



# BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

## FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

“Elaboración de un manual de prácticas para  
el análisis químico de la leche y productos  
lácteos”

### REPORTE TÉCNICO

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Licenciado en Ingeniería Química

**PRESENTA:**

Jesús Flores Bravo

**DIRECTOR DE REPORTE TÉCNICO:**

**M.I.Q. Montserrat González Limón**

**Puebla, Pue. a 29 de julio de 2019**

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
JUSTIFICACIÓN .....	6
OBJETIVO GENERAL:.....	7
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	7
CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE LA LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS .....	8
1. LOS ALIMENTOS.....	8
1.1 Alimentos de origen vegetal.....	8
1.2 Alimentos de origen animal.....	9
2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS .....	9
2.1 Macronutrientes.....	9
2.2 Micronutrientes.....	15
3. LECHE .....	20
3.1 Clasificación y Composición química.....	21
4. PRODUCTOS LÁCTEOS (CLASIFICACIÓN Y COMPOSICIÓN QUÍMICA) .....	22
4.1 Productos lácteos no fermentados.....	22
4.2 Productos lácteos fermentados.....	23
5. QUÍMICA ANALÍTICA.....	25
5.1 Definición.....	25
5.2 Clasificación .....	25
5.3 Métodos analíticos .....	25
5.4 Técnicas y métodos clásicos de la química analítica .....	25
5.5 Equipo, Reactivo y Material utilizado en la química analítica .....	31
6. ANÁLISIS QUÍMICO DE LA LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS.....	34
6.1 Pruebas Cualitativas .....	35
6.2 Pruebas Cuantitativas .....	37
CAPÍTULO II: EL CENTRO DE BACHILLERATO TECNOLÓGICO AGROPECUARIO NO. 79 (CBTA 79) Y LA CARRERA DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE ALIMENTOS (PIA) .....	41

7. CENTROS DE BACHILLERATO TECNOLÓGICO AGROPECUARIO (CBTAS).....	41
7.1 Estructura curricular de los CBTAS .....	42
8. EL CENTRO DE BACHILLERATO TECNOLÓGICO AGROPECUARIO NO. 79 (CBTA 79) ...	42
8.1 Localización.....	42
8.2 Organización .....	43
8.3 Infraestructura .....	43
8.4 Oferta educativa .....	44
8.5 Comunidad Estudiantil .....	44
8.6 Matrícula.....	44
9. EL MODELO EDUCATIVO POR COMPETENCIAS EN LA EMS.....	45
9.1 La Reforma Integral de Educación Media Superior (RIEMS) .....	45
9.2 Marco Curricular Común (MCC) .....	45
9.3 El Sistema Nacional De Bachillerato (SNB).....	46
9.4 Competencias del MCC .....	46
10. LA CARRERA TÉCNICA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE ALIMENTOS (P.I.A.).....	47
10.1 Propósito de la carrera .....	48
10.2 Perfil de Ingreso .....	48
10.3 Perfil de Egreso.....	48
10.4 Estructura Curricular .....	49
10.5 Módulos Profesionales .....	50
10.6 Competencias de los Módulos Profesionales .....	51
CAPITULO III: MANUAL DE PRÁCTICAS PARA EL ANÁLISIS QUÍMICO DE LA LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS.....	55
11. PRÁCTICAS EXPERIMENTALES PARA EL ANÁLISIS QUÍMICO DE LA LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS .....	56
11.1 Determinación de la Densidad en leche .....	56
11.2 Determinación de Materia Extraña en leche y productos lácteos.....	57
11.3 Determinación de Humedad y Extracto Seco en leche y productos lácteos .....	59

11.4 Determinación de Cenizas en leche y productos lácteos .....	60
11.5 Determinación de Acidez en leche.....	62
11.6 Determinación de pH en leche y productos lácteos.....	63
11.7 Determinación de Almidón y Harinas en leche y productos lácteos .....	65
11.8 Determinación de Bicarbonato en leche y productos lácteos.....	66
11.9 Determinación de Grasa en leche.....	68
11.10 Determinación de Nitrógeno total y Proteína en leche y productos lácteos .....	69
CONCLUSIONES .....	71
ANEXO: .....	72
A1. COMPENDIO DE PRÁCTICAS EXPERIMENTALES PARA EL ANÁLISIS QUÍMICO DE LA LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS.....	72
A2. INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN.....	117
BIBLIOGRAFÍA.....	119

## INTRODUCCIÓN

El proyecto “Elaboración de un manual de prácticas para el análisis químico de la leche y productos lácteos” es un trabajo que resume la experiencia laboral adquirida, en el ámbito de la docencia a nivel medio superior, en la impartición de la asignatura “Realiza Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos pertinentes” correspondiente al submódulo 1, módulo 2 de la carrera técnica Producción Industrial de Alimentos (PIA) que se oferta en el en el Centro de Bachillerato Tecnológico No. 79 (CBTA 79). Tiene como objetivo ser un material didáctico, actualizado, con un enfoque por competencias que esté al alcance de los estudiantes y docentes para su uso en la práctica docente en los diferentes bachilleratos tecnológicos donde se imparta dicha carrera.

El presente manual integra un compendio de 10 prácticas experimentales diseñadas con enfoque por competencias (Acuerdo 444, SEP 2008) acorde al actual plan de estudios (Acuerdo 653, SEP 2016) y ha sido elaborado con el propósito de desarrollar las competencias genéricas, disciplinares y profesionales necesarias para el Análisis Químico de la Leche y Productos Lácteos.

Las prácticas experimentales propuestas están diseñadas bajo un plan de clase que integra las tres fases de la didáctica docente; la apertura (pre-práctica), el desarrollo (práctica) y cierre (post-práctica). En la apertura (pre-práctica), se establece el inicio y tiene como objetivo introducir al estudiante en la práctica experimental a desarrollar mediante el estudio de los fundamentos teóricos y normativa vigente. El desarrollo (práctica), que comprende el proceso total experimental, desde el acondicionamiento del área de trabajo hasta el procesamiento y obtención de los resultados, tiene como propósito principal desarrollar en el estudiante los conocimientos, habilidades y actitudes necesarios en el trabajo en laboratorio para el análisis químico de la leche y producto lácteos. El cierre (post-práctica), que establece el fin de la práctica y abarca desde las preguntas de reflexión y conclusiones hasta la elaboración del reporte técnico, tiene como objetivo desarrollar en el estudiante las competencias necesarias para reportar los resultados obtenidos, mediante la elaboración de un reporte técnico. Además, el manual integra una lista de cotejo (apéndice A2), como instrumento de evaluación, producto de la experiencia en la práctica docente, que integra criterios de exigencia que permiten evaluar el proceso y producto de aprendizaje esperado en la adquisición de las competencias genéricas, disciplinares y profesionales sugeridas por el actual plan estudios del submódulo 1, módulo 2 de la carrera técnica PIA para el análisis químico de la leche y productos lácteos.

## JUSTIFICACIÓN

La carrera técnica “Producción Industrial de Alimentos (PIA)” impartida en el Centro de Bachillerato Tecnológico No. 79 (CBTA 79) es una de las 28 carreras técnicas ofertada por la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria (DGETA), hoy día la Unidad de Educación Media Superior Tecnológica Agropecuaria y Ciencias Del Mar (UEMSTAyCM), tiene como propósito formar técnicos capacitados para conservar y procesar con calidad e inocuidad, materias primas de origen, vegetal o animal, y así convertirlos en productos y/o servicios sustentables de alto valor agregado (DGETA, 2016). Está integrada por cinco módulos profesionales y once submódulos cuyo objetivo es desarrollar, en el estudiante de bachillerato, las competencias necesarias para el **análisis y transformación de los alimentos**. Surge de la necesidad de actualizar la carrera técnica “Agroindustrias” que, desde hace más de 30 años se ha impartido en los Centros de Bachillerato Tecnológicos Agropecuarios (CBTAS). Asimismo, la carrera técnica PIA ha sido implementada para mejorar la competitividad y profesionalismo de los técnicos formados a nivel regional y nacional. Además de que es pieza clave para disminuir los altos índices de desnutrición, escasez de alimentos y pobreza de los suelos (SEP, 2016).

Una de las características principales del actual plan de estudios (Acuerdo 653, SEP 2016) de la carrera de PIA es la incorporación de asignaturas que permiten desarrollar las competencias genéricas, disciplinares y profesionales necesarias para el análisis físico, químico y microbiológico de alimentos, esto, debido a que los submódulos profesionales que la integran cuentan con al menos una asignatura para tal fin (SEP, 2016). Sin embargo, actualmente, dentro del plan de estudios de la carrera técnica PIA, el programa de estudios de cada submódulo profesional enfocada para el análisis de alimentos, no incluye, de manera explícita, un programa de prácticas experimentales para dicho fin, además, en la bibliografía actual, así como en los acervos de la DGETA y de los CBTAS, no existe material didáctico alguno, actualizado y con un enfoque por competencias, que se adecue al contexto de los CBTAS y, al mismo tiempo, atienda las necesidades demandadas por los submódulos profesionales para el análisis físico, químico y microbiológico de alimentos. Por tal motivo, el presente trabajo “Elaboración de un manual de prácticas para el análisis químico de la leche y productos lácteos” ha sido elaborado con el propósito de cubrir el actual programa de estudios del submódulo 1, módulo 2 “Realiza Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos pertinentes”, ser un material didáctico contextualizado, al alcance de estudiantes y docentes, que permita desarrollar las competencias para el análisis químico de la leche y productos lácteos.

## **OBJETIVO GENERAL:**

Elaborar un manual de prácticas experimentales con base al actual modelo educativo por competencias, para cubrir el actual plan de estudios del submódulo profesional “Realiza Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos pertinentes”, perteneciente al módulo “Procesa alimentos lácteos y sus derivados con calidad e inocuidad” de la carrera técnica Producción Industrial de Alimentos (PIA) que se imparte actualmente en el CBTA 79.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

1. Realizar una investigación bibliográfica acerca de los conceptos básicos para el análisis químico de la leche y productos lácteos que cubran el submódulo profesional 1 del módulo 2 de actual plan de estudios de la carrera técnica PIA
2. Diseñar una serie de prácticas experimentales que permitan el desarrollo de las competencias genéricas, disciplinares y profesionales del submódulo profesional 1 del módulo 2 del actual plan de estudios de la carrera técnica PIA
3. Elaborar un manual didáctico que integre las prácticas experimentales diseñadas para el análisis químico de la leche y productos lácteos con base en el actual modelo educativo por competencias y plan de estudios vigente

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE LA LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS

## 1. LOS ALIMENTOS

Los alimentos son productos naturales o transformados que por sus componentes químicos y características sensoriales pueden ser ingeridos para calmar el hambre, satisfacer el apetito, dar un soporte energético y aportar los nutrientes que el organismo requiere para mantenerse sano. Se derivan de plantas, animales y organismos unicelulares (Sikorski, Z. 2002) y se pueden clasificar por su origen, como vegetal o animal, o por su valor nutritivo, como carnes y huevos, lácteos, aceites y grasas, legumbres, cereales y derivados, frutas y verduras, azúcares y derivados y bebidas (figura 1.1) (López, V. 2012)

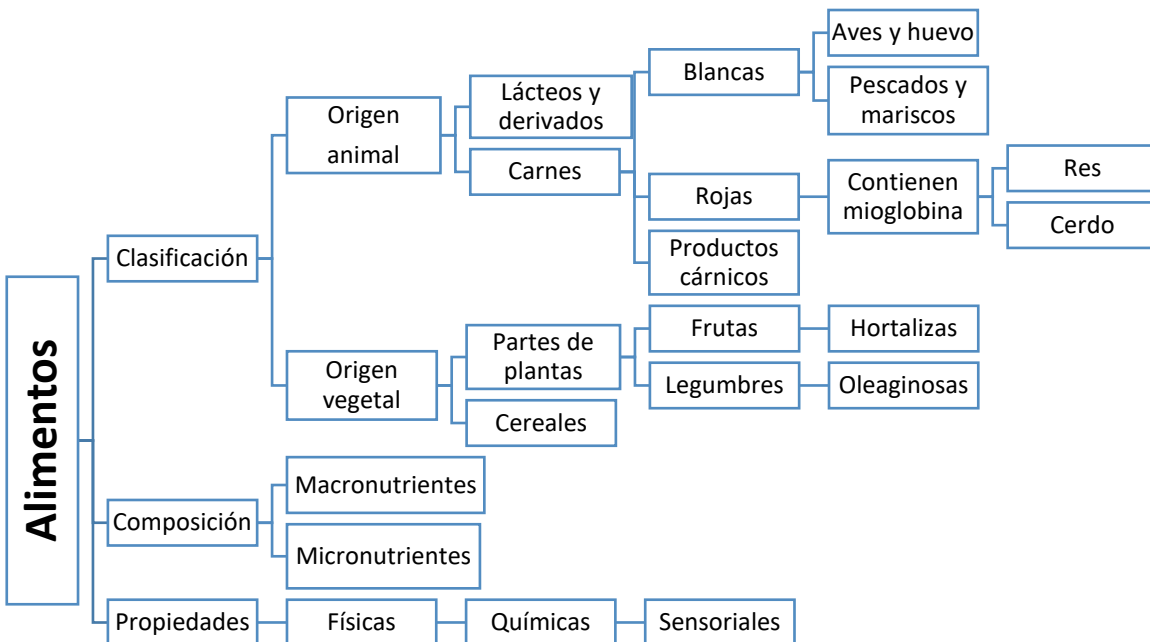


Figura 1.1 Los alimentos, su clasificación, composición y propiedades (López, V. 2012)

### 1.1 Alimentos de origen vegetal

Los alimentos de origen vegetal se pueden dividir en dos grupos; 1) los cereales, leguminosas y frutos secos y 2) los derivados de la hortofruticultura. Los primeros, tienen una larga vida debido a su poco contenido de agua y son atacados principalmente por hongos cuando la humedad rebasa el 15% de su composición. Los segundos, que comprenden a las frutas y verduras, contienen mucha más agua, presentan una actividad biológica muy activa, tienen una acelerada maduración y son mayormente atacados por microorganismos, por lo que su período de vida es de pocos días (Badui, S. 2012).

## **1.2 Alimentos de origen animal**

Los alimentos de origen animal incluyen a la **leche**, las carnes, el pescado y el huevo. Son perecederos debido a que presentan un pH casi neutro y un alto contenido de agua, asimismo, sus nutrimentos favorecen la proliferación de varios tipos de microorganismos (Badui, S. 2012).

## **2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS**

Los alimentos están compuestos de sustancias químicas, orgánicas e inorgánicas denominadas nutrientes (Badui, S. 2013), los cuales se pueden clasificar en dos grupos principales, macronutrientes y micronutrientes, de acuerdo con la proporción presente en ellos (Cheung, P. & Bhavbhuti M. Mehta. 2015).

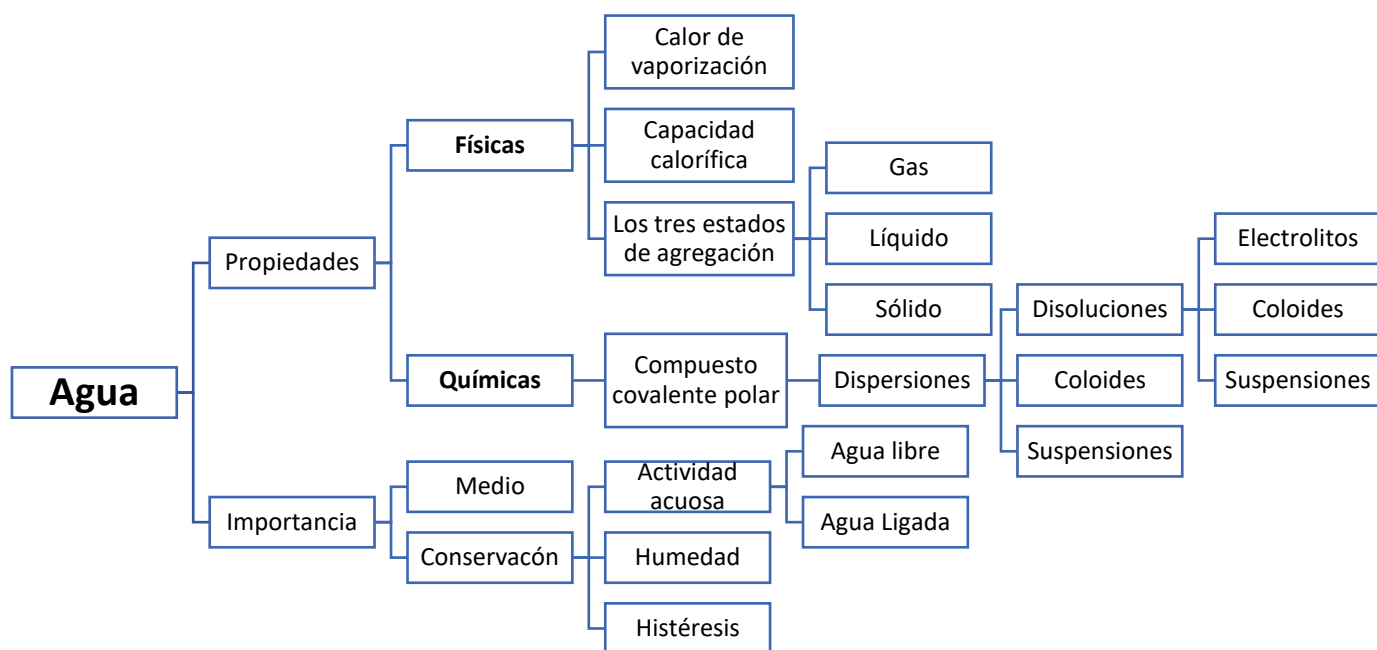
### **2.1 Macronutrientes**

Los macronutrientes son compuestos que están presentes en mayor proporción en los alimentos. Estos incluyen el agua, los carbohidratos, las proteínas y los lípidos (Badui, S. 2013)

#### **2.1.1 Agua**

El agua es uno de los cuatro macronutrientes que integran a todos los alimentos, a pesar de que, con frecuencia, no se le considera uno, debido a que no sufre cambios químicos durante su aprovechamiento en el organismo humano. Tiene funciones biológicas tales como la capacidad para transportar sustancias, disolver otras y mantenerlas tanto en solución como en suspensión coloidal. Presenta reactividad química, ya que interviene en reacciones enzimáticas. Influye en las propiedades de los alimentos, tales como la consistencia, textura y otras características reológicas, asimismo, repercute en su estabilidad química y microbiológica. Además, su contenido en los alimentos es decisivo en todos los procedimientos de conservación de éstos, tales como la concentración, la deshidratación, el congelamiento, la liofilización, el salado, el azucarado y la pasteurización por alta presión, pues estos sistemas tienen el objetivo de regular su actividad para controlar tanto las reacciones enzimáticas, como el crecimiento microbiano (Badui, S. 2013)

El contenido de agua en los alimentos varía de acuerdo con el tipo de producto del que se trae (Badui, S. 2013). En algunos productos secos se presenta en un porcentaje menor, como es el caso de los granos, donde presenta el 15%, no obstante, en algunos otros, su contenido representa un porcentaje considerable, como por ejemplo los productos de la carne, con el 75% y, en general, las frutas y verduras, que contienen en promedio, 90% del producto comestible (tabla 2.1) (Badui, S. 2012). Su distribución en un alimento no es homogénea debido a las distintas interacciones que ocurren entre el líquido y los macrocomponentes en la formación de macrocapilares y a su rechazo por parte de los lípidos. Además, hipotéticamente, se puede encontrar en los alimentos como agua ligada y agua libre. El agua ligada es la que se considera que forma uniones moleculares (como puentes de hidrógeno) entre las moléculas del alimento y se encuentra en las capas más internas del mismo. Por el contrario, el agua libre se encuentra en las capas más externas, tiene mayor movilidad y no está ligada a ninguna molécula del alimento (Sikorski, Z. 2002)



**Figura 2.1 El agua, sus propiedades e importancia en los alimentos**

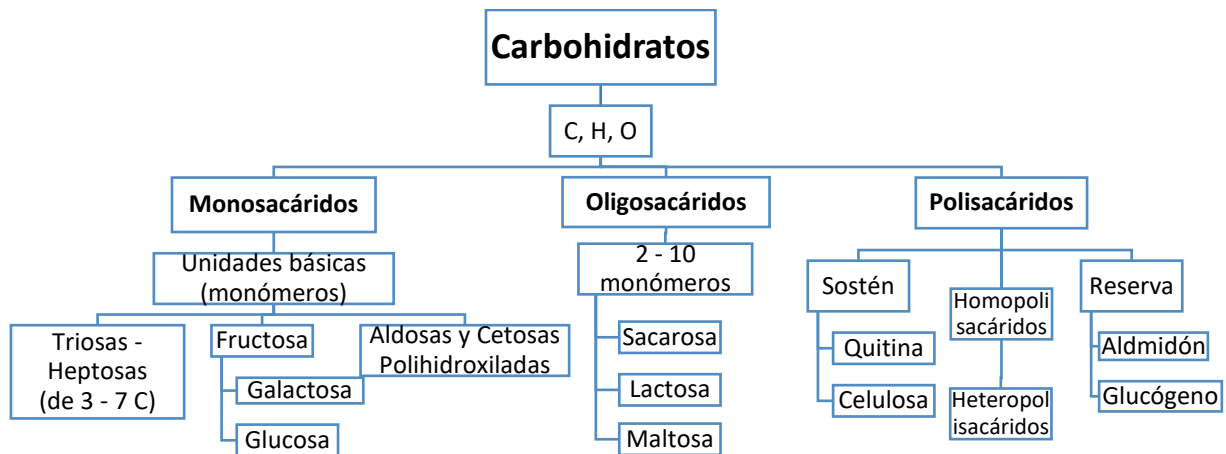
Tabla 2.1 Contenido aproximado de agua en algunos alimentos (Badui, S. 2013)					
Alimento	% Agua	Alimento	% Agua	Alimentos	% Agua
Leche entera en polvo	2.5	Mojarra	78.7	Brócoli	88.1
Chicharrón	2.6	Carne de cerdo	65.0	Naranja (jugo)	88.5
Maíz blanco	10.6	Aguacate	69.5	Cebolla blanca	88.6

Tabla 2.1 Contenido aproximado de agua en algunos alimentos (continuación) (Badui, S. 2013)					
Alimento	% Agua	Alimento	% Agua	Alimentos	% Agua
Frijol negro	12.0	Carne de res	71.6	Leche	89.2
Granos	15%	Plátano	73.2	Fresa	89.7
Mantequilla	16 – 18%	Leche evaporada	74.0	Nopal	90.1
Miel	20%	Huevo	74.3	Chile jalapeño	90.3
Bolillo	25.0	Papa	79.9	Sandía	90.9
Tortilla	53.8	Guayaba	80.5	Jitomate	92.8
Jamón	55.3	Chabacano	85.0	Lechuga romana	94.3
Masa para tortilla	62.2	Papaya	87.1	Pepino	95.2
Queso fresco	62.7	Zanahoria	88.0		

### 2.1.2 Carbohidratos

Los carbohidratos, también llamados hidratos de carbono, son los compuestos orgánicos más abundantes en la naturaleza, están formados por Carbono, Hidrógeno y Oxígeno y son la fuente principal de energía (López, V. 2012). Se encuentran principalmente en el reino vegetal y en menor proporción en el animal (Sikorski, Z. 2002). Su estructura química es la de un polihidroxialdehído o polihidroxicetona, debido a que contienen varios grupos hidroxilo, así como un grupo aldehído o cetona. Químicamente se clasifican en monosacáridos, oligosacáridos y polisacáridos (figura 2.2) (Badui, S. 2013). Dentro de este grupo de compuestos se encuentran los azúcares, dextrinas, almidones, celulosas, hemicelulosas, pectinas y ciertas gomas. Algunos alimentos que contienen carbohidratos son el azúcar, las frutas, el pan, el spaguetti, los fideos, el arroz, el centeno, las papas, los rábanos entre otros (Cordova, J.L. 2003).

Los monosacáridos son los carbohidratos más simples. Estos se pueden clasificar de acuerdo con el grupo funcional orgánico que presentan, como aldosas o cetosas y en función de la cantidad de carbonos que poseen en su estructura química, como triosas, tetrasas, pentosas y hexosas (Badui, S. 2013). Dentro de los monosacáridos podemos encontrar al gliceraldehído y la dihidroxiacetona (triosas); a la eritrosa, treosa y eritrolosa (tetrasas); a la ribosa, xilosa y arabinosa (pentosas) y a las aldohexosas (glucosa, galactosa y manosa) y cetohehexosas (fructosa y sorbosa), que son azúcares que contienen tres, cuatro, cinco y seis átomos de carbono, respectivamente (López, V. 2012). La glucosa es el monosacárido más abundante en la naturaleza y es el principal combustible de los animales ya que a través de su metabolismo genera ATP. La glucosa, la fructosa y la sacarosa son los principales azúcares simples de los vegetales y estos varían de acuerdo con la madurez del producto. Algunos carbohidratos y los alimentos en los que se encuentran se muestran en la tabla 2.2 (Badui, S. 2013).



**Figura 2.2 Clasificación de los carbohidratos (López, V. 2012)**

Los oligosacáridos son un grupo de compuestos orgánicos que surgen del resultado de la condensación de 3 – 10 monosacáridos mediante un enlace glucosídico, los más importantes son los disacáridos y algunos tri y tetrasacáridos (Badui, S. 2013). Un disacárido se sintetiza por la unión de dos monosacáridos y, dentro de estos, se encuentran la sacarosa, la lactosa, la lactulosa, la isomaltosa y la maltosa, así mismo, dentro de los trisacáridos, se encuentran la celobiosa, cestosa y la rafinosa (López, V. 2012).

Los polisacáridos son compuestos orgánicos que se forman siguiendo el mismo principio que los oligosacáridos, a diferencia que llegan a formar cadenas lineales y ramificadas de cientos de monosacáridos y, además, no tienen aroma, color ni sabor cuando están puros. Estos pueden ser homopolisacáridos (homoglucosanos), cuando contienen la misma unidad monomérica o, heteropolisacáridos (heteroglucosanos), cuando se forman a partir de varias unidades monoméricas (Blates, W. 2007). De acuerdo con su función biológica, se dividen en dos grupos; 1) los responsables de la estructura celular y 2) los de reserva energética. Entre los primeros destacan la celulosa, las pectinas, el agar, la carragenina, la hemicelulosa y otras gomas del reino vegetal que integran la fibra dietética, así como la quitina y la condroitina del reino animal. Por su parte, en los de reserva energética se incluye al almidón, inulina, las pectinas y gomas, para los vegetales y el glucógeno, para los animales (Badui, S. 2013).

Tabla 2.2 Carbohidratos presentes en algunos alimentos y productos (M. deMan, J., Finley, J., W. Jeffry & Chang Lee. 2018)							
Carbohidrato (%)	Manzana	Uva	Fresa	Zanahoria	Cebolla	Cacahuates	Papa
Azúcar	14.5	17.3	8.4	9.7	8.7	18.6	17.1
Glucosa	1.17	5.35	2.09	0.85	2.07	---	---
Fructosa	6.04	5.33	2.40	0.85	1.09	---	---
Sucrosa	5.78	1.32	1.03	4.25	0.89	4 – 12	---
Manosa	traza	2.19	0.07	---	---	---	---

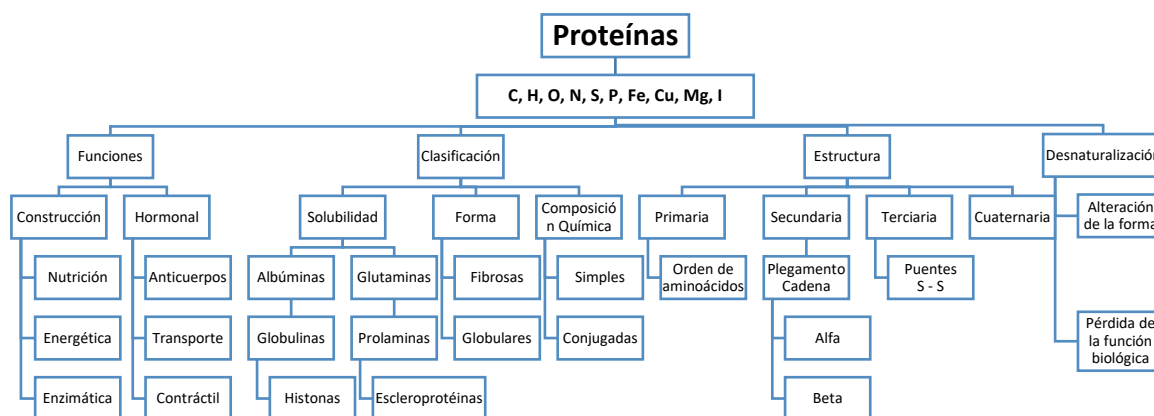
Almidón	1.5	---	---	7.8	---	---	14
Celulosa	1.0	0.6	1.3	1.0	0.71	2.4	0.5

**Tabla 2.2 Carbohidratos presentes en algunos alimentos y productos (continuación)**  
(M. deMan, J., Finley, J., W. Jeffrey & Chang Lee. 2018)

Carbohidrato (%)	Maíz dulce	Camote	Nabo	Miel	Leche	Carne
Azúcar	22.1	26.3	6.6	82.3	4.9	---
Glucosa	---	0.87	1.5	28 – 35	---	0.01
Fructosa	---	---	1.18	34 – 41	---	---
Sucrosa	12 – 17	2 – 3	0.43	1 -5	---	---
Manosa	---	---	---	---	---	---
Lactosa	---	---	---	---	4.9	---
Almidón	60	14.65	----	---	---	---
Celulosa	0.7	0.7	0.9	---	---	---

### 2.1.3 Proteínas

Las proteínas son los compuestos orgánicos más importantes dentro de los alimentos debido a que cumplen funciones biológicas importantes tales como las estructurales, de transporte, anticuerpos, hormonal, enzimáticas, entre otras (figura 2.3) (Blates, W. 2007). Por definición, las proteínas son polímeros orgánicos compuestos, principalmente, por Carbono (C), Hidrógeno (H), Oxígeno (O) y Nitrógeno (N) y, en ocasiones, pueden contener, en muy baja proporción, Azufre (S), Fósforo (P), Hierro (Fe), Cobre (Cu), Magnesio (Mg) y Yodo (I) . Están constituidas por 20 diferentes aminoácidos que se unen por enlaces peptídicos y pueden tener diferentes propiedades químicas y estructuras (secundarias, terciarias y cuaternarias) (M. deMan, J, et al. 2018). Se encuentran en las plantas y animales, en éstos, ayudan a formar estructuras tales como cartílagos, piel, uñas, pelo y músculos. Están formadas por unidades básicas llamadas aminoácidos, los cuales se unen para formar cadenas largas. Algunos ejemplos de estos compuestos son la lactoglobulina y caseína, que se encuentran en la leche; la hemoglobina, contenida en la sangre; la miosina, presente en los músculos; y, el colágeno, que se encuentra en pezuñas y huesos animales (Cordova, J.L. 2003). Además, se clasifican de acuerdo con su forma, su solubilidad, función biológica y estructura (figura 2.3) (López, V. 2012).

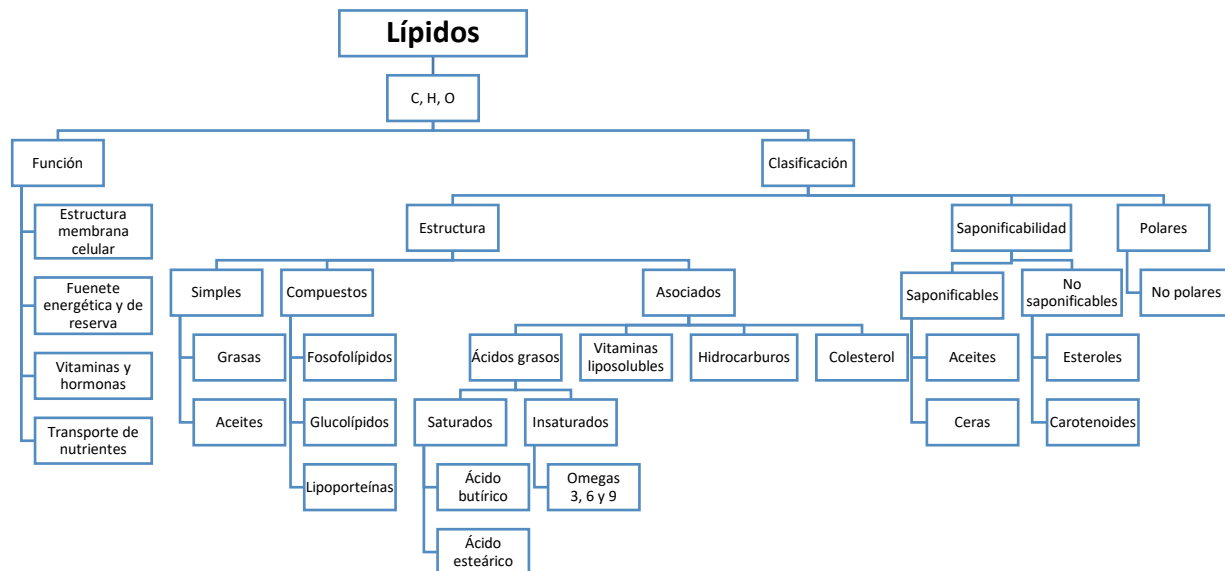


**Figura 2.3 Clasificación, función y composición de las proteínas** (López, V. 2012)

### 2.1.4 Lípidos

Los lípidos son grupos de compuestos orgánicos constituidos por Carbono, Hidrógeno y Oxígeno y, en algunos casos, Fósforo y Nitrógeno. Están integrados por cadenas de hidrocarbonadas alifáticas o aromáticas. Son la fuente energética más importante ya que aportan más calorías por gramo que los carbohidratos y proteínas, son sustancias suaves y aceitosas e insolubles en agua y cumplen funciones biológicas tales como ser parte estructural de membranas celulares y sistema de transporte de diversos nutrimentos (Cordova, J.L. 2003). Además, algunos son ácidos grasos indispensables, vitaminas y hormonas o pigmentos. Están presentes, principalmente, en las semillas oleaginosas y los tejidos animales, terrestres y marinos, y en algunas frutas y hortalizas tales como el aguacate, las aceitunas y algunos tipos de nueces. Se clasifican, de manera general, como lípidos simples y compuestos; saponificables y no saponificables; y, polares y no polares (figura 2.4) (Badui, S. 2013).

Dentro de los lípidos, los ácidos grasos tienen una gran importancia debido a que se utilizan en la elaboración de aditivos para la industria alimentaria, tales como los emulsionantes y antiaglomerantes. Éstos se dividen en saturados e insaturados. Los ácidos grasos saturados comprenden compuestos tales como los ácidos butírico, caproico, caprílico, láurico, mirístico, palmítico, esteárico, araquídico, behémico, lignocérico y cerótico, siendo los más comunes el ácido láurico, que abunda en los aceites de palmiste (semilla de palma) y de coco; el ácido palmítico, que se encuentran en la palma, en el cacao y en la manteca de cerdo; el ácido esteárico, en el cacao y en los aceites hidrogenados; y, el ácido butírico, presente en la grasa de la leche y del cual deriva la mantequilla (Badui, S. 2013).



**Figura 2.4 Los lípidos, clasificación y función** (M. deMan, J., et al. 2018)

Los ácidos grasos insaturados, son compuestos que presentan dobles ligaduras en su estructura química, pueden ser monoinsaturados, cuando presentan una insaturación, y poliinsaturados, cuando presentan más de una. Los más comunes son el palmitoleico, oleico, linoleico, linoléico, araquidónico, vaccénico, gadoleico y erúcico. Además, se dividen en tres grandes grupos; los omega 3, como el ácido linoleico; los omega 6, como el ácido linoleico; y, los omega 9, como el ácido oleico. Los acilglicéridos son lípidos formados por una molécula de glicerol y una, dos o tres moléculas de ácido graso. Se clasifican como mono, di y triacilglicéridos (triglicéridos). Representan una pequeña fracción de los constituyentes de las grasas y los aceites y se usan ampliamente como emulsionantes (Badui, S. 2013)

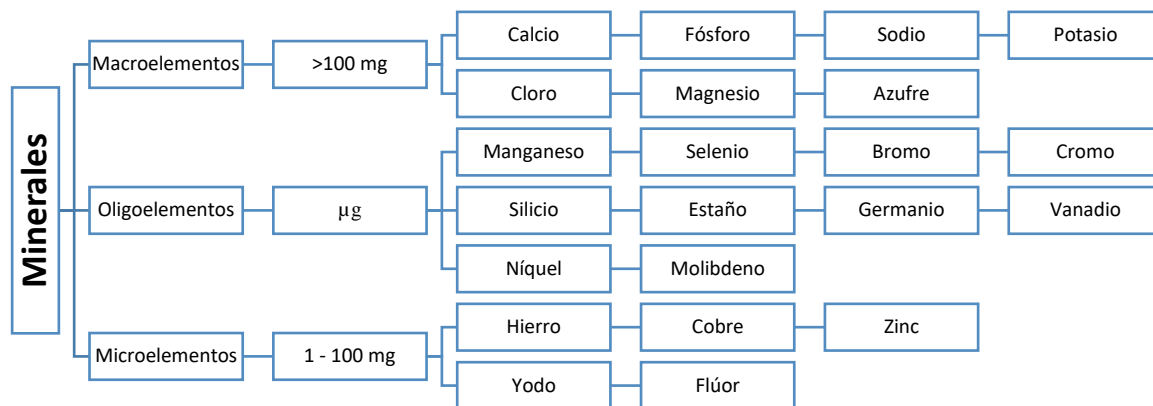
## 2.2 Micronutrientes

Los micronutrientes, también llamados micronutrientes o microcomponentes, son compuestos que están presentes en menor proporción en los alimentos e incluyen a las enzimas, los minerales, las vitaminas, los pigmentos y los aditivos químicos (Badui, S. 2013)

### 2.2.1 Minerales

Los nutrientes inorgánicos, también llamados minerales, son diversos elementos químicos necesarios para la vida que están presentes en la naturaleza como sales orgánicas e inorgánicas o que pueden estar combinadas con materia orgánica, como las fosfoproteínas o enzimas. Se determinan mediante el análisis de cenizas de plantas, animales, cadáveres y humanos (Badui, S.

2013). Existen alrededor de más de 60 elementos presentes en los alimentos, de los cuales, 36 se encuentran con mayor regularidad, tal es el caso del Aluminio (Al), Antimonio (Sb) Arsénico (As), Azufre (S), Bario (Ba), Boro (B), Bromo (Br), Cadmio (Cd), Calcio (Ca), Zinc (Zn), Cloro (Cl), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Estaño (Sn), Estroncio (Sr), Flúor (F), Fósforo (P), Galio (Ga), Hierro (Fe), Litio (Li), Magnesio (Mg), Manganeseo (Mn), Mercurio (Hg), Molibdeno (Mo), Níquel (Ni), Plata (Ag), Plomo (Pb), Potasio (K), Rubidio (Rb), Selenio (Se) , Silicio (Si), Sodio (Na), Titanio (Ti), Vanadio (Va) y Yodo (I), los cuales, de manera conjunta, representan aproximadamente el 4% del peso total del cuerpo humano, donde resaltan el Ca con 2% y el P con 1% (M. deMan, J., et al. 2018). Presentan funciones biológicas variadas pues actúan en la formación de sustancias estructurales y de sostén, en el control de reacciones enzimáticas, como integrantes de vitaminas, hormonas y algunas proteínas, como parte constitutiva de algunas macromoléculas (carbohidratos, proteínas y lípidos) e influyen en la actividad del sistema nervioso (Blates, W. 2007). Se dividen, de acuerdo con su ingesta diaria recomendada, en dos grupos; los macroelementos, y los elementos traza, asimismo, éstos últimos, incluyen a los oligoelementos y microelementos (figura 2.5) (López, V. 2012).



