

CRÉDITOS	Nombre del OVA	CALIDAD DE LA LECHE CRUDA EN RECEPCIÓN
	Profesor Experto temático	ASTRID S. CORREDOR ANAYA
	Asesor Pedagógico	GLORIA ALEXANDRA OREJARENA
	Par académico	DORIS EUGENIA SUÁREZ MONSALVE
	Diseñador OVA	WILLIAM ALARCÓN GÓMEZ
	Productor Audios	TELEUIS
	Traductor a lengua de señas	LISETH VALENCIA GALVÁN
	Lider de Proyecto	VICERRECTORÍA ACADÉMICA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

© Universidad Industrial de Santander

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción del material únicamente con fines educativos y se prohíbe para su uso comercial.

Información general	
Nombre del OVA	CALIDAD DE LA LECHE CRUDA EN RECEPCIÓN
Programa Académico	TECNOLOGÍA AGROINDUSTRIAL
Escuela/ UAA	IPRED
Nombre Asignatura (código)	TRANSFORMACIÓN DE PRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL
Profesor- experto temático del OVA	ASTRID SELENE CORREDOR ANAYA
Duración estimada	5 horas

ÍNDICE

1. CONCEPTOS GENERALES

1.1. ¿Qué es la leche?

1.2. Componentes de la leche y su importancia en la transformación

1.2.1. Agua

1.2.2. Proteínas

1.2.3. Carbohidratos

1.2.4. Grasa

1.2.5. Vitaminas

1.2.6. Minerales

1.2.7. Importancia en la transformación

1.3. Calidad de la leche

1.4. Características de la leche

2. PRUEBAS DE PLATAFORMA

2.1. Examen organoléptico

2.2. Determinación de temperatura

2.3. Densidad

2.4. Índice de refracción

2.5. Prueba de alcohol o estabilidad proteica

3. PRUEBAS DE LABORATORIO

- 3.1. Determinación pH
- 3.2. Acidez titulable
- 3.3. Determinación de la acidez
- 3.4. Contenido butírico

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Esquema de la composición de la leche de vaca, cabra y oveja. 12

Tabla 2 Características de la leche cruda 18

Tabla 3 Características organolépticas de la leche crudas 21

Tabla 4 Guía general para la clasificación de la leche según su sabor 22

Tabla 5 Densidad de la leche..... 24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Composición de la leche de vaca 13

Figura 2 Termómetro 23

Figura 3 Lactodensímetro..... 25

Figura 4 Refractómetro de Abbe 27

Figura 5 Prueba de alcohol..... 29

Figura 6 Escala empleada para determinar el pH, con algunos ejemplos de sustancias comunes y su valor de pH correspondiente..... 32

Figura 7 Esquema de la determinación de pH..... 33

Figura 8 Acidómetro Dornic 35

Figura 9 Esquema de la determinación de acidez..... 36

Figura 10 Butirómetro..... 38

Figura 11 Determinación de grasa método de Gerber 39

INTRODUCCIÓN

El presente objeto virtual de aprendizaje establece el material didáctico para las prácticas de la calidad de la leche cruda, correspondiente al módulo de transformación de productos de origen animal, donde se debe tener claro el concepto de leche y su composición, calidad de la leche cruda y la determinación de los parámetros de calidad que se realizan en la plataforma y laboratorio de la planta de recepción de leche.

Por ser la leche una materia prima con diversos componentes (proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales) que ayudan a la nutrición humana, se utiliza en la elaboración de productos como quesos, mantequilla, leches fermentadas, entre otros, que deben cumplir con parámetros de calidad e inocuidad, proporcionando productos seguros a los consumidores.

La calidad de la leche cruda está relacionada con las condiciones higiénico-sanitarias, composición físico-química y las características organolépticas del producto. Las anteriores condiciones se evalúan en las centrales de acopio de la leche en la plataforma donde se tiene en cuenta los aspectos sensoriales, la temperatura, índice de refracción, densidad y alcohol, siendo estas las primeras pruebas con las que se inicia la transformación de la leche y, luego, se efectúan las pruebas de laboratorio donde se evalúa el pH, acidez titulable y contenido graso que muestran la capacidad de conservación de la leche.

Por otra parte, el OVA permite presentar a los estudiantes, de una manera didáctica y llamativa, la evaluación de los aspectos de la calidad de la leche cruda que están contemplados en el decreto 616 del 2006.

De esta manera, se da a conocer las características de las pruebas de calidad de la leche cruda, se analiza los procedimientos y resultados de cada una de ellas y se afianza el conocimiento del tema para aplicarlo en las prácticas de elaboración de productos lácteos.

De forma global, en el OVA se abordarán temas de los aspectos generales de la leche, pruebas de plataforma y pruebas de laboratorio que exige la normatividad vigente.

GLOSARIO

CALOSTRO: Para los efectos del presente reglamento técnico, no se considera como leche apta para el consumo humano, al producto obtenido de los animales lecheros dentro de los quince (15) días anteriores y los siete (7) posteriores al parto.

CÁMARA FRIGORÍFICA: Entiéndase por cámara frigorífica el área destinada para el almacenamiento de leche higienizada envasada cuando esta lo requiera, a temperatura de 4°C +/- 2°C.

ESTABLECIMIENTO: Las plantas de enfriamiento o centrales de recolección de leche, plantas de procesamiento de leche, locales destinados al almacenamiento y comercialización de leche higienizada.

HATO: Sitio destinado principalmente a la explotación y ordeño de animales destinados a la producción lechera.

LECHE: Es el producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos, bufalinos y caprinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños completos, sin ningún tipo de adición, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración posterior

LECHE ADULTERADA: La leche adulterada es aquella:

1. A la que se le han sustraído parte de los elementos constituyentes, reemplazándolos o no por otras sustancias.
2. Que haya sido adicionada con sustancias no autorizadas y,
3. Que por deficiencias en su inocuidad y calidad normal hayan sido disimuladas u ocultadas en forma fraudulenta sus condiciones originales.

LECHE CRUDA: Leche que no ha sido sometida a ningún tipo de termización ni higienización.

LECHE PASTEURIZADA: Es el producto obtenido al someter la leche cruda, termizada o recombinada a una adecuada relación de temperatura y tiempo para destruir su flora patógena y la casi totalidad de flora banal, sin alterar de manera esencial ni su valor nutritivo ni sus características fisicoquímicas y organolépticas. Las condiciones mínimas de pasteurización son aquellas que tiene efectos bactericidas equivalentes al calentamiento de cada partícula a 72°C - 76°C por 15 segundos (pasteurización de flujo continuo) o 61 °C a 63° C por 30 minutos (pasteurización discontinua) seguido de enfriamiento inmediato hasta temperatura de refrigeración.

