

TEMA 8	LOS LÁCTEOS
Ficha 31	8.1 La leche y sus características.
<p>Objetivos:</p> <p>Determinación de la densidad de la leche y su significado</p> <p>Temporización:</p> <p>15 min</p>	<p>INTRODUCCIÓN</p> <p>La leche es el fluido segregado por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos. Debido a que es el único alimento que consumen los mamíferos durante las primeras etapas de su vida, es normal que contenga todos los nutrientes necesarios para sostener la vida: hidratos de carbono, proteínas, lípidos, minerales y vitaminas.</p> <p>Estos nutrientes están distribuidos de una forma muy compleja formando diferentes microestructuras como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • una disolución; el componente mayoritario de la leche es el agua y, en ella, están disueltas las sales minerales, proteínas del suero, vitaminas hidrosolubles y el azúcar de la leche, la lactosa. • una suspensión coloidal; formada por proteínas agrupadas en forma de pequeñas partículas sólidas (micelas de caseína) dispersas en el suero. • y una emulsión; formada por glóbulos de grasa emulsionados en la fase acuosa. <p>La leche posee un sabor ligeramente dulce debido a que contiene lactosa o azúcar de la leche. Su color blanco viene determinado por la dispersión y la absorción de luz por los glóbulos de grasa y por las micelas de las proteínas.</p> <p>Las características físico-químicas de la leche están determinadas por su composición. La medición de estas características, se utilizan en el control de calidad.</p> <p>A continuación, se muestran algunos valores correspondientes a la leche de vaca.</p>

pH (20°C)	6,5 - 6,8.
Densidad a 15 °C	1,028 - 1,036
Punto de congelación	- 0,54 a - 0,59
Agua (g/mL)	87 intervalo (85 - 90)
Grasa (g/mL)	3,7 intervalo (2,5 - 5)
Lactosa (g/mL)	4,8 intervalo (4 - 5,5)

(Fuente: Tratado de nutrición, editorial médica panamericana)

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Medición de la densidad de la leche

Las determinaciones de la densidad de la leche junto a otros análisis químicos permiten detectar posibles fraudes.

En el REGLAMENTO (CE) no 1234/2007 DEL CONSEJO (pág. 108) se especifica que la leche de consumo deberá tener una masa superior o igual a 1 028 gramos por litro en leche de 3,5 % (m/m) de materia grasa a la temperatura de 20 °C

El valor promedio de la densidad de la leche de vaca es de 1,030 g/mL (límites: 1,028-1,036). Si se adiciona agua a la leche el valor disminuye aproximándose a 1,0. En cambio, el valor de la densidad aumenta con el desnatado o con la adición de sustancias como almidón o leche en polvo.

La densidad de la leche se suele expresar en grados Quevenne o lactodensimétricos (°Q). Para convertir las unidades de densidad de g/mL a °Q, se resta 1 al valor de la densidad en g/ mL y el resultado se multiplica por mil. Por ejemplo, una densidad (ρ) de 1'032 g/mL corresponden a 32 °Q.

La densidad debe determinarse en la leche bien homogeneizada y sin espuma incorporada.

Procedimiento

Material y reactivos

- Densímetro calibrado a 20°C (o lactodensímetro)
- Termómetro
- Probeta de 250 ml
- Leche entera, desnatada, nata, etc.

Densímetros

Los densímetros están formados por una varilla de vidrio hueco con una escala graduada en su interior. En la parte inferior presentan un



ensanchamiento con un lastre.

Hay diferentes tipos de densímetros según sus aplicaciones, entre otros destacan los:

Los lactodensímetros utilizados para medir la densidad de la leche. Poseen una escala graduada que comprende valores entre 15 y 40 °Q.

Los sacarómetro, para medir la cantidad de azúcar en una disolución acuosa, graduado en grados Brix.

Los densímetro para medir la cantidad de alcohol en una disolución acuosa, graduado en % Vol de alcohol.

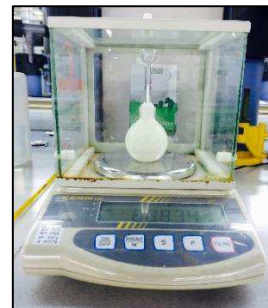
-En primer lugar, atemperar la leche hasta que alcance una temperatura próxima a 20 °C (corregir la temperatura sumando o restando 0,002 a la densidad en g/mL por cada grado centígrado que supere los 20 °C o descienda por debajo de esta temperatura respectivamente).

-Llenar la probeta con la leche problema con cuidado, inclinándola para evitar la formación de espuma. Introducir cuidadosamente el lactodensímetro (colocar un recipiente debajo de la probeta, por si se necesita recoger el sobrenadante) y esperar hasta que se encuentre en reposo. La lectura debe realizarse de forma que los ojos estén a la misma altura que el nivel de la leche.

Los densímetros, son unos instrumentos de vidrio que disponen de un vástago graduado, cuando se introduce en los líquidos sufre un impulso hacia arriba igual al peso del líquido desalojado (principio de Arquímedes), el menisco del nivel de flotación indica en la escala, el valor de densidad.

-Leer en la escala del vástago el nivel de la leche (menisco superior)

Para medidas de densidad más precisas se puede utilizar un picnómetro.



El picnómetro es un matraz con un tapón, que permite enrasar el líquido hasta una señal marcada. Al rellenarlo, hay que tener precaución de que no queden burbujas en el interior y que el exterior esté seco.