**Figura 2.5 Clasificación de los minerales (López, V. 2012)**

Los macroelementos son los minerales que se requieren en concentraciones mayores a 100 mg, los elementos traza en concentraciones por debajo de 50 partes por millón (ppm), asimismo, éstos últimos pueden clasificarse en tres grupos tales como elementos nutritivos esenciales, que abarcan al Hierro, Cobre, Yodo, Cobalto, Manganeseo, Zinc, Cromo, Níquel, Silicio, Flúor, Molibdeno y Selenio; elementos no nutritivos y no tóxicos, que incluyen al Aluminio, Boro y Estroncio; y, como elementos tóxicos no nutritivos, que abarcan al Mercurio, Plomo, Arsénico, Cadmio y Estaño. En la tabla 2.3, se muestra la concentración en mg por cada 100 g de parte comestible, de minerales presentes en algunos alimentos (M. deMan, J., et al. 2018).

**Tabla 2.3 Concentraciones de algunos macroelementos en varios tipos de alimentos (M. deMan, J., et al. 2018)**

Alimento	Sodio (Na)	Potasio (K)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Hierro (Fe)	Fósforo (P)
Carne de vaca, carne muscular pura	57	370	4	21	1.9	194
Trucha	40	465	18	27	0.7	242
Leche de vaca con 3.5% grasa	48	157	120	12	-	92
Huevo de gallina entero	144	147	56	12	2.1	216
Harina de trigo, refinada	2	108	15	-	2.0	-
Harina de trigo, integral	2	241	17	-	2.8	198
Patatas	3	443	10	25	0.8	50
Judías blancas	2	1.310	106	132	6.1	429
Manzana	3	144	7	6	0.5	12
Café, torrefacto	4	1.730	146	210	16.8	192
Cacao en polvo, desengrasado	12	1.920	114	414	12.5	656

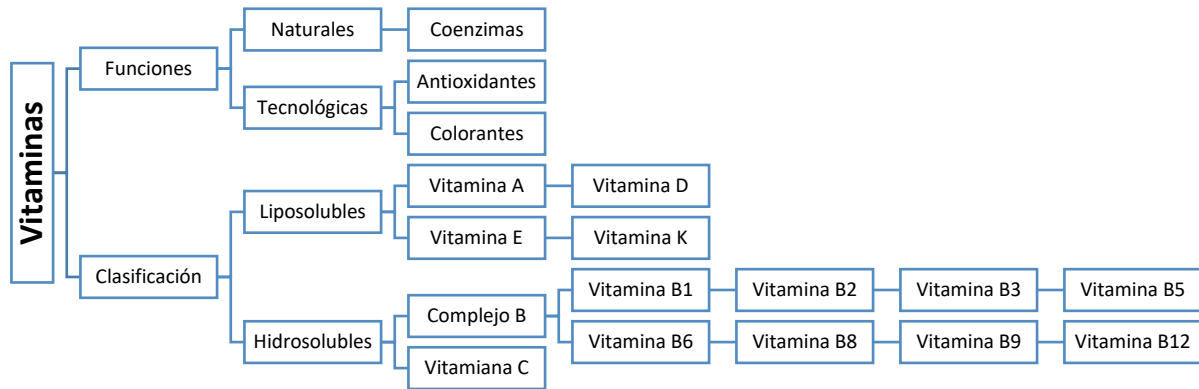
### 2.2.2 Vitaminas

Las vitaminas son micronutrientes que facilitan el metabolismo y el aprovechamiento de los macronutrientes (carbohidratos, proteínas y lípidos). Mantienen diversos procesos fisiológicos vitales para todas las células activas, tanto en vegetales como en animales, incluido el hombre, y se encuentran en cantidades muy pequeñas en los alimentos ( $\mu\text{g}$  a  $\text{mg}$ ). Existen alrededor de trece compuestos con estructuras químicas orgánicas diversas y se clasifican en dos grandes grupos como vitaminas liposolubles y vitaminas hidrosolubles (figura 2.6) (Badui, S. 2013)

Las vitaminas liposolubles son sustancias solubles en disolventes orgánicos y en aceites, pero insolubles en agua y comprenden a la vitamina A, D, E y K. Las vitaminas hidrosolubles, a diferencia de las primeras, no se almacenan, de modo que su consumo diario es requerido. Están constituidas por las vitaminas del complejo B, que incluyen a la tiamina (vitamina B<sub>1</sub>), riboflavina (vitamina B<sub>2</sub>), niacina (vitamina B<sub>3</sub>), ácido pantoténico (vitamina B<sub>5</sub>), piridoxina (vitamina B<sub>6</sub>), biotina (vitamina B<sub>7</sub>), ácido fólico (vitamina B<sub>9</sub>) y cianobalamina (vitamina B<sub>12</sub>), así como por la vitamina C (figura 2.6) (Cheung, P. & Bhavbhuti M. Mehta. 2015). Dentro de los alimentos, los vegetales presentan una mayor proporción de vitaminas hidrosolubles, mientras que en los alimentos de origen animal se invierte la proporción, sin embargo, hay excepciones como las espinacas y las coles, que son ricas en vitamina K, las oleaginosos que tienen un porcentaje importante de vitamina E, o el hígado de distintos animales que son buena fuente de algunas vitaminas hidrosolubles (Badui, S. 2013).

La vitamina A se encuentra sólo en el reino animal, principalmente en el hígado, así como en la leche, el huevo y el pescado. En los vegetales no existe como tal, sino como sus precursores carotenoides, de los cuales, el  $\beta$ -caroteno es el más importante. La vitamina D abarca alrededor de 11 compuestos similares con estructuras de esteroide, de los cuales el ergocalciferol (vitamina D<sub>2</sub>) y el

colecalfiferol (vitamina D<sub>3</sub>) son los más importantes. El primero se localiza sobre todo en las plantas, mientras que el segundo en el tejido animal y en los aceites de pescado. La vitamina E involucra a ocho compuestos de las familias de los tocoferoles y de los tocotrienoles.



**Figura 2.6 Las vitaminas, función y clasificación** (López, V. 2012)

Se concentra hasta en un 85% en los gérmenes de maíz y trigo, asimismo, los aceites de almendra, cacahuate, oliva, soya y aguacate contienen 14, 16, 8, 18 y 15 mg/ 100 g de tocoferol, respectivamente. La vitamina K comprende cada uno de los derivados de la naftoquinona, cuya función biológica radica en la coagulación de la sangre. Se encuentra en el hígado, huevo, espinaca, jitomate, brócoli, col y espinaca. Es estable al calor, pero sensible a la luz. De los derivados de la naftoquinona, la filoquinona o vitamina K<sub>1</sub> está presente en las hojas de las plantas, mientras que la vitamina K<sub>2</sub> o menaquinona, es sintetizada por bacterias intestinales (Badui, S. 2013).

La vitamina B<sub>1</sub> está ampliamente distribuida en tejidos vegetal y animal. Existe de forma natural como tiamina pirofosfato, tiamina, tiamina monofosfato y tiamina trifosfato. Funciona como coenzima y se encuentra en muchos alimentos en forma libre o como pirofosfato en las levaduras, carne de cerdo, en el pericarpio y germen de los cereales, nueces, huevo, leche y en el corazón hígado y riñón de los animales. La vitamina B<sub>2</sub> se sintetiza en la flora microbiana del hombre y actúa como coenzima. Se encuentra en los hígados vacuno y porcino, en la leche, la levadura de cerveza y los vegetales de hoja verde. La vitamina B<sub>3</sub> es el compuesto designado a las sustancias del ácido nicotínico y la nicotinamida. Es ligeramente soluble en agua y alcohol. Es indispensable para la actividad biológica de las coenzimas y se sintetiza en las plantas (Badui, S. 2013). Está disponible ampliamente en la naturaleza, principalmente en cereales como el maíz. La vitamina B<sub>5</sub> actúa como coenzima y es esencial para los seres vivos, asimismo está ampliamente distribuida en carnes, granos de cereales, huevo, leche y muchos vegetales frescos. La vitamina B<sub>6</sub> está presente en muchas frutas, vegetales y cereales. La vitamina B<sub>7</sub> funciona como coenzima en la hidrólisis y síntesis de ácidos grasos y

aminoácidos, está presente en la levadura de cerveza deshidratada, en el hígado, riñón y músculo de animales, así como en cereales. La vitamina C, conocida como ácido ascórbico se encuentra principalmente en vegetales y frutas frescas, principalmente en jugos cítricos. Es altamente polar y su deficiencia provoca escorbuto, inflamación articular, hemorragias subcutáneas e incapacidad de los osteoblastos para funcionar. En las tablas 2.4 y 2.5, se muestran las porciones de vitaminas y algunos nutrimentos inorgánicos presentes en los alimentos (Cheung, P. & Bhavbhuti M. Mehta. 2015)

**Tabla 2.4 Contenido vitamínico aproximado de algunos alimentos (Badui, S. 2013)**

Alimento	Vitamina B <sub>7</sub> (µg/100 g)	Vitamina B <sub>5</sub> (mg/100 g)	Vitamina B <sub>6</sub> (mg/100 g)	Vitamina B <sub>12</sub> (µg/100 g)
Carne de res	2.6 – 3.4	0.25 – 0.35	0.08 – 0.3	2.0 – 3.0
Carne de cerdo	3.0 – 6.0	0.4 – 0.6	0.08 – 0.3	0.6 – 0.9
Carne de pollo	9.0 – 11.0	0.7 – 0.9	0.08 – 0.3	0.2 – 0.4
Pescado	0.1 – 3.0	0.2 – 1.0	0.4 – 0.5	5 – 14
Leche	2.0 – 5.0	0.3 – 0.5	0.03 – 0.3	0.3 – 0.6
Queso	1.6 – 1.8	0.15 – 0.25	0.04 – 0.8	0.2 – 2
Huevo	11 – 13	1.0 – 1.2	0.25	0.4 – 0.5
Harina de trigo entera (80% extracción)	7 – 12	0.5 – 0.6	0.4 – 0.7	-
Arroz pulido	4 – 6	-	-	-
Manzana	0.9 – 1.0	-	-	-
Jugo de naranja	0.5 – 1.5	0.15 – 0.17	0.05 – 0.06	-
Frijol	-	0.13 – 0.15	0.10 – 0.11	-
Chícharo	-	0.3 – 0.4	0.15 – 0.17	-
Papa	-	0.6 – 0.7	0.14 – 0.23	-

**Tabla 2.5 Contenido aproximado de vitaminas y nutrimentos inorgánicos (base: 100g de parte comestible) (Badui, S. 2013)**

Alimento	Calcio (mg)	Hierro (mg)	Vitamina A (UI*)	Vitamina B <sub>1</sub>	Vitamina B <sub>2</sub>	Vitamina B <sub>3</sub>	Vitamina C (mg)
Durazno	16	0.1	1300	0.02	0.05	1	19
Manzana	7	0.2	90	0.03	0.01	0.2	4
Fresa	14	0.4	60	0.02	0.07	0.2	57
Piña	35	0.3	70	0.09	0.03	0.4	48
Naranja	41	0.3	200	0.10	0.04	0.4	50
Chícharo	62	0.7	680	0.28	0.12	-	21
Cebolla	27	0.5	40	0.03	0.04	0.2	10
Espinaca	93	3.1	8100	0.10	0.20	0.6	51
Zanahoria	37	0.7	11000	0.06	0.05	0.6	8
Tomate	13	0.5	900	0.06	0.04	0.7	23
Arroz	24	0.8	0	0.07	0.03	1.6	0
Trigo	36	3.1	0	0.57	0.12	4.3	0

Maíz	22	2.1	490	0.37	0.12	2.2	0
Sorgo	28	4.4	0	0.38	0.15	3.9	0
Centeno	38	3.7	0	0.43	0.22	1.6	0
Hígado vacuno	8	6.5	43900	0.25	3.26	13.6	31
Hígado porcino	10	19.2	10900	0.30	3.03	16.4	23
Carne vacuna	11	2.8	40	0.10	0.15	4.5	-
Carne porcina	5	1.4	30	0.44	0.10	2.4	-

\*UI: es la recomendación de consumo empleada como Unidad Internacional y es equivalente a 1µg de retinol

### 3. LECHE

La leche de vaca es la secreción, excluyendo al calostro, que se obtiene mediante los métodos de ordeña normales de las glándulas mamarias de vacas saludables y normalmente alimentadas, en la etapa de lactancia (R. S. Kirk., R. Sawyer., & H, Egan. 2008). Está compuesta, en general, por agua, grasa y sólidos no grasos, los cuales incluyen a proteínas, lactosa y ácidos láctico y cítrico, así como pequeñas trazas de sustancias tales como pigmentos, enzimas, vitaminas, sales minerales, fosfolípidos y gases. Asimismo, esta composición varía de acuerdo con a la raza, edad de la vaca, tipo y frecuencia de alimentación, estado de lactación, temperatura ambiente, enfermedades, época del año y hora del día de la ordeña (tabla 3.1) (Sikorski, Z. 2002).

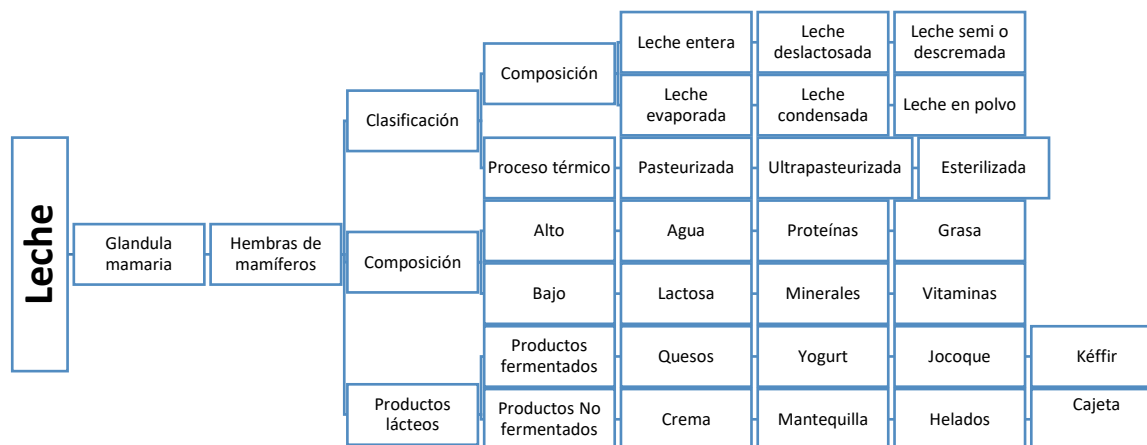


Figura 3.1 La leche y sus productos derivados (López, V. 2012, Cheung, P. & Bhavbhuti M. Mehta. 2015)

**Tabla 3.1 Composición química de la leche de diferentes razas de vacas (Sikorski, Z. 2002)**

<b>Raza</b>	<b>% Agua</b>	<b>% Grasa</b>	<b>% Proteínas</b>	<b>% Lactosa</b>	<b>% Cenizas</b>
Holstein	88.1	3.4	3.1	4.6	0.71
Ayshire	87.3	3.9	3.4	4.4	0.73
Suiza Café	87.3	3.9	3.3	4.6	0.72
Guernsey	86.3	4.5	3.6	4.7	0.75
Jersey	85.6	5.1	3.7	4.7	0.74

### **3.1 Clasificación y Composición química**

Los componentes que integran a la leche, así como de otros tipos de alimentos, se clasifican como componentes principales (macronutrientes) y como componentes traza (micronutrientes). Dentro de los primeros se encuentran las proteínas, los lípidos y los carbohidratos y, para los segundos, se encuentran las enzimas, las vitaminas y los minerales.

Las proteínas que se hallan en la leche se dividen de acuerdo con su estado de dispersión y pueden ser de dos tipos, las caseínas, que representan el 80% del total y, las proteínas del suero o seroproteínas, que representan el 20% restante. Los lípidos que se encuentran en la leche son los triglicéridos, que representan el 96 – 98% del total, los diglicéridos, los fosfolípidos, el colesterol, los ácidos grasos libres, los monoglicéridos y pequeños rastros de hidrocarburos y ésteres de esteroides, que representan del 2 – 4% restante. Dentro de los carbohidratos, se encuentra, como principal y único compuesto, la lactosa, así como pequeñas cantidades, por debajo de los 6 mg/100 ml, de glucosa, galactosa, sacarosa, cerebrósidos y aminoazúcares derivados de la hexosamina. Las enzimas comprenden a más de 20 compuestos, dentro de los cuales destacan la lipasa, proteasas, fosfatasa alcalina, catalasa, lactoperoxidasa y la xantina oxidasa. Las vitaminas abarcan a la mayoría de las liposolubles (A, D, E y K), así como la riboflavina, B<sub>6</sub> y B<sub>12</sub>, mientras que los minerales, comprenden las sales tales como los citratos, cloruros, bicarbonatos y fosfatos de calcio, magnesio, sodio y potasio (Sikorski, Z. 2002).

Dentro de los diferentes tipos de leche se encuentran la leche evaporada, también conocida como leche condensada no azucarada la cual se produce al eliminar agua por evaporación hasta llegar a un 26% de sólidos en la leche, la leche condensada, que se fabrica mediante la eliminación de agua por evaporación de leches azucaradas con 40 – 45% de sólidos hasta obtener un producto de aproximadamente de 73% de sólidos y la leche en polvo, tanto entera como descremada, se obtiene mediante secado por aspersion después de eliminar parcialmente el agua por evaporación y da como resultado un producto seco de grumos difíciles de desbaratar y poco soluble que después es aglomerado (figura 3.1). La composición química de este tipo de leches es distinta para cada tipo (tabla 3.2) (Sikorski, Z. 2002).

**Tabla 3.2 Composición química de los tipos de leche concentrada (Sikorski, Z. 2002)**

<b>Producto</b>	<b>Agua</b>	<b>Proteínas</b>	<b>Grasa</b>	<b>Carbohidratos</b>	<b>Cenizas</b>
Leche evaporada	73.8	7.0	7.9	9.7	1.6
Leche condensada	27.1	8.1	8.7	54.3	1.8
Leche en polvo	3.0	24.6	26.5	38.8	7.1
Leche en polvo condensada	3.0	35.8	1.0	52.3	7.9

#### **4. PRODUCTOS LÁCTEOS (CLASIFICACIÓN Y COMPOSICIÓN QUÍMICA)**

Los productos lácteos son alimentos que se elaboran a partir del procesamiento de la leche fresca o bronca, a un rango industrial o artesanal (López, V. 2012 & Sikorski, Z. 2002). Estos productos comprenden diferentes tipos de leches como la pasteurizada, ultrapasteurizada, esterilizada, entera, evaporada, condensada, fortificada, semidescremada, descremada, deslactosada y en polvo (Badui, S. 2012); productos lácteos no fermentados, como la crema, la mantequilla, los helados, la cajeta y los chongos zamoranos (dulces de leche), entre otros; y, los productos lácteos fermentados, que incluyen a los quesos, yogurt y jocoque (R. S. Kirk., R. Sawyer., & H. Egan. 2008)

##### **4.1 Productos lácteos no fermentados**

Los productos lácteos no fermentados son el conjunto de productos derivados de la leche cruda que se obtienen sin su acidificación y que son producidos a partir de su emulsificación, centrifugación, caramelización o gelificación. Incluye productos como la crema, la mantequilla, los helados y la cajeta, entre otros (López, V. 2012 & R. S. Kirk., R. Sawyer., & H. Egan. (2008).

###### **4.1.1 Crema**

Las cremas lácteas son emulsiones de aceite en agua que se obtienen directamente después de que la leche ha sido desnatada por centrifugación u otros métodos. Son ricas en grasas, pues contienen de 12 - 60% de esta, provienen de la grasa butírica recuperada de la estandarización de la leche o producción de leche descremada y se clasifican de acuerdo con su contenido de grasa como cremas simples, media crema, ácida, para batir, de temperatura alta o media. Las cremas con un contenido de 35 – 45% no espuman y son las más comúnmente utilizadas (Badui, S. 2012, R. S. Kirk., R. Sawyer., & H. Egan. 2008).

###### **4.1.2 Mantequilla**

La mantequilla es una emulsión de aceite en agua que proviene de la crema o grasa butírica. Se obtiene al batir la crema que se separa de la leche caliente de vaca (López, V. 2012) y contiene, aproximadamente 80% de aceite o grasa, 16% de agua y 4% de otros componentes que incluyen proteínas, lactosa y 2% de sal, cuando esta se añade, así como vitaminas liposolubles (Sikorski, Z 2002). Su color se debe a los carotenoides naturales disueltos en la grasa y su aroma proviene del diacetilo (R. S. Kirk., R. Sawyer., & H. Egan. 2008)

### **4.1.3 Helados**

El helado, aunque no es un producto lácteo como tal, es una mezcla de leche, grasa, azúcares, estabilizador y emulsificante, saborizante y color (López, V. 2012). Se fabrica a partir de leche fluida, en polvo o condensada y contiene aproximadamente 62% de agua, 17% de carbohidratos, 16% de lípidos y 3.5% de proteínas (Badui, S. 2012). Presenta una cremosidad que se debe a la distribución de la grasa debido a los emulsificantes y su dulzor procede de la presencia de glucosa y sacarosa (R. S. Kirk., R. Sawyer., & H. Egan. 2008).

### **4.1.4 Cajeta**

La cajeta es una mezcla de leche con azúcar que se produce por su caramelización debido al intenso calentamiento al que se somete. Su color, aroma y sabor característicos se deben a la reacción de Maillard. Se fabrica a partir de leche de cabra o leche de vaca o con una mezcla de ambas (Badui, S. 2012)

## **4.2 Productos lácteos fermentados**

Son productos derivados de la leche que se obtienen a partir del proceso de fermentación de la misma, mediante la adición de un conjunto de lactobacillus puros y específicos (inóculo) que acidifican la leche a través de la transformación de la lactosa en ácido láctico. Este proceso reduce el pH, inhibe a los microorganismos patógenos, neutraliza el sistema de estabilidad de las caseínas y las coagula y acidifica. Comprende productos como los quesos, las leches fermentadas (yogurt) y el jocoque (Badui, S. 2012)

### **4.2.1 Quesos**

Son los productos que resultan de la cuajada de la leche, mediante la precipitación o coagulación de las caseínas, a través de la acción de enzimas secretadas por microorganismos que dejan como residuo el suero de la leche. Se elaboran por dos métodos básicos; el primero mediante la renina o cuajo (enzima del jugo gástrico que se obtiene del cuarto estómago de la ternera) y, el segundo a través de la acidificación de la leche a un pH de 4.6 (López, V. 2012). Existen aproximadamente 1,000 variedades que se pueden clasificar como blandos (requesón, queso fresco y queso crema), semiblandos (Brick, Münster, Limburguer, Port Salut, Roquefort, Gorgonzola), duros (Cheddar, Emmentaler, Gruyère), muy duros (Parmesano y Romano), procesados (pasteurizado, empacado en frío y para untar) y quesos de suero (Ricotta y Primost) (Badui, S. 2013). Sus características (textura, aroma, sabor) y composición química (tabla 1.3) se deben a factores intrínsecos como el tipo de leche, su contenido de proteínas y grasa; y, de factores extrínsecos, como el tipo de inóculo, cuajo, acidez alcanzada, humedad residual, entre otros (R. S. Kirk., R. Sawyer., & H. Egan. 2008).

**Tabla 4.1 Composición química de algunos tipos de quesos (Badui, S. 2012)**

Tipo de queso	Humedad	Fibra dietética	Hidratos de carbono	Proteínas	Lípidos	Calorías (kcal)
Americano	39.2	0.0	1.6	22.2	31.2	376
Chihuahua	40.6	0.0	5.5	20.1	5.6	361
Fresco	62.7	0.0	5.0	20.3	7.0	164
Manchego	41.8	0.0	0.5	29.0	28.7	376
Oaxaca	45.2	0.0	3.0	25.7	22	313
Panela	51.0	0.0	2.5	26.5	18.0	278

#### 4.2.2 Leches Fermentadas

Son productos lácteos que se obtienen de la conversión microbiana de la lactosa de la leche en ácido láctico, mediante la acción de lactobacilos y comprenden productos tales como el yogurt, jocoque, kéfir y kumis, entre otros (Badui, S. 2012)

#### 4.2.3 Yogurt

El yogurt es un producto de la leche (descremada, concentrada o en polvo) coagulada y acidificada que se obtiene a partir de su fermentación por la acción de microorganismos como el *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *casei* y *bifidus*, después de que está ha sido pasteurizada (López, V. 2012). Su composición química (tabla 4.2) varía de acuerdo al tipo de yogurt, ya que este puede ser natural y de sabor o frutas (R. S. Kirk., R. Sawyer., & H. Egan. 2008)

**Tabla 4.2 Composición química del yogurt (R. S. Kirk., R. Sawyer., & H. Egan. 2008)**

Tipo yogurt	Humedad (%)	Grasa (%)	Proteínas (%)	Lactosa (%)	Carbohidratos totales (%)	Calcio (%)	Vitamina B <sub>1</sub> (mg/100g)
Natural	86	0 – 1	5.0	4.6	6.2	0.18	0.05
Con sabor	73 – 79	0.9 a 2.6	4.8 – 5.2	3.2 a 4.8	14 – 18	0.16 a 0.18	0.05

**Tabla 4.2 Composición química del yogurt, continuación (R. S. Kirk., R. Sawyer., & H. Egan. 2008)**

Tipo yogurt	Vitamina B <sub>2</sub> (mg/100g)	Vitamina C (mg/100g)
Natural	0.26	0.4
Con sabor	0.23 a 0.27	0.4 – 1.8

## **5. QUÍMICA ANALÍTICA**

### **5.1 Definición**

La química analítica es el área de la química responsable de la caracterización química de la materia, tanto cualitativa como cuantitativamente. Se encarga del estudio de lo que está presente (identificación) y la cantidad en la que ésta presente (cuantificación) (Zumbado, H. 2004). Es la ciencia que inventa y aplica los conceptos, principios y estrategias para medir las características de sistemas químicos y especies (Harvey, D. 2000). Su aplicación es imprescindible para resolver problemas comunes en la determinación de los componentes de una muestra y su interdisciplinariedad abarca varios campos tales como la biología, física, química, ingeniería, geología, ciencias ambientales, ciencias de materiales, medicina, ciencias sociales y **ciencia de los alimentos** (Skoog, D., West, Donald., & Holler, J. et al. 2014)

### **5.2 Clasificación**

De acuerdo con la definición de la química analítica esta se puede dividir en dos campos de actuación; **el análisis cualitativo**, cuyo objetivo es identificar cuáles son los componentes que están presentes en una muestra problema, y el **análisis cuantitativo**, cuyo propósito es determinar cuánto hay y en qué proporción está cada componente de la muestra evaluada (Zumbado, H. 2004)

### **5.3 Métodos analíticos**

Un método analítico es el conjunto de operaciones físicas y químicas que permite identificar y/o cuantificar un componente químico llamado analito en el sistema que lo contiene (matriz) Los métodos analíticos utilizados en la química analítica se dividen en dos grupos; los métodos clásicos, que son aquellos que involucran, generalmente, la aplicación de una reacción química en la que interviene el constituyente (analito) que se desea determinar e incluye técnicas como la gravimetría y volumetría; y los métodos instrumentales, que constituyen un conjunto de procedimientos basados en la medición instrumental de alguna propiedad físico-química de la muestra estudiada y abarcan técnicas como la espectrofotometría, espectroscopia (UV-vis, infrarrojo, rayos X), espectrometría de masas, colorimetría, fluorimetría, conductimetría, cromatografía, electroforesis, entre otros (Zumbado, H. 2004). Asimismo, los métodos clásicos comprenden técnicas básicas de experimentación tales como la medida de volúmenes, mezclado, pesado, precipitación, extracción, destilación, filtración, centrifugación, decantación, entre otros, para la determinación de propiedades como la densidad, pH, viscosidad, conductividad etc (Cheung, P. & Bhavbhuti M. Mehta. 2015).

### **5.4 Técnicas y métodos clásicos de la química analítica**

#### **5.4.1 Pesado**

El pesado de sustancias es una técnica básica de la química analítica de mayor uso en la práctica en laboratorio. Su objetivo es medir, mediante el uso de una balanza, la masa de reactivos químicos,

sustancias o materiales. Dentro del laboratorio de análisis químico existen tres tipos de balanzas; granataria, digital y analítica, las cuales son utilizadas de acuerdo con sus características, ya que varían en precisión, sensibilidad y manejo. De éstas, la balanza analítica es de la de mayor sensibilidad y precisión.

El pesado, cuando se realiza en una balanza analítica o digital, consiste en encender y/o calibrar la balanza, si es que así lo requiere, esperar a que la pantalla se ponga en ceros, colocar el material donde se vaciara el reactivo a pesar (generalmente un vidrio de reloj, caja Petri o vaso de precipitados), tarar la balanza, es decir, volver a poner en ceros la balanza para que ésta guarde el peso del material y no lo tome en cuenta al momento de agregar el reactivo, agregar el reactivo y esperar a que la cifra de la pantalla de la balanza se estabilice, para finalmente leer y anotar el valor indicado, el cual corresponde a la masa medida.

#### **5.4.2 Peso constante**

La técnica de peso constante se fundamenta en el método clásico de gravimetría y tiene como objetivo determinar la masa real de un material o sustancia, a través de la eliminación, por medios térmicos, de su humedad y la medición constante de su peso. Es una técnica larga y rutinaria, que depende de la variación del peso del material o sustancia involucrada debido a que, frecuentemente, durante su desarrollo los materiales o sustancias involucradas no son manipulados correctamente y tienden a absorber más humedad de la contenida. La técnica consiste, inicialmente, en medir la masa del material o sustancia mediante el pesado de las mismas para después someterlas a un secado constante y largo, en mufla y/o estufa u horno eléctrico, para remover la mayor cantidad de humedad presente. Posteriormente, los materiales son colocados dentro de un desecador cuya función es absorber, mediante el uso de sílica gel, la humedad remanente, así como permitir que los materiales manipulados lleguen a la temperatura ambiente, para después volverlos a pesar. Al tratarse de una técnica rutinaria los pasos anteriores se repiten en ciclo hasta que, la diferencia, entre la masa recientemente obtenida con la anterior ya no muestran un cambio significativo, o, cuando uno de las masas registradas coincide con algún otro dato, lo que indica que la humedad absorbida por el material o sustancia ha sido eliminada completamente y, por lo tanto, solo se está midiendo su masa real.

#### **5.4.3 Medición de volúmenes y pipeteo**

El material volumétrico es la cristalería empleada para medir volúmenes conocidos de líquidos. Este material generalmente está graduado en mililitros y comprenden instrumentos tales como las buretas, el matraz de aforo (matraz volumétrico), las pipetas y las probetas (Zumbado, H. 2004). Asimismo se distinguen por formar un menisco, que es una curva cóncava hacia arriba, tangente a la línea de graduación del material, el cual se utiliza para su calibración (Skoog, D., West, Donald., & Holler, J. et al. 2014)

La medición de volúmenes, al igual que el pipeteo, es una técnica de la química analítica que consiste en medir la cantidad exacta de mililitros mediante el uso de algún material volumétrico. Por otro lado el pipeteo permite medir, transportar y verter cantidades de volumen de soluciones o diluciones y muestras líquidas, a través de la manipulación de una pipeta. Consiste en succionar y medir, mediante el uso de una pipeta, la cantidad exacta de mililitros requeridos y mantenerlos en ésta, sin burbujeo o goteo, hasta que su transportación y vertido en otro material.

#### **5.4.4 Preparación de soluciones y diluciones**

La preparación de soluciones y diluciones es la técnica de mayor importancia dentro de la volumetría ya que es utilizada para la determinación de la composición química de una muestra, parámetros de calidad y en la preparación de medios de cultivo y agares.

Las soluciones, también llamadas disoluciones, son mezclas homogéneas de dos o más sustancias que se componen de un soluto y un solvente o disolvente (Chang, R. 2013). El disolvente es el componente cuyo estado físico no cambia cuando se forma una solución, se le conoce como componente continuo dispersor y es el que se encuentra en mayor cantidad. El soluto son todos los demás componentes que se disuelven en el disolvente, y se acostumbra a denominarlos componentes dispersos o discontinuos. Las disoluciones no dispersan la luz pero sí la pueden absorber y tener color, además, pueden presentarse en estado gaseoso, sólido o líquido (Baba, J.A., López, I. et al. 2013). Dentro de las disoluciones, las disoluciones acuosas son las que se emplean con mayor frecuencia, se caracterizan por utilizar agua como disolvente y tienden a formar puentes de hidrógeno con el soluto, debido a la polaridad del agua (Skoog, D., West, Donald., & Holler, J. et al. (2014).

La concentración de una solución es una unidad general de medida que indica la cantidad relativa del soluto presente en una cantidad conocida de solución (Harris, D. 2007). Las unidades utilizadas para expresar esta concentración son la Molaridad (M), Formalidad (F), Normalidad (N), molalidad (m), porcentaje peso-peso (% p/p), porcentaje volumen-volumen (% v/v), porcentaje peso-volumen (% p/v), partes por millón (ppm) y partes por billón (ppb) (Skoog, D., West, Donald., & Holler, J. et al. 2014 & Harvey, D. 2000).

Las diluciones son soluciones diluidas (con menor concentración de soluto) que se preparan a partir de soluciones concentradas y se emplean cuando se quiere disminuir la concentración de alguna solución, principalmente la de ácidos (Harris, D. 2007)

La preparación de soluciones consiste en calcular, de acuerdo con el tipo de concentración de la solución (M, m, N, F, ppm, ppb, % m/m, % v/v o % m/v), la cantidad de soluto (reactivo) requerido para la concentración de la solución, pesar el reactivo, verterlo en un matraz de aforo y disolverlo para formar una mezcla homogénea mediante la agregación del disolvente hasta la marca de aforo del matraz.

La preparación de una disolución consiste en calcular, mediante el uso de la ecuación de dilución (ecuación 5.4.4) (Skoog, D., West, M. 2002), el volumen requerido por la solución concentrada para preparar cierta cantidad de la solución diluida.

$$C_{conc}V_{conc} = C_{diluida}V_{diluida} \quad \dots ec. 5.1$$

#### **5.4.5 Filtración**

La separación de soluciones con sólidos suspendidos mediante el proceso de filtración, es un método clásico común en la química analítica. En el análisis de alimentos, esta técnica es ampliamente aplicada para la detección de materia extraña en una muestra de producto alimenticio (embutidos, quesos, chocolates sólidos, etc) para la detección de insectos, fragmentos de insectos o pelos de animales, que se impregnaron durante su elaboración.

La filtración es un método de separación que consiste en separar partículas sólidas o semisólidas que se encuentran suspendidas en un fluido, se realiza para llevar a cabo la clarificación de líquidos, recuperación de sólidos y líquidos y facilitar otras operaciones tales como el secado y lavado de materiales, entre otras. Consiste en hacer pasar, a través de un medio poroso, fibroso o granular llamado medio filtrante, el líquido con los sólidos suspendidos (suspensión) para que, mediante la aplicación de una fuerza impulsora (gravedad o fuerza de vacío) y durante un período de tiempo determinado, se filtre. El dispositivo utilizado para llevar a cabo la separación es conocido como soporte de filtración y, el embudo de filtración es el más usado para este fin (Skoog, D., West, M. 2002). Cuando la fuerza impulsora empleada para que el líquido atraviese el filtro es una fuerza o presión de vacío, ejercida por una bomba de vacío, la técnica aplicada se denomina filtración al vacío. Este método utiliza como soporte de filtración un embudo de porcelana agujereada llamado embudo Büchner o un embudo de vidrio poroso llamado embudo Gooch, además, es más rápido y permite la filtración de aquellas suspensiones en las que la fuerza de gravedad no es suficiente para el proceso, debido a la succión al vacío que acelera la velocidad de filtración.

#### **5.4.6 Destilación**

La separación de mezclas líquidas, para obtener, purificar y recuperar sustancias de interés, para su posterior identificación es uno de los métodos clásicos de la química analíticas. Dentro del análisis químico de alimentos una aplicación de estos métodos y técnicas están presentes en la determinación del porcentaje de grasa y nitrógeno total en alimentos debido a que, mientras en el primer caso, estas técnicas permiten separar el aceite extraído de la mezcla resultante de la extracción, en el segundo, permiten recuperar el amoníaco generado durante la digestión ácida de una muestra de alimento.

Los métodos gravimétricos de volatilización son métodos clásicos de análisis empleados para la separación líquido-líquido de un componente a partir de una mezcla (Zumbado, H. 2004). Estos

métodos llevan a cabo la separación del componente de interés (analito) a través de procedimientos que involucran la volatilización, evaporación o destilación, mediante la utilización de energía térmica (calor) (Cruz, F., López, I. et al. 2012)

La destilación es un método gravimétrico por volatilización empleado para la separación o purificación de un componente de interés a partir de una mezcla de líquidos miscibles. Su fundamento radica en aprovechar las diferencias en los puntos de ebullición que componen a la mezcla y vaporizar (convertir un líquido a vapor), a una temperatura dada, el compuesto a separar, para su posterior condensación. En esta operación se distinguen dos componentes principales, el destilado, que es la sustancia que se separó; y, el residuo, que es el componente o mezcla de componentes que no se vaporizó (Zumbado, H. 2004).

Existen varias clasificaciones para la destilación, no obstante, las más comunes son; la destilación simple, que se lleva a cabo cuando se separan líquidos con un punto de ebullición  $< 150^{\circ}\text{C}$  bajo condiciones normales de presión (1 atm); la destilación al vacío, que se lleva cuando el punto de ebullición del líquido separado es  $> 150^{\circ}\text{C}$  y condiciones normales de presión; la destilación fraccionada, que es el proceso que lleva a cabo la separación de mezclas líquidas, donde la diferencia de los puntos de ebullición son menores a  $80^{\circ}\text{C}$  y se lleva a cabo bajo condiciones normales de presión; y, la destilación por arrastre de vapor, que es empleada para la separación o aislamiento de aceites o compuesto líquidos insolubles en agua (UNAM. 2012)

La destilación simple se utiliza cuando la mezcla de productos líquidos a destilar contiene únicamente una sustancia volátil, o bien, cuando ésta contiene más de una sustancia volátil, pero el punto de ebullición del líquido más volátil difiere del punto de ebullición de los otros componentes en, al menos,  $80^{\circ}\text{C}$  (UNAM. 2012).

