

# Activitats pràctiques de BIOQUÍMICA al laboratori de secundària



Lorenzo Ramírez Castro

<http://experimentacioliure.wordpress.com/>



Aquest document està sota una llicència Creative Commons Reconeixement-Compartir-Igual 3.0 Unported.

<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>

Imatge de portada: '[falÀncia do futuro. uma resposta](http://www.flickr.com/photos/92587617@N00/4073612774)' , en flickrCC - chemistry

# Índex

Introducció .....	5
El laboratori de Química i de Biologia.....	7
La seguretat al laboratori .....	9
Normes de treball i seguretat al laboratori.....	10
El material de laboratori .....	11
Tècniques físiques d'anàlisi.....	15
Cromatografia en paper .....	17
Electroforesi .....	19
Anàlisi d'aliments.....	21
Descobrim què contenen els aliments. ....	23
1.- Detecció de glucosa en l'aliment.....	23
2.- Detecció de midó en l'aliment.....	23
3.- Detecció de proteïnes en les aliments. Prova de Biuret.....	24
4.- Presència de lípids.....	24
Comentaris a l'activitat: Descobrim què contenen els aliments.....	25
Estudi suplementari de la glucosa .....	29
Fermentació de la glucosa .....	29
La botella blava .....	31
Contingut d'aigua dels aliments .....	33
Energia dels aliments.....	35
Combustió d'un fruit sec.....	35
Estudi d'altres substàncies .....	37
La mesura del pH.....	39
Mesura del pH amb indicadors.....	39
Mesura del pH del sòl (i de fruites i hortalisses) .....	40
La càries dental i el pH .....	41
Anàlisi de l'orina.....	43
Enzims .....	45
Catalasa .....	45
Amilasa.....	46
Gasos implicats en la respiració .....	47
Enterboliment de l'aigua de calç.....	47
Disminució del pH de l'aigua en passar aire respirat.....	48
El vapor d'aigua.....	48
Reconeixement de sals minerals a la llet.....	49
Obtenció de derivats.....	51
Aïllament de caseïna i lactosa .....	53
Aïllament de la caseïna .....	53
Aïllament de la lactosa .....	54
Obtenció d'un polímer natural entrecruat a partir de gelatina.....	55
Un polímer més digestiu.....	55
Síntesi orgànica: Obtenció d'un ester .....	57
Obtenció de l'alcohol etílic per destil·lació del vi .....	59
La destil·lació en el laboratori .....	60

Processos agroalimentaris al laboratori.....	61
Elaboració d'oli d'oliva.....	63
Obtenció d'oli de gira-sol.....	65
Elaboració de sabó .....	67
Elaboració d'una bomba de bany.....	69
Elaboració de pa .....	71
Fabricació del iogurt.....	73
Fabricació de mató.....	75
Fabricació de formatge fresc per l'acció del quall. ....	77

# Introducció

Aquest document és un recull de treballs pràctics clàssics que involucren reaccions químiques, processos fisicoquímics i bioquímics en els camps de la biologia, l'alimentació i l'agricultura, que he anat recopilant en el decurs de l'últim trimestre del curs mentre impartia una assignatura optativa d'ESO a l'Institut Maria Rúbies de Lleida.

S'inclouen tècniques d'anàlisi, reaccions bioquímiques i processos de fabricació que poden utilitzar-se com a part d'una assignatura optativa en l'ESO o el Batxillerat o com una base de treballs pràctics a fer servir independentment al llarg de les matèries de química i biologia en el moment que interessi.

Van dirigits a l'alumnat, però estan escrits pel professorat. La idea és que cada activitat es pugui imprimir en un full a doble cara per ser utilitzat com a guió de treball en el laboratori, després d'introduir les modificacions que es cregui convenient al nivell i autonomia de l'alumnat.

Tots són treballs pràctics clàssics que es realitzen des de fa molts anys en els laboratoris dels nostres centres de secundària i que es proposen en diferents manuals en paper i blocs i pàgines web, pel que ja formen part del coneixement comú de tot el professorat. A més, com he comentat abans, he tingut l'oportunitat de contrastar la seva validesa i he de dir que "funcionen".

L'aportació d'aquesta proposta és, doncs, recollir diverses activitats pràctiques disperses en un únic volum de manera que qualsevol professor o professora pugui fer ús d'elles i modificar-les com vulgui.

He intercalat pàgines en blanc quan ha estat necessari per tal que es pugui imprimir el document més fàcilment a doble cara.

El material està en construcció, i demano disculpes si he introduït errors o faltes, que espero solventar si me'n adono o me ho dieu.

Lleida, juliol de 2011, Any Internacional de la Química



# El laboratori de Química i de Biologia





## La seguretat al laboratori

Aquí teniu un dibuix que mostra una classe al laboratori de química. Tots són estudiants molt aplicats i entusiastes i tots estan enfeinats. Però, ho fan amb seguretat, o bé hi ha possibilitats de que es pugui produir un accident?

1. Fixeu-vos bé i, com si fora el “joc del set errors”, anireu marcant sobre el dibuix<sup>1</sup> amb un cercle i un número correlatiu totes les situacions que us semblin perilloses. En la vostra llibreta descriureu amb una frase el perill que suposa cada situació.



2. Ara, torneu en acció els perills que heu descrit i indiqueu quines haurien de ser les normes de seguretat que cal que respectem al laboratori.

Tenen a veure les vostres propostes amb les normes de treball al laboratori que s'indiquen en la pàgina següent?. Completeu i/o modifiqueu el que calgui.

<sup>1</sup> Dibuix extret del llibre: UNESCO, 1981, Manual de la UNESCO para profesoras de ciencias. París.

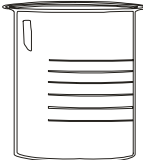
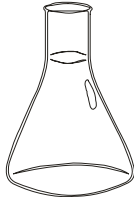
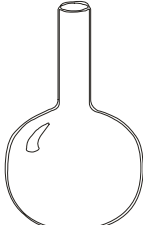
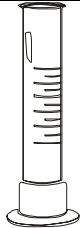
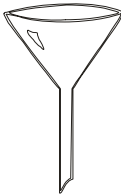


## Normes de treball i seguretat al laboratori

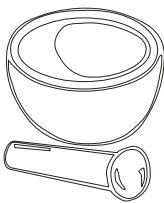
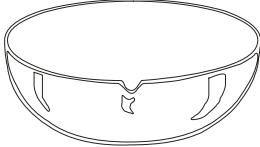

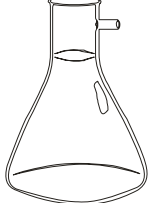

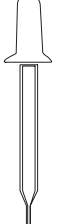
El laboratori, tot i que ens pot resultar molt atractiu, no és un lloc lúdic; és un recinte equipat per treballar-hi. És un lloc al qual s'ha de tenir un **gran respecte**, perquè pot ser un lloc perillós: s'hi poden produir incendis, intoxicacions, talls, cremades i explosions. S'ha de ser conscient en cada moment que s'està fent per tal d'evitar accidents. Per tant, **molta cura**.


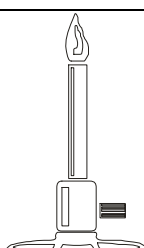
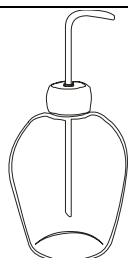
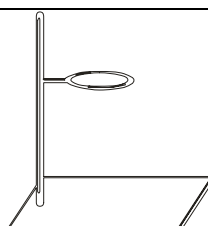
- No es pot menjar ni beure al laboratori. Mai no tasteu cap producte químic.
- S'ha d'evitar el possible contacte dels reactius amb la pell o la roba. Sobre tot procureu evitar el contacte dels productes químics amb la pell, ulls i qualsevol mucosa. No es poden tocar els reactius amb els dits, sinó amb una espàtula ben neta.
- Mai no pipetegeu aspirant amb la boca.
- Cal llegir les etiquetes abans d'emprar qualsevol reactiu i seguir-ne les indicacions.
- No s'han d'ensumar els reactius. Si són inflamables cal manipular-los lluny de qualsevol flama. Per olorar no hem de posar el nas al tub on es desprenen gasos, és suficient ventar el gas cap al nas.
- La manipulació de qualsevol producte que pugui despendre vapors tòxics i/o corrosius caldrà fer-la amb molta cura en un lloc ventilat. L'atmosfera del laboratori cal que estigui el més neta possible.
- Quan sigui necessari, abans de sortir del laboratori, renteu-vos les mans amb sabó i aigua.
  
- Gairebé tot el material del laboratori és de vidre i, per tant, es trenca fàcilment. Aneu amb compte quan hi treballeu.
- Per escalfar un tub d'assaig cal agafar-lo amb unes pinces de fusta i mantenir-lo inclinat, passant-lo sobre la flama, de manera que no estigui fix.
- Per pesar substàncies s'utilitza la balança. Els reactius no han de posar-se mai directament sobre els plats, sinó en un vidre de rellotge prèviament tarat, en el cas dels sòlids, o en un vas, en el cas de líquids.
  
- No retornar mai l'excés de reactiu al recipient originari.
- Els residus s'emmagatzemaran en els llocs disposats a tal efecte i no es llançaran a les piques o papereres del laboratori sense el permís del professor.
- L'eliminació d'alguns residus líquids es fa a l'aigüera, però cal obrir prèviament l'aixeta i deixar que ragi mentre s'aboca el líquid.
- En cap cas es llançaran materials sòlids a les piques del laboratori. Algunes restes de sòlids i d'altres materials inservibles es llencen a la paperera.
- Les restes de vidre trencat es llencen en una capsula destinada precisament a aquesta finalitat, ja que cal evitar riscos innecessaris al personal de la neteja.
  
- No han de modificar-se en cap cas les quantitats de reactius indicades pel professor/a.
- No feu mai cap experiment que no hagi estat autoritzat per un professor ni utilitzeu un aparell si abans no sabeu com funciona.
- No s'ha de treure mai material o productes fora del laboratori.
- Un cop acabat el treball, cal deixar les taules i el material ben net, ordenat i col·locat a la seva safata o armari corresponent.


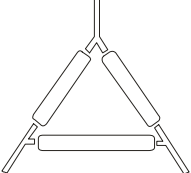
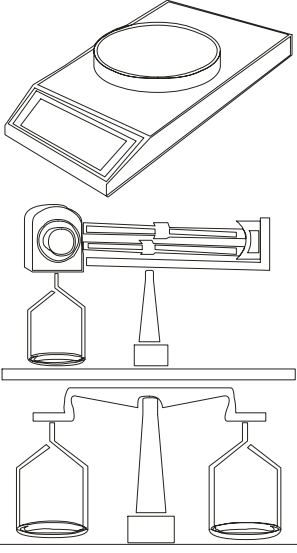
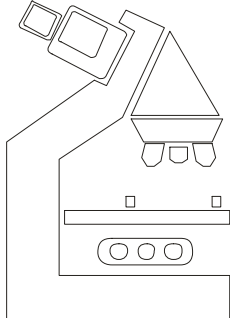
## El material de laboratori

Intenteu conèixer el material d'ús més comú que utilitzarem a les pràctiques que farem al llarg de tota l'ESO. Cal que ompliu la fitxa de cada material amb el que s'explica a classe:

	Nom: Utilitat: Comentari:	
	Nom: Utilitat: Comentari:	
	Nom: Utilitat: Comentari:	
	Nom: Utilitat: Comentari:	
	Nom: Utilitat: Comentari:	
	Nom: Utilitat: Comentari:	
	Nom: Utilitat: Comentari:	

	Nom: Utilitat: Comentari:	Càpsula de petri
	Nom: Utilitat: Comentari:	
	Nom: Utilitat: Comentari:	Portaobjectes
	Nom: Utilitat: Comentari:	Cobreobjectes
	Nom: Utilitat: Comentari:	
	Nom: Utilitat: Comentari:	
	Nom: Utilitat: Comentari:	
	Nom: Utilitat: Comentari:	
	Nom: Utilitat: Comentari:	

	Nom: Utilitat: Comentari:	
	Nom: Utilitat: Comentari:	Gradeta
	Nom: Utilitat: Comentari:	
	Nom: Utilitat: Comentari:	Encenedor d'alcohol
	Nom: Utilitat: Comentari:	
	Nom: Utilitat: Comentari:	Trípode
	Nom: Utilitat: Comentari:	Reixeta
	Nom: Utilitat: Comentari:	

	<p>Nom: Utilitat: Comentari:</p>	
	<p>Nom: Utilitat: Comentari:</p>	
	<p>Nom: Utilitat: Comentari:</p>	<p>Agulla emmanegada</p>
	<p>Nom: Utilitat: Comentari:</p>	
	<p>Nom: Utilitat: Comentari:</p>	

# Tècniques físiques d'anàlisi





## Cromatografia en paper

Aquesta és una pràctica sobre una de les tècniques de separació i purificació més important en el món de la Química: la cromatografia

La **cromatografia** és un procediment utilitzat principalment per separar i identificar substàncies químiques. En realitat, sota aquesta denominació s'agrupen un conjunt de mètodes que tenen unes característiques comunes. Generalment, el terme cromatografia se sol definir com un mètode físic de separació en el qual els components que es van separant es distribueixen en dues fases: l'una serà constituïda per un suport fix de gran superfície (en el nostre cas el paper de filtre), i l'altra per un líquid (alcohol)

### Material

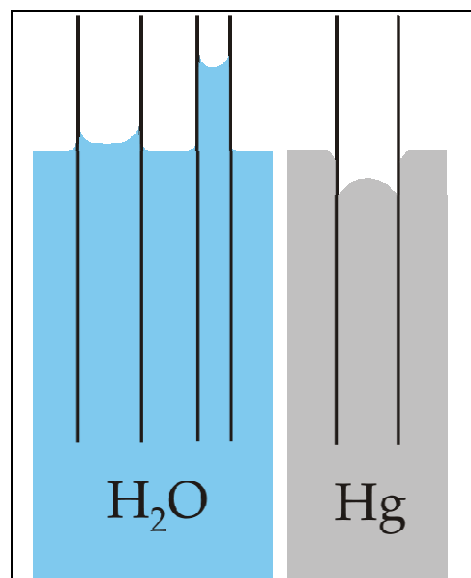
Retoladors o bolígrafs de diferents colors  
Paper de filtre (paper cromatogràfic, opcional)  
Alcohol  
Tisores  
Vas de precipitats

De totes les possibles variants que s'engloben dins de la cromatografia ens centrarem en la cromatografia en paper. La cromatografia en paper és una separació química que es basa en el fenomen de la capil·laritat i en els diferents tipus d'afinitat dels productes químics per el paper i el dissolvent (eluent). Els compostos amb més afinitat amb el paper seran els que menys migrin (avancin), mentre que els més susceptibles de migrar seran els compostos menys afins amb aquest suport.