Para saber exactamente el volumen del picnómetro, se pesa el picnómetro vacío posteriormente, se llena con agua destilada hasta la marca y se vuelve a pesar. La diferencia entre las dos pesadas, nos dará la masa del agua introducida. La densidad del agua, se puede buscar en las tablas teniendo en cuenta la temperatura de la misma. Con estos dos datos; la masa y la densidad, se obtiene el volumen del picnómetro. A continuación, para medir la densidad del líquido problema, este se

introduce en el picnómetro y se pesa. El cociente entre la masa del líquido problema y el volumen del picnómetro nos proporcionará el valor de la densidad.

CUESTIONES

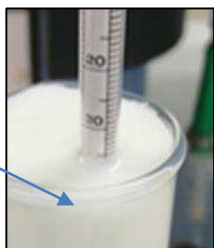
- 1-Medir la densidad de la leche entera y desnatada mediante un densímetro.
- 2- Un fraude consiste en diluir y desnatar parcialmente la leche, de forma que la densidad no se diferencie de la leche entera. ¿Cómo se puede detectar este fraude?

RESULTADOS

1-Las medidas de densidad de la leche desnatada, leche entera y nata, fueron las siguientes:



Las medidas de densidad de la leche desnatada, tal y como se muestra en las figuras de la izquierda, son 1,039 g/mL



Las medidas de densidad de la leche entera, tal y como se muestra en las figuras de la izquierda, son 1,035 g/mL

(Consejo: es conveniente para ver mejor las diferencias entre la leche desnatada y entera que las dos sean de la misma marca)



La medida de la densidad de la nata es de 1,010 g/ mL

Este valor es inferior a de la leche por el elevado contenido en grasa que posee la nata.

2- En las industrias lácteas, cuando se recepciona la leche procedente de las vaquerías se realiza un análisis químico y microbiológico completo, para conocer los componentes mayoritarios y poder detectar cualquier anomalía.

Una leche desnatada y aguada puede tener los mismos valores de densidad que la leche entera. Por ello son necesarios otros análisis que nos permitan detectar este desnatado y aguado. La medición del punto de congelación o punto crioscópico de esta leche desnatada y aguada, presentará un valor superior, a $-0,54\text{ }^{\circ}\text{C}$, más próximo al punto de fusión del agua $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. El contenido en grasa es otro parámetro que también se analiza, en una leche aguada y desnatada se obtendrán valores inferiores que los que se obtendrían al analizar la grasa en una leche entera.

Cuadro resumen de la influencia del aguado y del desnatado en algunas variables físico-químicas comparadas con la leche entera.

	Aguado	Desnatado	Aguada y desnatada
Densidad	disminuye	aumenta	Puede ser la misma, que la leche entera.
Punto de congelación	Aumenta se acerca a 0°C	No influye	Aumenta se acerca a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$
Contenido en grasa (g/mL)	disminuye	disminuye	disminuye

Ficha 32	8.2 Determinación de la acidez de la leche
<p>Objetivos:</p> <p>Determinar la acidez de la leche mediante una valoración ácido-base.</p> <p>Temporización:</p> <p>30 min</p>	<p>INTRODUCCIÓN</p> <p>La determinación de la acidez es uno de los análisis que se realizan en el control de calidad de la leche. La leche contiene algunos compuestos que le confieren un pH ligeramente ácido como: grupos carboxílicos de los aminoácidos y proteínas, aniones hidrógenofosfato y ácidos orgánicos, esta acidez es denominada como acidez natural. A la acidez natural, hay que sumarle, la generada por los microorganismos presentes en la leche, que producen ácido láctico por la fermentación de la lactosa, a esta acidez se le denomina acidez desarrollada.</p> <p>El desarrollo de los microorganismos en la leche, se puede producir por unas condiciones higiénico-sanitarias deficientes como; recipientes sucios, que el tiempo de enfriamiento de la leche muy prolongado, o que el almacenamiento sea incorrecto, cada una de estas condiciones pueden favorecer el desarrollo las bacterias, dando como resultado un elevado incremento de la acidez de la leche.</p> <p>La determinación de la acidez es, por tanto, una medida indirecta de la calidad sanitaria de la leche. Valores altos en las medidas de acidez, pueden indicar que la calidad sanitaria de la leche no es la adecuada.</p> <p>Se entiende por acidez en la leche natural, certificada, higienizada y esterilizada como el contenido aparente en ácidos, expresados en gramos de ácido láctico por 100 mL de leche.</p> <p>El resultado de este análisis se puede expresar como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gramos de ácido láctico en 100 mL de leche (% ácido láctico) - Grados Dornic: 1 °D corresponde a 0,01 g de ácido láctico por 100 mL de leche. <p>Los valores normales de acidez en grados Dornic de la leche están comprendidos entre 15 °D y 19 °D. Si la leche presenta una acidez superior a 19 °D, seguramente será debida a la actividad metabólica de los microorganismos presentes en la leche.</p>

Las adulteraciones pueden modificar estos valores. Por ejemplo, el aguado y la neutralización disminuyen la acidez y el desnatado no altera la acidez.

Material y reactivos

Bureta de 10 mL
 Erlenmeyer
 Probeta 10 mL
 Balanza analítica
 Hidróxido sódico 0,1 M (normalizada)
 Indicador de pH: 1% de fenolftaleína en etanol
 Intervalo viraje (pH) de la fenolftaleína:
 [8- 9,8]
 Color: incoloro a rosa

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

La acidez, se determina mediante una valoración ácido-base, en la que se analiza la concentración total de ácidos de la leche, y se expresan como gramos de ácido láctico en 100 mL de leche.

