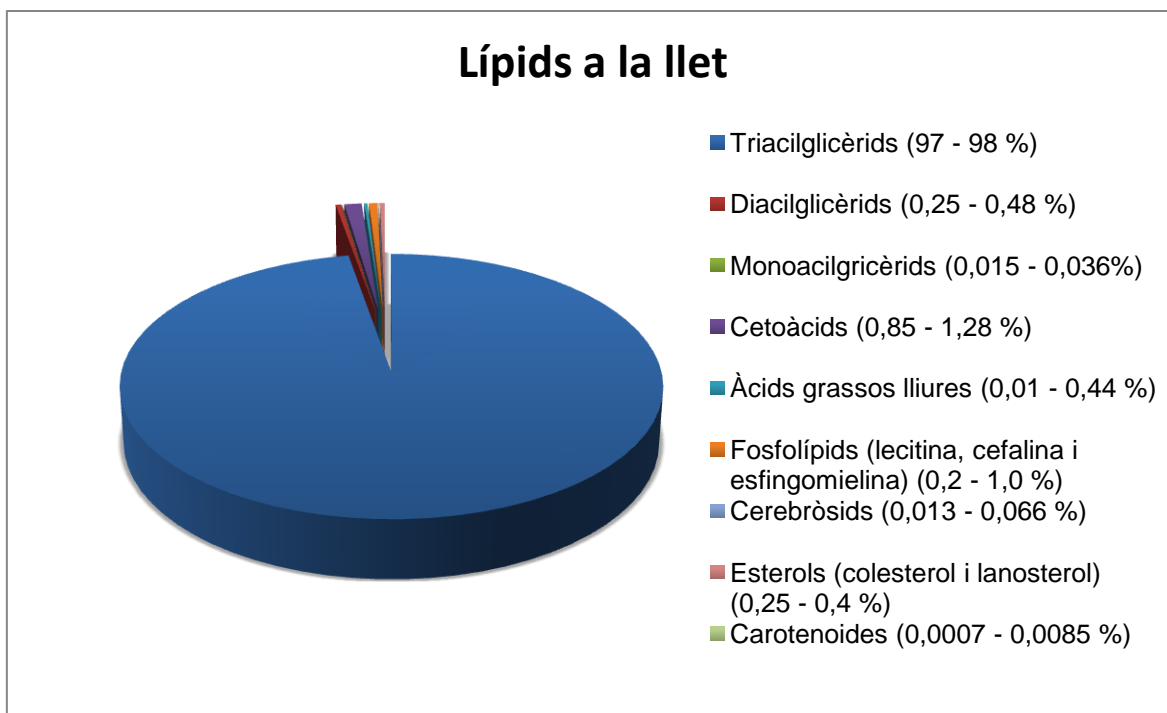


Els símptomes d'aquest síndrome són: distensió abdominal, flatulència, nàusees i diarrea depenent de la quantitat de lactosa que la persona toleri. No hi ha cap tractament per produir més lactasa, l'únic que es pot fer, és fer una dieta exempta de lactosa en la qual, per tant, no calgui digerir-la i no ocasioni molèsties.

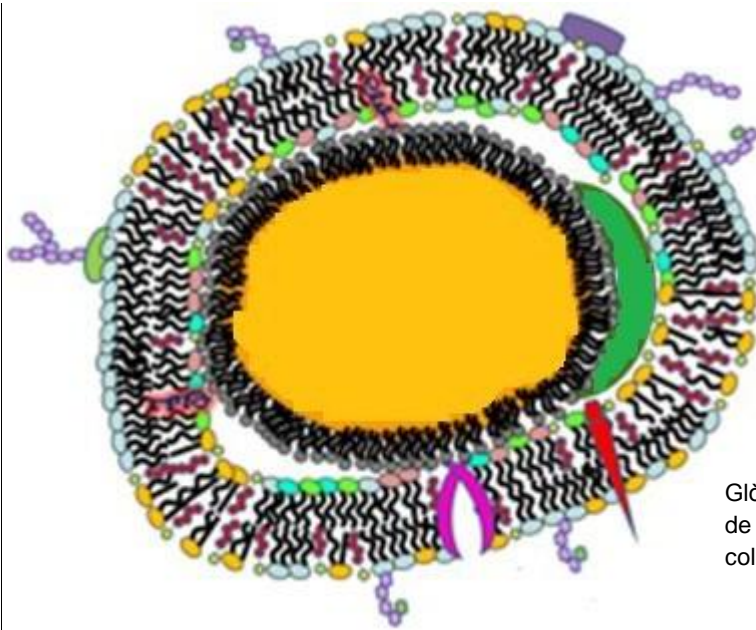
1.2 Lípids

Depenent de la raça de vaca o dels tractaments alimentaris que es duiguin a terme a la llet, aquesta pot contenir des d'un 2,8 - 3,5 % fins a un 5 - 6 % de lípids.

Els lípids de la llet els constitueixen els triglicèrids d'un 97 a un 99 % i la resta són fosfolípids i esterols (especialment colesterol) entre altres.

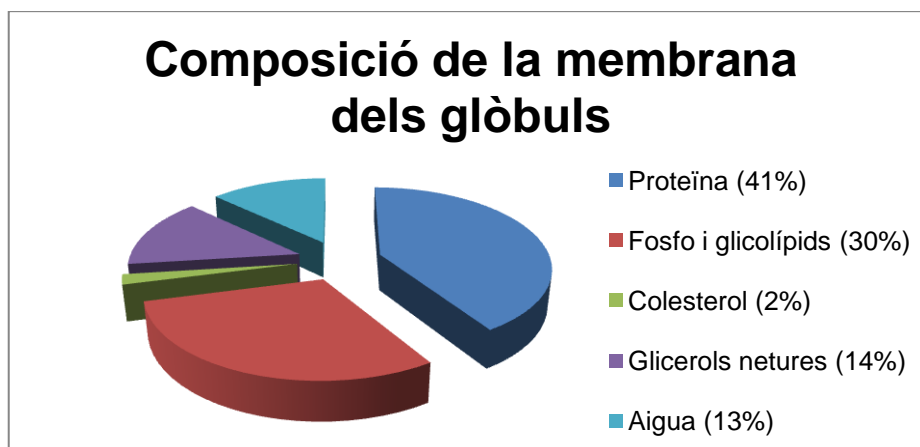


Els lípids es troben formant petits glòbuls suspesos en aigua. Cada glòbul té un diàmetre que mesura entre 0.1-1.5 μm i 10-15 μm , però és més freqüent trobar-ne d'inferiors a 4 μm . Aquestes estructures es troben envoltades d'una membrana de fosfolípids que eviten que els glòbuls s'aglutinin entre si repel·lint altres glòbuls i atraient aigua. Això és possible ja que es formen micel·les. El grup carboxil o part polar de la molècula és lipòfob (repel·leix els lípids i atreu l'aigua) i per tant se situa mirant cap enfora a la micel·la, en canvi, la cadena hidrocarbonada de l'àcid gras que és apolar o lipòfila se situa cap a l'interior atraient els triglicèrids de l'interior. Aquesta membrana té una amplada d'uns 8 o 9 nm i constitueix el 2 % de la massa total del glòbul.



Glòbul lipídic on s'observa l'estructura de la membrana i la respectiva col·locació dels fosfolípids.

Sempre que aquesta estructura es trobi intacta, la llet es mantindrà com una emulsió. Envoltant els glòbuls hi trobem una membrana formada bàsicament per lípids polars (com els mono i diglicèrids), àcids grassos lliures, esterols i fosfolípids. La immensa majoria de tots els fosfolípids que conté la llet es troben en aquesta membrana. El 90% d'aquest últim tipus de lípids el formen la lecitina i l'esfingomielina. A la membrana també hi podem trobar glicolípid, colesterol, lipoproteïnes i altres proteïnes (especialment enzims com la xantina oxidasa, l'acetil colinesterasa i fosfatases alcalina i àcida), aigua i glicerols neutres.



Els àcids grassos que trobem als glòbuls de la llet, com tots els àcids grassos, consisteixen en una llarga cadena hidrocarbonada amb un grup carboxil (-COOH) en un extrem. Els dels glòbuls en particular poden ser saturats si no tenen cap doble enllaç a la cadena, monoinsaturats si en tenen un, o poliinsaturats si en tenen més d'un.

Els àcids grassos que formen els glòbuls provenen de l'activitat microbiana del rumen i del seu posterior transport a la sang i limfa, o de la síntesi a les cèl·lules secretores.

El rumen és el primer dels quatre estómacs dels remugants (com la vaca en aquest cas) i la seva funció principal és l'acumulació de l'aliment. En aquest estómac, hi viuen en simbiosi amb la vaca, una abundant flora microbiana formada per bacteris anaerobis i protozous. Aquests microorganismes són capaços de segregar l'enzim cel·lulasa, que degrada la cel·lulosa vegetal i la converteix en àcids orgànics fàcilment absorbibles, procés que no pot dur a terme la vaca per si sola. Aquest procés s'anomena fermentació i durant aquest, la població de microorganismes ja esmentada fermenta els glúcids per produir energia, gasos com el metà (CH₄) i el diòxid de carboni (CO₂), calor i àcids. Els àcids grassos doncs, són un dels productes finals de la fermentació i són absorbits a través de la paret del rumen. Per tant, aquests àcids grassos aniran a parar a la sang i limfa i una part seran repartits per totes les cèl·lules de la vaca, i l'altra anirà a parar a la mamella. No obstant això, aquests àcids grassos només representaran la meitat dels àcids grassos que trobarem als glòbuls de la llet i que provindran de la dieta de la vaca. L'altra meitat serà sintetitzada per les cèl·lules secretores de la mamella.

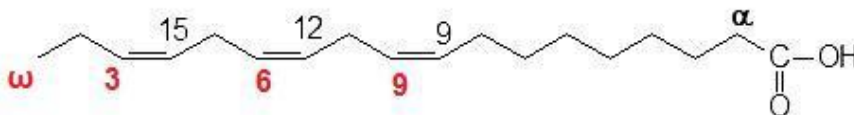
Els àcids grassos més comuns són els que trobem en les taules següents segons si són saturats, monoinsaturats o poliinsaturats:

ÀCIDS GRASSOS SATURATS (sense cap doble enllaç)		
NOM COMÚ	ESTRUCTURA	EXPLICACIÓ DE L'ESTRUCTURA
Àcid butíric	4:0 ³	Té 4 carbonis en la seva estructura molecular.
Àcid caproic	6:0	Té 6 carbonis en la seva estructura molecular.
Àcid caprílic	8:0	Té 8 carbonis en la seva estructura molecular.
Àcid càpric	10:0	Té 10 carbonis en la seva estructura molecular.
Àcid làuric	12:0	Té 12 carbonis en la seva estructura molecular.
Àcid mirístic	14:0	Té 14 carbonis en la seva estructura molecular.
Àcid palmític	16:0	Té 16 carbonis en la seva estructura molecular.
Àcid esteàric	18:0	Té 18 carbonis en la seva estructura molecular.
Àcid araquídic	20:0	Té 20 carbonis en la seva estructura molecular.

³ El 0 significa que no hi ha cap doble enllaç.

ÀCIDS GRASSOS MONOINSATURATS (amb un doble enllaç)		
NOM COMÚ	ESTRUCTURA	EXPLICACIÓ DE L'ESTRUCTURA
Àcid oleic	18:1 n-9 o 18:1 ω -9	Té 18 carbonis en la seva estructura molecular i hi ha un doble enllaç al carboni número 9.

ÀCIDS GRASSOS POLIINSATURATS (amb més d'un doble enllaç)		
NOM COMÚ	ESTRUCTURA	EXPLICACIÓ DE L'ESTRUCTURA
Àcid linoleic	18:2 n-6 o 18:2 ω -6 o 18:2 Δ 9,12 (si comencem a comptar des de l'extrem carboxil ⁴)	Té 18 carbonis en la seva estructura molecular i hi ha dos dobles enllaços, un al carboni número 6 començant a comptar des del carboni omega (ω) o extrem metil (CH ₃) i l'altre després de 3 carbonis.
Àcid linolènic	18:3 n-3 o 18:3 ω -3 o 18:3 Δ 9,12,15 (si comencem a comptar des de l'extrem carboxil)	Té 18 carbonis en la seva estructura molecular i hi ha tres dobles enllaços, un al carboni número 3 començant a comptar des del carboni omega (ω) o extrem metil (CH ₃), l'altre després de 3 carbonis i l'últim després de 3 carbonis més.
Àcid araquidònic	20:4 n-6 o 20:4 ω -6 o 20:4 Δ 5,8,11,14 (si comencem a comptar des de l'extrem carboxil)	Té 20 carbonis en la seva estructura molecular i hi ha 4 dobles enllaços, un al carboni 6 començant a comptar des del carboni omega (ω) o extrem metil (CH ₃), i els tres següents separats per 3 carbonis cada un.



Exemple: àcid linolènic

⁴ Posició α .

Els àcids omega 3 ($\omega 3$) i omega 6 ($\omega 6$) són els àcids grassos poliinsaturats els quals tenen el primer doble enllaç al carboni 3 o 6 respectivament començant pel carboni omega (ω) o grup metil (CH_3). Són essencials pel nostre organisme però no poden ser sintetitzats per aquest, per tant s'han d'obtenir a través de la dieta i s'anomenen àcids grassos essencials (AGE). En canvi, els que no són essencials són els àcids grassos saturats i monoinsaturats, ja que els pot obtenir l'organisme a partir de les proteïnes, els alcohols i els glúcids. Els àcids grassos essencials són el linoleic ($\omega 6$) i el linolènic ($\omega 3$). Quan ja són a l'organisme, es poden convertir en àcids grassos poliinsaturats com l'àcid araquidònic, l'eicosapentenoic (EPA) i l'àcid docosahexanoic (DHA). Són molt útils i beneficiosos en l'adaptació materna durant la gestació i la lactància, milloren la defensa immunològica, faciliten el desenvolupament psicomotor i del cervell i promouen la disminució de la concentració de triglicèrids a la sang i una disminució de la pressió arterial, ajuden al manteniment de les membranes cel·lulars i l'absorció i el transport de les vitamines liposolubles (A, D, E i K). També ajuden a produir prostaglandines, un tipus de lípids els quals la seva molècula bàsica és el prostanoat, que regulen molts processos que es duen a terme a l'organisme, com per exemple, la inflamació, la coagulació de la sang i el tancament de ferides i ajuden a la regulació de l'aparell reproductor femení i a la iniciació del part.

Els àcids grassos omega 3 en particular poden prevenir moltes malalties: malalties cardiovasculars, ja que prevenen les arítmies, redueixen els nivells de triglicèrids a la sang, impedeixen el creixement de plaques arterioscleròtiques,⁵ redueixen la inflamació i també la pressió arterial, etc; morts sobtades per parades cardíques; càncers, perquè protegeixen l'organisme contra l'aparició d'alguns càncers (com el de colon, el de pròstata o el de mama) a l'impedir el creixement de les cèl·lules cancerígenes, eviten que aquestes cèl·lules facin metàstasi i es reproduïen en alguna altra part de l'organisme i, a més faciliten els objectius de la quimioteràpia perquè alteren les membranes d'aquestes cèl·lules perjudicials; l'artritis reumatoide, ja que aquests àcids redueixen el nombre d'articulacions adolorides i redueixen la rigidesa matinal; depressió i trastorn bipolar, ja que s'ha comprovat en diferents estudis, que persones que tenen aquests trastorns tenen nivells més baixos de $\omega 3$ a la sang, i que en administrar-los dosis

⁵ Capa que es forma a l'interior de les artèries quan unes proteïnes estimuladores, atreuen altres cèl·lules i lípids intra-vasculars cap a elles, els quals s'acumularan dins i fora d'aquestes cèl·lules. Per tant, hi haurà una gran acumulació de lípids i una important proliferació cel·lular. Aquesta capa és causant d'una malaltia anomenada arteriosclerosi.

d'aquest àcid milloren i no tenen tants símptomes; i problemes a la pell com èczemes i psoriasis,⁶ perquè aquests àcids actuen millorant les condicions de la pell.

Els àcids grassos omega 6 tenen propietats beneficioses per a l'aparell circulatori, eviten la caiguda del cabell, tenen propietats antiinflamatòries, eviten l'osteoporosi, poden ser útils en algunes malalties oculars i amb problemes d'hipertensió arterial i malalties cardiovasculars.

No obstant això, hi ha un problema, la quantitat ingerida d'omega 3 i d'omega 6 ha de ser proporcional, però amb les dietes actuals no es manté la relació correcta. Avui en dia es consumeixen de deu a vint parts d'omega 6 per cada part d'omega 3 (10-20:1), quan la relació proporcional saludable i la que permet que aquests àcids grassos tinguin els beneficis esmentats anteriorment, és d'una a quatre parts d'omega 6 per cada part d'omega 3 (1-4:1). La seva deficiència a l'organisme és causant de deshidratació dèrmica, caiguda del cabell, problemes respiratoris i al fetge, anèmies i infeccions.

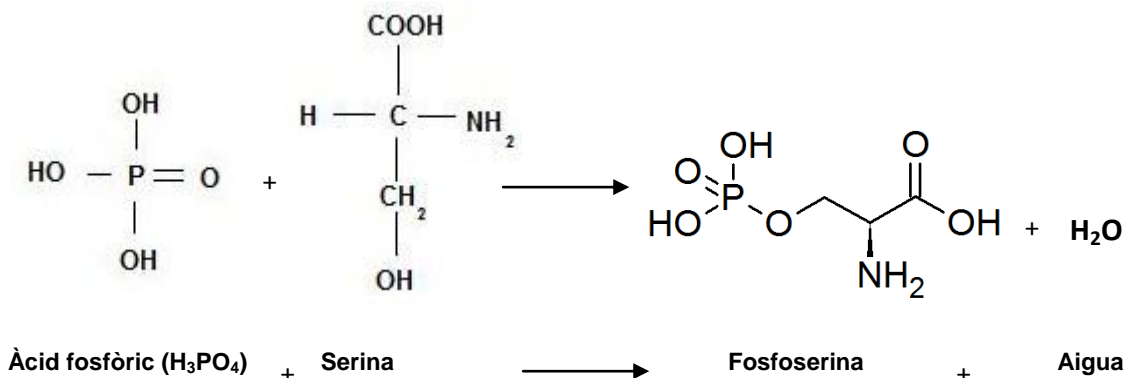
⁶ Dermopatia crònica caracteritzada per la presència de lesions eritematoses de mides diverses, arrodonides i circumscrites, recobertes per escates de color blanquinós. (Definició trobada a www.enciclopedia.cat)

1.3 Proteïnes

Podem dividir les proteïnes de la llet en tres grups: les caseïnes, les proteïnes del sèrum de la llet i finalment, petites quantitats de proteïnes que constitueixen les membranes dels glòbuls de lípids, enzims i immunoglobulines, però explicarem en detall la més coneguda, la caseïna.

1.3.1 Caseïna

La caseïna és la proteïna principal i més coneguda de la llet i representa un 80% de les proteïnes totals. Està constituïda per un conjunt de polipèptids sintetitzats a la glàndula mamària de la vaca. Pertany al grup de les heteroproteïnes i dins d'aquesta classificació a les fosfoproteïnes. És una heteroproteïna perquè a l'estructura proteica hi té units grups no proteics (grups prostètics). En el cas de la caseïna, el grup prostètic és l'àcid fosfòric H_3PO_4 que s'uneix a algunes serines⁷ formant d'aquesta manera un èster.⁸



La caseïna es troba formant micel·les, una estructura que estudiarem a l'apartat 1.3.2. Aquesta proteïna de la llet precipita quan es troba en un pH 4,6 a 20°C de temperatura. El pH normal de la llet és de 6,7 – 7. En canvi, la precipitació de les caseïnes per l'efecte de la calor, només s'obté a temperatures molt elevades, ja que al no tenir una estructura secundària i terciària ben definides, difícilment es desnaturalitzen. L'estabilitat de les caseïnes es pot veure afectada per pH de valors baixos o per la presència de cations divalents⁹ com l'ió calci (Ca^{2+}).

⁷ Aminoàcid polar sense càrrega.

⁸ Compost orgànic resultat de la unió d'un radical orgànic que substitueix a un o més hidrògens en un àcid oxoàcid.

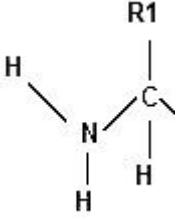
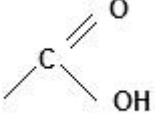
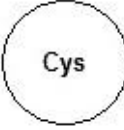
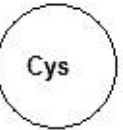
⁹ Àtoms d'un element els quals han perdut dos electrons.

Totes les caseïnes tenen variants genètiques depenent sobretot de la raça de vaca de la qual vinguin. Aquestes variants consisteixen en la substitució d'alguns aminoàcids de la seqüència de la seva estructura primària o per deleció.¹⁰

La fracció caseïnica de la llet està formada per diferents caseïnes, anomenades: caseïna α_{s1} , caseïna α_{s2} , caseïna β , caseïna κ i caseïna γ .

Proteïna	Característiques i propietats
caseïna α_{s1}	<ul style="list-style-type: none"> - Proteïna majoritària a la llet de vaca. - Té 199 aminoàcids i 8 o 9 fosfoferines. - Alt contingut de prolina (17 prolines) que es distribueix regularment al llarg de la cadena polipeptídica i que impedeix que es formin estructures organitzades com l'estructura secundària i terciària. - Si hi ha 8 fosfoferines, 7 se situen entre les posicions 42 i 80, i també hi trobem 12 grups carboxil (COOH) addicionals. Aquest fet provoca que aquesta zona tingui una càrrega negativa i sigui extremadament polar. - A part d'aquesta zona tan polar, també trobem 3 zones hidrofòbiques (dos de les quals estan situades als extrems de la proteïna): de l'aminoàcid 1 al 41, del 90 al 113 i del 132 al 199. - Els aminoàcids del 100 al 199 com que són apolars (hidrofòbics) són els responsables de l'associació amb altres molècules de caseïna. No obstant això, aquesta associació es veu limitada pels grups fosfats de les fosfoferines. - És sensible al Ca^{2+}, ja que amb la concentració normal a què es troba el calci a la llet, la caseïna α_{s1} forma una sal càlcica insoluble. - A la variant A li falten els aminoàcids del 14 al 26, la variant C té glicina en lloc d'àcid glutàmic a l'aminoàcid 192 i la variant D té una fosfotreonina en lloc d'una alanina a l'aminoàcid 53.
caseïna α_{s2}	<ul style="list-style-type: none"> - Té 207 aminoàcids i com a màxim 12 fosfoferines i una fosforilació en una treonina (fosfotreonina). - És més hidrofílica que la caseïna α_{s1} amb tres regions dotades de càrrega negativa. Una d'aquestes regions la trobem a l'extrem N-inicial (es reconeix perquè té el grup amino (NH_2^-) lliure) ja que conté grups aniònics al voltant. En canvi, a l'extrem C-terminal (es reconeix perquè té el grup carboxil ($-COOH$) lliure) s'hi troben grups catiònics, és a dir, de

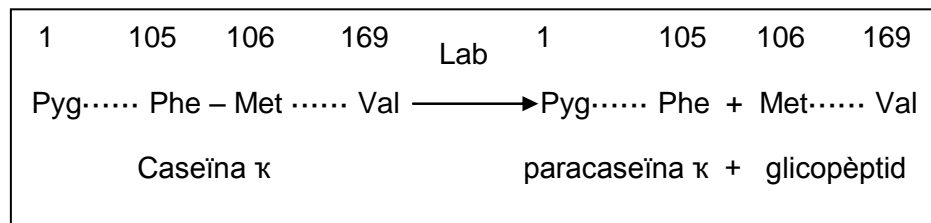
¹⁰ Eliminació d'un o més aminoàcids.

	<p>càrrega positiva, al seu voltant.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Extrem N-inicial</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Extrem C-terminal</p> </div> </div> <p>- Té un pont disulfur entre les cisteïnes que ocupen les posicions 36 i 40 de la seqüència d'aminoàcids de l'estructura primària. Un pont disulfur és un enllaç fort de tipus covalent.</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="text-align: center; margin-right: 20px;"> <p>36</p>  </div> <div style="text-align: center; margin-right: 20px;"> <p>S — S</p> </div> <div style="text-align: center; margin-right: 20px;"> <p>40</p>  </div> <div style="margin-left: 20px;"> <p>Pont disulfur entre les caseïnes 36 i 40.</p> </div> </div> <p>- També és sensible al Ca^{2+}, i precipita més fàcilment que la caseïna α_{s1}.</p>
<p>caseïna β</p>	<p>- Té 209 aminoàcids i 5 fosfoferines localitzades als aminoàcids de l'1 al 40.</p> <p>- És la caseïna més hidrofòbica.</p> <p>- Hi podem diferenciar dues zones molt diferents, ja que consta d'un "cap polar" i d'una "cua apolar". L'extrem N-inicial és hidrofílic, ja que s'hi concentren els aminoàcids més polars i totes les fosfoferines. En canvi, l'extrem C-terminal és hidrofòbic.</p>
<p>caseïna κ</p>	<p>- Té 169 aminoàcids i només una fosfoferina.</p> <p>- Té dos cisteïnes.</p> <p>- Normalment es troba en forma de trímer¹¹ o oligòmer¹² superior, per tant és probable que s'hi formin ponts disulfur.</p> <p>- És l'única caseïna que té algunes de les seves molècules glicosilades, és a dir, hi té glúcids units a la seqüència proteica. Aquests glúcids poden ser trisacàrids o bé tetrasacàrids. Normalment s'uneixen als aminoàcids de treonina que ocupen les posicions 131, 133 o 135.</p> <p>- Té una estructura bastant diferent a les altres caseïnes, ja que és més petita i està molt poc fosforilada (només té una fosfoferina). Això fa que no precipiti amb el Ca^{2+} com les caseïnes anteriors, sinó que hi sigui</p>

¹¹ Unió de tres molècules simples, en aquest cas de tres molècules proteíniques de caseïna κ .

¹² Polímers formats per menys de deu molècules simples (menys de deu monòmers).

soluble en presència d'aquest a les concentracions en que es troba normalment a la llet. A més, fa possible que les altres caseïnes quedin protegides de la precipitació. D'aquesta manera es mantenen estables les micel·les de caseïna. No obstant, si afegim quall¹³ a la llet, l'enzim labferment (Lab) ataca i separa l'enllaç peptídic ...Phe¹⁰⁵-Met¹⁰⁶..., és a dir, l'enllaç de fenilalanina i metionina que ocupen les posicions 105 i 106 respectivament. Com a causa d'aquesta divisió es forma paracaseïna κ i un glicopèptid¹⁴. Aquest procés s'anomena proteòlisi.



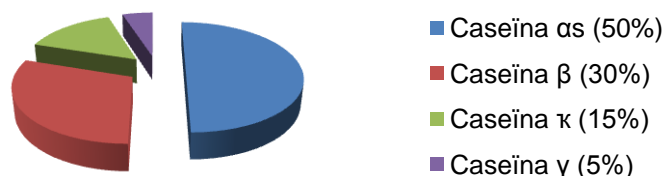
Procés realitzat per l'enzim labferment quan s'afegeix quall a la llet. A la il·lustració s'hi pot veure el primer aminoàcid (Pyg¹⁵) i l'últim (Val).

En conseqüència, en presència de Ca²⁺, el glicopèptid és soluble, contràriament, la paracaseïna κ precipita. Per aquest motiu, la caseïna κ al desaparèixer, la seva acció protectora amb les altres caseïnes que precipiten desapareix, i es produeix la precipitació de tota la caseïna i de les micel·les d'aquesta.

caseïna γ

- Aquestes proteïnes són el resultat d'una degradació de les caseïnes β gràcies a la plasmina, una proteïnasa de la llet. Una proteïnasa és un tipus de proteasa, és a dir, una hidrolasa (enzim que trenca els enllaços entre molècules orgàniques o biomolècules) que catalitza (accelera) l'obertura de l'enllaç peptídic. La llet té plasmina però no tota la caseïna β es degradarà a caseïna γ.

Caseïnes a la llet



¹³ Substància que s'extreu del quart estómac de la vaca i que conté diferents enzims. S'utilitza per a la fabricació de formatges.

¹⁴ Cadena curta d'aminoàcids amb molècules de glúcids adherides.

¹⁵ Àcid piroglutàmic.

1.3.2 Micel·les de caseïna

Les caseïnes de la llet es troben organitzades en micel·les, estructures que formen un sistema col·loïdal¹⁶ molt estable. Les micel·les de caseïna tenen una estructura sòlida, porosa, molt voluminosa i esponjosa, i estan molt hidratades, ja que tenen al voltant uns 3,7 g d'aigua aproximadament per gram de proteïna. Es troben disperses en un medi aquós i tenen un diàmetre de 50 a 300 nm (són més petites que els glòbuls lipídics) dependent, com veurem més tard, de la quantitat de caseïna κ disponible. Aquestes estructures són el resultat de l'agregació i associació dels diferents tipus de caseïnes.

Estan formades pels quatre principals tipus de caseïna (α_{s1} , α_{s2} , β i κ), tot i que també hi podem trobar caseïnes minoritàries com la caseïna γ . Les caseïnes representen el 92% de la composició de la micel·la. Una micel·la típica conté aproximadament unes $2 \cdot 10^4$ molècules de caseïna. No obstant això, també estan formades per sals i conformen el 8% restant. La principal sal que contenen és el fosfat de calci, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, que segons alguns models serveix d'enllaç dins les micel·les. Els monòmers de caseïna es mantenen units entre si per: enllaços hidròfobs, enllaços hidrostàtics (principalment ponts de calci o de fosfat càlcic entre fosfoserines i àcids glutàmics) i ponts d'hidrogen.

La base per a la formació de micel·les estables a la llet la trobem a la principal característica de la caseïna κ : té la propietat d'evitar que les caseïnes sensibles al Ca^{2+} (α_{s1} , α_{s2} i β) precipitin, de tal manera que siguin solubles davant la presència d'aquest ió.

Les micel·les de caseïna es poden desestabilitzar per l'acidesa (pH), per la concentració de sals, per la temperatura o per la proteòlisi de la caseïna κ (procés descrit a l'apartat 1.3.1). Referent al pH, una disminució d'aquest pot provocar el trencament dels enllaços del fosfat amb el Ca^{2+} , com a causa de la reducció d'ionització dels fosfats. Aquesta reducció es produeix perquè si el pH disminueix significa que hi ha més H^+ lliures, per tant, l'àcid fosfòric (H_3PO_4) no ionitza els seus tres hidrògens en H^+ , perquè ja n'hi haurà suficient al medi, i d'aquesta manera no es pot formar el fosfat de calci. Això produirà la desestabilització de la micel·la segons els models que creuen que el fosfat de calci serveix d'enllaç dins les micel·les.

¹⁶ En un sistema col·loïdal, els components dispersos tenen diàmetres entre 1 i 100 nm, aproximadament. Per tant, no podem veure'ls a ull nu, sinó que hem d'utilitzar un microscopi anomenat ultramicroscopi.

1.3.2.1 Models estructurals de les micel·les

Durant les últimes cinc dècades l'estructura de les micel·les de caseïna ha estat molt estudiada. Tot i així, encara no se'n sap amb total seguretat quina és exactament. Diversos científics han aportat diferents models per a aquesta estructura i els podem dividir en tres grups: els models de nucli i escorça, els models de subunitats i finalment, els models d'estructura interna.

1.3.2.1.1 Models de nucli i escorça

Els científics a favor d'aquest model pensen que la micel·la de caseïna és una partícula esfèrica amb una gran estabilitat dins la dispersió que està formada per un centre intern i hidrofòbic de proteïnes (nucli) rodejades per una capa amfipàtica (escorça) on les proteïnes són diferents de les del nucli.

Dos dels models de nucli i escorça expliquen que el nucli està format per les caseïnes α_{s1} , α_{s2} i β i l'escorça és una capa superficial de caseïna κ . La diferència entre un model i l'altre és l'organització interna del nucli. En el primer model les caseïnes s'organitzen de manera que tenen una espiral carregada que conté fosfat, i el segon el nucli consisteix en una zona densa que conté molècules de caseïna α_{s1} unides a una xarxa poc tensa o fluixa de caseïna β .

Contràriament, un altre model diu que la caseïna κ es troba al nucli, i no a l'escorça.

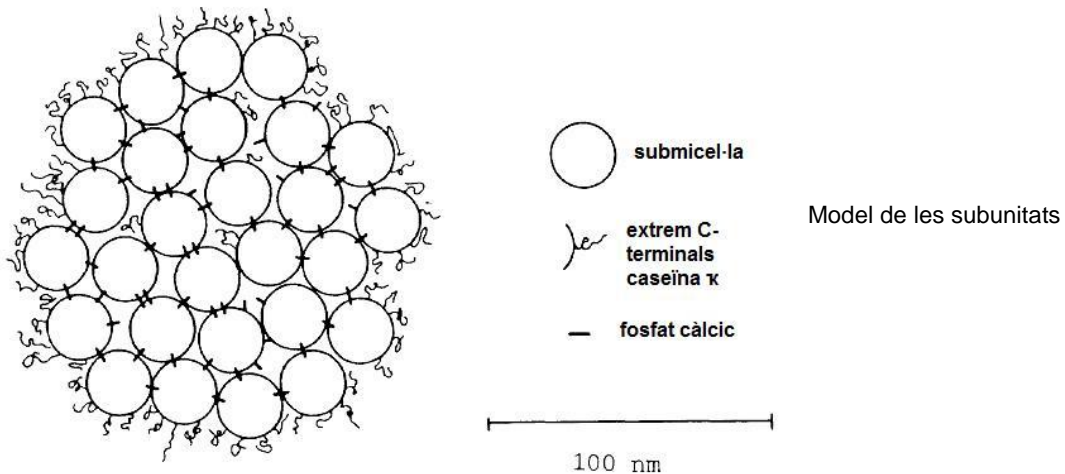
1.3.2.1.2 Models de subunitats

El model de subunitats és un dels més acceptats. Segons aquest model, les micel·les estan constituïdes per unitats més petites anomenades submicel·les. Aquestes estructures més petites contenen de 20 a 30 monòmers diferents de caseïna i estan unides a altres submicel·les mitjançant ponts de fosfat càlcic. Si eliminéssim el calci de la llet, les micel·les es desintegrarien i en quedarien les submicel·les. Existeixen dos tipus de submicel·les: unes estan formades per caseïnes α_s i β i les altres per caseïnes α_s i caseïnes κ . Aquests 20-30 monòmers es mantenen units gràcies a les interaccions hidrofòbiques o apolars que s'estableixen entre ells.