#### **5.4.7 Secado**

El secado es uno de los métodos gravimétricos de volatilización directa que tiene como objetivo separar el analito de una muestra del resto de sus componentes por evaporación. A escala de laboratorio el secado se lleva a cabo por procedimientos térmicos mediante el uso de un horno, estufa o mufla eléctrica, la cual, a una temperatura y tiempo determinados, garantiza la remoción, total o parcial, de la humedad presente en una muestra problema. Dentro del análisis químico de alimentos es utilizado en la determinación de humedad, extracto seco y cenizas y consiste en separar mediante procedimientos no mecánicos el líquido de un sólido que lo retiene físicamente (Zumbado, H. 2004).

#### **5.4.8 Calcinación**

La calcinación es un método clásico de la química analítica que consiste en someter, a temperaturas elevadas, una muestra (material o alimento) con la finalidad de obtener una descomposición térmica de la misma. Representa una reacción de descomposición y su objetivo es eliminar, el agua que está

unida químicamente a la muestra, así como sus compuestos orgánicos. A escala laboratorio, este proceso se lleva a cabo mediante el uso de una mufla eléctrica la cual puede alcanzar temperaturas por arriba de los 600° C a períodos de tiempo establecidos y durante el cual la composición química de la muestra tratada sufre una variación.

La aplicación de este proceso comprende campos como la pirometalúrgica y el análisis químico de alimentos, entre otros. Dentro de la pirometalurgia la calcinación tiene como objetivo la producción y tratamiento de minerales a partir de materiales que son descompuestos térmicamente para la obtención de materias primas, un ejemplo común de este campo es la producción de la cal (CaO) mediante la descomposición del carbonato de calcio. Dentro del análisis químico de alimentos, este proceso permite llevar a cabo la determinación de cenizas de un alimento mediante la conversión térmica de los compuestos orgánicos a minerales y su cuantificación porcentual (Zumbado, H. 2004).

#### **5.4.9 Centrifugación**

La centrifugación es una técnica que permite separa los sólidos presentes en una fase fluida gracias a la acción de la fuerza centrífuga. Se lleva a cabo mediante la utilización de un equipo electromecánico denominado centrífuga o centrifugadora, que consta de un motor capaz de hacer girar a una velocidad de alrededor de 2000 – 80000 rpm, una pieza llamada rotor, que se coloca en el eje del motor. A diferencia de los otros métodos de separación, este, acelera la separación de fases debido a la fuerza centrífuga empleada, en lugar a la fuerza gravitatoria. De igual manera, esta técnica se emplea para la concentración de sólidos, clarificación de suspensiones y separación de mezclas líquidas con eliminación simultánea de sólidos suspendidos o sedimentados

#### **5.4.10 Digestión ácida**

La digestión, dentro del campo de la química analítica, es el proceso mediante el cual los componentes complejos de una muestra (moléculas) son reducidos a sus constituyentes elementales para su posterior identificación y cuantificación. Se clasifica como digestión húmeda o seca y depende del proceso que se emplea para lograr la descomposición de la muestra. La digestión húmeda es aquella en la que se utiliza un medio ácido o básico en la descomposición de una muestra, utiliza ácidos o bases fuertes, debido a esto puede ser ácida o básica. La digestión seca es el proceso que consiste en la descomposición térmica, a temperaturas elevadas, de una muestra y es conocida como calcinación.

Dentro de la digestión húmeda, la digestión ácida es el tipo de digestión que presenta mayor ventaja, ya que permite la descomposición y disolución de todos los constituyentes de una muestra, incluso de los metales pesados que se obtienen durante dicho proceso. Para su digestión se utilizan ácidos fuertes tales como el ácido sulfúrico, clorhídrico, fluorhídrico y mezclas de ellos, como el agua regia, que son capaces de disolver muestras de naturaleza orgánica; como alimentos, tejidos animales y vegetales; muestras medioambientales, como lodos, suelos y sedimentos; y muestras inorgánicas,

tales como rocas, menas, cerámicas, metales y sus aleaciones. En el campo del análisis químico de alimentos, la digestión ácida es un proceso utilizado para la determinación de nitrógeno total, proteínas, fibra cruda y dietética mediante la descomposición del alimento mediante la acción de un ácido fuerte.

#### **5.4.11 Titulación**

Un análisis volumétrico es un método clásico de la química analítica cuyo procedimiento se basa en la medición del volumen de reactivo necesario para que reaccione con el analito presente en una muestra problema (Harris, D. 2007). Los métodos volumétricos de análisis se clasifican de acuerdo con el tipo de reacción que ocurre entre el reactivo valorante y el analito. Estos pueden ser de **neutralización**, precipitación, óxido – reducción y formación de complejos (Zumbado, H. 2004)

En una valoración o titulación, se distinguen tres sustancias principales: el valorante o titulante, que es la sustancia que se añade a la muestra problema que contiene el analito; la solución valorada, que es la que se va a titular; y, el indicador, que es la sustancia que cambia la coloración de la muestra problema en presencia de un exceso de la solución titulante.

El procedimiento para llevar a cabo una titulación consiste en añadir, a la muestra problema que contiene el analito, incrementos de la solución del reactivo titulante hasta que la reacción se complete, para que, a partir del volumen gastado de la solución valorante se calcule la cantidad de analito que debía haber en la muestra problema. El **punto de equivalencia** en una valoración es el punto en que la cantidad de valorante añadido es exactamente la necesaria para que reaccione estequiométricamente con el analito. Sin embargo, lo que realmente se mide en una titulación es el **punto final o viraje** que es el momento en el cual se observa un brusco cambio físico de la solución valorada, es decir, cuando se presenta un cambio en la coloración de la muestra problema por efecto del indicador añadido (Harris, D. 2007)

Dentro del campo del análisis químico de alimentos, las valoraciones de neutralización, también conocidas como titulaciones ácido – base son aplicadas para la determinación de acidez total titulable, proteínas, ésteres totales y carbonatos en alimento ya que permiten cuantificar, en el caso de la acidez, el porcentaje del ácido orgánico predominante en una muestra de alimento (Zumbado, H. 2004)

### **5.5 Equipo, Reactivo y Material utilizado en la química analítica**

#### **5.5.1 Equipo**

Los métodos clásicos y técnicas de laboratorio tales como el calentamiento, secado, evaporación, extracción, destilación, calcinación, incineración, filtración, precipitación, etc, utilizados en química analítica y análisis químico de alimentos, así como la medición de propiedades físico-químicas (temperatura, densidad, viscosidad, índice de refracción, pH, conductividad) requieren del uso de

equipos e instrumentos de medición (Zumbado, H. 2004). Éstos equipos se clasifican de acuerdo con sus características y funciones que desempeñan como **equipos mecánicos**, **equipos de calentamiento** y **equipos electromecánicos** (Harris, D. 2007)

Los **instrumentos de medición** son dispositivos empleados para la medición indirecta de las propiedades de la materia. Los más comunes utilizados en el análisis de químico son el termómetro, densímetro, lactodensímetro, butirómetro, pH-metro, refractómetro, colorímetro, viscosímetro y espectrofotómetro (López, I. 2012)

Dentro de los **equipos mecánicos**, la **balanza analítica** es la de mayor uso en análisis químico debido a que la medición de la masa de una sustancia o material es imprescindible en la práctica experimental. Sirve para pesar masas de sustancias inferiores a 200g con una sensibilidad de 0.1 mg o de 0.01 mg (Zumbado, H. 2004). Dispone de un electroimán para equilibrar la carga depositada sobre su platillo y presenta un botón utilizado para ajustar o tarar el peso a cero (Harris, D. 2007).

Los **equipos de calentamiento** involucran equipos tales como la estufa, parrilla, baño María, mufla y horno. La **estufa** es un equipo utilizado para secar sólidos, cristalería, precipitados y cualquier otro material, puede alcanzar temperaturas de hasta 100 – 300°C y, dentro del análisis químico de alimentos se emplea para la determinación de humedad y sólidos totales (UV. 2011). La **mufla** se emplea para pruebas que involucren la calcinación o incineración de muestras, puede alcanzar temperaturas de hasta 1200°C y, en el análisis químico de alimentos, se usa para la determinación cenizas. La **plancha o parrilla**, se usa para el calentamiento uniforme y prolongado de soluciones, en procesos de reflujo, digestiones prolongadas y evaporación de solventes (Zumbado, H. 2004). El **baño María**, también conocido como termobañero tiene la función de proporcionar temperatura uniforme a una sustancia líquida o sólida, mediante el uso de un corriente de agua caliente, para llevarla a ebullición o mantenerla a una temperatura constante (UV. 2011). El **horno**, al igual que la estufa, es un equipo utilizado para el secado y tratamiento con calor, de materiales sólidos pulverizados y puede operar en un rango de 3 – 300°C (UV. 2011).

Dentro de los **electromecánicos** están la bomba de vacío y la centrífuga. La **bomba de vacío** es un equipo que tiene como objetivo extraer las moléculas de gas de un volumen sellado para generar un vacío parcial. Tiene tres características principales, las cuales determinan su eficiencia; la presión límite o mínima de entrada, que es la fuerza por unidad de área que aplican para generar el vacío; la cantidad de gas evacuado por unidad de tiempo; y, el tiempo necesario para alcanzar dicha evacuación. Está integrada, principalmente por un rotor, cuya función es girar las paletas integradas a éste para generar la extracción del gas y un manómetro, que indica la presión ejercida por la bomba. En el campo del análisis químico de alimentos, la bomba de vacío se utiliza en la determinación de la materia extraña presente en un determinado tipo de alimento, ya que permite la extracción del medio líquido del alimento para aislar la materia extraña presente.

### 5.5.2 Reactivo

El trabajo experimental que se lleva dentro de la química analítica involucra la utilización de una gran diversidad de reactivos químicos, empleados, principalmente, para la preparación de soluciones, diluciones, medios de cultivos y agares.

Los reactivos químicos son sustancias que interactúan con otras en una reacción química para formar otras sustancias o productos nuevos con características diferentes. Estos pueden presentarse en estado líquido, sólido o gaseoso y, de acuerdo con sus propiedades físico-químicas, pueden ser corrosivos, explosivos, tóxicos o inflamables (Harris, D. 2007). Se pueden clasificar como sales (binarias, terciarias y ácidas), ácidos (orgánicos e inorgánicos, fuertes o débiles), bases (hidróxidos), óxidos, peróxidos, indicadores, acetatos y solventes orgánicos (alcoholes, cetonas, aldehídos, cloroformo, ), entre otros (Vega, E., Verde, R., & Pérez, M. 2003), y, de acuerdo con su pureza pueden ser de calidad técnica o comercial, calidad U.S.P. y calidad reactivo analítico, y calidad tipo primario, asimismo, esta, así como su manipulación durante la experimentación, determina la exactitud de un análisis (Skoog, D., West, M. 2002)

Los reactivos químicos de **calidad técnica o comercial** son sustancias cuyas impurezas no se han determinado, su calidad es muy imprecisa y no muy importante, se utilizan en procesos industriales y en los laboratorios para la limpieza de la cristalería y los instrumentos y rara vez se utilizan en los laboratorios de análisis (Zumbado, H. 2004). Los de **calidad U.S.P. (United States Pharmacopeia)** son aquellos que cumplen con los requisitos establecidos por la Farmacopea de los E.E.U.U., pueden estar fuertemente contaminados por la presencia de impurezas peligrosas para la salud y no son adecuados para el análisis de alimentos (Vega, E., Verde, R., & Pérez, M. 2003). Las sustancias de **calidad reactivo analítico** son aquellos que han sido sometidos a pruebas se ha comprobado que cumplen con las condiciones mínimas establecidas por el Comité de Productos Químicos Reactivos de la American Chemical Society (ACS), se producen comercialmente con alto grado de purificación y sus impurezas son determinadas y cuantificadas, usualmente su composición química se reporta en las etiquetas del producto y pueden clasificarse en tres calidades distintas: **reactivos para análisis (PA)**, **puros y especiales**. Los reactivos de **calidad tipo primario** son sustancias que, además de poseer las propiedades químicas deseables y se pueden obtener en forma extraordinariamente pura (Skoog, D., West, M. 2002).

### 5.5.3 Material

El material de laboratorio comprende todo elemento empleado como herramienta de trabajo en el desarrollo de un experimento y se clasifica de acuerdo con el material con el cual fue fabricado y la función que desempeña. De acuerdo a su composición, el material de laboratorio puede agruparse como **material de porcelana, vidrio, plástico, metálico, madera y caucho** (Guarnizo, A., Martínez, P. 2008).

El material de **porcelana** está compuesto por una pasta cocida, a 1250 – 1300°C, de caolín, cuarzo y feldespato. Es blanco, translúcido, resistente a ataques corrosivos (ácido y bases fuertes) y a temperaturas mayores a 500 °C e incluye materiales tales como morteros, pistilo, crisoles, cápsulas, espátulas, embudos buchner, triángulos, etc. (Zumbado, H. 2004)

El **material de vidrio o cristalería**, es un tipo de material compuesto principalmente por la mezcla fundida de SiO<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> y CaCO<sub>3</sub>. Es sólido, transparente o coloreado, amorfo, quebradizo, brillante, sonoro y resistente a temperaturas < 500°C. Puede clasificarse, de acuerdo al tipo de compuesto con el que se mezcle la sílice, como sodiocálcico y borosilicato (mezcla de sílice, bórax y álcali), de los cuáles, el borosilicato es el más utilizado en el laboratorio, debido a que resiste cambios bruscos de temperatura, así como calentamientos fuertes y prolongados (Guarnizo, A., Martínez, P. 2008). Así mismo, este material puede subclasificarse como material volumétrico, material para soportar medidas de masa y material para filtración o separación de mezclas, los cuales abarcan pipetas, buretas, matraces (aforo, Erlenmeyer, destilación, de bola, kitazato), probetas graduadas, vasos de precipitados, pipetas, vidrio de reloj, pesafiltros o pesasustancias, embudos (Gooch, Buckner, decantación), viales, frascos, etc (Zumbado, H. 2004).

El **material de plástico**, está compuesto sustancias poliméricas orgánicas de alta resistencia. Son aislantes térmicos y eléctricos, relativamente inertes a ataques químicos, sin embargo, son atacados por algunos solventes. Así mismo, generalmente son utilizados para el almacenamiento de líquidos y sufren deformación a temperaturas > 100 °C e incluyen materiales como las pisetas, probetas, contenedores, perillas, etc (Guarnizo, A., Martínez, P. 2008).

El **material metálico** es aquella herramienta compuesta principalmente por hierro y sus aleaciones, se caracteriza por ser, sólido, pesado, brillante, pulible, buen conductor de electricidad y calor, además de ser susceptible a la corrosión. Es utilizado, generalmente como material de soporte (Guarnizo, A., Martínez, P. 2008). Incluye herramientas como el soporte universal, tripies, pinzas (Mohr, para crisoles, tubos de ensayo y buretas), nueces, rejillas, anillos de soporte, etc (Zumbado, H. 2004)

Los **materiales de madera y caucho** tienen un uso limitado en el laboratorio debido a que presentan una alta reactividad con sustancias químicas, además de son materiales combustibles. Sin embargo, se usan frecuentemente en la fabricación de mesas, bancos, estanterías, algunas pinzas, etc. (Guarnizo, A., Martínez, P. 2008).

## **6. ANÁLISIS QUÍMICO DE LA LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS**

El análisis de alimentos es la disciplina que se fundamenta en los principios de ciencias como fisicoquímica, química orgánica, microbiología y química analítica, para el desarrollo, uso y estudio de los procedimientos analíticos útiles para evaluar las características de los alimentos y sus componentes, garantizar su seguridad, calidad, inocuidad y trazabilidad en coherencia con la ley y

demanda de los consumidores. Para su estudio el análisis alimentos puede dividirse en tres grupos, el análisis físico, químico y microbiológico (Zumbado, H. 2004)

El análisis químico de los alimentos es la disciplina que se encarga de la caracterización nutricional y toxicológica. de los alimentos, desde el punto de vista químico, así como en la determinación cualitativa y cuantitativa de sus componentes y posibles adulteraciones, a través de la aplicación de métodos y técnicas de la química analítica (Cheung, P. & Bhavbhuti M. Mehta. 2015 & Zumbado, H. 2004)

El análisis químico de la leche y productos lácteos comprende un conjunto de determinaciones realizadas mediante la aplicación de los métodos clásicos de análisis químico para conocer la composición y comprobar adulteraciones en muestras de leche y productos lácteos. Dichas experimentaciones incluyen pruebas cualitativas, tales como la prueba de lugol, prueba del bicarbonato y materia extraña, así como pruebas cuantitativas, tales como, la determinación de la densidad, humedad, cenizas, extracto etéreo (grasa), proteína total, fibra y carbohidratos. No obstante, existen más determinación utilizadas para la identificación y cuantificación de adulteraciones, fraudes, toxinas y nutrimentos específicos de los alimentos

## **6.1 Pruebas Cualitativas**

### **6.1.1 Prueba de lugol**

El almidón y las harinas de algunos cereales, son sustancias químicas compuestas por una mezcla de polisacáridos tales como la amilosa y la amilopectina, principalmente. Son utilizados como aditivos químicos en algunos alimentos y productos alimenticios y su adición en éstos influye en sus propiedades sensoriales, reológicas, de hidratación y gelatinización. No obstante, su uso es frecuente para compensar y/o mejorar algunas de las propiedades de los alimentos. Sin embargo, la incorporación del almidón o harina en alimentos y productos alimenticios es considerada una adulteración de los mismos, debido a que éstas sustancias no forman parte de su composición química natural y, además, la modifican (Badui, S. 2013).

La prueba de lugol es una prueba cualitativa utilizada para comprobar la adulteración de los alimentos y productos alimenticios por la adición de almidón y harinas. Esta prueba consiste en la detección visible de una coloración azul – violeta que adquiere la muestra problema, después de someterlas a ebullición y al adicionarle algunas gotas de una solución de yodo lugol. La coloración formada se debe a la reacción que se presenta entre el yodo y las moléculas de glucosa presentes en la amilosa y amilopectina del almidón y harinas (Ramakant, S. 2006)

### **6.1.2 Prueba del bicarbonato**

El bicarbonato de sodio es una sal ácida inorgánica formada por iones de sodio ( $\text{Na}^+$ ) y carbonato ácido ( $\text{HCO}_3^-$ ) que, entre otros usos, se emplea como neutralizante para amortiguar la acidez de los

mismos. Sin embargo, la utilización de esta y otras sustancias neutralizantes es una práctica que constituye un fraude debido a que altera la composición química de los alimentos y degrada su calidad al hacer pasar por normal un alimento que ya se ha deteriorado por acidificación natural y que, además, enmascara su calidad microbiológica al ocultar las altas cargas de microorganismos acidificantes presentes en el alimento (Ramankant, S. 2006).

La prueba del bicarbonato es una prueba cualitativa que permite comprobar la adulteración de alimentos por acción de esta sustancia, mediante la detección visible de un cambio en la coloración. Consiste en añadir, a la muestra problema, gotas del indicador fenolftaleína y ácido acético y someterlas a ebullición mediante la aplicación de un baño María. Si después de que la muestra fue sometida a ebullición ésta torna una coloración rosa débil, la prueba es positiva y se comprueba, cualitativamente, la presencia de bicarbonato como adulterante (Ramankant, S. 2006). La coloración rosa débil que se presenta después de añadir el indicador se debe a la reacción entre éste y el bicarbonato, debido a la naturaleza básica del bicarbonato pues la fenolftaleína cambia su estructura en medio básico y torna una coloración rosa.

### **6.1.3 Materia Extraña**

La materia extraña se define como cualquier sustancia, resto, desecho o material externo a los alimentos o productos alimenticios que se presenta en los mismos y que no forma parte de su composición normal. Este tipo de sustancias están asociadas a las condiciones o prácticas en la producción, almacenamiento o distribución de los alimentos y comprenden sustancias derivadas de la contaminación animal, tales como pelos de roedores, fragmentos de insectos o plumas de aves; materiales en descomposición y/o algún otro tipo de materiales pesados tales como arena, tierra, vidrio, piedras, tornillos o palos de madera, entre otros (Nielsen, S. 2017).

Los métodos empleados para la detección y remoción de la materia extraña presente en los alimentos y productos alimenticios se basan en la retención de las partículas mediante la acción de una fuerza externa. Dentro de los métodos utilizados con mayor frecuencia están el colado, la filtración y la clarificación. Asimismo, éstos métodos dependen de la naturaleza del alimento o producto alimenticio (Villegas, A. & Santos, A. 2014).

En el análisis químico de la leche y productos lácteos la técnica analítica implementada para detectar la presencia de materia extraña y evaluar su calidad, es la filtración al vacío. Esta técnica consiste en tomar una muestra problema y someterle a una filtración, mediante el uso de una bomba de vacío cuya fuerza permite retener, en un papel filtro y a través del uso de un embudo goch o buckner, la materia extraña del resto del alimento para después analizarla cualitativamente bajo un microscopio óptico. La prueba resulta positiva si se hallan materiales externos al alimento o producto alimenticio y se reporta de acuerdo con lo establecido en la norma NOM-243-SSA1-2010 (SSA1, 2010)

## **6.2 Pruebas Cuantitativas**

### **6.2.1 Densidad**

La densidad es una propiedad física de un fluido (líquido o gas) o sólido que relaciona su masa por unidad de volumen a una temperatura y presión determinadas. Tiene unidades de gramos por centímetro cúbico ( $g/cm^3$ ) o kilogramo por litro ( $kg/L$ ) y puede determinarse, en laboratorio, mediante el uso de instrumentos de medición tales como picnómetros, densímetros o lactodensímetros de acuerdo al tipo de sustancia de que se trate (Villegas, A. & Santos, A. 2014)..

En el análisis químico de la leche, la determinación de la densidad permite detectar adulteraciones en la misma. Además, existen tres factores principales por los cuales la densidad de la leche puede variar (INIFAP. 2011). El primero es el porcentaje de sólidos totales, ya que, si estos aumentan, la densidad también lo hará; el segundo, es el porcentaje de grasa, pues si aumenta, la densidad disminuye; y, el tercero, es la temperatura, debido a que sí la leche se enfría, su densidad se incrementa y viceversa (Villegas, A. & Santos, A. 2014).

La densidad de la leche se encuentra dentro del intervalo de 1028 – 1033 g/ml a una temperatura de 15°C, su valor depende de la temperatura y tipo de leche del que se trate y su medición se realiza mediante la utilización de un Lactodensímetro Quevenne. Este dispositivo es un instrumento de medición estandarizado y graduado que permite medir la densidad de la leche a una temperatura de 20°C. Está integrado por tres partes principales, el vástago, que es la parte más delgada y graduada en un intervalo de 1,015 y 1,040; el flotador que le da cuerpo al lactodensímetro y tiene forma de una bombilla alargada; y la punta, la cual está compuesta por perdigones de plomo cuyo objetivo es hacer contrapeso en el instrumento.

La determinación de la densidad en leche consiste en sumergir el Lactodensímetro Quevenne en la muestra problema sin que éste toque las paredes del recipiente donde se encuentra y realizar la lectura de la graduación a la cual el vástago del instrumento ha sido sumergido (Villegas, A. & Santos, A. 2014). La graduación del vástago del lactodensímetro está dada en g/ml, lo que indica que a una temperatura de 20°C esa es la densidad de la muestra problema. Cuando la muestra problema no se encuentra a 20°C se realiza un ajuste de la medición realiza por el lactodensímetro conforme a la fórmula establecida por la norma NOM-155-SCFI-2012 (SCFI, 2012).

### **6.2.2 Humedad y Extracto Seco**

La humedad se define como el contenido de agua libre presente en los alimentos. Se expresa en porcentaje y representa un parámetro físico-químico de gran importancia en la calidad de los alimentos debido a que su cuantificación es decisivo en todos los procedimientos de conservación de éstos, tales como la concentración, la deshidratación, el congelamiento, la liofilización, el salado, el azucarado y la pasteurización por alta presión, pues estos sistemas tienen el objetivo de regular

su actividad para controlar tanto las reacciones enzimáticas, como el crecimiento microbiano y retrasar su descomposición (Badui, S. 2013)

El extracto seco, sólidos totales o materia seca es el residuo sólido que permanece en los alimentos después de haber extraído por completo su contenido de humedad (Suzanne, S. 2017)

Las pruebas utilizadas para la determinación de humedad en alimentos se clasifican en dos categorías; métodos directos y métodos indirectos. Los métodos directos son aquellas pruebas donde el agua es removida completamente de la muestra para posteriormente determinar el contenido de humedad por pesado, volumetría o titulación, ejemplos de éstos métodos son secado térmico en estufa y horno eléctrico, destilación y extracción. Los métodos indirectos son métodos instrumentales de análisis en donde las pruebas realizadas se basan en las propiedades físico-químicas de los alimentos para relacionar su presencia de agua, dichas propiedades son la capacitancia, gravedad específica (densidad relativa), densidad, índice de refracción, punto de congelación y absorción electromagnética (Suzanne, S. 2017)

### **6.2.3 Cenizas**

Las cenizas se refieren al residuo inorgánico (mineral) que permanece después de la ignición u oxidación completa de algún producto alimenticio (Cheung, P. & Bhavbhuti M. Mehta. 2015). Son un parámetro importante de calidad pues permite, en primera instancia, aproximar el análisis de minerales en los alimentos. Existen dos procedimientos principales para la determinación de cenizas, la determinación en seco y medio húmedo. La primera consiste en calentar el alimento hasta una temperatura entre los 500 – 600 °C en una mufla, durante ello, el agua y los compuestos volátiles contenidos en la muestra de alimento son evaporados y la materia orgánica es quemada en presencia de oxígeno y convertida en dióxido de carbono y óxido de nitrógeno. La segunda, se basa en la oxidación de la materia orgánica usando ácidos o agentes oxidantes o su combinación. Algunos alimentos tales como las frutas y hortalizas necesitan de un pretratamiento en el que se retire el exceso de humedad y otros, como la carne, de la extracción del exceso de grasa. El porcentaje de cenizas puede expresarse en una base húmeda o seca (Suzanne, S. 2017).

### **6.2.4 Grasa**

La determinación de grasa es uno de los análisis clave utilizado para el etiquetado y control de los alimentos que permite cuantificar de manera total una variedad de lípidos, ácidos grasos y sus derivados (). Los métodos utilizados para la determinación de lípidos se clasifican en tres categorías principales; métodos de extracción con solventes, métodos de extracción sin solventes y los métodos instrumentales (Suzanne, S. 2017).

Los métodos de extracción con solventes consisten en utilizar sustancias orgánicas no polares tales como el ciclohexano, éter de petróleo, acetona, etc, para extraer el contenido de grasa de un alimento y posteriormente cuantificarlo por gravimetría. Se clasifican como continuos, como el método

Goldfish; semicontinuos, como el método Soxhlet y no continuos, como los métodos Monjonier y Folch (Cheung, P. & Bhavbhuti M. Mehta. 2015)

Los métodos de extracción húmeda sin solventes consisten en utilizar un ácido inorgánico fuerte para la digestión de la materia orgánica no grasa del alimento y su posterior medición volumétrica. Son utilizados para productos alimenticios específicos tales como la leche y ejemplos de éstos son el método Babcock y Gerber (Cheung, P. & Bhavbhuti M. Mehta. 2015)

Los métodos instrumentales son aquellos que permiten cuantificar el contenido de grasa mediante la medición de una propiedad físico-química de los lípidos. Dentro de dichos métodos podemos encontrar el infrarrojo, los rayos X y la absorción (Suzanne, S. 20017).

### **6.2.5 Nitrógeno total y Proteína**

Los métodos analíticos diseñados para la determinación de proteína en alimentos son variados, éstos incluyen la determinación de nitrógeno total, péptidos, aminoácidos aromáticos, entre otros. Dentro de dichos métodos se encuentran los métodos Kjeldahl y Dumas, los cuales, más que cuantificar el contenido de proteína total, permiten determinar el contenido de nitrógeno total presente en un alimento, debido a que algunos componentes no proteicos presente en los alimentos son considerados durante la cuantificación por dichos métodos (Suzanne, S. 20017).

El método Kjeldahl es un procedimiento químico cuyo procedimiento experimental consiste en tres procesos químicos principales; la digestión de la muestra, la destilación y la titulación para determinar el contenido total de nitrógeno presente en un producto alimenticio. Este método no distingue entre los componentes nitrogenados proteicos y no proteicos por lo cual no es preciso para cuantificar completamente el contenido de proteína cruda, para ello, el resultado obtenido debe multiplicarse por un factor de corrección específico para cada tipo de alimento (Cheung, P. & Bhavbhuti M. Mehta. 2015).

### **6.2.6 Acidez**

La acidez es una propiedad química de los alimentos utilizada como parámetro de calidad debido a que permite medir, entre otras cosas, el grado de descomposición de los los mismos. Representa el total de ácidos orgánicos presentes en una muestra de alimento y es cuantificada el total del ácido orgánico predominante, debido a que solo se limita a cuantificar el total de ácidos y no de cada uno (Zumbado, H. 2004).

El método empleado para la determinación de acidez total en los alimentos es un método volumétrico llamado titulación ácido - base. Este método consiste en hacer reaccionar los ácidos orgánicos presentes en la muestra de alimento con una solución de hidróxido de sodio previamente valorada. El proceso experimental de la titulación se lleva a cabo añadiendo hidróxido de sodio a la muestra de alimento hasta llegar a un punto de equivalencia en donde los ácidos orgánicos hayan

reaccionado totalmente con el hidróxido de sodio añadido. El punto final de la titulación se presenta cuando la muestra ha pasado de ser incolora a tomar un color rosa débil, percibido visualmente. La sustancia responsable de esta coloración es el indicador fenolftaleína el cual reacciona en un medio ligeramente básico a un  $\text{pH} = 8.2$

### **6.2.7 pH**

El pH es una propiedad química de los alimentos que mide la actividad de los iones hidronio ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) presentes en una muestra de alimento e indica el grado de acidez de la misma (Cheung, P. & Bhavbhuti M. Mehta. 2015). Matemáticamente, se define como el valor negativo del logaritmo común (de base diez) de la concentración del ion hidronio ( $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$ ). Es un parámetro de calidad que está directamente relacionado con la acidez, debido a que cuanto mayor es la concentración de los iones hidronio mayor es la acidez del alimento. Los valores posibles de medición del pH están dentro del intervalo de 0 a 14, teniendo como punto medio el 7, el cual indica neutralidad. Valores de  $\text{pH} < 7$  indica acidez y valores de  $\text{pH} > 7$  indican basicidad. De manera práctica se puede decir que todos los alimentos tienen valores de  $\text{pH} < 7$  y el agua de la llave en ocasiones es alcalina ( $\text{pH} > 7$ ) debido a las sales disueltas (Zumbado, H. 2004)

Existen dos métodos comunes para la medición del pH en los alimentos. El primero, el cual es un método no preciso, consiste en sumergir papel tornasol en una muestra de alimento previamente preparada para medir su acidez o basicidad. La interpretación de la medición se basa en el cambio de coloración y pigmentación del papel tornasol. El segundo método, más preciso y exacto, consiste en la medición del pH por el uso de un instrumento digital llamado pH-metro. Éste dispositivo permite medir la actividad de los iones hidronio sumergiendo el electrodo del pH-metro y leyendo, directamente, el valor del pH. Los pH-metros son dispositivos de uso comercial, estandarizados que deben ser calibrados previamente para la medición del pH, con soluciones reguladoras llamadas buffers (Cheung, P. & Bhavbhuti M. Mehta. 2015)

## CAPÍTULO II: EL CENTRO DE BACHILLERATO TECNOLÓGICO AGROPECUARIO NO. 79 (CBTA 79) Y LA CARRERA TÉCNICA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE ALIMENTOS (PIA)

### 7. CENTROS DE BACHILLERATO TECNOLÓGICO AGROPECUARIO (CBTAS)

Los CBTAS son planteles educativos de educación media superior que brindan estudios de bachillerato tecnológico a los jóvenes que habitan en áreas rurales del país. Existen alrededor de 306 distribuidos en las 31 entidades federativas del país y ofrecen dos modalidades de educación; la escolarizada y la mixta auto-planeada (SAETA). La modalidad escolarizada atiende a estudiantes que se encuentran en el rango de edad de 14-18 años, y la modalidad mixta auto-planeada se dirige a quienes no tienen la posibilidad de cursar el sistema escolarizado, generalmente a estudiantes mayores de edad. Este último se caracteriza por integrar un programa de estudios, en el cual, el 30% del programa es desarrollado con acompañamiento docente, mientras que el 70%, es realizado de forma autónoma por el estudiante con apoyo de materiales bibliográficos, audiovisuales, guías de estudio, antologías, entre otros. En ambas modalidades la duración de los estudios es de seis semestres, durante los cuales los jóvenes cursan el bachillerato y, a la vez, una carrera técnica. Su ubicación es estratégica, ya que se encuentran en diversas regiones agroecológicas del país con diferente nivel de desarrollo. Las carreras que se ofertan están determinadas en función de la demanda y del entorno social y económico de los planteles y actualmente, se ofrecen 28 carreras técnicas que se agrupan en diferentes campos de formación profesional tales como Sistemas de Producción Agropecuario y Alimentos, Medio Ambiente, Turismo, Mantenimiento Industrial, Administración y Tecnologías de la Información (figura 8.1) (DGETA. 2016)

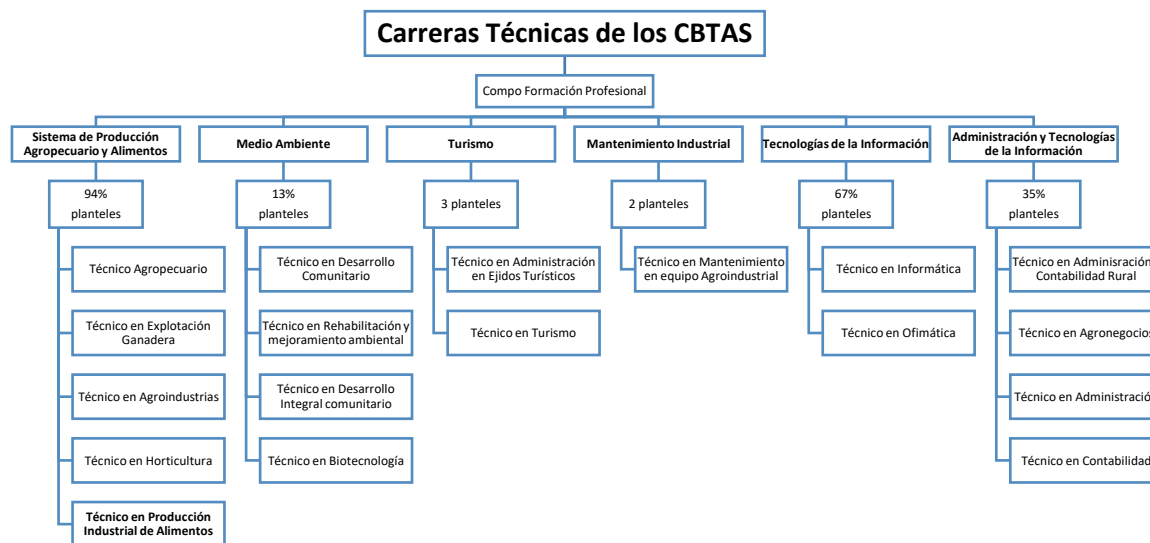


Figura 8.1 Carreras técnicas de los cbta (DGETA. 2016)

## 7.1 Estructura curricular de los CBTAS

La estructura curricular del plan de estudio que se ofrece en los CBTAS está integrado por tres componentes principales; la formación básica, la formación propedéutica y la formación profesional. En la **formación básica**, la cual se articula con la educación básica y con la superior, se abordan los conocimientos esenciales de la ciencia, tecnología y las humanidades, así como sus fundamentos. En la **formación propedéutica**, se profundiza en los conocimientos disciplinares para favorecer una mejor incorporación de los egresados a instituciones de nivel superior y está integrado por asignaturas. En este componente el estudiante puede elegir alguna de las siguientes áreas: Físico-matemática, Económico-administrativa, Químico-biológica y, Humanidades y Ciencias Sociales. La **formación profesional**, la cual se presenta a partir del segundo semestre de bachillerato, se organiza en módulos y submódulos profesionales con contenidos basados en estándares de competencia para desarrollar las habilidades profesionales correspondientes a cada carrera técnica (DGETA. 2016)

## 8. EL CENTRO DE BACHILLERATO TECNOLÓGICO AGROPECUARIO NO. 79 (CBTA 79)

### 8.1 Localización

Se encuentra ubicado en el municipio de Zinacatepec, en una zona semi-urbana, en la parte sureste del Estado de Puebla, sus coordenadas geográficas son los paralelos  $18^{\circ} 17' 30''$  y  $18^{\circ} 23' 00''$  de latitud norte y los meridianos  $97^{\circ} 15' 54''$  de longitud occidental (figura 2.2). Colinda al norte con el municipio de Ajalpan, al sur con San José Miahuatlan y Coxcatlan, al oriente con Ajalpan y Coxcatlan y al poniente con el Municipio de Altepexi y San José Miahuatlan. El municipio de Zinacatepec tiene una altitud de 1120 msnm con una superficie de 86.76 km<sup>2</sup>, que lo ubican en el lugar 132 con respecto a los demás municipios del estado. El área de influencia del Plantel Educativo comprende los municipios de la región y algunos de la sierra negra como son: Ajalpan, San José Miahuatlan, Coxcatlan, Altepexi, Coyomeapan y Zoquitlan



Figura 8.2 Ubicación geográfica del CBTA No. 79

## 8.2 Organización

De acuerdo con la normativa vigente, el organigrama del CBTA No. 79, así como el de los demás CBTAS del país, puede tener dos variantes que dependen de la matrícula estudiantil con la que se cuente en cada ciclo escolar. Esta organización puede ser tipo A, cuando el total de estudiantes es menor a 600 y tipo B, cuando es mayor. Asimismo, el organigrama del CBTA tipo A, está constituido, principalmente, por un Director, dos Subdirecciones nueve Departamentos y veintiún Oficinas, mientras que, para el tipo B, su organización sólo se afecta al cambiar el Departamento de Planeación y Desarrollo Institucional a una Subdirección. Actualmente, de acuerdo con la matrícula estudiantil, el CBTA No. 79 está regido por el organigrama tipo B, el cual ha sido rediseñado con la actual gestión administrativa (figura 2.3)

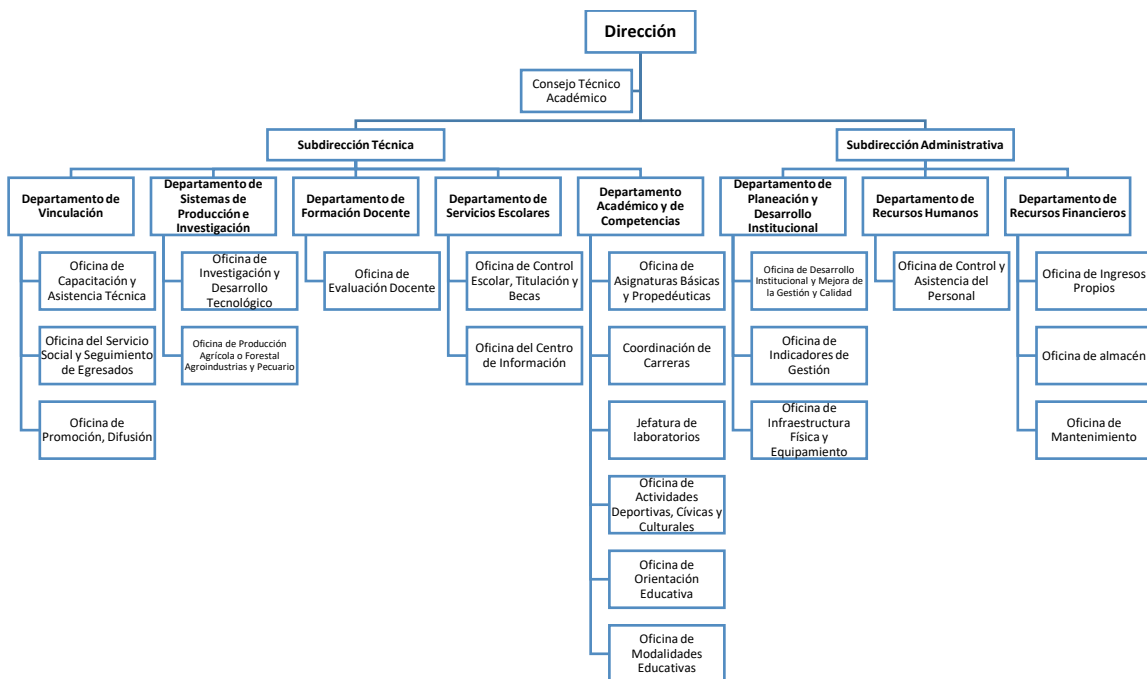


Figura 8.3 Organigrama del CBTA No. 79

## 8.3 Infraestructura

Cuenta con 100 Ha de terreno, de las cuales solo el 20% cuenta con infraestructura. Asimismo, dentro de esta infraestructura, la institución cuenta con 18 edificios; 17 aulas; 3 laboratorios, uno de física, uno de química de suelos y uno de idiomas; 8 talleres, dos de cómputo, uno de carnes, uno de frutas y hortalizas, uno de alimentos balanceados, uno apícola y uno del área de mantenimiento; 4 canchas, dos de basquetbol y voleibol; 1 campo de fútbol y béisbol; 2 sanitarios para hombres y 2 para mujeres; 13 pasillos, una sala audiovisual y una biblioteca. Dentro de los laboratorios construidos, solo el laboratorio de química de suelos ha sido rehabilitado y, actualmente es utilizado

como laboratorio de análisis de alimentos en donde se imparten las asignaturas de los submódulos profesionales de la carrera de PIA para el análisis físico, químico y microbiológico.