Procedimiento.

1. Se pipetea 10 mL de leche y se depositan en un Erlenmeyer de 100 mL. Se adicionan 0,5 mL (10 gotas) de indicador fenolftaleína.
2. La bureta se rellena con el hidróxido de sódico 0,1 M y se enrasa.
3. Se añade gota a gota, la disolución de NaOH 0,1 M sobre la disolución de leche contenida en el Erlenmeyer, con agitación continua. Hasta observar el cambio del color del indicador (color rosa fácilmente perceptible por comparación de un testigo tomado de la misma leche). Dicha coloración desaparece progresivamente con el tiempo, pero se considera que el cambio se ha producido, cuando el color rosado persiste durante 10 segundos.

Anotar el volumen de la disolución de NaOH 0,1 M que se ha consumido en la valoración de la muestra. (V_{NaOH})

Es aconsejable repetir esta valoración (dos o tres veces) con objeto de determinar el valor medio.

Anotar los resultados:



V (mL) leche	V (mL) NaOH	Acidez: g ácido láctico/100mL leche	°D
-----------------	----------------	--	----

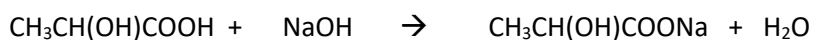
El ácido láctico es el ácido 2-hidroxi-propanoico.	1ª Valoración				
	2ª valoración				
	3ª Valoración				
	Valor medio				

CUESTIONES

- 1- Escribe la reacción de neutralización que ha tenido lugar en la valoración.
- 2- Anota los resultados de la valoración y calcula la acidez.
- 3- Debido al color de la leche, es difícil de visualizar el punto final y se pueden cometer errores. ¿Cómo se podría subsanar este problema?

RESULTADOS

- 1- La reacción de neutralización entre el ácido láctico (2-hidroxipropanoico) y el hidróxido sódico es la siguiente:**



Ácido láctico + hidróxido sódico → lactato sódico + agua

- 2- Los valores medios de la valoración de dos leches diferentes realizadas por el alumnado fueron:**

	V (mL) leche	V (mL) NaOH	Acidez: g ácido láctico/100mL leche	°D
Alumno 1	10	1,8	0,162	16,2
Alumno 2	10	1,6	0,144	14,4

Los cálculos realizados son los siguientes:

- 1 mol de ácido láctico reacciona con 1 mol de NaOH, por tanto:

Moles de ácido = Moles de base (hidróxido sódico)

$$\text{Moles}_{\text{ácido láctico}} = M_{\text{NaOH}} \times V_{\text{NaOH}} \text{ (L)}$$

$$Mw_{\text{ác. láctico}} = 90,08 \text{ g/mol} \quad V_{\text{NaOH}} = 0,1\text{M}$$

$$\text{Masa}_{\text{ác. láctico}} = \text{Moles}_{\text{ácido láctico}} \times Mw_{\text{ác. láctico}}$$

- La masa de ácido láctico obtenida por la expresión anterior es la analizada en 10 mL de leche. Para expresarla en gramos en 100 mL, se multiplica por 10.

$$m_{\text{ácido láctico}}/100 \text{ mL} = \text{Masa}_{\text{ác. láctico}} \times 10$$

- Para expresar la acidez en grados Dornic (°D) se debe multiplicar masa de ácido láctico/100 mL por 100:

$$^{\circ}\text{D} = (\text{Masa}_{\text{ác. láctico}}/100 \text{ mL}) \times 100$$

3- Debido al color de la leche, es difícil de visualizar el punto final y se pueden cometer errores. ¿Cómo se podría subsanar este problema?

El tono rosado del punto final es más difícil de percibir en la leche debido a su color blanco. Para evitar el problema de la detección correcta del punto final y que no sea una apreciación subjetiva del analista, se puede llevar a cabo una valoración potenciométrica.

En este tipo de valoraciones se utiliza un pH-metro, que mide el pH de la disolución en el transcurso de la valoración. El electrodo de vidrio del pH-metro se sumerge en la leche a valorar que tendrá un pH inicial entre 6,5- 6,8 al ir añadiendo la disolución de hidróxido sódico, el pH aumenta progresivamente. Se da por finalizada la valoración, cuando el pH llega a un valor de 8,3 considerado habitualmente como el punto final de esta valoración potenciométrica.