Les molècules que contenen caseïna κ es disposen a la superfície de les submicel·les, de manera que els seus extrems C-terminals surten d'una manera característica en diferents punts de la superfície, com si fossin pèls. D'aquesta manera s'evita l'agregació en

aquests punts. L'agregació de les submicel·les es produirà fins que tota la superfície de les micel·les que s'estan formant estigui coberta de caseïna κ , i per tant, mostri una repulsió contra les altres micel·les. Tot i així, també trobem una petita quantitat de caseïna κ a l'interior de la micel·la.

Quan la caseïna κ ja ocupa una superfície suficient per evitar que les caseïnes sensibles al calci precipitin, la micel·la deixa de créixer. Per tant, com més quantitat de caseïna κ hi hagi disponible, més petites són les caseïnes.



1.3.2.1.3 Models d'estructura interna

Aquests models consideren la micel·la de caseïna com una xarxa de proteïnes, tridimensional, porosa i mineralitzada.

1.3.2.1.4 Models de Holt i de Horne

Tots dos neguen i rebutgen el concepte de submicel·la i consideren més correctes els models d'estructura interna.

2. El calci

El calci és un metall que es troba al grup 2 i al període 4 de la taula periòdica i que es simbolitza amb el símbol Ca.

És el mineral més abundant del cos humà, ja que representa d'un 1.5 a un 2 % del pes corporal i es troba principalment als ossos i a les dents, però també als músculs, a la sang i a la pell. És molt important, ja que és el responsable de moltes funcions fisiològiques. La funció més important és la de la construcció dels ossos juntament amb el magnesi i el fòsfor. Ingerir-ne aporta nombrosos beneficis per l'organisme, així com: protegir de l'osteoporosi, malaltia en la qual la massa òssia es redueix; ajudar a la salut dental, ja que forma l'esmalt de les dents i els dona duresa, les conserva i prevé la càries; també és un tranquil·litzant natural perquè serveix per induir la son; ajuda a disminuir la tensió arterial i el colesterol; també participa en la transmissió de l'impuls nerviós i intervé en la permeabilitat de la membrana; és necessari per a la formació de coàguls sanguinis; prevé el càncer de colon; manté la pell en bon estat i salut perquè permet reforçar una barrera epidèrmica forta que redueix o alenteix l'envelliment de la pell; ajuda a l'assimilació de la vitamina B12; etc.

Dins de l'organisme el podem trobar bàsicament de tres maneres diferents: com a ió calci (Ca^{2+}), per exemple intervenint en la contracció dels músculs i la coagulació de la sang; formant part d'altres molècules; o precipitat formant així l'esquelet ossi.

2.1 Els ossos

Els ossos són cadascuna de les peces que formen l'esquelet humà i de tots els vertebrats. Aproximadament, al nostre cos, existeixen 206 ossos que formen el nostre esquelet i estan distribuïts de la següent manera: al cap en tenim 28, al tronc 52, a les extremitats superiors 64 i a les inferiors 62.

Les principals funcions de l'esquelet són donar forma al cos i suportar tot el seu pes; protegir òrgans vitals, per exemple, el crani protegeix el cervell, les costelles i l'estèrnum el cor i els pulmons i la pelvis a l'úter i als ovaris; reservar una sèrie de minerals (especialment calci i fòsfor) necessaris per a la contracció muscular i moltes altres funcions, i alliberar-los a la sang quan són necessaris per tal de distribuir-los a altres parts de l'organisme; contenir les cèl·lules precursors als glòbuls vermells de la sang; i

permetre el moviment gràcies a les articulacions i als músculs, ja que sense aquests el cos no es podria moure i seria una estructura rígida.

2.1.1 Estructura dels ossos

Abans d'entendre la importància que té el calci i altres minerals com el magnesi i el fòsfor pels ossos, primer hem de conèixer la seva estructura, fet que també ens permetrà entendre millor l'osteoporosi i altres malalties relacionades amb la quantitat de calci als ossos.

Els ossos estan formats per teixit ossi, cartílags,¹⁷ medul·la òssia i el periosti o membrana que rodeja els ossos, elements dels que parlarem al llarg del punt. També consta de vasos sanguinis, nervis i teixits com l'hematopoètic i l'adipós (medul·la òssia).

Es classifiquen en cinc grups segons la grandària i la forma: llargs (fèmur, tíbia, húmer, radi), curts (carpians, tarsians), plans (costelles, estèrnum, crani, omòplats), irregulars (vèrtebres) i sesamoides (ròtula i petits ossos arrodonits situats dins de diversos tendons d'algunes articulacions del cos).

Segons la seva estructura es classifiquen en dos grups més: els ossos compactes o corticals i els esponjosos, depenent de si el teixit ossi té un aspecte massís o amb espais oberts respectivament.

Per entendre l'estructura dels ossos ens centrarem principalment en els ossos llargs. Consten de diferents parts, que són les següents:

- Diàfisi: és el cos dels ossos llargs de forma cilíndrica i allargada que uneix els dos extrems d'aquest.
- Epífisi: cada un dels extrems d'un os llarg units per la diàfisi.
- Metàfisi: unió de la diàfisi amb l'epífisi mitjançant teixit ossi en els adults i teixit cartilaginós en els cossos en procés de desenvolupament.
- Cartílag articular: és una fina capa de cartílag que es troba a l'epífisi, allà on s'articula amb un altre os, per tal de reduir la fricció i absorbir xocs i vibracions.

¹⁷ Qualsevol de les peces formades per teixit cartilaginós, és a dir, estructures semisòlides que serveixen per esmorteir els cops al caminar i quan saltem, per acomodar els còndils femorals a les cavitats glenoides de la tíbia, per prevenir el desgast per fregament i, per tant, per permetre i fer possibles els moviments de les articulacions.

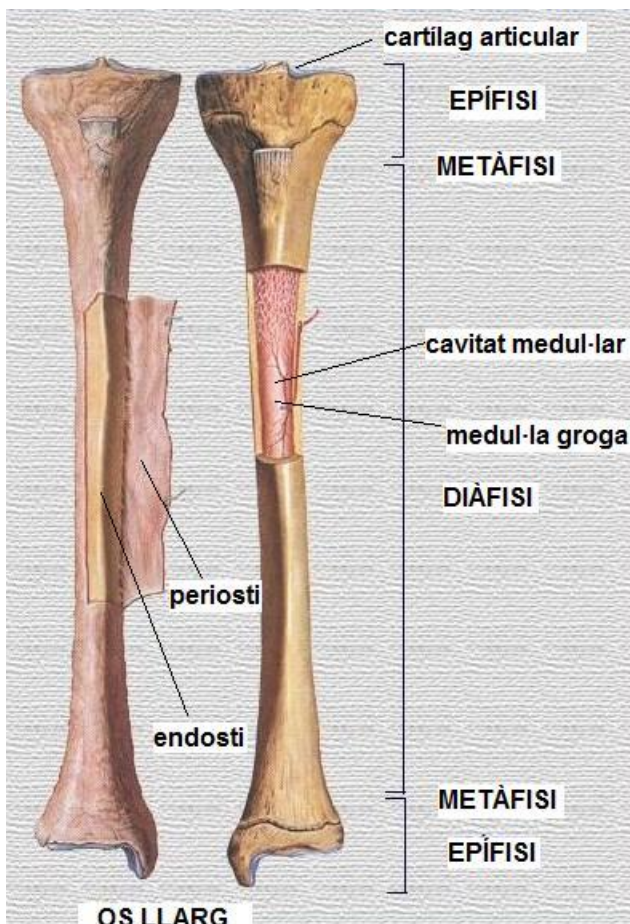
- **Periosti:** és la membrana fibrosa, de teixit connectiu, que recobreix els ossos excepte allà on hi ha el cartílag articular i els punts d'inserció dels tendons i dels lligaments. Conté vasos sanguinis i nervis que nodreixen l'os i li donen sensibilitat respectivament. Consta de dos capes:

- Capa externa: és fibrosa i conté els vasos sanguinis, limfàtics i els nervis que passen a l'os.

- Capa interna o osteogènica: conté cèl·lules òssies de diferents tipus, fibres elàstiques i vasos sanguinis.

- **Cavitat medul·lar:** espai cilíndric que es troba a la part central de la diàfisi que en els adults conté la medul·la òssia groga i en les persones en procés de desenvolupament la vermella que amb l'edat es va transformant en groga.

- **Endosti:** és la membrana fina del teixit connectiu que recobreix la superfície de la cavitat medul·lar de l'os i que conté les cèl·lules osteoprogenitores.

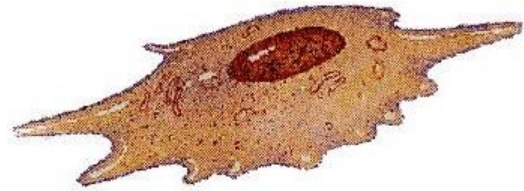


Esquema de l'estructura d'un os llarg.

2.1.1.1 La matriu òssia

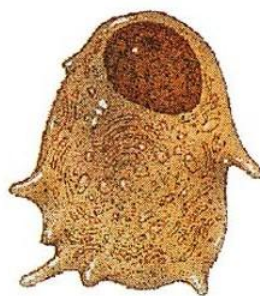
Com altres teixits conjuntius, el teixit ossi consta d'una matriu (substància intersticial calcificada que constitueix la massa de l'os) formada per un 25% d'aigua, un 25% de proteïnes i un 50% de sals minerals. A més, també s'hi troben quatre tipus de cèl·lules:

- Cèl·lules osteoprogenitores: són cèl·lules no especialitzades derivades del mesènquima, el teixit del qual deriven tots els teixits conjuntius. Es troben a la capa interna de periosti, a l'endosti i als canals de l'os que contenen els vasos sanguinis. A partir d'aquestes cèl·lules es produeixen els osteoblasts i els osteòcits.



Cèl·lules osteoprogenitores

- Osteoblasts: són les cèl·lules responsables de la formació i organització de la matriu extracel·lular de l'os i de la seva mineralització posterior. Formen una capa a les superfícies dels ossos en creixement. Part de les seves membranes es troben en contacte a l'osteoid¹⁸, àrea on té lloc la calcificació. El principal producte que produeixen els osteoblasts és el col·lagen de tipus I¹⁹ que constitueix el 90% de les proteïnes dels ossos. També produeixen altres proteïnes com l'osteocalcina i glicoproteïnes fosforilades.

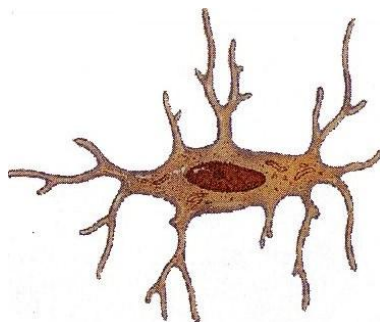


Osteoblast

¹⁸ Teixit ossi en formació que encara ha experimentat la impregnació de sals càlciques.

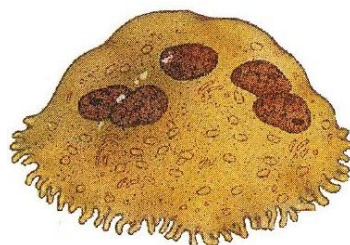
¹⁹ La seva funció és la de resistència a l'estirament. Està format per l'agrupació de fibril·les estriades de 20 a 100 nm de diàmetre que formen fibres col·làgenes més grans. Les seves subunitats majors estan constituïdes per cadenes α de dos tipus, que es diferencien lleugerament en la seva composició d'aminoàcids i la seva seqüència.

- Osteòcits: són un tipus de cèl·lules resultants del tant per cent d'osteoblasts que queden atrapats a la matriu passant a ser osteòcits. No segreguen materials de la matriu òssia i la seva funció és la de mantenir les activitats cel·lulars del teixit ossi com l'intercanvi de nutrients i productes de rebuig. Això és possible ja que els osteòcits estan interconnectats mitjançant un sistema de petits canalicles (conductes petits). Els osteòcits passen per varies fases de maduració fins que queden completament envoltats per la matriu. Finalment, degeneren tot i que no se sap ben bé per què.



Osteòcit

- Osteoclasts: són cèl·lules multinucleades (tenen més d'un nucli) d'una gran mida que es troben a les superfícies òssies associades a la matriu. Es formen a partir de la fusió de monòcits (un tipus de glòbuls blancs, mononuclears). Són les responsables de la destrucció del teixit ossi, tot el contrari que els osteoblasts, que són els responsables de la creació d'aquest. La seva funció és la de dur a terme la resorció de la matriu òssia.



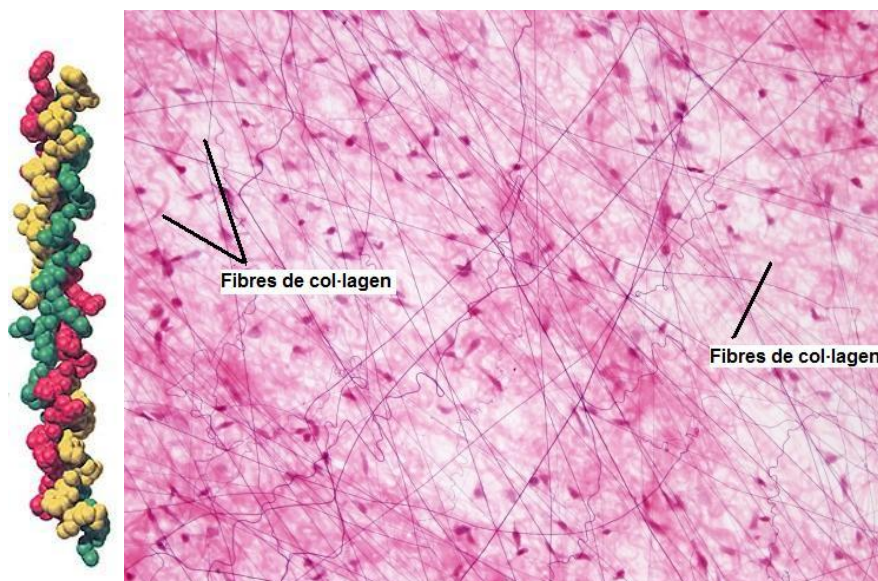
Osteoclast

La matriu òssia està formada tant per matèria orgànica com inorgànica o mineral. L'orgànica dóna als ossos la propietat de ser flexibles i elàstics i la inorgànica o mineral la propietat de ser durs i rígids.

Matèria orgànica

El principal component orgànic és el col·lagen de tipus I, que es troba entre un 90 i un 95%. Aquest col·lagen es troba incrustat en la substància fonamental (medi intercel·lular

translúcid i de consistència gelatinosa), que conté components orgànics (mucopolisacàrids i glicoproteïnes estructurals) i inorgànics (aigua i sals minerals).



Fibres de col·lagen

Altres components d'aquest tipus són: l'osteonectina, que pot interaccionar tant amb el col·lagen com amb sals inorgàniques, es troba en àrees d'un grau de calcificació més elevat; l'osteocalcina (Proteïna Gla); l'osteopontina, que s'uneix a la hidroxiapatita²⁰ i és produïda pels osteoblasts. Per tant, aquestes proteïnes fixaran les sals minerals i mantindran unida la matriu a les cèl·lules.

Matèria inorgànica

Les sals minerals de la matriu òssia contenen abundants sals minerals en forma cristal·litzada. La més abundant és la hidroxiapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$). També hi ha carbonat càlcic (CaCO_3) i petites quantitats de sulfats, fluorurs i hidròxid de magnesi ($\text{Mg}(\text{OH})_2$). Totes aquestes sals es dipositen en una retícula a l'entramat format per fibres de col·lagen. El procés pel qual aquestes sals es dipositen i cristal·litzen a l'associar-se amb el col·lagen s'anomena calcificació. Aquestes sals fan que l'os sigui dur, però si no existís la retícula de col·lagen, l'os seria fràgil, ja que les fibres de col·lagen i les altres proteïnes que es troben a la matriu fan que l'os sigui flexible i resistent a la tensió.

²⁰ Fosfat de calci cristal·lí ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) que representa un dipòsit del 99% del calci corporal i un 80 % del fòsfor total.

2.1.1.2 Tipus de teixits ossis

- Teixit ossi primari (o no laminar): aquest teixit és considerat un teixit immadur. Es caracteritza per la presència de gruixudes fibres de col·lagen ordenades a l'atzar. Es troba als ossos de fetus i de nens petits i amb el temps se substitueix per teixit laminar madur. És el teixit ossi que es diposita primer a la matriu del cartílag calcificat a l'ossificació endocondral. També és el primer teixit a aparèixer durant la reparació de l'os.

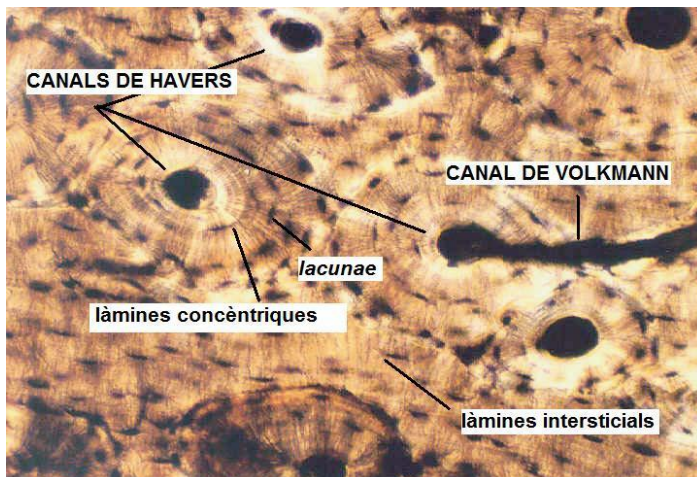
- Teixit ossi secundari (o laminar): aquest teixit, a diferència del primari, es considera un teixit madur, ja que és el substitut del teixit ossi dels fetus i nens petits. Conté les fibres de col·lagen disposades en capes paral·leles o en làmines. Aquest és el teixit dels ossos compactes i esponjosos.

2.1.1.3 Os compacte o cortical i os esponjós

2.1.1.3.1 Os compacte o cortical

L'os compacte està format per làmines secundàries molt compactes entre si i tenen la matriu extracel·lular molt densa de minerals (matriu òssia). Es troba a la major part de la diàfisi dels ossos llargs i també a la part externa de tots els altres ossos del cos, ja que a la part interna s'hi troba l'esponjós. Té la funció de protecció i de suport.

Dins la seva estructura compacta hi trobem de 4 a 20 làmines de fibres de col·lagen concèntriques que envolten els anomenats canals de Havers. Aquestes làmines i els canals de Havers formen el sistema de Havers, un cilindre de funcionament paral·lel a l'eix longitudinal de la diàfisi, és a dir, s'estén longitudinalment. Cada sistema de Havers es comunica amb la cavitat medul·lar, el periosti i amb uns altres canals anomenats canals de Volkmann que perforen el periosti.

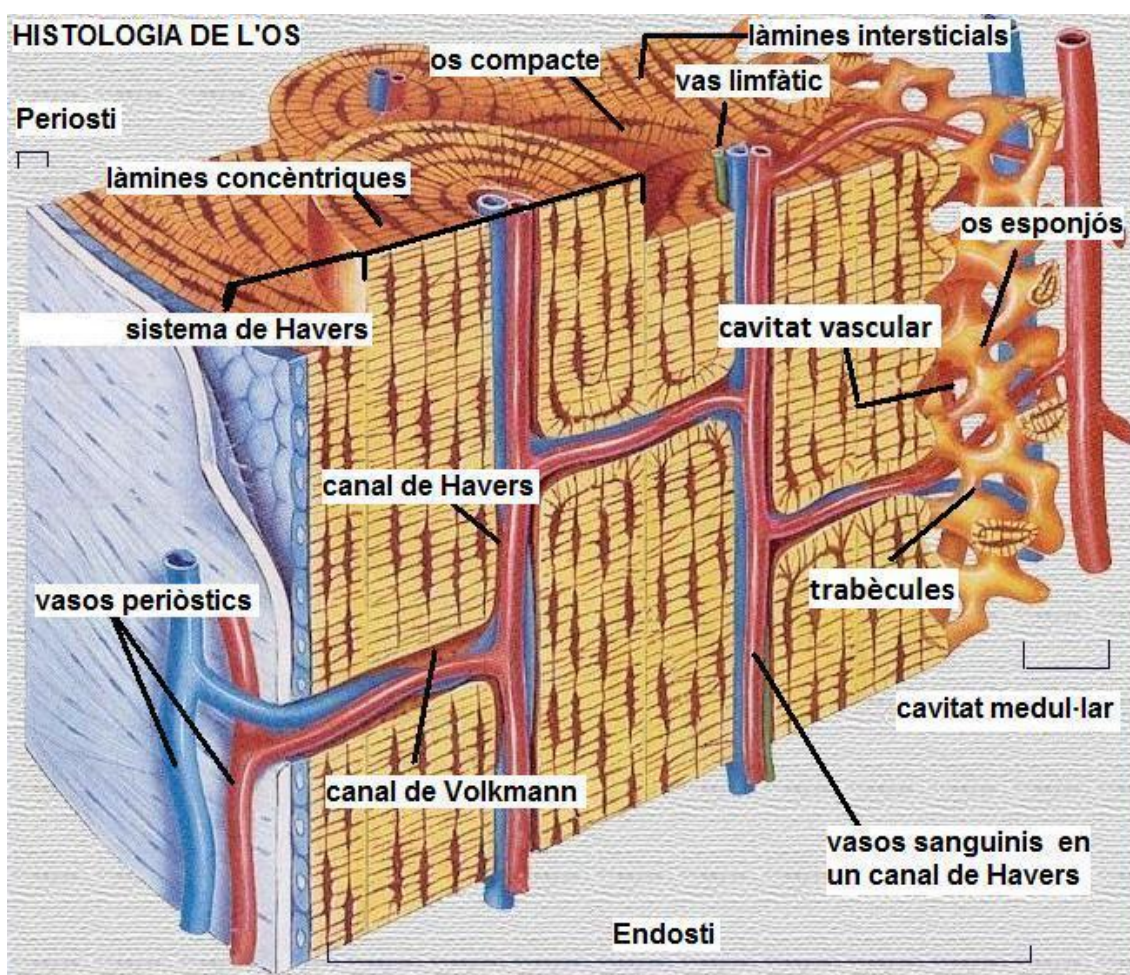


Alguns canals de Havers on es poden observar les làmines concèntriques.

Connexió d'un canal de Havers amb un canal de Volkmann.

Ambdós canals s'utilitzen per tal que els vasos sanguinis, els vasos limfàtics i els nervis puguin estendre's per tot l'os. Entre les làmines concèntriques de matriu mineralitzada, hi ha petits orificis o llacunes (*lacunae*) on hi ha els osteòcits. Aquests, com ja hem dit anteriorment, estan interconnectats per mitjà d'uns canalicles que permeten l'intercanvi de nutrients i de productes de rebuig. Aquests canalicles arriben als canals de Havers per on viatgen els vasos sanguinis, i allà els osteòcits obtenen nutrients i deixen els productes de rebuig.

Les làmines que hi ha entre els diferents sistemes de Havers dels que consta l'os compacte s'anomenen làmines intersticials.

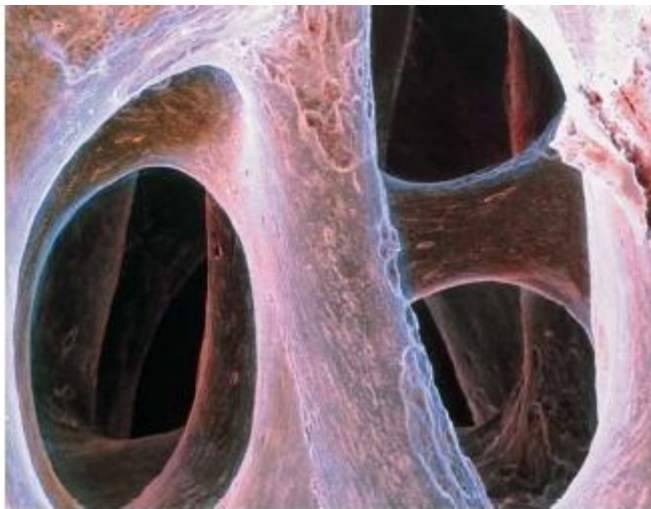


Esquema de l'estructura de l'os compacte

2.1.1.3.2 Os esponjós

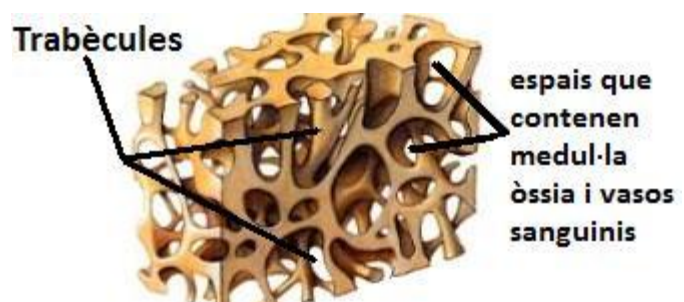
L'os esponjós consta de làmines intersticials col·locades de manera irregular de tal manera que formen unes plaques anomenades trabècules que contenen fibres de col·lagen. A la superfície d'aquestes s'hi troben els osteoblasts en repòs. Aquestes plaques formen una estructura esponjosa deixant forats buits per a la medul·la òssia i els vasos sanguinis. Les trabècules consten de capes de matriu extracel·lular i cèl·lules òssies disposades de manera ordenada en capes ben diferenciades. Dins les trabècules hi ha osteòcits que estan a les llacunes (*lacunae*) i interconnectats mitjançant canalicles. En el cas de l'os esponjós, els vasos sanguinis penetren directament a l'os esponjós i permeten l'intercanvi de nutrients i productes de rebuig. A diferència de l'os compacte està molt poc mineralitzat i no té sistemes de Havers.

L'estructura de l'os esponjós a més de proporcionar una gran superfície per a les activitats metabòliques, proporciona a l'os força mecànica. Les trabècules més gruixudes i fortes estan col·locades segons la direcció de la zona que ha de fer un major esforç.



Micrografia electrònica de rastreig d'os esponjós humà.

Esquema d'un os esponjós



2.2 Remodelació òssia

En l'adult madur, la mida de l'esquelet ni augmenta ni disminueix. No obstant això, l'os està sent renovat contínuament, és a dir, es reemplaça os vell per os nou. Aquest procés de renovació s'anomena remodelació òssia. Un adult arriba a renovar anualment un 8% del teixit ossi, mentre que en els joves la xifra és superior i en les persones gran és inferior. En els joves es forma més os del que es destrueix, i en canvi, en les persones grans passa tot el contrari (fet que determina l'osteoporosi²¹), mentre que en els adults s'equilibra. La remodelació òssia la duen a terme els osteoclasts que s'encarreguen de la destrucció del teixit vell, i els osteoblasts, que sintetitzen el teixit nou. El procés de remodelació consta de cinc parts: activació, resorció o reabsorció, acoblament, mineralització i repòs. Un cicle de remodelació òssia dura de 3 a 9 mesos.

2.2.1 Activació

El començament del procés de remodelació està determinat per microfractures a la superfície òssia (que són localitzades pels osteoclasts), per un estímul hormonal (alteració en la concentració d'hormones) i per una baixa concentració de Ca^{2+} al líquid extracel·lular. A partir d'això, hi té lloc l'activació, que és l'atracció d'un grup d'osteoclasts en un punt concret de la superfície òssia. La freqüència d'activació, és a dir, la quantitat d'activacions per unitat de temps, ens indica si hi ha moltes activacions a les superfícies òssies. En el cas d'un adult l'activació té lloc cada 10 segons aproximadament. En aquesta part de la remodelació hi ha una atracció focal dels osteoclasts a la superfície òssia en repòs.

2.2.2 Resorció o reabsorció

En aquesta fase els osteoclasts s'adhereixen a la superfície de l'os mitjançant molècules d'adhesió. Una vegada adherit, l'osteoclast desenvolupa projeccions de la membrana plasmàtica produint una vora rugosa que recorda un raspall. Aquestes projeccions formen amb la superfície òssia un microambient on té lloc la resorció. També hi ha la zona clara amb integrines²² que serveixen d'ancoratge a la superfície. El primer pas de la resorció és la solubilització de la matriu extracel·lular i el segon, la digestió de la matriu orgànica.

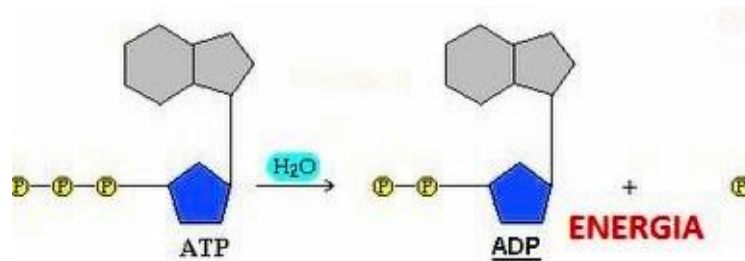
²¹ Malaltia a la qual hi ha dedicat un apartat del treball.

²² Les integrines són una superfamília de glicoproteïnes la funció principal de les quals és l'adhesió de les cèl·lules amb la matriu extracel·lular o de la unió cèl·lula-cèl·lula.

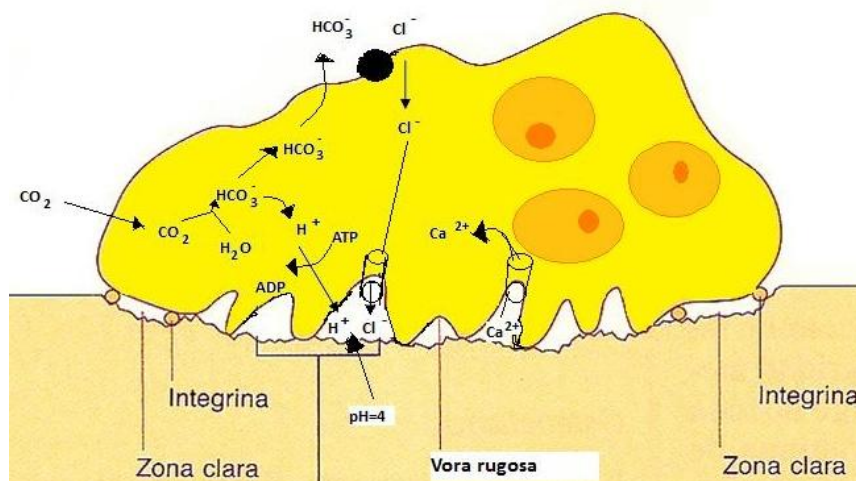
Això s'aconsegueix acidificant el microambient anteriorment esmentat de la manera següent:

- En el citoplasma dels osteoclasts, l'anhidrasa carbònica (un determinat enzim), catalitza la reacció entre el CO_2 i l' H_2O , donant lloc a H_2CO_3 , àcid carbònic.

- Aquest últim, es dissocia en els ions HCO_3^- i H^+ . Els protons, són bombejats des de dins l'osteoclast fins a la matriu òssia a través de la membrana plegada i mitjançant una bomba de protons. Per tant, surten de l'osteoclast per transport actiu, és a dir, necessiten energia per ser sortir. Aquesta energia s'obté del trencament d'un fòsfor d'un ATP²³ que quedarà reduït a ADP.²⁴



- L' HCO_3^- és expulsat fora de la cèl·lula i intercanviat pel Cl^- per difusió simple mitjançant proteïnes de canal²⁵ per mantenir la neutralitat elèctrica. L'ió clor no s'acumula a l'interior de l'osteoclast, sinó que és conduït fins a la matriu òssia a través de canals específics situats a la membrana plegada (membrana en forma de raspall).



²³ Adenosina trifosfat.

²⁴ Adenosina difosfat.

²⁵ Consisteix en el pas de molècules a favor de gradient de concentració i no implica una despesa energètica, però sí l'ajuda d'unes proteïnes de canal que faciliten el pas d'ions.

- Els ions Ca^{2+} entren a l'osteoclast també per difusió simple i amb l'ajuda de les proteïnes de canal.

D'aquesta manera, s'ha aconseguit arribar a un microambient d'un $\text{pH} = 4$ i el mineral de la matriu orgànica ha quedat solubilitzat i absorbit per l'osteoclast. Una vegada fet això, es digereix la matèria orgànica mitjançant col·lagenases àcides i altres enzims proteolítics d'origen lisosòmic.

Durant la fase de resorció òssia, el grup d'osteoclasts foraden una profunditat de 20 $\mu\text{m}/\text{dia}$ uns 4-12 dies. A partir d'aquests dies cèl·lules multinucleades desapareixen i són substituïdes per cèl·lules mononucleades, les quals s'encarregaran de suavitzar la cavitat de resorció. Durant els següents 7-10 dies, es diposita una capa d'una substància que actua com a ciment, la qual és rica en proteoglicans, glicoproteïnes i fosfatasa àcida, però pobra en col·lagen. Aquesta fase s'anomena reversió i quan s'ha completat aquest procés, els osteoclasts moren per apoptosi.²⁶

2.2.3 Acoblament

Un cop la resorció i la reversió han finalitzat, el procés anomenat acoblament atrau els osteoblasts cap a la superfície erosionada. En aquest moment, és quan es comença a formar l'os. Els osteoblasts formen una capa de cèl·lules dins la cavitat formada durant la resorció, i sintetitzen col·lagen de tipus I i altres proteïnes (osteocalcina), que es combinen extracel·lularment per formar osteoide, és a dir, la substància orgànica que després es mineralitza. Es formen així, capes d'una matriu osteoide que comprèn teixit ossi no mineralitzat i altres proteïnes matricials. Aquesta fase dura entre un i tres mesos.