Es tracta en aquest cas de separar els components de la tinta de diferents colors mitjançant una cromatografia (encara que també es podria pensar en la separació dels components acolorits d'extractes de diferents vegetals, per exemple dels espinacs).

### Procediment

1. Retalleu un rectangle de paper de filtre. Pinteu amb llapis una línia paral·lela als costats més petits del rectangle i a un centímetre de distància d'una de les vores.
2. Dibuixeu un o més punts petits amb la tinta dels retoladors o els bolígrafs. Els punts ha de ser petits però han de contenir tinta en abundància, per la qual cosa és convenient ficar una mica de tinta, deixa assecar, i tornar a ficar més tinta diverses vegades.
3. Introduïu el paper verticalment i amb el/els punts dibuixats cap avall al vas de precipitats (cubeta cromatogràfica), on prèviament hem abocament etanol (menys d'un centímetre d'alçada del dissolvent per que no mulli les taques). Es pot experimentar amb barreges d'etanol i aigua.

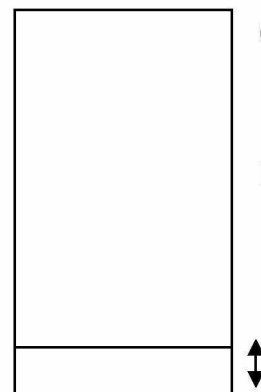


El fenomen de la capil·laritat es mostra en l'aigua i el mercuri. Autor: Messer Woland, amb llicència Creative Commons CC-BY-SA-2.5. <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Capillarity.svg>

4. Deixeu que el dissolvent pugi a través del paper per capil·laritat, arrossegant part de la tinta segons avança.

5. Un cop que s'hagi completat la pujada de l'etanol s'haurà obtingut una separació dels diferents colorants que formen part de la tinta del retolador o bolígraf.

6. Traieu el paper del vas de precipitats i deixeu que s'assequi. Enganxeu el paper de filtre a la llibreta i responeu les qüestions.



### Qüestions

a) Feu una descripció del que ha passat amb cada color explicant la composició (colors) de cada tinta i intenteu donar una explicació científica.

Tinta 1:

Tinta 2:

Tinta 3:

b) Per quin motiu creus que hem utilitzat alcohol i no un altre dissolvent com, per exemple, l'aigua? En aquest cas, què creus que hagués passat?

c) Proposeu un protocol per fer la separació dels components acolorits dels espinacs.

### Comentaris addicionals

Normalment per aconseguir un determinat color els fabricants de retoladors i bolígrafs recorren a barreges de colorants. Per exemple, són comunes les següents:

Blau: morat + blau clar

Vermell: rosa + taronja

Negre: violeta + groc

Verd: verd + blau clar

Si es desitja fer una anàlisi més acurada d'una mescla, per exemple en un treball de recerca de batxillerat, és convenient usar paper cromatogràfic en lloc de paper de filtre. El seu preu és assequible.

Un treball molt interessant és estudiar com afecta la polaritat de l'eluent (o de la mescla de dissolvents) a la separació dels components d'una mescla.

## Electroforesi

L'electroforesi és una tècnica de separació d'ions (de molècules carregades), que gràcies a l'aplicació d'un camp elèctric es van mobilitzant al llarg d'un material de suport com a conseqüència de la càrrega elèctrica que posseeixen. Les molècules avançaran més en el camp electroforètic segons sigui la seva càrrega, la seva mida, etc ...

Procediment:

Primer prepareu el medi electroforètic, per això, ompliu cada safata fins a la meitat amb una solució d'aigua a la qual li afegirem una cullereta de NaCl, i una cullereta de NaHCO<sub>3</sub>, que haureu preparat prèviament. Poseu les safates una al costat de l'altra, en paral·lel, i entre les safates situeu un portaobjectes que farà de suport.

D'altra banda retalleu una tira llarga de paper de filtre de l'amplada del portaobjectes i dibuixeu amb el llapis una línia transversal a la tira. Després, l'amareu amb la dissolució salina que heu preparat com a medi electroforètic.

Situeu aquesta tira damunt del portaobjectes i deixeu que cada extrem de la tira estigui en contacte amb l'electròlit de cada safata, com indica la figura.

Munteu el circuit elèctric amb la font d'alimentació (desconnectada!) (o bé fiquen diverses piles en sèrie) i dos cables que submergeireu un en cada safata.

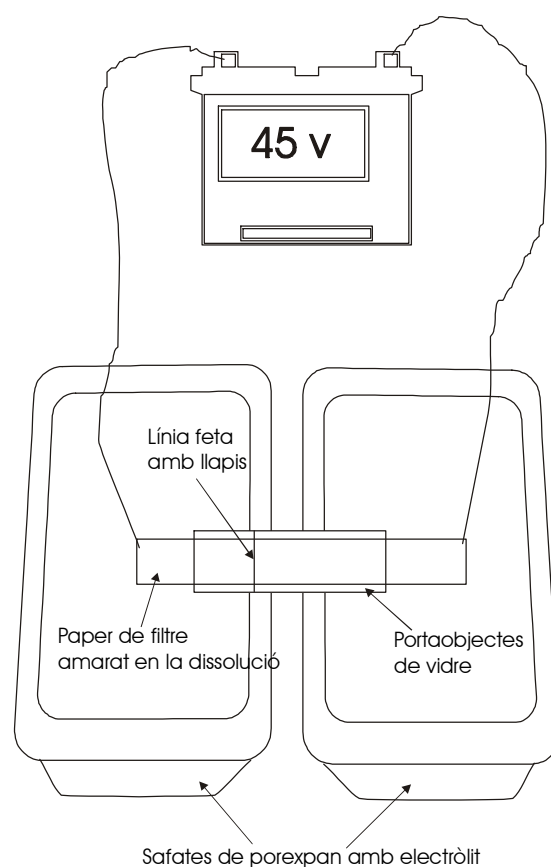
El voltatge que s'ha de subministrar al circuit depèn de la velocitat que desitgem per l'electroforesi i de la llargada del paper (uns 4 V per cm pot estar bé).

Una alternativa és connectar els cables directament als extrems de la tira de paper de filtre amb unes pinces de cocodril, però mantenint el portaobjectes sobre les safates (que poden així estar buides) ja que serveixen de suport i per recollir el degoteig del paper de filtre.

A continuació, fiquen una mica de la sal acolorida en el paper de filtre en la línia que heu dibuixat amb el llapis, poseu un altre portaobjectes sobre del paper i connecteu el circuit elèctric (una alternativa

### Material

2 safates de porexpan,  
Clorur de sodi (NaCl, sal de taula),  
Bicarbonat de sodi (NaHCO<sub>3</sub>),  
Permanganat de potassi (KMnO<sub>4</sub>),  
o altra sal acolorida,  
Paper de filtre,  
2 Portaobjectes,  
Cablejat elèctric, 5 Piles de Petaca  
(de les de 9V) o una font  
d'alimentació,  
1 llapis.



tradicional era ficar una goteta de sang, però no hem de fer mal, ni a nosaltres ni als animals).

Amb el pas del temps, si el muntatge funciona, s'hauria d'observar com la taca de la sal es va desplaçant al llarg de la tira en la direcció d'un del pols (depèn de quin sigui el ió acolorit, si el catió o l'anió).

Tingueu molta cura de manipular tot amb el circuit apagat i molta precaució de no subministrar més voltatge del degut al muntatge, de no tocar ni l'electròlit ni la tira, i de desconnectar el circuit quan acabi l'experiència.

## Qüestions

Per què utilitzem una sal per fer l'electroforesi?

Quina sal heu emprat?. Quin és el ió acolorit de la sal?

Cap a quin pol s'ha desplaçat el ió?

Per què s'amara el paper de filtre amb una dissolució salina?

No fora suficient amb el clorur de sodi?. Quin paper juga el bicarbonat?

# Anàlisi d'aliments



## Descobrim què contenen els aliments.

Mitjançant proves senzilles determinareu la presència de molècules de principis immediats (glucosa, midó, proteïnes i greixos) en diferents aliments, utilitzant petites quantitats si pot ser de cadascun dels grups alimentaris. Per exemple, en mostres de patata, fruita, farina, llet, formatge, etc. També podeu comparar els resultats amb mostres pures, patró o incògnites.

Procediment:

Si l'aliment és vegetal, es tritura un petit fragment en el morter amb una mica d'aigua i es filtra amb paper de filtre. Si és de procedència animal, es tritura en un morter amb una mica d'aigua, es bull durant uns minuts, es deixa refredar i es filtra. Si l'aliment és líquid, es realitzen les proves directament.

### Material

Morter

Tubs d'assaig

Dissolucions patró de diferents principis immediats (glucosa, midó, proteïnes i greixos)

Mostres d'aliments

Reactius específics (Fehling A i B, Lugol, Biuret, alcohol etílic)

### 1.- Detecció de glucosa en l'aliment

A) S'afegeix, a un tub d'assaig amb  $2\text{ cm}^3$  (2 mL) d'una dissolució prèviament preparada de glucosa i a un altre amb la mateixa quantitat d'aigua, 5 gotes de reactiu de Fehling A, blau, i 5 gotes de reactiu de Fehling B, incolor, utilitzant comptagotes diferents. S'observa que la dissolució és de color blau. S'escalfa al bany maria dos o tres minuts i s'observa un canvi de color a vermell, ataronjat o marronós o bé que no varia. També podeu provar amb una dissolució de sucre de taula (sacarosa).

B) Poseu el filtrat de l'aliment i en poca quantitat (uns  $2\text{ cm}^3$ ) en un tub d'assaig i afegiu-hi 5 gotes del reactiu Fehling A i 5 gotes del reactiu Fehling B. Escalfeu-ho fins que canviï de color. L'aparició d'un precipitat de color taronja-marró indica la presència de glucosa.

### 2.- Detecció de midó en l'aliment

A) S'afegeix, a un tub d'assaig amb  $2\text{ cm}^3$  (2 mL) d'una dissolució prèviament preparada de midó i a un altre amb la mateixa quantitat d'aigua, 1 o 2 gotes de solució Lugol. S'observa en fred si es torna de color blau intens o violeta-negre, o bé no varia.

b) Poseu el filtrat de l'aliment i en poca quantitat (uns  $2\text{ cm}^3$ ) (2 mL) en un tub d'assaig (recordeu que si analitzeu carn o embotits, abans d'afegir el lugol s'ha d'escalfar) i afegiu-hi unes gotes de lugol (iode). L'aparició d'una coloració blava-violeta indica que l'aliment té midó.

### 3.- Detecció de proteïnes en les aliments. Prova de Biuret.

A) S'afegeix, a un tub d'assaig amb  $2\text{ cm}^3$  (2 mL) d'una dissolució prèviament preparada de clara de ou dissolta en la mateixa quantitat d'aigua i a un altre tub amb la mateixa quantitat d'aigua, 1 ml de NaOH al 10% i cinc gotes de  $\text{CuSO}_4$  a l'1% i s'observa en fred si vira a color lila o roman blau.

B) Poseu el filtrat de l'aliment i en poca quantitat (uns  $2\text{ cm}^3$ ) (2 mL) en un tub d'assaig i afegiu-hi unes gotes dels reactius de Biuret. L'aparició d'una coloració violeta-rosat vol dir que l'aliment té proteïnes.

### 4.- Presència de lípids.

Dues maneres de procedir

a) Fiqueu una gota d'oli en un paper de filtre i mireu a contrallum. Veureu una taca translúcida.

b) Fiqueu una gota d'oli en un tub d'assaig que contingui  $2\text{ cm}^3$  (2 mL) d'alcohol etílic i agiteu-ho. A continuació afegiu-hi  $1\text{ cm}^3$  (1 mL) d'aigua. Apareixerà un enterboliment blanc.

Dues maneres de procedir.

a) Fregueu la mostra de l'aliment sobre un paper de filtre. Observeu-la a contrallum; si surt una taca translúcida, l'aliment conté lípids

b) Poseu  $2\text{ cm}^3$  (2 mL) d'alcohol etílic en un tub d'assaig. Afegiu-hi l'aliment en petits trossets i agiteu el tub. A continuació a afegiu-hi  $1\text{ cm}^3$  (1 mL) d'aigua destil·lada. si apareix un enterboliment blanc, la mostra conté lípids.

Resultats i conclusions

TAULA DE RESULTATS				
Apunteu si la reacció ha estat (+) o (-).				
ALIMENT	GLUCOSA	MIDÓ	PROTEÏNES	LÍPIDS



## Comentaris a l'activitat: Descubrim què contenen els aliments.

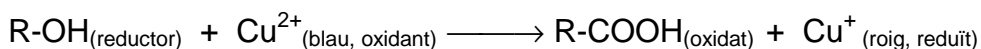
Es pot preparar prèviament una bateria amb quatre classes de mostres:

- Solucions conegudes i etiquetades preparades a partir de pols de glucosa, maltosa, sacarosa, fructosa, midó, lactosa, albúmina, glicocola, etc.
- Solucions incògnita, sense etiquetar, de sacarosa, midó, glucosa, albúmina, etc., Preparades com les anteriors.
- Solucions d'aliments variats que continguin els diferents grups de principis immediats: llet, sucre de taula, clara d'ou, embotits, fetge, olis, galetes, formatge fresc, raïm i altres sucus de fruita, patata, etc.
- Solució testimoni: aigua.

Si l'aliment és vegetal, es tritura un petit fragment en el morter amb una mica d'aigua i es filtra amb paper de filtre. Si és de procedència animal, es tritura en un morter amb una mica d'aigua, es bull durant uns minuts, es deixa refredar i es filtra. Si l'aliment és líquid, es realitzen les proves directament.

### Què passa en les diferents proves?

A) La **reacció de Fehling**, oxidant feble, serveix per determinar sucres reductors, és a dir l'OH hemiacetàlic lliure o no compromès amb l'enllaç glucosídic, com la glucosa, maltosa, lactosa o fructosa mitjançant una reacció redox:



La fructosa pot presentar algun problema pel fet que les cetones són més difícils d'oxidar. El reactiu de Fehling B proporciona un mitjà alcalí a la reacció.

Es pot comprovar que encara que la sacarosa (glucosa + fructosa) o sucre de taula no és un sucre reductor a l'hidrolitzat dóna un resultat positiu. Per a això es bull lentament al bany maria durant uns vuit minuts 3 cm<sup>3</sup> de mostra amb 5 gotes d'HCl al 10%, es deixa refredar i es neutralitza tot seguit amb 5 gotes de NaOH al 10%. Si es realitza novament la prova de Fehling apareix el color vermell-marronós. Amb el mateix procediment hidrolitzaríem el midó.