PLANTA DE ENFRIAMIENTO O CENTRO DE ACOPIO DE LECHE:

Establecimiento destinado a la recolección de la leche procedente de los hatos, con el fin de someterla a proceso de enfriamiento y posterior transporte a las plantas para procesamiento de leche.

PRODUCTO INOCUO: Aquel que no presenta riesgo físico, químico o biológico y que es apto para consumo humano.

REFRACTOMETRO: Es un instrumento óptico preciso, y como su nombre lo indica, basa su funcionamiento en el estudio de la refracción de la luz. El refractómetro es utilizado para medir el índice de refracción de líquidos y sólidos translucidos permitiendo: Identificar una sustancia. Verificar su grado de pureza.

BUTIROMETRO: Instrumento para medir la grasa de la leche.

UNIDAD 1

¿Sabe usted qué relación tiene la composición de la leche con la calidad de los productos lácteos?

Para determinar la relación composición/calidad y el comportamiento de la leche en los procesos de transformación, es importante conocer lo que es la leche y sus componentes, calidad de la leche y características de la leche. Con este objetivo, desde una aproximación normativa, el decreto 616 de 2006 nos permitirá entender la calidad de la leche cruda.

1. CONCEPTOS GENERALES

1.1 ¿QUÉ ES LA LECHE?

De acuerdo con el decreto 616 de 2006 “se define la leche como el producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos, bufalinos y caprinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños completos, sin ningún tipo de adición, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración posterior y leche cruda se entiende por el producto que no ha sido sometido a ningún tipo de terminación e higienización” (p, 5). Por lo anterior, es importante tener en cuenta que la leche es uno de los alimentos básicos en la alimentación humana, por tanto, debe cumplir con parámetros de calidad e inocuidad establecidos en la legislación vigente que la hacen apta para el consumo.

1.2 COMPOSICIÓN DE LA LECHE Y LA IMPORTANCIA EN LA TRANSFORMACIÓN

Conocer la composición de la leche es importante, ya que permite identificar y analizar los parámetros que se deben cumplir como: pH, densidad, acidez titulable, grasa, entre otros, los cuales inciden en la calidad del producto final obtenido en los diferentes procesos de transformación. Por otra parte, la composición de la leche varía de acuerdo con la especie, como se observa en la siguiente tabla.

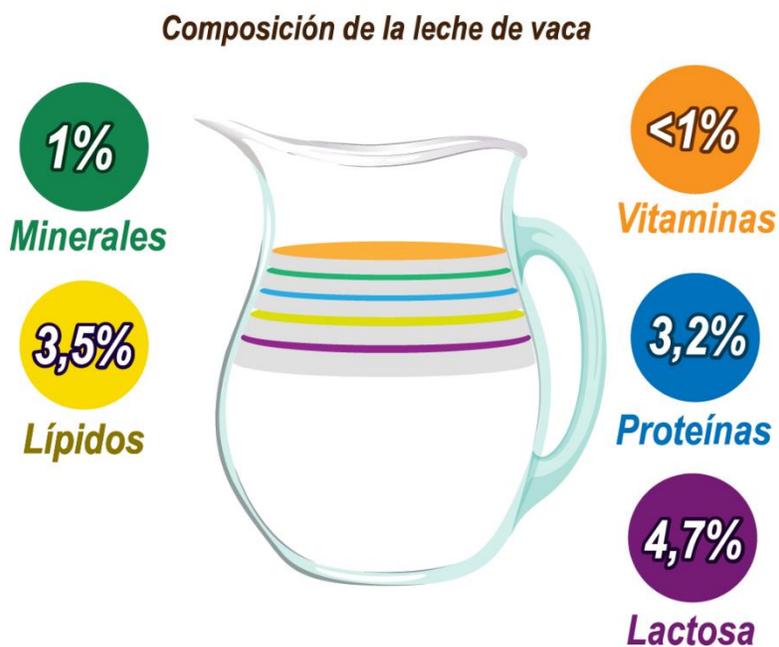
Tabla 1 Esquema de la composición de la leche de vaca, cabra y oveja.

	Proteínas	Grasa	Lactosa	Cenizas
Vaca	3,4	3,7	4,8	0,7
Cabra	2,9	4,5	4,1	0,8
Oveja	5,5	7,4	4,8	1

Fuente: García, 2013, p.15

Como se puede observar, la leche de vaca es la que contiene menor cantidad de grasa y buena cantidad de lactosa frente a las demás, adicionalmente, esta contiene 87% de agua y 13% de sólidos (lactosa 4.7%, proteína 3.2%, vitaminas 1%, minerales 1% y sólidos grasos 3.5%). Además, estos porcentajes pueden variar, de acuerdo con la raza, etapa de lactancia, estado nutricional.

Figura 1 Composición de la leche de vaca



Fuente: García, 2013, p.34

1.2.1 AGUA

De acuerdo con UNAD (2010, p.17), se trata del mayor componente, además, está presente en la fase continua de la leche: transporta los componentes sólidos y gaseosos. Se encuentra como: A) agua libre, que es la de mayor cantidad, y en ella se mantiene en solución la lactosa y las sales; y B) agua de enlace, que es donde se encuentran unidos los diferentes componentes no solubles que no hacen parte de la fase hídrica de la leche. Cuando se elabora la cuajada, por ejemplo, el agua libre sale en el proceso de desuerado, mientras que el agua de enlace es difícil de eliminar.

1.2.2 PROTEÍNAS

La leche contiene 3,2 g. de proteína por 100 mililitros de esta, donde el 80% son caseínas y el resto son proteínas del lactosuero, como lactalbúminas que es una coenzima que participa en la síntesis de la lactosa, inmunoglobulinas, anticuerpos que puede actuar sobre antígenos y detener el crecimiento bacteriano (se encuentra en gran cantidad al inicio del periodo de lactancia) y lactoferrinas, una glicoproteína que liga Fe al suero e inhibe los bacillus subtilis y stearothermophilus que están comprometidos en la alteración de la leche esterilizada (Walstra, Geurts, Noomen, Jellema, Van Boekel 2001, pp.81-88). En últimas, como la explicación lo evidencia, los lacto sueros son importantes por su valor nutritivo y se utilizan en la elaboración de alimentos infantiles y leches para levante de crías.