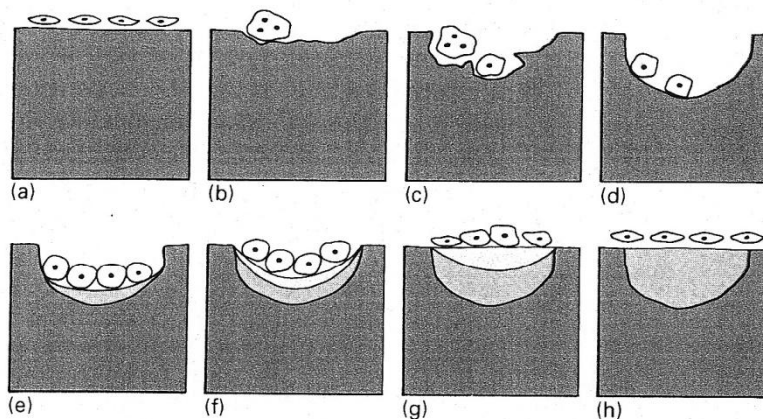


Diagrama esquemàtic que mostra les etapes de la seqüència de remodelació de l'os esponjós. a) Superfície òssia en repòs. b) Activació de la resorció òssia per l'atracció focal dels osteoclasts. c) Creació d'una cavitat de resorció feta pels osteoclasts. d) Suavitament de les cavitats d'erosió per cèl·lules mononucleades (reversió). e) Diferenciació dels osteoblasts dins de les cavitats d'erosió (acoblament). f) Inici de la síntesi de la matriu. g) Finalització de la síntesi de la matriu. h) Finalització de la seqüència de remodelació.

²⁶ Mecanisme de mort cel·lular programada genèticament que permet l'eliminació de cèl·lules envellides, malmeses o sobreres. (Definició extreta del web www.diccionari.cat).

2.2.4 Mineralització

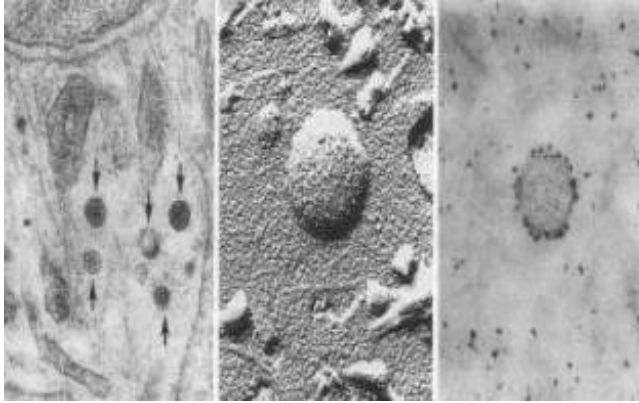
Quan s'acaba la fase anterior i fins que comença la mineralització hi ha un procés anomenat maduració de l'osteòide que dura entre uns 10 i 20 dies. Durant aquest període, l'osteòide ha de ser sotmès a una sèrie de modificacions.

Quan comença la mineralització, l'osteòblast produeix les anomenades vesícules matricials (100 nm), plenes de fosfatases alcalines²⁷ (uns enzims molt lligats a la mineralització o calcificació) i glicoproteïnes. Aquests enzims són abocats al líquid extracel·lular. Això facilitarà la precipitació de les sals a la matriu osteòide, que quedarà totalment mineralitzada. Això és d'aquesta manera perquè la fosfatasa alcalina augmenta la concentració de fosfats i activa les fibres de col·lagen perquè puguin contribuir a la precipitació de sals de calci. Del procés de mineralització se'n diferencien dues etapes: mineralització primària, que al cap de 3-4 dies constitueix el 80% del total del mineral ossi, i la secundària, la qual durant uns 3-4 mesos forma els cristalls d'hidroxiapatita, és a dir, fosfat de calci cristal·lí ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$). L'ió fosfat, s'uneix a l'ió calci que prové de la sang i forma la sal fosfat de calci. Posteriorment, aquesta precipita formant la hidroxiapatita. Aquesta representa un dipòsit del 99% del calci corporal i el 80% del fòsfor total. Aquest calci és el que dóna rigidesa a l'os.

Perquè no hi hagi una mineralització excessiva actua l'osteocalcina, una proteïna característica de l'os. Aquesta proteïna inhibeix la precipitació de fosfat i calci evitant així la mineralització de la matriu òssia. Aconsegueix fer la seva funció, a través de la seva unió amb el nucli inicial d'hidroxiapatita. La proteïna d'osteocalcina està formada per 49 aminoàcids. En les posicions, 17, 21 i 24 hi ha residus d'àcid glutàmic (Glu), que quan es carboxilen,²⁸ donant lloc a l'àcid carboxiglutàmic (Gla), queden encara amb més càrrega negativa de la que tenien atraient d'aquesta manera l'ió Ca^{2+} del fosfat de calci. L'osteocalcina és la proteïna no col·làgena més abundant a la matriu òssia i és sintetitzada pels osteòblasts.

²⁷ La isoforma de fosfatasa alcalina esquelètica, o específica de l'os, és una glicoproteïna tetramèrica que es troba en els osteòblasts.

²⁸ Procés en el qual es substitueix un hidrogen per un grup carboxil (-COOH).



Vesícules de la matriu

2.2.5 Repòs

Un determinat nombre d'osteoblasts dels quals han participat en la remodelació, poden ser incorporats a la matriu òssia i diferenciar-se en osteòcits, és a dir, transformant-se en osteòcits. Altres queden sobre la superfície òssia simplement com a cèl·lules de revestiment (superfícies en repòs), i l'altra part, moren.

Mentre aparentment sembla que ja no s'hi faci res més a la part remodelada, a poc a poc s'hi va dipositant mineral, fet que fa que l'os es vagi endurint i vagi perdent consegüentment elasticitat. Aquesta successiva pèrdua d'elasticitat és sinònima a l'envelliment de l'os, i quan ja ha perdut molta elasticitat s'hi poden produir microfractures que faran que aquella part de l'os necessiti una altra remodelació. D'aquesta manera tornarà a començar el procés explicat. Per tant, es pot observar com aquest procés és un procés cíclic, la renovació de l'os és constant.

2.3. Metabolisme del calci

Un adult normal té d'uns 1100 g de calci a uns 1500g. El 99% d'aquest calci es troba a l'esquelet, com ja hem dit, en forma d'hidroxiapatita. Per altra banda, el 0.1% del calci corporal es localitza al líquid extracel·lular i prop de l'1% es troba a l'interior de les cèl·lules. Aquest calci total que conté l'organisme és el resultat del balanç entre la ingesta d'aquest i la seva excreció, ja sigui en forma d'orina, d'excrements fecals o suor ($B^{29} = \text{calci ingerit} - \text{calci excretat}$). En un cos en equilibri, aquest balanç és zero ($B=0$). Aquesta situació d'equilibri té lloc en les persones sanes en l'edat adulta. En canvi, en els nens i adolescents sans i dones en estat de gestació, el balanç és positiu ($B>0$), mentre que en les persones d'una edat avançada, el balanç és negatiu ($B<0$). Totes les malalties òssies que es caracteritzen per descalcificació o calcificació defectuosa són producte d'un balanç negatiu.

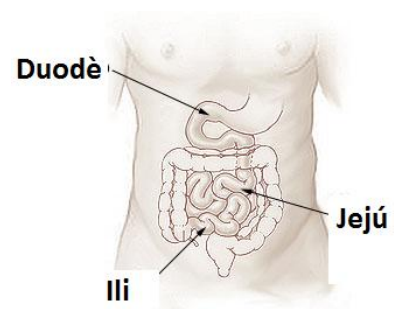
L'intestí, és l'encarregat d'absorbir el calci present en el bol alimentari i en les secrecions intestinals. El calci s'absorbeix principalment al duodè i al jejú. Aquesta absorció intestinal es du a terme de dues maneres diferents.

Un tipus d'absorció és l'activa, que és la majoritària.

Aquest sistema, depèn de la vitamina D_3 (els seus nivells disminueixen amb l'edat). Aquesta vitamina és un compost tipus esteroide que es sintetitza a la pell en resposta a la llum solar i també s'ingereix juntament amb certs olis de la dieta. Al fetge i ronyons es transforma en *1,25-dihidroxicolecalciferol*, que

estimula l'absorció intestinal del calci, ja que activa la síntesi d'una proteïna transportadora o proteïna de Wassermann. Aquesta proteïna fixa el calci a les cèl·lules de l'epiteli intestinal les quals estan dotades de microvellositats.³⁰ La intensitat en l'absorció de calci sembla ser directament proporcional a la quantitat existent d'aquesta proteïna fixadora.

L'altre sistema és passiu i independent de la vitamina D_3 en el qual el calci s'absorbeix per difusió simple i només si aquest està en una forma hidrosoluble i no precipita per algun altre component com els oxalats. A part dels oxalats presents sobretot en els espinacs, una altra cosa que pot evitar l'absorció del calci és l'àcid fític que es troba a la



²⁹ Balanç entre la ingesta i l'excreció de calci.

³⁰ Prolongacions de la membrana cel·lular que tenen la finalitat d'augmentar l'àrea d'intercanvi.

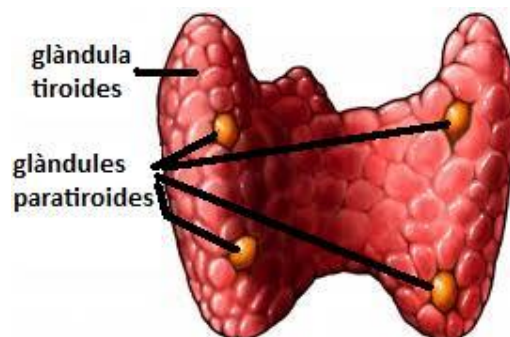
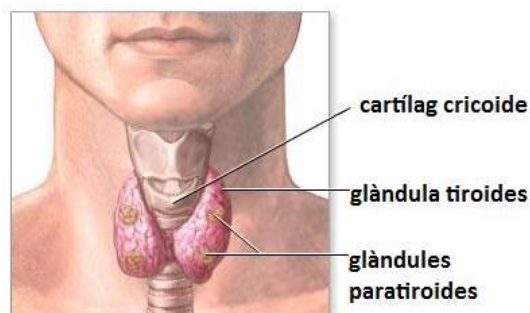
fibra del salvat, el qual es combina amb el calci a l'intestí, formant un compost insoluble que no es pot absorbir, d'igual manera que ho fan els oxalats. Altres factors que inhibeixen l'absorció del calci són la deficiència de vitamina D₃ i una alta ingesta de fòsfor. Per aconseguir una bona absorció a nivell intestinal es requereix una bona proporció de flora bacteriana beneficiosa a l'intestí (les proteïnes animals perjudiquen aquesta flora) i que la paret intestinal es trobi en bones condicions. El magnesi ajuda a incrementar la flora intestinal, fent d'aquesta manera que es puguin absorbir millor els nutrients.

Generalment, només s'absorbeix d'un 30% a un 35% del calci disponible. A l'intestí, també hi arriben 250 mg/dia addicionals de calci, que provenen de les secrecions dels sucs gàstrics i intestinals i de les cèl·lules mucoses despreses i s'excreten com a excrements al voltant de 150 mg a 170 mg juntament amb el calci ingerit no absorbit.

Un cop el calci ha estat absorbit per les cèl·lules de l'intestí prim, aquest passa per diferents cèl·lules fins arribar a la sang. Aquest transport per les diferents cèl·lules fins a l'espai intravascular es realitza mitjançant dos mecanismes de bombeig actiu per extreure el Ca²⁺ a través de la membrana. El primer mecanisme consisteix a intercanviar ions Ca²⁺ amb ions H⁺, i l'altre a intercanviar ions Na⁺ amb ions Ca²⁺. Com que són tipus de transport actius, ambdós necessiten el consum d'ATP. Després els ions Ca²⁺ arriben a la sang. Una deficiència de magnesi i zinc disminueix l'activitat de transport del calci.

La PTH (hormona paratiroide) i la calcitonina són les hormones encarregades de la regulació de l'intercanvi de Ca²⁺ entre la sang i l'esquelet. La PTH és secretada per les dues glàndules paratiroides. Aquestes glàndules són quatre petits cossos ovals localitzats sobre la part posterior de la glàndula tiroides. L'alliberació de l'hormona paratiroide té lloc com a resposta a una caiguda dels nivells plasmàtics de Ca²⁺.

Aleshores, per tornar a recuperar els nivells normals realitza tres activitats: estimula la mobilització de calci des de l'os per tal d'augmentar els nivells del mineral, és a dir,



afavoreix la remodelació òssia; augmenta la reabsorció de Ca^{2+} en els ronyons perquè d'aquesta manera no es perdi tant calci per l'orina; i finalment, amb l'ajuda de la vitamina D_3 , augmenta l'absorció intestinal del calci. Aquestes tres activitats, ajuden a obtenir els nivells normals dels ions Ca^{2+} al plasma una altra vegada.

En canvi, la calcitonina (CT) és l'hormona secretada per les cèl·lules parafol·liculars o cèl·lules C de la glàndula tiroides. Aquestes cèl·lules es troben aïllades entre les cèl·lules fol·liculars però no arriben a la llum del fol·licle (unitat estructural i funcional de la glàndula). L'alliberació de la calcitonina, a diferència de l'hormona paratiroide, és secretada com a resposta a nivells alts de calci al plasma. Aquesta hormona, també realitza tres activitats, tot i que són contràries a les de la PTH: atura la mobilització de calci a l'os, perquè d'aquesta manera, si no hi ha remodelació òssia, el calci que absorbirà l'osteoclast de la matriu de l'os no serà enviat a la sang, i per tant, els nivells de calci no pujaran encara més; evitarà que els ronyons reabsorbeixin Ca^{2+} , i farà que els excreti en forma d'orina; i finalment, reduirà l'absorció intestinal de calci.

És molt important que la concentració de calci a la sang i als teixits es mantingui dins d'uns límits estrets. Els ossos actuen com a una reserva de calci que es troba inactiu i que s'extreu quan la concentració d'aquest mineral disminueix a la sang. Aquest és un dels motius ja esmentats pels quals els ossos es renoven constantment.

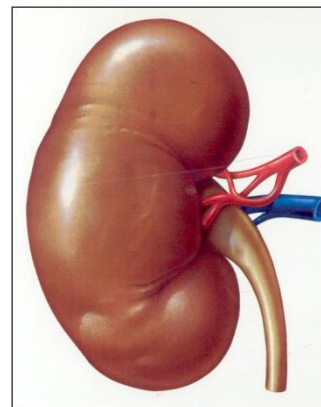
El mecanisme hormonal que manté els nivells de calci a la sang és complex, i nombrosos factors el poden desequilibrar: els excessos de nutrients com el sodi, el fòsfor o el fluor; el consum excessiu de productes lactis; proteïnes d'origen animal i sucres; i la deficiència de minerals com el magnesi, el zinc o el bor. Tots aquests factors desequilibren l'organisme i dificulten l'acumulació de calci als ossos.

També hi ha experts que diuen que el magnesi ajuda al metabolisme i l'absorció del calci. La falta d'aquest afavoreix les calcificacions dels teixits tous, així com també els càlculs renals (el magnesi mobilitza el calci fent-lo més soluble i més fàcil d'excretar). L'hormona paratiroide retira el calci dels ossos i el diposita als teixits tous, mentre que la calcitonina augmenta el calci als ossos i impedeix la seva absorció pels teixits tous. La quantitat de magnesi determina aquest delicat i important equilibri perquè, com que el magnesi suprimeix l'hormona paratiroide³¹, i estimula la calcitonina, ajuda a dipositar el calci als ossos prevenint l'osteoporosi i ajudant a retirar-lo dels teixits tous, eliminant així algunes formes d'artritis. El problema està en què en els últims 50 anys el consum mundial de

³¹ El magnesi és un potent regulador de l'acció de l'hormona paratiroidea (PTH).

magnesi ha baixat i el de calci ha augmentat, probablement per l'augment en la ingesta de sucres refinats i processats, que afavoreixen l'eliminació del magnesi en grans quantitats a través de l'orina. Si ens fixem per exemple en la llet, conté normalment deu vegades més calci que magnesi. Aquest fet és el que fa que els nivells de calci a la sang siguin elevats i que, per tant, molt calci de l'ingerit, com que no hi ha el magnesi suficient que ajudi a fixar-lo als ossos en lloc de als teixits tous, molt d'aquest calci s'acumularà als teixits tous provocant d'aquesta manera, malalties com l'artritis.

L'excreció del calci es fa a través del tracte gastrointestinal i la via urinària. Ja hem parlat de l'excreció del calci no absorbit a l'intestí, que és excretat en forma d'excrements. El ronyó és un lloc important per a l'excreció de calci del cos. Una gran quantitat del calci absorbit a l'intestí és filtrada i la majoria reabsorbida (90%), així que només s'excreten de l'1% al 3% per mitjà de l'orina. Aquesta reabsorció, com ja hem explicat, és controlada per la PTH.



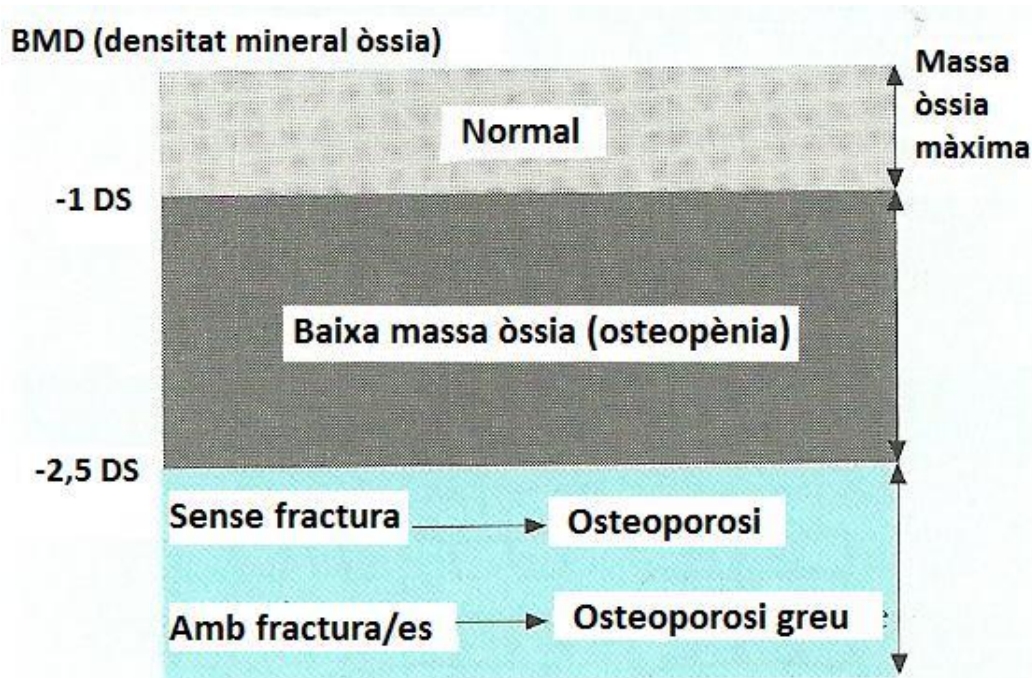
Ronyó

3. L'osteoporosi

Hi ha altres malalties relacionades amb el calci dels ossos a part de l'osteoporosi o amb l'excessiva calcificació de les articulacions (artritis) o altres teixits tous, però he escollit per desenvolupar-ne una, probablement la més coneguda i sobre la qual he llegit més vegades, ja sigui en tots els llibres que he consultat o en tots els webs que he utilitzat per realitzar aquest treball.

3.1 La malaltia

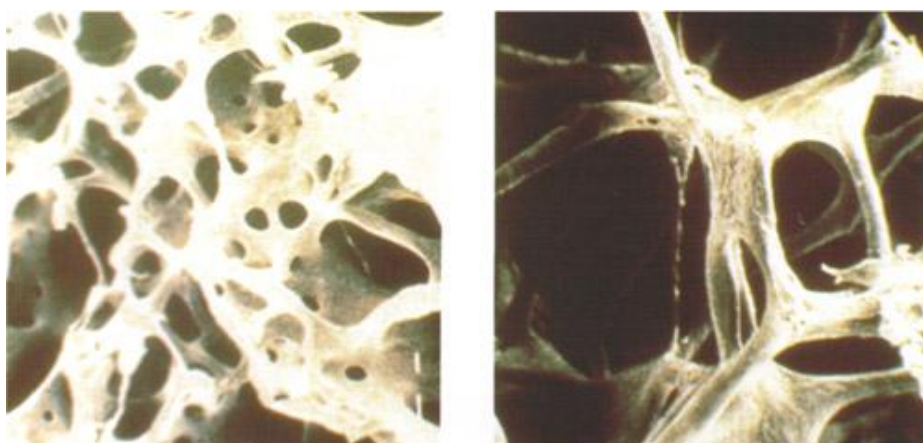
L'osteoporosi (literalment, porositat als ossos) és una malaltia que es caracteritza per la disminució de la massa òssia i l'alteració de la microarquitectura de l'os. Això produeix una major fragilitat de l'esquelet i, com a conseqüència, un major risc de fractura. Recentment, l'OMS (Organització Mundial de la Salut) ha quantificat la definició d'osteoporosi, és a dir, li ha donat un número. Aquesta organització ha dit que es pot parlar d'osteoporosi quan la densitat del mineral ossi o el contingut del mineral ossi està 2,5 desviacions estàndard per sota de la referència mitjana de l'adult jove del mateix sexe. A més, si s'està en aquest estat i es té fractures, s'anomena "osteoporosi greu".



Esquema en el qual s'observa el moment, segons la OMS, en el qual es creu que hi ha osteoporosi

Aquesta malaltia és molt comuna, i encara ho serà més si va augmentant l'esperança de vida. Acostuma a ser més freqüent en dones que en homes, tot i que ells també la poden patir encara que normalment, la gent creu que només la poden patir les dones després de la menopausa. No obstant això, sí que és cert, que després de la menopausa, les dones tenen més possibilitats d'arribar a patir osteoporosi per la baixada d'estrògens.

Als vint anys aproximadament, s'arriba a la màxima massa òssia que s'obtindrà en tota la vida, també anomenada pico de massa òssia. Es creu que des dels vint als cinquanta anys aproximadament, la massa òssia es manté, i als cinquanta comença a disminuir. Encara és debat l'edat a què comença aquesta pèrdua, però en general es reconeix que comença als 50 anys com ja hem dit, tot i que alguns creuen que comença abans, sobretot en l'os esponjós. Llavors i durant la resta de la vida, els homes perden de mitjana d'un 20 a un 30 % de la seva massa òssia pico, mentre que les dones en perden d'un 30 a un 40%. La disminució de la massa òssia, afecta tant l'os esponjós (consta d'unes plaques anomenades trabècules i té un aspecte porós) com el cortical³² (format per làmines molt compactes entre si i una matriu extracel·lular molt densa de minerals), però de forma més important al primer. S'ha calculat que les dones perden aproximadament el 50% del seu os esponjós i el 30% de l'os cortical. Les trabècules es fan més primes, discontinües o inclús desapareixen en algunes dones postmenopàusiques. L'os cortical també s'aprima i pot mostrar un augment de la porositat.



Vista al microscopi electrònic de rastreig de les trabècules d'un os normal a l'esquerra i les d'un os amb osteoporosi a la dreta.

La pèrdua d'os presenta una doble causa. Primer, es produeix una pèrdua contínua d'os, tant en homes com en dones, d'un 0,5-1% per any que continua fins a la mort. En les

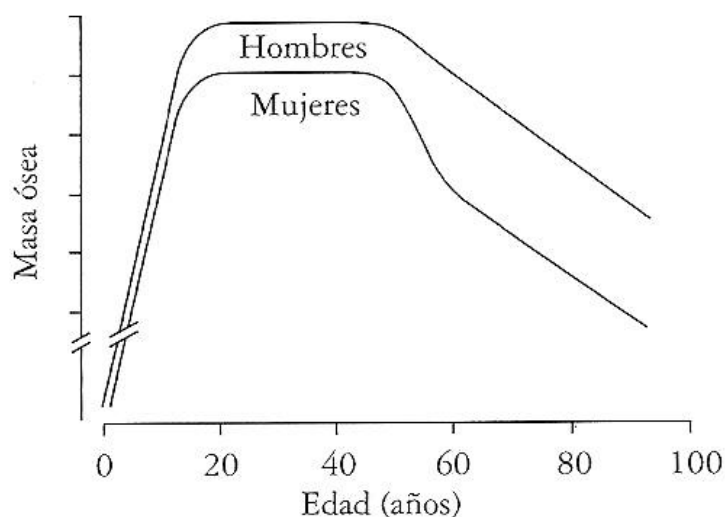
³² Parlo en més detall d'aquests dos tipus d'ossos a l'apartat 2.1.1.3.

dones es produeix una pèrdua addicional ràpida després de la menopausa d'intensitat i duració variable, com a conseqüència de la disminució en la producció d'estrògens. Els estrògens són inhibidors de la destrucció de l'os per formar-ne de nou, per tant, amb la falta d'estrògens la destrucció augmenta, però el problema és que la formació d'os nou no va tan ràpid, es produeix una pèrdua òssia. A més, els estrògens augmenten l'absorció i la retenció del calci. Després d'un cert temps en el qual hi ha hagut pèrdua de la massa òssia, l'os es torna fràgil i es produeixen fractures. Aquesta causa és la principal.

La segona causa de l'osteoporosi, present en alguns pacients, és una menor producció d'os durant l'adolescència, és a dir, que durant aquesta etapa s'aconsegueix una massa òssia pico menor a la normal. Les dones desenvolupen una massa òssia total inferior a la dels homes, ja que el volum dels ossos d'aquestes és menor. No obstant això, la densitat òssia veritable no és menor que la de l'home. El pico de la massa òssia està determinat principalment per l'herència, i en menor grau, per altres factors com la nutrició que ja comentarem.

En resum, la causa principal de l'osteoporosi és la pèrdua contínua d'os durant la vida, la qual s'accelera en les dones després de la menopausa. I el segon factor que contribueix al desenvolupament de l'osteoporosi és la formació d'una massa òssia escassa durant l'adolescència. Aquestes dos causes produeixen l'osteoporosi primària.

Evolució de la massa òssia amb l'edat



Gràfic de l'evolució de la massa òssia amb l'edat en els homes i en les dones.

Quan es produeix osteoporosi com a conseqüència d'altres malalties com l'hipercortisolisme o l'administració crònica de corticosteroides (perquè es creu que augmenta la secreció d'HPT, l'hormona paratiroide, fet que fa caure els nivells de calci a la sang), l'hipertiroidisme, l'hipogonadisme, patologia hepàtica, tumors malignes o immobilització, s'anomena osteoporosi secundària.

En l'osteoporosi, el paper més important és el de la prevenció, molt important sobretot durant la infància i la joventut. Es creu que la mesura preventiva més eficaç és una apropiada quantitat de calci en l'alimentació dels nens i joves, ja que en aquestes edats és quan arribaran a obtenir el pico de massa òssia, i interessa que sigui el més alt possible. A més, en aquests moments, l'os és més apte per captar aquest mineral que ajudarà a donar duresa i rigidesa a l'os. Aquest és el factor més important, segons diuen, per prevenir aquesta malaltia. Aquest és un dels motius pels quals sempre hem sentit que hem de beure llet, perquè té molt calci.

No obstant això, hi ha altres factors que, en canvi, poden accelerar la pèrdua de massa òssia com: el sedentarisme, ja que hi ha estudis que demostren que fer exercici pot ajudar a augmentar la massa esquelètica en adults joves sans; la falta de vitamina D, ja que sense aquesta, es fa més difícil l'absorció intestinal del calci; la malnutrició durant la infància i la joventut, sobretot per la falta d'ingesta de calci; el consum de cafeïna, ja que aquesta pot augmentar la taxa d'excreció urinària de calci; el consum d'alcohol, perquè pot reduir la taxa de formació òssia; el tabaquisme, principalment perquè pot provocar que la menopausa es manifesti més aviat del que és normal; l'alta ingesta de sodi perquè també provoca que la taxa d'excreció urinària de calci augmenti.

3.2 Manifestacions clíniques

3.2.1 Signes i símptomes

Les manifestacions clíniques de l'osteoporosi són les fractures. Les fractures es produeixen de manera espontània o després de traumatismes mínims. La seva localització normalment és diferent segons l'edat. En l'època postmenopàusica, la localització més freqüent és a l'avantbraç després d'una caiguda amb la mà estesa. En una edat posterior, es localitzen amb una freqüència més elevada a les vèrtebres, produint d'aquesta manera un escurçament de l'alçada i la flexió anterior de la columna. Això pot originar compressions nervioses i dolor. I en una edat encara més avançada, les fractures més importants són les de malucs que poden arribar a causar la mort.

FRACTURES OSTEOPORÒTIQUES PRINCIPALS			
	Tipus de fractura		
	Avantbraç	Vètebres	Malucs
Edat típica (anys)	>55	>65	>75
Dones:Homes	4:1	3:1	2:1
Os dominant	Esponjós	Esponjós	Cortical

Tot i que el deteriorament de la massa òssia i possiblement de la seva arquitectura sigui la causa principal de les fractures, altres factors també hi poden influir, com una major predisposició a les caigudes i una disminució en la capacitat d'afrontar-les adequadament.

3.2.2 Laboratori

A més de les radiografies simples per detectar fractures, hi ha altres tècniques que permeten la mesura de la massa òssia com l'absorciometria³³ monofotònica (SPA) i simple de raigs X (SXA), l'absorciometria difotònica (DPA), la tomografia computaritzada quantitativa (TCC) i l'absorciometria amb doble feix de raigs X (DXA).

³³ Mesurament de l'absorció de l'energia radiant per part de la matèria. (Definició extreta del web www.diccionari.cat).

4. Història de la llet

4.1 Prehistòria

El consum humà de llet d'origen animal va començar aproximadament fa 9000 anys (7000 aC). Aquesta data coincideix en el moment del període prehistòric en el qual es passa del paleolític al neolític. Al neolític, els homes van deixar de ser nòmades per establir-se en un lloc fix. A partir d'aquest moment, es van començar a formar diferents pobles i els seus habitants van aprendre a cultivar la terra i a domesticar els animals herbívors que els poguessin aportar aliments i pell per vestir-se. Aquest procés es va dur a terme sobretot a l'Orient Mitjà. Va ser aleshores quan l'home va començar a ser un consumidor regular de llet. S'han trobat fragments de ceràmica al nord-est del Mar Negre que en donen indicis. El primer animal productor de llet que van domesticar va ser la vaca, després la cabra i finalment l'ovella.



Il·lustració en la qual es pot observar un grup de neolítics d'un poblat fent diferents feines.

S'hi pot observar un home munyint una ovel·la.

No obstant això, aquests primers avantpassats europeus eren intolerants a la lactosa al principi. Això vol dir, que no tenien el gen que fa possible la fabricació de *lactasa*, l'enzim que fa possible la digestió de la lactosa, ja que la divideix en una glucosa i una galactosa. Així ho han demostrat els científics del University College of London i de la Universitat de Mainz dirigits pel Mark Thomas, professor de biologia del University College of London i autor de l'estudi. Els investigadors van agafar mostres d'ADN d'esquelets del neolític i van descobrir que el gen que controla la capacitat per produir lactasa i així digerir la llet correctament no estava present en aquests. Això no és cap cosa estranya, ni ho és actualment, ja que hi ha un 70% de la població mundial intolerant a la lactosa. Només són tolerants el 96% dels europeus del nord i entre un 50 i un 75% dels africans, indis,

habitants de l'Orient Mitjà i europeus de l'est. Els nord-americans, els argentins i els australians també són tolerants, ja que els europeus quan van colonitzar aquestes terres van continuar bevent llet, mentre que gairebé tots els nadius americans i asiàtics són incapaçs de digerir-la. No és estrany perquè, en principi, quan els humans hem acabat l'edat de lactància representa que no hem de tornar a utilitzar la *lactasa* i desapareix.

L'explicació que han donat els investigadors sobre el fet que els neolítics primer fossin intolerants i després no, es basa en l'evolució. L'extensió de la tolerància a la lactosa va ser una qüestió de supervivència, ja que hi devia haver alguns neolítics que la podien digerir (per algun tipus de mutació) i això els feia més forts gràcies a les seves propietats nutritives. Aquest fet va fer que gaudissin d'una major supervivència els que podien digerir la llet i els seus descendents (era una característica genètica dominant), i d'aquesta manera la selecció natural "va escollir" els que la podien digerir. Així, la tolerància de la lactosa es va estendre per tot el continent.

4.2 Edat Antiga

Més endavant, entre els anys 3500 i 3100 aC els sumeris van realitzar un panell de pedra en el qual s'hi observen vaques, homes que les munyen, unes gerres on hi aboquen la llet, i també s'hi reproduïx la fabricació de mantega. Aquest panell de pedra es va trobar a les ruïnes d'un temple d'Ur, prop de Babilònia.

Com tots els derivats lactis, la llet quallada també es va descobrir per casualitat i va ser precisament en aquests temps. Es creu que un pastor que com molta altra gent en aquella època guardava la llet dins de pells, budells o bufetes, es va deixar la llet exposada al sol i a l'endemà es va trobar la llet coagulada.³⁴ D'aquí en va sortir la llet quallada.

Posteriorment, a l'època de l'Antic Egipte i fins a l'època Romana (3000 aC – 30 aC) el consum de llet ja era bastant habitual. S'han trobat nombroses pintures i relleus que representen el munyiment de vaques i cabres com un aspecte més de la vida quotidiana de l'Antic Egipte. També es consumia llet d'ovella i de burra ocasionalment.

Evidentment, en aquella època no es disposava dels moderns mecanismes de munyiment com els actuals, per tant, en les pintures i gravats hi podem observar almenys dos homes fent aquesta feina. Generalment, un es troba aguantat les potes de darrere de

³⁴ La coagulació de la llet es la transformació de la llet fluïda en un gel mitjançant la desestabilització de la suspensió col·loïdal constituïda per les proteïnes làcties. Aquest gel inclou els lípids i la fase líquida de la llet.

la vaca i l'altre agenollat o assegut a terra munyint la vaca. No tothom es podia permetre tenir una vaca a casa. És més, gairebé només la gent de la cort s'ho podia permetre. Contràriament, les cabres estaven més a l'abast de tothom i eren més fàcils de munyir.