Alternativament es pot utilitzar per identificar la glucosa el **reactiu de Benedict**.

La glucosa és un sucre capaç de reduir al coure de reactiu de Benedict, això es detecta per un canvi de coloració. És també possible quantificar la quantitat de glucosa d'una dissolució en funció del canvi de coloració final ja que la dissolució presentarà color verd, groc o vermell / taronja depenent si la concentració és petita mitjana o alta respectivament. En el cas d'alta concentració, es forma un precipitat blau clar que s'anirà tornant a marró ataronjat.

Per veure les diferents coloracions que poden sortir, prepareu tres dissolucions de glucosa a diferent concentració (15, 25 i 50%). Després, agafeu quatre tubs d'assaig, en el primer afegiu-hi aigua, en els altres tres 2 mL de les dissolucions de glucosa (cada dissolució en un tub), marcant cada tub.

Afegiu a cada tub el reactiu Benedict i escalfeu al bany Maria els quatre tubs.

Amb els resultats, completeu la següent taula:

Tub	Concentració glucosa	Coloració
Control (només aigua)	0%	
N 1	15%	
N 2	25%	
N 3	50%	

Entre els següents glúcids quins són els capaços de reduir el reactiu de Benedict?

Glúcid	Redueix Sí / No	Glúcid	Redueix Sí / No
Fructosa		Galactosa	
Sacarosa		Lactosa	
Celulosa		Xilosa	
Manosa		Midó	
Ribosa		Maltosa	

També es pot usar el reactiu de Tollens

B) El **reactiu de Lugol** tenyeix selectivament de blau-violeta fosc l'amilosa del midó pel fet que la molècula, en fred, fixa el iode en la superfície.

C) La **reacció de Biuret** detecta la presència de l'enllaç peptídic (CONH) és a dir és específica dels pèptids o proteïnes i no serveix per a detectar solucions d'aminoàcids. La reacció és la següent:

1. Proteïna + Àlcali (NaOH)  $\longrightarrow$  Biuret ( $\text{NH}_2\text{-CO-NH-CO-NH}_2$ )
2. Biuret +  $\text{CuSO}_4$  (blau)  $\longrightarrow$  ( $\text{NH}_2\text{-CO-NH-CO-NH}_2$ )  $\text{Cu}^{2+}$  (violeta)

També es poden detectar proteïnes amb la **reacció xantoprotèica**. En la reacció xantoproteica, es forma un compost nitrats-aromàtic de color groc quan les proteïnes són tractades amb àcid nítric concentrat que vira a ataronjat a neutralitzar amb el àlcali (amoníac). Encara que aquesta reacció només la pateixen les proteïnes que tenen aminoàcids amb grups benzènics, és pràcticament universal ja que aquests formen part de gairebé totes.

Es fiquen en un tub d'assaig 2 mL de la solució problema (per exemple de clara d'ou). S'afegeix 1 mL d'àcid nítric concentrat i s'escalfa al bany Maria a 100 °C. Apareixerà una coloració groguenca. Després es refreda en bany d'aigua i es neutralitza afegint-hi gota a gota una solució d'hidroxid sòdic al 40 %. La solució es tornarà taronja fosc, si el resultat és positiu.

D) El colorant **Sudan III** és específic dels greixos. Tenyeix els lípids de color roig.

## Més suggeriments

En el cas de la glucosa del suc de raïm. El raïm és una fruita amb un alt contingut de sucres. Es pot posar unes gotes de suc d'un gra de raïm sobre un porta objectes i afegir-hi una mica d'etanol per facilitar l'evaporació. Cal deixar-ho unes dues hores. Al microscopi s'observarà la formació de cristalls de glucosa

En el cas de la sacarosa. La sacarosa és un disacàrid format per glucosa i fructosa. En cremar-se deixa un residu de carboni. Això es pot posar de manifest de dues formes:

- cremant sucre a l'interior d'un tub d'assaig
- afegint sulfúric concentrat a una càpsula de Petri de vidre mig plena de sucre. Això desprèn gasos tòxics i per tant, cal fer-ho a la cabina de gasos.

La sacarosa s'hidrolitza en presència d'àcid clorhídric i en calent, donant els sucres senzills. Això es pot comprovar de la següent forma: prepararem una solució de sacarosa al 0,5%. La posem en un tub d'assaig i realitzem amb ella la reacció de Fehling. No dona precipitat vermellós. Posem solució de sacarosa en un altre tub d'assaig i li afegim 5 o 6 gotes d'HCl al 10% i ho escalfem durant 2 o 3 minuts. Quan refreda afegim licor de Fehling, escalfem de nou i observem l'aparició del precipitat vermellós.

En el cas del midó. El midó és un polisacàrid format per la unió de moltes glucoses, que vira a blau si el tenyim amb lugol.

- Podem observar la seva presència en diferents fruites: grans de midó en suc de patata, en extensions de polpa de plàtan o de poma. En el cas de la patata es pot observar sense tenyir, i veure les capes concèntriques que forma.

Si es disposa d'una mostra de pernil dolç es pot detectar l'adulteració del pernil, per la presència de midó (patata).

-Trencament de la molècula: preparem una solució de midó afegit-ho a aigua bullent, que després es deixa refredar. Si hi afegim lugol, apareix el color morat característic. Si a la solució de midó li afegim unes gotes d'HCl i l'escalfem, quan afegim el lugol ja no dona el color morat. Neutralitzem l'àcid clorhídric amb una mica de sosa, i escalfem uns quants ml d'aquesta mescla afegint-hi licor de Fehling. Apareixerà el color vermellós que indica que el midó s'ha trencat donant com a resultat les unitats de glucosa.

En el cas dels lípids, en lloc d'utilitzar el Sudan III, es pot fer com s'indica en el guió inicial.

Els aliments sòlids s'han de picar prèviament en un morter amb una mica d'aigua i repartir després el contingut en diversos tubs d'assaig, fent servir un en cada prova.

Per obtenir les solucions de les diverses substàncies podem dissoldre una punta d'espàtula en aigua, que no cal que sigui destil·lada, en un got de precipitats de 100 cm<sup>3</sup>, o bé preparar concentracions del 5%.

Per verificar els canvis de coloració s'aconsella posar el tub d'assaig sobre fons blanc.

Els reactius es poden comprar tal qual o preparar a partir dels seus components (taula 18) sense preocupar-se que les quantitats siguin estrictament rigoroses.

## Reactius per a l'anàlisi d'aliments

Anàlisi de:	REACTIU	COMPOSICIÓ
Sucre reductors	Fehling A	7 g de sulfat de coure (II) $\text{-CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O-}$ en 100 mL d'aigua
	Fehling B	35 g de tartrat de sodi i potassi $\text{-KNa}\cdot\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6\cdot 4\text{H}_2\text{O-}$ i 12,5 g de hidròxid de sodi $\text{-NaOH-}$ en 100 mL d'aigua
	Benedict	100 g de carbonat de sodi anhidre, 200 g de citrat de sodi i 125 g de tiocianat de potassi en 800 mL d'aigua, escalfant una mica. Filtrar, si és necessari i afegir-hi, agitant constantment, una solució de 18 g de sulfat de coure cristal·litzat en 100 ml d'aigua. Finalment, afegir-hi 5 mL de solució recent de ferrocianur de potassi al 5 %, i completar fins 1 L.
Midó	Lugol	40 g de iode $\text{-I}_2\text{-}$ i 60 g de iodur de potassi $\text{-KI-}$ en aigua. Completar fins a un litre
Proteïnes	Biuret	Dissolució d'hidròxid de sodi $\text{-NaOH-}$ al 10 % en aigua i dissolució separada de sulfat de coure (II) $\text{-CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O-}$ a l'1 % en aigua. Es preparen per separat i s'utilitzen alhora en el moment.
Greixos	Sudan III	Comprar-lo tal qual, o 2-3 g de Sudan III (C.I. 26100) en 100 mL d'Alcohol etílic. Se tracta d'una solució saturada de Sudan III en alcohol de 70°, ja que és insoluble en aigua. La solució es prepara en calent.

## Estudi suplementari de la glucosa

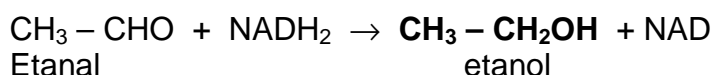
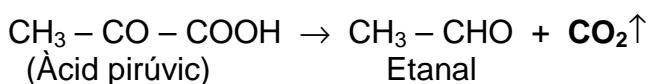
### Fermentació de la glucosa

La glucosa fermenta per acció dels llevats i dóna lloc a la producció d'etanol i diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>). Apreneu una mica més de la biologia dels llevats com a responsables de les fermentació alcohòlica observant un procés fermentatiu i estudiant les reaccions de la fermentació alcohòlica. També comprovareu que es forma etanol com a producte final de la fermentació.

Els llevats són organismes anaeròbics facultatius, que significa que poden viure sense oxigen. Quan hi ha oxigen l'utilitzen per a la respiració, és a dir per oxidar la glucosa completament i així obtenir ATP.

En condicions de anaerobiosi, les soques de *Sacharomyces cerevisiae* (llevats de la panificació) i altres espècies de llevats transformen la glucosa en àcid pirúvic, seguint la seqüència de reaccions de la glicòlisi.

Aquest procés és comú a la majoria dels éssers vivents, però aquí rau l'especificitat d'aquestes llevats, que són capaços de prosseguir la degradació del pirúvic fins etanol, mitjançant el següent procés:



Això és un avantatge adaptatiu per els llevats, que poden sobreviure en anaerobiosi. Però només el fan servir quan no hi ha oxigen disponible, ja que la fermentació alcohòlica té un baix rendiment energètic en comparació amb el de la degradació oxidativa de la glucosa.

### Procediment

1.- Realització de la fermentació:

Preparareu una dissolució de glucosa al 10 %.

Separareu 3 mL en un tub d'assaig. Aquesta mostra ens servirà per a realitzar la reacció de Fehling i comprovar que és glucosa (pel seu poder reductor).

Dissolgueu una punta d'espàtula de la soca de panificació de *Sacharomyces cerevisiae* a la resta de la glucosa.

#### Material

Llevats de la panificació  
Glucosa  
Sacarímetre de Eihörn (o globus enganxat a un tub d'assaig)  
Tubs d'assaig  
Bicromat potàssic  
Àcid sulfúric diluït  
Reactius Fehling A i Fehling B

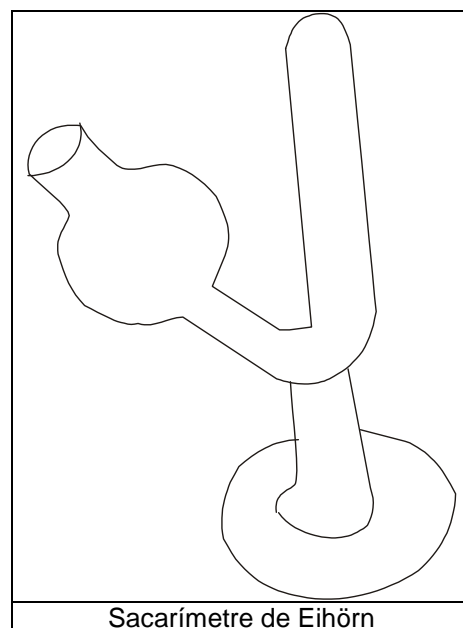
Ompliu el, tenint cura que no quedin bombolles d'aire per aconseguir un ambient de anaerobiosi. Si no es disposa de l'aparell se'n pot fabricar un de forma artesanal o recollir els gasos en un globus subjecte a un tub d'assaig. En cas de fer-lo amb tub d'assaig, s'ha d'emplenar el tub amb la dissolució i enganxar el globus sense aire dins.

A continuació, anoteu cada 10 minuts els valors observats del volum de gasos despresos en el sacarímetre per a passar-los a una gràfica (o com va augmentant el volum del globus enganxat al tub d'assaig). Si es posa en una estufa a 37°C la producció de gas s'optimitza.

La fermentació haurà començat quan s'observi un bombolleig, procedent del CO<sub>2</sub>. El CO<sub>2</sub> s'anirà acumulant a la part superior del sacarímetre (o emplenant el globus).

## 2.- Comprovació de que s'ha produït etanol

Mitjançant aquest procés de fermentació s'ha transformat la glucosa en etanol. Comprovareu que al principi havia glucosa i al final del procés desapareix la glucosa i tenim etanol.



Agafeu el tub d'assaig en el qual vam ficar la mostra de glucosa abans de posar-li la soca de llevats i realitzeu la prova de Fehling. És de suposar que donarà positiva.

A continuació, preneu uns 2 mL de la mostra del sacarímetre i realitzeu també la prova de Fehling. És d'esperar que la reacció sigui negativa, ja que la glucosa s'ha consumit pels llevats, com es veu en la reacció de fermentació. Amb això comproveu que havia glucosa al principi del procés i al final ha desaparegut, encara no que s'hagi transformat en etanol.

Ara aneu a comprovar que s'ha produït etanol. Aquesta reacció s'ha de fer amb molta cura perquè cal manipular àcid sulfúric i pot ser perillós.

Preneu 2 mL de la solució del sacarímetre i la poseu en un tub d'assaig al que afegiu uns cristalls de bicromat de potassi i, a continuació, 2 mL d'àcid sulfúric diluït.

Després escalfeu (millor al bany Maria). Si hi ha alcohol, es formarà un compost aromàtic característic que es posa de manifest perquè canvia de color, de groguenc a verdós.

3.- Podeu ampliar l'estudi de la reacció variant les condicions en les que es produeix: a una o altra temperatura, amb més o menys quantitat de glucosa, etc. Amb les dades obtingudes del volum de CO<sub>2</sub> que s'ha anat formant, elaboreu gràfiques en les què quedin reflectides aquestes dades (volum de CO<sub>2</sub>, expressat en mL, en front del temps, en minuts).

## La botella blava

Es tracta d'un exemple molt atractiu per la seva espectacularitat que permet veure una reacció en la qual es combina un procés redox (el poder reductor de la glucosa) amb la dissolució de l'oxigen de l'aire.

Procediment:

Es dissol en un matràs erlenmeyer proveït d'un tap (o en una ampolla transparent de vidre o plàstic amb tap), 8 g de KOH en 300 mL d'aigua. Es refreda la dissolució i s'afegeixen 10 g de glucosa, s'afegeix una mica de blau de metilè en pols i es tapa.

La quantitat de blau de metilè ha de ser molt petita aproximadament de la mida d'un cap de llumí. Es pot fer també afegint unes gotes del blau de metilè en solució aquosa.