Las proteínas de la leche están constituidas por aminoácidos que aportan un alto valor nutricional, donde el lacto suero tiene un valor biológico de 124, por tanto, es mayor que la del huevo que es de 100 y la caseína, que son las otras proteínas de la leche, tiene un valor biológico de 73, por tal motivo, las proteínas de la leche son importantes en la elaboración de quesos y leches fermentadas (García 2013, p.).

1.2.3 CARBOHIDRATOS

La lactosa es el carbohidrato que constituye la leche, este disacárido se encuentra en un 4.7%, está conformado por glucosa y galactosa, de ahí el sabor dulce a la leche. Al respecto, Medin (2016, p.77) expone que la lactosa contribuye en los procesos de fermentación con presencia de lactobacilos, suministrando energía y obteniendo como producto final ácido láctico, proceso importante en la elaboración de quesos y productos fermentados.

1.2.4 GRASA

La grasa está presente en la leche entera en un rango promedio de 3.5%, sin embargo, se encuentran leches procesadas semidesnatada-desnatada, cuyo contenido de grasa varía y está por debajo de este porcentaje. Los lípidos se encuentran en la leche en forma de glóbulos pequeños que integran una emulsión en el suero de la leche. Al respecto, García (2013, p.27) expresa que la materia grasa está constituida por: un 98,5% de triglicéridos, 1% fosfolípidos y 0,5% sustancias liposolubles (colesterol, vitaminas y pigmentos).

Algunas variables que se deben contemplar y que, desde luego, inciden en una mayor presencia de la grasa en la leche dependen de: 1) las razas con mayor producción de leche, como ocurre con la oveja, cuyo porcentaje llega a 7.4%; y 2) alimentación, zona geográfica, época del año, ciclo de lactancia y prácticas ganaderas los ordeños en las horas de la tarde. Por lo tanto, la calidad tecnológica de la misma es de gran importancia en la elaboración de mantequillas, natas y quesos.

1.2.5 VITAMINAS

La leche es fuente de vitaminas liposolubles e hidrosolubles. De acuerdo con García (2013, pp. 32-33): “En el grupo de las vitaminas hidrosolubles, se desataca la presencia de vitamina B-2 o riboflavina y de cianocobalamina o vitamina B-12, además, contiene vitamina B-1 o tiamina, vitamina B-6 o piridoxina, ácido ascórbico o vitamina C, vitamina B-9 o ácido fólico, ácido pantoténico y biotina. Entre las vitaminas liposolubles, la leche contiene vitamina A, D, E y K. Las vitaminas A, D y E se encuentran en cantidades proporcionales a la cantidad de grasa, por esta razón, las leches semidesnatadas y desnatadas suelen

enriquecerse en estas vitaminas. La vitamina D es de gran importancia para la absorción del calcio y el fósforo. Su aporte se hace importante, especialmente, en las etapas de crecimiento y en edades avanzadas”.

En la elaboración de productos lácteos juega un papel muy importante el manejo de las temperaturas para evitar la desnaturalización de las vitaminas, ya que en dicho proceso de alimentos se debe mantener los contenidos nutricionales de estas, así mismo, la leche es un producto de consumo para niños por su contenido de nutrientes.

1.2.6 MINERALES

Son micronutrientes que contiene la leche, “unos están en mayor cantidad como el calcio, fósforo, potasio cloro y sodio que tienen una gran importancia nutricional y a nivel industrial. Los minerales que se encuentran en menor cantidad o constituyentes menores son: zinc, cobre, hierro, yodo y manganeso, estos, aunque están en menor cantidad importantes en la dieta alimenticia y algunos como el cobre y el zinc actúan como catalizadores en la reacción de oxidación de las grasas” (UNAD, 2010, p.37).

Los minerales son de gran importancia en la elaboración de quesos, ya que la caseína debe estar ligada a los iones de calcio para que, en presencia de la enzima que participa en la coagulación de la proteína, se genere una estabilidad que aporta rendimiento en este proceso. Respecto al aporte nutricional, la leche es fuente rica en calcio, magnesio y fósforo, minerales que aportan a la formación ósea.

De acuerdo con la UNAD (2010, p. 36), las sales de la leche se encuentran en dispersión iónica, en una proporción entre 0.6 - 1.0%, las que se hallan en mayor cantidad son:

Fosfato de potasio, calcio y magnesio..... 0.33%

Cloruros de sodio y potasio..... 0.20%

Citrato de sodio, potasio, calcio y magnesio..... 0.32%

Sulfato de potasio y sodio..... 0.018%

Carbonatos de potasio y sodio.....0.025%

1.2.7 Importancia en la Transformación

Walstra, Geurts, Noomen, Jellema, Van Boekel (2001, p.24) determinan la importancia tecnológica, de acuerdo con la composición de la leche de la siguiente manera:

- a. Influencia en el rendimiento de los procesos de transformación, por ejemplo, la elaboración de la mantequilla depende del contenido de grasa; la elaboración de quesos depende del contenido de caseína y en la elaboración de leche en polvo desnatada depende del extracto seco magro.
- b. Estandarización de materia prima láctea, por ejemplo, en la leche de quesería se debe balancear la proporción entre proteína y grasa, en la leche en polvo desnatada es importante el balance entre proteína y lactosa.
- c. Dureza en la mantequilla depende de la composición de la grasa y su cristalización.
- d. La actividad del calcio influye en la coagulación de la caseína.
- e. El contenido de betacarotenos influye en el color de la leche y sus derivados.

1.3 Calidad de la leche

Una leche de calidad se caracteriza por una excelente composición de (grasa, proteína, lactosa, vitaminas y minerales), presenta recuentos microbianos bajos (higiénica), está libre de patógenos y no tiene contaminantes físico-químicos. La calidad de la leche es un requisito indispensable para el logro de productos de buena calidad, donde el hato es el primer condicionante para este proceso (Fernán, 2010). La leche debe ser de calidad, independiente del uso para que se destine, más si es para consumo directo, esto significa que, además de un buen contenido de nutrientes, debe ser inocua para el consumidor (Oliver, 2005).

1.4 Características de la leche cruda

Los centros de acopio deben verificar la aptitud para el procesamiento de la leche cruda determinando sus características, para esto se toman pruebas tanto de plataforma (evaluación sensorial, índice lacto métrico, determinación de temperatura, densidad y alcohol), como de laboratorio (pH, acidez titulable, determinación del contenido graso –método de Gerber–).