TEMA 8

LOS LÁCTEOS

Ficha 33	8.3 Nata y mantequilla
<p>Objetivos:</p> <p>Entender la composición de diferentes derivados de la leche; nata y mantequilla.</p> <p>Temporización:</p> <p>30 min</p>	<p>INTRODUCCIÓN</p> <p>En esta ficha, se estudian los derivados de la leche que se obtienen de la concentración y separación de la grasa de la leche; la nata y la mantequilla.</p> <p>La grasa de la leche se encuentra en forma de gotitas o glóbulos y rodeados por una membrana. Se encuentran emulsionados en el suero de la leche. Los glóbulos de grasa de la leche son los portadores de las vitaminas liposolubles (A, D, E, K).</p> <p>Los triglicéridos son los componentes mayoritarios de la grasa de la leche, son sintetizados por las células secretoras de la glándula mamaria. Estas moléculas se unen formando gotitas que van creciendo de tamaño, hasta que salen al exterior de la célula, arrastrando en su superficie parte de la membrana celular.</p> <p>Los glóbulos de grasa de la leche recién ordeñada se separan bien, después de un almacenamiento prolongado. Al ser menos densos que el suero tienden a acumularse en la parte superior. El producto recogido de la superficie de la leche se denomina nata y antiguamente era la forma de obtenerla, hoy en día se utilizan otras técnicas como la centrifugación.</p> <p>Para evitar la separación de la nata, la leche cruda se somete al proceso de homogeneización, que consiste en hacer pasar la leche a una temperatura de 50-75 °C y una presión de 35 Mpa, por unos pequeños orificios. Lo que provoca que se reduzca el tamaño de los glóbulos de grasa, que al estar finamente divididos quedan emulsionados en el suero. Al reducirse tanto el tamaño de los glóbulos evita que se produzca la separación de la nata, incluso después de un almacenamiento prolongado.</p> <p>Durante el proceso de homogeneización, la superficie de los glóbulos de grasa aumenta en un factor 4-6. Esto hace que las caseínas junto con las</p>

proteínas de membrana, entran a formar parte de las membranas de los glóbulos de grasa.

La grasa es de vital importancia para establecer el precio de la leche que llega a la lechería. Cuanto mayor es el contenido en grasa de una leche, más nata o mantequilla se podrá hacer con ella, y más alto será su precio.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1- Preparación de la nata montada.

La nata montada es una mezcla íntima de líquido y aire. Al batir la nata se introduce aire, que se divide en minúsculas burbujas, quedando la grasa extendida e inmovilizada en las finas y microscópicas paredes de las burbujas.



Procedimiento:

Batir la nata (porcentaje de grasa superior al 30%) con la batidora hasta conseguir una consistencia semisólida.

Tanto la nata como el recipiente y la batidora deben estar fríos.

La nata que se utiliza para montar, debe contener grasa suficiente como para formar un esqueleto continuo de glóbulos y formar una espuma estable. Es conveniente que la nata contenga entre un 30 % a un 40 % de grasa. De manera natural, la nata tiene un 20 % de grasa. Por eso, antes de 1900, montar la nata era un proceso tedioso y complicado, pero esto cambió con la invención de la centrifugadora, que consigue separar mayor cantidad de grasa produciendo natas del 30 % o más, que se pueden montar con facilidad.

En el proceso de batido, la batidora introduce burbujas de aire en la nata. Después del primer medio minuto de batir la nata, las paredes de las burbujas comienzan a estabilizarse gracias a la desestabilización de los glóbulos de grasa. Por acción de la batidora los glóbulos van de un lado a otro, chocan entre sí, y partes de las membranas protectoras se

desprenden. Los segmentos de grasa descubierta, que evitan el contacto con el agua, se sitúan alrededor de la burbuja de aire, pegándose a otros segmentos de grasa descubierta de otro glóbulo. Así, los glóbulos forman paredes alrededor de las burbujas de aire y conexiones con las paredes vecinas. Se desarrolla así una red continua. Y esa red de esferas de grasa mantiene en su lugar las burbujas de aire, e impiden el movimiento de las bolsas de agua. La espuma adopta así una estructura definida y persistente.

Respecto a la temperatura la nata para batirla correctamente, debería estar entre 5 y 10 °C, y es conveniente que también el recipiente y la batidora estén bien fríos, pues tanto el aire como el propio batido pueden aumentar la temperatura de la nata rápidamente. El calor, aunque sea suave, ablanda el esqueleto mantecoso de la nata, pues la porción de grasa que se encuentra en estado sólido se funde y el líquido colapsará las burbujas de aire.

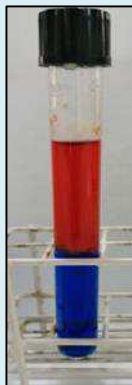
Lo ideal es mantener la nata en el frigorífico durante 12 horas o más antes de batirla. Una refrigeración prolongada es fundamental, pues hace que parte de la grasa esté cristalizada. Los pequeños cristales de grasa aceleran el desgarramiento de las membranas de los glóbulos e inmovilizan la pequeña porción de grasa que se mantiene líquida lo que facilita la estructura semirrígida.

2- Elaboración de la mantequilla, a partir de la nata.

Si una vez montada la nata se continúa batiendo, la aglomeración de los glóbulos de grasa continúa. La espuma formada en la nata montada se desestabiliza y los glóbulos de grasa coalescen unos con otros, formando masas de manteca cada vez más gruesas. La espuma pierde volumen (las burbujas de aire cada vez más grandes se escapan de la espuma), la textura se vuelve granulosa y se separa parte del suero acuoso. Esta textura granulosa es la mantequilla que se ha formado.

Procedimiento:

Tubo de ensayo con agua y aceite, que se han mezclado con rojo de metilo y azul de metileno. La fase acuosa de color azul y la oleosa de color rojo.



Introducir en un bote de plástico con tapa hermética unos mililitros de nata fría. La nata debe tener una temperatura entre 5 y 10°C.

Se agita fuertemente con movimientos de vaivén, durante unos minutos.

Abrir el bote y observar que la textura de la nata ha cambiado y se ha transformado en otra textura más compacta y grumosa.



A continuación separar la parte acuosa (el suero), de la parte grasa que es la mantequilla. (Foto dcha.)