Relleu egipci en el qual podem observar dos homes munyint una vaca.

La llet no només era un aliment que formava part de la dieta quotidiana, sinó que també s'utilitzava com a medicina i remei per a les malalties de la població egípcia (com a pocions curatives, unguents i cremes).

Als egipcis els encantava tot el que fossin perfums, cremes de bellesa, cremes antiarrugues, cremes hidratants (que eren necessàries com a conseqüència de la sequedat ambiental), cremes reafirmants... La llet hi jugava un paper important. Les egípcies més riques es desmaquillaven amb llet per hidratar la seva pell, i utilitzaven cremes hidratants bàsicament fetes de llet i mel. A més, les reines es feien banys de llet per tenir la pell més hidratada i fina. La reina a qui tothom relaciona amb aquests banys és la famosa Cleòpatra.

Se sap que els egipcis coneixien el formatge i la mantega. En textos antics s'explica que el descobriment de la fabricació del formatge també va ser un producte casual. Va succeir una cosa semblant a la que els va passar als sumeris, però en aquest cas van ser els mercaders que transportaven la llet en budells de corder i aquesta, per les característiques dels recipients i la calor del desert, coagulava i fermentava. A partir d'aquest fet, mitjançant tècniques de premsa i anant afegint quantitats precises de sal, van arribar a la fabricació de formatges, que es creu que eren molt forts de gust i bastant salats.

Una altra tècnica egípcia que van utilitzar per aconseguir quallar la llet i així fabricar formatges consistia a fer un forat en una espècie d'olla prop del fons. Aquest forat es tapava amb un tros de fusta i seguidament s'omplia amb llet d'ovella fresca i s'hi afegien varies herbes aromàtiques com orenga i menta. Al cap de cinc dies aproximadament, es treia el tap de fusta de la part de baix de l'olla i es deixava sortir el sèrum. Aquest procés es continuava fins a aconseguir un tipus de iogurt o formatge bastant tendre.

Els grecs utilitzaven molt la llet però no se la bevien, sinó que sempre la transformaven en formatge, excepte els nens que sí que la bevien en forma líquida. Consideraven que beure llet sense haver-la transformat en aquest derivat lacti (en el cas dels adults) era cosa impròpia d'un poble civilitzat. També estava permès utilitzar-la com a tal, quan es tractava de tractaments mèdics.



Antic temple grec

Per exemple, Hipòcrates (460-370 aC aproximadament), considerat el pare de la medicina, receptava llet fresca de vaca com a un antídot en casos d'enverinament. En canvi, el formatge, sobretot el d'ovella i el de cabra, els consideraven uns dels components més bàsics de la seva dieta diària i formava una part essencial de la dieta d'alguns grups en particular com els pagesos o els soldats, ja que era un producte molt fàcil de transportar. El consumien sol o amb mel. Un altre derivat lacti que també consumien habitualment era el iogurt.

A l'Imperi Romà, la llet era un aliment bàsic, així com el formatge de cabra i d'ovella. S'utilitzaven en moltes receptes i el formatge, sobretot, era un ingredient de molts plats, tant dolços com salats. El coneixement dels derivats lactis es va convertir en uns articles molt importants pel comerç i en van estendre el seu coneixement per tot Europa.

4.3 Edat Mitjana

A l'Edat Mitjana la llet i els seus derivats (sobretot formatge, mantega i llet quallada) també eren molt importants en la seva dieta, arribant a ser una de les fonts principals de lípids i proteïnes. El formatge es va arribar a consumir molt a tot arreu com a

conseqüència del seu preu relativament baix. A més, es conservava durant períodes bastant més llargs que la llet i era fàcil de transportar. Aquest derivat era un important article d'intercanvi entre les ciutats d'Europa.

4.4 Edat Moderna

El que va marcar la fi de l'Edat Mitjana, el descobriment d'Amèrica (1492), va provocar que els espanyols, bascs, anglesos i escocesos imposessin els seus costums a les noves terres que havien ocupat progressivament. Aquesta és la raó per la qual a nord-Amèrica i algunes zones de sud-Amèrica com l'Argentina, es beu llet i es consumeixen derivats làctics. No obstant això, els indis indígenes que poblaven aquelles terres no n'havien begut mai, és més, els nadius americans eren i encara són incapaços de digerir-la. Per tant, la gent que actualment en consumeix en aquestes zones són els descendents dels immigrants que se n'hi van anar a viure.

4.5 Edat Contemporània

La Revolució Industrial al S. XVIII a Europa va permetre dur a terme uns tractaments a la llet que van anar evolucionant amb el temps fins a l'època actual. El fet de poder conservar millor la llet va fer possible el transport d'aquesta de les zones rurals a les grans ciutats. També ho va fer possible la millora dels transports, per exemple, va aparèixer el ferrocarril. Se sap que la demanda de llet va anar creixent a les àrees urbanes i que van arribar a ser un mitjà d'alimentació molt important per als treballadors de les noves indústries.

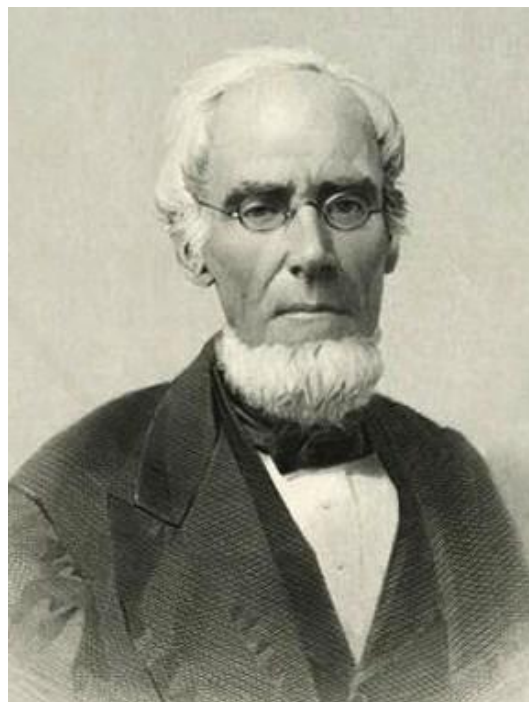
El primer que va aconseguir que la llet es conservés durant més temps va ser Nicolas Appert el 1795 mitjançant el que es va anomenar appertització (en honor a ell). El mètode d'Appert consistia a omplir ampolles de vidre gruixut i deixar-hi un espai amb aire per posar-hi un tap de suro subjecte amb un filferro i segellat amb cera. Després l'ampolla s'embolicava amb una lona per protegir-la i se submergia en aigua bullint (bany maria) durant un temps determinat.



Nicolas Appert

Més tard, l'any 1853 (la patent del descobriment li van donar el 1956), el nord-americà Gail Borden va obrir la primera fàbrica de llet condensada.

Gail Borden primer tenia una fàbrica de pastissos de carn. Uns oficials de l'exèrcit van posar a prova els seus pastissos de carn i creien que feien mala olor i a més, els va provocar mals de cap i nàusees. Per culpa d'aquest accident es va arruïnar, va haver d'enviar els seus quatre fills a una colònia religiosa i ell, sense diners, va haver de viure en un soterrani a Brooklyn. En aquest soterrani es va fabricar un laboratori improvisat i va utilitzar quatre litres de llet, els va bullir en una olla oberta fins que va evaporar l'aigua, i en va quedar només un litre. Va aconseguir una substància fosca amb gust de sucre cremat. Ho va llençar i no en va fer cas.



Gail Borden

Un dia, mentre estava visitant els seus fills va poder observar com els cuiners bullien les fruites per fer-ne conserves en una olla de pressió al buit. Era un recipient en forma d'esfera al qual prèviament se li havia extret gairebé tot l'aire mitjançant una bomba. Aquesta observació va provocar que Borden descobrís que en un recipient de buit, la llet bullia a 58°C i no a 100°C, i amb aquesta temperatura més baixa quedava un millor sabor i tampoc s'alterava l'olor.

Gail Borden no sabia res sobre els bacteris, però tenia molt clar que la llet era una substància viva i que si es deixava a la intempèrie, l'acció de l'aire la malmetia i era perillosa beure-la. No obstant això, bullint-la al buit, la llet es protegia de la contaminació provocada per l'aire. Borden, a més, hi va afegir sucre per mantenir-la estable durant un temps indefinit. Per tant, Borden, va descobrir que bullint la llet a una temperatura menys elevada i afegint-hi sucre, aquesta es conservava durant molt de temps. Això va ser el descobriment de la llet condensada, una altra manera per tractar la llet.

Uns anys més tard, l'any 1864, Louis Pasteur, juntament amb Claude Bernard, van aconseguir realitzar un procés molt conegut encara actualment, anomenat pasteurització. A diferència de Gail Borden, Pasteur sí que tenia alguns coneixements sobre el món dels bacteris.

Pasteur, fixant-se en els mètodes que van utilitzar Nicolas Appert i Gail Borden entre altres, és a dir, el d'escalfar la llet per conservar-la, va començar a sospitar (com ho havien fet d'altres científics) que el procés que malmetia la llet tenia alguna cosa a veure amb els bacteris i que la calor els eliminava.



Louis Pasteur

Alguns científics de la mateixa època de Pasteur, com per exemple, el químic Justus von Liebig, creien que la fermentació³⁵ de la llet era un procés exclusivament químic i que no necessitava en absolut cap tipus d'ésser viu, és a dir, creien que era un procés de caràcter únicament inorgànic.

Mentre Pasteur, per ordres de l'emperador Napoleó III, estava estudiant el motiu pel qual el vi i la cervesa s'agriaven a mesura que passava el temps (era un problema greu que afectava a les empreses de vi franceses), amb un microscopi va descobrir que hi havia dos varietats de llevats³⁶ de la família *acetobacter* que eren la clau del procés de fermentació. Un produïa alcohol i l'altre àcid làctic que feia que el vi s'agrís produint el vinagre. Aquest mateix procés tenia lloc a la llet. D'aquesta manera va demostrar que és per la presència de microorganismes que té lloc la fermentació i que si s'eliminen mitjançant l'escalfor, aquest procés s'atura. En definitiva, va quedar demostrat que la fermentació no era només un procés químic, sinó també biològic, és a dir, bioquímic. Aquesta evolució en la manera de tractar la llet, va permetre que avui en dia puguem gaudir d'una llet adequada per a la nostra salut i sense riscos com a conseqüència de la

³⁵ La fermentació és l'encarregada del metabolisme de les substàncies orgàniques i entre els resultants hi ha compostos orgànics reduïts i oxidats. És un procés bioquímic.

³⁶ Organismes vius, generalment uns fongs endomicetals, productors d'enzims que provoquen alteracions bioquímiques en productes orgànics naturals.

fermentació. En el pròxim apartat, parlarem de les tècniques actuals per preservar la llet durant un temps considerable i de la maquinària utilitzada per dur a terme aquests processos.

5. Tractaments actuals de la llet i envasat

En l'apartat anterior, hem parlat de la història de la llet i de les innovacions en els processos per conservar aquest producte i els seus derivats durant més temps. En aquest apartat, doncs, parlarem dels tractaments actuals que rep la llet per ser envasada i posar-la a la venda.

Aquest estiu vaig poder gaudir de fer l'estada a l'empresa, és a dir, de fer pràctiques, en un laboratori en el qual es controla la qualitat de la llet abans de descarregar qualsevol camió cisterna que en transporta. També s'hi anava analitzant la llet de diversos brics a mesura que aquesta s'anava envasant i també es controlava la vida útil de la llet produïda i envasada.

Gràcies a aquestes pràctiques, vaig poder veure de molt a prop tant les màquines que tracten tèrmicament la llet com les màquines envasadores, fet molt enriquidor per fer aquest treball. Per tant, posaré diverses fotografies en les quals es veu la maquinària utilitzada i altres on em veig des que vaig a agafar mostres al camió cisterna fins al final de l'anàlisi.

5.1 Rutina per a la descàrrega

Abans de descarregar la llet que porta qualsevol camió cisterna, aquesta ha de passar una sèrie de controls.

Primer de tot, s'han d'agafar mostres de llet del camió cisterna per ser posteriorment analitzades al laboratori. S'ha de pujar sobre el camió, i aleshores agafar una mostra de cada dipòsit. No obstant això, abans d'agafar la mostra s'ha de comprovar que la temperatura de la llet oscil·li entre 0°C i 6°C, ja que si fos més alta hi hauria el risc que la llet estigués en mal estat. També s'ha de barrejar una mica la llet amb un dels estris que mostrarem en una fotografia a la pàgina següent, perquè d'aquesta manera, els possibles glòbuls grassos que s'han quedat a la part de dalt del dipòsit es tornaran a barrejar amb tots els altres i aleshores obtindrem un resultat fiable al laboratori de la quantitat de lípids que porta la llet en qüestió.



En la fotografia de dalt, podem observar quins estris s'han d'agafar per prendre les mostres de llet de la cisterna. A l'esquerra hi podem observar una galleda que conté els pots de plàstic en els quals hi haurà una mostra de llet de cada dipòsit i el termòmetre per prendre la temperatura. L'estri del mig s'utilitza per barrejar la llet i per aconseguir que la concentració de glòbuls grassos sigui homogènia a tota la llet. I finalment, l'estri de la dreta és necessari per poder agafar la mostra de llet i abocar-la dins un pot de plàstic.



Pujant al camió cisterna i prenent la temperatura de la llet amb un termòmetre digital.

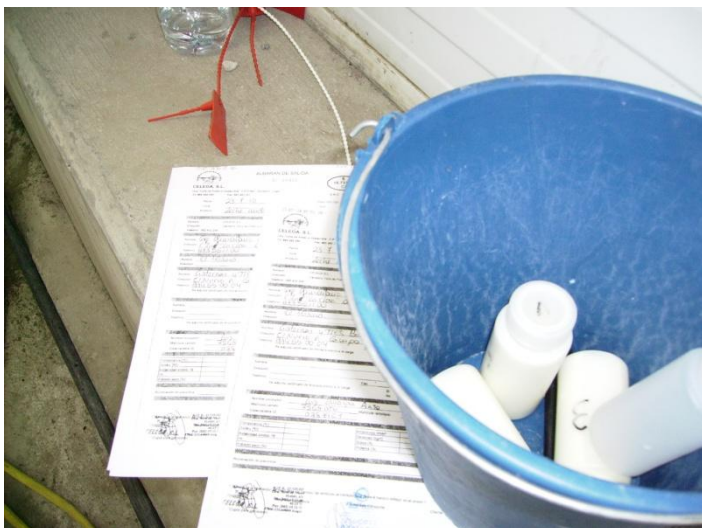


Barrejant la llet i prenent-ne una mostra.



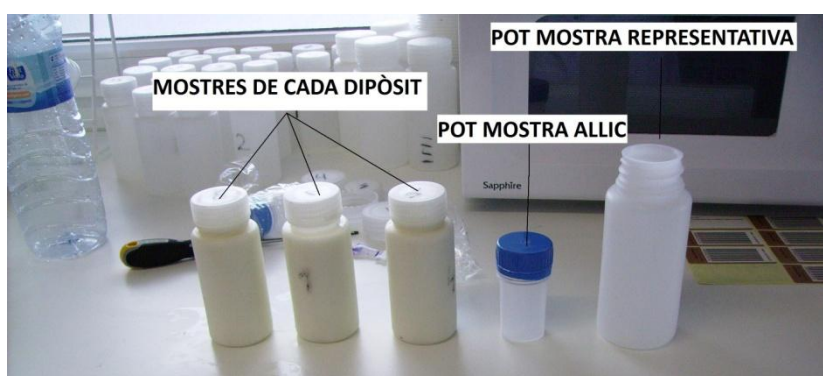
Havent baixat del camió cisterna, es demanarà al conductor una sèrie de documents:

- Es comprovarà que el conductor porti actualitzat el registre de rentat de la cisterna, per tal de verificar que la llet ha arribat en unes condicions adequades d'higiene.
- Es demanarà el full de ruta al transportista per obtenir informació del transport, del proveïdor, de la quantitat carregada... ja que aquestes són dades importants per introduir posteriorment a l'ordinador del laboratori i en un registre a nivell estatal del Ministeri de Medi Ambient i Medi Rural i Marí, que permet tenir un registre de tots els moviments de llet efectuats al país.



Material que ens hem d'emportar al laboratori: documents del transportista i mostres de llet de cada dipòsit per analitzar.

Un cop al laboratori, el primer que s'ha de fer és una mostra representativa amb llet de tots els dipòsits posant una mica de llet de cada mostra en un altre pot de plàstic. A continuació, es posa llet d'aquesta mostra representativa dins d'un pot de plàstic amb una mica de conservant i s'hi col·loca una etiqueta identificativa. Aquest pot s'ha de guardar a la nevera fins que els responsables del laboratori ALLIC el vinguin a buscar, juntament amb altres pots de diversos camions cisterna, per tal que un altre laboratori mantingui un control de la llet que arriba a la planta. Tot seguit, posarem les mostres de cada dipòsit en un bany termostàtic, per tal de pujar la temperatura de la llet fins a 20°C i així poder mirar el pH.



Diferents pots per a les mostres de llet.

Bany termostàtic amb les mostres de llet de cada dipòsit a l'interior.



Mentre esperem que pugi la temperatura de la llet farem la prova que ens mostrarà si la llet conté residus d'antibiòtics.³⁷ El procés és molt senzill:

- Afegir 200 µl de llet de la mostra representativa en un potet de plàstic molt petit que conté un reactiu d'un color lila amb una micropipeta i barrejar-ho tot fins que quedi homogeni.

³⁷ El material i equip utilitzat per dur a terme aquesta prova és el de la fotografia de la pàgina següent.



Equip *Twinsensor* (micropipeta, tira indicadora i potets amb reactiu).

- Incubar tres minuts a 40°C.
- Passats aquests tres minuts, submergir una tira indicadora a la barreja de llet i reactiu.
- Continuar incubant durant 3 minuts més a 40°C.
- Finalment, llegir les intensitats de color. A la tira indicadora hi ha una ratlla que és el control de la prova. Si la llet analitzada provoca que a la tira hi apareixi una altra ratlla, significa que està lliure d'antibiòtics. Contràriament, la llet en té residus.



Incubant la mostra abans de posar-hi la tira indicadora.

Mentre esperem que passin els tres minuts, fem la prova de la crioscòpia per verificar que el granger no ha afegit aigua a la llet, ja que com més aigua té la llet, el seu punt crioscòpic és més a prop de 0°C. Per tant, el que farà el crioscopi serà donar-nos la

temperatura a la qual es congela la llet de la mostra representativa. El procediment és ben senzill, ja que només s'han d'afegir 2,5 ml de llet de la mostra representativa en un tub d'assaig específic, ficar la mostra dins del crioscopi i posar en funcionament l'aparell.



A l'esquerra, afegint la mostra de llet al tub d'assaig i a la dreta, fotografia del crioscopi amb la mostra a dins.



Acabades aquestes dues proves, ja podem treure les mostres de cada dipòsit del bany termostàtic. El primer que farem amb aquestes mostres és fer-les analitzar per un aparell (FOSS), que conté un làser a l'interior, que ens donarà les quantitats de glucosa, lípids, proteïnes, entre altres dades, que quedaran registrades en un programa informàtic.



Col·locant la mostra de llet d'un dipòsit del camió cisterna al FOSS.

Corr.	Zero Setting	0,00	-0,00	-0,00	0,00	-0,00	23/07/201 16:11		
Rep #	Product	Fat	Protein	Lactose	SNF	TS	FPD	Acidity	Fecha
1	PRUEBAS JOSE	0,03	3,30	4,84	8,86	8,73	499,828	6,70	23/07/20
2	PRUEBAS JOSE	0,03	3,29	4,85	8,85	8,72	498,301	6,86	23/07/20
3	PRUEBAS JOSE	0,04	3,29	4,85	8,85	8,74	502,630	6,93	23/07/20
Medio	PRUEBAS JOSE	0,03	3,29	4,85	8,85	8,73	500,253	6,83	23/07/20
Rep #	Product	Fat	Protein	Lactose	SNF	TS	FPD	Acidity	Fecha
1	LECHE CRUDA	3,51	3,18	4,70	8,45	12,00	0,52	6,31	23/07/20
2	LECHE CRUDA	3,51	3,18	4,69	8,45	12,00	0,52	6,53	23/07/20
3	LECHE CRUDA	3,51	3,18	4,70	8,46	12,02	0,53	6,49	23/07/20
Medio	LECHE CRUDA	3,51	3,18	4,70	8,45	12,01	0,52	6,45	23/07/20
1	LECHE CRUDA	3,50	3,16	4,71	8,44	11,97	0,52	6,50	23/07/20
2	LECHE CRUDA	3,50	3,16	4,71	8,44	11,97	0,52	6,42	23/07/20
3	LECHE CRUDA	3,50	3,16	4,70	8,43	11,96	0,52	6,52	23/07/20
Medio	LECHE CRUDA	3,50	3,16	4,71	8,43	11,97	0,52	6,48	23/07/20
1	LECHE CRUDA	3,54	3,19	4,73	8,49	12,07	0,53	6,42	23/07/20
2	LECHE CRUDA	3,55	3,19	4,71	8,47	12,07	0,53	6,58	23/07/20
3	LECHE CRUDA	3,54	3,19	4,72	8,48	12,07	0,52	6,68	23/07/20
Medio	LECHE CRUDA	3,54	3,19	4,72	8,48	12,07	0,53	6,56	23/07/20

Resultados de rastreo

Próxima ID de mu limpiando en 3 seg

Resultats donats pel FOSS de les tres mostres de cada dipòsit al programa informàtic.

Fet això, comprovarem que la llet és estable en alcohol i la seva acidesa. En primer lloc, agafarem les mostres dels dipòsits i posarem 10 ml de llet en un tub d'assaig per a cada mostra. Afegirem a cada tub d'assaig 10 ml d'alcohol de 72° i ho sacsejarem amb força. Finalment ho tirarem tot per la pica i comprovarem que no s'hi fan grumolls. Això significarà que la llet és estable.



A l'esquerra, afegint alcohol de 72° i a la dreta tirant la barreja a la pica per observar si apareixien grumolls.

En segon lloc, per mirar l'acidesa, també posarem 10 ml de llet en un tub d'assaig per a cada mostra dels dipòsits. A continuació hi posarem unes gotes de fenolftaleïna i amb una bureta digital anirem afegint-hi hidròxid de sodi fins que la llet agafi color rosa

(valoració àcid-base). És important que l'acidesa no sigui molt alta, ja que aquest fet significaria que la llet conté molt àcid làctic. Aquest es produeix a mesura que passa el temps com a producte de la fermentació i si n'hi ha molt la llet no està en bon estat.



Mirant l'acidesa amb la bureta digital.

L'última prova que farem a la llet, serà mirar-li el pH. Només caldrà submergir cada mostra en l'elèctrode del pH-metre i esperar el resultat.



Amb tots aquests resultats obtinguts s'omple una graella per després passar-la a la base de dades del programa informàtic de l'empresa i a l'ordinador de laboratori. La graella a omplir és la següent. Cada resultat té anotat al costat el resultat que hauria de donar cada mostra de llet analitzada.

ANÀLISI CISTERNA ARRIBADA

Data/hora:

Producte:

Proveïdor:

Codi cisterna (LETRA Q):

Matrícula camió/Matrícula cisterna:

Kilograms de llet de la cisterna:

Número de dipòsits amb llet:

Litres per tanc: 1) 2) 3) 4)

Full de neteja:

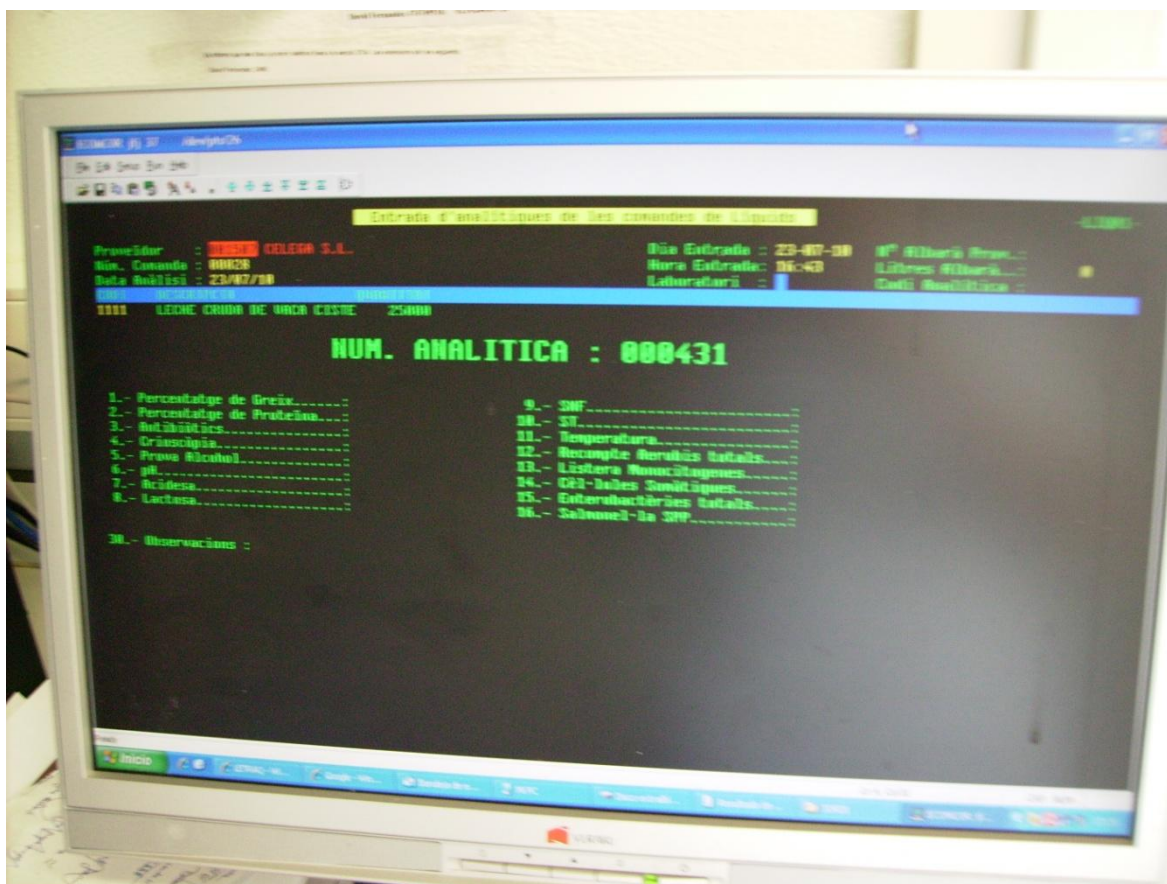
Nom del conductor i DNI:

Nom de l'empresa transportista:

	Mostra 1	Mostra 2	Mostra 3	Mostra 4	Mitjana
pH (6,6-6-8)					
Acidesa ($\leq 15^{\circ}\text{D}$)					
Antibiòtics					
Crioscòpia ($\leq -0,515$)					
Proba alcohol 72°					
Greixos ($\geq 3,7\%$)					
Proteïna ($\geq 3,0\%$)					
Lactosa					
SNF ($\geq 8,4\%$)					
ST					
Temperatura ($>0 - <6$)					

Un cop omplerta la graella i comprovat que tots els resultats són els adequats, ja es pot comunicar als encarregats de descarregar la llet que ja poden descarregar el camió cisterna en qüestió.

Aleshores, s'han de passar totes les dades a l'ordinador del laboratori i al programa informàtic de l'empresa com ja hem dit abans, escanejar els papers del transportista per guardar-los juntament amb la graella i hem d'omplir el full de neteja per verificar que el camió cisterna ha sigut netejat amb els productes adequats per fer-ho (sosa, principalment). Després hem d'anar al web de la "LETRA Q", aquell registre a nivell estatal per tenir tots els moviments de llet a Espanya del qual hem parlat anteriorment, i posar-hi totes les dades de la part de dalt de la graella de la pàgina anterior, és a dir, l'hora d'arribada del camió, els litres de llet, el nom del transportista, l'empresa que ens subministra la llet, etc.



Programa informàtic de l'empresa per introduir-hi els resultats obtinguts en l'analítica.

Finalment, quan el camió cisterna ja ha estat descarregat i netejat, s'ha d'anar a la bàscula a firmar l'albarà entregat pel transportista i el tiquet que ens donaran a la bàscula on hi sortirà el pes, data i hora de pesada i identificació de la cisterna.



A l'esquerra, bàscula de Sant Macari (CAGSA, Guissona) i a la dreta firma de l'albarà i el tiquet de pesada.

La llet que s'ha descarregat del camió cisterna s'ha emmagatzemat en uns tancs d'acer inoxidable i isoterms, és a dir, que mantenen la temperatura de la llet de l'interior constant.



Tancs de llet de l'exterior de la planta de llet de l'empresa CAGSA de Guissona.

5.2 Procés de tractaments tèrmics

Segons els tractaments tèrmics que rep la llet, n'hi ha de diferents tipus:

- Llet pasteuritzada.

És la llet sencera, desnatada o semidesnatada, sotmesa a un procés tecnològic adequat que assegurí la destrucció dels gèrmens patògens i la quasi totalitat de la flora banal, sense modificació sensible de la seva naturalesa fisicoquímica, característiques biològiques i qualitats nutritives. Es sotmet la llet a unes temperatures de 63°C o de 72°C durant uns 30 segons.

- Esterilitzada.

És la llet sencera, desnatada o semidesnatada sotmesa després del seu envasat, a un procés d'escalfament que assegurí la destrucció dels microorganismes i la inactivitat de les seves formes de resistència. Normalment s'utilitzen temperatures de 100°C a 200°C durant un temps de fins a 20 minuts.

- UHT.

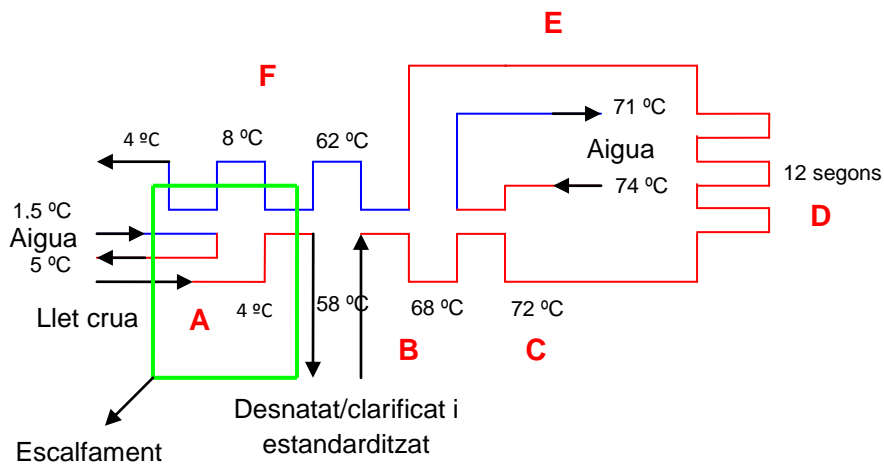
La ultrapasteurització o esterilització a ultraelevades temperatures (Ultra-High-Temperatures), es basa en l'aplicació d'un flux de calor continu a una temperatura de no menys de 135°C, un període de temps adequat (ja l'especificarem després), per tal de destruir tots els microorganismes i les seves formes de resistència (espores), i posteriorment realitzar un envasat asèptic en un recipient adequat. Aquest és el mètode utilitzat per la majoria de plantes de llet i el més segur. També és el tractament que fa a l'empresa (CAGSA) on vaig fer l'estada a l'empresa, per tant, he optat per exposar el procés que utilitzen allà.

5.2.1 Escalfament



Tancs de llet a l'exterior de la planta de llet de l'empresa CAGSA de Guissona.

El primer pas, consisteix en extreure la llet crua d'un dels tancs per termitzar-la. Abans de dur a terme aquest procés, hem de fer passar la llet d'una temperatura de 4°C (temperatura en la qual es troba en el tanc exterior) a una de 58°C, per tal de fer-la passar posteriorment per la desnatadora.



La llet passa per un intercanviador de calor per arribar a la temperatura. La calor és cedida per la llet del punt F de l'esquema de dalt. La llet d'aquest punt, que ja explicarem

d'on surt, s'ha refredat i la calor cedida en aquest refredament l'absorbeix la del punt A, que és la que volem escalfar. Això és possible gràcies a l'intercanviador de calor de la fotografia següent.



Intercanviador de calor Tetra Spiraflo de la marca TetraPak.

5.2.2 Desnatat i clarificació

Un cop ja hem escalfat la llet fins als 58°C es condueix fins a la desnatadora. Aquesta màquina és una centrífuga que, per una banda ens separa la nata i per una altra la llet. Aquesta llet és desnatada, és a dir, que conté un percentatge molt petit de nata (0.00% – 0.30%). A més, la desnatadora està proveïda d'una sortida que va a parar al desguàs. Per aquesta sortida s'eliminen partícules que en un principi duia la llet i que són extreptes aprofitant la centrifugació (fragments de palla provinents de la granja, etc.). aquesta separació per eliminar aquestes partícules indesitjables s'anomena clarificació de la llet.

En la fotografia de la pàgina següent, podem observar tres conductes que surten de la desnatadora: un de superior, un al mig, i un últim d'inferior. Com que els lípids de la llet són menys densos que aquesta, la centrifugació fa que quedin a la part de dalt surant sobre la llet, per tant, surten pel conductes superior, mentre que la llet desnatada, que és més densa, surt pel de més avall. Finalment, les partícules indesitjables són més denses que la nata i la llet, i per tant, surten pel conducte de la part de baix de la desnatadora.



Desnatadora amb els tres conductes anomenada Tetra Centri de la marca TetraPak.

5.2.3 Estandardització

La llet sense greix per una banda i la nata per l'altra, provinents de la desnatadora, es troben a l'estandarditzador. La llet desnatada i la nata, com ja hem vist, circulen per dos conductes diferents. Cada un d'aquests conductes està proveït d'una vàlvula que depenent de les dades que s'hagin introduït en un programa informàtic estaran més obertes o més tancades. Aquestes dades corresponen al percentatge de greix que es vol que contingui la llet. Depenent dels paràmetres que s'hagin posat al programa, una part de la nata es barreja amb la llet desnatada per obtenir com a resultat una llet amb un percentatge de greix concret. L'aparell d'estandarditzat Tetra Alfast porta integrat un registrador de greix anomenat SpotOn que registra el greix en la llet estandarditzada per tal de poder ajustar variacions en la concentració d'aquesta llet.