Tabla 2 Características de la leche cruda

Parametro/Unidad	Leche cruda	
Grasa % m/v mínimo	3.00	
Extracto seco total % m/m mínimo	11.30	
Extracto seco desengrasado % m/m	8.30	
	Mínimo	Máximo
Densidad 15/15°C g/ml	1.033	
Índice Lactométrico	8.40	
Acidez expresado ácido láctico %m/v	0.13	0.17
Índice °C	-0.530	-0.510
Crioscópio °H	-0.550	-0.530

Fuente: Decreto 616 de 2006, Republica de Colombia, p.13.

Referencias

Walstra, P., Geurts, T. J., Noomen, A. C., Jellema, A. C., & Van Boekel, M. A. J. (2001).

Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos (No. 637.1 W169c Ej. 1 019044).

Editorial Acribia.

Hurtado, M. G. (2014). *Recepción y almacenamiento de la leche y otras materias primas.*

INAE0209. IC Editorial.

UNIDAD 2

¿Sabe usted qué se debe tener en cuenta para determinar la calidad de la leche cruda?

Teniendo en cuenta que la leche es un producto perecedero, es importante precisar su calidad, para ello, se hace necesario determinar las pruebas de plataforma, que nos permiten establecer los parámetros de aceptabilidad de la misma en el momento que llega la leche al acopio, para proporcionar condiciones inocuas al consumidor y a los diferentes procesos.

1. PRUEBAS DE PLATAFORMA

Las pruebas de plataforma (examen organoléptico, densidad, temperatura, índice de refracción y alcohol o estabilidad proteica) son las que se hacen en el primer momento de recepción de la leche en la planta de acopio y determinan la aceptabilidad o rechazo de la leche. Para las pruebas, la muestra debe ser tomada cuidadosamente en cada uno de las cantinas que lleguen a la planta, esto con el fin de evitar cualquier contaminación y adulteración.

1.1. Examen organoléptico

Esta es la primera prueba que se realiza luego de destapar las cantinas. Mediante la determinación de las características organolépticas de la leche color, olor y sabor, de acuerdo a lo descrito en la tabla 3, se puede separar o eliminar las leches de mala calidad. Existen personas entrenadas que por el olor de la leche determinan la alteración de la misma en diferentes condiciones como la utilización de utensilios sucios, procesos inadecuados de refrigeración, o de leche que provenga de vacas enfermas con mastitis. UNAD (2010, p.9)

A continuación, podremos observar los diferentes atributos por tener en cuenta las pruebas organolépticas de la leche cruda.

Tabla 3 Características organolépticas de la leche crudas

ATRIBUTOS	CONCEPTOS
COLOR	Medin (2016) propone que “la leche tiene un color blanco aporcelanado, debido a los pigmentos que aportan el color amarillo suave, característico de la grasa por los carotenoides que provienen del forraje” (p. 39). Mientras que la leche descremada, según UNAD (2010), tiene una leve coloración azul porque se retira la grasa, aparte de que, terminando la fase de lactancia, se puede presentar una variación en el color de la leche, relacionado con la concentración de minerales.
OLOR	Como lo menciona UNAD (2010), el olor característico de la leche es suave debido a la presencia de ácidos, aldehídos, cetonas y trazas de sulfato de metilo, siendo estos compuestos orgánicos de bajo peso molecular.
SABOR	De acuerdo con Amiot (1991), normalmente la leche tiene un sabor suave, agradable y, debido al contenido de lactosa, el sabor de la leche es ligeramente dulce; se puede alterar por el desarrollo de algunos gérmenes psicotrofos y, finalizando el ciclo de lactancia, se presenta un sabor salado, debido a la presencia de cloruros.

	Para las pruebas, la muestra debe ser tomada cuidadosamente en cada uno de las cantinas que lleguen a la planta, con el fin de evitar cualquier contaminación y adulteración.
--	---

Fuente: autora.

La leche también se clasifica según su sabor en excelente, buena, regular, pobre e insalubre donde cada uno de los aspectos tiene características que se valoran por puntajes que ayudan a hacer el proceso de clasificación como se muestre en la tabla.

Tabla 4 Guía general para la clasificación de la leche según su sabor

Clasificación	Puntaje	Descripción del sabor específico
Excelente	40 - 45	Sin criticismo
Buena	38 - 39,5	Sabor ligeramente astringente y salado, carente de frescura, sabor ligero o definido a cocido, a pienso o sin sabor.
Regular	36 - 37,5	Sabor ligeramente a "establo" y oxidado; definitivamente astringente y salado carente totalmente de frescura, pronunciado sabor a cocido o sin sabor .
Pobre	35,5 o menos	Sabor ligero o definido a ácido, rancio y sucio; ligero, definido o pronunciado a "establo", amargo, extraño, a ajo/ cebolla, a malta, metálico; definido o pronunciado a establo y oxidado; pronunciado astringente, a pienso y salado.
Insalubre	Sin Puntaje	Sabor pronunciado ácido, rancio y a sucio.

Fuente: Nelson y Trout, 1964, p.96.

2. 2. Determinación de temperatura

De acuerdo con el decreto 616 del 2006 de la República de Colombia, dispone que “la leche debe refrigerarse a 4° C +/- 2° C inmediatamente después del ordeño o entregarse a las plantas

de acopio o procesamiento en el menor tiempo posible, garantizando la conservación e inocuidad. Se determina con un termómetro” (p. 10).

Figura 2 Termómetro



Fuente: MyXLShop, 2018.

Cuáles son los requisitos para determinar la temperatura en la leche cruda (UNAD 2010, p.8):

- Calibrar y graduar los termómetros con escala entre -10 a +100 °C, y con divisiones no menores de 1 °C.
- Dar el tiempo suficiente para estabilizar la temperatura del termómetro a la del producto.
- Efectuar la lectura de la temperatura evitando la contaminación de las muestras, por medio de la limpieza y desinfección previa a los termómetros.
- Separar las muestras de análisis microbiológico en recipientes separados para no medir la temperatura directamente.
- El pago de la leche refrigerada se hace de acuerdo a la temperatura.