3- Clasificación de las emulsiones

Clasificar el tipo de emulsiones que son la leche, la nata y la mantequilla

obtenida en el apartado anterior. Tal y como se describe en la ficha 16 empleando la tartrazina o el rojo de metilo/azul de metileno.

CUESTIONES

- 1- Comenta los resultados obtenidos en el experimento 3.
- 2- En vista del resultado anterior y de la explicación teórica, dibuja de forma esquemática cómo se verían la fase acuosa, los glóbulos de grasa, y las burbujas de aire en el caso de la nata montada; en la leche, la nata, la nata montada, la mantequilla y la mantequilla clarificada.

RESULTADOS

- 1- Comenta los resultados obtenidos en el experimento 3.

En una emulsión se pueden distinguir dos fases: la fase dispersa o interna, formada por gotitas, que están sumergidas en la fase continua o externa. Según la naturaleza de las fases acuosas o grasas se distinguen:

- Emulsiones de aceite en agua (O/A) en inglés (O/W).

- Emulsiones de agua en aceite (A/O), en inglés (W/O).

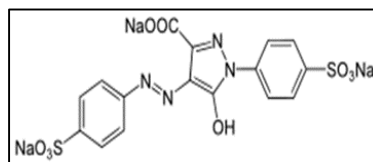
(En las anotaciones anteriores, la fase interna se pone en primer lugar y a continuación de la barra inclinada se indica la fase externa.)

Para identificar el tipo de emulsión se utilizan dos colorantes: el azul de metileno que es un pigmento hidrosoluble, y el rojo Sudán (III), que es un pigmento liposoluble. Se mezclan los dos sólidos en un mortero. Y se añade una puntita de espátula a cada una de las preparaciones.

Podremos observar que adquieren diferente color, según la naturaleza de las emulsiones. Esta diferencia de color es debida a que SOLO se tiñe la fase externa.

- Un color azul en una emulsión indica que la fase externa es acuosa (O/A)
- Un color rojo en una emulsión indica que la fase externa es acuosa (A/O)
- Un color morado indica que están presentes las dos fases oleosa y acuosa sin formar una emulsión.

Si no se dispone de rojo de metilo y azul de metileno, se puede sustituir por la tartrazina que es el colorante que sustituye al azafrán. (E-102) y es hidrosoluble.



En el aceite la tartrazina no se disuelve (Foto Izq.) en cambio, en el agua sí se disuelve (Foto dcha.)

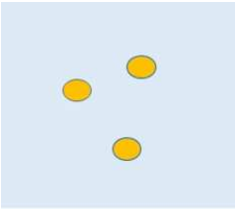
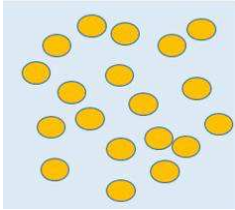
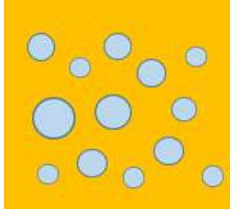
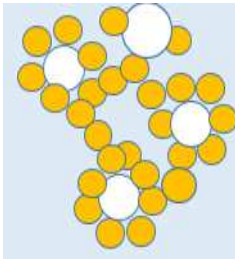

Los resultados obtenidos tal y como se ven en la foto; es que la leche y la nata adquieren un color amarillo con la tartrazina y azul lo que indica que es una emulsión del tipo O/A, en cambio

mantequilla no presenta color con la tartrazina y se ha teñido de rojo lo que indica que es una emulsión del tipo A/O.



Por tanto, al preparar la mantequilla a partir de la nata, es un proceso donde se invierte la emulsión. Pasa de ser una emulsión (O/A) en la nata a una emulsión (A/O) en la mantequilla.

- 2- A continuación, se representa la grasa en amarillo, el suero en azul y las burbujas en blanco en los diferentes alimentos.

	<p>Leche</p> <p>Glóbulos de grasa dispersos en el suero.</p> <p>Emulsión o/w</p>	
<p>Nata</p> 	<p>Numerosos glóbulos de grasa dispersos en el suero.</p> <p>Emulsión o/w</p>	<p>Mantequilla</p>  <p>Gotitas de suero dispersas en la grasa láctea.</p> <p>Emulsión w/w</p>
	<p>Nata montada</p> <p>Burbujas de aire estabilizadas por los glóbulos de grasa formando una red tridimensional en el interior del suero.</p>	<p>Mantequilla clarificada</p>  <p>Se produce eliminando el suero de la mantequilla de forma que solo quede la fracción de grasa.</p>

Emulsión o/w y espuma	
-----------------------	--

TEMA 8	LOS LÁCTEOS
Ficha 34	8.4 Elaboración de yogurt y medida de pH
Objetivos: Elaboración de un yogur y medición del pH y la acidez del mismo. Temporización: 30 min	INTRODUCCIÓN
	<p>La leche es un alimento que se deteriora con mucha facilidad a temperatura ambiente. El descubrimiento, seguramente casual, de la fermentación de la leche originó productos como el yogur y el queso que se pueden conservar mucho más tiempo y se pueden transportar con mayor facilidad.</p> <p>La fermentación de la leche para la producción de yogur, es producida por la actividad de las bacterias lácticas (<i>Streptococcus thermophilus</i> y <i>Lactobacillus</i>) que transforman la lactosa en ácido láctico. Este aumento de la concentración de ácido en la leche, hace que el pH de la leche que se encuentra inicialmente entre 6,4 y 6,7 descienda hasta un pH 4,1 a 4,3 en el yogur. Esta acidificación, aparte de modificar su sabor, le confiere al yogur una consistencia más firme debido a la coagulación de las caseínas. La fermentación, además, impide que otros microorganismos perjudiciales para la salud se desarrollen en el yogur.</p>
	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL
	Elaboración de yogurt.