#### **8.4 Oferta educativa**

Ofrece una educación a nivel medio superior con terminación bivalente, ya que permite al estudiante estudiar, al mismo tiempo, tanto el bachillerato como una carrera técnica. Las carreras técnicas que ofrece la institución son 4 de las 28 ofertadas por la DGETA, hoy en día la UEMSTAyCM. Las carreras que actualmente están vigentes son; la carrera de Técnico Agropecuario, **Técnico en Producción Industrial de Alimentos** (anteriormente Técnico en Agroindustrias), Técnico en Explotación Ganadera y Técnico en Ofimática (anteriormente Técnico en Informática). Asimismo, se ofrecen dos modalidades de estudio, el escolarizado y el Sistema Abierto Auto-planeado (SAETA). El primero, que ofrece las cuatro carreras técnicas está orientada a una comunidad estudiantil entre los 14 – 18 años de edad, además de que se imparte en un horario matutino de lunes a viernes. La segunda modalidad, SAETA, que oferta solo la carrera de Técnico Agropecuario esta orienta a una comunidad estudiantil mayor a los 18 años de edad y tiene como objetivo brindar la educación media superior adultos que no concluyeron su bachillerato en el período normal.

#### **8.5 Comunidad Estudiantil**

La población estudiantil es proveniente de alguno de los 13 municipios de las regiones conocidas como el “Valle de Tehuacán” y “Sierra Negra”. De éstos, el 30% es originario de la Sierra Negra y el restante 70% son provenientes tanto del municipio de Zinacatepec Puebla, que es el lugar de asentamiento del plantel, como de algún municipio de la región de Tehuacán. Los municipios de los cuales son originarios la comunidad estudiantil son considerados como rurales y, de acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) son catalogados como de “Alta” y “Muy Alta Marginación” por lo que las condiciones naturales, climáticas, sociales y económicas, provocan que la amplia mayoría de la población, aparte de ser rural, se mueva entre la pobreza y pobreza extrema.

#### **8.6 Matrícula**

De manera general, la matrícula total estudiantil en cada uno de los semestres ha variado dentro del intervalo de 500 a 600 estudiantes. Actualmente, la matrícula total inscrita para el semestre febrero - julio 2019 es de 507. De éstos, el 54.78%, con aproximadamente 278 corresponde al total de hombres y el 45.22%, con aproximadamente 229, al total de mujeres, cuyas edades varían entre los 14 – 18 años de edad.

La matrícula por semestre varía de acuerdo al grado en el que se encuentran, ya que existe una diferencia entre el total de estudiantes inscritos en el segundo semestre que en el sexto semestre. Actualmente, el plantel cuenta con un total de 173 estudiantes regulares inscritos en el segundo semestre, 195 en el cuarto semestre y 139 en el sexto semestre.

La matrícula por carrera técnica cuenta con estudiantes inscritos en segundo, cuarto y sexto semestre y, actualmente está distribuida de la siguiente manera. Para la carrera de Técnico Agropecuario, que cuenta con un grupo en segundo y cuarto semestres y con dos en sexto tiene un total de 108 alumnos inscritos lo que representa el 21% de la matrícula total. Para la carrera de Técnico en Ofimática, que cuenta con dos grupos en el segundo y sexto semestres y con tres en el cuarto semestre, tiene un total de 198 alumnos inscritos, lo cual representa el 39% de la matrícula total. Para la carrera de **Técnico en Producción Industrial de Alimentos** que cuenta con un grupo en el segundo y sexto semestres y con dos en cuarto semestre hay un total de 84 estudiantes inscritos lo que representa el 17% de la matrícula total. Finalmente, la carrera de Técnico en Explotación Ganadera que cuenta con dos grupos en el segundo y cuarto semestres y con uno en el sexto semestre cuenta tiene un total de 117 alumnos inscritos, lo cual representa el 23% de la matrícula total. Actualmente, la carrera técnica con mayor matrícula es la de Técnico en Ofimática, con el 39% de la, seguida por la carrera de Técnico en Explotación Ganadera con el 23%, la carrera de Técnico Agropecuario con el 21% y la carrera de Técnico en Producción Industrial de Alimentos con el 17%.

## **9. EL MODELO EDUCATIVO POR COMPETENCIAS EN LA EMS**

El modelo educativo por competencias a nivel medio superior surgió como consecuencia de la creación de un Marco Curricular Común, denotado por la Reforma Integral de Educación Medias Superior. Tiene como propósito desarrollar e implementar las competencias, en los estudiantes de bachillerato de todos los subsistemas de la SEMS (SEP, 2008).

### **9.1 La Reforma Integral de Educación Media Superior (RIEMS)**

La Reforma Integral de Educación Media Superior (RIEMS) es un proceso consensuado que surgió como respuesta a los problemas relacionados a la educación a nivel medio superior, tales como la baja cobertura, el alto índice de abandono escolar, la escasez en la pertinencia de los planes de estudio y la dispersión de estructuras, así como las formas de organización e insuficiente comunicación entre los subsistemas de la EMS. Su objetivo es la creación de un Sistema Nacional de Bachillerato (SNB), que permitiera la unificación de los diferentes subsistemas de EMS en un Marco Curricular Común (MCC). Tiene su fundamento legal en el acuerdo 442 publicado en el Diario Oficial de la Federación (D.O.F), y fue decretado el viernes 26 de septiembre de 2008 en el Diario Oficial de la Federación (SEP, 2008).

### **9.2 Marco Curricular Común (MCC)**

El MCC es la parte del plan de estudios que integra las competencias genéricas y disciplinares, básicas y extendidas, que deben desarrollarse en todos los alumnos de los cuatro subsistemas educativos de la EMS (bachillerato general, bachillerato general con formación para el trabajo, bachillerato tecnológico y formación profesional técnica) que establece la RIEMS (SEP, 2008).

### **9.3 El Sistema Nacional De Bachillerato (SNB)**

El Sistema Nacional de Bachillerato (SNB) es un mecanismo de la Secretaría de Educación Pública (SEP) que tiene como objetivo evaluar y elevar la calidad de los planteles del nivel medio superior del país. Surge a partir de la RIEMS, permite unificar los criterios de formación académica de los diferentes subsistemas de Bachillerato existentes en México, sin modificar sus diferentes programas y planes de estudio, a través de la creación del MCC basado en competencias. Asimismo, permite elevar la calidad de cada bachillerato a través la incorporación y ascenso de éstos en alguno de sus cinco niveles (SEP, 2008).

### **9.4 Competencias del MCC**

Las competencias se definen como “el conjunto de conocimientos, habilidades y destrezas, tanto específicas como transversales, que debe reunir un titulado para satisfacer plenamente las exigencias sociales, que desarrolla en forma gradual, a lo largo de todo proceso educativo y que son evaluadas en diferentes etapas”. Estas competencias se dividen en tres categorías; las competencias genéricas, las disciplinares, básicas y extendidas y, las profesionales. En el contexto del MCC, dichas competencias permiten establecer la unificación de la gran diversidad de los subsistemas de EMS, sin que estos modifiquen su particularidad. Asimismo, permiten definir, en una unidad común, los conocimientos, habilidades y actitudes que el egresado debe poseer para obtener su certificado de bachillerato en el marco del SNB (SEP, 2008).

#### **9.4.1 Competencias Genéricas**

Las competencias genéricas son las competencias comunes a todos los estudiantes de bachillerato y las que todos deben de estar en capacidad de desempeñar, ya que los capacitan para continuar aprendiendo de forma autónoma. Tienen su fundamento legal en el Acuerdo 444, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día martes 21 de octubre del 2008. Son transversales, ya que se son relevantes en todas las disciplinas y espacios curriculares de la EMS y, transferibles, ya que refuerzan la capacidad de los estudiantes de adquirir otras competencias. Existen un total de 11 competencias genéricas, cuentan con sus atributos y están distribuidas en seis dimensiones (SEP, 2008 & SEP, 2012).

#### **9.4.2 Competencias Disciplinarias**

Son las nociones mínimas necesarias que expresan conocimientos, habilidades y actitudes de cada campo disciplinar. Su objetivo es que los estudiantes se desarrollen de manera eficaz en diferentes contextos y situaciones a lo largo de la vida. Representan procesos mentales complejos que permiten a los estudiantes enfrentar situaciones complejas como las que caracterizan al mundo actual. Existen en dos niveles de complejidad, las competencias disciplinares básicas y las extendidas. Las competencias disciplinares básicas se organizan en campos disciplinarios y procuran expresar las capacidades que todos los estudiantes deben adquirir, independientemente del plan y programas de

estudio que cursen y la futura trayectoria académica o profesional que elijan al terminar sus estudios de bachillerato. Las competencias disciplinares extendidas son las que amplían y profundizan los alcances de las competencias disciplinares básicas y dan sustento a la formación de los estudiantes en las competencias genéricas que integran el perfil de egreso de la EMS. Son de mayor profundidad o amplitud y se definirán al interior de cada subsistema, según sus objetivos particulares. Las competencias disciplinares, tanto básicas como extendidas, así como sus atributos se agrupan en cinco campos, los cuales, a su vez integran cada una de las disciplinas de la EMS. Estos campos disciplinares son Matemáticas (M), que integra todas las disciplinas, desde álgebra hasta cálculo; Ciencias Experimentales (CE), que incluye las disciplinas de Química, Física, Biología y Ecología; Comunicación (C), que integra las disciplinas de Lectura Expresión Oral y Escrita, Taller de Lectura y Redacción, Lengua Adicional al español y Tecnologías de la Información (TICs); Ciencias Sociales (CS), que comprende las disciplinas de Historia, Sociología, Política, Economía y Administración; y Humanidades (H), que integra las disciplinas de Literatura, Filosofía, Ética, Lógica y Estética (SEP, 2008. & SEP, 2009).

#### **9.4.3 Competencias Profesionales**

Las competencias profesionales son aquellas que se refieren a un campo del quehacer laboral. Se refieren al uso particular del enfoque de competencias aplicado al campo profesional y definen el ejercicio eficaz de las capacidades que permiten el desempeño de una ocupación, respecto a los niveles requeridos en el empleo. Representan algo más que el conocimiento técnico que hace referencia al saber y al saber-hacer, pues no solo engloba las capacidades requeridas para el ejercicio de una actividad profesional, sino también un conjunto de comportamientos, facultad de análisis, toma de decisiones, transmisión de información, entre otros, considerados necesarios para el pleno desempeño de la ocupación (SEP, 2008).

### **10. LA CARRERA TÉCNICA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE ALIMENTOS (P.I.A.)**

La carrera técnica Producción Industrial de Alimentos (PIA) ofrece las competencias genéricas, disciplinares y profesionales que permiten al estudiante conservar, procesar y analizar las distintas materias primas provenientes de fuente animal o vegetal, tales como frutas, hortalizas, cereales, carnes, aves, pescados, mariscos, así como sus derivados y obtención de productos y subproductos que se obtienen de su aprovechamiento. Su plan de estudios está diseñado para que el estudiante pueda desarrollar las competencias genéricas relacionadas, principalmente, con la participación en los procesos de comunicación en distintos contextos, la integración efectiva a los equipos de trabajo y la intervención consciente, desde su comunidad en particular, hasta en su país y el mundo en general, todo con apego al cuidado del medio ambiente (SEP, 2016).

La formación profesional de técnico en producción industrial de alimentos se inicia en el segundo semestre y se concluye en el sexto semestre del bachillerato tecnológico, desarrollando, en ese

lapso de tiempo, las competencias necesarias que le permitan ejecutar procesos de conservación y transformación de alimentos, mediante la aplicación de la reglamentación, legislación y normatividad vigente, en el cumplimiento de estándares establecidos de calidad e inocuidad, así como evaluar los resultados obtenidos, que le permitan realizar ajustes de mejora continua en la producción y optimización de recursos (SEP, 2008).

### **10.1 Propósito de la carrera**

Formar técnicos capacitados para conservar y procesar con calidad e inocuidad, materias primas de origen vegetal o animal, y así convertirlos en productos y/o servicios sustentables de alto valor agregado (SEP, 2008).

### **10.2 Perfil de Ingreso**

Los estudiantes que ingresan deben poseer actitudes, aptitudes e intereses para (SEP, 2016):

1. Elaborar productos a base de alimentos, tales como **lácteos** (yogurt y quesos), productos **cárnicos** (embutidos), productos **hortofrutícolas** (almíbares, conservas, mermeladas, ates), así como productos derivados del procesamiento de **cereales** y **oleaginosas** (productos de la panadería)
2. Interés por la ciencias químico-biológicas
3. Trabajar colaborativamente, en equipos, para el logro de objetivos
4. Atender procesos establecidos para la transformación y análisis de alimentos
5. Organizar, planear y distribuir tiempos para el alcance de objetivos
6. Establecer relaciones interpersonales efectivas
7. Actuar con respeto y responsabilidad

### **10.3 Perfil de Egreso**

La formación que ofrece la carrera de PIA permite al egresado, a través de la articulación de saberes de diversos campos disciplinares (matemáticas, ciencias experimentales y comunicación), realizar el acondicionamiento de las materias primas, las áreas de proceso y la operación del equipo, maquinaria y herramientas de trabajo necesarias para el procesamiento de la materia prima. De igual manera, durante el proceso de formación de los cinco módulos, el estudiante desarrollará y reforzará las **competencias profesionales necesarias para el análisis físico, químico y microbiológico de alimentos**. Asimismo, dichas competencias le permitirán establecer las relaciones entre ellas y su vida cotidiana para integrarse y desenvolverse en actividades de la industria alimentaria, tales como (SEP, 2016).

1. Supervisar los procesos en la industria alimentaria a través de sistemas de control para un desarrollo eficiente de la misma.
2. Aplicar las técnicas y métodos de análisis microbiológicos, físico-químicos y sensoriales, para el control de calidad del proceso de producción.

3. Resolver problemas que involucren el razonamiento lógico matemático y de abstracción, representando cuantitativamente su realidad, mediante los símbolos que identifican el lenguaje matemático y los procedimientos propios de la disciplina.
4. Integrar los conocimientos científicos, tecnológicos y humanísticos a su actividad académica, social y laboral, que le permitan analizar, incorporar y comprender los procesos en los que está involucrado para transformarlos, resolver problemas y ejercer la toma de decisiones con una actitud crítica, propositiva e innovadora.
5. Desempeñar sus actividades con responsabilidad, objetividad, honestidad, dedicación, cortesía, respeto, espíritu de servicio, colaboración, limpieza, organización y eficacia.
6. Desarrollar su trabajo con eficiencia y calidad, con compromiso en las acciones y de acuerdo a los requerimientos esperados por el sector productivo, industrial y comercial; garantizando la calidad y la excelencia.
7. Identificar que todo desempeño productivo impacta en el ambiente, para asumir la responsabilidad de su preservación, de acuerdo con las legislaciones nacionales e internacionales.
8. Mantener una actitud favorable hacia el cambio y de comprensión a la diversidad universal como resultado del proceso histórico-social, mediante la incorporación del conocimiento del hombre en la dimensión universal, nacional, regional e institucional.
9. Convivir en armonía, mediante la comprensión y reflexión de la diversidad de fenómenos humanos y aspectos morales del hombre, asumiendo una responsabilidad personal que fortalezca su calidad humana.
10. Atender necesidades laborales de la región, aplicando las competencias específicas de formación.
11. Generar propuestas de innovación de productos alimenticios que promuevan proyectos de investigación tecnológica sustentable.
12. Avanzar a niveles educativos superiores y mantener la educación a lo largo de la vida, mediante una formación científica, humanística, social y tecnológica.

#### **10.4 Estructura Curricular**

El plan de estudios de PIA (acuerdo 653) está integrada por cinco módulos profesionales. Cada módulo profesional abarca un total de 17 horas semanales y comprende la impartición de asignaturas para el procesamiento y análisis físico, químico y microbiológico de los alimentos (figura 2.6.4). De igual forma, los primeros tres módulos de la carrera técnica tienen una duración de 272 horas semestrales cada uno, y los dos últimos de 192, sumando en total 1200 horas de formación profesional (figuras 2.6 y 2.7) (SEP, 2012. & SEP 2016).

1er. semestre	2o. semestre	3er. semestre	4o. semestre	5o. semestre	6o. semestre
Álgebra 4 horas	Geometría y Trigonometría 4 horas	Geometría Analítica 4 horas	Cálculo Diferencial 4 horas	Cálculo Integral 5 horas	Probabilidad y Estadística 5 horas
Inglés I 3 horas	Inglés II 3 horas	Inglés III 3 horas	Inglés IV 3 horas	Inglés V 5 horas	Temas de Filosofía 5 horas
Química I 4 horas	Química II 4 horas	Biología 4 horas	Física I 4 horas	Física II 4 horas	Asignatura propedéutica* (1-12)** 5 horas
Tecnologías de la Información y la Comunicación 3 horas	Lectura, Expresión Oral y Escrita II 4 horas	Ética 4 horas	Ecología 4 horas	Ciencia, Tecnología, Sociedad y Valores 4 horas	Asignatura propedéutica* (1-122) 5 horas
Lógica 4 horas	<b>Módulo I</b> Realiza análisis físicos, químicos y microbiológicos a insumos, productos y áreas de proceso de acuerdo a la normativa vigente 17 horas	<b>Módulo II</b> Procesa alimentos lácteos y sus derivados con calidad e inocuidad 17 horas	<b>Módulo III</b> Procesa alimentos cárnicos con calidad e inocuidad 17 horas	<b>Módulo IV</b> Procesa alimentos a partir de frutas y hortalizas con calidad e inocuidad 12 horas	<b>Módulo V</b> Procesa alimentos a partir de cereales u oleaginosas con calidad e inocuidad 12 horas
Lectura, Expresión Oral y Escrita I 4 horas					

Áreas propedéuticas			
Físico-matemática	Económico-administrativa	Químico-Biológica	Humanidades y ciencias sociales
1. Temas de Física 2. Dibujo Técnico 3. Matemáticas Aplicadas	4. Temas de Administración 5. Introducción a la Economía 6. Introducción al Derecho	7. Introducción a la Bioquímica 8. Temas de Biología Contemporánea 9. Temas de Ciencias de la Salud	10. Temas de Ciencias Sociales 11. Literatura 12. Historia

**Figura 10.1 Estructura curricular de la carrera técnica Producción Industrial de Alimentos**

## 10.5 Módulos Profesionales

### 10.5.1 Modulo I

El módulo “**Realiza análisis físicos, químicos y microbiológicos a insumos, productos y áreas de proceso de acuerdo a la normativa vigente**” es el primer módulo profesional, se imparte en el segundo semestre del bachillerato tecnológico y tiene una duración de 272 horas semestrales (2.6.5). Comprende tres submódulos profesionales: el submódulo 1, Maneja la legislación, reglamentación y normativa vigente, con 80 horas semestrales; el submódulo 2, Realiza análisis físicos y químicos; y, el submódulo 3, Realiza análisis microbiológicos, estos dos últimos con un total de 96 horas semestrales cada uno y tiene como propósito **introducir al estudiante en el análisis y legislación de alimentos**, mediante la presentación de las **técnicas básicas de laboratorio de análisis químico y microbiológico de alimentos**, así como de la revisión e implementación de las normas mexicanas (NMX) y oficiales mexicanas (NOM) vigentes involucradas para este fin (SEP, 2016).

### 10.5.2 Módulos II, III, IV y V

Los módulos profesionales II, III, IV y V de la carrera de PIA tienen una estructura curricular similar, pues cada uno de ellos está integrado por dos submódulos profesionales dedicados, principalmente a la transformación y análisis de los diferentes tipos de alimentos (leche y lácteos, carne y productos cárnicos, frutas y hortalizas y cereales y oleaginosas), mediante la implementación de la normativa vigente. Los módulos profesionales II y III, cuentan con una carga semestral de 272 horas las cuales

están distribuidas en 96 horas para el análisis físico, químico y microbiológico (submódulo 1) y en 176 horas para los procesos de transformación de los diferentes tipos de alimentos en sus productos derivados. Los módulos profesionales IV y V, también cuentan con dos submódulos profesionales, a diferencia de que en éstos su carga semestral es de 192 horas distribuidas en 64 y 128 y, 80 y 112 horas para el submódulo 1 y submódulo 2, respectivamente (SEP, 2016).

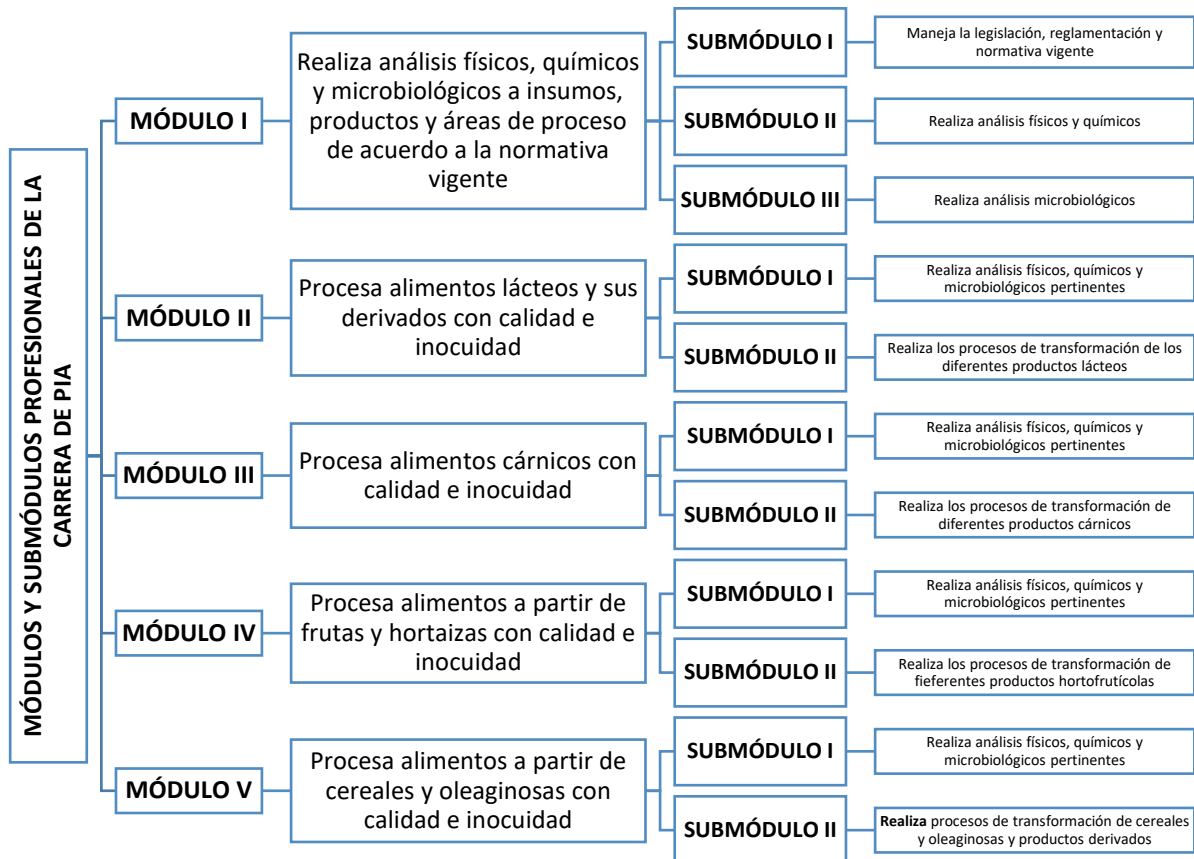


Figura 10.2 Mapa de módulos y submódulos profesionales de la carrera PIA (SEP, 2016).

### 10.6 Competencias de los Módulos Profesionales

El plan de estudios actual de la carrera PIA integra las competencias genéricas, disciplinares y profesionales del MCC. Los cinco módulos comprenden tres de las 11 competencias genéricas, cuatro áreas de las competencias disciplinares (Matemáticas, M, Ciencias Experimentales, CE, Comunicación, C y Ciencias Sociales, CS) (tabla 10.1) y quince competencias profesionales, siete para el primer módulo profesional y 8 para los restantes (tabla 10.2). Dichas competencias estén enfocadas para desarrollar los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para la transformación y análisis de los diferentes alimentos y productos derivados que el estudiante procesa durante su formación profesional (SEP, 2016).

### 2.4.6.1 Competencias Genéricas y Disciplinarias Básicas de la carrera técnica PIA

Tabla 10.1 Competencias Genéricas y Disciplinarias Básicas de la carrera de PIA (SEP, 2016).						
Clave	Competencia Genérica	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V
1.5	Asume las consecuencias de sus comportamientos y decisiones		X	X	X	X
4.1	Expresa ideas y conceptos mediante representaciones lingüísticas, matemática o gráficas		X	X	X	X
4.5	Maneja las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y expresar ideas	X				
5.1	Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva, comprendiendo cómo cada uno de sus pasos contribuye al alcance de un objetivo	X	X	X	X	X
5.3	Identifica los sistemas y reglas o principios medulares que subyacen a una serie de fenómenos	X				
6.4	Estructura ideas y argumentos de manera clara, coherente y sintética.	X				
7.3	Articula saberes de diversos campos y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana		X	X	X	X
M3	Explica e interpreta los resultados obtenidos mediante procedimientos matemáticos y los contrasta con modelos establecidos o situaciones reales	X				
M5	Analiza las relaciones entre dos o más variables de un proceso social o natural para determinar o estimar su comportamiento		X	X	X	X
M8	interpreta tablas, gráficas, mapas, diagramas y textos con símbolos matemáticos y científicos		X	X	X	X
CE4	Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes	X				
CE5	Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones	X				
CE7	Hace explícitas las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos.	X				
CE14	Aplica normas de seguridad en el manejo de sustancias, instrumentos	X	X	X	X	X

	y equipo en la realización de actividades de su vida cotidiana					
<b>C2</b>	Evalúa un texto mediante la comparación de su contenido con el de otros, en función de sus conocimientos previos, preconcepciones y nuevos conocimientos	X				
<b>CS6</b>	Analiza con visión emprendedora los factores y elementos fundamentales que intervienen en la productividad y competitividad de una organización y su relación con el entorno socioeconómico		X	X	X	X

#### 2.4.6.2 Competencias Profesionales de la carrera técnica PIA

Tabla 10.2 Competencias Profesionales de PIA (SEP, 2016)						
No.	Competencia	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V
1	Identifica normas vigentes	X				
2	Selecciona muestras para el control de calidad de los alimentos	X				
3	Acondiciona material y equipo para análisis físicos, químicos y microbiológicos	X				
4	Prepara soluciones y diluciones	X				
5	Prepara soluciones y medios de cultivo	X				
6	Realiza análisis físicos, químicos a los alimentos	X				
7	Realiza análisis microbiológicos a los alimentos	X				
8	Prepara áreas, equipo, materiales e insumos para procesar alimentos <b>lácteos/productos cárnicos/frutas y hortalizas/cereales u oleaginosas</b>	x	x	x	x	X
9	Selecciona muestras para el análisis de <b>leche/carne/frutas y hortalizas/cereales u oleaginosas</b> y sus derivados	x	x	x	x	X
10	Analiza <b>leche/carne/frutas y hortalizas/cereales u oleaginosas</b> para su aceptación o rechazo	x	x	x	x	X
11	Determina el producto a elaborar de <b>leche/carne/frutas y hortalizas/cereales u oleaginosas</b>	x	x	x	x	X
12	Identifica diferentes métodos de conservación para la elaboración de <b>leche/carne/frutas y hortalizas/cereales u oleaginosas</b>	x	x	x	x	X

13	Acondiciona los alimentos <b>leche/carne/frutas y hortalizas/cereales u oleaginosas</b> para su transformación	x	x	x	x	X
14	Procesa productos de alimentos <b>leche/carne/frutas y hortalizas/cereales u oleaginosas</b>	x	x	x	x	X
15	Analiza las causas de deterioro de productos de <b>leche/carne/frutas y hortalizas/cereales u oleaginosas</b>	x	x	x	x	X

# **CAPITULO III: MANUAL DE PRÁCTICAS PARA EL ANÁLISIS QUÍMICO DE LA LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS**

## **INTRODUCCIÓN**

El módulo profesional “Procesa alimentos lácteos y sus derivados con calidad e inocuidad”, es el segundo de los cinco módulos profesionales que integran a la carrera técnica Producción Industrial de Alimentos que se ofrece en el Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 79 (CBTA 79). Se imparte en el segundo semestre de bachillerato tecnológico y tiene una carga semestral de 272 horas, comprende dos submódulos profesionales; el submódulo 1 llamado “Realiza los Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos pertinentes” y el submódulo 2, denominado, “Realiza los Procesos de Transformación de los diferentes productos Lácteos”. Cada uno de estos dos cuentan con una carga semestral de 96 y 176 horas, respectivamente. Su propósito es desarrollar, en los estudiantes de bachillerato, las competencias genéricas, disciplinares y profesionales para el análisis y transformación de la leche y productos lácteos, de acuerdo con la normativa vigente.

El presente manual de prácticas ha sido diseñado para cubrir el actual programa de estudios (acuerdo 653) del submódulo profesional 1 del módulo 2 de la carrera técnica producción industrial de alimentos. Comprende un total de 10 prácticas de laboratorio basadas en el actual modelo educativo por competencias. Cada práctica experimental está dividida en tres secciones de acuerdo con la secuencia didáctica de un plan de clase. La primera sección, que denota la apertura es denominada pre-práctica, en ella se establece el inicio de dicha secuencia y tiene como objetivo introducir al estudiante en la práctica experimental a desarrollar, mediante el estudio de los fundamentos teóricos y normativa vigente. La segunda sección, que integra el desarrollo es denominada práctica, ésta abarca el procedimiento experimental llevado a cabo en el laboratorio y comprende desde la preparación del área de trabajo, material, equipo, reactivo y muestras, hasta el registro y procesamiento de los datos y obtención de los resultados. Su propósito principal es que el estudiante desarrolle las competencias necesarias para implementar la metodología experimental para el trabajo en laboratorio. La tercera sección (cierre) la cual es denominada post-práctica, establece el fin de la secuencia didáctica y comprende desde las preguntas de reflexión para la redacción de las conclusiones hasta la elaboración del informe técnico del desarrollo experimental con base a la estructura de un reporte técnico.

## 11. PRÁCTICAS EXPERIMENTALES PARA EL ANÁLISIS QUÍMICO DE LA LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS

### 11.1 Determinación de la Densidad en leche

Tabla 11.1 Práctica experimental para la determinación de la densidad en leche								
No.	Nombre	Objetivo	Aprendizajes Esperados	Competencias Genéricas	Competencias Disciplinarias		Competencias Profesionales	Bibliografía
1	<b>Determinación de la densidad en leche</b>	Comprobar la adulteración de muestras de leche, mediante la medición de su densidad, para evaluar su calidad	<p>1. Aplica las Buenas Prácticas de Laboratorio para el manejo de material, equipo, reactivos e insumos</p> <p>2. Conoce y aplica el concepto de densidad en leche</p> <p>3. Conoce y aplica la normatividad vigente para la determinación de densidad en leche</p> <p>4. Conoce y maneja el lactodensímetro</p> <p>5. Implementa la técnica para la medición de volúmenes y dilución de líquidos</p> <p>6. Mide la densidad de muestras de leche con el uso de un lactodensímetro</p> <p>7. Evalúa la calidad de muestras de leche y productos lácteos</p> <p>8. Expresa los resultados obtenidos conforma a la normativa vigente</p>	<p>1.5 Asume las consecuencias de sus comportamientos y decisiones</p> <p>4.1 Expresa ideas y conceptos mediante representación lingüísticas, matemáticas o gráficas</p> <p>4.5 Maneja las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y expresar ideas</p> <p>5.1 Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva, comprendiendo cómo cada uno de sus pasos contribuye al alcance de un objetivo</p>	<p>CE4 Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes</p> <p>CE5 Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones</p> <p>CE7 Hace explícitas las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de</p>	<p>M3 Explica e interpreta los resultados obtenidos mediante procedimientos matemáticos y los contrasta con modelos establecidos o situaciones reales</p> <p>M5 Analiza las relaciones entre dos o más variables de un proceso social o natural para determinar o estimar su comportamiento</p> <p>M8 interpreta tablas, gráficas, mapas, diagramas y textos con símbolos matemáticos y científicos</p> <p>C2 Evalúa un texto mediante</p>	<p>1 Identifica normas vigentes</p> <p>2 Selecciona muestras para el control de calidad de los alimentos</p> <p>3 Acondiciona material y equipo para análisis físicos, químicos y microbiológicos</p> <p>4 Prepara soluciones y diluciones</p> <p>6 Realiza análisis físicos, químicos a los alimentos</p>	<p>1. Villegas, A. &amp; Santos, A. (2014). Calidad de Leche Cruda.</p> <p>2. SCF1, (2012). NOM-155-SCFI-2012. Leche, Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. México DF. DOF</p> <p>3. INIFAP, (2011). Mejora</p>

			<p><b>9.</b> Reflexiona y redacta conclusiones relevantes sobre la densidad en leche</p> <p><b>10.</b> Conoce y aplica el formato y estructura de un informe técnico</p> <p><b>11.</b> Utiliza Word para la elaboración del informe técnico</p>	<p><b>6.4</b> Estructura ideas y argumentos de manera clara, coherente y sintética.</p> <p><b>7.3</b> Articula saberes de diversos campos y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana</p>	<p>problemas cotidianos</p> <p><b>CE14</b> Aplica normas de seguridad en el manejo de sustancias, instrumentos y equipo en la realización de actividades de su vida cotidiana</p>	<p>la comparación de su contenido con el de otros, en función de sus conocimientos previos, preconcepciones y nuevos conocimientos</p>	<p><b>9</b> Selecciona muestras para el análisis de leche</p> <p><b>10</b> Analiza la leche para su aceptación o rechazo</p>	<p>continúa de la calidad higiénico-sanitaria de la leche de vaca. México, DF. SAGARPA</p>
--	--	--	---	--	---	--	--	--

## 11.2 Determinación de Materia Extraña en leche y productos lácteos

Tabla 11.2 Práctica experimental para la determinación de materia extraña en leche y productos lácteos								
No.	Nombre	Objetivo	Aprendizajes Esperados	Competencias Genéricas	Competencias Disciplinarias		Competencias Profesionales	Bibliografía
2	<b>Determinación de materia extraña en leche y productos lácteos</b>	Identificar cualitativamente, la presencia de insectos enteros, fragmentos de ellos, pelos de roedor o algún otro tipo de materia extraña, presentes en muestras de leche y productos	<p><b>1.</b> Aplica las Buenas Prácticas de Laboratorio en el manejo de material, equipo, reactivos e insumos</p> <p><b>2.</b> Conoce y aplica el concepto de materia extraña en leche y productos lácteos</p> <p><b>3.</b> Conoce y aplica la normatividad vigente de la práctica experimental</p> <p><b>4.</b> Maneja el microscopio óptico y la bomba de vacío</p> <p><b>5.</b> Monta un equipo de filtración al vacío</p>	<p><b>1.5</b> Asume las consecuencias de sus comportamientos y decisiones</p> <p><b>4.1</b> Expresa ideas y conceptos mediante representación lingüísticas, matemáticas o gráficas</p> <p><b>4.5</b> Maneja las tecnologías de la información y la comunicación para obtener</p>	<p><b>CE4</b> Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes</p> <p><b>CE5</b> Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o</p>	<p><b>M3</b> Explica e interpreta los resultados obtenidos mediante procedimientos matemáticos y los contrasta con modelos establecidos o situaciones reales</p> <p><b>M5</b> Analiza las relaciones entre dos o más variables de un proceso social o natural para</p>	<p><b>1</b> Identifica normas vigentes</p> <p><b>2</b> Selecciona muestras para el control de calidad de los alimentos</p> <p><b>3</b> Acondiciona material y equipo para análisis físicos, químicos y microbiológicos</p> <p><b>4</b> Prepara soluciones y diluciones</p>	<p><b>1.</b> Villegas, A. &amp; Santos, A. (2014). Calidad de Leche Cruda. Editorial Trillas.</p> <p><b>2.</b> SSA1, (2012). NOM-184-SSA1-2012. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea y producto lácteo</p>