2.3. Densidad

La densidad hace referencia a la relación que existe entre la masa y el volumen, por lo que está asociada con la cantidad de sólidos presentes en un volumen determinado de una sustancia y está dada en unidades de g/ml, g/cm^3 y kg/L. En el caso de la leche, la densidad es mayor a la del agua debido a los sólidos presentes en su composición, como se muestra en la tabla 5:

Tabla 5 Densidad de la leche

COMPUESTO	DENSIDAD
Leche entera	1,032 g/ml
Leche cruda	1,036 g/ml
Leche aguada	1,029 g/ml

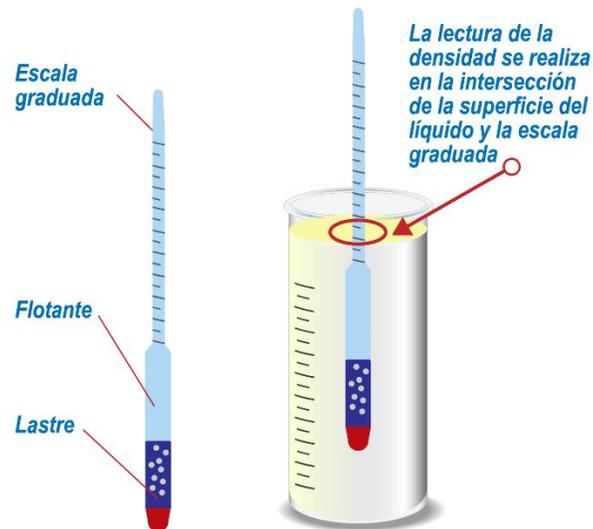
Fuente: Autora.

Las empresas de recepción de leche tienen la densidad como uno de los primeros parámetros de calidad porque permite detectar la pureza y fraudes de la leche como el aguado y el desnatado; la leche aguada tendrá una densidad menor que la desnatada. De igual manera, la densidad es el parámetro que contribuye a realizar los cálculos de formulación y rendimiento de forma adecuada en los procesos de transformación.

Asimismo, como señala García (2013, p. 18), hay que tener en cuenta que una leche con mayor contenido en materia grasa tiene menor densidad, ya que la densidad de la grasa es

inferior a la del agua, mientras que una leche con alto contenido en proteínas, sales minerales y lactosa tendrá una densidad mayor.

Figura 3 Lactodensímetro



Fuente: Elaboración propia basado en el modelo de Fisicanet, 2018.

Procedimiento:

- Llenar la probeta con leche fresca, evitando la espuma.
- Introducir el lactodensímetro, girarlo y dejar que se estabilice unos segundos.
- Tomar la lectura de la densidad y la temperatura que determina el vástago.
- Corregir la densidad.

La lectura de la densidad se corrige teniendo en cuenta si la temperatura de la leche está por encima o por debajo de la temperatura de referencia del lactodensímetro a 15°C, esta corrección se hace con la siguiente formula:

Si está por encima de la temperatura de referencia del lactodensímetro

$$\text{Densidad real o corregida} = \text{Densidad leche} + 0,0002 (T^\circ - 15^\circ\text{C})$$

Si está por debajo de la temperatura de referencia del lactodensímetro

$$\text{Densidad real o corregida} = \text{Densidad leche} - 0,0002 (15^\circ\text{C} - T^\circ)$$

T° = Temperatura leída en el lactodensímetro (la temperatura de la leche).

Otra forma de hacer la corrección de la densidad de la leche es utilizando las tablas de AOAC (Association of Official Analytical Chemists. Analytical Chemist. 12 ed. 1094, p. Washington). Teniendo la temperatura de la leche y la temperatura de referencia se buscan los datos de la corrección de la densidad (UNAB 2010, p. 12).

2.4. Índice de refracción

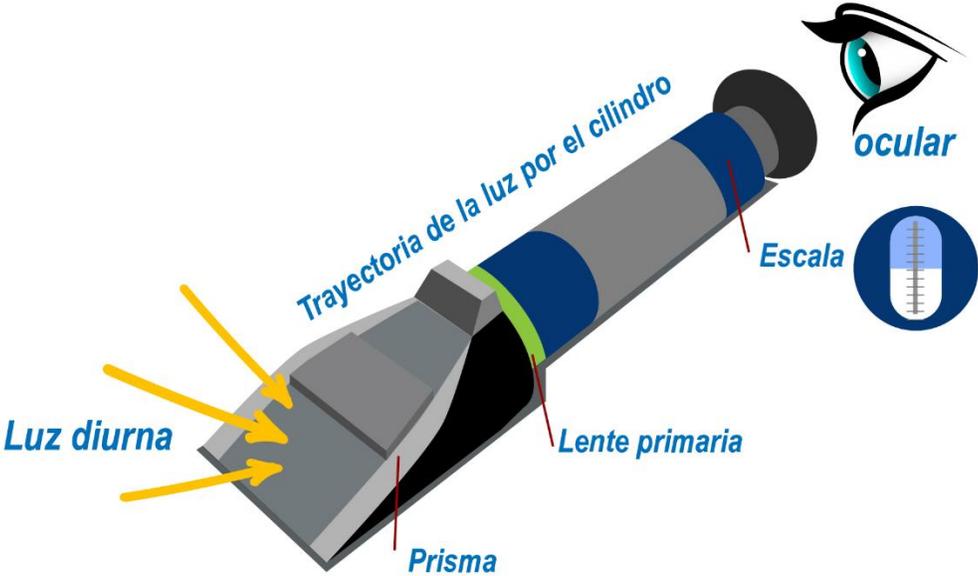
En la industria lechera es de gran ayuda que se halle el índice de refracción, ya que con esta medida se determina el grado de concentración de la leche en los procesos de evaporación, ultrafiltración y ósmosis inversa. Así mismo, ayuda a valorar la autenticidad de la materia grasa. Cabe decir que, de acuerdo con UNAD (2010, p.16), “esta medida expresa el fenómeno de desviación de la luz, que ocurre cuando traspasa el aire e incide sobre la calidad de la leche. Su valor fluctúa entre 1.3440 y 1.3485; este es el resultado de la suma de los índices

de refracción individual de los solutos o fase discontinua y del agua o fase continua de la leche”. Cuando existe alteración en alguno de los componentes de la leche, cambia el valor del índice de refracción, debido a que se modifica la concentración de los solutos por el aguado; el valor del índice de refracción se acercará al del agua, detectando de esta manera el fraude.

Para la determinación del índice lacto métrico de refracción, se utilizan instrumentos como el refractómetro de Abbé (figura 4), que se usa para productos descremados y leches concentradas azucaradas, o refractómetros de inmersión como el lactómetro “Bertuzzi”, para medir el índice de refracción del suero obtenido de la coagulación de la caseína.

A continuación, se detalla la utilización del refractómetro:

Figura 4 Refractómetro de Abbe



Fuente: Elaboración propia basado en el modelo de Maquimsa, 2018.