Per obtenir llet sencera es fa una remescla total, és a dir, es torna a unir tota la llet desnatada amb tota la nata que se li havia extret per tal de tornar a tenir un 3.6% de greix. Per a l'obtenció de llet desnatada no cal fer res més, ja que aquesta ja viatja sense greix per un dels conductes (0.00%-0.03% de greix), per tant, no cal afegir-hi nata. Finalment, per obtenir llet semidesnatada amb un 1.5% de greix ho podem fer de dues maneres diferents. La primera consisteix a obrir parcialment la vàlvula de la nata

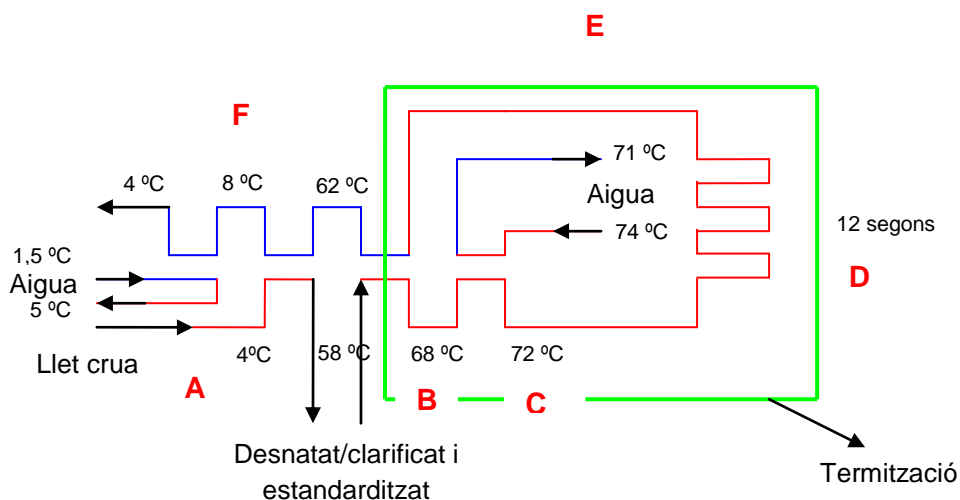
(l'obertura la determinarà el programa informàtic) per aconseguir que la llet desnatada es barregi amb una part de la nata perquè torni a tenir greix (1.5%), però no tot el del principi. La segona manera és la que s'utilitza normalment a la planta de llet on vaig fer les pràctiques. A la planta també hi arriben camions cisterna amb llet desnatada i ja termitzada (explicarem el procés en el subapartat següent). Aquesta llet s'emmagatzema en un dels tancs exteriors. Aleshores, el que es fa es produir llet sencera a partir de la que hi arriba de cruca, mitjançant la remescla total que hem explicat anteriorment, i es torna a un tanc exterior diferent a la llet desnatada després de ser termitzada. Mitjançant un programa informàtic s'esbrina la quantitat de llet que s'ha de passar del tanc de llet sencera al de llet desnatada perquè la mescla final contingui un 1.5% de greix. Després, aquesta llet semidesnatada s'esterilitzarà com explicarem més endavant.



Estandarditzador amb les dues vàlvules anomenat Tetra Alfast de la marca TetraPak.

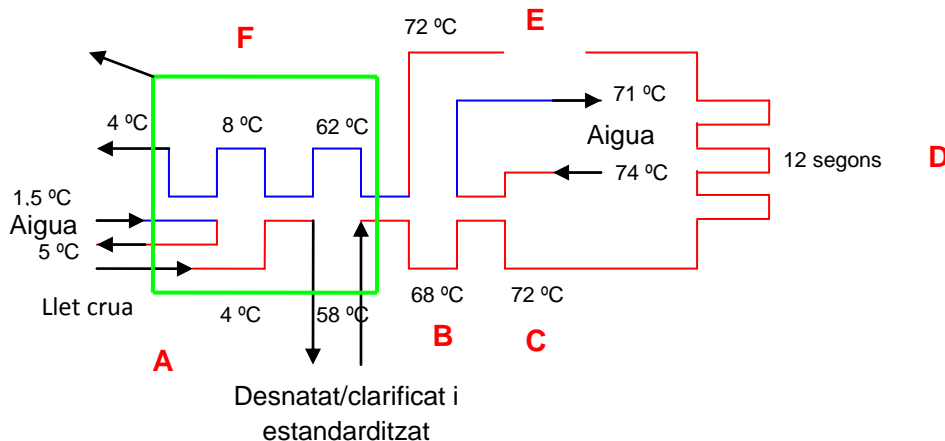
5.2.4 Termització

La llet, un cop estandarditzada, continua per un intercanviador de calor i passa d'una temperatura de 58°C a una de 68°C. A continuació encara puja més de temperatura gràcies a un corrent d'aigua que es refreda passant de 74°C a 71°C. La calor cedida en aquest refredament farà que la llet arribi a un temperatura de 72°C. Un cop arribada a aquesta temperatura s'hi manté durant 12 segons per fer disminuir la població bacteriana. A la pàgina següent hi ha un diagrama que ens mostra el procés.



5.2.5 Refredament

Una vegada la llet ja ha estat termitzada, es torna a refredar fins a 4°C (temperatura a la qual havia entrat). Aquesta llet que es refreda és la que en l'escalfament ha servit per pujar la temperatura, ja que la primera li cedeix la calor. A més a més, també hi ha un circuit d'aigua que absorbeix calor del punt F, pujant d'1.5°C a 5°C i la cedeix a la llet que volem escalfar.



Quan s'han finalitzat aquests cinc processos (escalfament, desnatat i clarificació, estandardització, termització i refredament) la llet ja es pot tornar a un tanc exterior. Com que ha estat sotmesa a tot aquest tractament, ara podrà aguantar més temps fins al tractament UHT, ja que s'hauran destruït, per complet o en part, la majoria de formes vives. La llet es porta a un tanc exterior, perquè potser interessa barrejar-la amb llet

desnatada o simplement perquè hi ha el tanc asèptic ple (ja explicarem el que és) i fins que aquella llet no sigui envasada, la que hem termitzat no es podrà esterilitzar.

5.2.6 Tractament UHT

Quan ja s'ha dut a terme el procés de termització, com ja hem dit, la llet s'ha tornat a fora als tancs perquè aguantés durant més temps fins al tractament UHT. Amb aquest tractament el que farem serà esterilitzar el producte eliminant tots els microorganismes i les seves formes de resistència (espores).

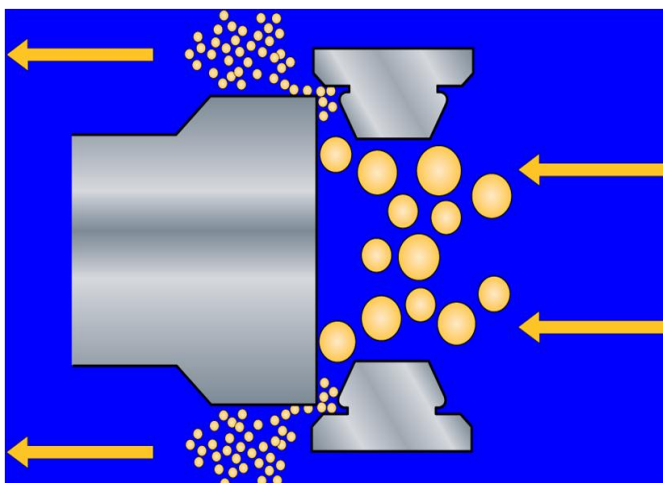
Es comença extraient la llet dels tancs. Un cop dins la planta un altre cop, el producte es comença a escalfar en un intercanviador de calor per mitjà d'un circuit tancat d'aigua que fa pujar la temperatura de la llet, de 4°C (temperatura als tancs) fins a uns 80°C. Després s'arriba a la temperatura de tractament (140°C-150°C) per escalfament mitjançant una injecció de vapor i es manté aquesta temperatura durant uns 4-6 segons.

A continuació, la llet circula fins a la càmera d'expansió on, per mitjà del buit, el producte es refreda i s'evapora la mateixa quantitat d'aigua que la injectada pel vapor anteriorment. Des de la càmera, el producte s'envia a l'homogeneïtzador a una temperatura d'uns 81°C.



Càmera d'expansió.

La llet s'envia a l'homogeneïtzador. Aquesta màquina s'encarregarà d'incrementar el número de glòbuls de greix i disminuir la seva mida de 4 μm -6 μm a 1 μm o fins i tot menys, per aconseguir una estabilitat major de la llet evitant així l'aglutinació dels glòbuls, és a dir, per obtenir una distribució homogènia de la fase dispersa en una solució.



Homogeneïtzador. A la dreta s'observa el producte no homogeneïtzat i a l'esquerra el producte homogeneïtzat.



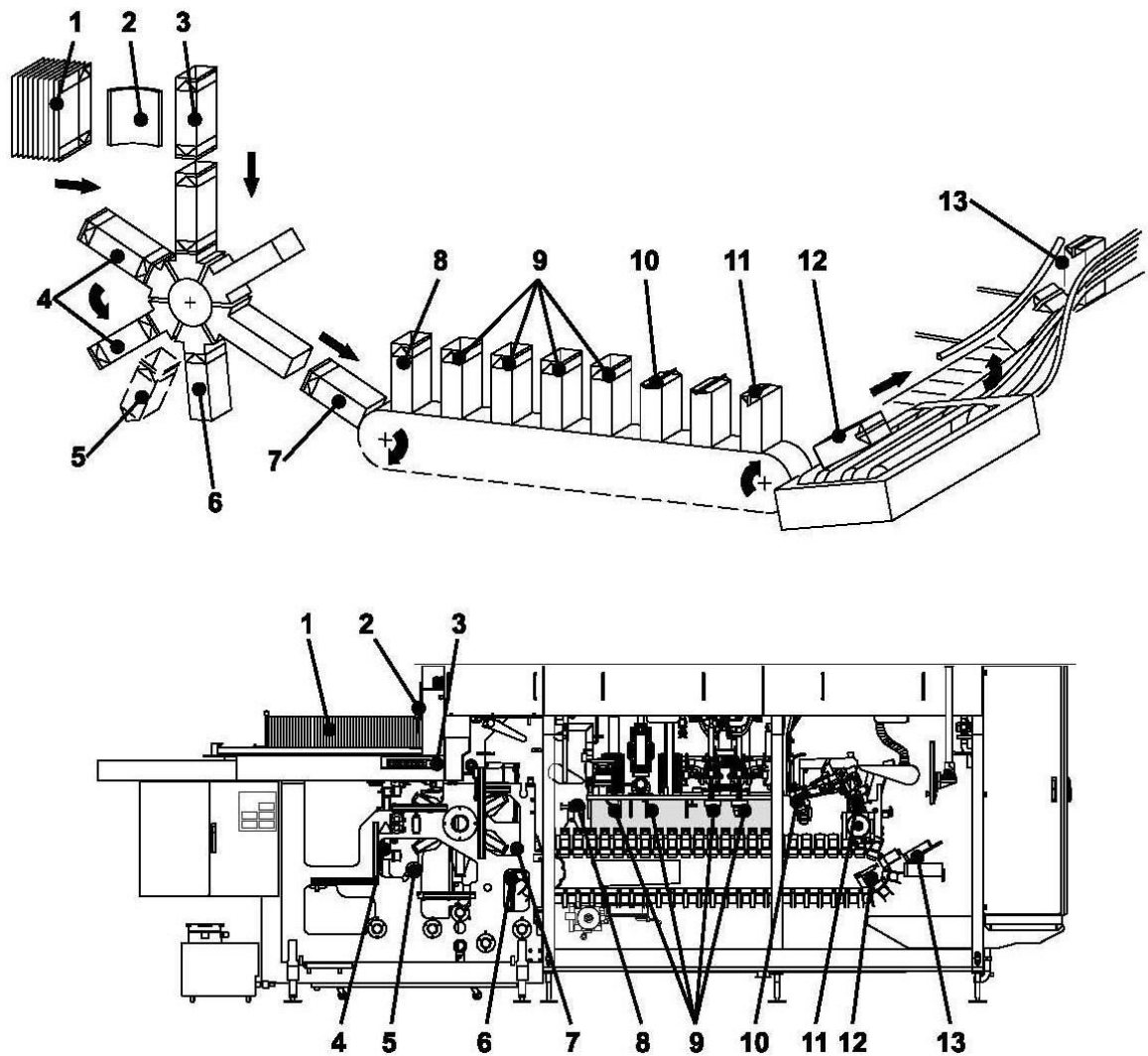
Homogeneïtzador de la planta de llet de l'empresa CAGSA, anomenat Tetra Alex de la marca Tetra Pak.

Un cop fet tot això, es continua amb un procés de refredament mitjançant un intercanviador de calor i, finalment, el producte ja està preparat per a ser envasat. Per tant, aquest s'envia directament a l'envasadora, o si no es vol envasar al mateix moment, s'envia fins al tanc asèptic, un dipòsit totalment estèril on la llet es mantindrà perfectament sense ser contaminada.



Tanc asèptic anomenat Tetra
Alsafe de la planta de llet de
l'empresa CAGSA de la
marca Tetra Pak.

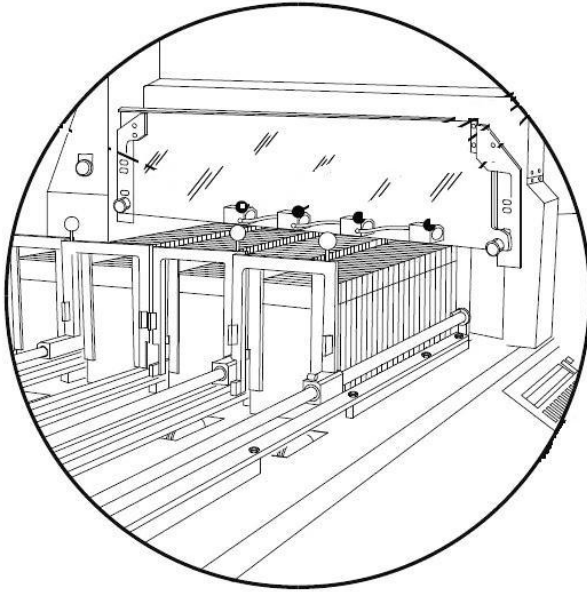
5.3 Envasat



L'envasat de la llet, seguirà els passos de l'1 al 13 mostrats en l'esquema de l'envasadora CFA 512 de la marca SIG Combibloc.

1. Carregador

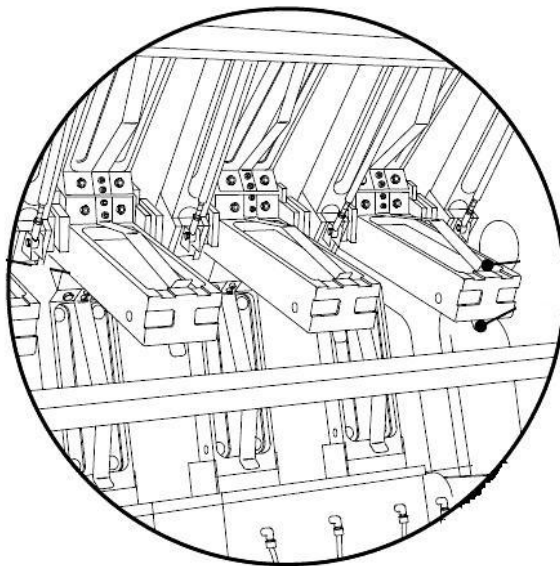
El carregador rep els cossos dels envasos. L'operador de la màquina o el carregador automàtic omplen el carregador amb els cossos dels envasos.



Carregador

2 i 3. Desplegador i empenyedor alimentador

Els cossos dels envasos són extrets un a un mitjançant unes ventoses, conformats en forma de prisma i empesos sobre un mandril. Amb aquest últim, es garanteix un guiat segur per la confecció del fons de l'envàs.



Mandril

4. Activació del fons

L'acció d'aire calent activa en dos estacions les zones a segellar del fons de l'envàs.

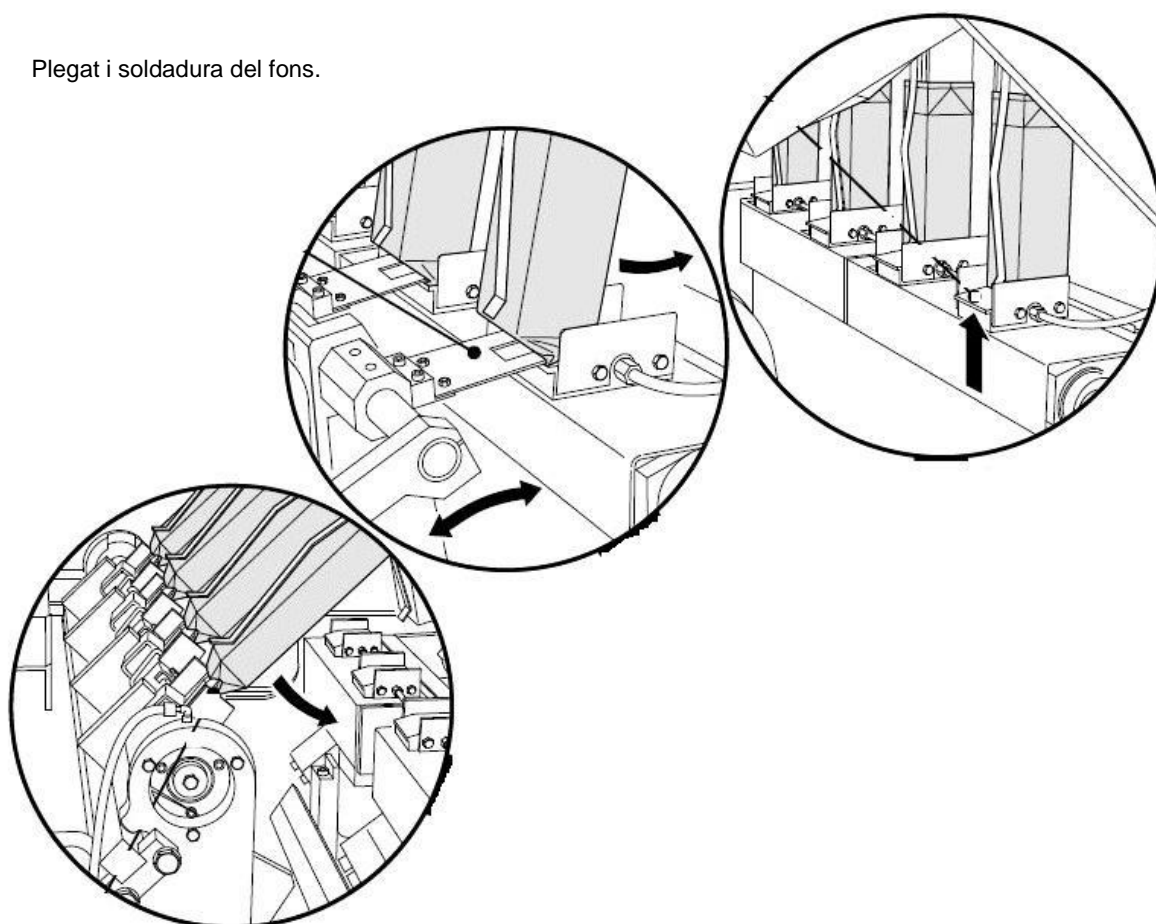
5. Plegat del fons

Mentre la roda de mandrils transporta el cos de l'envàs a l'estació de premsat del fons, uns plegadors transversals giratoris i un plegador longitudinal preformen els fons de l'envàs.

6. Premsa del fons

El premsador de fons i la cara frontal del mandril, premsen i segellen el fons de l'envàs per complet. Mitjançant aquest mecanisme, l'envàs rep el seu típic fons que li ofereix una estabilitat especialment bona.

Plegat i soldadura del fons.

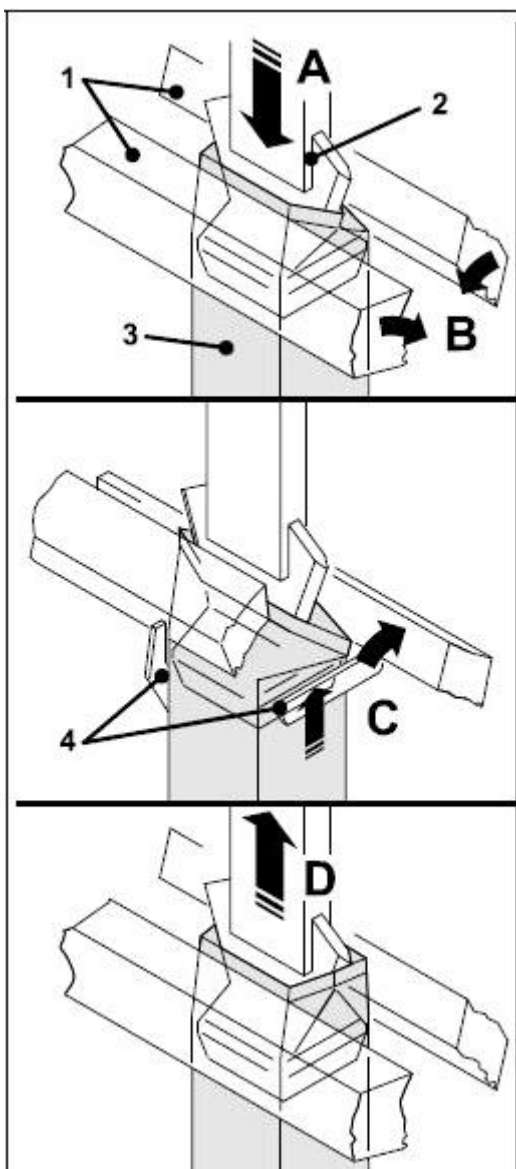


7. Empenyedor transferidor

L'envàs és després del mandril i és empès a un recinte que assumeix el transport posterior per les següents estacions de la secció de la cadena fins al transportador de sortida.

8. Preplegament del cap de l'envàs

La part de dalt de l'envàs rep un preplegament precís per les línies corresponents, per assegurar un bon plegament després d'omplir l'envàs amb la llet.



A – D Seqüència de moviments

1 Varilles plegadores

2 Taco plegador

3 Envàs

4 Dits plegadors

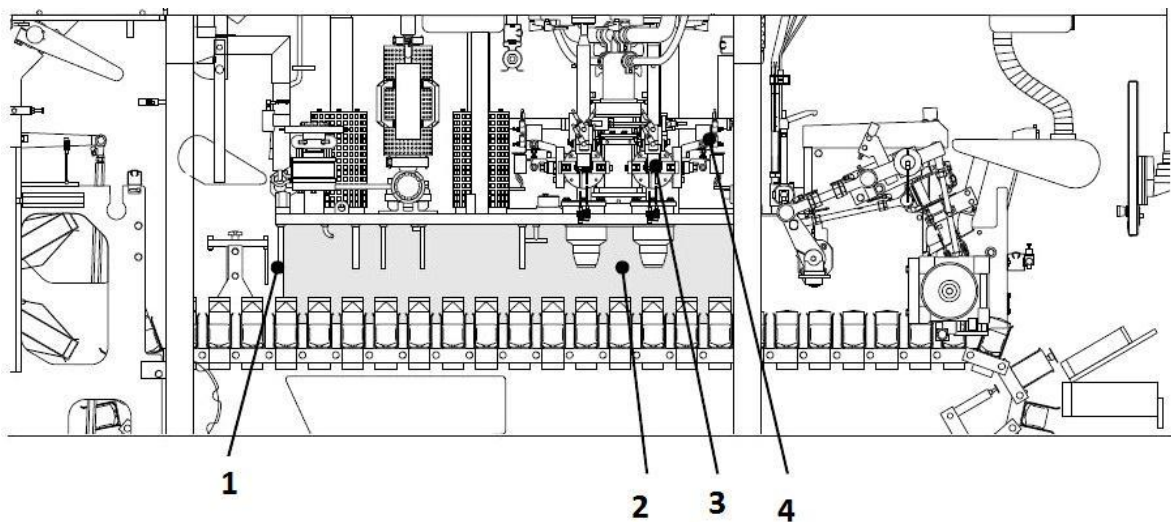
9. Zona asèptica

La zona asèptica consta de tres parts: la d'esterilització, la de secat i finalment, la d'emplenat de l'envàs. Primer s'esterilitza l'interior de l'envàs amb peròxid d'hidrogen (H_2O_2). A continuació, s'eliminen de l'envàs els residus d' H_2O_2 per mitjà d'aire calent estèril. Aquest procés mata de forma eficaç els microorganismes en l'interior de l'envàs. Un cop esterilitzat l'envàs, s'omple l'envàs amb la llet procedent del tanc asèptic. La màquina té una producció de 12.000 envasos per hora. Tota aquesta zona asèptica està

sota una lleugera sobrepessió d'aire estèril que evita l'entrada d'aire exterior no estèril i amb ell una contaminació de la zona asèptica.



Omplint els envasos amb la llet.



1. Detecció d'envasos

2. Càmera d'ompliment

3. Dispositiu dosificador

4. Cilindre d'accionament de la vàlvula de sortida

Zona grisa = Zona asèptica

El cap o la part de dalt de l'envàs es plega i queda soldada per sobre del nivell de l'ompliment. Abans de la soldadura, tot i això, s'injecta en l'envàs vapor que, després de refredar-se, redueix a un mínim el volum de l'espai lliure de l'envàs.

11. Estació conformadora del cap

Mitjançant aire calent, s'escalfa el polietilè, del qual està fet l'envàs, de les parets superiors triangulars i del costat estret de l'envàs. A continuació, es pleguen les dues pestanyes triangulars cap avall i es segella l'envàs. D'aquesta manera, ja tenim el típic bric de llet.

12. Expulsar i estació depositadora

L'envàs és expulsat del recinte on es trobava, redreçat i dipositat sobre el transportador de sortida.

13. Transportador de sortida

Els envasos abandonen l'envasadora i circulen per una cinta transportadora fins a la màquina d'acumulació de brics o fins a la màquina dels taps tal com explicarem a continuació.



Cinta transportadora fent circular els brics.



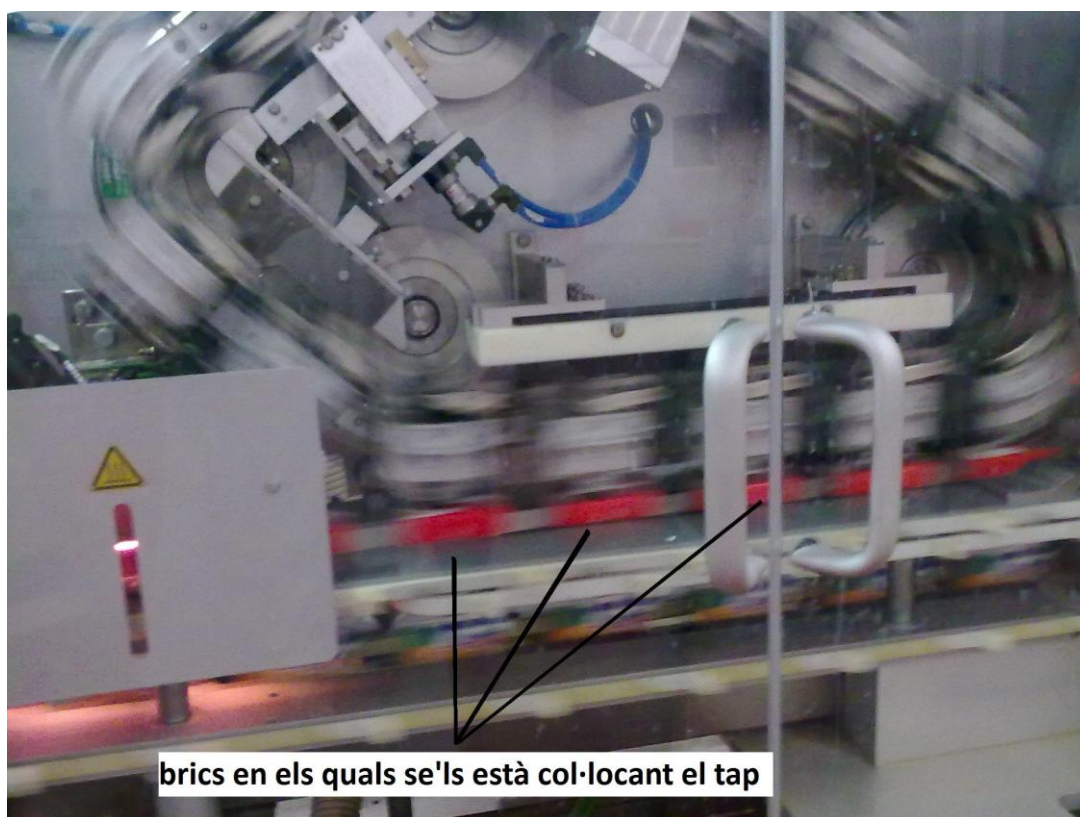
Un cop els brics ja estan plens segueixen un recorregut per diferents màquines:

1. Acumulador de brics:

La màquina d'acumulació de brics té la capacitat de retenir brics i poder guanyar uns minuts de temps (6 minuts) si alguna altra màquina per on han de passar té una avaria. D'aquesta manera, sempre que hi hagi una petita avaria, que normalment són les més habituals, un operari tindrà el temps suficient per solucionar el problema. La finalitat de l'acumulador és, per poc que es pugui, evitar haver de parar l'envasadora, ja que és força difícil tornar-la a posar en marxa.

2. Màquina dels taps

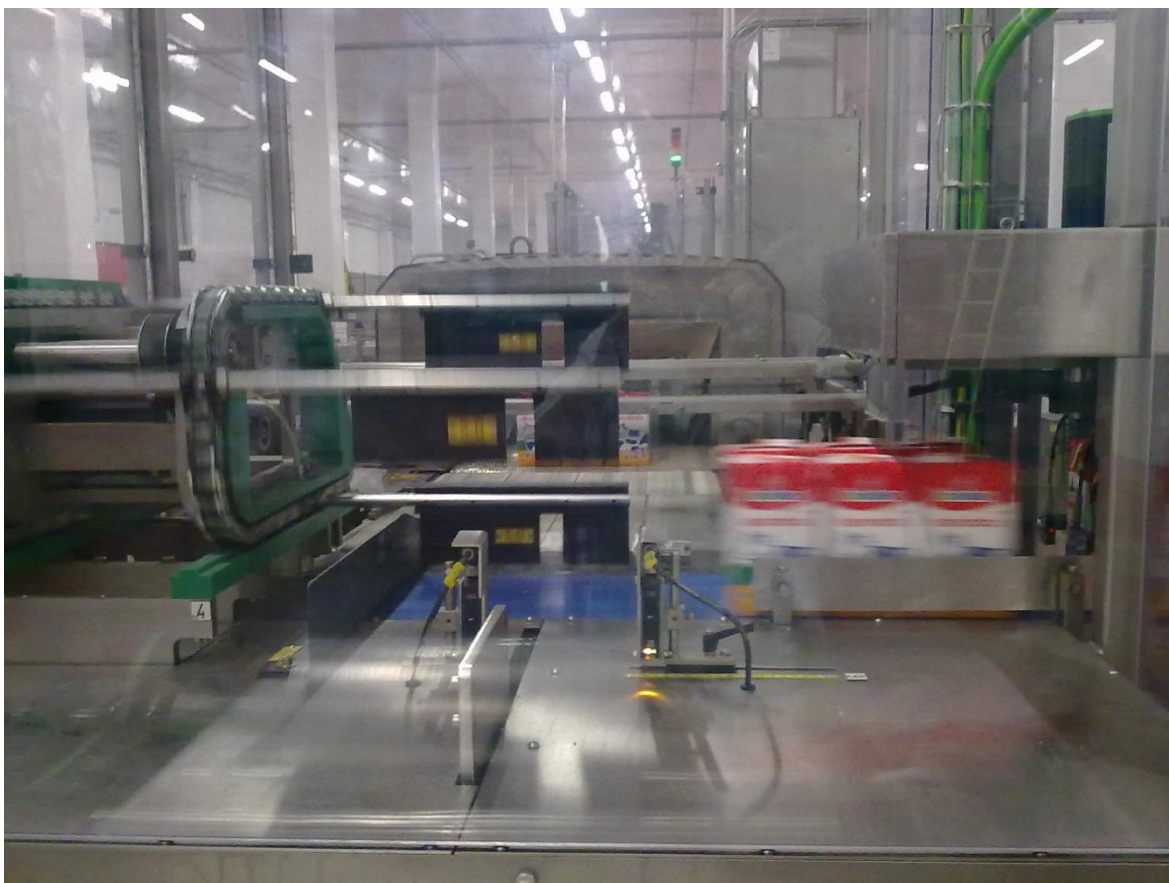
Aquesta màquina s'encarrega d'empegar el tap als brics. Aquests arriben per una cinta transportadora i, primer, la màquina diposita una certa quantitat de pega damunt de la zona on anirà col·locant el tap, i tot seguit, aquest s'hi col·loca. En la següent imatge, encara que no sigui de molta qualitat, ja que la màquina va molt ràpid, podem observar com aquesta va col·locant els taps damunt dels brics.



Màquina que col·loca els taps als brics

3. Agrupador de brics

A continuació, quan els brics ja tenen tap, se'n van cap a l'agrupador de brics. Aquesta màquina té la finalitat de col·locar en formació els brics abans de filmar els pac. Aquests entren per dos carrils a la màquina i aquesta, automàticament, els va col·locant en una formació de sis brics.



A la dreta, s'observen els sis brics ja agrupats.

4. Retractilat dels pac de llet

Quan ja es tenen els sis brics junts i ben col·locats, ja estan preparats per què se'ls col·loqui el film retràctil i així formar un pac de sis brics per posar-lo a la venda. Quan la màquina retractiladora ja ha envoltat el pac amb el film (pel·lícula plàstica que mitjançant calor adapta la forma que es vol), aquests es dirigeixen cap a un forn on es durà a terme la retractilació del film.³⁸ Després, el film es refreda amb aire i el pac ja està format.