		<p>lácteos, mediante el uso de un equipo de filtración por vacío, para evaluar su calidad</p>	<p><b>6.</b> Implementa la técnica de filtración al vacío  <b>7.</b> Identifica la materia extraña presente en muestras de leche y productos lácteos  <b>8.</b> Evalúa la calidad de muestras de leche y productos lácteos  <b>9.</b> Expresa los resultados obtenidos conforma a la normativa vigente  <b>10.</b> Reflexiona y redacta conclusiones relevantes sobre la materia extraña en leche y productos lácteos  <b>11.</b> Utiliza las TICs en la elaboración del informe técnico</p>	<p>información y expresar ideas  <b>5.1</b> Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva, comprendiendo o cómo cada uno de sus pasos contribuye al alcance de un objetivo  <b>6.4</b> Estructura ideas y argumentos de manera clara, coherente y sintética.  <b>7.3</b> Articula saberes de diversos campos y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana</p>	<p>experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones  <b>CE7</b> Hace explícitas las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos  <b>CE14</b> Aplica normas de seguridad en el manejo de sustancias, instrumentos y equipo en la realización de actividades de su vida cotidiana</p>	<p>determinar o estimar su comportamiento o  <b>M8</b> interpreta tablas, gráficas, mapas, diagramas y textos con símbolos matemáticos y científicos  <b>C2</b> Evalúa un texto mediante la comparación de su contenido con el de otros, en función de sus conocimientos previos, preconcepciones y nuevos conocimientos</p>	<p><b>6</b> Realiza análisis físicos, químicos a los alimentos  <b>9</b> Selecciona muestras para el análisis de leche  <b>10</b> Analiza la leche para su aceptación o rechazo</p>	<p>combinado. Especificaciones sanitarias  <b>3.</b> SSA1, (2010). NOM-243-SSA1-2010. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.</p>
--	--	---	--	--	---	--	---	--

### 11.3 Determinación de Humedad y Extracto Seco en leche y productos lácteos

Tabla 11.3 Práctica experimental para la determinación de humedad y extracto seco en leche y productos lácteos								
No.	Nombre	Objetivo	Aprendizajes Esperados	Competencias Genéricas	Competencias Disciplinarias		Competencias Profesionales	Bibliografía
3	<b>Determinación de humedad y extracto seco (sólidos totales) en leche y productos lácteos</b>	Cuantificar el porcentaje de humedad y sólidos totales (extracto seco) de muestras de leche y productos lácteos, mediante un método gravimétrico o y tratamiento térmico para evaluar su calidad	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aplica las Buenas Prácticas de Laboratorio en el manejo de material, equipo, reactivos e insumos</li> <li>2. Conoce y aplica el concepto de humedad y extracto seco en leche y productos lácteos</li> <li>3. Conoce y aplica la normatividad vigente para la humedad y extracto seco en leche y productos lácteos</li> <li>4. Implementa la técnica de peso constante</li> <li>5. Maneja la balanza granataria, estufa y horno eléctrico</li> <li>5. Conoce e implementada la técnica de secado térmico</li> <li>6. Obtiene y registra datos experimentales de humedad y extracto seco</li> <li>7. Utiliza Excel para calcular y procesar estadísticamente el porcentaje de humedad y extracto seco</li> </ol>	<p><b>Genéricas</b></p> <p><b>1.5</b> Asume las consecuencias de sus comportamientos y decisiones</p> <p><b>4.1</b> Expresa ideas y conceptos mediante representación lingüísticas, matemáticas o gráficas</p> <p><b>4.5</b> Maneja las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y expresar ideas</p> <p><b>5.1</b> Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva, comprendiendo cómo cada uno de sus pasos contribuye al</p>	<p><b>CE4</b> Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes</p> <p><b>CE5</b> Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones</p> <p><b>CE7</b> Hace explícitas las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de</p>	<p><b>M3</b> Explica e interpreta los resultados obtenidos mediante procedimientos matemáticos y los contrasta con modelos establecidos o situaciones reales</p> <p><b>M5</b> Analiza las relaciones entre dos o más variables de un proceso social o natural para determinar o estimar su comportamiento</p> <p><b>M8</b> interpreta tablas, gráficas, mapas, diagramas y textos con símbolos</p>	<p><b>1</b> Identifica normas vigentes</p> <p><b>2</b> Selecciona muestras para el control de calidad de los alimentos</p> <p><b>3</b> Acondiciona material y equipo para análisis físicos, químicos y microbiológicos</p> <p><b>4</b> Prepara soluciones y diluciones</p> <p><b>6</b> Realiza análisis físicos, químicos a los alimentos</p>	<p><b>1.</b> Badai, S. (2013). Química de los Alimentos. Editorial Pearson</p> <p><b>2.</b> Sikorski, Z. (2002). Chemical and Functional Properties of Food Components .Editorial CRC PRESS</p> <p><b>3.</b> Suzanne, S. (2017). Food analysis. Laboratory Manual. Springer.</p> <p><b>4.</b> Zumbado, H. (2004). Análisis Químico de los Alimentos.</p>

			<p><b>8.</b> Evalúa la calidad de muestras de leche y productos lácteos de acuerdo con su porcentaje de humedad y extracto seco</p> <p><b>9.</b> Reflexiona y redacta conclusiones relevantes sobre el porcentaje de humedad y extracto seco en leche y productos lácteos</p> <p><b>10.</b> Conoce y aplica el formato y estructura de un informe técnico</p> <p><b>11.</b> Utiliza Word para la elaboración del informe técnico</p>	<p>alcance de un objetivo</p> <p><b>6.4</b> Estructura ideas y argumentos de manera clara, coherente y sintética.</p> <p><b>7.3</b> Articula saberes de diversos campos y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana</p>	<p>problemas cotidianos</p> <p><b>CE14</b> Aplica normas de seguridad en el manejo de sustancias, instrumentos y equipo en la realización de actividades de su vida cotidiana</p>	<p>matemáticos y científicos</p> <p><b>C2</b> Evalúa un texto mediante la comparación de su contenido con el de otros, en función de sus conocimientos previos, preconcepciones y nuevos conocimientos</p>	<p><b>9</b> Selecciona muestras para el análisis de leche</p> <p><b>10</b> Analiza la leche para su aceptación o rechazo</p>	<p>Métodos Clásicos. La Habana Instituto de Farmacia y Alimentos</p> <p><b>5.</b> NOM-116-SSA1-1994.</p> <p><b>6.</b> NOM-184-SSA1-2012.</p>
--	--	--	--	--	---	--	--	--

#### 11.4 Determinación de Cenizas en leche y productos lácteos

Tabla 11.4 Práctica experimental para la determinación de cenizas en leche y productos lácteos								
No.	Nombre	Objetivo	Aprendizajes Esperados	Competencias Genéricas	Competencias Disciplinarias		Competencias Profesionales	Bibliografía
4	<b>Determinación de cenizas en leche y productos lácteos</b>	Cuantificar la cantidad de materia inorgánica (minerales), contenida en muestras de leche y productos lácteos, mediante un método	<p><b>1.</b> Aplica las Buenas Prácticas de Laboratorio en el manejo de material, equipo, reactivos e insumos</p> <p><b>2.</b> Conoce y aplica los conceptos de cenizas y calcinación</p> <p><b>3.</b> Conoce y aplica la normatividad vigente para la determinación de cenizas en leche y productos lácteos</p>	<p><b>1.5</b> Asume las consecuencias de sus comportamientos y decisiones</p> <p><b>4.1</b> Expresa ideas y conceptos mediante representación lingüísticas, matemáticas o gráficas</p>	<b>CE4</b> Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando	<b>M3</b> Explica e interpreta los resultados obtenidos mediante procedimientos matemáticos y los contrasta con modelos establecidos o situaciones reales	<p><b>1</b> Identifica normas vigentes</p> <p><b>2</b> Selecciona muestras para el control de calidad de los alimentos</p> <p><b>3</b> Acondiciona</p>	<p><b>1.</b> Suzanne, S. (2017). Food Analysis. Laboratory Manual. Springer.</p> <p><b>2.</b> Cheung, P. &amp; Bhavbhuti M. Mehta. (2015). Handbook</p>

		<p>gravimétrico, a través de su calcinación y para evaluar su calidad</p>	<p><b>4.</b> Implementa la técnica de peso constante  <b>5.</b> Maneja la balanza granataria, estufa, horno, mufla eléctrica y descador  <b>6.</b> Obtiene y registra datos experimentales  <b>7.</b> Utiliza Excel para calcular y procesar estadísticamente datos experimentales de cenizas de muestras de leche y productos lácteos  <b>8.</b> Expresa el porcentaje de cenizas de leche y productos lácteos conforme a la normativa vigente  <b>9.</b> Evalúa la calidad de muestras de leche y productos lácteos  <b>10.</b> Reflexiona y redacta conclusiones relevantes acerca del porcentaje de cenizas para leche y productos lácteos  <b>11.</b> Conoce y aplica el formato y estructura de un informe técnico  <b>12.</b> Utiliza Word para la elaboración del informe técnico</p>	<p><b>4.5</b> Maneja las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y expresar ideas  <b>5.1</b> Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva, comprendiendo cómo cada uno de sus pasos contribuye al alcance de un objetivo  <b>6.4</b> Estructura ideas y argumentos de manera clara, coherente y sintética.  <b>7.3</b> Articula saberes de diversos campos y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana</p>	<p>experimentos pertinentes  <b>CE5</b> Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones  <b>CE7</b> Hace explícitas las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos  <b>CE14</b> Aplica normas de seguridad en el manejo de sustancias, instrumentos y equipo en la realización de actividades de su vida cotidiana</p>	<p><b>M5</b> Analiza las relaciones entre dos o más variables de un proceso social o natural para determinar o estimar su comportamiento  <b>M8</b> interpreta tablas, gráficas, mapas, diagramas y textos con símbolos matemáticos y científicos  <b>C2</b> Evalúa un texto mediante la comparación de su contenido con el de otros, en función de sus conocimientos previos, preconcepciones y nuevos conocimientos</p>	<p>material y equipo para análisis físicos, químicos y microbiológicos  <b>4</b> Prepara soluciones y diluciones  <b>6</b> Realiza análisis físicos, químicos a los alimentos  <b>9</b> Selecciona muestras para el análisis de leche  <b>10</b> Analiza la leche para su aceptación o rechazo</p>	<p>Food Chemistry. Springer Reference  <b>3.</b> UNAM, (2007). Fundamentos y técnicas de análisis de alimentos. Laboratorio de Alimentos I.  <b>4.</b> Zumbado, H. (2004). Análisis Químico de los Alimentos. Métodos Clásicos  <b>5.</b> NORMEX, (2013). NMX-F-607.NORMEX-2013. Alimentos. Determinación de cenizas en alimentos. Método de prueba</p>
--	--	---	---	---	--	---	--	---

## 11.5 Determinación de Acidez en leche

Tabla 11.5 Práctica experimental para la determinación de acidez en leche								
No.	Nombre	Objetivo	Aprendizajes Esperados	Competencias Genéricas	Competencias Disciplinarias		Competencias Profesionales	Bibliografía
5	<b>Determinación de acidez en leche</b>	Cuantificar el porcentaje de ácido láctico presente en muestras de leche, mediante la implementación de un método titrimétrico ácido – base, para evaluar su calidad	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aplica las Buenas Prácticas de Laboratorio en el manejo de material, equipo, reactivos e insumos</li> <li>2. Conoce y aplica los conceptos de acidez y titulación ácido – base</li> <li>3. Conoce y aplica la normatividad vigente para la determinación de acidez en leche</li> <li>4. Implementa la técnica de valoración de un titulante</li> <li>5. Implementa la técnica de titulación ácido – base</li> <li>6. Prepara soluciones y diluciones para la titulación ácido – base</li> <li>7. Monta un equipo de titulación</li> <li>8. Maneja la balanza granataria y equipo de titulación</li> <li>9. Obtiene y registra datos experimentales</li> <li>10. Utiliza Excel para calcular y procesar estadísticamente datos experimentales del</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.5 Asume las consecuencias de sus comportamientos y decisiones</li> <li>4.1 Expresa ideas y conceptos mediante representación lingüísticas, matemáticas o gráficas</li> <li>4.5 Maneja las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y expresar ideas</li> <li>5.1 Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva, comprendiendo cómo cada uno de sus pasos contribuye al alcance de un objetivo</li> <li>6.4 Estructura ideas y</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>CE4 Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes</li> <li>CE5 Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones</li> <li>CE7 Hace explícitas las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>M3 Explica e interpreta los resultados obtenidos mediante procedimientos matemáticos y los contrasta con modelos establecidos o situaciones reales</li> <li>M5 Analiza las relaciones entre dos o más variables de un proceso social o natural para determinar o estimar su comportamiento</li> <li>M8 interpreta tablas, gráficas, mapas, diagramas y textos con símbolos matemáticos y científicos</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Identifica normas vigentes</li> <li>2 Selecciona muestras para el control de calidad de los alimentos</li> <li>3 Acondiciona material y equipo para análisis físicos, químicos y microbiológicos</li> <li>4 Prepara soluciones y diluciones</li> <li>6 Realiza análisis físicos, químicos a los alimentos</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. R.S. Kirk., R. Sawyer., &amp; H. Egan. (2008). Composición y Análisis de los alimentos de Pearson.</li> <li>2. Badaui, S. (2013). Química de los Alimentos.</li> <li>3. Zumbado, H. (2004). Análisis Químico de los Alimentos. Métodos Clásicos.</li> <li>4. Michael., &amp; Franck, J. (2004). Standard Methods for the examination of Dairy Products.</li> <li>5. Suzanne, S. (2010). Food analysis. Laboratory</li> </ol>

			<p>porcentaje de acidez en leche</p> <p><b>11.</b> Expresa la acidez en leche conforme a la normativa vigente</p> <p><b>12.</b> Evalúa la calidad de muestras de leche y productos lácteos</p> <p><b>13.</b> Reflexiona y redacta conclusiones relevantes sobre la acidez en leche</p> <p><b>13.</b> Conoce y aplica el formato y estructura de un informe técnico</p> <p><b>14.</b> Utiliza Word para la elaboración del informe técnico</p>	<p>argumentos de manera clara, coherente y sintética.</p> <p><b>7.3</b> Articula saberes de diversos campos y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana</p>	<p><b>CE14</b> Aplica normas de seguridad en el manejo de sustancias, instrumentos y equipo en la realización de actividades de su vida cotidiana</p>	<p><b>C2</b> Evalúa un texto mediante la comparación de su contenido con el de otros, en función de sus conocimientos previos, preconcepciones y nuevos conocimientos</p>	<p><b>9</b> Selecciona muestras para el análisis de leche</p> <p><b>10</b> Analiza la leche para su aceptación o rechazo</p>	<p>Manual. Springer.</p> <p><b>6.</b> NMX-F-102-NORMEX-2010.</p> <p><b>7.</b> NOM-155-SCFI-2012.</p>
--	--	--	---	--	---	---	--	--

## 11.6 Determinación de pH en leche y productos lácteos

Tabla 11.6 Práctica experimental para la determinación de pH leche y productos lácteos								
No.	Nombre	Objetivo	Aprendizajes Esperados	Competencias Genéricas	Competencias Disciplinarias		Competencias Profesionales	Bibliografía
6	<b>Determinación de pH en leche y productos lácteos</b>	Medir el pH de muestras de leche y productos lácteos, mediante la utilización de un pH-metro digital, para determinar	<p><b>1.</b> Aplica las Buenas Prácticas de Laboratorio en el manejo de material, equipo, reactivos e insumos</p> <p><b>2.</b> Conoce y aplica el concepto de pH</p> <p><b>3.</b> Conoce y aplica la normatividad vigente para la medición de pH en</p>	<p><b>1.5</b> Asume las consecuencias de sus comportamientos y decisiones</p> <p><b>4.1</b> Expresa ideas y conceptos mediante representación lingüísticas, matemáticas o gráficas</p>	<p><b>CE4</b> Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes</p>	<p><b>M3</b> Explica e interpreta los resultados obtenidos mediante procedimientos matemáticos y los contrasta con modelos establecidos o situaciones reales</p> <p><b>M5</b> Analiza las relaciones entre</p>	<p><b>1</b> Identifica normas vigentes</p> <p><b>2</b> Selecciona muestras para el control de calidad de los alimentos</p>	<p><b>1.</b> Badui, S. (2012). La ciencia de los alimentos en la práctica. Editorial Pearson</p> <p><b>2.</b> R.S. Kirk., R. Sawyer., &amp; H. Egan. (2008). Composición y Análisis de</p>

		<p>r su calidad</p> <p>leche y productos lácteos</p> <p><b>4.</b> Calibra y manipula el pHmetro digital</p> <p><b>5.</b> Mide el pH de muestras de leche y productos lácteos</p> <p><b>6.</b> Obtiene y registra datos experimentales</p> <p><b>7.</b> Utiliza Excel para calcular y procesar estadísticamente datos de pH</p> <p><b>8.</b> Expresa el pH de leche y productos lácteos conforme a la normativa vigente</p> <p><b>9.</b> Evalúa la calidad de muestras de leche y productos lácteos conforme a su pH</p> <p><b>10.</b> Reflexiona y redacta conclusiones relevantes sobre el pH de leche y productos lácteos</p> <p><b>11.</b> Conoce y aplica el formato y estructura de un informe técnico</p> <p><b>12.</b> Utiliza Word para la elaborar el informe técnico</p>	<p><b>4.5</b> Maneja las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y expresar ideas</p> <p><b>5.1</b> Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva, comprendiendo cómo cada uno de sus pasos contribuye al alcance de un objetivo</p> <p><b>6.4</b> Estructura ideas y argumentos de manera clara, coherente y sintética.</p> <p><b>7.3</b> Articula saberes de diversos campos y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana</p>	<p><b>CE5</b> Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones</p> <p><b>CE7</b> Hace explícitas las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos</p> <p><b>CE14</b> Aplica normas de seguridad en el manejo de sustancias, instrumentos y equipo en la realización de actividades de su vida cotidiana</p>	<p>dos o más variables de un proceso social o natural para determinar o estimar su comportamiento</p> <p><b>M8</b> interpreta tablas, gráficas, mapas, diagramas y textos con símbolos matemáticos y científicos</p> <p><b>C2</b> Evalúa un texto mediante la comparación de su contenido con el de otros, en función de sus conocimientos previos, preconcepciones y nuevos conocimientos</p>	<p><b>3</b> Acondiciona material y equipo para análisis físicos, químicos y microbiológicos</p> <p><b>4</b> Prepara soluciones y diluciones</p> <p><b>6</b> Realiza análisis físicos, químicos a los alimentos</p> <p><b>9</b> Selecciona muestras para el análisis de leche</p> <p><b>10</b> Analiza la leche para su aceptación o rechazo</p>	<p>los alimentos de Pearson. Editorial PATRIA</p> <p><b>3.</b> Zumbado, H. (2004). Análisis Químico de los Alimentos. Métodos Clásicos. La Habana Cuba. Instituto de Farmacia y Alimentos</p> <p><b>4.</b> Villegas, A. &amp; Santos, A. (2014). Calidad de Leche Cruda. Editorial Trillas.</p>
--	--	--	---	--	--	---	---

### 11.7 Determinación de Almidón y Harinas en leche y productos lácteos

Tabla 11.7 Practica experimental para la determinación de almidón y harinas en leche y productos lácteos								
No.	Nombre	Objetivo	Aprendizajes Esperados	Competencias Genéricas	Competencias Disciplinarias		Competencias Profesionales	Bibliografía
7	<b>Determinación de almidón y harinas en leche y productos lácteos</b>	Comprobar, cualitativamente, la presencia de almidón y harinas, en muestras de leche y productos lácteos, mediante la aplicación de la prueba de lugol para evaluar su calidad	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aplica las Buenas Prácticas de Laboratorio en el manejo de material, equipo, reactivos e insumos</li> <li>2. Conoce y aplica el concepto de adulteración por almidón y harinas</li> <li>3. Conoce y aplica las propiedades del almidón, harinas y yodo lugol</li> <li>4. Distingue entre pruebas cualitativas y cuantitativas del análisis químico</li> <li>5. Conoce y aplica la normatividad vigente para la determinación de almidón y harinas en leche y productos lácteos</li> <li>6. Aplica la prueba de lugol e interpreta sus resultados</li> </ol>	<b>Genéricas</b> <b>1.5</b> Asume las consecuencias de sus comportamientos y decisiones <b>4.1</b> Expresa ideas y conceptos mediante representación lingüísticas, matemáticas o gráficas <b>4.5</b> Maneja las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y expresar ideas <b>5.1</b> Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva,	<b>CE4</b> Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes	<b>M3</b> Explica e interpreta los resultados obtenidos mediante procedimientos matemáticos y los contrasta con modelos establecidos o situaciones reales <b>M5</b> Analiza las relaciones entre dos o más variables de un proceso social o natural para determinar o estimar su comportamiento <b>M8</b> interpreta tablas, gráficas,	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Identifica normas vigentes</li> <li>2 Selecciona muestras para el control de calidad de los alimentos</li> <li>3 Acondiciona material y equipo para análisis físicos, químicos y microbiológicos</li> <li>4 Prepara soluciones y diluciones</li> <li>6 Realiza análisis</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Badauí, S. (2013). Química de los Alimentos. Editorial Pearson</li> <li>2. Ramankant, S. (2006). Chemical and microbiological analysis of milk and milk products. International Book Distributing Co.</li> <li>3. Villegas, A. &amp; Santos, A. (2014). Calidad de</li> </ol>

			<p><b>7.</b> Detecta la adulteración por agua en muestras de leche y productos lácteos</p> <p><b>8.</b> Reflexiona y redacta conclusiones relevantes acerca de la adulteración de la leche y productos lácteos con almidón y harinas</p> <p><b>9.</b> Gestiona el manejo de residuos</p> <p><b>10.</b> Conoce y aplica el formato y estructura de un informe técnico</p> <p><b>11.</b> Utiliza Word para la elaboración del informe técnico</p>	<p>comprendiendo cómo cada uno de sus pasos contribuye al alcance de un objetivo</p> <p><b>6.4</b> Estructura ideas y argumentos de manera clara, coherente y sintética.</p> <p><b>7.3</b> Articula saberes de diversos campos y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana</p>	<p>nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos</p> <p><b>CE14</b> Aplica normas de seguridad en el manejo de sustancias, instrumentos y equipo en la realización de actividades de su vida cotidiana</p>	<p>mapas, diagramas y textos con símbolos matemáticos y científicos</p> <p><b>C2</b> Evalúa un texto mediante la comparación de su contenido con el de otros, en función de sus conocimientos previos, preconcepciones y nuevos conocimientos</p>	<p>físicos, químicos a los alimentos</p> <p><b>9</b> Selecciona muestras para el análisis de leche</p> <p><b>10</b> Analiza la leche para su aceptación o rechazo</p>	<p>Leche Cruda. Editorial Trillas.</p> <p><b>4.</b> NMX-F-317-NORMEX-2013. Alimentos. Determinación de pH en alimentos y bebidas no alcohólicas. Método potenciométrico. Método de ensayo (prueba). México DF. DOF</p>
--	--	--	---	---	---	---	---	--

### 11.8 Determinación de Bicarbonato en leche y productos lácteos

Tabla 11.8 Práctica experimental para la determinación de bicarbonato en leche y productos lácteos								
No.	Nombre	Objetivo	Aprendizajes Esperados	Competencias Genéricas	Competencias Disciplinarias		Competencias Profesionales	Bibliografía
8	<b>Determinación de la presencia de bicarbonato en leche y lácteos</b>	Comprobar la presencia de bicarbonato de sodio en muestras de leche,	<p><b>1.</b> Aplica las Buenas Prácticas de Laboratorio en el manejo de material, equipo, reactivos e insumos</p> <p><b>2.</b> Identifica las propiedades del bicarbonato de sodio</p>	<p><b>Genéricas</b></p> <p><b>1.5</b> Asume las consecuencias de sus comportamientos y decisiones</p> <p><b>4.1</b> Expresa ideas y conceptos</p>	<b>CE4</b> Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando	<b>M3</b> Explica e interpreta los resultados obtenidos mediante procedimientos matemáticos y los contrasta con modelos	<p><b>1</b> Identifica normas vigentes</p> <p><b>2</b> Selecciona muestras para el control de</p>	<p><b>1.</b> Badaui, S. (2013). Química de los Alimentos. Editorial Pearson</p> <p><b>2.</b> Ramankant, S. (2006). Chemical and</p>

		<p>mediante un método de neutralización ácido – base, para evaluar su calidad</p> <p><b>3.</b> Distingue entre pruebas cualitativas y cuantitativas del análisis químico</p> <p><b>4.</b> Conoce y aplica el método cualitativo de neutralización ácido – base</p> <p><b>5.</b> Aplica el método de neutralización ácido – base e interpreta sus resultados</p> <p><b>6.</b> Detecta la adulteración de leche por adición de bicarbonato de sodio</p> <p><b>7.</b> Gestiona el manejo de residuos en una práctica experimental</p> <p><b>8.</b> Reflexiona y redacta conclusiones relevantes sobre la adulteración en leche y productos lácteos por adición de bicarbonato</p> <p><b>9.</b> Conoce y aplica el formato y estructura de un informe técnico</p> <p><b>10.</b> Utiliza Word para la elaborar el informe técnico</p>	<p>mediante representación lingüísticas, matemáticas o gráficas</p> <p><b>4.5</b> Maneja las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y expresar ideas</p> <p><b>5.1</b> Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva, comprendiendo cómo cada uno de sus pasos contribuye al alcance de un objetivo</p> <p><b>6.4</b> Estructura ideas y argumentos de manera clara, coherente y sintética.</p> <p><b>7.3</b> Articula saberes de diversos campos y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana</p>	<p>fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes</p> <p><b>CE5</b> Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones</p> <p><b>CE7</b> Hace explícitas las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos</p> <p><b>CE14</b> Aplica normas de seguridad en el manejo de sustancias, instrumentos y equipo en la realización de actividades de su vida cotidiana</p>	<p>establecidos o situaciones reales</p> <p><b>M5</b> Analiza las relaciones entre dos o más variables de un proceso social o natural para determinar o estimar su comportamiento</p> <p><b>M8</b> interpreta tablas, gráficas, mapas, diagramas y textos con símbolos matemáticos y científicos</p> <p><b>C2</b> Evalúa un texto mediante la comparación de su contenido con el de otros, en función de sus conocimientos previos, preconcepciones y nuevos conocimientos</p>	<p>calidad de los alimentos</p> <p><b>3</b> Acondiciona material y equipo para análisis físicos, químicos y microbiológicos</p> <p><b>4</b> Prepara soluciones y diluciones</p> <p><b>6</b> Realiza análisis físicos, químicos a los alimentos</p> <p><b>9</b> Selecciona muestras para el análisis de leche</p> <p><b>10</b> Analiza la leche para su aceptación o rechazo</p>	<p>microbiológica l analysis of milk and milk products. International Book Distributing Co.</p> <p><b>3.</b> Villegas, A. &amp; Santos, A. (2014). Calidad de Leche Cruda. Editorial Trillas.</p> <p><b>4.</b> NORMEX, (2013). NMX-F-317-NORMEX-2013. Alimentos. Determinacion de pH en alimentos y bebidas no alcohólicas. Método potenciométrico. Método de ensayo (prueba). México DF. DOF</p>
--	--	--	---	--	--	---	---

### 11.9 Determinación de Grasa en leche

Tabla 11.9 Práctica experimental para la determinación de grasa en leche y productos lácteos								
No.	Nombre	Objetivo	Aprendizajes Esperados	Competencias Genéricas	Competencias Disciplinarias	Competencias Profesionales	Bibliografía	
9	Determinación de grasa en leche. Método Gerber	Cuantificar el porcentaje de grasa butírica en muestras de leche, mediante la aplicación del método Gerber para evaluar su calidad	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aplica las Buenas Prácticas de Laboratorio en el manejo de material, equipo, reactivos e insumos</li> <li>2. Conoce y aplica los conceptos de grasa butírica y digestión ácida</li> <li>3. Conoce y aplica la normatividad vigente para la determinación de grasa butírica en leche</li> <li>4. Prepara soluciones y diluciones de ácido sulfúrico</li> <li>5. Maneja la balanza granataria, butirómetro Gerber y centrífuga</li> <li>6. Aplica el método Gerber</li> <li>7. Obtiene y registra datos experimentales sobre grasa butírica en leche</li> <li>7. Utiliza Excel para calcular y procesar estadísticamente el porcentaje de grasa butírica en leche</li> </ol>	<p><b>Genéricas</b></p> <p><b>1.5</b> Asume las consecuencias de sus comportamientos y decisiones</p> <p><b>4.1</b> Expresa ideas y conceptos mediante representación lingüísticas, matemáticas o gráficas</p> <p><b>4.5</b> Maneja las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y expresar ideas</p> <p><b>5.1</b> Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva, comprendiendo o cómo cada uno de sus pasos contribuye al</p>	<p><b>CE4</b> Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes</p> <p><b>CE5</b> Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones</p> <p><b>CE7</b> Hace explícitas las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos</p>	<p><b>M3</b> Explica e interpreta los resultados obtenidos mediante procedimientos matemáticos y los contrasta con modelos establecidos o situaciones reales</p> <p><b>M5</b> Analiza las relaciones entre dos o más variables de un proceso social o natural para determinar o estimar su comportamiento</p> <p><b>M8</b> interpreta tablas, gráficas, mapas, diagramas y textos con símbolos matemáticos y científicos</p> <p><b>C2</b> Evalúa un texto mediante la comparación de su contenido</p>	<p><b>1</b> Identifica normas vigentes</p> <p><b>2</b> Selecciona muestras para el control de calidad de los alimentos</p> <p><b>3</b> Acondiciona material y equipo para análisis físicos, químicos y microbiológicos</p> <p><b>4</b> Prepara soluciones y diluciones</p> <p><b>6</b> Realiza análisis físicos, químicos a los alimentos</p> <p><b>9</b> Selecciona muestras para el</p>	<p><b>1.</b> Villegas, A. &amp; Santos, A. (2014). Calidad de Leche Cruda. Editorial Trillas.</p> <p><b>2.</b> Cheung, P. &amp; Bhavbhuti M. Mehta. (2015). Handbook Food Chemistry. Springer Reference</p> <p><b>3.</b> Suzanne, S. (2017). Food Analysis. Laboratory Manual. Springer.</p>

			<p><b>8.</b> Evalúa la calidad de muestras de leche conforme a su porcentaje de grasa</p> <p><b>9.</b> Reflexiona y redacta conclusiones relevantes sobre la densidad en leche</p> <p><b>10.</b> Conoce y aplica el formato y estructura de un informe técnico</p> <p><b>11.</b> Utiliza Word para la elaboración del informe técnico</p>	<p>alcance de un objetivo</p> <p><b>6.4</b> Estructura ideas y argumentos de manera clara, coherente y sintética.</p> <p><b>7.3</b> Articula saberes de diversos campos y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana</p>	<p><b>CE14</b> Aplica normas de seguridad en el manejo de sustancias, instrumentos y equipo en la realización de actividades de su vida cotidiana</p>	<p>con el de otros, en función de sus conocimientos previos, preconcepciones y nuevos conocimientos</p>	<p>análisis de leche</p> <p><b>10</b> Analiza la leche para su aceptación o rechazo</p>	
--	--	--	---	--	---	---	---	--

### 11.10 Determinación de Nitrógeno total y Proteína en leche y productos lácteos

Tabla 11.10 Practica experimental para la determinación de nitrógeno total y proteína en leche y productos lácteos								
No.	Nombre	Objetivo	Aprendizajes Esperados	Competencias Genéricas	Competencias Disciplinarias		Competencias Profesionales	Bibliografía
10	Determinación de nitrógeno total y proteína en leche. Método Kjeldhal	Cuantificar el porcentaje de nitrógeno total y proteína, contenida en muestras de leche y	<p><b>1.</b> Aplica las Buenas Prácticas de Laboratorio en el manejo de material, equipo, reactivos e insumos</p> <p><b>2.</b> Conoce y aplica los conceptos de destilación, digestión, titulación, nitrógeno total y proteína en leche y productos lácteos</p> <p><b>3.</b> Conoce y aplica la normativa vigente para la determinación de nitrógeno</p>	<p><b>1.5</b> Asume las consecuencias de sus comportamientos y decisiones</p> <p><b>4.1</b> Expresa ideas y conceptos mediante representación lingüísticas,</p>	<p><b>CE4</b> Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando</p>	<p><b>M3</b> Explica e interpreta los resultados obtenidos mediante procedimientos matemáticos y los contrasta con modelos establecidos o situaciones reales</p>	<p><b>1</b> Identifica normas vigentes</p> <p><b>2</b> Selecciona muestras para el control de calidad de</p>	<p><b>1.</b> Zumbado, H. (2004). Análisis Químico de los Alimentos. Métodos Clásicos</p> <p><b>2.</b> Badaui, S. (2013). Química de los Alimentos.</p>

		<p>productos lácteos, mediante el método Kjeldahl, para evaluar su calidad</p>	<p>total y proteína en leche y productos lácteos  <b>4.</b> Prepara soluciones y diluciones  <b>5.</b> Maneja la balanza granataria, equipo de digestión y destilación Kjeldhal y parrilla eléctrica  <b>6.</b> Monta un equipo la digestión, destilación y titulación Kjeldahl  <b>7.</b> Aplica el método Kjeldahl  <b>8.</b> Obtiene y registra datos experimentales para el cálculo de nitrógeno total y proteína  <b>9.</b> Utiliza Excel para calcular y procesar estadísticamente el nitrógeno total y porcentaje de proteína en leche y productos lácteos  <b>10.</b> Expresa los resultados obtenidos conforma a la normativa vigente  <b>11.</b> Evalúa la calidad de muestras de leche y productos lácteos conforme a su porcentaje de proteína  <b>12.</b> Reflexiona y redacta conclusiones relevantes sobre el porcentaje de proteína en leche y productos lácteos  <b>13.</b> Conoce y aplica el formato y estructura de un informe técnico  <b>14.</b> Utiliza Word para la elaborar el informe técnico</p>	<p>matemáticas o gráficas  <b>4.5</b> Maneja las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y expresar ideas  <b>5.1</b> Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva, comprendiendo o cómo cada uno de sus pasos contribuye al alcance de un objetivo  <b>6.4</b> Estructura ideas y argumentos de manera clara, coherente y sintética.  <b>7.3</b> Articula saberes de diversos campos y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana</p>	<p>experimentos pertinentes  <b>CE5</b> Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones  <b>CE7</b> Hace explícitas las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos  <b>CE14</b> Aplica normas de seguridad en el manejo de sustancias, instrumentos y equipo en la realización de actividades de su vida cotidiana</p>	<p><b>M5</b> Analiza las relaciones entre dos o más variables de un proceso social o natural para determinar o estimar su comportamiento  <b>M8</b> interpreta tablas, gráficas, mapas, diagramas y textos con símbolos matemáticos y científicos  <b>C2</b> Evalúa un texto mediante la comparación de su contenido con el de otros, en función de sus conocimientos previos, preconcepciones y nuevos conocimientos</p>	<p>los alimentos  <b>3</b> Acondiciona material y equipo para análisis físicos, químicos y microbiológicos  <b>4</b> Prepara soluciones y diluciones  <b>6</b> Realiza análisis físicos, químicos a los alimentos  <b>9</b> Selecciona muestras para el análisis de leche  <b>10</b> Analiza la leche para su aceptación o rechazo</p>	<p><b>3.</b> López, V. (2012). Composición Química de los Alimentos.  <b>4.</b> Cheung, P. &amp; Bhavbhuti M. Mehta. (2015). Handbook Food Chemistry. Springer  <b>5.</b> M. deMan, J., Finley, J., W. Jeffrey &amp; Chang Lee. (2018). Principles of Food Chemistry. Springer  <b>6.</b> Suzanne, S. (2017). Food Analysis. Laboratory Manual. Springer.  <b>7.</b> NOM-155-SCFI-2012.  <b>8.</b> NMX-F-608-NORMEX-2011.</p>
--	--	--	---	---	--	---	--	---

## CONCLUSIONES

Se realizó una investigación bibliográfica acerca de la definición, clasificación, composición química y técnicas clásicas para el análisis químico de la leche y los productos lácteos; de la normativa actualmente vigente y disponible para el análisis químico de la leche y los productos lácteos; de los acuerdos secretariales por el cual se rige el actual modelo educativo por competencias; de la ubicación, organización, infraestructura, oferta educativa y matrícula del CBTA 79; y del propósito, perfil de ingreso y egreso, estructura curricular, módulos y submódulos profesionales y competencias de carrera técnica PIA. Se recopiló y analizó la información de las técnicas analíticas utilizadas en el análisis químico de la leche y los productos lácteos, de las normas actualmente vigentes y disponibles; y de los módulos, submódulos y competencias genéricas, disciplinares y profesionales que integran el actual plan de estudios de la carrera técnica PIA. Se enlistaron y seleccionaron aquellas normas y técnicas clásicas para el análisis químico de la leche y productos lácteos, enfocadas a desarrollar, en los estudiantes, las competencias sugeridas por el actual plan de estudios para el submódulo 1, módulo 2 “Realiza los análisis físicos, químicos y microbiológicos pertinentes” del actual plan de estudios de la carrera técnica PIA

Se diseñaron 10 prácticas experimentales con un enfoque por competencias y de acuerdo con la contextualización de los materiales disponibles en el CBTA 79, para cubrir el actual plan de estudios correspondiente a la asignatura del submódulo 1, módulo 2 “Realiza análisis físicos, químicos y microbiológicos pertinentes” de la carrera técnica PIA. Cada práctica se diseñó para desarrollar las competencias genéricas, disciplinares y profesionales sugeridas por el plan de estudios, fueron estructuradas bajo un plan de clase que integra tres fases de la didáctica; la apertura (pre-práctica), el desarrollo (práctica) y el cierre (post-práctica) y se redactaron para cubrir, esencialmente, los conceptos para el análisis químico de la leche y productos lácteos de acuerdo con la normativa actualmente disponible y vigente.

Se elaboró un manual de prácticas experimentales didáctico con un enfoque por competencias que integra los procedimientos experimentales para la determinación de la densidad, materia extraña, humedad y sólidos totales (extracto seco), cenizas, acidez, pH, almidón y harinas, bicarbonato, grasa, nitrógeno total y proteína en leche y productos lácteos. Dicho manual fue elaborado para cubrir los requerimientos didácticos correspondientes al análisis químico de la leche y productos lácteos de la asignatura “Realiza los análisis físicos, químicos y microbiológicos pertinentes” del actual plan de estudios de la carrera técnica PIA, así como, para suplir la falta de un material didáctico existente, al alcance los estudiantes y docentes, que permita, en la práctica docente, desarrollar las competencias sugeridas en el actual plan de estudios.