Material y reactivos:

- pH-metro
- Olla con tapa o yogurtera
- Yogur natural
- Leche

1. Inoculación: Se reparte la leche en vasitos de vidrio y se introduce en el interior de cada uno de ellos, una cucharada sopera de yogur.
2. Fermentación: Se mantiene esta preparación a una temperatura de 40-45°C durante 8-10h. Para ello se puede utilizar una yogurtera, o una olla con agua que se calienta a la temperatura adecuada. A continuación, se introducen los vasitos con la mezcla, en la yogurtera o en la olla (si se realiza en la olla, se coloca en un lugar cálido de la casa y se cubre con un paño para que mantenga el calor)
3. Conservación: Una vez transcurrido el tiempo de fermentación, se introducen los vasitos de yogur en la nevera para ralentizar la fermentación.



1-Medición del pH de la leche y el yogur

La determinación del pH se realiza por lectura directa mediante un pH-metro previamente ajustado.

Para determinar el pH del yogur diluirlo antes con una pequeña cantidad de agua destilada.

2-Medición de la acidez del yogur

El procedimiento es similar al utilizado en la ficha 8.2.

Se toman 10 g de yogur y se mezclan con 15 mL de agua, se añaden unas gotas de fenolftaleína al 1% y se valora con NaOH 0,1M.

Expresar los resultados en gramos de ácido láctico en 100 g de yogur.

CUESTIONES

Compara los resultados de las medidas del pH y de la acidez entre la leche y el yogur

RESULTADOS

Los resultados obtenidos son;



Las imágenes muestran las medidas de pH del yogur, utilizando pH-metro y papel indicador.

pH de la leche	6,56
pH del yogur	4,42

El pH del yogur es inferior al de la leche, debido al aumento del ácido láctico, producido por la actividad de las bacterias lácticas en el proceso de fermentación de la lactosa. Según el Real Decreto 271/2014, de 11 de abril, por el que se aprueba la Norma de Calidad para el yogur o yoghurt. Todos los yogures deberán tener un pH igual o inferior a 4,6.

Los valores aceptables para la leche de vaca se encuentran dentro del rango entre 6,5 y 6,7. Una partida de leche con valores por encima o por debajo de estas cifras presenta alguna alteración.

Respecto a la acidez del yogur se puede comprobar, que es mucho más elevada que la acidez de la leche. A continuación, algunos de los resultados de los alumnos:

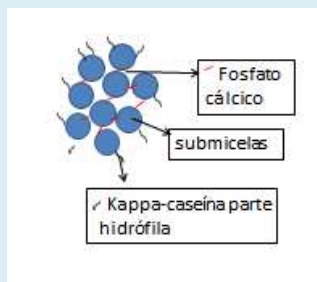
m_{yogur}	$V_{\text{NaOH}} \text{ (mL)}$	Acidez % (p/p)
10,57	9,35	0,796
10,42	9,60	0,829
10,25	9,30	0,817

Para realizar el cálculo, se debe tener en cuenta que la concentración del hidróxido sódico es 0,1M

$$\text{masa}_{\text{ácido láctico}}/100\text{g} = M_{\text{NaOH}} \times V_{\text{NaOH}} \times M_w_{\text{ác. láctico}} \times 100\text{g}/m_{\text{yogur}}$$

Los valores de acidez pueden variar según sea el producto que se analice, por ejemplo los yogures bebibles tienen una acidez mucho menor, en cambio los yogures después de la “fecha de consumo preferente” presentarán mayor acidez

TEMA 8	LOS LÁCTEOS
Ficha 35	8.5 Aislamiento de la caseína
<p>Objetivos:</p> <p>Separación de la caseína mediante acidificación y filtración de la leche.</p> <p>Temporización:</p> <p>45 min</p>	<p style="color: #E67E22;">INTRODUCCIÓN</p> <p>La leche entera contiene un 3,4 % de proteínas. Entre las que se pueden distinguir dos tipos: las caseínas y las proteínas del suero.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las caseínas son un conjunto de proteínas que se encuentran en forma micelas dispersas en el suero. El 80 % de las proteínas totales de la leche son caseínas. • Las proteínas del lactosuero, están disueltas en el suero y constituyen el 20 % de las proteínas totales. <p>La leche contiene 10^{15} micelas de caseínas por litro. Al estudiar la movilidad de las proteínas de las micelas mediante la técnica de electroforesis (SDS-PAGE) se mostró la existencia de distintas moléculas de caseína que se han denominado: alfa, beta, kappa y gamma, esta última molécula es parecida en la secuencia de aminoácidos a la beta-caseína, se supone que procede de la degradación enzimática de la misma.</p> <p>Para explicar la estructura de la caseína, es decir la forma en la que se unen las anteriores moléculas para formar la micela, se han propuesto diferentes modelos. Entre ellos destaca el modelo de las subunidades, en el que se considera que la caseína está compuesta por submicelas, similar al aspecto de una mora.</p> <p>Estas moléculas se agrupan ordenadamente, de forma que las partes hidrófobas quedan en el interior de la submicela, mientras que la superficie polar, es decir, las partes hidrófilas quedan en el exterior.</p>



Esquema de una micela de caseína.