³⁸ Operació que consisteix a escalfar momentàniament la pel·lícula plàstica termoretractable que embolcalla un objecte per tal que en encongir-se s'hi adapti perfectament. (Definició extreta del web www.diccionari.cat)



Posant el film sobre un pac de sis brics.



Pacs sortint del forn on s'ha dut a terme la retractilació del film.

5. Aplicador de les anses als pacs

Fet tot això, el següent pas és col·locar les anses damunt dels pacs de sis brics per facilitar la feina als clients quan els agafin a la botiga.

6. Paletitzat dels pacs

En aquest moment, una màquina col·loca sis pacs de sis brics sobre un palet especial proveït de rodes fins a formar sis pisos. Aquests sis pisos es filmen i finalment s'obtenen palets que contenen 216 brics cadascun.

7. Expedició del producte

Finalment, l'últim que queda és transportar tots aquests palets a les botigues, així que aquests es carreguen als camions i aquí finalitza tot el procés.

Una vegada el producte arriba a casa dels clients, cada bric té l'aspecte següent:



6. Entrevista a dos professionals

Per saber una mica més sobre el tema del meu treball, què és millor que anar a preguntar dubtes i curiositats a dos professionals? A continuació hi ha dues entrevistes, una a un homeòpata d'Igualada, i l'altra a un traumatòleg de Tàrraga.

6.1. Entrevista a Manuel Mateu Ratera, homeòpata

1. Creu convenient beure llet de vaca pels ossos?

La llet de vaca és un aliment més dels que tenim a la nostra disposició, però com a llet és un aliment complet. És l'aliment primari. La llet de mare, la llet humana és una llet molt complerta que porta totes les substàncies per la immunitat que el nen necessita. No necessita res més, llet i prou. Per tant, la llet de vaca és un similar a la llet humana, però no és ben bé exactament la mateixa.

Jo havia sentit que som els únics mamífers que després de la lactància materna continuem bevent llet i a més d'un altre animal.

Exacte, això, el que passa és que l'home inventa moltes coses, i una d'elles és inventar doncs... menjar-se altres animals que no li toquen, hi ha la possibilitat de ser vegetarià o bé ser carnívor. Però el procés d'utilitzar la llet d'una altra espècie, que són els bòvids... de fet són mamífers com nosaltres, ens assemblen molt a ells en molts sentits i també s'assembla molt la llet. El grup de metges o terapeutes o naturistes que han promogut la idea que la llet de vaca pot originar al·lèrgies o pot ser mal tolerada i originar mola més mucositat i així, crec que es basen en el fet que en retirar la llet, això és el que nosaltres quan ho fem es veu, al retirar la llet de vaca o els derivats de la llet, però sobretot la llet sencera, en els nens o amb persones que tenen mucositat molt important, s'ha observat que es disminueix la mucositat o la producció de mucositat. Aquest fet no és universal, o sigui, no passa amb tothom. Això sí que és una cosa que jo he observat. I que hi ha algunes persones que són intolerants relatius o més absoluts a la llet de vaca, i que a ells les proteïnes que no són humanes, però que les vaques aporten a la seva llet, els hi provoquen més mucositat, sobretot mucositat nasal o bronquial, com tos, tos més productiva i mucositat més blanca, més mocs, per entendre'ns, mocs més espessos. La meva opinió és: això només passa amb una part de la població, una part més sensible. Però la llet, en persones sanes, la llet de vaca, de cabra, la llet de mare, la llet de qui sigui, l'ésser humà està capacitat per digerir-la perfectament, com està capacitat per

menjar-se una escarola com per menjar-se un cranc. O sigui, l'home és omnívor, per tant, pot anar des de minerals, vegetals, fongs i animals. I són els seus productes, tots. O sigui, està capacitat, està preparat, dissenyat... la seva evolució l'ha portat a ser capaç de menjar-s'ho tot.

2. Aconsella beure llet quan es té osteoporosi?

No necessàriament la llet és l'únic vehicle per portar calci. Hi ha els derivats de la llet que, en algunes persones, són més fàcils d'absorbir i digerir. També hi ha els aliments que porten calci i les substàncies que també en porten, per exemple, porta calci la fibra del pa integral, els fruits secs... i altres coses. No és imprescindible la llet però la llet és un vehicle molt complet amb molt calci. La llet de soja que s'ha promogut com un substitut de la llet de vaca, porta una quantitat de calci molt inferior que no sé exactament quina, però crec que deu portar un 20% o un 30% màxim del calci que porta la llet de vaca. O sigui, no és imprescindible, però és molt útil, o sigui, si una persona té osteoporosi o li falta calci, pot ser útil que prengui llet.

O sigui que vostè la recomana, no?

La recomano, recomano que no falti en l'alimentació... i a la dieta allò que pugui aportar calci. No és imprescindible que sigui la llet. O sigui, no recomano directament la llet, jo recomano que facin una dieta, jo els pregunto "vostè què menja?", "menja d'això, menja d'allò"... doncs si veig que li falta calci, doncs o bé llet, o bé derivats de la llet (formatges, formatges frescos, iogurts...coses d'aquest tipus...).

3. Quan es té aquesta malaltia, recomana suplement minerals de calci i magnesi?

Normalment no ho recomano, perquè si una persona fa una dieta adequada, i això abans quan fem la història clínica els hi preguntem com és la dieta. Nosaltres, els internistes hem de fer aquesta pregunta, o bé ja la fa el dietista, "vostè què esmorza, vostè què dina, vostè què berena, vostè què sopa?" i amb les seves varietats. I amb això pots analitzar si a la dieta hi ha magnesi i calci. El magnesi el porten des de carns fins a vegetals. I del calci ja n'hem parlat. Si la dieta és suficient, no cal donar suplement. Una persona que fa una dieta desequilibrada o que està dèbil o que té una absorció difícil perquè té diarrees, gastroenteritis, o ha estat operat, o una dona que hagi tingut regles importants i hagi tingut pèrdues importants i estigui debilitada... a vegades, aquestes persones, necessiten una aportació suplementària.

4. Quines creu que són les quantitats necessàries de calci en un nen?

No ho sé per mil·ligrams, però les quantitats són sostingudes i proporcionals com més petits són, més es basa en l'alimentació làctia i després les aportacions de llet o de derivats són molt útils fins que es fa la resta de creixement. Quantitats... podríem posar doncs... un vas de llet o un iogurt o un derivat en l'adolescència, o fins l'adolescència o passada l'adolescència... és el que és útil perquè a més a més hi ha altres coses que porten calci.

5. Em podria parlar de quines creu que són les causes que produeixen l'osteoporosi?

Les causes naturals de l'envelliment. O sigui, si féssim un gràfic de densitometria òssia, veuríem les ordenades i les abscisses, la vertical i l'horitzontal, en la qual partim a dalt de tot... per exemple, un nen, que té una calcificació molt elevada, una densitat òssia bona quan ja s'ha construït tot el sistema ossi, amb l'edat, a partir dels 35 anys... 30-35 anys, es comença a produir una disminució natural de la densitat òssia progressiva fins arribar als 80 anys. Això és el que és natural tant en l'home com en la dona. Llavors, les proves de densitat òssia, valoren, amb raigs X, "lo" blanc de "lo" negre, la densitat que hi ha de tons grisos o negres, a la columna, o sigui a la zona lumbar, o al coll del fèmur, dos llocs. Llavors en aquests dos llocs, comparant-ho amb els patrons normals es mira si aquesta persona està per sobre o per sota d'aquests patrons. Hi ha uns marges que diferencien màxims o mínims de densitat òssia. Quan diem que una persona està osteopènica, que és un grau menor de l'osteoporosi... o sigui, osteopènia és pobre en os, i osteoporosi és que ja està una mica descalcificat. L'osteopènia està dins dels marges blaus de les imatges que hi ha allà, una mica per sobre o una mica per sota de la mitjana de tota la població. Quan marxa d'aquests nivells, a nivell inferior, blau (dic blau perquè en els gràfics sempre ho posen d'aquest color), se'n diu osteoporosi. O sigui, l'osteoporosi seria la disminució per l'edat, o sigui a la teva edat o a la meva edat que correspondria tenir això, si estic molt per sota és osteoporosi, i si hi estic una mica només, és osteopènia. El que es recomana de tractar és l'osteoporosi.

La pregunta era, quina causa produeix l'osteoporosi... la primera és l'envelliment, l'edat. La segona, el sedentarisme, no moure's. Per tant, ja tenim la solució, perquè tornar enrere amb l'edat no es pot, moure's sí. Una persona molt sedentària, que està molt quieta, li recomanem que faci exercici físic, que es mantingui activa. Que camini, que es mogui... simplement que es mogui. Per això, al passeig d'aquí Igualada, ja es veu a molta

gent... ja és una cosa que es va recomanar pel cor... però també és molt interessant per les articulacions i tot això... caminar, caminar mitja hora, una hora al dia, repartir-s'ho, i fer exercicis amb els braços, o fer gimnàstica... o fer exercicis d'aquest tipus. O sigui, l'exercici és molt important. I l'altra causa, seria que realment a la dieta hi faltés calci. És molt estrany a la nostra societat, que és una societat en la qual mengem, que tenim més o menys uns mitjans bastant adequats, que no es passa realment molta gana (excepte algunes persones molt pobres o miserables), hi ha mitjans per obtenir tot el calci necessari. O sigui que és una causa poc freqüent.

6. Té pacients amb osteoporosi?

Sí, que es pugui diagnosticar, de moment només ho sabem amb les dones que estan a la menopausa, que ens vénen a veure i que ens porten les densitometries òssies. Les altres persones que es poden diagnosticar són les que tenen fractures espontànies. O sigui, que aquest és un problema, però que es dóna quan la densitat òssia arriba un punt tant límit, que amb qualsevol ensopegada se'n té prou. Bé, una fractura espontània, no és conseqüència d'una caiguda, és conseqüència de baixar les escales, qualsevol copet... on es trenca l'os sense haver caigut. I l'altre, és una fractura per una caiguda banal, la qual a un nen no li faria res, a un adult tampoc, però que en canvi, en una persona amb osteoporosi, li trenca l'os.

I a vegades no se sap que es té aquesta malaltia fins que no hi ha una fractura, no?

Exactament.

I aquesta gent van al traumatòleg també a part d'acudir a vostè?

Bé, jo sóc internista i a més a més faig homeopatia, i normalment la gent vénen per altres motius que directament a través de l'osteoporosi. Els especialistes que veuen més això, acostumen a ser els ginecòlegs, perquè fan aquesta prova amb les dones que tenen la menopausa. Però aquesta malaltia la patim tant els homes com les dones. O sigui que quan es posi de moda que els homes ens haguem de fer proves de densitometria òssia, ja en parlarem... perquè llavors si a les indústries els interessa que prenguem medicaments els homes... faran una campanya... dient que els ossos també se'ns poden trencar a nosaltres.

**7. Creu que a la llet hi ha una bona relació entre la quantitat de calci i de magnesi?
He sentit que a la llet hi ha 10 vegades més calci.**

No, el magnesi si una persona no té una bona alimentació amb vegetals, li faltaria magnesi. El magnesi és molt important i és molt important que hi sigui present a la dieta. Per tant, la dieta mediterrània, en aquest sentit, és molt equilibrada perquè contempla tots els aspectes d'aquests, conté fruites i verdures crues, que són el més important per obtenir magnesi. El magnesi és bàsic, perquè té una acció important en la transmissió nerviosa i en l'equilibri del sistema nerviós.

8. Creu que el magnesi és necessari per regular el metabolisme del calci i fixar-lo als ossos?

Sí, és un coadjuvant, és un element auxiliar, diguem-ho així, en el metabolisme del calci. No directe, sinó que és indirecte.

9. Sense magnesi, el calci es diposita als teixits tous?

Sense magnesi hi ha més facilitat a què s'hi pugui dipositar, però hi ha d'haver una tendència, que ja depèn d'altres factors, perquè es calcifiquin teixits tous com són tendons per exemple. És el que diríem les tendinitis calcificants, que es produeixen en zones de fricció i que el cos es defensa produint calci en aquella zona, i doncs això, és un origen de dolors, de fractures de tendons... o coses d'aquest tipus. En el fons, són desequilibris de la mecànica, però que el cos fa com si intentés protegir-los, perquè al posar-hi calci allà, és com si el volgués endurir per evitar un mal major.

A vegades hi ha desequilibris bioquímics entre magnesi, calci i tot això també.

I creu que el magnesi mobilitza el calci dels llocs inadequats i el col·loca sòlidament als ossos?

Entre el que t'he comentat abans que dins d'aquest metabolisme del calci, on el magnesi actua com un coadjuvant, un auxiliar, regulant l'hormona paratiroide que és l'hormona que ajuda en el balanç entre el calci i el fòsfor. El calci i el fòsfor són els que aquesta hormona regula. Quan el calci baixa, el fòsfor puja i quan el fòsfor baixa, el calci puja. Els manté en equilibri. Llavors l'hormona paratiroide és la que mana en tot aquest procés de descalcificació o d'hipercalcificació. Amb aquests processos de persones que tenen calcificacions patològiques exagerades, normalment abans ja hi ha un desequilibri de

l'hormona paratiroide que està en les banyes de la tiroides, o sigui, hi ha quatre puntets posats als extrems de la glàndula tiroides aquí al coll.

10. Creu que la llet és la solució per evitar l'osteoporosi?

No necessàriament, no és imprescindible...

I quines solucions proposaria?

Una dieta equilibrada, que pot tenir llet... jo no estic en contra de la llet. Jo sóc favorable a una dieta equilibrada que pot incloure llet. La llet de vaca no la considero perjudicial. Si alguna persona tingués problemes li trec... hi ha gent que no tolera la llet, gens, ni els hi agrada, llavors has de buscar altres solucions. Però jo no culpo a la llet, dient que la llet de vaca és dolenta, perquè s'ha arribat a aquests extrems i penso que això és una cosa exagerada. Jo no considero que la llet sigui dolenta, però tampoc considero que sigui la salvació de la humanitat. Hi ha altres solucions. I després per tant, les solucions per evitar l'osteoporosi són una dieta equilibrada i l'exercici físic, molt important. Totes les dones que vénen amb problemes d'aquest tipus, la primera cosa que els dic, després d'assegurar que la dieta no és deficient, és que facin exercici físic... i si es mouen i troben aquestes coses que ara fan als gimnasos... coses amb equip... la gent més gran que s'ho passen bé i gaudeixen tant mentalment com físicament, i això els beneficia moltíssim. Com diuen ells, es treuen uns quants anys de sobre.

11. Si el pacient acumula calci als teixits tous per una excessiva calcificació d'aquests, quines mesures pren?

Primer s'ha d'investigar la causa per saber si és una malaltia. Si és una malaltia de la paratiroides, llavors s'ha de tractar, hi ha diferents solucions. Aquesta és la primera cosa. Per tant, les calcificacions que produeix l'hiperparatiroidisme o l'hipoparatiroidisme són calcificacions generals, que estan a tot l'organisme. Si les calcificacions són locals i les paratiroides són normals, llavors ja és un problema que té una solució mecànica. El traumatòleg, ha de veure si s'ha d'operar, si s'ha de fer una neteja, si s'ha de recanviar. En l'homeopatia tenim medicaments per tractar les calcificacions. No són tractaments que resolguin el problema d'avui a demà, sinó que són tractaments més llargs que poden: primer, reduir la inflamació i per tant, el dolor; i segon, a la llarga, poden disminuir la calcificació amb mig any o un any i reduir-la a la meitat o a menys de la meitat. O sigui que això es veu en ressonàncies magnètiques o amb ecografies, i vas comprovant i vas veient els resultats.

12. Quina és la causa de la mala absorció del calci que comporta la consegüent descalcificació dels ossos?

Això són problemes que estan afegits en algunes malalties dels budells que diguéssim. Sobretot són malalties inflamatòries. Les malalties inflamatòries produeixen males absorcions que poden ser: generals, que significa que hi ha una disminució de l'absorció de la majoria de nutrients; i de més específiques, que aquestes són molt rares, que significa que no s'absorbeix el calci, això és raríssim, però algunes vegades es dona perquè el calci necessita, com el ferro, associar-se amb altres substàncies per poder ser absorbit, com la vitamina D en el cas del calci.

13. Què provoca la calcificació dels teixits tous en lloc dels ossos?

Primer, que hi hagi més calci a la sang, i després, causes mecàniques de fricció, en els teixits tous diríem que són les zones tendinoses les que es calcifiquen més. La malaltia més greu, diríem que és la calcificació intraarterial, que seria l'arteriosclerosi. L'arteriosclerosi és el dipòsit, no solament de colesterol, però la calcificació intramural dins de l'artèria amb calci. Això és una malaltia molt més greu que el dipòsit de calci en teixits tous externs a la circulació.

14. Quina creu que és la causa de la desmineralització dels ossos a una certa edat?

Doncs el que t'he dit abans... o sigui, estaríem en el mateix procés que les cèl·lules tenen. Tenen com un programa, amb el qual perden vida, i per tant, els ossos perden calci. O sigui que... és com l'edat... per què una persona no es pot mantenir jove sempre i ser eterna? Perquè en el seu disseny, el software del programa cel·lular del DNA, hi ha una zona, en la qual està programat l'envelliment. I l'envelliment porta associat, que en comptes de construir-se més múscle, i més teixit nerviós, i més teixit ossi, cada vegada n'hi hagi menys, i la reproducció del teixit nerviós, en comptes de posar-se cap a més, va cap a menys, el que comporta la pèrdua de memòria i malalties més greus... però el que és natural, és que es produeixi aquesta reducció. Al final de la vida d'una persona, s'arriba a la mort natural per falta... de més impuls.

15. Per què creu que les dones tenen una massa òssia pico menor que la dels homes?

No és tant aquesta diferència, això és una mica un... a veure, que hi ha una diferència entre l'home i la dona és veritat, però la diferència no és tan important com es creu. Si tu preguntes a la gent, "els homes tenen osteoporosi"? Et diran, "no", i tu "les dones tenen

osteoporosi"? i ells "Sí, a la menopausa, totes, es moren trencant-se pel carrer!". Doncs no, ni tant, ni tant poc. Hi ha una osteoporosi global, home i dona, i en la menopausa, algunes dones, no totes, tenen una descalcificació una mica més important com a conseqüència de la falta d'hormones femenines, introdueix un element d'empitjorament d'aquesta pèrdua en aquesta fase de vuit o deu anys. Però, no hi ha una diferència tan important entre un sexe i l'altre

16. Té pacients joves amb problemes de calcificació?

D'hipercalcificació sí, però d'hipocalcificació no. A no ser que es tinguéssim una malaltia de les paratiroides o malalties congènites que cursen amb els ossos de vidre, que en diem, que són malformacions de naixement, que són fragilitats... fractures espontànies en nens que els hi fas una radiografia i se'ls hi veuen els ossos gairebé transparents.

I aquesta hipercalcificació en joves a què creu que és deguda?

Normalment són calcificacions articulars. Són tendències que es tenen que no són degudes a l'augment de calci a la sang, sinó que són calcificacions locals per fregament, per predisposició... per tendència...

17. Creu que hi ha alguna llet millor que la de vaca?

No... bé, la de mare. La ideal és la llet humana. Ara, la llet de cabra, sembla ser que té uns elements que són més digeribles que la llet de vaca. Normalment es recomana més la llet de cabra per persones que tenen problemes per digerir o d'absorbir que no pas la llet de vaca, es considera més sana... bé, sana no seria la paraula perquè és equívoca... podríem dir que se la considera més digerible, de més fàcil digestió i fins i tot, dins dels seus aminoàcids, s'assembla una mica més a la llet humana. Tinc entès que les proteïnes de la llet de cabra són més semblants a les de la llet humana que les de la llet de vaca, però aquesta llet, a nivell industrial, no dóna per a tant volum.

18. Doni'm arguments a favor de la llet de vaca i arguments en contra.

L'argument a favor més important de la llet de vaca és que és una llet molt semblant a la humana com a aliment complet, o sigui, la llet és el millor aliment que existeix, perquè és el primer que es dóna als nens a través de la mare, per tant, si es dóna als nens per créixer, és el més complet quasi com aquell qui diu, es podria viure sempre així. No és veritat perquè es necessiten altres coses, però diríem que la llet s'assembla molt a la llet

humana. Una persona que mengés poc, molt poc, si begués llet, tindria una alimentació molt més completa que una persona que només mengés pa, per exemple.

Arguments en contra... doncs pocs... perquè com a llet, si és un aliment complet, l'abús i la falta d'altres aliments complementaris podria ser un problema que no podem atribuir directament a la llet, sinó que seria una conseqüència... Llavors, problemes en les persones que tenen al·lèrgies o tenen intoleràncies per ser llet d'una altra espècie o perquè simplement tenen una intolerància. Aquesta és la pega... però és com si parléssim dels préssecs, avantatges i inconvenients dels préssecs, doncs hi ha gent que els agraden molt i són boníssims, té un gust sensacional. Inconvenients: hi ha gent a qui els agafa un atac d'urticària... O sigui, és com tot. La gent que té al·lèrgia a la llet, pot tenir un problema seriós. Hi ha gent que no la pot ni veure ni olorar.

Ara bé, tu em dius avantatges i inconvenients, doncs els inconvenients jo diria... hi ha una cosa que vull afegir i és que els inconvenients de la llet industrial, són molt més grans i molt més greus que les de la pròpia llet. O sigui, quan la gent em ve a dir, "vostè què creu de la llet?", jo els dic que la llet em sembla bé, i ells "però vol dir que no és dolenta?". La llet de vaca en si, no és dolenta, excepte per les persones que tinguin molta mucositat que quan li treus veus que aquesta baixa, o que tenen al·lèrgia o intolerància.

Els problemes de la llet de vaca que comprem als supermercats són els additius alimentaris: conservants, colorants i el que no està controlat i que la llet desprèn com clembuterols o substàncies que s'han subministrat a les vaques perquè s'engreixin i augmentin la massa de múscle, i després, antibiòtics. De fet, no es pot sacrificar un animal si ha pres antibiòtic i no es pot vendre fins al cap d'un mes després. Per a tot això, hi ha una legislació molt estricta, però no sempre tenim la seguretat que totes les companyies que venen, facin tots aquests controls, perquè saben que feta la llei, feta la trampa... I després hi ha una cosa que són les hormones, les hormones de creixement, que se'ls poden donar als animals perquè facin més volum. Llavors, tant els derivats del clembuterol que estan prohibitíssims, com els antibiòtics, com les substàncies aquestes hormonals, sí que poden a la llarga, quan entren dins la cadena alimentària de l'ésser humà, poden arribar a ser fins i tot cancerígenes. Això és molt complex, perquè tots els elements hormonals o "hormonlike", és a dir, que s'assemblen a les hormones, que estan als plàstics o en els derivats dels plàstics, són els que sembla que estan al darrere dels problemes d'infertilitat, falta de producció d'espermatozoides i tot això... Però el problema que veig més, és el de la llet que no estigui controlada sanitàriament o que s'escapi

d'aquests controls estrictes i que introdueixi dins la cadena alimentària, substàncies no autoritzades. Aquest és el problema que veig en la llet.

Jo la llet en si no la veig malament, perquè hi ha gent que en pren tota la vida i no li passa res, i es troba estupendament. Hi ha gent que fa deixar la llet per sistema a tothom. Jo crec que no és necessari arribar a aquest extrem. Però sí que hi ha persones que els hi pot ser útil, per tant, s'ha de saber discriminar qui és adequat i qui no.

19. Creu que encara que hi hagi llets enriquides amb calci, s'aprofita més calci que en les que no ho estan?

No, perquè això és una estratègia comercial que s'ha muntat. El cos és molt savi i absorbeix el calci que necessita, i la resta se'n van cap als ronyons i màxim et pot regalar una pedra. Però no tothom farà pedres, depèn de la predisposició de cadascú i de la seva tendència a fer-ne. Hi ha persones a les quals els hi pots donar "carretades" de calci i no faran mai una pedra. Depèn de cada persona.

20. Creu que són realment útils alguns iogurts que s'anuncien per les dones menopàusiques? Ex: "Densia de Danone".

No, això també és totalment un assumpte comercial com aquests que són pel colesterol, o sigui, la gent que tu tens amb problemes de colesterol, de la manera que es fa la publicitat, tu els controles només amb això i veus que la disminució és de no res, d'un 1%. L'expectativa que es posa en la publicitat no és la que es rep en els resultats. I en aquests iogurts, passa el mateix. Suposo que et refereixes a aquell anunci que diu que "Nosotras..." que surt aquella senyora que és una actriu o una ballarina... que explica aquest iogurt.

Sí, sí.

21. Creu que el calci que conté la llet de soja o l'oli d'ametlles és de més fàcil absorció?

És el mateix tipus de calci, té la mateixa capacitat d'absorció que el calci de la llet de vaca. En general, es considera que hi ha menor quantitat de calci en aquestes altres llets, però no necessàriament de més bona absorció. Perquè el calci que hi ha a la llet és un calci que la ionització que té i tot el que té és molt semblant a la de la llet humana. Llavors l'absorció és fàcil igual.

22. I quin tractament homeopàtic recomana en casos de mala absorció del calci?

Els casos de mala absorció del calci són pocs, no és gaire freqüent, hauríem de valorar si aquesta persona té una osteoporosi com a conseqüència de la mala absorció. Ja hem vist que les causes poden ser, a part de l'edat, el sedentarisme i en principi no hi hauria un tractament homeopàtic, que faci una dieta equilibrada i que es mogui.

Si aquella persona té una malaltia digestiva greu, per exemple una colitis ulcerosa o una mala absorció intestinal per altres coses que fan que a més a més es poden absorbir malament moltes vitamines, entre elles la vitamina D, i així dificultar l'absorció del calci, llavors s'ha de tractar la malaltia causant amb el tractament homeopàtic adequat o amb el medicament convencional. Els tractaments per a l'osteoporosi, sigui un home o una dona (jo tinc més experiència amb les dones perquè és el que està més documentat), però el tractament que fem per una migranya o per unes sufocacions en una senyora que pugui tenir una osteoporosi, que ens la documenta, el tractament fet per a ella, pot millorar-li el pronòstic i els resultats al cap de dos, tres i quatre anys, segons l'osteoporosi que té, pot normalitzar-se. O sigui, hi ha tractament homeopàtic per resoldre aquests problemes.

6.2. Entrevista al Dr. Josep Maria Trullols Batlle, traumatòleg

1. Creu convenient beure llet de vaca pels ossos?

Sí, però bé, llet en general de vaca o de cabra...

2. Creu que la llet pot provocar mucositat?

A veure, jo com a traumatòleg, no ho sé, no ho sé massa bé, però sí que he sentit algun comentari alguna vegada que des del punt de vista respiratori la llet sí que produeix un augment de les secrecions.

3. Aconsella beure llet quan es té osteoporosi?

Sí

I què més aconsella?

Quan es té osteoporosi, i a vegades segons el tipus d'osteoporosi, per més llet que es begui, l'os no absorbeix el calci necessari, per problemes d'alteracions hormonals com en la menopausa, o bé després de lesions òssies que a vegades produeixen un síndrome de mala absorció del calci. Aleshores s'han de donar certes substàncies que preparen l'os per reabsorbir el calci que s'ingereix amb els aliments. Sempre, el calci, perquè es pugui absorbir, ha d'anar acompanyat de vitamina D. La vitamina D és un factor important per l'absorció del calci.

4. Recomana suplementes minerals de calci i magnesi?

Jo no, però també hi ha estudis que diuen que el magnesi pres durant molts i molts anys, eviten la degeneració articular i diu que preveu l'aparició de l'artrosi. No sé si està contrastat... però s'està parlant de que s'ha de prendre magnesi durant almenys cinquanta anys. Això vol dir que un gairebé quan neix ja ha de prendre bastant magnesi, però la gent... no ho fa. Però quan ja hi ha problemes, sinó se n'ha pres abans, no serveix de gran cosa prendre'n llavors. Diuen que el magnesi, pres a primeres edats i tot això... evita... però una vegada ja es té artrosi ja no serveix de res.

5. Quines creu que són les quantitats necessàries de calci en un nen?

Les quantitats de calci en un nen... puf.. jo crec que... en un adult potser són més baixes que en un nen. En un nen, les quantitats de calci potser... com que està creixent i està ossificant potser són superiors a les d'un adult... Si en un adult les quantitats poden ser entre uns 1200 i uns 1600 mg... amb un nen no et sé dir exactament la quantitat, però probablement són més elevades perquè el calci s'aprofita molt més per estructurar l'os.

I en persones grans?

Com un adult.

I les persones que ja tenen osteoporosi?

Les pautes de tractament que es donen són aquestes que t'he dit, i conjuntament amb vitamina D.

6. Em podria parlar de quines creu que són les causes que produeixen osteoporosi?

Home, sempre es podria dividir en dos tipus de causes, podríem dir primàries i secundàries. Les primàries per exemple, són doncs les alteracions hormonals en la dona, sobretot en la dona, té molt a veure l'osteoporosi amb els estrògens. Quan una dona arriba a la menopausa que té una alteració, una davallada dels estrògens, veiem molta més osteoporosi amb les dones que amb els homes, per tant, hi ha una relació hormonal important.

Després també una altra alteració primària de l'osteoporosi podria ser l'osteoporosi senil. Si una persona, fa anys i perd activitat física i tot això, aquesta persona té més osteoporosi. Per tant, una causa és l'edat.

Després també podria ser una causa, alteracions després de lesions...

Per tant, per exemple, un trencament d'un lligament mal curat pot produir osteoporosi?

Molt bé, o una ruptura de canell, o bé les immobilitzacions llargues després de tractaments ortopèdics... per això et deia causes primàries i secundàries. Les secundàries doncs són malalties per exemple, una persona que té una alteració a les hormones

paratiroides poden tenir doncs una alteració de l'absorció del calci. Llavors també alteracions de tumors, tumors descalcificats...

7. Té bastants pacients amb osteoporosi?

Bastants, perquè veiem un promig de... o sigui, la gent es comença a queixar d'una zona generalment quan són grans.

Sap si també van a un homeòpata a part d'acudir a vostè?

Sí, però no tinc... no sabria dir de la gent que hi va exactament...

8. Creu que a la llet hi ha una bona relació entre la quantitat de calci i de magnesi?

Jo sé que la llet porta bastant calci i magnesi. Em sembla que no en porta la quantitat que es considera, des del punt de vista científic, una miqueta adequat per evitar problemes degeneratius articulars. Crec que a part de la dosi que aporta la llet, se'n necessita una dosi suplementària.

9. Creu que el magnesi és necessari per regular el metabolisme del calci i fixar-lo als ossos?

Crec que sí. Tots els ions que hi ha a nivell orgànic tenen la seva funció. Per exemple, com el sodi i el potassi tenen la seva funció en la bomba cardíaca, doncs el magnesi i el calci també tenen la seva funció en la contracció muscular i dins del sistema esquelètic.

10. Sense magnesi, el calci es diposita als teixits tous?

No, crec que no...

Creu que el magnesi mobilitza el calci dels llocs inadequats i els col·loca sòlidament als ossos?

No, la veritat és que del magnesi, la funció i tot això no t'ho puc clarificar molt, perquè el metabolisme del magnesi tampoc el conec ben bé...

11. Creu que la llet és la solució per evitar l'osteoporosi?

No.

Quines solucions proposa?

Portar una vida equilibrada, fer exercici, tenir una bona circulació i a veure... la llet és un gran aliment, o sigui, aporta molt calci perquè prové d'altres productes, però per suposat que els iogurts, el formatge i tots els derivats lactis, ajuden a la calcificació també.

12. Si el pacient acumula calci als teixits tous per una excessiva calcificació d'aquests, quines mesures pren?

Això són patologies, miopaties, patologies musculars que a vegades depèn de quines persones, veiem que segons quines zones, depèn de quins llocs, per exemple a nivell del lligament del genoll, veiem que s'hi dipositen més calci del normal. Però, no és per culpa del magnesi, és a dir, ben bé no sabem a què és atribuïble aquesta patologia, aquests dipòsits càlcics però sí que veiem que és freqüent en zones sotmeses a traccions o zones tendinoses, en zones d'inserció d'origen, però, en zones tendinoses d'origen o d'inserció, més que res d'inserció. Aquests dipòsits càlcics tenen més a veure amb l'activitat que amb el metabolisme.

13. Quina és la causa de la mala absorció del calci que comporta la consegüent descalcificació dels ossos?

Gent que per exemple tenen problemes a l'estómac com una gastritis crònica tròfica que no permet absorbir la vitamina D per exemple, llavors aquesta malaltia no els deixa absorbir el calci.

Gent amb problemes renals, com una insuficiència renal que no filtra el calci i que per tant no l'absorbeix i si no es reabsorbeix calci al ronyó, aquest no podrà passar a l'os i marxarà per l'orina.

14. Què provoca la calcificació dels teixits tous en lloc dels ossos?

Això és el que t'he dit abans, no sé sap ben bé però sí que es veu que en zones sotmeses a grans sol·licituds, allà a vegades hi ha dipòsits càlcics que produeixen calcificacions. I llavors el que ho produeix no se sap ben bé, però sí que té a veure sobretot amb les sol·licituds que té, i a vegades també amb alteracions metabòliques determinades però que ben bé no se saben.

15. Per què creu que les dones tenen una massa òssia pico menor que la dels homes?

Per un problema osteogènic, per un problema hormonal.

16. Té pacients joves amb problemes de calcificació?

Si ens fixem en gent de mitjana edat per exemple, doncs sí, amb calcificacions del supraespinós. Llavors també hi ha un tipus de patologia que es veu en gent jove, que és una calcificació del lligament lateral intern que n'hi diuen el síndrome de Pellegrini Stieda, que es veu en canalla, en gent de 12 i 14 anys.

I a que creu que és degut això?

No se sap... són dipòsits càlcics anòmals, sense saber ben bé l'etiologia de per què es fan aquests dipòsits.

17. Creu que hi ha alguna llet millor que la de vaca?

Jo crec que totes les llets són bones. Totes les llets... potser la de vaca és la que està més generalitzada perquè en produeix més, però la llet de cabra, pels "crios" es parla que la llet materna té una quantitat de proteïnes, greixos... excel·lent. Vull dir, tots els mamífers teòricament creixen així.