La dissolució inicialment de color blau es torna incolora al cap d'uns segons. Si s'agita amb força el color blau apareix de nou. Els canvis de color es succeeixen diverses vegades, tot i que cal treure el tap de tant en tant per renovar l'oxigen de l'interior.

Què passa?.

El poder reductor de la glucosa es manifesta en reduir en medi alcalí al blau de metilè que en la seva forma oxidada és de color blau i incolor en la seva forma reduïda. Quan s'agita s'afavoreix la dissolució de l'oxigen de l'aire que passa al blau de metilè a la seva forma oxidada (blau) i així continua el cicle. Amb el temps la solució pren un color marró típic de la reacció de Moore.

Blau de metilè (incolor) + O<sub>2</sub> (dissolt) → blau de metilè (blau)

Glucosa + OH<sup>-</sup> + blau de metilè (blau) → blau de metilè (incolor)





## Contingut d'aigua dels aliments

A la taula de la *Composició d'alguns aliments* teniu les dades de contingut d'aigua en 5 en pes de diversos aliments. Una primera aproximació permet adonar-se de la gran quantitat d'aigua que contenen. En aquesta experiència mesurarem el contingut d'aigua d'un aliment i el compararem amb les dades de la taula

Procediment:

- Talleu un tros d'enciam (o de l'aliment escollit) a trossos petits i/o, si cal, tritureu-lo en un morter.
- Peseu un tub d'assaig i anoteu el valor de la pesada. A continuació, introduïu el material tallat en el tub d'assaig (2 o 3 cm d'altura del tub) i torneu a pesar-lo. Anoteu el nou valor de la pesada i calculeu la massa del material que escriureu en la taula de sota.
- Escalfeu uniformement el tub a la flama del bec procurant que es vagi evaporant l'aigua. Si l'escalfeu suaument durant una estona, fareu evaporar solament l'aigua i no els altres components.
- Deixeu refredar el tub en una gradeta metàl·lica i torneu-lo a pesar. Anoteu el valor de la pesada i calculeu la massa que té ara el material. Anoteu-la.
- Per últim, calculeu el percentatge d'aigua que s'ha evaporat del material.

### Material

Mostres de diversos aliments  
Tubs d'assaig  
Pinceres per agafar els tubs  
Gradeta metàl·lica  
Balança  
Fogonet

Comunicació i avaluació de resultats

Ompliu el quadre següent i, a continuació feu un resum de l'activitat. Podeu calcular la mitjana del percentatge d'aigua de cadascun dels aliments del vostre grup amb els valors obtinguts per altres grups i comparar-la amb la de la taula de dades.

aliment	massa (de l'aliment)	massa després d'escalfar (de l'aliment)	Massa d'aigua	% d'aigua

Podeu acabar escrivint les conclusions i la valoració que en feu de l'experiència.

Càlcul del %

El percentatge d'aigua en l'aliment el podeu trobar dividint la massa d'aigua que s'ha evaporat del material per la massa de l'aliment i, després, multiplicant per 100.

## Composició d'alguns aliments

Per 100 grams	Energia (kcal)	Energia (kJ)	% H <sub>2</sub> O	% hidrats de carboni	% proteïnes	% greixos
Conill	159	665,2	70,4	0	20,4	8,0
Carn de vedella	253	1.058,5	61,4	0	18,2	19,4
Pit de pollastre	96	401,6	77,9	0	19,2	1,5
Ou de gallina	148	619,2	75,3	2,7	11,3	9,8
Cloïsses	76	317,9	81,7	2,0	12,6	1,6
Bacallà fresc	77	322,1	81,3	0	17,5	0,3
llagostí	115	481,1	76,3	0	17,9	4,3
Llet de vaca sencera	61	255,6	87,4	5,5	3,5	3,0
Formatge fresc	220	920,4	65,0	4,0	15,0	15,0
logurt sencer	71	297,0	86,1	4,5	4,8	3,8
Oli d'oliva	883	3.694,4	0	0	0	99,9
Margarina	720	3.012,4	15,5	0,4	0,6	81,0
Beguda de cola	39	163,1	90	10	0	0
Cervesa de 3,6°	41,3	172,9	92,1	3,6 g de alcohol		
Espaguetis crus	369	1.543,8	10,4	75,2	12,5	1,2
Pa blanc de blat	307	1.284,4	24,1	64,4	9,3	0,7
Patates pelades	75	313,8	79,2	17,9	1,8	0,1
Cigrons	364	1.522,9	11,5	61,1	18,2	6,2
Llenties	340	1.422,5	12,2	60,7	23,7	1,3
Ametlles	540	2.288,6	4,7	19,6	18,6	54,1
Llavors de girasol	575	2.405,8	5,6	16,5	22,4	51,4
Mongetes verdes	36	150,6	90,5	6,6	2,0	0,2
Enciam	15	62,7	94,9	2,9	1,3	0,1
Tomate madur	21	87,8	93,8	4,6	0,8	0,3
Maduixa	36	150,6	90,0	8,5	0,8	0,3
Mandarina	43	179,9	87,8	10,9	0,7	0,2
Poma	58	242,6	84	15,2	0,3	0,3
Mel d'abella	306	1.280,3	21,6	78,0	0,2	0,0

## Energia dels aliments

A la taula de la *Composició d'alguns aliments* teniu les dades de l'energia de cadascú d'ells per 100 g de producte. Aquesta taula permet analitzar l'energia emmagatzemada en cada aliment en funció de la seva composició.

Una primera aproximació permet adonar-se de la gran quantitat d'aigua que contenen alguns aliments i de que el contingut energètic no és menyspreable com, per una altra part, ho corroboren les nombroses dietes existents per aprimar-se.

### Combustió d'un fruit sec

Comprovarem si els valors de la taula s'avenen a la realitat calculant el contingut energètic d'un dels aliments que, segons la taula, és dels més energètics: les ametlles.

Per això mesurarem l'energia alliberada per la combustió d'una ametlla seguint el següent protocol experimental.

Claveu una agulla de cap, traspasant l'ametlla, en un tap de suro que li farà de suport. El fruit sec ha de quedar separat del tap 2 cm com a mínim per evitar que es cremi el tap, ja que la combustió de l'ametlla és molt energètica.

Peseu el conjunt suro-ametlla. Us donarà una massa  $m_1 =$

Ompliu una llauna de refresc amb uns 100 mL d'aigua, assequeu-la si s'ha mullat i peseu-la. Anoteu el valor de la seva massa  $M =$

Després munteu el dispositiu de la figura de sota. El cordill ha de ser més llarg que el que està dibuixat per poder pujar fàcilment la xemeneia de cartró.

Feu un cilindre amb un full de paper A4 o una cartolina i cinta adhesiva. Feu-li tres forats a la part inferior i poseu-lo al dispositiu (quin és el paper que fa la xemeneia?).

Mesureu la temperatura  $T_1$  de l'aigua de la llauna.

Enceneu el fruit amb un llumí (o, si cal amb un bec bunsen), aixequen la xemeneia, immediatament poseu les ametlles sota la llauna i torneu a posar la xemeneia.

Quan l'ametlla deixi de cremar bé, torneu a mesurar la temperatura de l'aigua  $T_2$  després de remenar una mica la llauna.

Per últim, mesureu la massa  $m_2$  del que queda del fruit sec, juntament amb el seu suport de suro.

#### Material

Diferents fruits secs: ametlles, cacahuets, etc.  
Llauna de refresc  
Tap de suro  
Agulla de cap llarga o un bocí de filferro  
Termòmetre

Una caloria és l'energia necessària per elevar 1 °C la temperatura d'1 g l'aigua.  
1 cal = 4,18 J.



## Estudi d'altres substàncies



## La mesura del pH

No totes les solucions àcides tenen el mateix grau d'acidesa, ni tampoc les solucions alcalines presenten el mateix grau d'alcalinitat. Per mesurar el grau d'acidesa d'una solució fem servir una escala numèrica que va del 0 al 14, i que anomenem escala de pH.

Si la solució té un pH inferior a 7, és àcida.

Si la solució té un pH igual a 7, és neutra.

Si la solució té un pH superior a 7, és alcalina.

### Mesura del pH amb indicadors

El color que mostra un indicador depèn del pH de la solució. L'indicador universal està compost d'una mescla d'indicadors, de manera que pot variar gradualment de color segons les variacions del pH.

#### Material i reactius

Tubs d'assaig  
Gradetes  
Embuts  
Paper de filtre  
Mostres de sol  
Dents o carbonat de calci en bocinets  
Indicadors de pH  
Àcid clorhídric diluït

1- Acoloriu la primera columna de l'escala de pH de la vora, des del roig fins al blau, segons els colors de l'escala del paper indicador universal.

Hi ha indicadors líquids, que s'utilitzen afegint unes gotes a la dissolució que volem mesurar. Les tires de papers indicadors tenen impregnat el indicador i s'han de mullar amb la dissolució tocant-les amb una vareta de vidre

prèviament submergida.

2- La majoria dels indicadors no són universals si no que canvien d'un color a un altre en un interval donat de pH. Si disposeu d'altres indicadors, mireu la seva etiqueta i afegiu-los a la taula.

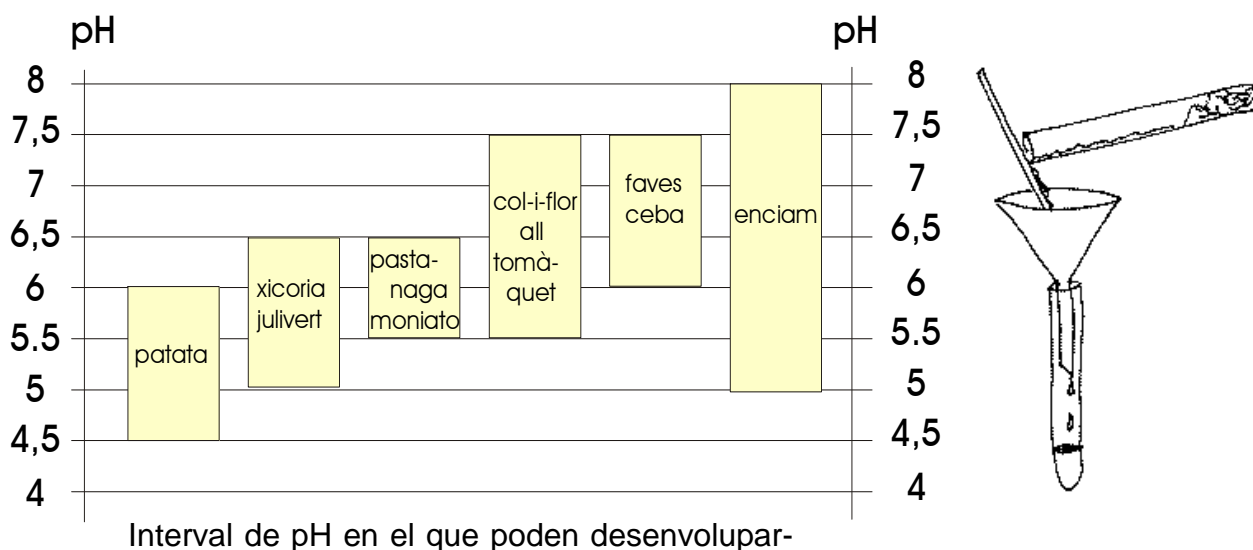
#### Escala de pH

roig pujat (àcid fort)	1	suc gàstric
	2	suc de llimona
	3	vinagre
roig suau	4	sifó
ataronjat	5	café
groc	6	aigua de pluja
verd groguenc (neutre)	7	sang, saliva
verd	8	aigua de mar
verd fosc	9	bicarbonat en aigua
blau	10	
blau fosc	11	
	12	lleixiu
	13	amoníac
blau fosc (àlcali fort)	14	hidròxid de sodi en aigua

Indicador	Color en medi àcid	pH de canvi	Canvi de color	Color en medi bàsic
Fenolftaleïna	incolòr	8-9'5	rosat	rosa fort
Roig neutre	roig	6'8-8'0	ataronjat	groc
Blau de bromotimol	groc	6'0-7'6	verd	blau
Blau de bromofenol	groc	3'0-4'6	verd	blau
Taronja de metil	goig	3-4'5	ataronjat	groc

## Mesura del pH del sòl (i de fruites i hortalisses)

El pH del sòl afecta les plantes que hi creixen. L'agricultor ha de conèixer el pH del sòl per saber quina planta pot desenvolupar-se millor.



1.- Per mesurar el pH d'un sòl podeu seguir aquests passos.

Agafeu una mostra de sol i col·loqueu una culleradeta en un tub d'assaig. Afegiu-li 5 mL d'aigua i agiteu el tub (podeu tancar el forat amb un dit).

Filtreu i, si disposeu d'un indicador líquid, tireu unes gotes en el filtrat. Si el que teniu són tires de paper indicador, mulleu-les en el filtrat.



Quin pH us ha sortit?. Què podríeu cultivar en aquest sòl?.

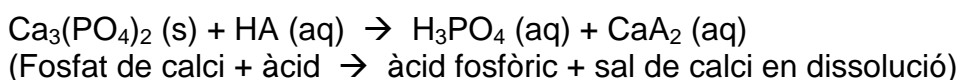
2.- Escriviu el procediment que seguiríeu per a trobar el pH de les fruites i hortalisses.



## La càries dental i el pH

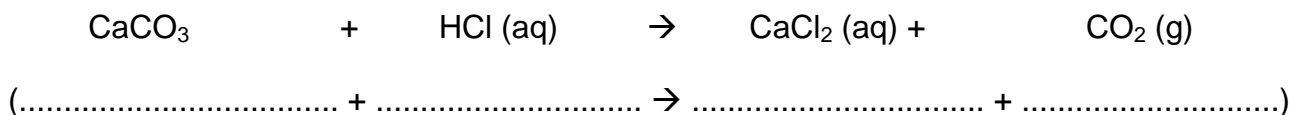
Dins de la nostra boca viuen molts bacteris que es nodreixen amb les restes de menjar que queden entre les dents. Aquests bacteris formen sobre les dents una capa enganxosa anomenada placa dental. Si les restes de menjar són ensucrades, els bacteris les converteixen en àcid. Aquest àcid ataca les dents i produeix la càries.

L'esmalt dental, que és la part més dura del nostre cos, està format per fosfat de calci. Aquesta substància és insoluble en aigua, però soluble en àcids. Quan a l'interior de la boca s'assoleix un pH de 5,5, l'esmalt comença a dissoldre's i comencen els problemes. Si la dent s'exposa a l'acció de l'àcid durant un temps curt, el dany és lleuger i es pot autorreparar. En canvi, si l'àcid hi actua durant un període de temps llarg, es produeixen forats a les dents i la reparació necessita tractament mèdic.