Procedimiento

- Determinar la temperatura a una muestra de leche y ajustar la temperatura de calibración del refractómetro.
- Llevar dos o tres gotas de leche al prisma del refractómetro.
- Realizar la lectura del índice de refracción.
- Reportar resultados.

2.5. Prueba de alcohol o estabilidad proteica

UNAD (2010, p.13), en la guía práctica del módulo de tecnología de lácteos, consigna que la prueba de alcohol es el método que se utiliza principalmente para evaluar la calidad de la leche en cantinas o recipientes de mayor capacidad. Además, es posible afirmar que cuando la acidez de la leche sube el pH disminuye, debido a la contaminación bacteriana en leches de baja calidad. Por lo anterior, cuando se mezcla la leche con igual volumen de Etanol de 72°, se presenta la coagulación o precipitación del producto; ocurre con una acidez igual o superior a 22,5 ml NaOH 0,1 N/100 ml.

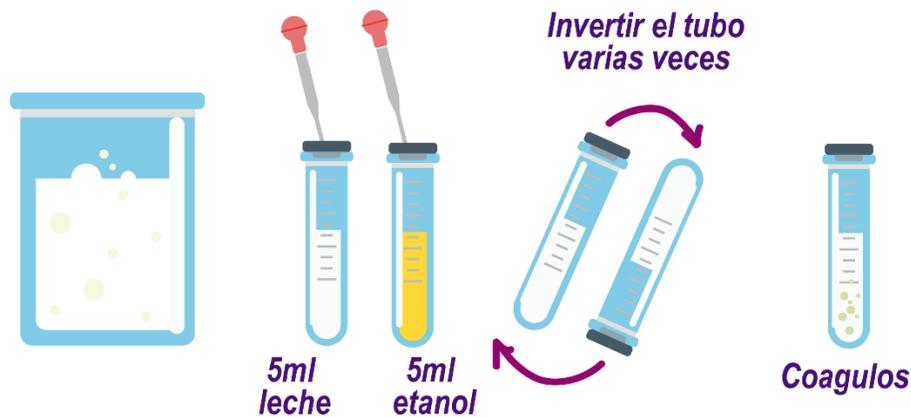
Así mismo, nos indica UNAD (2010, p.13) que una prueba de alcohol positiva también muestra poca estabilidad de la leche al calor, hecho muy importante si el producto ha de ser pasteurizado o esterilizado. De igual manera, es útil para detectar si la leche es inadecuada para su procesamiento y consumo, como es el caso de la leche calostro o leches con alteraciones en el balance salino, que las hacen más susceptibles a la coagulación.

Procedimiento:

1. Agitar la leche para homogeneizar.
2. Depositar 5 ml de muestra de leche en un tubo de ensayo.
3. Adicionar 5 ml de etanol con la concentración correspondiente.
4. Invertir el tubo para mezclar los componentes.
5. Analizar el aspecto de la muestra

(López, Barriga, Jara, Ruz, 2015. p.18)

Figura 5 Prueba de alcohol



Fuente: López, Barriga, Jara, Ruz, 2015, p.19.

La prueba es positiva si la mezcla de etanol y leche presenta coagulación, si es así, la leche es rechazada porque determina inestabilidad proteica por contenido de ácido láctico en la leche en presencia de alcohol.

Referencias

Chacón, A. (2008). *Generalidades sobre la evaluación de la calidad de la leche en la agroindustria láctea*. *Actualidad Zootéc*, 3, 38-47. Amiot, J., Bergeron, J., Blais, A., Bonin, G., Boudreau, A., Boulet, M., ... & Cloutier, R. (1991). *Ciencia y tecnología de la leche: principios y aplicaciones*. Acribia.

UNIDAD 3

¿En el centro de acopio con qué pruebas de laboratorio se determina la calidad de la leche? Después de comprobar las pruebas de plataforma, debemos examinar más allá la calidad de la leche que nos asegura que está lista para ser almacenada o procesada. Lo anterior, cumpliendo con los parámetros de pH, acidez titulable y contenido butírico.

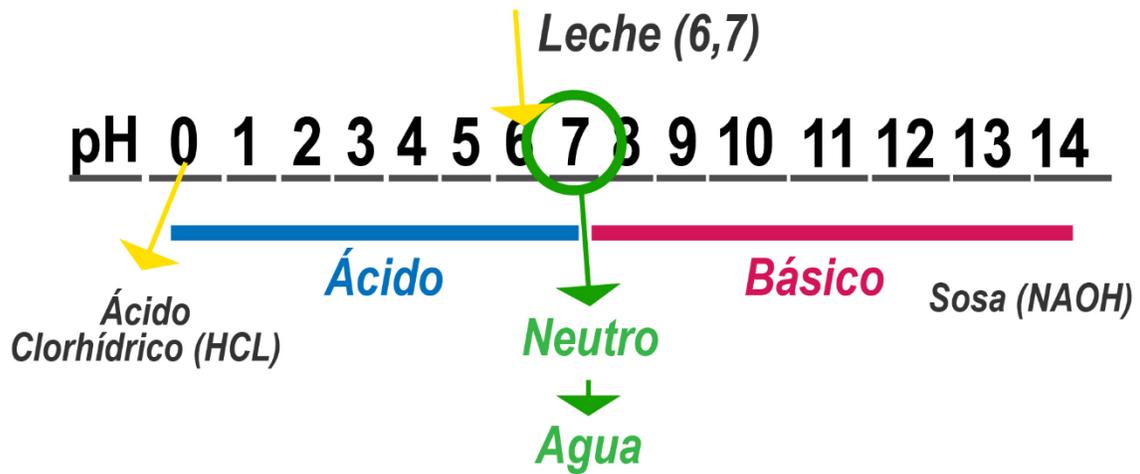
2. PRUEBAS DE LABORATORIO

2.1. Determinación del pH

Con relación al pH, según García (2013, p.20), se define como una medida de la acidez o de la alcalinidad que presenta una sustancia. Viene dado por la cantidad de iones libres de hidrógeno que presenta, de ahí su nombre, *Pondus hydrogenium*, que significa peso del hidrógeno.

Como se puede observar en la figura 6, cuando la concentración de iones de hidrógeno es de 10^{-1} a 10^{-7} , corresponde a un pH de 1 a 7, es decir, medio ácido. Si la concentración de iones de hidrógeno es de 10^{-7} a 10^{-14} (pH 7 a 14) el medio será alcalino (el pH =7 es neutro). Dichas variaciones dependen del estado de sanidad de la leche y de los microorganismos responsables de convertir la lactosa en ácido láctico (UNAD, 2010, p.14).