## ANEXO:

### A1. COMPENDIO DE PRÁCTICAS EXPERIMENTALES PARA EL ANÁLISIS QUÍMICO DE LA LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS

#### PRÁCTICA # 1: DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD EN LECHE

##### OBJETIVO

Comprobar la adulteración de muestras de leche, mediante la medición de su densidad, para evaluar su calidad

##### INTRODUCCIÓN (FUNDAMENTO TEÓRICO)

La densidad es una propiedad física de un fluido (líquido o gas) o sólido que relaciona su masa por unidad de volumen a una temperatura y presión determinadas. Existen dos tipos de densidad; la densidad relativa y la densidad absoluta. La primera ( $\rho$ ) se define, como la razón entre la masa y volumen (ecuación 1.1) y comúnmente (Villegas, A. & Santos, A. 2014), tiene unidades de gramos por centímetro cúbico ( $g/cm^3$ ) o kilogramo por litro ( $kg/L$ ). La densidad relativa ( $\rho_r$ ), se define como la razón de la densidad absoluta de una sustancia o cuerpo ( $\rho_s$ ) con respecto a la densidad absoluta de referencia o patrón (ecuación 1.2). Para sustancias líquidas, la densidad absoluta de referencia es la densidad del agua ( $\rho_w$ ) y, para gases, la del aire ( $\rho_a$ ) y, matemáticamente, no es adimensional (INIFAP. 2011).

$$\rho = \frac{m}{v} \quad \text{ecuación A1.1} \quad \rho_r = \frac{\rho_s}{\rho_w}; \quad \rho_r = \frac{\rho_s}{\rho_a} \quad \text{ecuación A1.2}$$

En el análisis químico de alimentos, la determinación de la densidad de la leche, permite detectar adulteraciones en la misma, ya sea por separación de la grasa, descremado o adición de agua. Existen tres factores principales por los cuales la densidad de la leche puede variar (INIFAP. 2011). El primero es el porcentaje de sólidos totales, ya que, si estos aumentan, la densidad también lo hará; el segundo, es el porcentaje de grasa, pues si aumenta, la densidad disminuye; y, el tercero, es la temperatura, debido a que si la leche se enfría, su densidad se incrementa y viceversa (Villegas, A. & Santos, A. 2014)

La densidad de la leche se encuentra dentro del intervalo de 1028 – 1033 g/ml a una temperatura de 15°C (tabla 1.1), su valor depende de la temperatura y tipo de leche del que se trate y su medición se realiza con un instrumento estandarizado llamado lactodensímetro Quevenne (SCFI, 2012). Así mismo, cuando ésta se mide a una temperatura diferente a la de 15°C, su valor debe ajustarse (ecuación 1.3) (Villegas, A. & Santos, A. 2014).

Tabla A1.1 Valores establecidos de la densidad de diferentes tipos de leche [NOM-155-SCFI]			
Tipo de leche	Entera	Parcialmente descremada	Descremada
Densidad a 15 °C (g/ml)	1029	1029	1031

## MATERIAL, EQUIPO, REACTIVOS, MUESTRAS E INSUMOS

Tabla A 1.2 Material, equipo, reactivos, muestras e Insumos para la determinación de densidad en leche					
Material		Equipo		Reactivo	
4	Vasos de precipitados de 150 mL	1	Parrilla eléctrica	1L	Agua destilada
6	Probetas de 250 mL	1	Recipiente metálico hondo	250 g	Harina
4	Pipetas de 20 mL	1	Balanza granataria/digital/analítica		
2	Probetas de 100 mL	1	Densímetro		
		1	Lactodensímetro		
Material de Limpieza e Insumos					
✓	Papel de cocina para secado (servitoallas) o sanitas	✓	Escobillón	✓	Marcador de aceite
✓	Franela	✓	Detergente líquido o en polvo	✓	Masking tape, teflón
✓	Algodón	✓	Alcohol comercial	✓	2 m de manguera de polietileno
Muestras					
Leche					
1000 mL	Leche entera fresca envasada de alguna marca comercial				

## DESARROLLO EXPERIMENTAL

### 1. ACONDICIONAMIENTO DEL ÁREA DE TRABAJO

- 1.1. Verificar que la mesa de trabajo esté despejada y limpia, de lo contrario reportar al docente
- 1.2. Llevar a cabo la limpieza de la mesa de trabajo
- 1.3. Acondicionar el área de trabajo para realizar el desarrollo experimental

### 2. RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIAL DE LABORATORIO

- 2.1. Identificar, seleccionar, inspeccionar y el material, equipo y reactivo
- 2.2. Colocar el material y reactivo seleccionado en 2.1 en una caja para su manejo y transporte del almacén al área de trabajo
- 2.3. Elaborar un vale de reguardo del material
- 2.4. Lavar y secar el material de vidrio

### 3. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

- 3.1. Homogeneizar la muestra de leche, mediante agitación suave, sin abrir el empaque de procedencia
- 3.2. Ajustar la temperatura de la muestra (sí es que así lo requiere) mediante un baño María hasta que la temperatura de la muestra esté entre los 20 – 25°C
- 3.3. Abrir el empaque de la muestra de leche y medir, con una probeta, 100 ml de muestra
- 3.4. Vaciar la muestra medida en 3.3 a un vaso de precipitados de 150 ml y rotular el vaso, de acuerdo con la marca de la leche, para identificar su procedencia
- 3.5. Medir, con el uso de una probeta diferente a la utilizada en 3.3, 100 ml de agua destilada.
- 3.6. Vaciar el agua medida a un vaso de precipitados de 150 ml y rotular como “Agua destilada” para su identificación
- 3.7. Preparar una alícuota de leche al 100% mediante la adición de 200 ml de muestra de leche en una probeta de 250 ml. Rotular como M1\_E1
- 3.8. Preparar una alícuota de leche al 50% mediante la adición 100 ml de muestra de leche y 100 ml de agua destilada en una probeta de 250 ml. Agitar suavemente con el agitador de vidrio y rotular como M2\_E1

- 3.9. Preparar una muestra de leche al 25% mediante la adición de 50 ml de muestra de leche y 150 ml de agua destilada en una probeta de 250 ml. Agitar suavemente con el agitador de vidrio y rotular como M3\_E1
- 3.10. Preparar dos muestras más con adulteración de harina, al 10% y 30% (% m/v). Rotular como M4\_E1 y M5\_E1, respectivamente
- 4. PREPARACIÓN DEL LACTODENSÍMETRO**
  - 4.1. Verificar que el lactodensímetro se encuentra en óptimas condiciones, no está estrellado, roto y/o sucio. En caso de presentar alguna irregularidad, reportarlo al docente a cargo
  - 4.2. Colocar el lactodensímetro en un lugar seguro para su uso en la práctica experimental
- 5. MEDICIÓN DE LA DENSIDAD**
  - 5.1. Seleccionar el densímetro y lactodensímetro, previamente limpio
  - 5.2. Sumergir el densímetro y/o lactodensímetro dentro de las muestras previamente preparadas, girar y esperar alrededor de 30 segundos a que éste se estabilice.
  - 5.3. Leer el valor de la densidad y temperatura marcada por el densímetro y/o lactodensímetro
  - 5.4. Registrar los valores de la densidad y temperatura marcados en la tabla A1.3
  - 5.5. Repetir la medición y lectura de la densidad cuatro veces para cada una de las muestras y registrar los valores obtenidos en la tabla A1.3
- 6. ENTREGA DEL MATERIAL DE LABORATORIO**
  - 6.1. Limpiar el material y equipo utilizado en el desarrollo experimental
  - 6.2. Acomodar el material dentro de su caja y transportarlo al almacén
  - 6.3. Entregar, junto con el vale de resguardo, el material limpio al docente para su inspección y aprobación
  - 6.4. Colocar el material, previamente aprobado por el docente, de acuerdo con su ubicación correspondiente
- 7. DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS**
  - 7.1. Depositar todos los residuos líquidos generados, por equipo, en una botella de plástico desechable. Utilizar una botella diferente para cada tipo de residuo generado. Atender a las indicaciones del docente
  - 7.2. Neutralizar, si así lo requiere, los residuos generados. Atender a las indicaciones del docente
  - 7.3. Rotular la botella con la etiqueta que especifique el tipo de residuo y entregarla al docente para su disposición final
- 8. LIMPIEZA DEL ÁREA DE TRABAJO**
  - 8.1. Despejar la mesa de trabajo, así como la tarja utilizada para el lavado del material
  - 8.2. Retirar basura, residuos, útiles o cualquier otro objeto que no pertenezca a la mesa de trabajo de laboratorio y tarja de lavado
  - 8.3. Limpiar el área de trabajo y tarja utilizada, con detergente, agua y con la ayuda de una franela, hasta que no haya evidencia de algún tipo de residuo
- 9. ELABORACIÓN Y ENTREGA DEL INFORME TÉCNICO DE LA PRÁCTICA**
  - 9.1. Elaborar el informe técnico de la práctica experimental desarrollada de acuerdo con los requisitos establecidas en el instrumento de evaluación
  - 9.2. Subir a la nube al correo electrónico del curso y/o compartir en redes sociales (), el informe técnico de la práctica en formato digital pdf como máximo, una semana posterior a la conclusión de la práctica experimental

## MEMORIA DE CÁLCULO

1. Calcular el valor de la densidad ajustada para cada una de las muestras, mediante la aplicación de la siguiente fórmula y registrar los resultados obtenidos como  $\rho_a$  en la tabla 1.4. Utilizar los valores registrados en la tabla 1.3 para dicho cálculo.

$$\rho_a = \rho_T + 0.0002(T - 15)$$

$\rho_a$  = valor de la densidad ajustada a 15 °C

$\rho_T$  = valor de la densidad medida por el lactodensímetro a un temperatura  $\neq$  15°C

$T =$  temperatura de la leche a la cual se midió la densidad

- 1.1. Si el valor de la densidad leída directamente del lactodensímetro es mayor a 15 °C, sumar, por cada grado mayor, el valor de 0.0002
- 1.2. Si el valor de la densidad leída directamente del lactodensímetro es menor a 15 °C, restar, por cada grado menor, el valor de 0.0002
2. Calcular el valor de la densidad final para cada una de las muestras de leche. Aplicar los siguientes criterios de acuerdo con los valores obtenidos
  - 2.1. Si, dentro de los datos registrados en la tabla 1.3, no hay ningún dato repetido, obtener la media aritmética (promedio) de los valores registrados, mediante el cálculo de la suma de éstos y la división de ésta entre número de valores sumados. Registrar este valor obtenido como  $\rho_f$  en la tabla 1.5
  - 2.2. Si, dentro de los datos registrados en la tabla 1.3, se presenta un valor que se repite más de una vez dentro de los valores registrados tomar dicho valor como la densidad final y regístralo como  $\rho_f$  en la tabla 1.5

## RESULTADOS

**Tabla A 1.3 Medición de la densidad ( $\rho$ ) en muestra de leche**

MUESTRA	CARACTERÍSTICAS	ADULTERACIÓN	$\rho_1/T(^{\circ}C)$	$\rho_2/T(^{\circ}C)$	$\rho_3/T(^{\circ}C)$	$\rho_4/T(^{\circ}C)$

**Tabla A 1.4 Valores de la densidad ajustada al a temperatura de medición**

MUESTRA	$\rho_{a1}$	$\rho_{a2}$	$\rho_{a3}$	$\rho_{a4}$
M1_E1				
M2_E1				
...				

**Tabla A 1.5 Densidad final de muestras de leche**

MUESTRA	DENSIDAD FINAL ( $\rho_f$ )

## PREGUNTAS DE REFLEXIÓN Y CONCLUSIONES

Con base a la práctica experimental desarrollada contestar el siguiente cuestionario y redacte, a partir de las preguntas planteadas, al menos tres conclusiones relevantes que permitan la reflexión de la presente práctica.

1. ¿Qué es la densidad y qué factores hacen que su valor varíe?
2. ¿Por qué la densidad es un parámetro útil para comprar la adulteración de la leche?
3. ¿Cuál es el fundamento físico del funcionamiento de un densímetro y/o lactodensímetro?
4. ¿Qué muestras estuvieron por arriba y por abajo del valor establecido para la densidad de la leche y por qué?
5. ¿Por qué la adición de harina en muestras de leche y su dilución con agua afectan el valor de la densidad?

## BIBLIOGRAFÍA

1. Villegas, A. & Santos, A. (2014). Calidad de Leche Cruda. Editorial Trillas
2. SCF1, (2012). NOM-155-SCFI-2012. Leche, Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. México DF. DOF
3. INIFAP, (2011). Mejora continua de la calidad higiénico-sanitaria de la leche de vaca. México, DF. SAGARPA

## PRÁCTICA # 2: DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE MATERIA EXTRAÑA EN LECHE

### OBJETIVO

Identificar, cualitativamente, la materia extraña presente en muestras de leche, mediante una filtración al vacío, para comprobar su calidad

### INTRODUCCIÓN (FUNDAMENTO TEÓRICO)

La materia extraña se define como cualquier sustancia, resto, desecho o material que se presenta en un producto pero que no forma parte de la composición normal de éste. En la leche cruda, los fragmentos de forraje e insectos, residuos de alimentos, paja, pelo de roedores u otros animales, partículas de estiércol, fragmentos minerales entre otros, representan el tipo de materia extraña más comúnmente encontrada. La leche puede presentar materia extraña macroscópica en suspensión, debido a condiciones antihigiénicas de la ubre o a la contaminación de ésta durante el proceso de la ordeña, debido a un ambiente insalubre y a un manejo descuidado. Cuando la ordeña se efectúa a mano y la leche cae en cubetas o botes metálicos que a menudo también se encuentran mal higienizados, este tipo de contaminación es más notorio (Villegas, A. & Santos, A. 2014). La presencia de materia extraña en leche representa una fuente de contaminación concentrada y localizada, además, de que su cantidad, revela las condiciones de limpieza y grado de calidad de la misma durante la ordeña y el manejo del fluido post-ordeña. Los métodos empleados para remover la materia extraña en leche se basan en la retención de las partículas mediante la acción de una fuerza externa. Dentro de los métodos utilizados con mayor frecuencia están el colado, la filtración y la clarificación. En el análisis de alimentos la técnica analítica, para evaluar la calidad de muestras de leche y productos es la filtración al vacío (SSA1, 2010)

### MATERIAL, EQUIPO, REACTIVOS, MUESTRAS E INSUMOS

**Tabla A 2.1 Material, equipo, reactivos e insumos para la determinación de materia extraña en leche y productos lácteos**

Material		Equipo		Reactivo	
1	Matraz Kitazzato	1	Balanza granataria/digital/analítica	1	Agua destilada
1	Filtro Goch porcelana				
1	Embudo Bucker	1	Microscopio óptico		
1	Papel filtro	1	Bomba de vacío		
1	Manguera de polietileno (40 cm)				
1	Tapón de polietileno				
1	Pipeta de 20 ml				
1	Perilla				
1	Probeta de 250 ml				
1	Vaso de precipitados de 150 ml				
1	Matraz Kitazzato				
1	Embudo Gooch				
1	Embudo Büchner				

Material de Limpieza e Insumos		
✓ Papel de cocina para secado/Sanitas	✓ Escobillón	✓ Marcador de aceite
✓ Franela	✓ Detergente líquido o en polvo	✓ Masking tape, teflón
✓ Algodón	✓ Alcohol comercial	✓ 2 m de manguera de polietileno
<b>Muestras</b>		
<b>Leche</b>		
<b>1000 mL</b>	Leche entera fresca envasada de alguna marca comercial	

## DESARROLLO EXPERIMENTAL

### 1. ACONDICIONAMIENTO DEL ÁREA DE TRABAJO

- 1.1. Verificar que la mesa de trabajo esté despejada y limpia, de lo contrario reportar al docente
- 1.2. Llevar a cabo la limpieza de la mesa de trabajo
- 1.3. Acondicionar el área de trabajo para realizar el desarrollo experimental

### 2. RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIAL DE LABORATORIO

- 2.1. Identificar, seleccionar, inspeccionar y el material, equipo y reactivo
- 2.2. Colocar el material y reactivo seleccionado en 2.1 en una caja para su manejo y transporte del almacén al área de trabajo
- 2.3. Elaborar un vale de resguardo del material
- 2.4. Lavar y secar el material de vidrio

### 3. PREPARACIÓN DEL EQUIPO

#### 3.1. Bomba de vacío

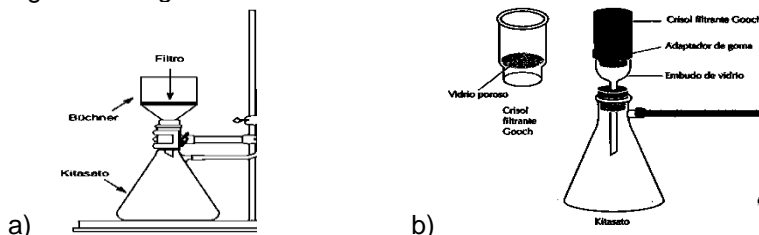
- 3.1.1. Seleccionar la bomba de vacío y verificar su funcionamiento
- 3.1.2. Acoplar el equipo de filtración al vacío de acuerdo con las indicaciones del docente

#### 3.2. Microscopio óptico

- 3.2.1. Seleccionar y verificar el funcionamiento del microscopio óptico
- 3.2.2. Encender el microscopio y ajustar el aumento y luz pertinente

#### 3.3. Equipo de filtración al vacío

- 3.3.1. Identificar, seleccionar y limpiar el material de vidrio, metálico y/o de porcelana, así como el equipo electromecánico para montar la filtración al vacío
- 3.3.2. Montar un equipo de filtración al vacío de acuerdo a las indicaciones del docente y con base en el siguiente diagrama:



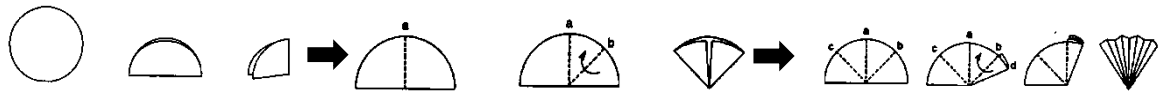
- 3.3.3. Conectar la bomba de vacío al embudo goch o buckner

### 4. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

- 4.1. Homogeneizar la muestra de leche mediante agitación suave hasta tener una mezcla uniforme
- 4.2. Ajustar, si es que lo requiere, la temperatura de la muestra de leche, mediante la aplicación de un baño María hasta que ésta adquiera una temperatura alrededor de los 20 – 25 °C
- 4.3. Tomar y medir, con ayuda de una probeta, una muestra representativa de 100 ml de leche a partir de la muestra total
- 4.4. Vaciar la muestra medida a un vaso de precipitados y rotular para su identificación

### 5. FILTRACIÓN

- 5.1. Dibujar, recortar y doblar el papel filtro para su uso en la filtración al vacío de acuerdo con el siguiente esquema de un filtro de pliegues:



- 5.2. Colocar el papel filtro sobre el embudo (goch o buckner) y empezar a filtrar la muestra a través del pipeteo por lotes de 20 ml
- 5.3. Una vez colocada la muestra, iniciar la filtración, conectando y encendiendo la bomba de vacío, verificando la presión de la bomba para garantizar un buen funcionamiento y evitar un desgaste del motor
- 5.4. Continuar pipeteando lotes de 20 ml de muestra de leche a partir del vaso de precipitados e ir adicionándola poco a poco hasta su filtración completa
- 5.5. Realizar la filtración de los 100 ml de muestra seleccionados
- 5.6. Realizar tantas filtraciones como sean posibles, hasta verificar que la cantidad de agua se haya filtrado completamente
- 5.7. Una vez filtrado toda la muestra de leche a analizar, retirar cuidadosamente el papel filtro del embudo y trasladarlo a una caja Petri
- 6. INSPECCIÓN DE LA MATERIA FILTRADA**
  - 6.1. Colocar el papel filtro debajo de la lente e iniciar el análisis visual
  - 6.2. Analizar completamente el papel filtro y dictaminar la presencia de materia extraña de acuerdo con las normas NOM-243-SSA1-2010 y NOM-184-SSA1-2012
  - 6.3. Registrar los resultados obtenidos en la tabla A 2.2
- 7. DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS**
  - 7.1. Depositar todos los residuos líquidos generados, por equipo, en una botella de plástico desechable. Utilizar una botella diferente para cada tipo de residuo generado. Atender a las indicaciones del docente
  - 7.2. Neutralizar, si así lo requiere, los residuos generados. Atender a las indicaciones del docente
  - 7.3. Rotular la botella con la etiqueta que especifique el tipo de residuo y entregarla al docente para su disposición final
- 8. ENTREGA DEL MATERIAL DE LABORATORIO**
  - 9.3. Limpiar el material y equipo utilizado en el desarrollo experimental
  - 9.4. Acomodar el material dentro de su caja
  - 9.5. Entregar, junto con el vale de resguardo, el material limpio al docente para su inspección y aprobación
  - 9.6. Colocar el material previamente aprobado por el docente en el almacén, de acuerdo con su ubicación correspondiente
- 9. LIMPIEZA DEL ÁREA DE TRABAJO**
  - 9.1. Despejar la mesa de trabajo, así como la tarja utilizada para el lavado del material
  - 9.2. Retirar basura, residuos, útiles o cualquier otro objeto que no pertenezca a la mesa de trabajo de laboratorio y tarja de lavado
  - 9.3. Limpiar el área de trabajo y tarja utilizada, con detergente, agua y con la ayuda de una franela, hasta que no haya evidencia de algún tipo de residuo
- 10. ELABORACIÓN Y ENTREGA DEL INFORME TÉCNICO DE LA PRÁCTICA**
  - 10.1. Elaborar el informe técnico de la práctica experimental desarrollada de acuerdo con los requisitos establecidos en el instrumento de evaluación
  - 10.2. Subir a la nube, enviar por correo electrónico del curso y/o compartir en redes sociales (), el informe técnico de la práctica, en formato digital pdf, como máximo, una semana posterior a la conclusión de la práctica experimental

**MEMORIA DE CÁLCULO** (No aplica)

## RESULTADOS

Tabla A 2.2 Determinación de materia extraña en leche

MUESTRA	CARACTERÍSTICAS MUESTRA	OBSERVACIONES	MATERIA EXTRAÑA

### PREGUNTAS PARA REFLEXIONAR Y CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos, responder el siguiente cuestionario y redactar al menos tres conclusiones relevantes acerca de la práctica experimental realizada.

1. ¿Qué es y por qué es importante determinar la materia extraña presente en la leche?
2. ¿Cuál es el intervalo permitido para la presencia de materia extraña en leche?
3. ¿Cuáles son los riesgos sanitarios que se atraen con la presencia de materia extraña en leche?

### BIBLIOGRAFÍA

1. Villegas, A. & Santos, A. (2014). Calidad de Leche Cruda. Editorial Trillas.
2. SSA1, (2012). NOM-184-SSA1-2012. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado. Especificaciones sanitarias
3. SSA1, (2010). NOM-243-SSA1-2010. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.

## PRÁCTICA # 3: DETERMINACIÓN DE HUMEDAD Y SÓLIDOS TOTALES (EXTRACO SECO) EN LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS

### OBJETIVO

Cuantificar el porcentaje de humedad y sólidos totales (extracto seco) de muestras de leche y productos lácteos, mediante un método gravimétrico y tratamiento térmico para evaluar su calidad

### INTRODUCCIÓN (FUNDAMENTO TEÓRICO)

El agua es uno de los cuatro macrocomponentes que integran a todos los alimentos. Se encuentra, distribuida en los alimentos como agua ligada y agua libre y su presencia varía de acuerdo al tipo de alimento. No se le considera un nutrimento, debido a que no sufre cambios químicos durante su aprovechamiento en el organismo humano (Badaui, S. 2013). Sin embargo, interviene en las reacciones enzimáticas y de hidrólisis del alimento, influye en sus propiedades sensoriales y reológicas, tales como consistencia y textura, y repercute en su estabilidad química y microbiológica (Sikorski, Z. 2002)

La humedad se define como el contenido de agua libre presente en los alimentos. Se expresa en porcentaje y representa un parámetro físico-químico de gran importancia en la calidad de los alimentos debido a que su cuantificación es decisivo en todos los procedimientos de conservación de éstos, tales como la concentración, la deshidratación, el congelamiento, la liofilización, el salado, el azucarado y la pasteurización por alta presión, pues estos sistemas tienen el objetivo de regular su actividad para controlar tanto las reacciones enzimáticas, como el crecimiento microbiano y retrasar su descomposición (Badui, S. 2013)

Los porcentajes de humedad para leche proveniente de diferentes tipos de especies, así como, de sus productos derivados varía, ya que, mientras que en la primera se encuentra, en promedio, en un intervalo del 84 – 87%, para los productos lácteos es muy variante (tabla A3.1). El porcentaje de humedad, en el caso de la leche, varía también respecto a la especie. Este valor se encuentra, en promedio, en un intervalo del 84 – 87 % (Badaui, S. 2013)..

**Tabla A 3.1 Humedad de diferentes tipos de leche**

Leche	Leche de vaca	Leche humana	Leche evaporada	Leche condensada	Leche en polvo
% Humedad	87.4	86.5	73.8	27.1	3.0

**Tabla A3.2 Humedad de diferentes productos lácteos**

Producto lácteo	Helado	Mantequilla	Queso americano	Queso Chihuahua	Queso Oaxaca	Queso panela	Yogurt	Jocoque
% Humedad	62	16	39.2	40.6	45.2	51.0	73–86	91

## MATERIAL, EQUIPO, REACTIVOS, MUESTRAS E INSUMOS

**Tabla A3.3 Material, equipo, reactivos, muestras e insumos para la determinación de humedad y extracto seco en leche y productos lácteos**

Material		Equipo		Reactivo	
3	Cápsulas de porcelana	1	Balanza granataria/digital/analítica	100 g	Silica gel en perlas
3	Cajas Petri				
3	Pizas para crisol	1	Estufa eléctrica		
1	Probeta de 100 ml	1	Horno eléctrico		
3	Vasos de precipitados de 150 ml	1	Desecador		
3	Pipeta de 5 ml		Parrilla eléctrica		
1	Perilla				
3	Morteros con pistilo				
1	Cuchillo				
1	Tabla de madera o plástico				
1	Varilla de agitación				
MATERIAL DE LIMPIEZA E INSUMOS					
✓	Papel de cocina para secado/Sanitas	✓	Escobillón	✓	Marcador de aceite
✓	Franela	✓	Detergente líquido o en polvo	✓	Masking tape, teflón
✓	Algodón	✓	Alcohol comercial	✓	2 m de manguera de polietileno
MUESTRAS					
Leche			Productos Lácteos		
100 mL	Leche entera de cualquier marca comercial		100 ml o g	Yogurt natural Quesos Oaxaca y Panela	

## DESARROLLO EXPERIMENTAL

### 1. ACONDICIONAMIENTO DEL ÁREA DE TRABAJO

- 1.1. Verificar que la mesa de trabajo esté despejada y limpia, de lo contrario reportar al docente
- 1.2. Llevar a cabo la limpieza de la mesa de trabajo
- 1.3. Acondicionar el área de trabajo para realizar el desarrollo experimental

### 2. RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIAL DE LABORATORIO

- 2.1. Identificar, seleccionar, inspeccionar y el material, equipo y reactivo
- 2.2. Colocar el material y reactivo seleccionado en 2.1 en una caja para su manejo y transporte del almacén al área de trabajo
- 2.3. Elaborar un vale de resguardo del material
- 2.4. Lavar y secar el material de vidrio
- 2.5. Limpiar el material de porcelana

### 3. PREPARACIÓN DE EQUIPO

#### 3.1. Horno Eléctrico

- 3.1.1. Verificar las condiciones de funcionalidad del equipo eléctrico mediante la aplicación de su manual de procedimientos e indicaciones del docente
- 3.1.2. Conectar el horno a la corriente eléctrica
- 3.1.3. Encender y ajustar el termostato a la temperatura requerida
- 3.1.4. Monitorear la temperatura del horno, hasta que éste haya llegado al valor ajustado

#### 3.2. Estufa Eléctrica

- 3.2.1. Verificar las condiciones de funcionalidad de la estufa eléctrica mediante la aplicación de su manual de procedimientos e indicaciones del docente
- 3.2.2. Conectar la estufa a la corriente eléctrica
- 3.2.3. Encender la estufa y ajustar su termostato a la temperatura requerida

- 3.2.4. Monitorear la temperatura de la estufa, hasta que ésta haya llegado al valor ajustado
- 4. PREPARACIÓN DEL MATERIAL DE PORCELANA**
- 4.1. Determinar la masa del material de porcelana mediante la aplicación de la “técnica del peso constante”. Seguir las indicaciones del docente para llevar a cabo dicho procedimiento
- 4.2. Registrar los resultados obtenidos en la tabla A3.4
- 5. PREPARACIÓN MUESTRA**
- 5.1. Muestras líquidas**
- 5.1.1. Homogeneizar la muestra de leche o producto lácteo, mediante agitación suave
- 5.1.2. Ajustar la temperatura de la muestra (sí es que así lo requiere) mediante la aplicación de un baño María hasta llegar a la temperatura de 20 – 25°C
- 5.1.3. Tomar y medir, directamente de la leche y/o producto lácteo empaquetado, con el uso de una probeta, una muestra representativa de 40 ml
- 5.1.4. Vaciar la muestra medida en un vaso de precipitados de 150 ml y rotular para identificar su procedencia
- 5.1.5. Pipetear, por triplicado, 2 ml de leche o producto lácteo y vaciarlo a la cápsula o crisol de porcelana, previamente preparado
- 5.1.6. Rotular cada muestra con una etiqueta que indique el número de muestra y equipo
- 5.2. Muestras sólidas**
- 5.2.1. Picar y/o moler, de acuerdo con el tipo de muestra, en piezas pequeñas, con ayuda de un mortero y pistilo
- 5.2.2. Vaciar la muestra molida a una caja Petri
- 5.2.3. Pesar de 2 – 5 gramos de muestra molida y con ayuda de una espátula, transferirlos al crisol o cápsula de porcelana previamente preparada
- 5.2.4. Rotular cada muestra con una etiqueta que indique el número de muestra y equipo,
- 6. SECADO**
- 6.1. Colocar las muestras de leche y/o producto lácteo, previamente adicionadas en el material de porcelana, dentro de la estufa u horno eléctrico
- 6.2. Secar las muestras durante 4 horas a un intervalo de 100 – 105°C
- 6.3. Monitorear constantemente, durante el período indicado de secado, la temperatura de la estufa, utilizando para ello, un termómetro digital
- 6.4. Sacar, con ayuda de las pinzas para crisol, las muestras de la estufa y colocarlas inmediatamente dentro del desecador
- 6.5. Dejar enfriar las muestras hasta que adquieran la temperatura de los alrededores
- 6.6. Sacar las muestras del desecador y pesarlas
- 6.7. Registrar los datos obtenidos en 6.6 como  $C_i$  en la tabla A3.5
- 7. CÁLCULO DEL % HUMEDAD Y EXTRACTO SECO**
- 7.1. Llevar a peso constante las muestras de crisol con el residuo seco y registrar los datos obtenidos de cada pesada como  $C_1$ ,  $C_2$  y  $C_3$  en la tabla A3.5
- 7.2. Calcular las masas finales del crisol con el residuo seco de acuerdo a lo indicado en la MEMORIA DE CÁLCULO y registrar los valores obtenidos como  $C_f$  en la tabla A3.5
- 7.3. Calcular los porcentajes de humedad y extracto seco de acuerdo con lo indicado en la MEMORIA DE CÁLCULO y registrar los valores obtenidos en la tabla A3.6
- 8. DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS**
- 8.1. Depositar todos los residuos líquidos generados, por equipo, en una botella de plástico desechable. Utilizar una botella diferente para cada tipo de residuo generado. Atender a las indicaciones del docente
- 8.2. Neutralizar, si así lo requiere, los residuos generados. Atender a las indicaciones del docente
- 8.3. Rotular la botella con la etiqueta que especifique el tipo de residuo y entregarla al docente para su disposición final
- 9. ENTREGA DEL MATERIAL DE LABORATORIO**
- 9.1. Limpiar el material y equipo utilizado en el desarrollo experimental
- 9.2. Acomodar el material dentro de su caja

- 9.3. Entregar, junto con el vale de resguardo, el material limpio al docente o encargado de laboratorio, para su inspección y aprobación
- 9.4. Colocar el material aprobado por el docente o encargado de laboratorio en el almacén, de acuerdo a su ubicación correspondiente

#### 10. LIMPIEZA DEL ÁREA DE TRABAJO

- 10.1. Despejar la mesa de trabajo, así como la tarja utilizada para el lavado del material
- 10.2. Retirar basura, residuos, útiles o cualquier otro objeto que no pertenezca a la mesa de trabajo de laboratorio y tarja de lavado
- 10.3. Limpiar el área de trabajo y tarja utilizada, con detergente, agua y con la ayuda de una franela, hasta que no haya evidencia de algún tipo de residuo

#### 11. ELABORACIÓN Y ENTREGA DEL INFORME TÉCNICO DE LA PRÁCTICA

- 11.1. Elaborar el informe técnico de la práctica experimental desarrollada de acuerdo con los requisitos establecidas en el instrumento de evaluación
- 11.2. Subir a la nube al correo electrónico del curso y/o compartir en redes sociales (), el informe técnico de la práctica en formato digital pdf como máximo, una semana posterior a la conclusión de la práctica experimental

#### MEMORIA DE CÁLCULO

1. Calcular el peso final de la cápsula o crisol de porcelana llevado a peso constante ( $C_f$ ) de acuerdo con los siguientes criterios:
  - 1.1. Sí, dentro de los valores registrados para el peso del crisol o cápsula de porcelana llevada a peso constante, no hubo alguna repetición, el peso final de éste se calculará mediante un promedio aritmético, sumando los valores registrados en la tabla A3.4 y dividiéndolos entre la cantidad de valores sumados
  - 1.2. Sí, dentro de los valores registrados para el peso del crisol o cápsula de porcelana llevada a peso constante, se presenta algún valor repetido al menos una vez, dicho valor se tomará como peso final del crisol o cápsula de porcelana y se anotará en la columna  $C_f$
2. Calcular el peso final de la cápsula o crisol de porcelana con el residuo seco ( $C_{s_f}$ ) de acuerdo con los siguientes criterios:
  - 2.1. Sí, dentro de los valores registrados para el peso del crisol o cápsula de porcelana con el residuo seco, no hubo algún valor repetición, el peso final se determinará mediante un promedio aritmético, sumando los valores registrados en la tabla A3.5 y dividiendo dicha suma entre el total de valores sumados
  - 2.2. Sí, dentro de los valores registrados para el peso del crisol o cápsula de porcelana con el residuo seco, se halla algún valor que se repita al menos una vez, dicho valor se tomará como peso final del crisol o cápsula de porcelana y se anotará en la columna  $C_{s_f}$  en la tabla A3.5
3. Calcular los porcentajes de humedad y extracto seco (sólidos totales) de acuerdo a la normativa vigente, mediante la aplicación de las siguientes fórmulas:

##### 3.1. Porcentaje de Humedad:

$$Hmedad = \frac{\text{Peso en gramos del agua evaporada}}{\text{Peso en gramos de la muestra}} \times 100$$

##### 3.2. Porcentaje de Extracto Seco (sólidos totales)

$$\% \text{Sólidos Totales (ST)} = \frac{\text{Peso en gramos del residuo seco}}{\text{Peso en gramos de la muestra}} \times 100$$

#### RESULTADOS

Tabla A3.4 Determinación de la masa del crisol mediante peso constante

CRISOL	$C_i$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_f$

**Tabla A3.5 Determinación de la masa final del residuo seco mediante peso constante**

CRISOL	$Cs_i$	$Cs_1$	$Cs_2$	$Cs_3$	$Cs_f$

**Tabla A3.6 Calculo del % humedad y % sólidos totales**

CRISOL	% HUMEDAD	% ST

### **PREGUNTAS DE REFLEXIÓN Y CONCLUSIONES**

Con base en los resultados obtenidos, de manera individual y por equipos, contestar el siguiente cuestionario y redactar, como mínimo, tres conclusiones relevantes que estimulen la reflexión acerca de la práctica realizada.

1. ¿Cuál es la diferencia entre humedad y extracto seco?
2. ¿Cuál es la importancia de cuantificar el porcentaje de humedad y extracto seco?
3. ¿Para qué sirve conocer el porcentaje de humedad y extracto seco?
4. ¿Por qué el porcentaje de humedad es un parámetro que permite medir la calidad en leche y productos lácteos?

### **BIBLIOGRAFÍA**

1. Badaui, S. (2013). Química de los Alimentos. Editorial Pearson
2. Sikorski, Z. (2002). Chemical and Functional Properties of Food Components. Editorial CRC PRESS
3. Suzanne, S. (2017). Food analysis. Laboratory Manual. Springer.
4. Zumbado, H. (2004). Análisis Químico de los Alimentos. Métodos Clásicos. La Habana Cuba. Instituto de Farmacia y Alimentos
5. NOM-116-SSA1-1994. Bienes y servicios. determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. método por arena o gasa
6. NOM-184-SSA1-2012. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado. Especificaciones sanitarias
7. NOM-243-SSA1-2010. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.