1.- Si heu trobat per casa una dent de les que us van caure quan éreu petits, fiquem-la en un tub d'assaig amb un dit d'aigua (~ 2 mL) i aneu afegint-hi dissolució d'àcid clorhídric diluït de gota en gota. Amb paper indicador universal mireu com evoluciona el pH.

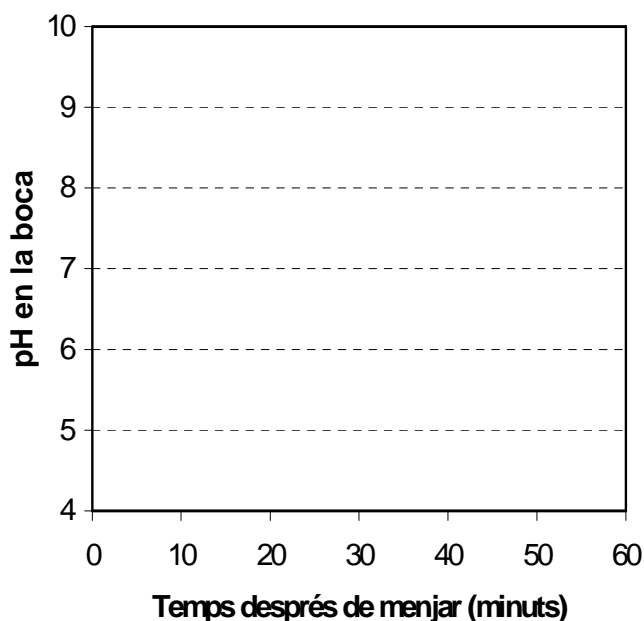
Després de tirar-li cada gota comproveu si es produeix reacció. Ho notareu per l'aparició de bombolles que surten de la dent, ja que quan l'àcid hagi atacat el fosfat es trobarà amb el carbonat de calci que hi ha a sota i reaccionarà amb ell desprenent diòxid de carboni.



2.- Responen també a les següents qüestions (utilitzeu un full a part):

- Per què es recomana no menjar aliments amb sucre?
- Per què el raspall de dents evita la càries?
- Quin pH suposeu que té la pasta dental?
- El pH de la saliva és lleugerament superior a 7. Els fabricants de xiclets diuen que el seu consum evita la càries perquè mastegant es produeix saliva. És possible?

Dibuixeu en la gràfica de la vora com evolucionarà el pH dins de la boca a partir del moment en el que mengem un aliment ensucrat (un pastís).





## Anàlisi de l'orina

Els ronyons eliminen les substàncies tòxiques que hi ha en la sang provinents de l'activitat cel·lular, així com els excedents d'altres substàncies que es trobin en excés. Així doncs l'activitat renal permet mantenir estable la composició química de la sang.

Comenceu per esbrinar quines substàncies s'espera trobar en l'orina d'una persona sana. Us trobareu alguna de les substàncies que heu analitzat en els aliments?.

### 1.- Detecció de sal en l'orina

#### a) Prova patró

Posa en un tub d'assaig 1 ml. de solució de NaCl. i afegeix-hi 1 o 2 gotes de dissolució de nitrat de plata,  $\text{AgNO}_3$ . Quin és el resultat?

#### b) Prova d'orina

Posa 2ml. d'orina en un tub d'assaig i afegeix-hi 1 o 2 gotes de dissolució de nitrat de plata  $\text{AgNO}_3$ .  
Escriu les conclusions a què arribes

#### Material i reactius

Gradeta  
Tubs d'assaig  
Bany Maria  
Solució de clorur de sodi  
Solució de nitrat de plata  
Solució de Lugol  
Reactiu Fehling A i B  
Reactiu Biuret  
Glucosa  
Midó  
Un ou fresc  
pH-metre o indicador de pH

### 2.- Detecció de glucosa en l'orina

L'únic hidrat de carboni assimilable pels humans és la glucosa. Així doncs els disacàrids com la sacarosa, lactosa, o maltosa, i els polisacàrids d'origen animal com el glucogen, o d'origen vegetal com el midó, tots ells es van descomposant en molècules de glucosa, principal font d'obtenció d'energia de l'organisme

#### a) Prova patró (igual que en el cas del protocol dels aliments)

Posa en un tub d'assaig 2 mL de dissolució de glucosa i afegeix-hi 5 gotes del reactiu Fehling A i 5 gotes del reactiu Fehling B. Escalfa-ho a bany Maria fins que canviï de color. Quin és el resultat? Quin és el canvi de color que has obtingut?.

#### b) Prova d'orina

Posa 2 mL d'orina en un tub d'assaig i afegeix-hi 5 gotes del reactiu Fehling A i 5 gotes del reactiu Fehling B. Escalfa-ho fins que canviï de color. Explica les conclusions a què arribes

### 3.- Detecció de proteïnes en l'orina. Prova de Biuret.

#### a) Prova patró (igual que en el cas del protocol dels aliments)

Posa en un tub d'assaig 1 mL de solució d'albúmina ( 1 clara d'ou en 100 mL d'aigua destil·lada).

Afegeix-hi 10 gotes del reactiu de Biuret. Quin és el resultat?

b) Prova d'orina

Posa 2 mL d'orina en un tub d'assaig i afegeix-hi 10 gotes del reactiu de Biuret. Explica les conclusions a què arribes

#### **4.- Detecció urea en l'orina.**

Es col·loquen 3 gotes d'orina en un portaobjectes i es fan evaporar amb un fogonet.. Després s'hi afegeixen 3 gotes d'àcid nítric ( $\text{HNO}_3$ ). Al microscopi s'observen els cristalls que corresponen a Nitrat d'urea.

#### **5.- Determinació del pH de l'orina**

Anota el valor del pH de l'orina utilitzant un pH-metre o un indicador de pH.

pH=.....

El pH és un valor que oscil·la entre 0 i 14.

Els valors de pH compresos entre 0-7 indiquen acidesa.

Els valors de pH compresos entre 7-14 indiquen alcalinitat.

## Enzims

El fill conductor d'aquesta proposta passa per posar de manifest la presència de l'enzim catalasa en teixits animals i vegetals, comprovar l'acció de la temperatura sobre l'activitat dels enzims i l'acció hidrolítica de l'amilasa.

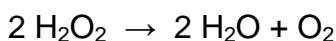
### Catalasa

La catalasa és un enzim que es troba en les cèl·lules dels teixits animals i vegetals. La funció d'aquest enzim en els teixits és necessària perquè durant el metabolisme cel·lular, es forma una molècula tòxica, el peròxid d'hidrogen,  $H_2O_2$  (aigua oxigenada), que s'ha d'eliminar.

#### Material

Tubs d'assaig  
Gradetes  
Cremador  
Pipetes  
Aigua oxigenada  
Solució de Lugol  
Solucions de Fehling  
Bany Maria  
Aigua oxigenada  
Trossets de fetge  
Trossets de tomàquet  
Midó

La reacció d'aquest enzim, la catalasa, sobre el  $H_2O_2$  és tal que la descompon en aigua i oxigen, de manera que se soluciona el problema.



L'existència de catalasa en els teixits animals, s'aprofita per utilitzar l'aigua oxigenada com a desinfectant quan es troba sobre una ferida. Com moltes dels bacteris patògens són anaerobis (no poden viure amb oxigen), moren amb el despreniment d'oxigen que es produeix quan la catalasa dels teixits actua sobre l'aigua oxigenada. Amb aquesta experiència mostrareu la seva existència.

#### Procediment

Col·loqueu en un tub d'assaig uns trossets de fetge i afegiu-hi 5 ml d'aigua oxigenada. S'observarà un intens bombolleig a causa del despreniment d'oxigen.

S'ha de repetir aquesta experiència amb mostres de diferents teixits animals i vegetals. Pot ser interessant anar observant la major o menor activitat, segons el teixit amb el qual es realitzi l'experiència.

#### Desnaturalització d'un enzim

Mitjançant aquesta experiència, anem a veure una propietat fonamental de proteïnes, que és la desnaturalització.

Ja que la catalasa químicament és una proteïna, podem desnaturalitzar en sotmetre-la a altes temperatures. En perdre l'estructura terciària, perdrà també la funció i com a conseqüència la seva funció catalítica, pel que no podrà descompondre l'aigua oxigenada i no s'observarà cap tipus de reacció quan fem l'experiència anterior amb mostres de teixits bullits.

## Procediment

Col·loqueu en un tub d'assaig diversos trossets de fetge i també afegiu una mica d'aigua per bullir la mostra. Bulliu-la durant uns minuts.

Després d'aquest temps, retireu l'aigua sobrant i afegiu-hi l'aigua oxigenada.

Observareu que el resultat no mostra bombolleig.

## Amilasa

Mitjançant aquesta experiència, anem a veure l'activitat d'una altra enzim, la amilasa o ptialina, present a la saliva.

Aquest enzim actua sobre el polisacàrid midó, hidrolitzant l'enllaç O-glicosídic, de manera que el midó acabarà per transformar-se en unitats de glucosa. Aquest és el fonament de la digestió del midó a la boca, de manera que si es manté una estoneta un bocí de pa a la boca, al cap d'un temps aquest es torna dolç.

## Procediment

Poseu en una gradeta quatre tubs d'assaig, numerats de l'1 al 4.

Afegiu a cada tub 5 ml d'una solució diluïda de midó.

Als tubs 3 i 4 afegiu una petita quantitat de saliva.

Per ajudar a que es formi més saliva, podeu pensar en una llimona o en alguna cosa que us vingui de gust menjar, i així afavorireu la secreció de més saliva. A continuació:

En el tub 1, feu la reacció de Fehling.

En el tub 2, realitza la reacció de Lugol.

Els resultats són els esperats per a un polisacàrid com el midó.

Els tubs 3 i 4, que contenen el midó a qui li hem tirat la saliva, poseu-los en un got de precipitats al bany Maria, controlant la temperatura de l'aigua perquè no passar-vos, ja que el que intentem és que l'enzim de la saliva treballi a uns 37 ° C. Deixeu que actuï l'amilasa uns 15 minuts. A continuació realitzeu les següents reaccions:

En el tub número 3, realitzeu la reacció de Fehling.

En el tub número 4, realitzeu la prova del Lugol.

El resultat positiu obtingut en el tub d'assaig 3 ens diu que ja no hi ha midó, perquè la amilasa de la saliva ha hidrolitzat el midó transformant-lo en glucosa; per això la reacció de Fehling és ara positiva.

D'una manera similar, podem interpretar el resultat del tub d'assaig 4. Ara ens dona la reacció de polisacàrids negativa, ja que el midó (polisacàrid) s'ha hidrolitzat.

## Gasos implicats en la respiració

La majoria dels éssers vius necessitem l'aire per respirar, és a dir, per intercanviar gasos amb l'exterior. Heu vits que en determinades circumstàncies (en absència d'oxigen) els llevats són capaços de viure de manera anaeròbica, però no és lo normal.

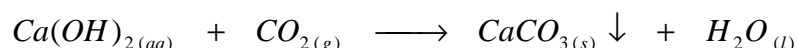
En el cas dels humans ( i la resta d'animals i plantes), quan respirem agafem aire de l'atmosfera i després el traiem, però quan traiem l'aire dels pulmons és el mateix aire, o ha canviat alguna cosa?.

És a dir, nos podem preguntar si necessitem tots els components de l'aire per respirar o només alguna part?. També si el nostre organisme produeix algun tipus de gas que no hi és abans d'inspirar.

I en el cas de les plantes, també és el mateix?. Intercanvien els mateixos gasos amb l'atmosfera?.

### Enterboliment de l'aigua de calç

Fiqueu una dissolució saturada d'aigua de calç ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (aq)) en un pot de vidre fins una alçada de 2 cm i bufeu dintre amb una canyeta de refresc durant una estoneta. Es produirà un enterboliment de la dissolució, degut a la reacció:



Ara bé, el diòxid de carboni ( $\text{CO}_2$ ) que hem bufat, ja formava part de l'aire o és un gas que es produeix en el procés de la respiració?. Per comprovar-lo podeu fer la següent experiència:

Aboqueu uns 100 mL d'aigua amb calç dins un kitasatos i tapeu el kitasatos amb un tap travessat per un tub tal com mostra el muntatge de la figura.

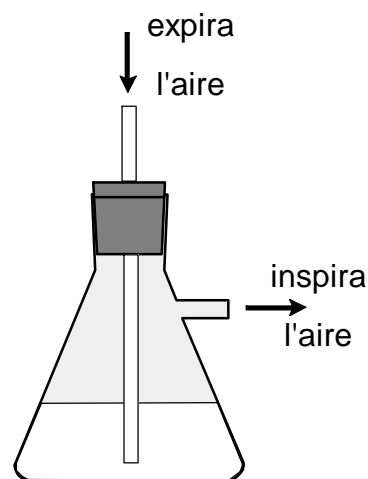
Primer inspirareu aire xuclant la sortida lateral del kitasatos. L'aire entra pel tub superior, passa per dins la dissolució saturada de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , i surt pel tub lateral cap a la persona que inspira. No s'observarà cap canvi.

Després heu d'expirar pel tub superior. L'aire expirat entrarà dins la dissolució, farà bombolles i sortirà pel tub lateral. S'observarà que ara si es

#### Materials i reactius

Pots de vidre  
Canyeta de refresc  
Kitasatos amb tub de vidre i tap foradat de goma o suro  
Aigua de calç

**Preparació de l'aigua de calç:** una botella es plena amb aigua, s'afegeix hidròxid de calci (és molt poc soluble en aigua) i es tapa. S'agita perquè es dissolgui el màxim possible, es filtra la dissolució i es guarda en una altra ampolla tancada (no s'aconsella guardar-la molts dies).