Figura 6 Escala empleada para determinar el pH, con algunos ejemplos de sustancias comunes y su valor de pH correspondiente



Fuente: Elaboración propia basado en el modelo de Rosado, 2013, p.289.

Como establece López, Barriga, Jara y Ruz (2015, p.9), el pH en la leche se determina con un pH-metro y se hace directamente en la leche. El pH de una leche es inversamente proporcional a la acidez titulable, esto quiere decir que a mayor acidez menor pH. Los valores de pH de la leche están entre 6,6 y 6,8, dependiendo de la acidez presente en la leche.

A continuación, se expone el procedimiento:

- Calibrar el pH-metro con las soluciones tampón de referencia (pH 7, 4, 10), empezando siempre por la de pH 7. Lavar el electrodo con agua destilada para tomar la siguiente medición.

- Homogenizar la muestra y llevarla a una temperatura de 20°C.
- Hacer la medición pH sumergiendo el electrodo del pH-metro en la muestra de leche registrar los resultados.

Figura 7 Esquema de la determinación de pH



Fuente: López, Barriga, Jara y Ruz, 2015.p 10.

Para tener claridad en el procedimiento de la determinación del Ph el esquema anterior, muestra cada uno de los pasos, para obtener los resultados correctos de la prueba de determinación.

2.2. Acidez titulable

Otra prueba de calidad de la leche cruda, según López, Barriga, Jara y Ruz (2015, p.4), “Es la acidez total que se determina por volumetría o titulación. Lo que se pretende es la

saturación de las funciones ácidas de la leche mediante un producto alcalino que, en presencia de un reactivo indicador (solución alcohólica al 2 % de fenolftaleína), descubre mediante un cambio de color la neutralización del ácido de la leche por el álcali al final de la reacción. La solución alcalina más empleada en la valoración de la acidez de la leche es el hidróxido sódico (NaOH) 0,111 N (N/9)".

La acidez titulable es el resultado de la acidez que se va formando en la leche por acción de las cargas microbiológicas contaminantes y a la acidez natural de la leche que se debe a:

- Acidez de la caseína anfótera, constituye cerca de 2/5 partes de la acidez natural.
- Acidez de las sustancias minerales, del CO₂ y de ácidos orgánicos naturales, aproximadamente las 2/5 partes de la acidez natural.
- Reacciones de los fosfatos, cerca de 1/5 parte de la acidez natural.

Es importante determinar la acidez de la leche para valorar el grado de alteración, normalmente una leche debe tener valores de acidez titulable entre 0.15 a 0.16%, si es menor indica que la leche proviene de una vaca con mastitis, contiene agua o que presenta alteraciones con alguna sustancia alcalina y valores mayores de 0.16% muestran contaminación microbiana (UNAD, 2010, p.15).

Figura 8 Acidómetro Dornic



Fuente: Elaboración propia basado en el modelo de López, Barriga, Jara y Ruz, 2015. p.4.

El acidómetro de Dornic presentado en la figura 8, es el equipo que se utiliza para determinación de acidez titulable que, según López, Barriga, Jara y Ruz, 2015. p.4, se lleva a cabo de la siguiente manera:

- Agitar la leche antes de tomar la muestra.
- Llevar 10 ml de muestra a un beaker o vaso precipitado.
- Adicionar 4 a 5 gotas fenolftaleína indicador universal.
- Nivelar la bureta (figura 8) con Hidroxido de sodio NaOH N/9.
- Sobre la muestra de leche dejar caer gota a gota de NaOH N/9, mover el vaso de precipitado constantemente.

Se puede dar por terminada la estimación, cuando se presenta una coloración rosado claro y esta se mantiene al menos por 30 segundos. Pasados los 30 segundos, es importante valorar la cantidad de ácido láctico respecto a la cantidad de hidróxido de sodio gastado (ml de NaOH N/9), que se muestra en la bureta.

Figura 9 Esquema de la determinación de acidez



Fuente: Elaboración propia basado en el modelo de López, Barriga, Jara, Ruz, 2015.

En la figura anterior se puede observar claramente el procedimiento antes descrito para determinar la acidez titularle, en donde se describe el paso a paso para llegar al resultado final de la prueba que es la coloración rosada que se presenta en la valoración final y la cantidad de hidróxido que se gasta para esta valoración.

Los resultados se expresan en grados Dornic o en gramos de ácido láctico por 100 ml de leche. $1^\circ \text{Dornic} = 0,1 \text{ ml de Sosa N/9} = 0,1 \text{ g de ácido láctico}$.

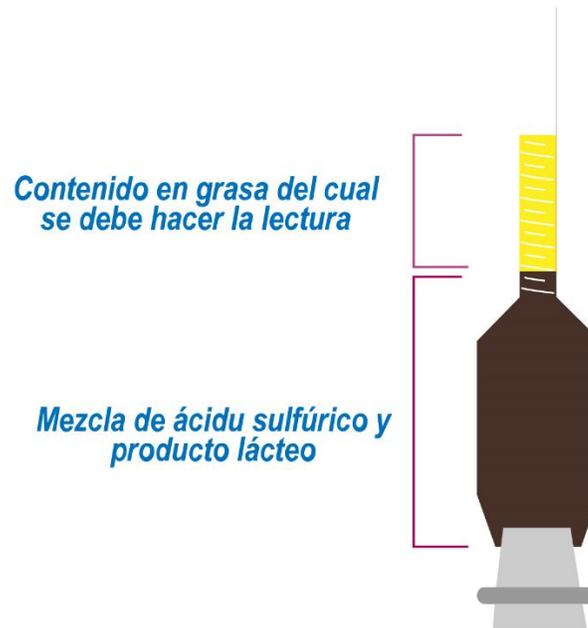
Se debe agregar que la determinación de la acidez de la leche es muy importante porque da lugar a evaluar el grado de alteración de la leche, por tal razón la industria lechera tiene rangos de valoración de la acidez de leche fresca entre 0.15 a 0.16%, valores menores pueden

indicar que es una leche proveniente de vacas con mastitis, aguada o que contiene alguna sustancia química alcalina. Porcentajes mayores del 0.16% indican que la leche contiene bacterias contaminantes (p.17), siendo los valores normales de la leche entre el 0,14 y el 0,17% de ácido láctico. De igual manera, la acidez titulable en la industria láctea es de gran importancia en los procesos de estandarización, principalmente, en la elaboración de leches fermentadas y quesos hilados porque nos determinan la cantidad de ácido láctico de los productos terminados.