## PRÁCTICA # 4: DETERMINACIÓN DE CENIZAS EN LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS

### OBJETIVO

Cuantificar la cantidad de materia inorgánica (minerales), contenida en muestras de leche y productos lácteos, mediante un método gravimétrico, a través de su calcinación y para evaluar su calidad

### INTRODUCCIÓN (FUNDAMENTO TEÓRICO)

En el análisis químico de alimentos, las cenizas de una muestra se definen como el residuo inorgánico que se obtiene después de calcar la materia orgánica, mediante la aplicación de un método térmico, a una temperatura de entre 500 – 600 °C (Suzanne, S. 2017), representan los minerales constituyentes del alimento, se presentan en forma de óxidos, sulfatos, silicatos y cloruros, y varían de acuerdo al alimento de que se trate (Zumbado, H. 2004)

La determinación de cenizas es un indicador de calidad que permite detectar posibles contaminaciones metálicas que pueden ocurrir durante el proceso de producción del alimento o durante el almacenamiento de los productos enlatados. Su determinación en el laboratorio consiste en calcar, durante un tiempo determinado y dentro de una mufla eléctrica, una muestra de alimento hasta su transformación en un residuo de color gris – blanco, libre de partículas carbonosas (de color negro) (Zumbado, H. 2004)

En la leche, las cenizas se obtienen a partir de la calcinación del extracto seco de la misma. Se expresan en porcentaje en peso, representan el contenido de minerales o constituyentes inorgánicos y están presentes en un porcentaje de 0.7%. Los minerales de la leche se encuentran distribuidos en la fase soluble y coloidal de la leche y consisten, principalmente, de sales de bicarbonato, cloruro y citrato de calcio, magnesio, potasio y sodio (tabla A4.1), así como elementos traza Zinc (Zn), Aluminio (Al), Hierro (Fe), Cobre (Cu), Molibdeno (Mb), Manganeso (Mn), Níquel (Ni), Bromo (Br), Boro (B), Flúor (F) y Yodo (I) (tabla A4.2) (Cheung, P. & Bhavbhuti M. Mehta. 2015)

Minerales	Na	K	Ca	Mg	Cl	Citrato	Sulfato
g/100 ml	0.048	0.143	0.117	0.011	0.110	0.230	0.0100

Elementos Traza	(Zn)	(Al)	(Fe)	(Cu)	(Mb)	(Mn)	(Ni)	(Si)	(Br)	(Bo)	(F)	(I)
µg / Litro	4000	500	400	120	60	30	25	1500	1000	200	150	60

### MATERIAL, EQUIPO, REACTIVOS, MUESTRAS E INSUMOS

Material		Equipo		Reactivo	
3	Crisoles	1	Balanza ganataria/digital/analítica	100 g	Sílica gel en perlas
3	Cajas Petri				
3	Pinzas para crisol	1	Horno eléctrico		

1	Probeta de 100 ml	1	Estufa eléctrica		
3	Vasos de precipitados de 150 ml	1	Mufla eléctrica		
3	Pipeta de 5 ml	1	Desecador		
1	Perilla				
3	Morteros con pistilo				
1	Cuchillo				
1	Tabla de madera o plástico				
1	Varilla de agitación				
<b>Material de Limpieza e Insumos</b>					
✓	Papel de cocina para secado/Sanitas	✓	Escobillón	✓	Marcador de aceite
✓	Franela	✓	Detergente líquido o en polvo	✓	Masking tape, teflón
✓	Algodón	✓	Alcohol comercial	✓	2 m de manguera de polietileno
<b>Muestras</b>					
<b>Leche</b>			<b>Producto lácteo</b>		
<b>100 mL</b>	Leche fresca de ordeña	<b>100 mL</b>	Yogurt, crema, rompopo		
	Leche fresca envasada (marca comercial)	<b>150 g</b>	Quesos (Oaxaca, panela)		

## DESARROLLO EXPERIMENTAL

### 1. ACONDICIONAMIENTO DEL ÁREA DE TRABAJO

- 1.1. Verificar que la mesa de trabajo esté despejada y limpia, de lo contrario reportar al docente
- 1.2. Llevar a cabo la limpieza de la mesa de trabajo
- 1.3. Acondicionar el área de trabajo para realizar el desarrollo experimental

### 2. RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIAL DE LABORATORIO

- 2.1. Identificar, seleccionar, inspeccionar y el material, equipo y reactivo
- 2.2. Colocar el material y reactivo seleccionado en 2.1 en una caja para su manejo y transporte del almacén al área de trabajo
- 2.3. Elaborar un vale de resguardo del material
- 2.4. Lavar y secar el material de vidrio
- 2.5. Limpiar el material de porcelana

### 3. PREPARACIÓN DE EQUIPO

#### 3.1. Horno Eléctrico

- 3.1.1. Verificar las condiciones de funcionalidad del equipo eléctrico mediante la aplicación de su manual de procedimientos e indicaciones del docente
- 3.1.2. Conectar el horno a la corriente eléctrica
- 3.1.3. Encender y ajustar el termostato a la temperatura requerida
- 3.1.4. Monitorear la temperatura del horno, hasta que llegue al valor ajustado

#### 3.2. Estufa Eléctrica

- 3.2.1. Verificar las condiciones de funcionalidad de la estufa eléctrica a través de la aplicación de su manual de procedimientos
- 3.2.2. Conectar la estufa a la corriente eléctrica
- 3.2.3. Encender la estufa y ajustar su termostato a la temperatura requerida
- 3.2.4. Monitorear la temperatura de la estufa, hasta que llegue al valor ajustado

#### 3.3. Preparación de la Mufla

- 3.1.1. Verificar las condiciones de funcionalidad de la mufla eléctrica a través de la aplicación de su manual de procedimientos e indicaciones del docente
- 3.1.2. Conectar la Mufla a la corriente eléctrica
- 3.1.3. Encender la Mufla y ajustar su termostato a la temperatura de 550 °C
- 3.1.4. Monitorear la temperatura de la Mufla, hasta que llegue al valor ajustado

#### 3.2. Preparación del desecador

- 3.2.1. Verificar las condiciones del desecador, limpiarlo y, en caso de que sea necesario, retirar cualquier residuo o material de alguna práctica anterior
- 3.2.2. Retirar la sílica gel que este contenida en el desecador y proporcionarlas al docente
- 3.2.3. Colocar 100 g de perlas de sílica gel nuevas
- 3.2.4. Tapar y colocar el desecador en un lugar apropiado para el desarrollo de la práctica experimental

#### **4. PREPARACIÓN DEL MATERIAL DE PORCELANA**

- 4.1. Rotular y pesar los crisoles de porcelana. Registrar sus pesos como  $C_i$  en la tabla A4.4
- 4.2. Determinar la masa del material de los crisoles mediante la aplicación de la "técnica del peso constante". Realizar al menos tres pesadas
- 4.3. Registrar los valores obtenidos en 4.2 como  $C_1$ ,  $C_2$  y  $C_3$  en la tabla A4.4
- 4.4. Calcular la masa final de los crisoles de acuerdo con las indicaciones de la sección MEMORIA DE CÁLCULO

#### **5. PREPARACIÓN MUESTRA**

##### **5.1. Muestras líquidas**

- 5.1.1. Homogeneizar la muestra de leche o producto lácteo, mediante agitación suave
- 5.1.2. Ajustar la temperatura de la muestra (sí es que así lo requiere) mediante la aplicación de un baño María hasta llegar a una temperatura de aproximadamente 20 – 25°C
- 5.1.3. Tomar y medir, directamente de la leche y/o producto lácteo empaquetado, con ayuda de una probeta, una muestra representativa de 40 ml
- 5.1.4. Vaciar la muestra medida en un vaso de precipitados de 150 ml y rotular para identificar su procedencia
- 5.1.5. Pipetear, por triplicado, 2 ml de leche o producto lácteo y vaciarlo a la cápsula o crisol de porcelana previamente preparada
- 5.1.6. Rotular cada muestra con una etiqueta que indique el número de muestra y equipo

##### **5.2. Muestras sólidas**

- 5.2.1. Picar y moler la muestra sólida en piezas pequeñas, con ayuda de un mortero y pistilo
- 5.2.2. Vaciar la muestra molida a una caja Petri
- 5.2.3. Pesar 3 – 5 gramos de muestra molida y, con ayuda de una espátula, transferirlos al crisol de porcelana previamente preparada
- 5.2.4. Rotular cada muestra con una etiqueta que indique el número de muestra y equipo,

#### **6. SECADO**

- 6.1. Colocar los crisoles de porcelana con las muestras añadidas dentro de una estufa u horno eléctrico
- 6.2. Secar las muestras durante 4 horas a un intervalo de 100 – 105°C
- 6.3. Monitorear constantemente, durante el período indicado de secado, la temperatura de la estufa
- 6.4. Apagar la estufa y desconectar
- 6.5. Sacar, con ayuda de las pinzas para crisol, las muestras de la estufa y colocarlas inmediatamente dentro del desecador. Dejar enfriar hasta que adquieran la temperatura ambiente

#### **7. CALCINACIÓN**

- 7.1. Elaborar un croquis de la posición en la cual se colocarán los crisoles dentro de la mufla eléctrica
- 7.2. Sacar los crisoles con el residuo seco de la estufa u horno eléctrico y colocarlos dentro de la mufla de acuerdo con la posición establecida en 7.1
- 7.3. Calcinar el residuo seco de las muestras de leche y/o producto lácteo durante 2 horas a una temperatura de 550°C
- 7.4. Monitorear la temperatura de la mufla y ajustar, siempre y cuando sea necesario
- 7.5. Bajar la temperatura de la mufla poco a poco hasta llegar a 0°C y dejar que ésta adquiera la temperatura ambiente, posteriormente apagarla y desconectarla.
- 7.6. Dejar enfriar los crisoles con las muestras calcinados dentro de la mufla durante 30 min

## **8. DETERMINACIÓN DE LA MASA DE LAS CENIZAS**

- 8.1. Sacar, con ayuda de las pinzas para crisol, los crisoles con las cenizas y colocarlas inmediatamente dentro del desecador hasta que llegue a la temperatura ambiente
- 8.2. Sacar los crisoles del desecador y pesarlos. Registrar dicho valor como  $Cc_i$  en la tabla A4.5
- 8.3. Determinar la masa final de los crisoles con las cenizas ( $Cc_f$ ) mediante la técnica de peso constante. Realizar al menos tres pesadas y registrar los valores obtenidos como  $Cc_1$ ,  $Cc_2$  y  $Cc_3$  en la tabla A4.5

## **8. CÁLCULO DE PORCENTAJE DE CENIZAS**

- 9.1. Calcular los porcentajes de cenizas de acuerdo con la norma e indicaciones del apartado MEMORIA DE CÁLCULO
- 9.2. Registrar los valores obtenidos en la tabla A4.6

## **10. DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS**

- 10.1. Depositar todos los residuos líquidos generados, por equipo, en una botella de plástico desechable. Utilizar una botella diferente para cada tipo de residuo generado. Atender a las indicaciones del docente
- 10.2. Neutralizar, si así lo requiere, los residuos generados. Atender a las indicaciones del docente
- 10.3. Rotular la botella con la etiqueta que especifique el tipo de residuo y entregarla al docente para su disposición final

## **11. ENTREGA DEL MATERIAL DE LABORATORIO**

- 11.1. Limpiar el material y equipo utilizado en el desarrollo experimental
- 11.2. Acomodar el material dentro de su caja
- 11.3. Entregar, junto con el vale de resguardo, el material limpio al docente o encargado de laboratorio, para su inspección y aprobación
- 11.4. Colocar el material aprobado por el docente o encargado de laboratorio en el almacén, de acuerdo a su ubicación correspondiente

## **12. LIMPIEZA DEL ÁREA DE TRABAJO**

- 12.1. Despejar la mesa de trabajo, así como la tarja utilizada para el lavado del material
- 12.2. Retirar basura, residuos, útiles o cualquier otro objeto que no pertenezca a la mesa de trabajo de laboratorio y tarja de lavado
- 12.3. Limpiar el área de trabajo y tarja utilizada, con detergente, agua y con la ayuda de una franela, hasta que no haya evidencia de algún tipo de residuo

## **13. ELABORACIÓN Y ENTREGA DEL INFORME TÉCNICO DE LA PRÁCTICA**

- 13.1. Elaborar el informe técnico de la práctica experimental desarrollada de acuerdo con los requisitos establecidas en el instrumento de evaluación
- 13.2. Subir a la nube al correo electrónico del curso y/o compartir en redes sociales (), el informe técnico de la práctica en formato digital pdf como máximo, una semana posterior a la conclusión de la práctica experimental

## **MEMORIA DE CÁLCULO**

1. Calcular la masa final del crisol de porcelana llevado a peso constante mediante la aplicación de los siguientes criterios:
  - 1.1. Sí, dentro de los valores registrados para el peso del crisol llevada a peso constante, no hubo alguna repetición, el peso final de éste se calculará mediante un promedio aritmético, sumando los valores registrados en la tabla A4.4 y dividiéndolos entre la cantidad de valores sumados
  - 1.2. Sí, dentro de los valores registrados para el peso del crisol o cápsula de porcelana llevada a peso constante, se presenta algún valor repetido al menos una vez, dicho valor se tomará como peso final del crisol y se anotará directamente en la columna  $C_f$  de la tabla A4.4
2. Calcular el peso final de la cápsula con las cenizas de la muestra ( $Cc_f$ ) de acuerdo con los siguientes criterios:

- 2.1. Sí, dentro de los valores registrados para el peso del crisol de porcelana con las cenizas, no hubo algún valor repetición, el peso final se determinará mediante un promedio aritmético, sumando los valores registrados en la tabla A4.6 y dividiendo dicha suma entre el total de valores sumados
- 2.2. Sí, dentro de los valores registrados para el peso del crisol de porcelana con las cenizas, se halla algún valor que se repita al menos una vez, dicho valor se tomará como peso final del crisol o cápsula de porcelana y se anotará en la columna  $Cc_f$  en la tabla A4.6
3. Calcular el porcentaje de cenizas para cada uno de los crisoles utilizados dentro de la práctica experimental mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

3.1. **Cenizas**

$$\%Cenizas = \frac{Cc_f}{Peso\ en\ gramos\ de\ la\ muestra} \times 100$$

## RESULTADOS

**Tabla A4.4 Determinación de la masa del crisol mediante peso constante**

CRISOL	$C_i$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_f$

**Tabla A4.5 Determinación de la masa final del crisol con las cenizas mediante peso constante**

CRISOL	$Cc_i$	$Cc_1$	$Cc_2$	$Cc_3$	$Cc_f$

**Tabla A4.6 Calculo del % cenizas**

CRISOL	% CENIZAS

## PREGUNTAS DE REFLEXIÓN Y CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos, de manera individual y por equipos, contestar el siguiente cuestionario y redactar, como mínimo, tres conclusiones relevantes que estimulen la reflexión acerca de la práctica realizada

1. ¿Qué son las cenizas, qué representan y qué importancia tiene su determinación en alimentos?
2. ¿Cuál es la importancia de la cuantificación de cenizas en leche y productos lácteos?
3. ¿Para qué sirve el porcentaje de cenizas?

## BIBLIOGRAFÍA

1. Suzanne, S. (2017). Food Analysis. Laboratory Manual. Springer.
2. Cheung, P. & Bhavbhuti M. Mehta. (2015). Handbook Food Chemistry. Springer Reference
3. UNAM, (2007). Fundamentos y técnicas de análisis de alimentos. Laboratorio de Alimentos I. Departamento de Alimentos y Biotecnología. Facultad de Química. UNAM
4. Zumbado, H. (2004). Análisis Químico de los Alimentos. Métodos Clásicos. La Habana Cuba. Instituto de Farmacia y Alimentos
5. NORMEX, (2013). NMX-F-607.NORMEX-2013. Alimentos. Determinación de cenizas en alimentos. Método de prueba Determinación de cenizas en alimentos. México DF. DOF

## PRÁCTICA # 5: DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE EN LECHE

### OBJETIVO

Cuantificar el porcentaje de ácido láctico presente en muestras de leche, mediante la implementación de un método tritimétrico ácido – base, para evaluar su calidad

### INTRODUCCIÓN (FUNDAMENTO TEÓRICO)

La acidez total titulable es una propiedad físico-química de la leche cruda y productos lácteos como el yogurt. Esta propiedad es utilizada para medir el crecimiento de bacterias acidogénicas (productoras de ácido) y como indicador para comparar determinaciones organolépticas. Se expresa en grados Dornic (°D), el cual equivale a 1 g de ácido láctico por litro de leche y, es uno de los parámetros físico-químicos más empleados para determinar su calidad e inocuidad (R.S. Kirk., R. Sawyer., & H. Egan. 2008)

La acidez titulable de la leche se clasifica como acidez natural, que es el producto, principalmente, de las proteínas; acidez desarrollada, producida por el ácido láctico generado por microorganismos acidolácticos al fermentar la lactosa y, acidez total, que es la suma de las dos anteriores. Cuando la leche es dulce y fresca su acidez desarrollada es cero, equivalente a, aproximadamente, unos 15 – 17 °D (pH entre 6.6 y 6.7) (Badui, S. 2012).

El método empleado para la determinación de acidez total en leche y alimentos en general es un método volumétrico denominado titulación. Este método hace uso de una solución valorada (hidróxido de sodio) y un indicador ácido-base (fenolftaleína). La solución de hidróxido de sodio reacciona, en el transcurso de la titulación, con los ácidos orgánicos presentes en la leche cruda. La normalidad del hidróxido de sodio, el volumen consumido de este durante la titulación y el volumen de la muestra problema se utilizan para determinar la acidez total, expresándola en términos del ácido láctico. En la titulación el punto final de la fenolftaleína se presenta a un pH = 8.2, cuando se produce un cambio de color destacado, de incoloro a rosa (Zumbado, H. 2004)

### MATERIAL, EQUIPO, REACTIVO E INSUMOS

**Tabla A5.1 Material, equipo, reactivos, muestra e insumos para la determinación de la acidez total titulable en leche**

Material		Equipo		Reactivos
6	Vasos de precipitados de 250 ml	1	Balanza granataria/digital/analítica	Agua destilada
3	Matraces Erlenmeyer de 250 ml	1	Equipo de titulación	Hidróxido de Sodio (NaOH) en lunetas
1	Matraz de aforo de 1000 ml			Fenolftaleína en polvo
1	Probeta de 250 ml			Biftalato de potasio/Carbonato de sodio

1	Bureta de 25 ml		
1	Soporte universal		
2	Pinzas para soporte universal		
4	Nueces para soporte universal		
2	Pipetas de 10 o 20 ml		
1	Perilla (propipeta) o jeringa		
1	Gotero de vidrio color ámbar		
1	Piseta de plástico		
1	Vidrio de reloj o pesa-sustancias		
<b>Material de Limpieza e Insumos</b>			
✓	Servitoallas /Sanitas	✓ Detergente líquido o en polvo	✓ Marcador de aceite
✓	Franela	✓ Escobillón (limpiapipas)	✓ Masking tape
✓	Fibra para lavar (scotch brite)	✓ Algodón	✓ Plastic film/Para film
		✓ Alcohol comercial	
<b>Muestras</b>			
150 mL	Leche entera fresca	Leche entera con 5 días en refrigeración	Leche entera en descomposición

## DESARROLLO EXPERIMENTAL

### 1. ACONDICIONAMIENTO DEL ÁREA DE TRABAJO

- 1.1. Verificar que la mesa de trabajo esté despejada y limpia, de lo contrario reportar al docente
- 1.2. Llevar a cabo la limpieza de la mesa de trabajo
- 1.3. Acondicionar el área de trabajo para realizar el desarrollo experimental

### 2. RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIAL

- 2.1. Identificar, seleccionar, inspeccionar y el material, equipo y reactivo
- 2.2. Colocar el material y reactivo seleccionado en 2.1 en una caja para su manejo y transporte del almacén al área de trabajo
- 2.3. Elaborar un vale de resguardo del material
- 2.4. Lavar y secar el material de vidrio

### 3. PREPARACIÓN DEL TITULANTE E INDICADOR

#### 3.1. Preparación del titulante

- 3.1.1. Preparar 500 ml de solución de NaOH al 0.1 N a partir del reactivo sólido en lunetas. Seguir las indicaciones del docente
- 3.1.2. Trasvasar la solución preparada, con ayuda de un embudo, a un recipiente de plástico con tapa y rotular con una etiqueta que indique la sustancia almacenada, fecha de preparación y equipo al que pertenece

#### 3.2. Valoración del titulante

- 3.2.1. Tomar 20 ml de la solución titulante (NaOH al 0.1 N) y vaciarlos en la bureta para su valoración
- 3.2.2. Determinar la concentración real de la solución de NaOH al 0.1 N, previamente preparada, mediante su titulación con biftalato de potasio o carbonato de sodio. Seguir las indicaciones del docente

#### 3.3. Preparación del indicador

- 3.3.1. Preparar 20 ml de solución alcohólica de fenolftaleína al 1% con base a las indicaciones del docente
- 3.3.2. Trasvasar la solución alcohólica de fenolftaleína al 1% en un gotero color
- 3.3.3. Vaciar, en un recipiente de plástico con tapa hermética, el resto de la solución de fenolftaleína preparada
- 3.3.4. Almacenar y rotular con una etiqueta que indique el tipo de sustancia y fecha de preparación

### 4. PREPARACIÓN DEL EQUIPO

#### 4.1. Equipo de Titulación

- 4.1.1. Montar un equipo de titulación mediante el acoplamiento de la bureta, pinzas y soporte universal, de acuerdo con las indicaciones del docente
- 4.1.2. Preparar la bureta para titulación, mediante la aplicación de lavados sucesivos hasta verificar que el líquido fluya sin resistencia. Iniciar con agua destilada y después con solución de NaOH para lavado
- 4.1.3. Verificar que la punta de la válvula de la bureta no tenga burbuja o goteo, de lo contrario ajustar hasta que la burbuja (s) desaparezcan

## 5. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

- 5.1. Presentar, por equipo, los tres lotes de leche solicitados
- 5.2. Homogeneizar los lotes de leche mediante agitación suave y constante hasta que no se observen fases
- 5.3. Ajustar la temperatura de los lotes de leche (sí es que lo requiere) mediante la aplicación de un baño María hasta adquirir una temperatura aproximadamente de 20 – 25 °C
- 5.4. Medir con ayuda de una probeta graduada, 100 ml de cada lote de y vaciar el contenido en tres vasos de precipitados de 150 ml
- 5.5. Rotular cada vaso como con una etiqueta que identifique el número de muestra y equipo de trabajo al que pertenece, así como al tipo de lote de leche al que corresponda
- 5.6. Pipetear, por triplicado y a partir de las muestras de leche en los vasos de precipitados, alícuotas de 20 ml de leche y vaciarlos en tres matraces Erlenmeyer diferentes.
- 5.7. Rotular cada matraz con una etiqueta que indique el tipo de muestra de leche, número de alícuota y equipo al que pertenece, cada una de las alícuotas formadas

**Nota: se deberán formar un total de 9 alícuotas, 3 para cada tipo de muestra de leche (fresca, en refrigeración y en descomposición). Para forma las etiquetas seguir el siguiente ejemplo; si se trata de la primer alícuota, de la muestra de leche fresca del equipo uno, la etiqueta deberá escribirse como “M1\_A1\_E1”**

- 5.8. Agregar 5 gotas de la solución indicadora (fenolftaleína al 1%) a matraz Erlenmeyer y agitar suavemente hasta su disolución

## 6. TITULACIÓN DE LA MUESTRA

- 6.1. Probar el funcionamiento de la válvula de la bureta antes de iniciar la titulación de acuerdo con las indicaciones del docente
- 6.2. Adicionar a la bureta, previamente acoplada en el equipo de titulación la solución de NaOH al 0.1 N hasta su nivel de aforo. Verificar que el menisco del aforo este tangente a la línea de graduación de la bureta
- 6.3. Colocar el matraz Erlenmeyer, previamente preparado, debajo de la punta de la bureta y verificar que ésta esté dentro del matraz
- 6.4. Abrir, poco a poco, la válvula de la bureta, hasta formar, en su punta, una gota de solución de NaOH 0.1 N y dejarla caer lentamente
- 6.5. Manipular, cuidadosamente, el flujo de la solución de NaOH al 0.1 N, dejando caer gota por gota lentamente
- 6.6. Agitar suavemente el matraz Erlenmeyer cada vez que caiga una gota de solución de NaOH al 0.1 N, hasta que se disuelva completamente
- 6.7. Repetir el goteo lenta y cuidadosamente
- 6.8. Detener el goteo hasta que se observe una coloración rosa débil en la muestra de leche
- 6.9. Observar y leer, en la graduación de la bureta, la cantidad de mililitros de solución de NaOH al 0.1 N gastados durante la titulación y registrar el resultado en la tabla A5.2
- 6.10. Llenar nuevamente la bureta hasta su nivel de aforo, antes de cada titulación y repetir el mismo procedimiento (6.2 - 6.9) de titulación para cada uno de las alícuotas de leche preparadas en el paso 5
- 6.11. Volver a registrar los resultados obtenidos de la cantidad de ml de NaOH al 0.1 N gastados para cada una de las alícuotas tituladas

## 7. CÁLCULO DE LA ÁCIDEZ

- 7.1. Calcular la acidez resultante para cada una de las alícuotas tituladas mediante las indicaciones de la sección MEMORIA DE CALCULO)

- 7.2. Calcular el valor de los °D (grados Dornic) y °SH (grados Soxlet-Henkel) para el valor de la acidez de cada tipo de lote de leche analizado (consultar MEMORIA DE CALCULO)
- 7.3. Registrar, en las tablas A5.2 y A5.3, los valores obtenidos en 7.1 y 7.2, para alícuotas tituladas y lotes de leche analizados, respectivamente

#### 8. DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS

- 8.1. Neutralizar las alícuotas de leche resultantes de la titulación, mediante la adición de 2 – 3 gotas de vinagre
- 8.2. Agitar suavemente hasta que la coloración rosa débil desaparezca (de ser necesario agregar más gotas de vinagre)
- 8.3. Verter, en la tarja de lavado, las alícuotas previamente neutralizadas
- 8.4. Almacenar la solución de NaOH 0.1 N sobrante en un recipiente de plástico y tapar
- 8.5. Entregar al docente las botellas con los residuos para su disposición final

#### 9. LIMPIEZA Y ENTREGA DEL MATERIAL

- 9.1. Lavar, secar y acomodar el material utilizado
- 9.2. Entregar, junto con el vale de resguardo, el material limpio al docente o encargado de laboratorio, para su inspección y aprobación
- 9.3. Colocar el material, aprobado por el docente o encargado de laboratorio, en el almacén, de acuerdo a su ubicación correspondiente

#### 10. LIMPIEZA DEL ÁREA DE TRABAJO

- 10.1. Despejar el área de trabajo, así como la tarja utilizada para el lavado del material
- 10.2. Retirar basura, residuos, útiles o cualquier otro objeto
- 10.3. Limpiar el área de trabajo y la tarja utilizado

#### 11. ELABORACIÓN Y ENTREGA DEL INFORME

- 11.1. Elaborar el informe técnico de la práctica experimental desarrollada de acuerdo con los requisitos establecidas en el instrumento de evaluación
- 11.2. Subir a la nube al correo electrónico del curso y/o compartir en redes sociales (), el informe técnico de la práctica en formato digital pdf como máximo, una semana posterior a la conclusión de la práctica experimental

#### MEMORIA DE CÁLCULO

1. Calcular la cantidad de gramos de NaOH necesarios para preparar 500 ml de una solución de al 0.1N a partir del reactivo sólido (lunetas)
2. Calcular la acidez total titulable (g de ácido láctico/ml muestra) para cada una de las alícuotas tituladas, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Acidez \left( \frac{g}{L} \right) = \frac{VxNx90}{M}$$

*V = son los mililitros, de la solución de NaOH 0.1 N gastada en la titulación*

*N = es la normalidad real de la solución de NaOH valorada*

*M = son los mililitros de muestra de leche medidos para su titulación*

3. Calcular el valor final de la acidez total titulable para cada lote mediante la aplicación de un promedio aritmético de las titulaciones realizadas
4. Calcular la acidez (g/L) de los lotes de leche como grados Dornic (°D) y grado Soxlet-Henkel (°SH) mediante la aplicación de las siguientes equivalencias:

##### 4.1. °D (grados Dornic)

$$1 \text{ °D} = \frac{0.1 \text{ g ácido láctico}}{\text{Litro leche}} = 0.01\% \text{ ácido láctico}$$

##### 4.2. °SH (grados Soxlet-Henkel)

$$1 \text{ °SH} = 22.5 \text{ °D} = 0.0225\% \text{ ácido láctico}$$

## RESULTADOS

**Tabla A5.2 Determinación de la acidez titulable en alícuotas de leche**

Alícuota	Tipo de leche	Características sensoriales	ml gastados de NaOH 0.1 N	Acidez <sub>alícuota</sub>

**Tabla A5.3 Acidez titulable en lotes de leche**

LOTE	Acidez <sub>lote</sub>	°D	°SH
Leche fresca			
Leche en refrigeración			
Leche en descomposición			

## CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos, de manera individual y por equipos, contestar el siguiente cuestionario y redactar, como mínimo, tres conclusiones relevantes que estimulen la reflexión acerca de la práctica realizada

1. ¿Qué indica la acidez de la leche?
2. ¿Por qué es importante y para qué sirve determinar la acidez en muestras de leche?
3. ¿Qué lotes de leche presentaron mayor y menor acidez y por qué?

## BIBLIOGRAFÍA

1. R.S. Kirk., R. Sawyer., & H. Egan. (2008). Composición y Análisis de los alimentos de Pearson. Editorial PATRIA
2. Badaui, S. (2013). Química de los Alimentos. Editorial Pearson
3. Zumbado, H. (2004). Análisis Químico de los Alimentos. Métodos Clásicos. La Habana Cuba. Instituto de Farmacia y Alimentos
4. Michael., & Franck, J. (2004). Standard Methods for the examination of Dairy Products. American Public Health Association
5. Suzanne, S. (2010). Food analysis. Laboratory Manual. Springer.
6. NMX-F-102-NORMEX-2010. Determinación de acidez titulable en alimentos. Método de ensayo
7. NOM-155-SCFI-2012. Leche Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba

## PRÁCTICA # 6: DETERMINACIÓN DE PH EN LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS

### OBJETIVO

Medir el pH de muestras de leche y productos lácteos, mediante la utilización de un pH-metro digital, para determinar su calidad

### INTRODUCCIÓN (FUNDAMENTO TEÓRICO)

Durante el almacenamiento y el deterioro de los alimentos, ocurren cambios por acción enzimática y desarrollo de bacterias. Estos cambios dependen de manera importante de la concentración del ion hidronio ( $H_3O^+$ ). El valor del pH se puede definir como el valor negativo del logaritmo común (de base diez) de la concentración del ion hidronio ( $pH = -\log[H_3O^+]$ ). A medida que la acidez o la concentración de los iones hidrógeno aumentan, el valor del pH se acercara a cero. De manera práctica se puede decir que todos los alimentos tienen valores de  $pH < 7$  y el agua de la llave en ocasiones es alcalina ( $pH > 7$ ) debido a las sales disueltas (Zumbado, H. 2004).

El pH (potencial de hidrógeno) constituye un indicador de la acidez real de la leche y de otros alimentos. Se mide empleando un potenciómetro o pH-metro, el cual registra los iones hidronio procedentes de los ácidos que contiene la leche, por ejemplo, el ácido láctico en la leche fermentada (Badui, S. 2012). Además, es un parámetro físico-químico que da información precisa acerca del estado de frescura de la leche. Una leche fresca y normal tiene un valor de pH neutro o ligeramente ácido, sin embargo, cuando han actuado bacterias acidolácticas, una parte de la lactosa de la leche es degradada a ácido láctico, lo que ocasiona que aumente su concentración de iones hidronio ( $H_3O^+$ ), y, por tanto, el pH disminuya. El valor de pH para leche fresca esta entre 6.6 y 6.7. Una leche mamítica, que contiene compuestos con características básicas, tiene un  $pH > 7$  y el calostro un pH próximo a 6 (R.S. Kirk., R. Sawyer., & H. Egan. 2008).

La medición del pH en alimentos se realiza con un indicador de color (papel tornasol) o con un pH-metro. Para alimentos líquidos la medición de su pH se realiza directamente. Para alimentos húmedos y semihúmedos la medición del pH se realiza después de hacer una mezcla con agua, esto, debido a que los alimentos en general contienen suficientes sales amortiguadoras que permiten hacer una dilución sin afectar su pH, si embargo, en ciertos casos donde el contenido de electrolitos es relativamente alto, el pH medido no corresponde con precisión entre el valor teórico y el valor medido (Zumbado, H. 2004).

### MATERIAL, EQUIPO, REACTIVOS, MUESTRAS E INSUMOS

**Tabla A6.1 Material, equipo, reactivos, muestras e insumos para la medición del pH en leche y productos lácteos**

Material		Equipo		Reactivos
6	Vasos de precipitados d 150 ml	1	Balanza ganataria/digital/analítica	Agua destilada
1	Probeta de 250 ml			

3	Vidrio de reloj	1	pH-metro digital	Solución buffer pH = 4.0	
1	Mortero y pistilo			Solución buffer pH = 7.0	
6	Agitadores de vidrio o plástico				
1	Tabla de plástico/madera y cuchillo				
1	Piseta de 250 ml				
<b>Material de Limpieza e Insumos</b>					
✓	Papel de cocina para secado/Sanitas	✓	Escobillón	✓	Marcador de aceite
✓	Franela	✓	Detergente líquido o en polvo	✓	Masking tape, teflón
✓	Algodón	✓	Alcohol comercial	✓	2 m de manguera de polietileno
<b>Muestras</b>					
<b>Leche</b>			<b>Producto lácteo</b>		
<b>150 ml</b>	Leche fresca		<b>150 ml</b>	Yogurt, crema, rompopo	
	Leche en refrigeración		<b>150 g</b>	Quesos (aro, Oaxaca, panela, mozzarella, cheddar, manchego)	
	Leche en descomposición				

## DESARROLLO EXPERIMENTAL

### 1. ACONDICIONAMIENTO DEL ÁREA DE TRABAJO

- 1.1. Verificar que la mesa de trabajo esté despejada y limpia, de lo contrario reportar al docente
- 1.2. Llevar a cabo la limpieza de la mesa de trabajo
- 1.3. Acondicionar el área de trabajo para realizar el desarrollo experimental

### 2. RECEPCION Y PREPARACIÓN DE MATERIAL

- 2.1. Identificar, seleccionar, inspeccionar y el material, equipo y reactivo
- 2.2. Colocar el material y reactivo seleccionado en 2.1 en una caja para su manejo y transporte del almacén al área de trabajo
- 2.3. Elaborar un vale de reguardo del material
- 2.4. Lavar y secar el material de vidrio

### 3. PREPARACIÓN DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

#### 3.1. pH-metro

- 3.1.1. Verificar la funcionalidad, limpieza y disponibilidad del pH-metro de acuerdo con su manual
- 3.1.2. Enjuagar el pH-metro con suficiente agua destilada y secar
- 3.1.3. Limpiar con una solución diluida de alcohol hasta eliminar residuos u olores de alguna muestra orgánica

### 4. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

#### 4.1. Muestra líquidas

- 4.1.1. Homogeneizar la muestra, mediante agitación
- 4.1.2. Ajustar su temperatura (sí es que así lo requiere) mediante la aplicación de un baño María hasta llegar a una temperatura aproximadamente de 20 – 25°C
- 4.1.3. Tomar, directamente de la leche y/o producto lácteo empaquetado, y medir, con una probeta, una muestra representativa de 40 ml
- 4.1.4. Vaciar la muestra en un vaso de precipitados de 150 ml y rotular para identificar su procedencia

#### 4.2. Muestras sólidas

- 4.2.1. Picar y moler la muestra sólida en piezas pequeñas, con ayuda de un mortero y pistilo
- 4.2.2. Vaciar la muestra molida a un vaso de precipitados de 150 ml, agregar con un piseta, agua destilada y diluir hasta formar una solución uniforme
- 4.2.3. Rotular cada vaso con el nombre de la muestra de leche o producto lácteo

### 5. CALIBRACIÓN DEL pH-metro

- 5.1. Limpiar el pH-metro y sumergirlo en agua destilada
- 5.2. Vaciar 40 ml de solución reguladora de pH = 7.0 en un vaso de precipitados
- 5.3. Vaciar 40 ml de solución reguladora de pH = 4.0 en un vaso de precipitados

- 5.4. Sumergir el pH-metro en la solución reguladora de pH = 7.0 leer el valor que marca el instrumento. Si este no llega a marcar un pH = 7.0 ajustar manualmente. Retirar y sumergir en el agua destilada
- 5.5. Sumergir el pH-metro en la solución reguladora de pH = 4.0 leer el valor indicado y si éste no visualiza un valor de 4.0, ajustar manualmente. Retirar y sumergir el pH-metro en el agua destilada

## **6. MEDICIÓN DE pH**

- 6.1. Para cada una de las muestras de leche y producto lácteo, previamente preparado, medir, por triplicado el valor de su pH, sumergiendo en cada vaso el ph-metro y leer, después de 30 segundos de estabilidad, el valor marcado por el instrumento
- 6.2. Registrar los valores obtenidos y determinar el valor de pH final. Registrarlos en la tabla 6.1

**Nota: para determinar el valor del pH final, se selecciona el valor que se haya repetido una vez como mínimo, en caso contrario a que no haya algún valor repetido, promediar los valores registrados para calcular el pH final**

## **7. DETERMINACIÓN DEL pH**

- 7.1. Calcular el pH final para cada uno de las muestras de leche y/o producto lácteo de acuerdo con las indicaciones de la sección MEMORIA DE CÁLCULO

## **8. DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS**

- 8.1. Depositar todos los residuos líquidos generados, por equipo, en una botella de plástico desechable. Utilizar una botella diferente para cada tipo de residuo generado. Atender a las indicaciones del docente
- 8.2. Neutralizar, si así lo requiere, los residuos generados. Atender a las indicaciones del docente

9. Rotular la botella con la etiqueta que especifique el tipo de residuo y entregarla al docente para su disposición final

## **10. LIMPIEZA Y ENTREGA DEL MATERIAL**

- 10.1. Lavar, secar y acomodar el material utilizado
- 10.2. Entregar, junto con el vale de resguardo, el material limpio al docente o encargado de laboratorio, para su inspección y aprobación
- 10.3. Colocar el material, aprobado por el docente o encargado de laboratorio, en el almacén, de acuerdo a su ubicación correspondiente

## **11. LIMPIEZA DEL ÁREA DE TRABAJO**

- 11.1. Despejar el área de trabajo, así como la tarja utilizada para el lavado del material
- 11.2. Retirar basura, residuos, útiles o cualquier otro objetivo
- 11.3. Limpiar el área de trabajo y la tarja utilizado

## **12. ELABORACIÓN Y ENTREGA DEL INFORME**

- 12.1. Elaborar el informe técnico de la práctica experimental desarrollada de acuerdo con los requisitos establecidas en el instrumento de evaluación
- 12.2. Subir a la nube al correo electrónico del curso y/o compartir en redes sociales (), el informe técnico de la práctica en formato digital pdf como máximo, una semana posterior a la conclusión de la práctica experimental

## **MEMORIA DE CÁLCULO**

1. Calcular el valor del pH final para cada una de las muestras de leche y/o producto lácteo mediante la aplicación de los siguientes criterios:
  - 1.1. Si alguno de los valores de pH medidos para cada muestra de leche y/o producto lácteo se repitió al menos una vez, dicho valor se tomará directamente como el pH final
  - 1.2. En caso de obtener valores diferentes en cada una de las mediciones de pH realizadas, el pH final se obtendrá mediante el promedio para cada muestra de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{pH final} = \frac{\text{suma todos valores de pH medidos}}{\text{número total de pH medidos}}$$

## RESULTADOS

**Tabla A6.2 Determinación de pH en leche y productos lácteos**

MUESTRA	CARACTERÍSTICAS	pH medidos	pH final	OBSERVACIONES

## PREGUNTAS DE REFLEXIÓN Y CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos, de manera individual y por equipos, contestar el siguiente cuestionario y redactar, como mínimo, tres conclusiones relevantes que estimulen la reflexión acerca de la práctica realizada

1. ¿Qué indica el pH y por qué sirve conocer su valor en leche y productos lácteos?
2. ¿Qué uso tiene el pH en la transformación de la leche?
3. ¿Qué relación hay entre el pH y el grado de frescura de la leche?

## BIBLIOGRAFÍA

1. Badui, S. (2012). La ciencia de los alimentos en la práctica. Editorial Pearson
2. R.S. Kirk., R. Sawyer., & H. Egan. (2008). Composición y Análisis de los alimentos de Pearson. Editorial PATRIA
3. Zumbado, H. (2004). Análisis Químico de los Alimentos. Métodos Clásicos. La Habana Cuba. Instituto de Farmacia y Alimentos
4. Villegas, A. & Santos, A. (2014). Calidad de Leche Cruda. Editorial Trillas.