Material y reactivos

- Vasos de precipitados 600 mL
- Varilla de vidrio o espátula
- Trompa de vacío
- Papel de filtro
- Leche descremada

La unión de las diferentes submicelas se realiza a través de los iones calcio que reaccionan con los grupos fosfato de las caseínas alfa y beta de las diferentes submicelas.

En cambio, la parte hidrófila de la caseína Kappa no reacciona con los iones calcio, lo que crea un área muy polar que no presenta interacciones con otras submicelas. Las submicelas con mayor contenido en caseína Kappa se encuentran en la superficie de la micela, esto provoca que cuando la micela alcanza cierto tamaño la caseína Kappa impide que se hagan más grandes, manteniendo las micelas dispersas y separadas, podemos imaginar los filamentos de la caseína Kappa como es una especie de cabellera larga, con carga negativa saliendo de la micela y que impide que se acerquen otras micelas por la repulsión electrostática.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Las estructuras de las micelas de caseína se pueden alterar mediante dos procedimientos:

- La acidificación de la leche, hasta alcanzar el punto isoeléctrico pH 4,6 de las caseínas, lo que provoca la precipitación de las mismas. La carga negativa de las caseínas desaparece permitiendo que se unan.
- La adición de cuajo o renina, contiene una enzima proteolítica que hidroliza la parte hidrófila de la Kappa-caseína, al ser eliminada esta parte, las micelas aproximanse y coagulan. De esta forma se elabora la cuajada y el queso.

En esta ficha se utilizará el primer método.

1. En un vaso de 100 mL, introducir 50 mL de leche medidos con la probeta.
2. Calentar la leche hasta aproximadamente 40 °C controlando con un termómetro.
3. Después de calentarla añadir, a la leche, gota a gota con un cuentagotas una disolución de ácido acético 1 M. (Aproximadamente

- Ácido acético glacial

entre 5-7 mL). Agitar continuamente la mezcla con una varilla de vidrio durante todo el proceso de adición. Seguir agitando hasta que se forme una masa amorfa.

4. Filtrar el sólido con papel de filtro utilizando un embudo cónico, para separar todo el líquido que sea posible.

5. Recoger la caseína pegada al vaso con las aguas de filtrado y filtrar de nuevo.

6. Reservar el líquido de filtrado (suero de la leche) para realizar los "análisis cualitativos" de los componentes del suero.

7. Colocar la caseína filtrada entre varios papeles de filtro para secarla lo más posible.

8. Tarar un vidrio de reloj. Poner la caseína en el vidrio de reloj y triturarla con la espátula. Dejar secar al aire o en la estufa. Calcular el porcentaje de caseína aislada en g/100 mL.

Resultados: Calcular el porcentaje de caseína aislada.

CUESTIONES

- 1- Indica por qué se debe utilizar en esta ficha la leche desnatada.
- 2- Indica el porcentaje de caseína en la leche y compáralo con la etiqueta.

RESULTADOS

1- Se debe utilizar leche desnatada, pues si la leche contiene grasa también precipitaría junto con las micelas de caseína. Ya que parte de la membrana exterior de los glóbulos de grasa están formados por micelas de caseína.

2- Respecto a los resultados de caseína obtenidos por los alumnos esta en torno a 2,5-2,7 de caseína seca en 100 mL de leche desnatada.

Al comparar el valor, con el valor indicado en la etiqueta (3,2 g por 100mL), es inferior pues hay que tener en cuenta que en la etiqueta se indica la composición de todas las proteínas de la leche, tanto de las caseínas como de las proteínas del suero.

TEMA 8	LOS LÁCTEOS
Ficha 36	8.6 Análisis cualitativo de los componentes del suero.
<p>Objetivos:</p> <p>Realizar un análisis cualitativo de los componentes mayoritarios del suero de la leche.</p> <p>Comparación de Iso resultados con las bebidas de soja y avena.</p> <p>Temporización:</p> <p>45 min</p>	INTRODUCCIÓN
	<p>El agua es el principal componente de la leche, con un 63 -87 %. Tal y como indicábamos en la introducción. Si partimos de una leche desnatada, en la que se ha eliminado la mayoría de la grasa y en la que además se eliminan las caseínas por precipitación a pH = 4,6 el líquido resultante es el suero de la leche. En el suero se encuentran disueltos un conjunto de proteínas denominadas proteínas del suero, hidratos de carbono (lactosa), sales minerales y otros componentes. En esta ficha vamos a analizar cualitativamente los componentes del suero de la leche.</p>
	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL
	<p>Se reparten 10 mililitros de suero de la ficha 8.5 en 5 tubos de ensayo.</p> <p>Realizar las determinaciones siguientes:</p> <p>a-Detección de azúcares: Reacción de Fehling:</p> <p>1-Añadir 1 mL de Fehling A y 1 mL de Fehling B al tubo de ensayo</p> <p>1. El líquido adquirirá un fuerte color azul.</p>

Material y reactivos

- Vasos de precipitados 600 mL
- Varilla de vidrio o espátula
- Embudo de vidrio
- Papel de filtro
- Leche descremada
- Ácido acético glacial
- Reactivos para los análisis cualitativos.



Filtro con la caseína separada y tubos de ensayo con los resultados del análisis cualitativo.

2-Calentar el tubo al baño María o directamente en un mechero de Laboratorio.