2.3. Contenido butírico

El contenido tasa butírica de la leche es un criterio importante de calidad, dado que muchas de las características de los derivados lácteos, especialmente la textura, dependen directamente de la grasa presente en la leche original. Y de acuerdo con López, Barriga, Jara, Ruz (2015, p.14), para la determinación de grasa se utiliza el método de Gerber (volumétrico) que se basa en medir el volumen de la fase grasa y la acuosa separada por centrifugación y medida en butirómetros graduados. Consiste en la liberación total de la grasa por disolución de las sustancias proteicas con ácido sulfúrico al 90-91% y alcohol isoamílico que facilita la separación de la grasa y, mediante la centrifugación, se consigue la separación total de la grasa.

Figura 10 Butirómetro



Fuente: Elaboración propia basado en el modelo de García, 2007, p. 7.

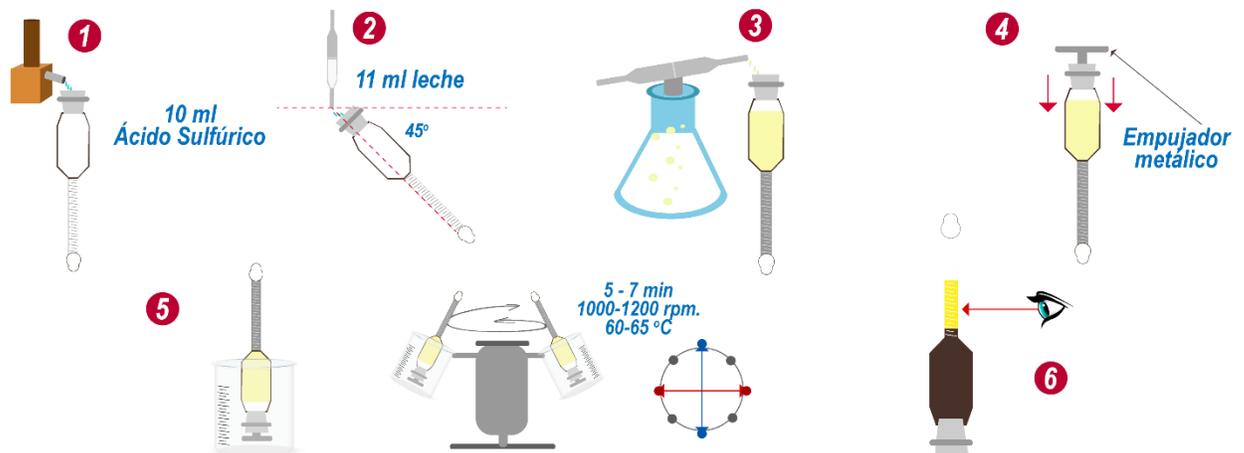
Procedimiento según López, Barriga, Jara, Ruz (2015, p 12):

- Colocar en el butirómetro 10 ml de ácido sulfúrico 90-91%.
- Por las paredes del butirómetro con una pipeta adicionar 11 ml de leche
- Adicionar 1 ml de alcohol isoamílico
- Con el tapón cerrar el butirómetro
- Mezclar con cuidado los ingredientes agitando el butirómetro
- Llevar los butirómetros a la centrifuga, tener cuidado que quede equilibrada, centrifugar durante 5 minutos a partir de que se adquiera la velocidad (1000- 1200 rpm).

- Llevar el butirómetro a baño de maría con una temperatura de 60-65 °C por un tiempo de 3 a 5 minutos.
- Ajustar el tapón para que la columna de grasa coincida con una unidad entera de la escala del butirómetro para hacer la lectura
- Efectuar la lectura ajustando el tapón para que la columna de grasa coincida con una unidad entera de la escala del butirómetro.

Los valores de la grasa total nos ofrecen parámetros para estandarizar la leche que aporte las características de sabor, color, olor y textura, de acuerdo con el producto que se vaya a elaborar en la industria láctea, ya sean productos que contengan bajo o alto contenido de grasa. Teniendo en cuenta la normatividad, la grasa total de la leche debe estar en 3% m/v, si el valor es mayor se pueden realizar los procesos de descremado para obtener mejor aprovechamiento de la producción láctea.

Figura 11 Determinación de grasa método de Gerber



Fuente: Propia basada en López, Barriga, Jara, Ruz, 2015, p 13

BIBLIOGRAFIA

Chacón, A. (2008). *Generalidades sobre la evaluación de la calidad de la leche en la agroindustria láctea*. Actualidad Zootéc, 3, 38-47. Amiot, J., Bergeron, J., Blais, A., Bonin, G., Boudreau, A., Boulet, M., ... & Cloutier, R. (1991). *Ciencia y tecnología de la leche: principios y aplicaciones*. Acribia.

Decreto número 616 de 2006. Ministerio de protección social. República de Colombia. 28 feb 2006

Determinaciones analíticas en leche. / [López, A.L.; Barriga, D.; Jara, J.; Ruz, J.M.]]. – Córdoba. Consejería de Agricultura y Pesca, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 2015. –1-26 p. Formato digital (e-book) - (Tecnología, Postcosecha e Industria Agroalimentaria)

García, Hurtado, María. *Recepción y almacenamiento de la leche y otras materias primas (UF1178)*, IC Editorial, 2013. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral-proquest-com.aure.unab.edu.co/lib/unabsp/detail.action?docID=4184145>.

Gómez, M. (2010). *Tecnología de lácteos (versión actualizada)*. UNAD

Hurtado, M. G. (2014). *Recepción y almacenamiento de la leche y otras materias primas*. INAE0209. IC Editorial.

Medin, R. (2016). *Alimentos: introducción, técnica y seguridad (5a. ed.)*. Retrieved from

<https://ebookcentral-proquest-com.aure.unab.edu.co>

Rosado, H. P., & Rosado, H. J. (2013). *Tratamientos previos de la leche: elaboración de*

leches de consumo y productos lácteos (uf1179). Retrieved from [https://ebookcentral-](https://ebookcentral-proquest-com.aure.unab.edu.co)

[proquest-com.aure.unab.edu.co](https://ebookcentral-proquest-com.aure.unab.edu.co)

Walstra, P., Geurts, T. J., Noomen, A. C., Jellema, A. C., & Van Boekel, M. A. J. (2001).

Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos (No. 637.1 W169c Ej. 1

019044). Editorial Acribia.