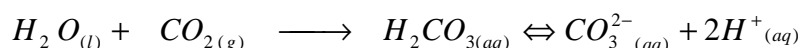


Dibuix i idea agafada de la ponència *Els invisibles gasos* de Antoni Salvà i Pilar Aguiló de l'IES Felanitx de les Illes Balears.  
<http://www.iesfelanitx.org/departaments/fisica-quimica/documents/Demostracions%20fira.doc>

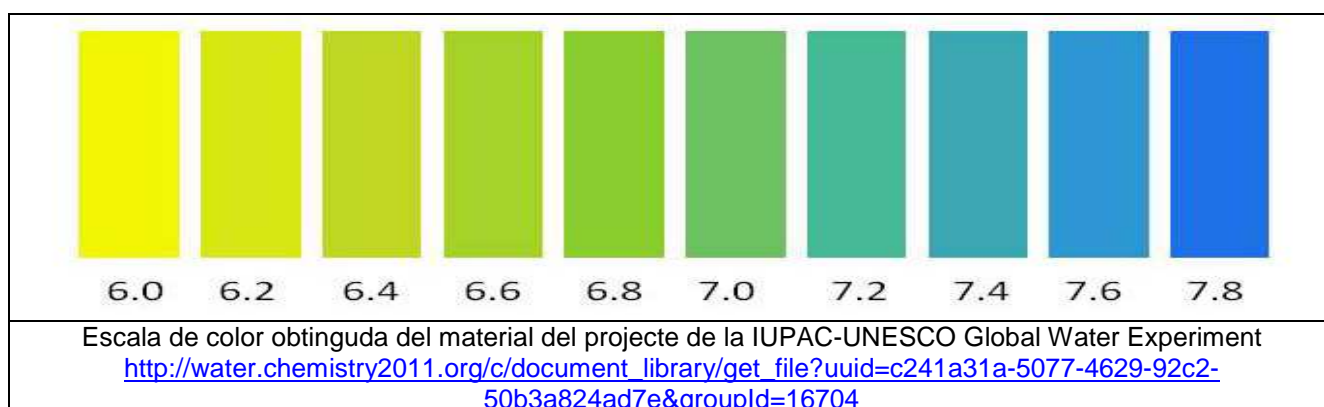
produirà un enterboliment de la dissolució com en el cas d'abans, el que mostra que el diòxid de carboni és produït per la respiració i que l'aire no el conté en quantitats apreciables.

### Disminució del pH de l'aigua en passar aire respirat

Una experiència similar la podeu fer utilitzant un altre reactiu: un indicador de pH. Si feu passar diòxid de carboni per aigua es dissoldrà parcialment donant lloc a l'àcid carbònic que disminuirà el pH de l'aigua:



L'aigua de l'aixeta i l'aigua desionitzada tenen un pH al voltant de 7 i l'àcid carbònic és un àcid feble que disminuirà poc el pH de l'aigua. Per això s'ha d'utilitzar un indicador líquid que canviï de color (viri) al voltant de 7 i que sigui prou sensible als canvis de pH. Un indicador ideal que compleix els requisits és el blau de bromotimol, que vira de 6,0 a 7,8 en una escala de colors que va del groc al blau, com se mostra en la figura:



Tant si ho feu amb un pot de vidre i una canyeta de refresc, com si ho feu amb el muntatge del kitasato, observareu com l'aigua a la que heu afegit 3 o 4 gotes de la dissolució d'indicador de blau de bromotimol, va canviant paulatinament de blau a groc segons aneu bufant i el diòxid de carboni de la respiració es va dissolent en l'aigua, acidulant-la.

### El vapor d'aigua

L'aire conté quantitats variables de vapor d'aigua, el que s'anomena humitat atmosfèrica, que es condensa en els objectes que es troben a una temperatura per sota del punt de rosada. Si els objectes estan a la mateixa temperatura de l'aire, el vapor no condensa, però si afegim més vapor d'aigua a l'aire, per exemple amb la respiració, augmentant la seva humitat, aquest pot arribar a condensar en els mateixos objectes.

Per comprovar-lo fareu el següent: recolliu aire amb una xeringa i llanceu-lo sobre un vidre o una superfície metàl·lica polida. Veureu que no passa res.

Ara, tireu l'alè sobre la mateixa superfície d'abans. Comprovareu que queda entelada amb aigua condensada.



## Reconeixement de sals minerals a la llet

En aquesta experiència trobareu que en la composició de la matèria viva entren a formar part les sals minerals i coneixereu el procés de la coagulació de la llet, com a tècnica per poder obtenir el sèrum de la llet (fracció líquida), en el qual queden fonamentalment les sals que pretenem identificar.

### PREPARACIÓ DE LA MOSTRA.

Per determinar la presència de sals en la matèria viva és interessant utilitzar el sèrum de llet. Per aconseguir-ho, podem fer aquesta senzilla recepta:

Col·loqueu en un got de precipitats uns 250 mL de llet. Afegiu-hi unes gotes d'àcid acètic i espereu uns minuts.

En produir-se el "quallat", filtreu amb paper de filtre, per obtenir el sèrum, recollint el filtrat en un matràs o vas de precipitats.

#### Materials i reactius

Got de precipitats  
Matràs o proveta  
Embutis i paper de filtre  
Gradetes i tubs d'assaig  
Pincetes per escalfar tubs  
Bec Bunsen  
Llet  
Àcid acètic  
Àcid nítric  
Solució molibdat d'amoni a l'1%  
Solució de nitrat de plata al 1%.  
Solució de oxalat d'amoni a l'1%.

### REALITZACIÓ DE LES REACCIONS.

Prepareu una gradeta amb tres tubs d'assaig, numerats de l'1 al 3, i poseu uns 3 mL de sèrum de llet a cada tub d'assaig.

- Al tub d'assaig número 1, afegiu 1 mL de solució de nitrat de plata.
- Al tub d'assaig número 2, afegiu 2 mL de solució de molibdat d'amoni a l'1%, tractat amb àcid nítric concentrat en quantitat suficient perquè l'àcid molíbdic que es forma es torni a dissoldre. Escalfar el tub al bany maria.
- Al tub d'assaig número 3, afegiu unes 10 gotes de solució d'oxalat d'amoni a l'1%.

### Comentaris als assaigs

La reacció en el tub d'assaig número 1 serveix per identificar els clorurs, ja que els clorurs en presència d'una solució de nitrat de plata formen clorur de plata, que dona lloc a un precipitat blanc d'aspecte lletós.

La reacció en el tub d'assaig número 2 permetrà identificar la presència de fosfats, ja que els fosfats en presència de molibdat d'amoni formen un precipitat groc de fosfomolibdat d'amoni.

La reacció en el tub d'assaig número 3 serveix per identificar el calci. Això és degut a que els ions calci, en reaccionar amb l'oxalat d'amoni, formen un precipitat blanc cristal·lí d'oxalat d'amoni.



## Obtenció de derivats



## Aïllament de caseïna i lactosa

### Aïllament de la caseïna

Introduïu 200 mL de llet descremada en un got ample de 600 mL. No s'ha de deixar la llet en repòs durant molt de temps abans d'utilitzar-la, ja que la lactosa pot convertir-se lentament en àcid làctic, encara que es guardi a la nevera.

Escalfeu la llet fins aproximadament els 40 °C i afegiu-hi gota a gota una dissolució d'àcid acètic diluït (1 volum d'àcid acètic glacial en 10 volums d'aigua), amb un comptagotes.

Agiteu contínuament la mescla amb una vareta de vidre durant tot el procés d'addició. Continueu afegint àcid acètic diluït fins que no precipiti més caseïna. S'ha d'evitar un excés d'àcid perquè pot hidrolitzar part de la lactosa. Agiteu la caseïna fins que es forma una gran massa.

Separau la caseïna amb ajuda d'una vareta o espàtula i col·loqueu-la a un altre got.

Afegiu immediatament al primer got (que conté el líquid del qual s'ha separat la caseïna) 5 g de carbonat de calci en pols. Agiteu aquesta barreja (que conté lactosa) durant uns minuts i guardeu-la per utilitzar-la després a la següent pràctica (Aïllament de la lactosa). S'ha d'utilitzar aquesta mescla el més aviat possible i durant el mateix període de treball.

Filtreu al buit (amb el kitasatos i la trompa de buit) la massa de caseïna durant aproximadament 15 minuts per separar tot el líquid que sigui possible, pressionant la caseïna amb una espàtula durant l'operació de filtrat.

Poseu el producte entre diverses tovalloles de paper per ajudar a assecar la caseïna. Canvieu les tovalloles de paper com a mínim en tres o quatre ocasions, posant de noves, fins que la caseïna estigui el més seca possible.

Deixeu que la caseïna s'assequi completament a l'aire durant un o dos dies i finalment peseu-la.

### Càlculs

Si la densitat de la llet és de 1,03 g/mL, calculeu el percentatge de caseïna aïllada.

#### Materials i reactius

Gots de precipitats  
Encenedor, reixeta i trípod  
Vareta de vidre o espàtula  
Trompa de buit i kitasatos  
Paper eixugamans de laboratori  
Erlenmeyer  
Llet descremada  
Acètic glacial  
Carbonat de calci en pols  
Etanol 95%  
Etanol aquós 25%  
Carbó actiu

## Aïllament de la lactosa

Escalfeu a ebullició suau durant aproximadament 10 minuts la barreja que es guardava de l'experiment anterior. Això causarà la precipitació gairebé completa de les albúmines (proteïnes del sèrum).

Filtreu la al buit la barreja calenta (amb kitasatos i trompa de buit) per separar les albúmines precipitades i el carbonat de calci que encara quedi.

Concentreu el filtrat (transparent), en un got de precipitats de 600 mL amb un bec Bunsen, fins aproximadament 30 ml. Remeneu contínuament amb una vareta per ajudar a aconseguir una ebullició homogènia i evitar les esquitxades que es produïrien en anar augmentant el precipitat. Si es forma escuma, bufeu suaument sobre la superfície de la dissolució de lactosa, per controlar-la.

Afegiu uns 150 mL d'etanol del 96% (amb cura, que és molt inflamable!) i 1 o 2 g de carbó actiu a la dissolució calenta.

Després d'haver-ho barrejat tot bé, filtreu la solució calenta al buit. El filtrat ha de ser transparent. El filtratge es pot enterbolir a causa de la cristal·lització ràpida de la lactosa, després de la filtració al buit.

Passeu la dissolució a un matràs Erlenmeyer i deixeu-la reposar fins el següent sessió de laboratori. En alguns casos, es requereixen diversos dies perquè la cristal·lització hagi finalitzat. La lactosa cristal·litzada a la paret i en el fons del matràs.

Traieu la lactosa de les parets del matràs amb una vareta de vidre i filtreu al buit.

Renteu el producte amb uns pocs mil·lilitres d'etanol aquós fred al 25%. Deixeu-lo assecat i peseu el producte quan estigui completament sec.

## Càlculs

Calculeu el percentatge de lactosa en la llet, si la densitat de la llet és de 1,03 g/mL. La lactosa cristal·litzada amb una molècula d'aigua,  $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$ .

## Obtenció d'un polímer natural entrecreuat a partir de gelatina

La gelatina alimentària es ven en sobres de 10 g si només contenen gelatina, o en sobres de 85 g (10 g de gelatina) si a més tenen sucres i edulcorants (gelatina de sabors).

Prepareu una dissolució de gelatina dissolent en 500 mL d'aigua un sobre que contingui 10 g de gelatina. Agafeu després uns 100 mL de la dissolució de gelatina i fiquen-los en un vas de plàstic (la forma troncocònica permet desemmotllar-lo amb facilitat).

Afegiu 5 gotes de nitrat de ferro (III) a la solució de gelatina i remeneu fins que no es produeixi cap canvi. Observeu atentament si es nota cap canvi, de textura, de temperatura, etc.

### Material i reactius

Gelatina alimentària  
Solució de nitrat de ferro (III),  
 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ , 0,2 mol/L (80 g/L)

Traieu el polímer del recipient i deixeu-lo damunt d'una tovallola de paper o una bossa de plàstic. Estireu-lo, aplaneu-lo, boteu-lo, etc.

## Un polímer més digestiu

Una possibilitat alternativa consisteix en preparar la dissolució de la gelatina dissolent un sobre en 250 mL d'aigua que, prèviament, s'han escalfat fins a ebullició (100 °C), remenant fins la completa dissolució.

Després afegiu-hi un quart de litre (250 mL) d'aigua freda.

Remeneu bé, de manera que quedi una solució transparent, deixeu-la refredar una mica, repartiu-la en gots de plàstic i fiquen-la a la nevera (5 °C) unes dues hores. Passades les dues hores es treuen els gots de la nevera i es compara el polímer obtingut ara amb el d'abans. Una de les diferències és que aquest és comestible.

Què passa?

La gelatina és una mescla de proteïnes que, amb l'ajut del ió ferro o de la calor, es reticulen (es desnaturalitzen) formant un polímer natural entrecreuat.

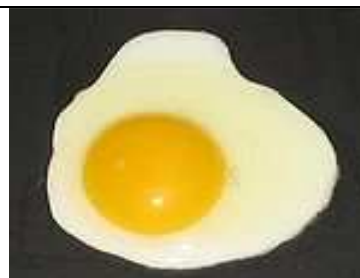


Càpsules fetes de gelatina per Ola Rönnerup.

[http://ca.wikipedia.org/wiki/Fitxer:Kapsel\\_beredning\\_sform.jpg](http://ca.wikipedia.org/wiki/Fitxer:Kapsel_beredning_sform.jpg)



Flam de gelatina de la casa Royal



Desnaturaçió irreversible de la proteïna de la clara d'ou i pèrdua de solubilitat, causades per l'alta temperatura (mentre es fregeix), per David Benbennick. [http://ca.wikipedia.org/wiki/Fitxer:Fried\\_eg\\_sunny\\_side\\_up.jpg](http://ca.wikipedia.org/wiki/Fitxer:Fried_eg_sunny_side_up.jpg)





## Síntesi orgànica: Obtenció d'un ester

Els èsters més comunament trobats en la naturalesa són els greixos, que són èsters de glicerina i àcids grassos (àcid oleic, àcid esteàric, etc.).

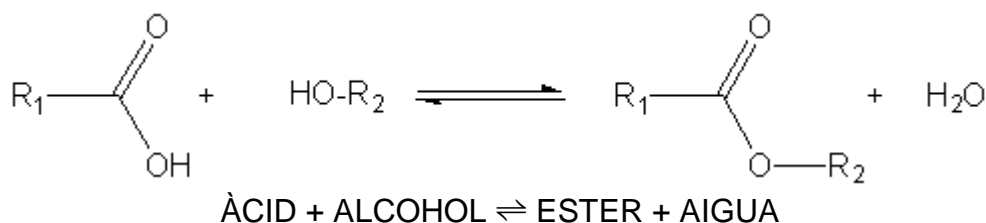
Industrialment es fabriquen gran quantitat d'èsters que són emprats en diversos camps, com a solvents (acetat de metil, d'etil i de butil), com a explosius i en l'obtenció de cel·luloide (èsters nítrics) o com a insecticides (èsters fosfòrics i tiofosfòrics), però sobre tot s'utilitzen àmpliament com sabors i fragàncies artificials, ja que molts èsters tenen una aroma característica. Per exemple:

acetat de 2-etilhexil: olor dolç suau  
butanoat de metil: olor de pinya  
butanoat de pentil: olor a pera o a albercoc  
etanoat d'isopentil: olor a plàtan  
etanoat d'octil: olor a taronja  
octanoat d'heptil: olor a gerds  
pentanoat de pentil: olor a poma  
propionat d'isobutil: olor a rom  
salicilat de metil (oli de menta): olor d'algunes pomades

### Material i reactius

Matràs Erlenmeyer de 100 mL,  
tap monoforadat,  
tub de vidre buit,  
bany d'aigua,  
embut de decantació,  
aparell de destil·lació simple,  
etanol,  
àcid acètic,  
dissolució saturada de carbonat de sodi,  
clorur de calci anhidre  
àcid sulfúric concentrat

Els èsters són substàncies orgàniques obtingudes en els processos d'esterificació entre àcids i alcohols d'acord amb l'equació:



Aquests processos són reversibles i lents pel que han d'emprar-se catalitzadors per a accelerar el procés. En aquesta pràctica obtindreu l'acetat d'etil per reacció entre l'àcid acètic i l'etanol.