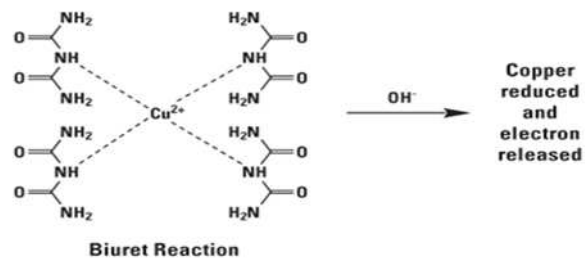
3-La reacción será positiva si la muestra se vuelve de color rojo-ladrillo.

4-La reacción será negativa si la muestra queda azul, o cambia a un tono azul-verdoso.

Fundamento: Los monosacáridos y la mayoría de los disacáridos presentan un carácter reductor (la sacarosa no lo presenta). Si el glúcido que se investiga es reductor entonces se oxidará, produciéndose la reducción del sulfato de cobre (II), de color azul, a óxido de cobre (I), de color rojo-anaranjado.

b-Detección de proteínas

La presencia de proteínas en una mezcla se puede determinar mediante la reacción del Biuret. El reactivo de Biuret contiene CuSO_4 en solución acuosa alcalina. La reacción se basa en la formación de un compuesto de color violeta. Este compuesto es un complejo de coordinación entre los iones Cu^{2+} y los átomos de nitrógeno que forman parte de los enlaces peptídicos.



1. Tomar un tubo de ensayo con 2 mL de suero.
2. Añadir 2 mL de la disolución de hidróxido sódico al 20%.
3. A continuación añadir 4 ó 5 gotas de la disolución de sulfato de cobre al 1%.
4. Debe aparecer una coloración violeta-rosácea característica.

c-Detección de iones inorgánicos:

A. Detección del ion cloruro.

Añadir al tercer tubo con suero, 1 mL de la disolución de nitrato de plata. Se forma un precipitado blanco de aspecto lechoso de cloruro de plata.

B. Detección de los iones fosfatos.

Añadir al cuarto tubo con suero, 2 mL de la disolución de molibdato amónico al 1% Calentar el tubo al baño María. Se forma un precipitado amarillo de fosfomolibdato amónico.

C. Detección del ion calcio

Añadir al quinto tubo con suero, 10 gotas de la disolución de oxalato amónico al 1%. Se formará un precipitado blanco cristalino de oxalato de calcio.

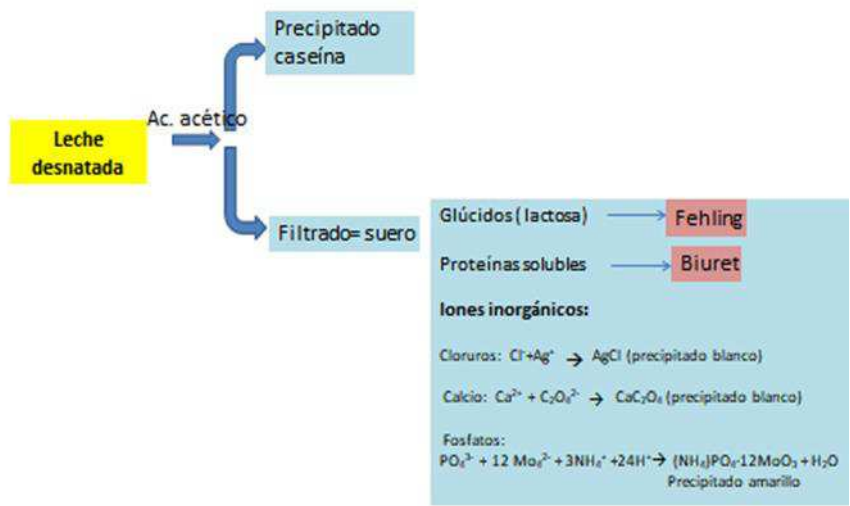
CUESTIONES

1-Realizar un esquema con el procedimiento seguido en la separación de la caseína y anotar las reacciones que tienen lugar en los diferentes apartados para identificar los iones contenidos en el suero de la leche.

2- Analizar el suero de bebidas de soja y avena y compararlas con la leche de vaca.

RESULTADOS

1-Esquema en el que se indican la separación de la caseína y las reacciones que identifican los componentes del suero.



2- Analizar el suero de bebidas de soja y avena y compararlas con la leche de vaca.

Al realizar las reacciones en la leche se detectaron: azúcares, proteínas, cloruros, fosfato y calcio. Se realizaron los mismos ensayos con diferentes bebidas, separando el suero, con el mismo procedimiento que en la leche.

En la foto se muestran los resultados de los ensayos, de izq. a dcha. en la bebida de avena, bebida de soja y leche de vaca.



Tubos	Bebida de avena	Bebida de soja	Leche de vaca
1-Azúcares	+	+	++
2-Proteínas	-	-	+
3-Cloruros	++	+	++

4-Fosfatos	++	+	+
5-Calcio	+	+	+

En vista de los resultados las conclusiones son las siguientes:

1- La bebida de avena y soja no presentan proteínas en el suero.

2- La etiqueta de la bebida de soja indica que se han añadido, fosfatos y fructosa, por tanto los ensayos positivos de estos compuestos, pueden ser debidos a los ingredientes añadidos.

3- Las tres bebidas presentan calcio, en la bebida de avena, el ensayo positivo puede ser por el carbonato de calcio añadido, tal y como indica el etiquetado del envase.