18. Arguments a favor de la llet de vaca i arguments en contra.

Arguments a favor els que t'he anat dient. Arguments en contra, exceptuant la intolerància a la lactosa i la gent que té aprensió als derivats lactis... però no és un motiu per estar-ne en contra.

19. Creu que encara que hi hagi llets enriquides amb calci, s'aprofita més calci que en les que no ho estan?

No, o sigui, quan l'organisme en té prou, el que fa és sobresaturar els ronyons, crear problemes als ronyons. Si una llet té suficient dosis de calci, quan l'organisme en té prou diu prou. No cal fer-lo treballar més i crear-li un estrés.

20. Creu que són realment útils alguns iogurts que s'anuncien per les dones menopàusiques?

No, no. Si una dona menopàusica pren molt més calci però té una alteració dels estrògens, no ho absorbirà. Només carregarà als ronyons, problemes de ronyons. O sigui, per una persona menopàusica hi ha productes com els estrògens que es donen, medicacions que es donen després de la menopausa que s'ho pren la dona i recalifica. Per tant, si una persona no la tractem i li donem molta quantitat de calci, què fem? No res. El calci marxa per l'orina i ja està.

21. Creu que el calci que conté la llet de soja o l'oli d'ametlles és de més fàcil absorció?

No, crec que el calci és calci independentment d'on provingui.

6.3. Comentari de les entrevistes

Per fer les entrevistes, vaig escollir un traumatòleg i un homeòpata per poder comparar les seves opinions sobre la llet. Havia sentit a dir que la medicina tradicional estava a favor de la llet i que l'homeopatia en contra. De fet, de bon principi tenia previst fer l'entrevista a un homeòpata que ja sabia segur que hi estava en contra, ja que tenia familiars que havien estat visitats per ell, i els recomanava no beure llet. No obstant això, no va ser possible fer aquesta entrevista, per tant, en vaig buscar una altra. No poder fer-la, em va ser útil per adonar-me que no tots els homeòpates estan en contra de la llet, sinó que n'hi ha que la troben un aliment molt complert i que no la troben perjudicial.

Els dos professionals entrevistats van coincidir molt en les seves opinions. Tots dos creuen que la llet és una font important de calci i d'altres nutrients, però que hi ha altres aliments que ens poden ajudar a tenir una dosi adequada de calci a la nostra dieta, que la llet no és "la salvació de la humanitat" com va dir l'homeòpata.

Cal tenir en compte que hi havia algunes preguntes relacionades bastant amb la nutrició i que és per aquest motiu pel qual no van respondre molt específicament el que se'ls preguntava. Per exemple, cap dels dos em va deixar gaire clar quin és el paper del magnesi en el metabolisme del calci, i això era una cosa que m'interessava bastant, ja que per Internet i en els llibres no vaig poder arribar a res que fos prou concloent per posar-ho al treball. Per això vaig pensar que fer algunes preguntes sobre aquest tema m'ajudaria a aclarir dubtes, però no va ser així.

Una cosa que em va dir l'homeòpata i que em va sorprendre molt, és que la llet de soja porta molt menys calci que la llet de vaca. Jo sempre havia sentit que els homeòpates recomanaven molt més la llet de soja, tot i que tampoc em va dir el contrari, però em va semblar que em parlava millor de la llet de vaca que de la de soja, quan em pensava que seria justament el contrari.

Sincerament, creia que les entrevistes m'aportarien més informació de la que ja sabia. Hi ha coses curioses que em van explicar l'un i l'altre, però tot i així, em pensava que extrauria informació més interessant.

7. Comparativa de diferents llets comercials

Com ja he dit a l'apartat 5, a l'estiu vaig estar fent pràctiques en un laboratori d'una planta de llet i vaig voler aprofitar la meua estada allà per poder realitzar alguna pràctica per aquest treball. Vaig escollir sis llets de marques i preus diferents, de conegudes i de menys conegudes, per poder comparar la seva composició i poder veure si aquesta és el motiu del seu preu. Vaig observar els diferents aspectes que allà al laboratori miràvem per a cada bric que trèiem de l'envasadora, per comprovar que tots els paràmetres eren correctes a mesura que avançava la producció. Per començar, vaig anar a tres supermercats diferents perquè hi ha marques que només les venen als supermercats específics d'aquella marca, i vaig escollir sis marques diferents de llet i vaig comprar un bric de llet sencera, un de llet semidesnatada i un de llet desnatada. Les marques escollides van ser: *Hacendado*, *Pascual*, *Llet Nostra*, *Central Lechera Asturiana*, *Eroski* i *BonArea*.





Brics utilitzats de les sis marques diferents.

A mesura que vaig anar avançant en la pràctica i obtenint resultats, vaig anar omplint una graella com la següent per a cada marca de llet. A la taula de l'esquerra, hi haurà els resultats obtinguts, i a la taula de la dreta, la més petita, hi haurà el que hi posa a cada bric de llet com a informació nutricional.

(Marca llet)	Preu:			Per cada 100 mL (unitat= grams)
	Sencera	Semi	Desnatada	
Acidesa				
pH				
96°				Greix
Crioscòpia				Glúcids
Greix				Proteïnes
Proteïna				
Lactosa				
SNF				
ST				
Peròxid				
Pes paquet				

El primer que vaig fer va ser pesar tots els brics per separat amb una balança. A continuació vaig agafar els tres brics d'una marca i vaig agafar una mostra de cadascun. Vaig marcar amb números cada pot de plàstic on hi havia la mostra, sent el número 1 la llet sencera, el número 2 la llet semidesnatada i el número 3 la llet desnatada. A partir d'aquestes mostres vaig realitzar tot el procés d'anàlisi dels diferents aspectes de la taula de dalt.



Agafant les mostres de llet de cada bric.

Tres mostres dins dels pots de plàstic numerats.



Un cop vaig tenir les tres mostres preparades, vaig omplir dos tubs d'assaig, amb 10 ml cadascun, amb llet de cada mostra. És a dir, vaig obtenir dos tubs d'assaig per cada mostra, dos amb llet sencera, dos amb semidesnatada i dos amb desnatada. Un tub dels dos el vaig utilitzar per mesurar l'acidesa i l'altre per la prova de l'estabilitat en alcohol.

Per mirar l'acidesa, vaig tirar unes dues o tres gotes de fenolftaleïna als tres tubs d'assaig (un de cada mostra). A continuació, mitjançant una bureta digital hi vaig anar afegint hidròxid de sodi fins que la llet va agafar un color rosa (valoració àcid-base). L'acidesa correcta és d'uns 15°D ³⁹. Aquest número el trobem gràcies als mil·lilitres afegits. Si hi tirem 1,5 ml d'hidròxid de sodi, l'acidesa serà de 15°D i significarà que la llet conté 0,15 g d'àcid làctic. Aquesta prova la vaig realitzar per comprovar que tots els brics estaven en bon estat i que per tant no hi havia una gran quantitat d'àcid làctic. Tots els resultats van ser correctes.

³⁹ Graus Dornic. A les taules que vaig omplir amb els resultats obtinguts, l'acidesa està representada amb aquesta unitat.



Afegint hidròxid de sodi dins del tub d'assaig que contenia els 10 ml de llet.

Mirada l'acidesa, vaig comprovar que la llet fos estable en alcohol. Per fer aquesta prova, vaig afegir 10 ml d'alcohol de 96° als altres tres tubs d'assaig restants i els vaig sacsejar amb força. Finalment, vaig tirar el contingut dels tubs d'assaig per la pica i vaig observar que no s'hi feien grumolls. Això va significar que la llet era estable. Tots els brics van superar amb èxit aquesta prova.



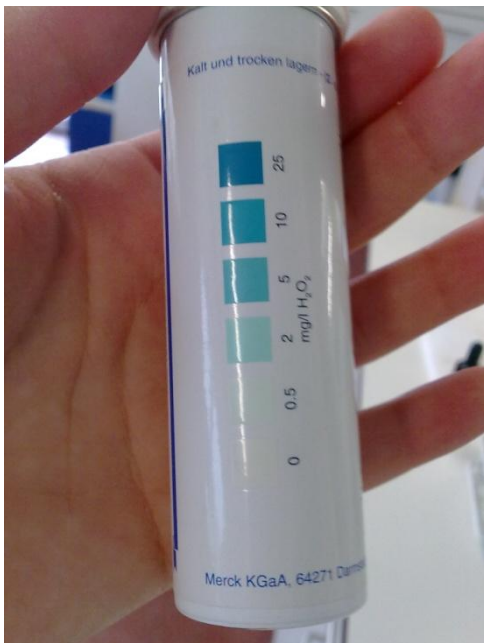
A l'esquerra, afegint l'alcohol als tubs d'assaig. A la dreta, tirant el contingut d'un tub d'assaig per la pica per comprovar que no es formen grumolls.

Tots seguit, vaig mirar el pH de les tres mostres per comprovar que fos el correcte. Vaig submergir cada mostra en l'elèctrode del pH-metre i vaig anar agitant la mostra fins que vaig obtenir el resultat. El pH també era l'adequat a tots els brics analitzats de totes les marques.



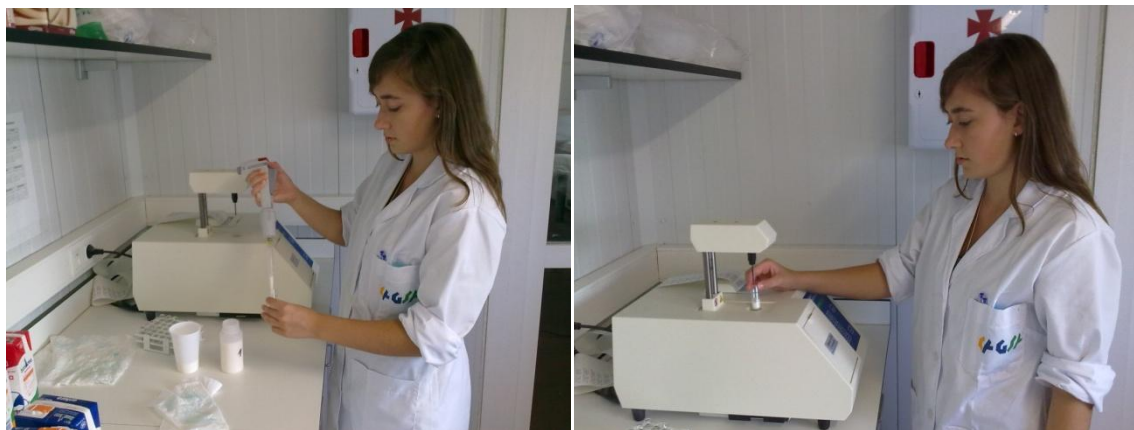
Agitant la mostra per obtenir el pH mitjançant un pH-metre.

A continuació, vaig comprovar que la llet no contenia residus de peròxid d'hidrogen (H_2O_2) que podien haver quedat després de l'esterilització de l'envàs abans d'envasar la llet. És una prova molt senzilla que consisteix a introduir una tira d'un paper indicador especial que es tenyirà d'un color blau més o menys intens segons la quantitat de peròxid d'hidrogen present. Si no hi ha residus, el paper queda blanc. Aquesta prova també la van superar tots els brics de totes les marques.



Envàs que conté les tires de paper indicador, en el qual podem veure la gradació de colors que es poden obtenir segons la quantitat de peròxid d'hidrogen present en una mostra. El color blanc ens indica que hi ha 0 mg/l de H_2O_2 i el blau més fort que hi ha 25 mg/l de H_2O_2 o més.

Un cop fet tot això, vaig fer la crioscòpia de cada mostra per saber si hi havia més aigua del que es considera normal. Com més aigua té la llet, el seu punt crioscòpic és més proper a 0°C. Per tant, el que farà el crioscopi serà donar-nos la temperatura a la qual es congela la llet de la mostra. Aquesta prova consisteix a agafar 2,5 ml d'una mostra en un tub d'assaig específic de l'aparell, ficar-lo dins el crioscopi i posar l'aparell en funcionament. Per ser un resultat correcte, la crioscòpia ha de ser de -0,515°C o més petita, és a dir, més allunyada dels 0°C. Ja veurem que hi ha alguna marca de llet que té una crioscòpia una mica més a prop dels 0°C del que correspondria. Per expressar el resultat de la crioscòpia, si ens ha sortit que el punt de congelació és de -0,515°C, ho expressarem com a 515 com ja veurem als resultats obtinguts. De fet, l'aparell ho expressa d'aquesta manera.



A l'esquerra agafant els 2,5 ml de la mostra i a la dreta posant el tub d'assaig al crioscopi.

Finalment, l'únic que faltaria serà analitzar les mostres amb el FOSS, un aparell que conté un làser a l'interior i que ens donarà les quantitats de glucosa, lípids, proteïnes i altres dades com el SNF⁴⁰ i el TS⁴¹. Els resultats obtinguts quedaran registrats en un programa informàtic.

⁴⁰ Quantitats de lactosa + proteïnes + sals minerals, també anomenat extracte sec magre, és a dir, el que queda a la llet si s'eliminen l'aigua i el greix.



⁴¹ SNF + quantitat de greix, també anomenat sòlids totals.



Col·locant una mostra al FOSS

Sample Id	Rep #	Product	Fat	Protein	Lactose	SNF	TS	F
	5	Zero Setting	-0,01	-0,00	-0,01	-0,02	-0,01	30/07/201 18:0
		Medio Zero Setting	-0,01	-0,00	-0,01	-0,02	-0,01	30/07/201 18:0
		SD Zero Setting	0,004	0,001	0,003	0,006	0,004	30/07/201 18:0
corrección de cero								
		Corr. Zero Setting	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01	30/07/201 18:0
1		PRUEBAS JOSE	3,35	3,19	4,74	8,65	12,04	50
2		PRUEBAS JOSE	3,36	3,18	4,75	8,66	12,05	50
3		PRUEBAS JOSE	3,35	3,19	4,74	8,65	12,04	50
		Medio PRUEBAS JOSE	3,35	3,19	4,74	8,65	12,04	50
1		PRUEBAS JOSE	1,45	3,22	4,83	8,76	10,13	50
2		PRUEBAS JOSE	1,45	3,22	4,80	8,74	10,12	49
3		PRUEBAS JOSE	1,44	3,22	4,81	8,75	10,12	49
		Medio PRUEBAS JOSE	1,45	3,22	4,81	8,75	10,12	49
1		PRUEBAS JOSE	0,25	3,24	5,08	9,01	9,08	52
2		PRUEBAS JOSE	0,24	3,23	5,09	9,00	9,07	52

Resultados de rastreo

Próxima ID de mu  00 en 55 seg 

Imatge del programa informàtic on s'hi pot observar uns quants dels resultats obtinguts.

Les dades obtingudes van ser les següents:

Hacendado				Preu: 0,58 €			
	Sencera	Semi	Desnatada	Per cada 100 mL (unitat= grams)			
Acidesa	14,7	14,1	14,4				
pH	6,71	6,71	6,7		Sencera	Semi	Desnatada
96°	Estable	Estable	Estable	Greix	3,6	1,5	0,3
Crioscòpia	510	504	508	Glúcids	4,5	4,6	4,7
Greix	3,47	1,46	0,25	Proteïnes	3	3	3,1
Proteïna	3,13	3,14	3,15				
Lactosa	4,73	4,79	4,86				
SNF	8,59	8,63	8,71				
ST	12,1	10,02	8,96				
Peròxid	Negatiu	Negatiu	Negatiu				
Pes paquet	1054	1055	1061				

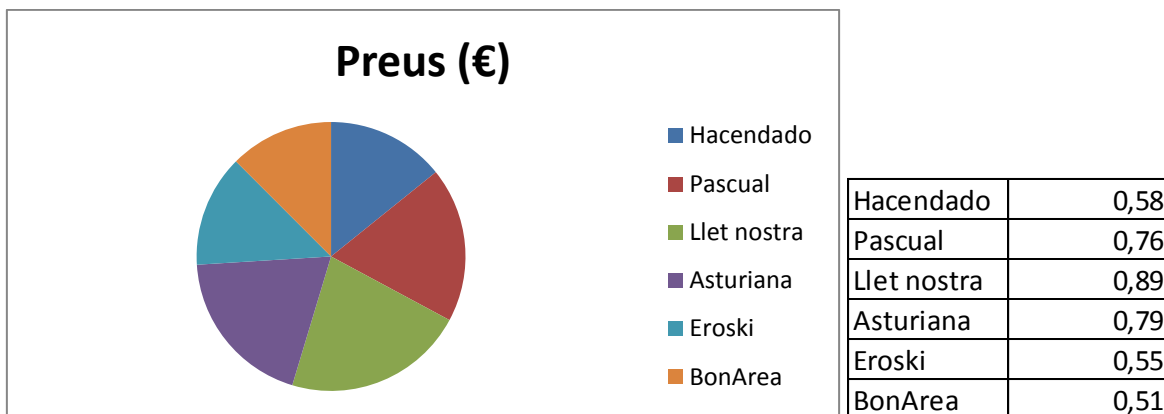
Pascual				Preu: 0,76 €			
	Sencera	Semi	Desnatada	Per cada 100 mL (unitat= grams)			
Acidesa	14,1	14,1	14,1				
pH	6,73	6,71	6,74		Sencera	Semi	Desnatada
96°	Estable	Estable	Estable	Greix	3,6	1,6	0,3
Crioscòpia	505	505	507	Glúcids	4,8	4,9	5
Greix	3,46	1,59	0,33	Proteïnes	3	3	3,1
Proteïna	3,11	3,15	3,18				
Lactosa	4,66	4,81	4,9				
SNF	8,5	8,67	8,79				
ST	12,01	10,18	8,1				
Peròxid	Negatiu	Negatiu	Negatiu				
Pes paquet	1058	1056	1057				

Llet nostra				Preu: 0,89 €			
	Sencera	Semi	Desnatada	Per cada 100 mL (unitat= grams)			
Acidesa	14,4	14,6	14				
pH	6,69	6,68	6,7		Sencera	Semi	Desnatada
96°	Estable	Estable	Estable	Greix	3,6	1,5	< 0,5
Crioscòpia	512	512	513	Glúcids	4,5	4,6	4,7
Greix	3,48	1,48	0,24	Proteïnes	3	3	3,1
Proteïna	3,19	3,17	3,16				
Lactosa	4,72	4,86	4,96				
SNF	8,64	8,74	8,81				
ST	12,16	10,14	9				
Peròxid	Negatiu	Negatiu	Negatiu				
Pes paquet	1061	1062	1059				

Asturiana			Preu:	0,79 €			
	Sencera	Semi	Desnatada	Per cada 100 mL (unitat= grams)			
Acidesa	15,5	14,5	14,1				
pH	6,57	6,58	6,62		Sencera	Semi	Desnatada
96°	Estable	Estable	Estable	Greix	3,6	1,55	0,25
Crioscòpia	524	515	524	Glúcids	4,6	4,65	4,7
Greix	3,45	1,45	0,25	Proteïnes	3,1	3,15	3,2
Proteïna	3,19	3,22	3,23				
Lactosa	4,74	4,81	5,08				
SNF	8,65	8,75	9				
ST	12,04	10,12	9,21				
Peròxid	Negatiu	Negatiu	Negatiu				
Pes paquet	1063	1067	1065				

Eroski			Preu:	0,55 €			
	Sencera	Semi	Desnatada	Per cada 100 mL (unitat= grams)			
Acidesa	18,6	17,6	17,3				
pH	6,59	6,58	6,58		Sencera	Semi	Desnatada
96°	Estable	Estable	Estable	Greix	3,6	1,6	0,3
Crioscòpia	522	519	520	Glúcids	4,6	4,8	4,9
Greix	3,51	1,49	0,09	Proteïnes	3,1	3,3	3,3
Proteïna	3,12	3,12	3,21				
Lactosa	4,57	4,63	4,779				
SNF	8,43	8,48	8,72				
ST	12	9,92	8,81				
Peròxid	Negatiu	Negatiu	Negatiu				
Pes paquet	1061	1059	1063				

BonArea			Preu:	E: 0,53€ S: 0,51€ D: 0,49€			
	Sencera	Semi	Desnatada	Per cada 100 mL (unitat= grams)			
Acidesa	14,5	15	15				
pH	6,74	6,7	6,72		Sencera	Semi	Desnatada
96°	Estable	Estable	Estable	Greix	3,6	1,6	<0,5
Crioscòpia	505	507	503	Glúcids	4,8	4,8	4,8
Greix	3,59	1,59	0,03	Proteïnes	3,2	3,2	3,2
Proteïna	3,24	3,08	3,26				
Lactosa	4,67	4,58	4,81				
SNF	8,66	8,39	8,79				
ST	12,3	9,94	8,82				
Peròxid	Negatiu	Negatiu	Negatiu				
Pes paquet	1058	1057	1061				



Com bé podem veure en el gràfic de dalt, hi ha tres marques de llet que tenen un preu superior a les altres tres. Les tres marques de llet més cares per ordre decreixent són: *Llet nostra*, *Central Lechera Asturiana* i *Leche Pascual*. En canvi. Les tres marques més econòmiques per ordre decreixent són: *Hacendado*, *Eroski* i *BonArea*. Al supermercat on vaig anar, tant si la llet era sencera, semidesnatada o desnatada, totes tenien el mateix preu. No obstant això, per exemple, la marca *BonArea* té un preu diferent segons els tipus de llet, i depenent del supermercat, les altres marques també. Tot i això, aquest canvi entre els tres tipus de llet és normalment de 2 cèntims d'euro i tant les tres marques més cares com les altres tres més barates, són les mateixes a un lloc i a un altre. Potser a un lloc la més cara serà una altra, però segur que aquestes tres primeres marques tenen un preu més elevat que les marques blanques. Totes les marques, ja siguin més o menys econòmiques, són conegudes per tothom o gairebé tothom. Les llets més cares, si ens hi fixem, són les que hem sentit anomenar tota la vida, que podem trobar a tots els supermercats i que les anuncien per la televisió. Són llets de primeres marques o marques dels fabricants. En canvi, les llets més barates són llets de marques blanques o marques de distribució, és a dir, que pertanyen a una cadena de distribució i que es comercialitzen únicament als seus supermercats. Cal afegir que, segons quina cadena de distribució, també anuncia els seus productes a la televisió, però tots en general, i no només la llet. Espanya és un país líder en aquest aspecte, ja que aquest tipus de marques omplen, de mitjana, un 30% de la cistella de la compra dels espanyols.

A les pàgines següents, hi ha uns gràfics amb algunes de les dades que vaig obtenir al laboratori per saber si la diferència de preu és conseqüència de la composició d'aquesta. S'hi pot observar perfectament que la composició no hi té res a veure, ja que totes les marques ocupen una regió molt semblant als gràfics (excepte un). Només hi ha un gràfic en el qual la llet desnatada de dues marques blanques (*Eroski* i *BonArea*), té menys greix que les altres marques. No sé per què és així, però aquest fet segurament no té res a

veure amb la diferència de preu, perquè la llet sencera i semidesnatada d'aquestes mateixes marques tenen gairebé la mateixa quantitat de greix, i la diferència de preu hi continua sent igualment.

Un aspecte que podria determinar el preu de cada llet crec que podria ser la provenença d'aquesta, és a dir, si la llet prové d'una vaca que ha pasturat lliurement pel camp o si ha estat sempre a la granja menjant pinso. No obstant això, no crec que sigui això, perquè actualment totes les marques, siguin primeres marques o marques blanques, el que els interessa és produir molta llet.

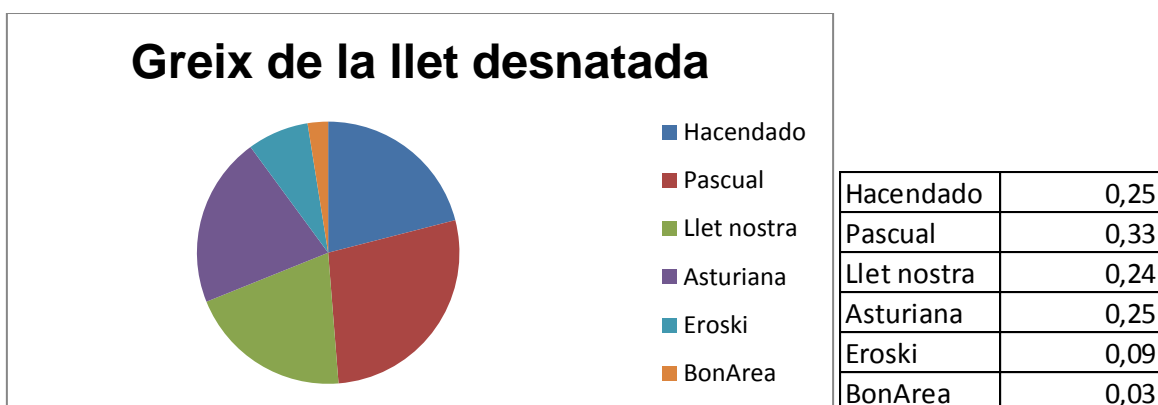
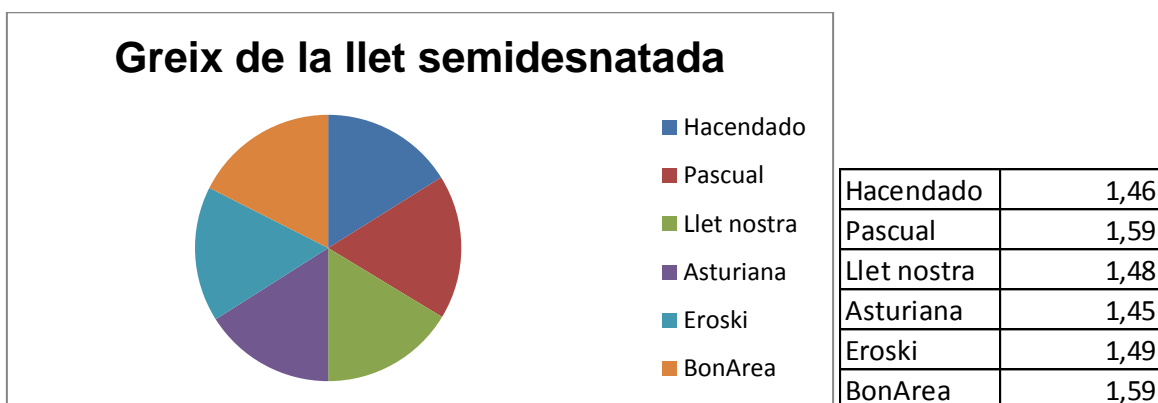
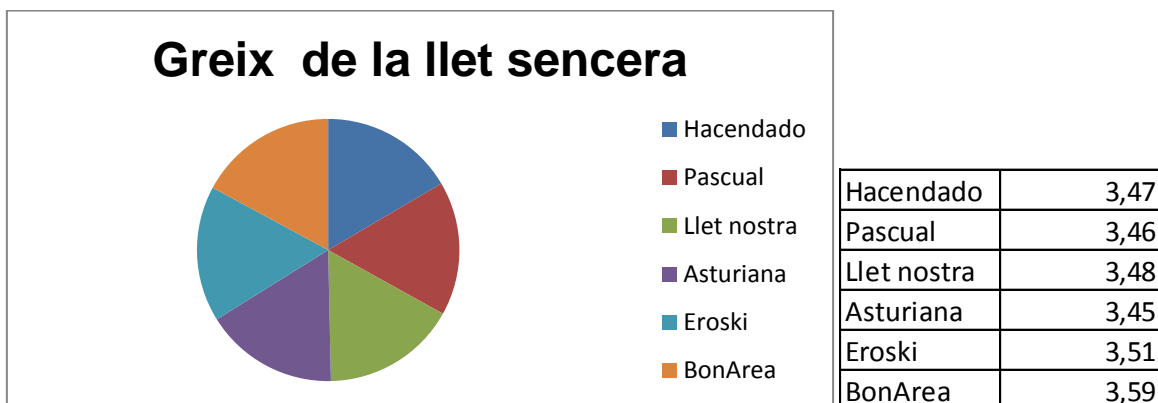
Un motiu pel qual sí que crec que hi pot haver la diferència de preu entre marques és l'estalvi de les marques blanques en publicitat i promocions. Com ja hem dit, si les marques blanques tenen anuncis a la televisió, aquests són per anunciar tots els productes en general i no un de sol, i com que venen molt productes a diferència d'una marca que només ven llet, els surt molt més a compte la publicitat.

L'últim aspecte que crec que pot fer que les primeres marques siguin més cares és la confiança dels consumidors cap a aquestes marques. Normalment, la majoria de gent creu que pel fet de ser marques que només es dediquen a vendre llet i que no són cadenes de distribució de grans supermercats, aquestes tenen més controls sanitaris. Aleshores, aquestes marques, com que tenen un cert prestigi i saben que molta gent continuarà comprant aquesta llet per molt cara que sigui, jo crec que s'"aprofiten" del consumidor amb els preus elevats. Molta gent pensa que les marques blanques, per reduir costos, s'estalvien controls de qualitat i que la producció no és tan rigorosa. Jo vaig estar en una planta de llet d'una cadena de distribució, i no ho puc comparar amb una marca líder, però pel que vaig poder observar, crec que la llet passava els controls suficients al laboratori, i que la producció pot ser igual de bona que la d'una marca líder, ja que la planta tenia les màquines necessàries per poder fer-ho i eren màquines de marques prestigioses i que segurament les altres plantes de llet també utilitzen. Però com he dit, no puc comparar entre un tipus de plantes i unes altres.

I per acabar, si ens mirem la quantitat d'aigua que té cada llet mitjançant la crioscòpia, veurem que les que tenen menys aigua són l'*Asturiana*, la de l'*Eroski* i la *Llet nostra*. No crec que això influeixi en el preu, perquè la llet de l'Eroski és una de les que té menys aigua i és una de les més barates, i per exemple, la llet Pascual és una de les que té més aigua i és una de les més cares.

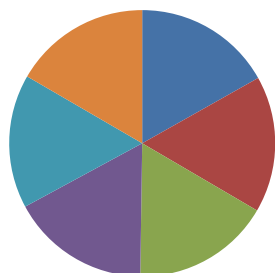
De totes maneres, per obtenir resultats del tot fiables, aquest procés l'hauríem d'haver fet amb molts brics de cada tipus i de cada marca, perquè sempre hi ha resultats que poden sortir de la mitjana. A més, alguns aparells també poden tenir algun marge d'error i s'haurien d'haver fet rèpliques. No obstant això, és inviable per a un treball de recerca comprar 250 brics de cada tipus i de cada marca per fer una pràctica.

GRÀFICS DEL GREIX



GRÀFICS DE LA LACTOSA

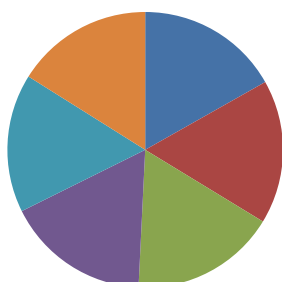
Lactosa de la llet sencera



- Hacendado
- Pascual
- Llet nostra
- Asturiana
- Eroski
- BonArea

Hacendado	4,73
Pascual	4,66
Llet nostra	4,72
Asturiana	4,74
Eroski	4,57
BonArea	4,67

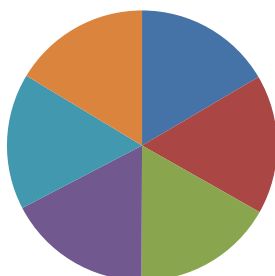
Lactosa de la llet semidesnatada



- Hacendado
- Pascual
- Llet nostra
- Asturiana
- Eroski
- BonArea

Hacendado	4,79
Pascual	4,81
Llet nostra	4,86
Asturiana	4,81
Eroski	4,63
BonArea	4,58

Lactosa de la llet desnatada

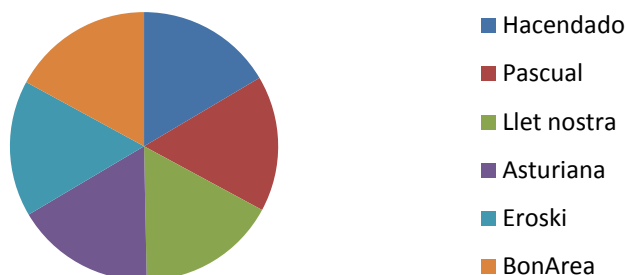


- Hacendado
- Pascual
- Llet nostra
- Asturiana
- Eroski
- BonArea

Hacendado	4,86
Pascual	4,9
Llet nostra	4,96
Asturiana	5,08
Eroski	4,79
BonArea	4,81

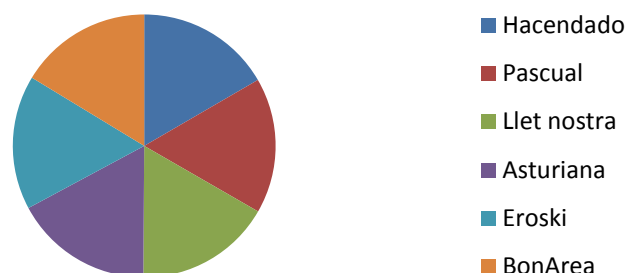
GRÀFICS DE LES PROTEÏNES

Proteïnes de la llet sencera



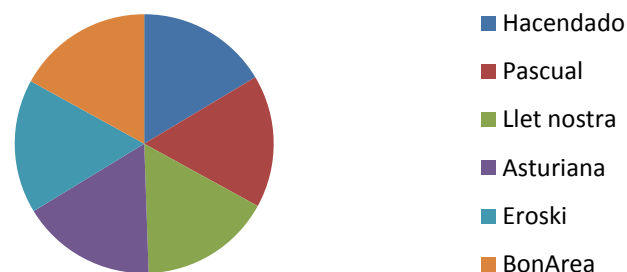
Hacendado	3,13
Pascual	3,11
Llet nostra	3,19
Asturiana	3,19
Eroski	3,12
BonArea	3,24

Proteïnes de la llet semidesnatada



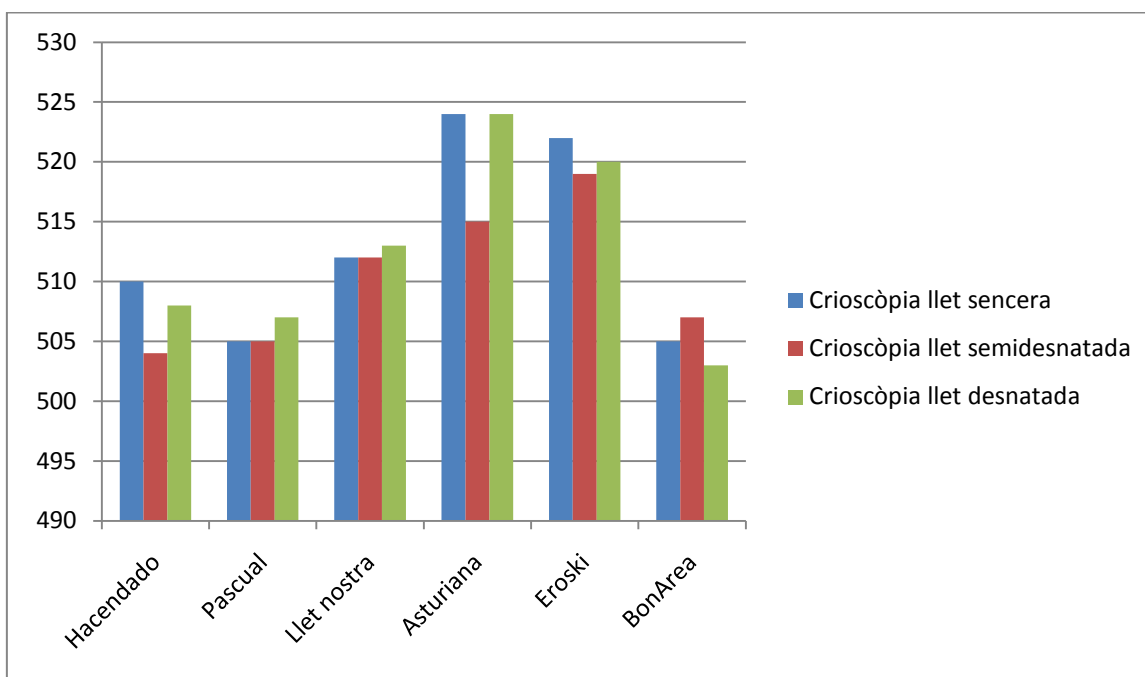
Hacendado	3,14
Pascual	3,15
Llet nostra	3,17
Asturiana	3,22
Eroski	3,12
BonArea	3,08

Proteïnes de la llet desnatada



Hacendado	3,15
Pascual	3,18
Llet nostra	3,16
Asturiana	3,23
Eroski	3,21
BonArea	3,26

GRÀFIC DE LA CRIOSCÒPIA



	Crioscòpia llet sencera	Crioscòpia llet semidesnatada	Crioscòpia llet desnatada
Hacendado	510	504	508
Pascual	505	505	507
Llet nostra	512	512	513
Asturiana	524	515	524
Eroski	522	519	520
BonArea	505	507	503

8. Determinació del calci al laboratori

Al laboratori de l'institut, vaig fer una pràctica que ens va servir per saber la quantitat de calci que tenien tres tipus de llet diferents: una llet sencera, una llet de soja enriquida amb calci i una llet sense lactosa.