### Procediment

Prengueu un Erlenmeyer de 100 mL i col·loqueu-hi 20 mL d'etanol, 4 mL d'àcid acètic glacial i 20 gotes d'àcid sulfúric concentrat. Tanqueu el matràs amb un tap monoforadat travessat per un tub de vidre de uns quaranta centímetres (refrigerant d'aire). Col·loqueu el matràs en un bany d'aigua i escalfeu-lo suaument durant 20 minuts.

Destil·leu a continuació amb un aparell apropiat per a la destil·lació simple el producte resultant de la reacció (en un destil·lador com el del vi).

Una vegada ha destil·lat tot el producte volàtil, afegiu al destil·lat 10 mL de dissolució saturada de carbonat de sodi i prosseguiu l'addició si encara s'observés reacció. Separeu

les capes aquosa i orgànica amb un embut de decantació apropiat. Assequeu la capa orgànica amb clorur de calci anhidre i destil·leu de nou a fi d'obtenir l'èster en el màxim estada de puresa.

### Qüestions

1. - Quina reacció ocorre entre l'etanol i l'àcid acètic?. Quin ester s'obté?.
2. - Quina és la missió de l'àcid sulfúric?
3. - Quin producte queda en el matràs després de la primera destil·lació?
4. - Quina és la missió del carbonat de sodi?
5. - Quina reacció ocorre entre el carbonat de sodi i el producte del destil·lat que reacciona amb ell?
6. - Quina és la missió del clorur de calci?
7. - A què olora l'èster obtingut?
8. - Per a què s'usa aquest èster?

## Obtenció de l'alcohol etílic per destil·lació del vi

<http://ca.wikipedia.org/wiki/Destil·laci%C3%B3>

Destil·lació és un mètode de separació de substàncies químiques basat en les diferents volatilitats que presenten cadascuna. Aquest procés s'utilitza sobretot per tal de separar o purificar els components d'una mescla líquida. És el mètode que s'utilitza per obtenir els diferents licors destil·lats, com el brandi, el whisky o la ginebra.

La destil·lació simple s'inicia escalfant la mescla de substàncies, al entrar en ebullició la substància més volàtil s'evapora, es condensa en un condensador i es recull en un altre recipient. Per tal de facilitar el procés es pot usar una bomba de buit per a reduir la temperatura d'ebullició dels components de la mescla inicial i facilitar-ne la separació. Durant la separació en la fase vapor, si la diferència de volatilitat entre compostos de la mescla és petita, no es produirà una bona separació, sinó que el líquid recollit serà més ric en les substàncies volàtils, però contindrà també components menys volàtils. A major diferència de volatilitat entre les substàncies a separar millor funcionarà la destil·lació, com s'explica a continuació.

### Material i reactius

Destil·lador simple (alambí)

Vidre de rellotge

Vi

A una pressió donada, les mescles binàries (formades per dos components) tenen una temperatura d'ebullició que depèn de les proporcions en que es troba cadascun dels components a la mescla. La composició del vapor en el punt d'ebullició de la mescla no serà la mateixa que la del líquid, sinó que estarà enriquida en aquell component de la mescla que és més volàtil. La destil·lació es val d'aquest fenomen per condensar el vapor produït a una determinada temperatura, obtenint així una mescla més enriquida en el component més volàtil.

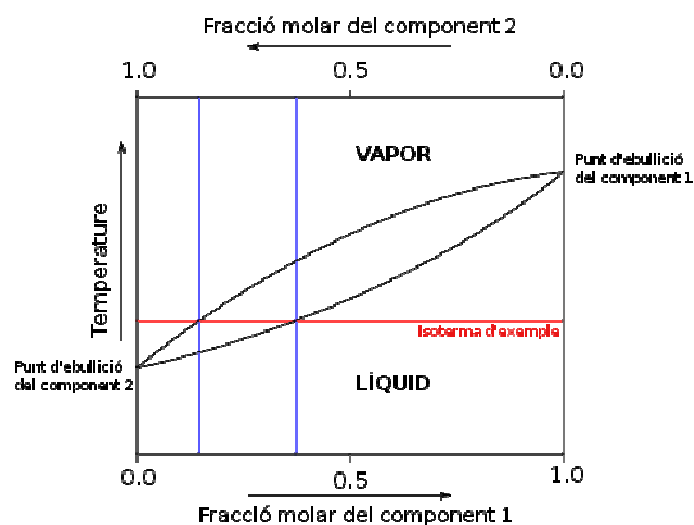


Diagrama de fases d'una mescla de dos components

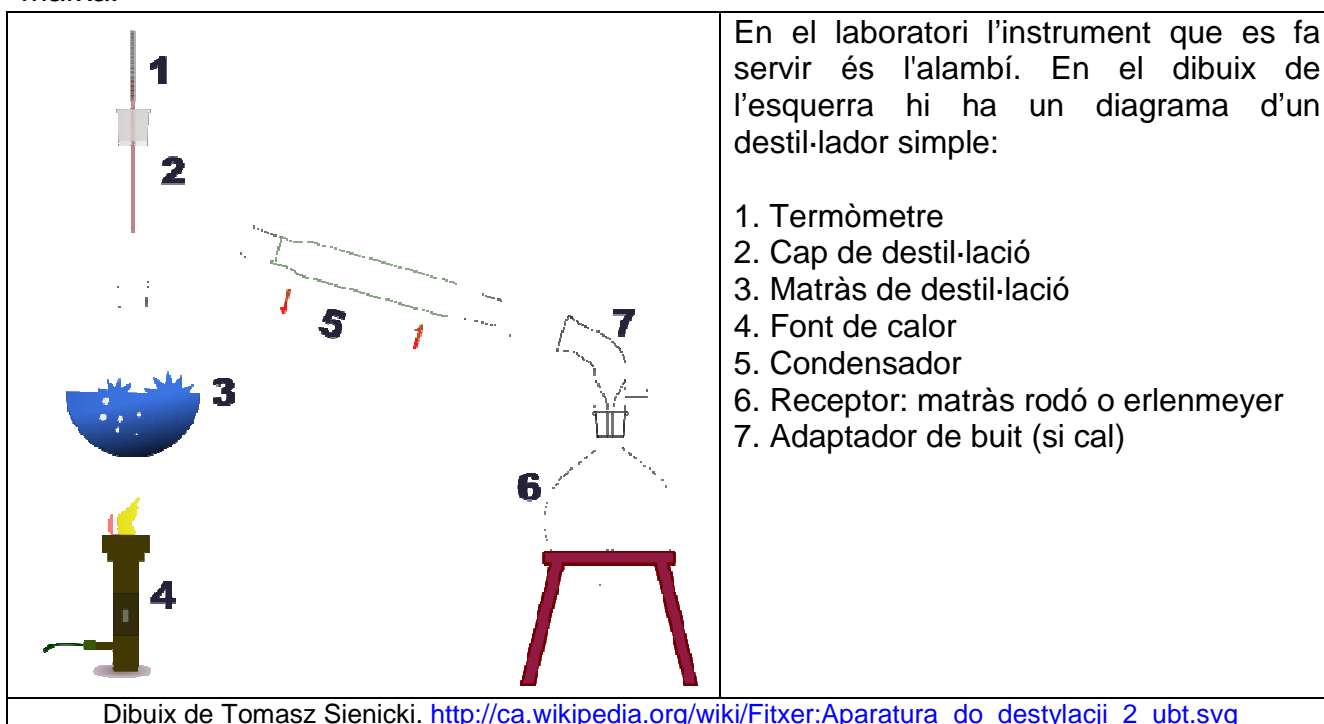
[http://ca.wikipedia.org/wiki/Fitxer:Diagrama\\_de\\_fases\\_binari-punt\\_ebullici%C3%B3.png](http://ca.wikipedia.org/wiki/Fitxer:Diagrama_de_fases_binari-punt_ebullici%C3%B3.png)

En l'exemple que es mostra a la figura del diagrama de fases, a una temperatura concreta (línia vermella) la fracció molar de cadascun dels components de la mescla serà diferent en el líquid, que en el vapor (creuament de les línies blaves amb les corbes de líquid i vapor, respectivament). Si es condensa el vapor obtingut a aquesta temperatura, el resultat és una mescla dels mateixos components, en la que el component 2 (més volàtil) hi és més abundant que en la mescla de partida.

En el cas del vi (mescla de alcohol etílic i aigua) el diagrama de fases és més complicat, ja que la barreja presenta un azeòtrop al 96 % d'alcohol, però l'explicació anterior és una primera aproximació que serveix per entendre com funciona la separació per destil·lació.

## La destil·lació en el laboratori

Munteu el dispositiu de la figura de sota, ficant vi en el matràs de destil·lació i poseu-lo en marxa.



En la destil·lació heu de tenir en compte:

- La solució no ha d'omplir més de la meitat de la capacitat del matràs.
- Abans d'escalfar el matràs amb la solució hem de posar en el líquid uns trossets de porcellana porós, perles de vidre o granets de sorra. La raó és perquè així l'ebullició es produeix amb bombolles petites i sense esquitxades.
- En el refrigerant, l'aigua ha d'entrar per la part inferior i sortir per la superior.

Quan escalfem el matràs amb la mescla, en primer lloc es vaporitza el líquid amb el punt d'ebullició més baix i se separa de l'altre líquid o del solut dissolt. En passar després pel refrigerant, es torna a condensar.

Feu bullir el vi que heu ficat al matràs de destil·lació, escalfant-lo amb el bec Bunsen. Mentre es produeix l'ebullició, el termòmetre servirà per reconèixer les diferents fases del procés, ja que marcarà 78 °C mentre majoritàriament sigui alcohol el que s'evapori. Quan comenci a pujar la temperatura és que ja s'evapora l'aigua.

El vapor de l'alcohol passarà pel refrigerant (on hi circula aigua freda que condensa el vapor) i el matràs Erlenmeyer recollirà l'alcohol líquid.

### Comprovació del resultat

Per comprovar que el producte obtingut és alcohol, olereu-lo, mesureu la seva densitat, fiqueu una mica del destil·lat en un vidre de rellotge i cremeu-lo, etc..

# Processos agroalimentaris al laboratori



## Elaboració d'oli d'oliva.

La fabricació d'oli a partir de les olives és un exemple de procés industrial de gran tradició en els països mediterranis que es pot reproduir en el laboratori d'una manera molt semblant al mètode tradicional per premsat i que il·lustra la aplicació industrial d'algunes operacions de separació química.

### Procediment

S'agafa una mostra d'olives madures, de les que a la tardor acostumen a vendre a les botigues de comestibles i es pesen. Es separa l'os acuradament, i es tritura la polpa en una picadora o en un morter. Es transvasa la pasta a un recipient i s'escalfa a uns 30 ° C (en un bany maria) al mateix temps que s'agita amb una vareta de vidre.

### Material i reactius

Picadora o morter  
Vas de precipitats  
Bany Maria  
Colador metàl·lic de cuina  
Embut de decantació  
Balança  
Olives

Al cap de 20 minuts de batut s'afegeix aigua temperada a 30 °C en una quantitat d'un 20 % respecte del pes d'olives. El batut finalitza quan s'observi un làmina d'oli sobrenedant.



Es transvasa tot el conjunt a un colador metàl·lic de cuina i es filtra durant una bona estona fins que observem que la pasta es seca. Després es fa una separació de l'aigua i l'oli amb un embut de decantació, traient l'aigua per la part inferior i l'oli per la superior.

Industrialment la pasta restant es premsa i s'obté diferents qualitats d'oli. Es pot simular aquesta operació si es disposa o construeix algun tipus de premsa.

El rendiment en oli dependrà de la varietat d'olives i del seu grau de maduració, però a causa de les limitacions del mètode d'obtenció s'estima que aquest serà d'aproximadament entre un 10-15% del pes d'oliva.

### Suggeriments

Oli d'oliva. Fotografia de Alex Ex, [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Italian\\_olive\\_oil\\_2007.jpg?uselang=es](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Italian_olive_oil_2007.jpg?uselang=es)

És convenient afegir sorra rentada quan s'utilitza el morter per triturar les olives. Si es disposa d'una centrífuga es pot utilitzar per separar la pasta sòlida dels líquids. Ja que la pràctica té una durada superior a una sessió d'una hora de classe, s'aconsella acabar amb l'operació de filtrat i continuar en la següent.





## Obtenció d'oli de gira-sol

Es pot reproduir també el procés de fabricació d'oli de llavors mitjançant una extracció sòlid líquid. S'il·lustra així, d'una banda un procés de fabricació proper a l'entorn de l'alumne i per altra un exemple de separació química.

### Procediment

Es pesa aproximadament 25 grams de pipes de gira-sol i es mol en un molinet de cafè. La mòlta ha de ser fina, però no en excés, perquè no es formi una farina que podria impermeabilitzar davant l'atac del dissolvent.

Es prepara una columna de vidre proveïda de clau, s'introdueix una mica de cotó en el fons i després les pipes mòltes. Es pot fer una columna amb un tub de vidre ample al que es fica un tap de goma foradat i travessat per un tub de vidre petit al que s'enganxa un bocí de tub de goma tancat amb una pinça.

#### Material i reactius

Picadora de cafè o similar  
Columna de vidre amb clau  
Vas de precipitats  
Balança  
Pipes de girasol  
Èter de petroli

Es tara un got de precipitats per recollir l'oli extret i s'afegeix per la boca superior un dissolvent que pot ser èter etílic, de petroli, cloroform, metanol, etc. Si no es disposa de campana de gasos el més eficaç i innocu és l'èter de petroli.

S'obre la clau lleugerament i el dissolvent amb una mica del greix dissolta es recull en el got. A la boca superior de la columna es pot acoblar un embut amb un tap de manera que vagi descarregant dissolvent lenta i continuadament. Es repeteix el procés diverses vegades fins que s'aprecii una coloració intensa en l'extracte. Després deixem evaporar el dissolvent, pesem el got i determinem el percentatge d'oli de la mostra.