1. Llet sencera: *Leche Pascual*
2. Llet de soja: *Calcimel*
3. Llet sense lactosa: *Kaiku*

8.1 Objectiu

Determinar el tant per cent de calci que hi ha en tres tipus de llet.

8.2 Material

- Mufla elèctrica
- Gresols de porcellana
- Una balança de precisió
- 6 vasos de precipitats de vidre de 250 ml
- 1 vas de precipitats de 250 ml per enrasar les buretes
- Vareta de vidre
- Plaques calefactores
- 3 matrassos aforats de 100 ml
- 3 matrassos aforats de 250 ml

- 1 comptagotes
- 3 embuts
- 1 pipeta aforada de 25 ml
- pipeta volumètrica de 25 ml
- pipetes volumètriques de 10 ml
- una pera
- 1 bureta
- Suport Universal
- Pinça per a buretes
- 3 filtres sense cendres (Whatman núm. 40)
- Probeta de 15 ml.
- 6 Erlenmeyers

Reactius

- Aigua destil·lada
- Solució d'àcid clorhídric (HCl) en aigua 1:3
- Solució indicadora de roig de metil al 0,5% en etanol
- Solució d'hidròxid d'amoni en aigua 1:1
- Solució d'hidròxid d'amoni en aigua 1:50
- Solució d'oxalat d'amoni al 4,2%
- Àcid nítric concentrat
- Àcid sulfúric concentrat
- Solució valorada de permanganat de potassi (KMnO_4) 0,05N

8.3 Fonament

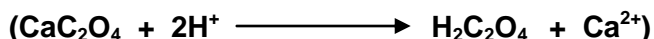
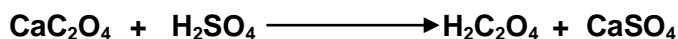
El calci a la llet es troba en forma iònica i quan es combina amb l'oxalat d'amoni ((NH₄)₂C₂O₄), es forma un precipitat d'oxalat de calci (CaC₂O₄). Aquest compost que es forma, al reaccionar amb àcid sulfúric, s'obté àcid oxàlic (H₂C₂O₄), el qual és oxidat fins a CO₂ i H₂ quan s'hi afegeix el permanganat de potassi (KMnO₄).

Els mols d'àcid oxàlic que s'hagin format seran directament proporcionals als mols de calci. Per tant, com més àcid oxàlic hi ha, també hi ha més calci i més permanganat s'ha de gastar.

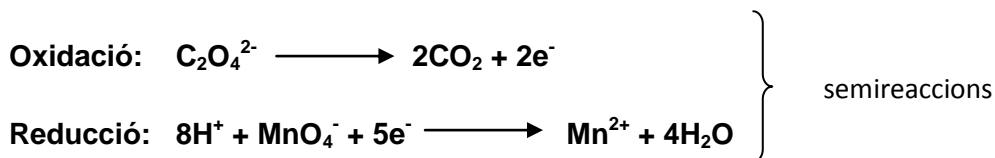
Precipitació del calci mitjançant l'oxalat d'amoni:



L'oxalat càlcic és soluble en àcid sulfúric i d'aquesta manera forma l'àcid oxàlic:



L'àcid oxàlic format es valora amb la solució de permanganat de potassi. Hi ha una reacció redox⁴² que és la següent:



⁴² A l'annex 1 hi ha tota la igualació de la reacció en detall.

8.4 Procediment

Abans de començar els processos de determinació del calci, vam preparar les diferents solucions a partir de més solucions més concentrades, per tenir-ho tot a punt.



A continuació, vam preparar tot el material que necessitàvem i el vam rentar amb aigua destil·lada perquè estigués completament net, ja que al ser material de l'institut no es té la certesa que la persona que ho ha utilitzat abans ho hagi netejat com cal.

Fet tot això, ja vam poder començar la determinació. En primer lloc, vaig agafar dues mostres de cada llet de 2 g aproximadament cadascuna (ho vaig pesar amb una balança d'una gran precisió) que vaig posar dins d'un gresol de porcellana. Vaig numerar cada gresol per no oblidar-nos de quin contenia cada mostra. Tot seguit ho vam incinerar tot en una mufla a uns 550°C unes 5 o 6 hores. Amb això, vam aconseguir que de la llet només en quedés la fase mineral, eliminant d'aquesta manera tota l'aigua i tota la matèria orgànica (lactosa, greix, proteïnes).



6 gresols de porcellana

UNITATS:	Pes:	grams
	Resultat:	% pes

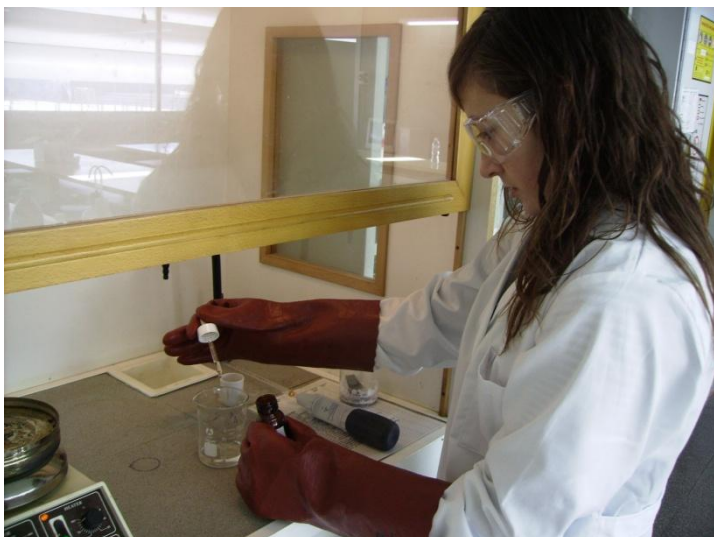
Sèrie	Llet	Pes càpsula	Pes càpsula + mostra	Pes mostra	Pes càpsula + cendres	Pes cendres	Resultat cendres
1 ¹	Pascual	25.6086	27.7137	2.1051	25.6232	0.0146	0.69
1 ²	Pascual	24.3286	26.3704	2.0418	24.3427	0.0141	0.69
2 ¹	Calcimel	25.8916	27.9464	2.0548	25.8993	0.0077	0.37
2 ²	Calcimel	25.2117	27.2631	2.0514	25.2193	0.0076	0.37
3 ¹	Kaiku	27.0876	29.1274	2.0398	27.0996	0.012	0.58
3 ²	Kaiku	28.0677	30.1621	2.0944	28.0807	0.013	0.62

A partir d'aquesta taula que vam omplir quan vam obtenir les cendres, podem veure a simple vista que la llet de soja té menys fase mineral que la llet de vaca, ja sigui amb lactosa o sense.



Cendres obtingudes

A continuació, vam escollir 3 gresols, el gresol 1¹, el 2¹ i el 3¹. Només en vam escollir tres, perquè si algun pas ens sortia malament, que ho poguéssim repetir tot. No obstant això, no ens va caldre. Tot seguit, vam rentar cada gresol amb 40 ml de la solució d'àcid clorhídric 1:3, dividits en quatre porcions de 10 ml, és a dir, vam rentar cada gresol quatre vegades amb 10 ml cada una (amb una pipeta de 10 ml), per tal d'extreure totes les cendres dels gresols i que no en quedés cap resta. Cada vegada que rentàvem el gresol, ho abocàvem tot dins d'un vas de precipitats de 250 ml. Prèviament, havíem marcat cada vas amb el número de gresol corresponent. Fent això, vam aconseguir dissoldre el calci en àcid clorhídric. Un cop fet això, vam afegir 7 gotes d'àcid nítric concentrat a cada vas de precipitats per assegurar-nos que tot el calci quedava dissolt. Tant al rentar amb àcid clorhídric, com per afegir les gotes d'àcid nítric, vaig haver d'anar ben protegida amb ulleres i guants i fer tot el procés dins la campana per no respirar els vapors dels reactius.



Afegint les gotes d'àcid nítric a un vas de precipitats.

Escalfant un vas de precipitats.



Després, vam escalfar els tres vasos de precipitats amb el seu contingut, en una placa calefactors, i ens vam esperar fins que van arribar a ebullició. Posteriorment, vam transferir el contingut dels tres vasos de precipitats a tres matrassos aforats de 100 ml prèviament marcats amb el número d'identificació. Per assegurar-nos que transferíem tot el contingut dels vasos als matrassos, vam rentar tres vegades els vasos amb 15 ml d'aigua destil·lada mesurats en una proveta cada vegada. Tot seguit, vam enrasar fins als 100 ml amb aigua destil·lada.



Enrasant amb aigua destil·lada

A continuació, vam filtrar el contingut dels matrassos de 100 ml a uns de 250 ml utilitzant un paper de filtre sense cendres Whatmann núm. 40. Amb aquesta filtració vam eliminar tots els altres minerals que no fossin el calci i totes les impures que hi poguessin haver. Tot seguit, quan ho vam acabar de filtrar, vam enrasar fins als 250 ml amb aigua destil·lada i ho vam agitar per homogeneïtzar perfectament el contingut.



A l'esquerra, filtrant el contingut del matràs de 100 ml. I a la dreta, aforant amb aigua destil·lada fins als 250 ml.



Després, vam agafar dos alíquotes de 25 ml (amb una pipeta aforada d'aquesta quantitat) de cada matràs de 250 ml i els vam transferir a vasos de precipitats de 250 ml. Per tant, com que vam agafar dos alíquotes de cada matràs, teníem sis vasos de precipitats amb 25 ml cadascun del contingut dels matrassos. Vam escollir agafar dos alíquotes ("a" i "b"), perquè si algun pas ens sortia malament o el resultat final era molt estrany, que no haguéssim de repetir tot el procés anterior.



Dos vasos de precipitats de la mostra 1¹ que contenen una alíquota cada un.

Tot seguit, vam afegir aigua destil·lada a tots els vasos fins arribar als 100 ml i després hi vam afegir 4 gotes de l'indicador roig de metil i ho vam barrejar tot amb una vareta de vidre.



Afegint les gotes de l'indicador roig de metil a un vas de precipitats.

A continuació, a cada vas de precipitats, hi vam anar afegint gota a gota amb una pipeta i barrejant amb una vareta de vidre, la solució d'hidròxid d'amoni 1:1 fins que vam aconseguir un color taronja groguenc, fet que ens indicava que el pH estava entre 5 i 6.



A l'esquerra veiem com va canviar de color el primer vas de precipitats i a la dreta com van canviar tots.

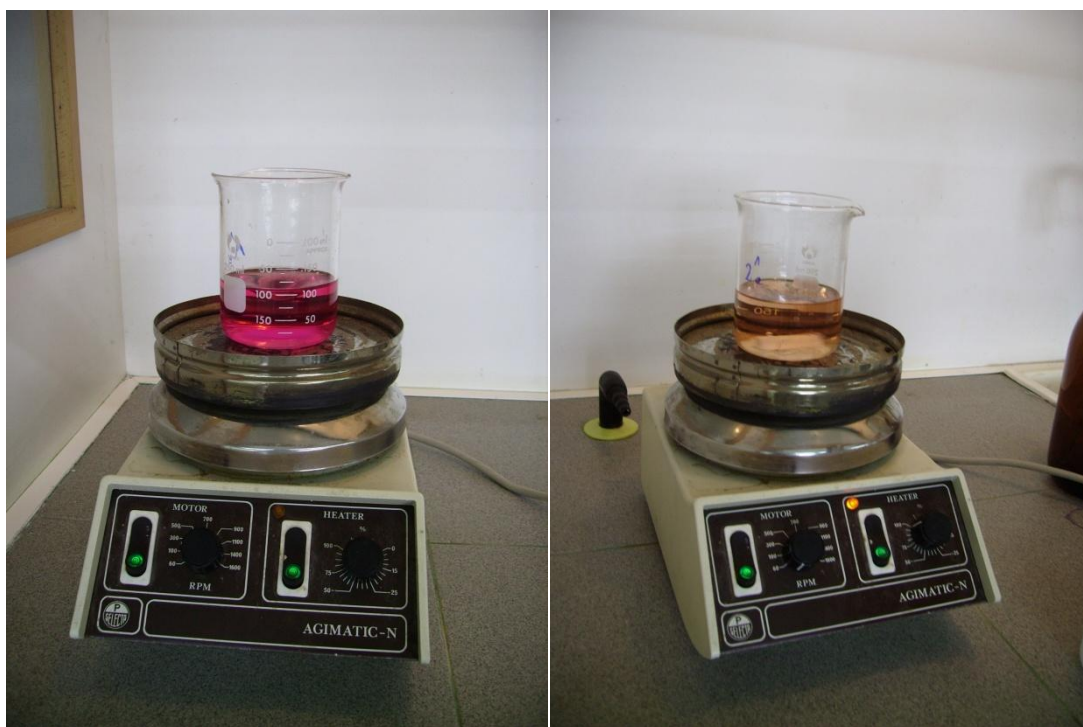
Tot seguit, tal com fèiem abans, amb una pipeta i barrejant amb una vareta de vidre, vam anar afegint gota a gota la solució d'àcid clorhídric 1:3 fins a obtenir un color rosa. Això ens va indicar que el pH estava entre 2,5 i 3,6.



Aquí podem observar com ha canviat de color groc a rosa el primer vas de precipitats.

A continuació, vam portar a ebullició tres dels sis vasos de precipitats (un de cada mostra) amb agitació constant. Els altres tres els vam guardar perquè si hi havia algun error posterior, que ho poguéssim tornar a repetir des d'aquell moment i no haguéssim de repetir tot el procés anterior. Quan estaven a punt d'arribar a ebullició, hi vam afegir 10 ml (amb una pipeta) de la solució d'oxalat d'amoni al 4,2%. Si el color del contingut dels

vasos canviava cap a groc o taronja, hi afegíem unes gotes de la solució d'àcid clorhídric 1:3 fins a obtenir el color rosa original.



A l'esquerra, fotografia del vas de precipitats abans de tirar-hi l'oxalat d'amoni. A la dreta, el mateix vas de precipitats després de tirar-hi l'oxalat d'amoni. Podem observar com ha agafat un color groguenc. Tot seguit, hi vam tirar unes gotes de la solució d'àcid clorhídric per recuperar el rosa original.

Un cop fet tot aquest procés que hem descrit, vam deixar reposar els tres vasos de precipitats durant tota la tarda i tota la nit perquè precipités el calci. Al dia següent, quan vam arribar al laboratori, a simple vista semblava que no hi hagués cap mena de precipitat. Vam pensar que com que de bon principi ja hi havia molt poques cendres i després les havíem diluït tant i havíem agafat una alíquota molt petita, vam pensar que el precipitat potser era tan poc que no es veia. Per confirmar això, vam continuar el procés planejat.

Vam filtrar el contingut dels tres vasos de precipitats mitjançant un filtre sense cendres Whatman núm. 40. Per evitar que quedés alguna cosa als vasos de precipitats, els vam rentar amb tres porcions de 25 ml cada una amb la solució d'hidròxid d'amoni 1:50. A continuació, vam treure el paper de filtre que en teoria contenia el residu (el precipitat d'oxalat de calci) i el vam col·locar dins d'un Erlenmeyer. Vam rentar els residus que podien quedar a l'embut amb 50 ml d'aigua destil·lada (mesurats amb una proveta), la qual la vam abocar dins l'Erlenmeyer. Tot seguit, vam afegir 75 ml d'aigua destil·lada

(mesurats amb la mateixa proveta) dins de l'Erlenmeyer i 5 ml d'àcid sulfúric concentrat i ho vam agitar tot vigorosament. Amb l'àcid sulfúric, el que s'aconsegueix és que es formi l'àcid oxàlic.



Erlenmeyer després de la filtració i paper de filtre dins d'un altre Erlenmeyer.



Afegint els 5 ml d'àcid sulfúric.

Quan vam aconseguir l'àcid oxàlic, ja vam poder realitzar la valoració amb la solució de permanganat de potassi 0,05N. Abans de fer-ho, vam haver d'escalfar fins a aproximadament 70°C els tres Erlenmeyers i quan vam arribar a aquesta temperatura vam intentar mantenir-la. Mentre esperàvem que pugés la temperatura a 70°C, vam

omplir una bureta amb la solució de permanganat de potassi (KMnO_4) i la vam enrasar correctament dipositant el que sobrava dins d'un vas de precipitats de plàstic. Un cop vam arribar a la temperatura correcta i vam tenir la bureta preparada, vam anar tirant gota a gota la solució de permanganat de potassi de la bureta mentre anàvem agitant de manera constant l'Erlenmeyer. Vam parar de tirar gotes quan el contingut de l'Erlenmeyer va agafar un color rosa que va romandre 30 segons o més. Aquí va ser quan vam poder comprovar que sí que hi havia un precipitat, ja que si no n'hi hagués hagut, amb una gota de permanganat, el contingut de l'Erlenmeyer hagués canviat de color instantàniament. Tot i que vam valorar l'àcid oxàlic, no passa res, ja que hi havia els mateixos mols d'àcid oxàlic que mols de calci.



Els tres Erlenmeyers preparats per ser valorats.



Fent la valoració.

8.5 Resultats i conclusions

L'operació matemàtica per trobar el percentatge de calci de cada llet és la següent:

$$\% \text{ Ca} = \frac{\text{ml de permanganat gastats} \cdot \text{N del permanganat} \cdot \text{mEq}^{43} \text{ del Ca} \cdot \text{aforament final} \cdot 100}{\text{ml alíquota} \cdot \text{pes de la mostra (en grams)}}$$

	Pascual	Calcimel	Kaiku
ml de permanganat gastats	1,2	1	1,2
% Ca	0,6 %	0,48%	0,6%

Les dades de la taula de dalt són els resultats que vaig obtenir en la valoració. El primer que cal dir és que només vam fer la determinació una vegada i amb un bric de llet, o sigui, aquests resultats no són del tot fiables, ja que hauríem d'haver fet moltes rèpliques per a que ho fossin. A més, al ser una determinació tan llarga, hem de tenir en compte que ens podem equivocar durant el procés. Pel que fa als resultats obtinguts, crec que són bastant lògics. Podem observar que tan la llet *Pascual* com la *Kaiku* (sense lactosa) tenen el mateix percentatge de calci, el que ens indica que el fet que la llet sigui sense lactosa, la quantitat de calci no varia. A l'apartat 1 del treball, quan parlem de la composició de la llet de vaca, veiem que aquesta conté un 0,7% de sals minerals, però és que la llet conté a part del calci (que és el majoritari) altres sals minerals. Per tant, que ens hagi sortit un 0,6% de calci en la llet de vaca ja sigui amb lactosa o sense, és molt raonable. També veiem que la llet de soja té un percentatge més baix de calci que les altres dues llets tot i estar enriquida amb calci. Si mirem l'entrevista amb l'homeòpata Manuel Mateu hi trobem que ell ens va dir que la llet de soja tenia bastant menys calci que la llet de vaca.

⁴³ Mil·liequivalent químic del calci, és a dir, 0,020

9. Conclusions finals

Des de temps molt llunyans, fa 9000 anys, gairebé des que va aparèixer l'home, aquest ha anat consumint llet, ja sigui per alimentar-se o per donar-li altres utilitats, tal com feien, per exemple, els egipcis (pocions curatives, ungüents, cremes...). Avui en dia, la continuem utilitzant i a la nostra societat es veu com un element essencial per la nostra alimentació diària, inclús les persones intolerants a la lactosa poden gaudir de llet sense aquest glúcid.

Una vegada he arribat al final d'aquest treball, he pogut comprovar que realment la llet és un aliment molt complet des del punt de vista nutritiu i que té elements molt beneficiosos per a la nostra salut. També m'he adonat de la gran importància que té el calci per tenir uns ossos ben rígids i resistents, i per prevenir l'osteoporosi, una malaltia que pot arribar a ser molt greu si no s'ha dut una dieta adequada en calci i s'ha fet exercici durant tota la vida.

He pogut fer unes pràctiques en un laboratori d'una planta de llet, i gràcies a això, he pogut conèixer a fons tècniques per analitzar la llet i he vist en primera persona com ha avançat la tecnologia per tractar la llet tèrmicament, comparat amb les tècniques de fa només un segle.

Fent dues entrevistes a dos professionals, a un traumatòleg i a un homeòpata, he descobert que no tots els homeòpates creuen que no s'ha de beure llet, tal com pensava al principi del treball, sinó que n'hi ha que creuen que té molts avantatges per incloure-la a la nostra dieta. A més, aquests dos en concret, tenien opinions molt semblants sobre el tema dels beneficis de la llet i el seu calci, fet que no esperava que fos així.

De la comparativa de diferents llets comercials, finalment he extret que la composició de la llet no és el fet que fa que variï el preu entre primeres marques i marques blanques o de distribució, sinó que he arribat a la conclusió que el que pot fer variar-lo és: l'estalvi en publicitat i promocions de les marques blanques, això fa que el preu del seu producte sigui més baix; i la confiança que els consumidors dipositen en les primeres marques pel fet de tenir més prestigi, ja que d'aquesta manera aquestes empreses poden "aprofitar-se" d'aquesta reputació i pujar els preus.

I per acabar, vaig poder fer realitat el meu principal objectiu en el treball: extreure experimentalment el calci de tres tipus de llet per comparar-los. Mitjançant una tècnica de valoració redox he pogut comparar les quantitats de calci que porten una llet sencera

qualsevol, una llet de soja enriquida en calci i una llet sense lactosa. Per sorpresa per la meva part, vaig observar que la llet de soja, tot i estar enriquida amb calci, tenia menys calci que la llet sencera i la llet sense lactosa. Jo creia que seria tot el contrari, perquè últimament havia sentit a parlar molt bé de la llet de soja. Però després, quan vaig fer l'entrevista a l'homeòpata, ell em va verificar que la llet de soja tenia molt menys calci que la llet de vaca. També vaig trobar que la llet sencera i la llet sense lactosa tenien la mateixa quantitat de calci. No obstant això, cal afegir que per treure resultats totalment correctes hauríem d'haver fet moltes rèpliques, ja que sempre hi poden haver errors durant el procés experimental.

Aquest treball m'ha servit per conèixer gran part de tots els aspectes de la llet i el calci, a més d'haver après a moure'm en un laboratori i conèixer tècniques noves, a preparar una entrevista, a recopilar informació per després seleccionar-la i redactar-la i, el més important, veure com per fer un treball de recerca només calen dues coses: saber organitzar la feina des d'un bon principi i tenir molt clara la teva hipòtesi de partida i fins on vols arribar.

10. Bibliografia

Llibres i monografies

1. BELITZ, Hans-Dieter. *Química de los alimentos*. Saragossa: Acribia, 1997.
2. BADUI DERGAL, Salvador. *Química de los alimentos*. Madrid: Alhambra, 1986.
3. WALSTRA, GEURTS, NOOMEN, JELLEMA, VAN BOEKEL. *Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos*. Saragossa: Acribia, 2001.
4. WHISTLER, Roy L. i BeMILLER, James, N. *Carbohydrate Chemistry for Food Scientists*. Amer Assn of Cereal Chemist, 2007.
5. ECKERT, RANDALL, AUGUSTINE. *Fisiología animal. Mecanismos y adaptaciones*. Madrid: McGraw-Hill, 1990.
6. *Métodos Oficiales de Análisis de Alimentos*. Madrid, 1994.
7. KANIS, John A. *Osteoporosis*. Londres, Blackwell Science, 1996.
8. FLEISCH, Herbert. *Bisfosfonatos. En patología ósea. Del laboratorio al paciente*. Madrid: Jarpyo Editores, 1996.
9. RIGGS, Lawrence i MELTON, Joseph. *Osteoporosis. Etiología, diagnostic y tratamiento*. Nova York: Raven Press, 1988.
10. *Diccionario de Medicina Mosby*. Barcelona: Oceano, 1993.
11. ARIAS, Matilde, BARRACHINA, Jordi, CLOSAS, M. Carme i FERRER, Ramon. *Biología 1*. Barcelona: Castellnou Edicions, 2009.
12. ARIAS, Matilde, BARRACHINA, Jordi, CLOSAS, M. Carme i FERRER, Ramon. *Biología 2*. Barcelona: Castellnou Edicions, 2009.

Pàgines web

1. http://www.uib.es/facultat/ciencias/prof/josefa.donoso/campus/modulos/modulo6/modulo6_4.htm
2. <http://milksci.unizar.es/bioquimica/uso.html>

3. <http://www.fortunecity.com/littleitaly/siena/600/fisiclec.htm>
4. <http://berosus.org/naturals/pdf/2-glucids.pdf>
5. http://www.fernandezrapado.es/html/1670_FERNANDEZ_RAPADO_PRODUCTO_S_QUIMICOS_S_A_/files/3027_leche.pdf
6. <http://www.pucmmsti.edu.do/cienciasfisiologicas/2da-9na%20practica%20Bioqu%C3%ADmica%20I.pdf>
7. <http://www.tesisexarxa.net/TDX-0401109-155001/>
8. <http://www.uned.es/pea-nutricion-y-dietetica-l/guia/guianutr/index.htm>
9. <http://adiscar.obolog.com/europeos-empezaron-beber-leche-7-500-anos-balcanes-324022>
10. <http://www.mundohelado.com/materiasprimas/leche/laleche-lipidos.htm>
11. <http://www.scribd.com/doc/3955081/Metodos-Oficiales-de-Analisis-leche>
12. <http://www.infomagnesio.com/investigaciones/inv04.pdf>
13. <http://www.abcfarma.net/inediasp/calmagsp.shtml>
14. <http://www.drscope.com/cardiologia/pac/arterial.htm>
15. <http://www.ivu.org/ave/calcio.html>
16. http://www.worldscibooks.com/etextbook/5695/5695_chap01.pdf
17. http://www.iqb.es/cbasicas/fisio/cap06/cap6_1.htm
18. http://webs.uvigo.es/mmegias/guiada_a_oseo.php
19. <http://www.encolombia.com/medicina/menopausia/Menovol1403-08/Metabolismooseo3.htm>
20. <http://medicina.usac.edu.gt/histologia/1de5b.pdf>
21. <http://www.conganat.org/iicongreso/conf/018/matriz.htm>
22. <http://arteria.iespana.es/clase06.htm>
23. <http://www.aaomm.org.ar/Cap04.pdf>
24. <http://www.encolombia.com/medicina/menopausia/Menovol1403-08/Metabolismooseo2.htm>

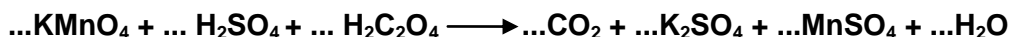
25. <http://www.cfnavarra.es/salud/anales/textos/vol26/sup3/suple2a.html>
26. <http://www.ucm.es/BUCM/tesis/19911996/D/1/D1023601.pdf>
27. <http://www.slideshare.net/AdamBuscovic/osificacin-y-articulaciones>
28. http://bvs.sld.cu/revistas/end/vol9_3_98/end07398.htm
29. http://www.tdr.cesca.es/TESIS_UAB/AVAILABLE/TDX-1020109-231651/rfrb1de1.pdf
30. http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/13-diferencia_cation-anion.pdf
31. http://www.encolombia.com/Meno_II_calcio_en.htm
32. <http://minnie.uab.es/~veteri/21241/bioquim/TEMA%2012%20-%20CALCI.%20FOSFOR%20I%20MAGNESI%2009-10.pdf>
33. <http://apuntesdecocinaines.wordpress.com/2009/08/08/historia-de-la-leche/>
34. <http://www.historiacocina.com/paises/articulos/espana/recetas2.htm>
35. <http://www.world-foodhistory.com/2008/06/history-of-milk.html>
36. <http://www.familia.cl/cultura/neolitico/neolitico.htm>
37. <http://www.mundohelado.com/materiasprimas/leche/laleche-comienzos.htm>
38. <http://egipto.suite101.net/article.cfm/la-produccion-de-la--leche--en-el-antiguo-egipto>
39. <http://www.innatia.com/s/c-perfume-antiguo-egipto/a-cremas-belleza.html>
40. http://nutricion.suite101.net/article.cfm/todo_sobre_la_leche
41. <http://www.scribd.com/doc/11902847/La-Alimentacion-y-La-Salud-en-la-Grecia-Antigua>
42. http://www.tinet.cat/~jcgg/Patrimonios/gastronomia_imperial_de_Roma.htm
43. <http://www.iscanmyfood.com/hd/index.php?t=Nicolas+Appert>
44. <http://artigoo.com/gail-borden-y-la-leche-condensada>
45. <http://saludparati.com/osteoporosis.htm>
46. <http://www.arrakis.es/~arvreuma/osteop.htm>

11. Annex

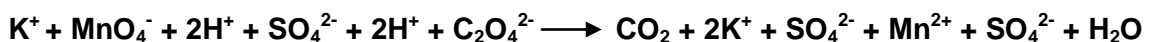
11.1 Annex 1: Igualació de la reacció redox de l'apartat 8

Aquest és el procés d'igualació de la reacció redox de l'apartat 8:

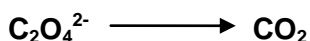
- Sabem que la reacció sense coeficients estequiomètrics que es va dur a terme és la següent:



- Escrivim la dissociació iònica en el medi aquós i els números d'oxidació a sota:

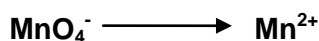


- Identifiquem quina espècie s'oxida i quina es redueix i escrivim les semireaccions:



+3

+4



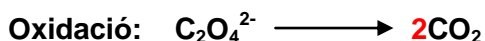
+7

+2

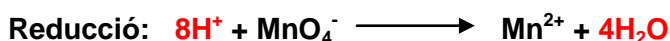
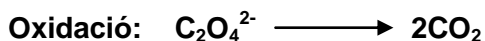
OXIDACIÓ

REDUCCIÓ

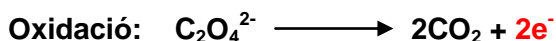
- Igualem el nombre d'àtoms dels elements que s'oxiden i es redueixen:



- Igualem el nombre d'àtoms d'oxigen (afegint molècules d'aigua) i després igualem el nombre d'àtoms d'hidrogen (afegint protons):

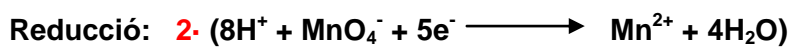
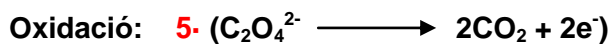


- Igualem les càrregues:

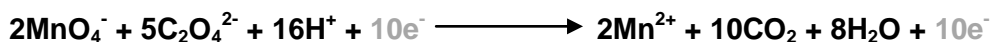
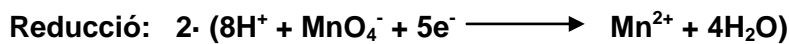
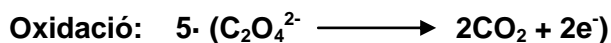


⁴⁴ He posat el número d'oxidació per cada carboni, ja que després és el que haurem d'utilitzar.

- Igualem el nombre d'electrons intercanviats:



- Sumem les dues semireaccions:



Aquesta és l'equació iònica ajustada.

- Finalment, ja tenim l'equació molecular ajustada, és a dir, amb tots els coeficients estequiòmètrics.