## Sugeriments

En general la riquesa greix del gira-sol està entre un 20 i 25%. L'oli extret dependrà del nombre de passades que es faci amb el dissolvent. Els primers extractes pobres en greix es poden tornar a passar per la columna, però és convenient que les últimes es facin amb dissolvent net.

És **MOLT PERILLÓS** evaporar dissolvents inflamables. Mai ha accelerar el procés escalfant a la flama d'un encenedor. Si la quantitat de dissolvent i greix obtinguda és gran i no es vol deixar evaporar a l'exterior, es pot recuperar de nou el dissolvent per destil·lació amb un bany maria. Si el dissolvent és èter etílic o acetona, dissolvents molt volàtils, és millor deixar-los evaporar a temperatura ambient a la vitrina.

## Elaboració de sabó

En l'oli d'oliva, el producte que més abunda és la trioleína (un èster triglicèrid format per tres molècules d'àcid oleic i una de glicerina). En fer-ho reaccionar amb l'hidròxid sòdic, s'obtenen com a productes el oleat sòdic (sabó) i la glicerina.

### Micro procediment

Poseu 10 mL d'oli d'oliva en un tub de vidre ample i afegiu-hi 5 mL d'etanol 96<sup>o</sup>, per facilitar l'emulsió de l'oli.

A continuació, afegiu 10 mL d'hidròxid de sodi al 20%.

Es remou amb una vareta, i s'introdueix el tub en un bany maria en ebullició durant 15 minuts, sense deixar de remenar amb la vareta de vidre. Si es produeix molta escuma, és convenient regular o retirar del foc perquè no sobresurti.

#### Material i reactius

Tub de vidre ample o Cubell  
Vareta de vidre o Cullera de fusta  
Balança  
Caixes de llet buides o altres motllos  
Oli d'oliva  
Etanol o detergent de fregar plats a mà  
Hidròxid de sodi

Quan acabi el procés, afegiu 20 mL d'una solució saturada de clorur sòdic. Es tapa la boca del tub, s'agita i es deixa reposar.

El producte sòlid que flota és el sabó, menys dens i insoluble en aigua salada. En la porció líquida resta, a més d'aigua salada, la glicerina.

Prepareu un embut amb un paper de filtre i filtreu. Per eliminar l'excés d'hidròxid sòdic i glicerina, renteu el filtrat amb aigua calenta saturada de clorur sòdic.

Acabada la purificació, assequeu el sabó un parell de dies o, si es té pressa, aixafeu-lo entre dues làmines de paper de filtre.

Es pot completar l'experiència afegint al sabó un aromatitzant i també modelant-lo. Per a això, es fica una mica de sabó en una càpsula de porcellana sobre un trípod i s'escalfa. Un cop fos, es retira del foc, i es procedeix a afegir algun colorant, aromatitzant com unes gotes d'essència de llimona, etc., Es barreja bé i es col·loca en un motlle per donar-li la forma que es desitgi. Com a motlle pot servir qualsevol recipient petit, pot ser de plàstic, cartró, ..

Si es vol obtenir sabó líquid, s'ha de substituir l'hidròxid de sodi per hidròxid de potassi.

### Macro procediment

Poseu 1 L d'oli d'oliva en un cubell gran i afegiu-hi uns 60 g de detergent de fregar els plats a mà, per facilitar l'emulsió de l'oli.

Prepareu en un altre cubell una dissolució de 250 g de sosa càustica (hidròxid de sodi) 100 g de sal comuna (clorur de sodi) dissolts en 1 L d'aigua, tirant l'aigua sobre la sosa a poc a poc i removent amb la cullera de fusta

A continuació, afegiu la dissolució de sosa i sal al cubell amb l'oli d'oliva i removeu bé amb la cullera de fusta, sempre cap el mateix cantó fins que es formi una pasta espessa.

Si voleu afegir colorants o essències aromàtiques s'ha de fer quan es comença a remenar, abans de que espesseixi el sabó.

Tant al preparar la dissolució de sosa, com al tirar-la a l'oli s'ha de parar molt de compte ja que el procés de dissolució és molt exotèrmic i la sosa és molt càustica, i més en calent. Porteu guants i ulleres de seguretat.

Quan acabi el procés, el producte sòlid és el sabó que es fica en motllos fets amb la meitat d'una caixa de llet partida longitudinalment, i es deixa assecar uns dies.



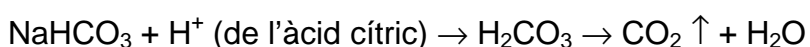
Sabó fet a mà. Fotografia de Malene Thyssen,  
[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hand\\_made\\_soap.jpg?uselang=ca](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hand_made_soap.jpg?uselang=ca)

## Elaboració d'una bomba de bany

Banyar-se consumeix molta aigua i, habitualment, és preferible dutxar-se. Però una vegada a l'any, si ho feu per l'aniversari, podeu fer un bany més plaent si afegiu a l'aigua una bomba de bany, que aportarà olis i aromatitzarà l'ambient.

La bomba de bany conté bicarbonat de sodi que en medi aquós àcid es descomposa produint diòxid de carboni gasós, de manera que, en tirar-la a l'aigua, es desfà amb un bombolleig molt agradable.

La reacció química és la següent:



### Ingredients

(per una bomba)

3 cullerades de bicarbonat de sodi

1 cullerada d'àcid cítric

1 cullerada d'oli d'ametlles (o de gira-sol, o d'oliva)

Herbes aromàtiques de temporada

### Procediment d'elaboració

Les herbes han d'estar ben seques. Per això es sequen en estufa (o en forn de casa) a uns 120 °C durant una hora, aproximadament.

Es barreja tot be i s'emmotlla amb la forma que es desitgi. S'embolica en paper de cel·lofana i es guarda.

En el moment d'usar-la, es fica en l'aigua de la banyera. La bomba de bany es desfà, desprenent bombolles i bona olor.



## Elaboració de pa

El pa s'obté gràcies al fet que el llevat *Saccharomyces cerevisiae* produeix una fermentació en la farina de blat.

### Procediment

Aquesta experiència té 4 fases: barreja, pastat, fermentació o repòs, i cocció.

**Mescla.** S'aboca en un recipient de plàstic (cubeta de cuina) un 1 kg de farina de força (farina de blat de forn) donant-li forma de muntanya. A la part superior es realitza una cavitat, semblant a un cràter en un volcà, on s'afegeix 15 g - 20g de llevat, 4 g de sal i 4 g de sucre (Aquest últim ingredient és opcional).

### Material i reactius

Cubell  
Balança  
Fogonet  
Cassola per escalfar aigua  
Farina de blat de forn  
Llevat de fleca  
Sal de cuina  
Sucre

S'escalfa 1 L d'aigua fins a 30 - 40 ° C. Amb l'aigua calenta s'omple la cavitat començant a remoure fins a formar una pasta humida amb el llevat, la sal i el sucre. Aquesta pasta s'adhereix a les mans. Es continua remenant circularment i incorporant la farina a la massa. Es va afegint aigua en petites quantitats i no es para de remoure fins que s'aconsegueix una massa única que ja no s'adhereix a les mans.

**Pastat.** És la fase més important, ja que requereix moviments enèrgics amb les mans fins aconseguir que la massa quedi tova i esponjosa. Aquest procés dura 15 minuts i variarà depenent de la intensitat del pastat. S'ha de posar farina empolvorada per sobre de la taula. Si cal afegir més aigua, simplement ens mullarem les mans. En finalitzar el pastat el gluten del blat és molt elàstic.



Llevat. Fotografia de Hellahulla,  
[http://ca.wikipedia.org/wiki/Fitxer:Compressed\\_fresh\\_yeast\\_-\\_1.jpg](http://ca.wikipedia.org/wiki/Fitxer:Compressed_fresh_yeast_-_1.jpg)



Pa. Fotografia de David.Monniaux,  
[http://ca.wikipedia.org/wiki/Fitxer:French\\_bread\\_DSC\\_09293.jpg](http://ca.wikipedia.org/wiki/Fitxer:French_bread_DSC_09293.jpg)

**Fermentació** o repòs. Es dóna la forma desitjada a la massa i es diposita en un recipient. Es tapa amb un drap de cuina i es deixa fermentar durant 2-3 hores. En finalitzar aquest

període s'ha produït alcohol i substàncies aromàtiques que es poden olorar. Durant la cocció, l'alcohol i altres substàncies s'evaporen.

**Cocció.** En un forn casolà a 150 ° C i entre 20 i 45 minuts s'obté pa.

Sugeriments.

És imprescindible iniciar la manipulació amb les mans i la taula de treball ben netes. No s'ha de rentar les mans ni la taula de treball amb aigua fins a haver retirat la totalitat de les restes de farina.

Durant la fase de pastat la massa no ha de enganxar-se a les mans.

En donar la forma al pa cal tenir en compte que la massa augmentarà 3 vegades el seu volum i certes formes desapareixeran.

La cocció es pot fer en el forn del centre educatiu o, si no n'hi ha, a casa de l'alumne assistit per pares o avis en la manipulació del forn.



## Fabricació del iogurt

El iogurt és una fermentació làctica de la llet produïda per dos bacteris (*Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus bulgaricus*). La temperatura òptima perquè les dues bacteris puguin multiplicar-se i així transformar adequadament la llet, oscil·la entre 35 i 40 ° C.

### Procediment

S'escalfa un litre de llet i abans que comenci a bullir es retira del foc. S'espera que es refredi fins a 35 ° C i s'afegeix un iogurt (en barrejar amb la llet els bacteris estaran en una proporció de l'1% aproximadament). Es remena bé i s'aboca el contingut en uns recipients petits (de iogurt o de la mesura de got de vi).

#### Material i reactius

Pots de iogurt reciclats  
Fogonet  
Cassola per escalfar la llet  
Iogurtera  
Llet  
Iogurt fet amb anterioritat o comprat

Posteriorment es mantindran els recipients unes 12 hores a 35 - 40 ° C, per a això es col·locaran en una iogurtera, o en una estufa de laboratori, o en una caixa de parets aïllants juntament amb un recipient d'aigua calenta, o damunt d'un radiador de la calefacció si és hivern, etc ..

Si es desitja es pot afegir colorant, essències o fins trossos de fruita, per aconseguir diferents sabors.



logurt turc. Fotografia de Rainer Zenz, <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Cacik-1.jpg>



## Fabricació de mató

Ja heu pogut fer la separació dels components de la llet en la proposta de l'obtenció de la caseïna i la lactosa. En aquesta activitat se separen conjuntament tots dos ingredients, conjuntament amb la grassa de la llet, per obtenir un dels postres més característics de la cuina catalana, el mató.

### Procediment d'elaboració

Exprimeu la llimona i reserveu-la.

Escalfeu la llet fins que bulli i, quan estigui apunt de vessar, hi tireu el suc de la llimona al mateix temps que aneu remenant a poc a poc. Abaixeu el foc sense parar de remenar. Poc després de mig minut, apagueu el foc.

### Material i reactius

Fogonet  
Cassola per escalfar la llet  
Colador de cuina  
Llet (el més fresca possible i com més grassa tingui millor)  
Llimones (o vinagre)



Mel i mató, fotografia de Tamorlan, [http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Mel\\_i\\_Mato\\_%28Camp\\_Portel%29.jpg](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Mel_i_Mato_%28Camp_Portel%29.jpg)

Remeneu una mica més i coleu el mató amb un colador de cuina.

Si us agrada amb una consistència més i menys forta premeu el mató amb una cullera perquè tregui més o menys l'aigua. Fiqueu-lo en un plat i ho deixeu refredar. Després ho poseu a la nevera.

Quan el tasteu, pareu atenció si es nota o no la llimona. Segons el vostre gust sabreu si la pròxima vegada n'haureu de posar més o menys. El sucre o la mel són molt apropiats per acompanyar-lo.



## Fabricació de formatge fresc per l'acció del quall.

El formatge s'obté per coagulació i escorreguda de la llet. La caseïna de la llet reté els glòbuls grassos i els manté dispersos. El quall és un enzim que coagula la caseïna i permet que els glòbuls de greix s'uneixin i precipitin.

### Procediment

Ompliu un recipient amb 1 L de llet sencera i escalfeu-la fins a 40 °C.

Afegiu 10 mL d'una dissolució de clorur de calci ( $\text{CaCl}_2$ ) de 20 g/L per accelerar el procés de coagulació, ja que desestabilitza les micel·les dels greixos i aquestes precipiten en menor temps. Afegiu també a la llet 12 g de quall en pols, prèviament dissolt en aigua o llet.

### Material i reactius

Fogonet  
Cassola per escalfar la llet  
Gasa per colar  
Llet (el més fresca possible i com més grassa tingui millor)  
Quall en pols  
Clorur de calci ( $\text{CaCl}_2$ )  
Clorur de sodi ( $\text{NaCl}$ )

Per al salat del formatge s'afegirà clorur de sodi ( $\text{NaCl}$ ). Es pot afegir en qualsevol moment. La sal és un potenciador de sabor, inhibidor bacterià i afavoreix el sèrum.

Es manté la temperatura a 40 °C durant 45 minuts. Després d'aquest període el quall ja ha actuat.

Escalfeu després fins a 80-90 °C fins a obtenir dues fraccions: una blanca i sòlida que constitueix el formatge i una altra més o menys groguenca i líquida que s'anomena lactosèrum.

Amb un drap porós, preferiblement una gasa, es recull i filtra el contingut del recipient. Un cop traspassat tot, se subjecta el drap per les quatre puntes i s'efectuen girs amb el drap per tal de premsar el formatge i aconseguir separar la major quantitat possible de lactosèrum.

El pH òptim de treball del quall és 5 i la seva temperatura òptima és de 40 °C.

Cal anotar la quantitat de formatge obtingut i la seva humitat així com el pH de l'lactosèrum.



Formatge fresc. Fotografia de Geoff, [http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Queso\\_fresco.JPG](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Queso_fresco.JPG)

En ser llet sencera, el contingut de greix és de 36 g per cada litre i coneixent la densitat de la llet (aproximadament 1,03 g/mL) es pot esbrinar el percentatge d'aigua i greix en el formatge.

Si es desitja obtenir un formatge amb menys aigua es pot posar a la nevera cobert amb una solució de sal gruixuda o salmorra

## Suggestiments

El més complicat, si no es disposa d'estufa, és mantenir la temperatura a 40 °C constant, però s'ha de procurar ja que a temperatures més elevades de 50 °C es desnaturalitza el quall. Per sota de 40 °C la durada de l'experiència s'allarga.

S'ha de controlar el pH durant el procés. Aproximadament s'obté un 70% de lactosèrum de pH = 5,5 i formatges de 250 g amb un contingut gras del 20%.