## PRÁCTICA # 7: DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE ALMIDÓN Y HARINAS EN LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS

### OBJETIVO

Comprobar, cualitativamente, la presencia de almidón y harinas, en muestras de leche y productos lácteos, mediante la aplicación de la prueba de lugol para evaluar su calidad

### INTRODUCCIÓN (FUNDAMENTO TEÓRICO)

El almidón es un carbohidrato que ha sido utilizado fundamentalmente en la dieta del hombre y después de la celulosa es probablemente el polisacárido más abundante e importante desde el punto de vista comercial. Es el componente principal de muchos de los alimentos tales como los tubérculos y algunas frutas, presente, en estas últimas como reserva energética. Aparece en forma ligada en las patatas, el arroz, los cereales y en las legumbres o aislado como harina o granulado en la sémola. Desde el punto de vista químico el almidón es una mezcla de dos polisacáridos muy similares; la amilosa y la amilopectina, las cuales influyen en las propiedades sensoriales y reológicas de los alimentos, principalmente en su capacidad de hidratación y gelatinización. El yodo reacciona con la amilosa y genera un fuerte color azul característico debido al complejo químico que se establece entre la molécula de éste con cada 7 a 8 moléculas de glucosa. La formación de la coloración azul fuerte solo se puede observar si el yodo reacciona con un mínimo de 40 moléculas de amilosa, ya que cadenas muy cortas, en lugar de producir un azul característico, producen un color rojo. La formación del complejo químico yodo-amilosa se establece por la inclusión del yodo molecular en la hélice de la amilosa. De igual forma, la amilopectina, el segundo componente del almidón, también forma complejos químicos, pero con una pequeña cantidad de yodo molecular, la cual produce una coloración roja (Badui, S. 2013)

La harina de cereales y el almidón pueden ser agregados a la leche o productos lácteos líquidos para compensar la densidad de éstos cuando se han adulterado por la adición de agua. La presencia de esta adulteración puede ser detectada por la prueba de lugol. Esta prueba consiste en agregar algunas gotas de solución de yodo a la muestra problema, previamente llevada a ebullición y, sí, al adquirir la temperatura ambiente, se presenta una coloración azul fuerte, la prueba será positiva e indicará la presencia de almidón (Ramakant, S. 2006).

### MATERIAL, EQUIPO, REACTIVO, MUESTRAS E INSUMOS

Tabla A7. Material, equipo, reactivo, muestras e insumos para la determinación de almidón y harinas en leche y productos lácteos				
Material		Equipo		Reactivo
4	Pipetas de 5 ml	1	Balanza granataria/digital/analítica	Agua destilada Harina
1	Probeta de 250 ml	1	Parrilla eléctrica	Almidón soluble
1	Perilla (por estudiante)			

4	Vasos de precipitados de 250 ml			Solución de Yodo lugol al 0.05%	
1	Espátula				
10	Tubos de ensayo				
10	Agitadores de vidrio/plástico				
1	Gotero color ámbar				
10	Pinzas para tubo ensayo				
1	Gradilla metálica/madera				
1	Recipiente para baño María (4 Litros)				
<b>Material de Limpieza e Insumos</b>					
✓	Papel de cocina para secado (Servitoallas) o sanitas	✓	Detergente líquido o en polvo	✓	Marcador de aceite
✓	Franela	✓	Alcohol comercial	✓	Masking tape
✓	Escobillón	✓	Algodón		
<b>Muestras</b>					
<b>LECHE</b>		<b>PRODUCTOS LÁCTEOS</b>			
150 ml	Leche fresca, yogurt y crema procedentes de al menos tres marcas diferentes				

## DESARROLLO EXPERIMENTAL

### 1. ACONDICIONAMIENTO DEL ÁREA DE TRABAJO

- 1.1. Verificar que la mesa de trabajo esté despejada y limpia, de lo contrario reportar al docente
- 1.2. Llevar a cabo la limpieza de la mesa de trabajo
- 1.3. Acondicionar el área de trabajo para realizar el desarrollo experimental

### 2. RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DEL MATERIAL

- 2.1. Identificar, seleccionar, inspeccionar y el material, equipo y reactivo
- 2.2. Colocar el material y reactivo seleccionado en 2.1 en una caja para su manejo y transporte del almacén al área de trabajo
- 2.3. Elaborar un vale de resguardo del material
- 2.4. Lavar y secar el material de vidrio

### 3. PREPARACIÓN DEL EQUIPO

- 3.1. Verificar la funcionalidad, limpieza y disponibilidad del equipo involucrado (balanza y parrilla eléctrica) en la práctica, de acuerdo a su manual de procedimientos (consultar APENDICE)

### 4. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

- 4.1. Identificar el **lote** de leche y/o producto lácteo al que se le realizará el análisis y rotular con el nombre al que pertenezca (utilizar marcador permanente)
- 4.2. Ajustar la temperatura del lote de leche y/o producto lácteo (sí es que lo requiere) mediante baño María, hasta adquirir la temperatura ambiente (20 – 25 °C)
- 4.3. Homogeneizar cada lote, mediante agitación suave
- 4.4. Medir y tomar 150 ml del lote líquido (leche, yogurt y/o crema) y trasvasarlo a un vaso de precipitados diferente de 250 ml
- 4.5. Rotular cada vaso con una etiqueta “muestra de laboratorio leche/yogurt/crema” de acuerdo al tipo de producto
- 4.6. Pipetear, por triplicado, alícuotas (leche, yogurt, crema) de 3 ml y vaciarlas a un tubo de ensayo diferente, formar tres alícuotas por cada tipo de producto analizado

**Nota: en total se deberán formar 9 alícuotas de 3 ml cada una. 3 alícuotas pertenecerán a cada producto analizado, es decir, habrá 3 para leche, 3 para yogurt y 3 para crema**

- 4.7. Rotular cada tubo de ensayo con el número de muestra, lote y equipo al que pertenece

**Ejemplo: sí se tratará de la alícuota 1, del lote de leche, del equipo 1, la etiqueta deberá quedar de la siguiente manera “M1\_L1\_E1”, donde L1 indica que pertenece al lote 1, es decir, al lote de leche**

- 4.8. Realizar el mismo procedimiento para todos los lotes con los que cuente el equipo (ya sea del lote económico, mediano precio y caro)
  - 4.9. Colocar todos los tubos de ensayo que contienen a las alícuotas en una gradilla de metálica o de madera
  - 4.10. Pipetear 3 ml de agua destilada y agregarla a cada uno de los tubos de ensayo que contienen la alícuota
  - 4.11. Mezclar completamente cada tubo de ensayo con ayuda de un agitador de vidrio o plástico. Utilizar uno diferente para cada tubo
- 5. PRUEBA DE LUGOL**
- 5.1. Seleccionar 1 tubo de ensayo de cada tipo de lote analizado (1 de leche, 1 de yogurt y 1 de crema) y agregarles, con una espátula, 3g de almidón o harina. Registrar en la sección características de la tabla 2.1 a las muestras que se le agregó almidón o harina
  - 5.2. Mezclar completamente el contenido de los tubos preparados en 4.1 con ayuda de un agitador de vidrio
  - 5.3. Tomar cada tubo de ensayo con unas pinzas y llevarlos a ebullición mediante un baño maría. Dejar enfriar hasta que adquieran la temperatura ambiente dentro de la gradilla metálica o de madera
  - 5.4. Agregar de 3 – 5 ml (gotas) de solución yodo lugol a cada uno de los tubos
  - 5.5. Mezclar completamente las gotas de yodo lugol mediante agitación suave, con ayuda del agitador de vidrio o plástico
  - 5.6. Observar si hubo algún cambio en la coloración de la alícuota del tubo de ensayo
  - 5.7. Discutir por equipo los resultados obtenidos y dictaminar, de acuerdo a lo observado, si la prueba fue positiva o negativa para cada una de las alícuotas analizadas
  - 5.8. Concluir por equipo si las alícuotas analizadas presentaron adulteración
  - 5.9. Registrar sus resultados y observaciones en la tabla 2.1
- 6. DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS**
- 6.1. Depositar todos los residuos líquidos generados, por equipo, en una botella de plástico desechable
  - 6.2. Rotular la botella con la etiqueta “residuos líquidos de leche y productos lácteos”
  - 6.3. Entregar la botella al docente o encargado de laboratorio
- 7. LIMPIEZA Y ENTREGA DE MATERIAL**
- 7.1. Lavar, secar y acomodar el material utilizado
  - 7.2. Entregar, junto con el vale de resguardo, el material limpio al docente o encargado de laboratorio, para su inspección y aprobación
  - 7.3. Colocar el material aprobado por el docente o encargado de laboratorio en el almacén, de acuerdo a su ubicación correspondiente
- 8. LIMPIEZA DEL ÁREA DE TRABAJO**
- 8.1. Despejar el área de trabajo, así como la tarja utilizada para el lavado del material
  - 8.2. Retirar basura, residuos, útiles o cualquier otro objetivo
  - 8.3. Limpiar el área de trabajo y la tarja utilizada
- 9. ELABORACIÓN Y ENTREGA DEL INFORME TÉCNICO DE LA PRÁCTICA**
- 9.1. Elaborar el informe técnico de la práctica experimental desarrollada de acuerdo con los requisitos establecidas en el instrumento de evaluación
  - 9.2. Subir a la nube al correo electrónico del curso y/o compartir en redes sociales (), el informe técnico de la práctica en formato digital pdf como máximo, una semana posterior a la conclusión de la práctica experimental

**MEMORIA DE CÁLCULO** (No aplica)

## RESULTADOS

Tabla 2.1. Detección de adulteración en leche y productos lácteos líquidos (prueba lugol)

MUESTRA	CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA		PRUEBA DE LUGOL	CONCLUSION
	Producto	¿Se agregó Agua?		

## PREGUNTAS DE REFLEXIÓN Y CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos, de manera individual y por equipos, contestar el siguiente cuestionario y redactar, como mínimo, tres conclusiones relevantes que estimulen la reflexión acerca de la práctica realizada

1. ¿Cuál es la importancia de la detección de almidón y harinas?
2. ¿Qué muestras evaluadas resultaron positivas en la prueba de lugol y por qué?
3. ¿Cuáles son las razones por las que se adultera la leche y productos lácteos?

## BIBLIOGRAFÍA

1. Badaui, S. (2013). Química de los Alimentos. Editorial Pearson
2. Ramankant, S. (2006). Chemical and microbiological analysis of milk and milk products. International Book Distributing Co.
3. Villegas, A. & Santos, A. (2014). Calidad de Leche Cruda. Editorial Trillas.
4. NORMEX, (2013). NMX-F-317-NORMEX-2013. Alimentos. Determinación de pH en alimentos y bebidas no alcohólicas. Método potenciométrico. Método de ensayo (prueba). México DF. DOF

## PRÁCTICA # 8: DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE BICARBONATO EN LECHE

### OBJETIVO

Comprobar la presencia de bicarbonato de sodio en muestras de leche, mediante un método de neutralización ácido – base, para detectar su adulteración.

### INTRODUCCIÓN (FUNDAMENTO TEÓRICO)

La adición de neutralizantes tales como hidróxido de sodio (sosa), **bicarbonato de sodio**, óxido de calcio (cal), hidróxido de calcio (cal apagada) o incluso Alkaseltzer, es común en zonas rurales donde se produce y comercializa la leche cruda para neutralizar la acidez que se presenta debido a la fermentación láctica (Villegas, A. & Santos, A. 2014). Sin embargo, la neutralización de la leche es una práctica que constituye un fraude ya que adultera la composición de la misma y degrada su calidad, al hacer pasar por normal (dulce), una leche que ya se ha deteriorado por acidificación natural. Además, porque se enmascara su calidad microbiológica al querer ocultar las altas cargas de microorganismos (bacterias acidificantes, coliformes, entre otros) (Ramankant, S. 2006).

El bicarbonato de sodio se emplea para neutralizar la acidez desarrollada en leche cruda antes de que esta sea procesada (Ramankant, S. 2006). De esta manera, su utilización impide la acidez de la leche, ya que satura el ácido láctico, responsable de la acidez y su descomposición, a medida que se produce, evitando que se corte la leche y ocultando los efectos de la alteración microbiana. No obstante, cuando se emplea en grandes dosis, comunica a la leche un gusto desagradable (Grepe, N. 2001).

El método comúnmente empleado para la detección de adulteraciones por neutralización en leche cruda es la técnica de Schmidt la cual consisten en agregar, a muestra de leche cruda, 20 ml de alcohol etílico al 65%, filtrar y agregar al filtrado unas gotas de ácido rosólico. Sí la leche es pura, se obtiene una coloración amarilla; sí tenía algún tipo de sustancia neutralizante, la coloración es grosella. Para el caso de la detección del bicarbonato de sodio la adición del indicador fenolftaleína y ácido acético, en muestras de leche, y su posterior ebullición a baño María, es la práctica más simple para comprobar su presencia, debido a la aparición de una coloración rosa débil (Ramankant, S. 2006).

### MATERIAL, EQUIPO, REACTIVO, MUESTRAS E INSUMOS

Tabla A8.1 Material, equipo, reactivos, muestras e insumos para la determinación de bicarbonato en leche

Material		Equipo		Reactivos
2	Vasos de precipitados de 250 ml	1	Balanza granataria, digital o analítica	Solución alcohólica de fenolftaleína al 1%
2	Pipeta de 5 ml			
1	Probeta de 250 ml	1	Parrilla eléctrica	Ácido acético (vinagre)
6	Tubos de ensayo			Bicarbonato de sodio
2	Goter color ámbar			

6	Agitador de vidrio /plástico			
1	Gradilla metálica/madera			
6	Pinzas para tubo de ensayo			
1	Recipiente para baño María (4 Litros)			
1	Perilla individual (por estudiante)			
<b>Material de limpieza e insumos</b>				
✓	Papel de cocina para secado/Sanitas	✓	Detergente líquido o en polvo	✓
✓	Franela	✓	Alcohol comercial	✓
✓	Escobillón	✓	Algodón	✓
<b>Muestras</b>				
<b>LECHE</b>				
150 ml	✓	Leche fresca	✓	Leche no fresca (< 3 días sin refrigeración)

## DESARROLLO EXPERIMENTAL

### 1. ACONDICIONAMIENTO DEL ÁREA DE TRABAJO

- 1.1. Verificar que la mesa de trabajo esté despejada y limpia, de lo contrario reportar al docente
- 1.2. Llevar a cabo la limpieza de la mesa de trabajo
- 1.3. Acondicionar el área de trabajo para realizar el desarrollo experimental

### 2. RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DEL MATERIAL

- 2.1. Identificar, seleccionar, inspeccionar y el material, equipo y reactivo
- 2.2. Colocar el material y reactivo seleccionado en 2.1 en una caja para su manejo y transporte del almacén al área de trabajo
- 2.3. Elaborar un vale de reguardo del material
- 2.4. Lavar y secar el material de vidrio
- 2.5. Limpiar el material de porcelana

### 3. PREPARACIÓN DEL EQUIPO

- 3.1. Verificar la funcionalidad, limpieza y disponibilidad de la parrilla eléctrica de acuerdo con las indicaciones del docente

### 4. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

- 4.1. Identificar el lote de leche fresca y no fresca al que se le realizará el análisis y rotular
- 4.2. Ajustar la temperatura de los lotes de leche (fresca y no fresca), sí es que lo requiere, a través de un baño María, hasta que adquieran la temperatura ambiente (20 – 25 °C)
- 4.3. Homogeneizar mediante agitación suave
- 4.4. Medir y tomar, con ayuda de una probeta, 150 ml del lote de leche fresca y no fresca y trasvasarlo a un vaso de precipitados de 250 ml diferente
- 4.5. Rotular cada vaso con una etiqueta “muestra de laboratorio leche fresca/leche no fresca” de acuerdo al tipo de lote
- 4.6. Pipetear, por triplicado, alícuotas de 5 ml de leche fresca y no fresca y vaciarlas a un tubo de ensayo diferente, formar tres alícuotas por cada tipo de producto analizado

**Nota: en total se deberán formar 6 alícuotas de 3 ml cada una. 3 alícuotas pertenecerán a cada producto analizado, es decir, habrá 3 para leche fresca y 3 para leche no fresca**

- 4.7. Rotular cada tubo de ensayo con el número de muestra, lote y equipo al que pertenece

**Nota: sí se trata de la alícuota 1, del lote de leche fresca, del equipo 1, la etiqueta deberá quedar de la siguiente manera “M1\_L1\_E1”, donde L1 indica que pertenece al lote 1, es decir, al lote de leche fresca**

- 4.8. Realizar el mismo procedimiento para el lote de leche no fresca
- 4.9. Colocar todos los tubos de ensayo que contienen a las alícuotas en una gradilla de metálica o de madera
- 4.10. Agregar 5 gotas de indicador fenolftaleína a cada uno de los tubos de ensayo

- 4.11. Mezclar completamente cada tubo de ensayo con ayuda de un agitador de vidrio o plástico (utilizar un agitador diferente para cada tubo)
- 5. PRUEBA DEL BICARBONATO**
- 5.1. Seleccionar un tubo de ensayo de cada tipo de lote analizado (1 leche fresca y 1 leche no fresca) y agregarles, con una espátula, 3g de bicarbonato de sodio. Registrar en la sección características de la tabla 3.1 las muestras a las que se les agregó el bicarbonato
- 5.2. Mezclar completamente el contenido de los tubos preparados en 4.1 con ayuda de un agitador de vidrio o plástico
- 5.3. Tomar cada tubo de ensayo con unas pinzas y llevarlos a ebullición mediante un baño maría (aproximadamente 15 min). Dejar enfriar hasta que adquieran la temperatura ambiente dentro de la gradilla metálica o de madera
- 5.4. Agregar de 3 – 5 ml (gotas) de ácido acético a cada uno de los tubos
- 5.5. Mezclar completamente mediante agitación suave, con ayuda del agitador de vidrio o plástico
- 5.6. Volver a calentar los tubos de ensayo en un baño María hasta ebullición
- 5.7. Dejar enfriar hasta que adquieran la temperatura ambiente
- 5.8. Agregar 3 – 5 ml (gotas) de indicador fenolftaleína y mezclar mediante agitación suave con la ayuda de la varilla de vidrio o plástico
- 5.9. Observar si hubo algún cambio en la coloración de las alícuotas de los tubos de ensayo
- 5.10. Discutir por equipo los resultados obtenidos y dictaminar, de acuerdo a lo observado, si la prueba fue positiva o negativa para cada una de las alícuotas analizadas
- 5.11. Concluir por equipo si las alícuotas analizadas presentaron adulteración
- 5.12. Registrar sus resultados y observaciones en la tabla 3.1
- 6. DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS**
- 6.1. Depositar todos los residuos líquidos generados, por equipo, en una botella de plástico desechable
- 6.2. Rotular la botella con la etiqueta “residuos líquidos de leche y productos lácteos”
- 6.3. Entregar la botella al docente o encargado de laboratorio
- 7. LIMPIEZA Y ENTREGA DE MATERIAL**
- 7.1. Lavar, secar y acomodar el material utilizado
- 7.2. Entregar, junto con el vale de resguardo, el material limpio al docente o encargado de laboratorio, para su inspección y aprobación
- 7.3. Colocar el material aprobado por el docente o encargado de laboratorio en el almacén, de acuerdo a su ubicación correspondiente
- 8. LIMPIEZA DEL ÁREA DE TRABAJO**
- 8.1. Despejar el área de trabajo, así como la tarja utilizada para el lavado del material
- 8.2. Retirar basura, residuos, útiles o cualquier otro objetivo
- 8.3. Limpiar el área de trabajo y la tarja utilizado
- 9. ELABORACIÓN Y ENTREGA DEL INFORME**
- 9.1. Elaborar el informe técnico de la práctica experimental desarrollada de acuerdo con los requisitos establecidas en el instrumento de evaluación
- 9.2. Subir a la nube al correo electrónico del curso y/o compartir en redes sociales (), el informe técnico de la práctica en formato digital pdf como máximo, una semana posterior a la conclusión de la práctica experimental

**MEMORIA DE CÁLCULO** (No aplica)

## RESULTADOS

Tabla A8.2 Detección de adulteración por bicarbonato de sodio en muestras de leche				
MUESTRA	Producto	Propiedades sensoriales	PRUEBA DE BICARBONATO	CONCLUSION

## **PREGUNTAS DE REFLEXIÓN Y CONCLUSIONES**

Con base en los resultados obtenidos, de manera individual y por equipos, contestar el siguiente cuestionario y redactar, como mínimo, tres conclusiones relevantes que estimulen la reflexión acerca de la práctica realizada

1. ¿Cuál es la importancia de la detección del bicarbonato y sustancias neutralizantes en leche?
2. ¿Qué muestras evaluadas resultaron positivas en la prueba de bicarbonato y por qué?
3. ¿Por qué y para qué se realiza la adulteración de la leche con bicarbonato?

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Villegas, A. & Santos, A. (2014). Calidad de Leche Cruda. Editorial Trillas.
2. Ramakant, S. (2006). Chemical and microbiological analysis of milk and milk products. International Book Distributing Co.
3. Grepe, N. (2001). Productos Lácteos. México. Editorial Iberoamérica.

## PRÁCTICA # 9: DETERMINACIÓN DE GRASA EN LECHE

### OBJETIVO

Cuantificar el porcentaje de grasa butírica en muestras de leche, mediante la aplicación del Método Gerber para evaluar su calidad

### INTRODUCCIÓN (FUNDAMENTO TEÓRICO)

En el análisis químico de los alimentos, la determinación del porcentaje de grasa en leche es uno de los procedimientos de laboratorio más sustanciales, debido a que esta constituye uno de los componentes con mayor valor económico, nutricional y tecnológico. No obstante, su cuantificación es de gran importancia ya que influye en el precio que se ha de pagar por litro de leche, permite determinar si una muestra cumple con las normas de calidad establecidas y estandarizar muestras de leche a valores requeridos para la elaboración de diferentes productos lácteos (Villegas, A. & Santos, A. 2014).

En la leche, la grasa existe en forma de emulsión que se estabiliza por medio de los fosfolípidos y las proteínas, sirve como una fuente rica de energía, permite solubilizar vitaminas liposolubles, tales como la A, D, E, y K, e influye en el sabor de los productos lácteos (Villegas, A. & Santos, A. 2014). Su porcentaje varía entre 3.0 – 6.0 % y está compuesta, principalmente, por triglicéridos, así como por mono y diglicéridos (tabla 10.1), tales como fosfolípidos y colesterol; glicolípidos; esteroides; y, ácidos grasos saturados, mono y poliinsaturados (tabla 10.2). En México, la leche procedente de ganado Holstein contiene alrededor entre 2.8 y 3.8 % de grasa (Cheung, P. & Bhavbhuti M. Mehta. 2015)

**Tabla A9.1 Lípidos constituyentes de la leche de vaca**

Componente	Glicéridos			Fosfolípidos	Ácidos grasos	Colesterol	Esteroides
	Tri-	Di-	Mono-				
%	96-98	2.1	0.08	1.10	0.20	0.45	Rastros
Concentración (g/L)	31	0.72	0.03	0.35	0.08	0.15	Rastros

Existen varios métodos clásicos de análisis utilizados para cuantificar el porcentaje de grasa butírica en leche, dentro de estos, se destacan el método Rose Gottlieb, Babcock y Gerber. El método Gerber se basa en la digestión parcial de los componentes de la leche, a excepción de la grasa, en un medio ácido, por la acción del ácido sulfúrico. Durante el proceso, las proteínas y demás constituyente de la leche son disueltas y la membrana del glóbulo de grasa es digerido, ocasionando que esta se aglomere y tienda a separarse por diferencia de densidad. Finalmente, para separar completamente la grasa resultante, esta se centrifuga y su volumen se mide dentro del butirómetro (Suzanne, S. 2017).



- 6.2. Ajustar su temperatura (sí es que así lo requiere) mediante la aplicación de un baño maría hasta que la muestra llegue a una temperatura aproximadamente de 20 – 25°C
- 6.3. Tomar, directamente de la muestra bruta, con ayuda de una probeta, una muestra representativa de 40 ml
- 6.4. Vaciar la muestra en un vaso de precipitados de 150 ml y rotular para identificar su procedencia
- 6.5. Repetir el mismo procedimiento para el total de muestras de leche que se van a analizar

## **7. DIGESTIÓN PROTEICA DE LA LECHE**

- 7.1. Tomar y colocar el butirómetro Gerber limpio y seco en la gradilla
- 7.2. Pipetear, directamente del vaso de precipitados que contiene el ácido sulfúrico concentrado, 10 ml de este y transferirlo, cuidadosamente, al butirómetro, Atender a las indicaciones del docente para evitar accidentes
- 7.3. Pipetear, inmediatamente después, directamente del vaso de precipitados que contiene la muestra de leche, 11 ml de esta y añadirla, lentamente, por las paredes del butirómetro, sin mezclar. Verificar que se formen dos secciones; una de ácido sulfúrico y una de leche
- 7.4. Pipetear, inmediatamente después, directamente del vaso de precipitados que contiene el alcohol amílico, 1 ml de este reactivo y añadirlo al butirómetro
- 7.5. Cerrar el butirómetro con el tapón de plástico
- 7.6. Agitar cuidadosamente, con ayuda de una franela húmeda, el butirómetro, de manera enérgica, para garantizar la mezcla del ácido sulfúrico y la leche, hasta su digestión completa

**Nota: Tener en cuenta que habrá un calentamiento de alrededor de 80°C debido a la reacción exotérmica entre el ácido y las proteínas de la leche**

- 7.7. Colocar el butirómetro en un baño María a una temperatura de 70°C, durante 10 minutos. Monitorear la temperatura del baño
- 7.8. Colocar el butirómetro en una centrífuga
- 7.9. Centrifugar el butirómetro durante 2 minutos a una velocidad de 1100 rpm (revoluciones por minuto) o, en caso de que no se cuente con una centrífuga, dejar reposar hasta que se halla separado la fase grasosa de la digerida
- 7.10. Volver a colocar el butirómetro en el baño María durante 4 – 6 minutos
- 7.11. Movilizar cuidadosamente el butirómetro hasta lograr que la grasa acumulada, después de la digestión, esté dentro de la escala del butirómetro
- 7.12. Leer directamente en la escala del butirómetro, el porcentaje de grasa de la muestra analizada y registrarlo en la tabla A9.3
- 7.13. Repetir, por triplicado, la determinación de grasa, para cada una de las muestras de leche de diferente fuente de procedencia y registrar los resultados obtenidos en la tabla A9.3
- 7.14. Calcular el porcentaje de grasa final, de acuerdo con las indicaciones de la sección MEMORIA DE CÁLCULO y registrar los resultados en la tabla A9.4

## **8. DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS**

- 8.1. Depositar todos los residuos líquidos generados, por equipo, en una botella de plástico desechable
- 8.2. Rotular la botella con la etiqueta que identifique el tipo de residuo generado
- 8.3. Entregar la botella al docente para su disposición final

## **9. LIMPIEZA Y ENTREGA DE MATERIAL**

- 9.1. Lavar, secar y acomodar el material utilizado
- 9.2. Entregar, junto con el vale de resguardo, el material limpio al docente o encargado de laboratorio, para su inspección y aprobación
- 9.3. Colocar el material aprobado por el docente o encargado de laboratorio en el almacén, de acuerdo a su ubicación correspondiente

## **10. LIMPIEZA DEL ÁREA DE TRABAJO**

- 10.1. Despejar el área de trabajo, así como la tarja utilizada para el lavado del material
- 10.2. Retirar basura, residuos, útiles o cualquier otro objetivo
- 10.3. Limpiar el área de trabajo y la tarja utilizado

## 11. ELABORACIÓN Y ENTREGA DEL INFORME

- 11.1. Elaborar el informe técnico de la práctica experimental desarrollada de acuerdo con los requisitos establecidos en el instrumento de evaluación
- 11.2. Subir a la nube al correo electrónico del curso y/o compartir en redes sociales (), el informe técnico de la práctica en formato digital pdf como máximo, una semana posterior a la conclusión de la práctica experimental

## MEMORIA DE CÁLCULO

1. Calcular el porcentaje final de grasa para cada una de las muestras que fueron analizadas por triplicado mediante la aplicación de un promedio aritmético, utilizando para dicho fin la siguiente fórmula:

$$\% \text{Grasa Butírica (final)} = \frac{\text{suma de los valores leídos del \% grasa butírica}}{\text{número de mediciones}}$$

## RESULTADOS

Tabla A9.3 Mediciones del % grasa butírica en leche				
MUESTRA	CARACTERÍSTICAS	% Grasa butírica 1	% Grasa butírica 2	% Gras butírica 3
M1	Leche bronca			
M2	Leche descremada			
M3	Leche deslactosada			

Tabla A9.4 Porcentaje de grasa butírica final	
MUESTRA	% Grasa Butírica (final)

## PREGUNTAS DE REFLEXIÓN Y CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos, de manera individual y por equipos, contestar el siguiente cuestionario y redactar, como mínimo, tres conclusiones relevantes que estimulen la reflexión acerca de la práctica realizada.

1. ¿Qué es la grasa butírica y por qué es importante medirla en muestra de leche?
2. ¿Las muestras analizadas cumplen con el porcentaje de grasa butírica establecida?
3. ¿Qué consecuencias representa una leche que no cumple con el porcentaje de grasa butírica?

## BIBLIOGRAFÍA

1. Villegas, A. & Santos, A. (2014). Calidad de Leche Cruda. Editorial Trillas.
2. Cheung, P. & Bhavbhuti M. Mehta. (2015). Handbook Food Chemistry. Springer Reference
3. Suzanne, S. (2017). Food Analysis. Laboratory Manual. Springer.

## PRÁCTICA # 10: DETERMINACIÓN DE “N” TOTAL Y PROTEÍNA EN LECHE Y PROCTOS LÁCTEOS

### OBJETIVO

Cuantificar el porcentaje de nitrógeno total y proteína, contenida en muestras de leche y productos lácteos, mediante el método Kjeldahl, para evaluar su calidad

### INTRODUCCIÓN (FUNDAMENTO TEÓRICO)

Las proteínas son los compuestos orgánicos más importantes de los alimentos, ya que, además de aportar energía, cumplen diferentes funciones biológicas estructurales, de transporte, anticuerpos, hormonales, enzimáticas, entre otras (Blates, W. 2007). Son polímeros orgánicos compuestos, principalmente, por Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y Nitrógeno y, en ocasiones, por pequeñas proporciones de Azufre, Fósforo, Hierro, Cobre, Magnesio y Yodo. (M. deMan, J., Finley, J., W. Jeffrey & Chang Lee. 2018). Se encuentran en las plantas, animales y los alimentos, representan uno de los mayores nutrimentos para el ser humano y ayudan a formar estructuras tales como cartílagos, piel, uñas, pelo y músculos (Cordova, J.L. 2003). En la leche, las proteínas se dividen de acuerdo a su estado de dispersión como caseínas y proteínas del suero o seroproteínas. Las primeras representan el 80% del total y, las últimas, el 20% restante (tabla A10.1) (Badui, S. 2013 & López, V. 2012). Así mismo, alrededor del 95% del nitrógeno total que constituye a la leche, son proteínas, mientras que el restante 5%, corresponde a compuestos nitrogenados no proteicos (Cheung, P. & Bhavbhuti M. Mehta. 2015)

**Tabla A10.1 Proteínas presentes en la leche (Badui, S. 2013)**

Caseínas	$\alpha_{s1}$	$\alpha_{s2}$	$\beta$	$\kappa$	$\gamma$
%	34	8	25	9	4
Proteínas del suero	$\beta$ -lactoglobulina	$\alpha$ -lactalbúmina	Proteosa peptona	Inmunoglobulinas	Seroalbúmina
%	9	4	4	2	1

El método Kjeldahl es uno de los métodos clásicos de análisis utilizado para cuantificar la materia nitrogenada total (tanto proteínas como compuestos no proteicos) contenida en una muestra de alimento. Se basa en la digestión del producto con  $H_2SO_4$  concentrado, en presencia de  $CuSO_4$  como catalizador. Consiste en tres etapas consecutivas principales: digestión, destilación y titulación. En la digestión, el nitrógeno orgánico se transforma en  $NH_4$  como  $(NH_4)_2SO_4$ . En la destilación el  $(NH_4)_2SO_4$  es recuperado en una solución de  $H_2BO_3$  por la acción de  $NaOH$ . Finalmente, en la titulación, la cantidad de nitrógeno recuperado se hace reaccionar con  $HCl$  en presencia de un indicador a base de azul de metilo y rojo de metileno, para su posterior cálculo como proteína total, mediante el uso de factor de conversión, que, para la leche, es de 6.25 (Zumbado, H. 2004).



- 3.2.2. Llevar a cabo la limpieza de la bureta para titulación, mediante el uso de agua destilada y HCl para lavado
- 3.2.3. Adicionar a la bureta, hasta su nivel de aforo, la solución de HCl al 0.1N destinada para lavado de la misma
- 3.2.4. Verificar la válvula y goteo de la bureta, si presenta alguna burbuja o goteo excesivo, corregirlo mediante ajuste manual de acuerdo con las indicaciones del docente

**Nota: Los equipos de digestión y destilación Kjeldahl se montarán dentro de la campana de extracción de gases, mientras que el equipo de titulación puede acoplarse en la mesa de trabajo**

#### **4. PREPARACIÓN DE LAS SOLUCIONES**

- 4.1. Preparar 1000 ml de una solución de hidróxido de sodio al 40% m/m
- 4.2. Preparar 1000 ml de una solución de HCl al 0.1 N
- 4.3. Preparar 1000 ml de una solución de Ácido bórico al 2%, (en caso de no contar con el reactivo líquido con la concentración especificada)
- 4.4. Preparar 50 ml de indicador Shiro-Tashiro

#### **5. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA**

##### **5.1. Muestras líquidas**

- 5.1.1. Homogeneizar la muestra de leche o producto lácteo, mediante agitación suave
- 5.1.2. Ajustar la temperatura de la muestra (sí es que así lo requiere) mediante la aplicación de un baño María hasta llegar a la temperatura entre los 20 – 25°C
- 5.1.3. Tomar y medir, directamente de la leche y/o producto lácteo empaquetado y con ayuda de una probeta, una muestra representativa de 40 ml
- 5.1.4. Vaciar la muestra medida en un vaso de precipitados de 150 ml y rotular para identificar su procedencia
- 5.1.5. Pipetear, por triplicado, 5 ml de leche o producto lácteo y vaciarlo a un tubo de ensayo
- 5.1.6. Rotular cada muestra con una etiqueta que indique el número de muestra y equipo
- 5.1.7. Colocar todos los tubos de ensayo rotulados en la gradilla

##### **5.2. Muestras sólidas**

- 5.2.1. Picar la muestra sólida en piezas pequeñas
- 5.2.2. Vaciar la muestra picada a una caja Petri
- 5.2.3. Pesar 1 gramo de muestra picada y transferirla a una caja Petri
- 5.2.4. Rotular cada caja Petri con una etiqueta que indique el número y equipo

#### **6. DIGESTIÓN**

- 6.1. Tomar el matraz Kjeldahl limpio y seco
- 6.2. Vaciar, dentro de él, la muestra líquida o sólida previamente preparada
- 6.3. Agregar 12 g de sulfato de potasio, 1 g de sulfato de cobre pentahidratado y 20 ml de ácido sulfúrico al 98%. Utilizar una pipeta y/o espátula apropiada
- 6.4. Agitar suavemente los reactivos y muestra agregados, hasta homogeneizar la mezcla y rotular con la misma etiqueta que llevaba la muestra preparada
- 6.5. Preparar un blanco, con las mismas características descritas en los pasos 4.1 a 4.3, pero sin agregar muestra, rotular con una etiqueta que indique que se trata del blanco
- 6.6. Colocar cada matraz Kjeldahl, con la mezcla preparada, así como el blanco, en el equipo de digestión kjeldahl
- 6.7. Fijar una temperatura baja en el equipo de digestión entre 180 – 230 °C y conectar el equipo de extracción de gases
- 6.8. Digerir la muestra por 30 minutos, e ir incrementando la temperatura poco a poco, hasta alcanzar una temperatura de 410 – 430 °C hasta que la muestra se vuelva transparente. Sí la mezcla del matraz kjeldahl aún no se torna totalmente transparente, seguir digiriendo hasta que esto suceda. Tomar en cuenta que el rango de tiempo para la digestión puede variar de 1.75 – 2.5 horas
- 6.9. Apagar el equipo de digestión cuando se observe que la muestra en digestión sea totalmente transparente y esté libre de cualquier material orgánico
- 6.10. Dejar enfriar el matraz hasta alcanzar la temperatura ambiente (20 – 25 °C)

- 6.11. Agregar agua destilada, 85 ml para los que contienen a la muestra digerida y 100 ml para el blanco. Si se llegarán a formar cristales dentro en la mezcla transparente, agitar suavemente para disolverlos y tapar el matraz kjeldahl
- 6.12. Repetir el mismo procedimiento para cada uno de las muestras preparadas y sometidas a digestión

## 7. DESTILACIÓN

- 7.1. Tomar el matraz con la muestra digerida y adicionarle 65 ml de la solución de NaOH al 40%, posteriormente, acoplarlo al equipo de destilación kjeldahl
- 7.2. Tomar un matraz Erlenmeyer, previamente lavado y seco, y agregarle 50 ml de la solución de ácido bórico al 4%, así como 5 gotas de indicador shiro-tashiro, posteriormente acoplarlo en la parte extrema del refrigerante.
- 7.3. Verificar que el reflujo de agua del equipo de destilación esté en marcha, conectar y encender
- 7.4. Encender la fuente de calentamiento (parrilla o mechero de Bunsen) y destilar la solución del matraz Kjeldahl hasta que el volumen en el destilado aumente (matraz Erlenmeyer con solución de NaOH) a 150 ml y se observe un cambio de coloración de violeta a verde
- 7.5. Separar el matraz Erlenmeyer con la muestra destilada y tapar

## 8. TITULACIÓN

- 8.1. Colocar el matraz Erlenmeyer, debajo de la punta de la bureta, tomando en cuenta que éste esté dentro del matraz
- 8.2. Titular la muestra destilada, abriendo la válvula de la bureta y adicionando la solución de HCl gota a gota. Agitar suavemente el matraz cada vez que se adicione el goteo, para garantizar disolución
- 8.3. Monitorear el pH de la solución con el pH-metro
- 8.4. Detener la titulación hasta que el pH de la solución sea aproximadamente igual a 7
- 8.5. Leer la cantidad de HCl al 0.1N (en ml) gastados en la bureta y registrar sus resultados en la tabla A10.3
- 8.6. Repetir la titulación, por triplicado, para cada una de las muestras de leche y producto lácteo digeridas y destiladas, así como para el blanco preparado y registrar sus resultados como  $\text{ml}_{\text{HCl}_1}$ ,  $\text{ml}_{\text{HCl}_2}$  y  $\text{ml}_{\text{HCl}_3}$  en la tabla A10.3

## 9. CÁLCULO DE NITRÓGENO TOTAL Y PORCENTAJE DE PROTEÍNA

- 9.1. Calcular el porcentaje de nitrógeno total para cada titulación realizada de cada muestra y registrar los resultados obtenidos como  $\%N_{\text{total}1}$ ,  $\%N_{\text{total}2}$  y  $\%N_{\text{total}3}$  en la tabla A10.3
- 9.2. Calcular el porcentaje de nitrógeno total final para cada una de las muestras analizadas de acuerdo con las indicaciones de la sección MEMORIA DE CÁLCULO y registrar los resultados obtenidos como %Nitrógeno total en la tabla A10.4
- 9.3. Calcular el porcentaje de proteína para cada uno de las muestras analizadas de acuerdo con las indicaciones de la sección MEMORIA DE CÁLCULO y registrar los resultados obtenidos como %Proteína en la tabla A10.4

## 10. DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS

- 10.1. Depositar todos los residuos líquidos generados, por equipo, en una botella de plástico desechable. Utilizar una botella diferente para cada tipo de residuo generado. Atender a las indicaciones del docente
- 10.2. Neutralizar, si así lo requiere, los residuos generados. Atender a las indicaciones del docente
- 10.3. Rotular la botella con la etiqueta que especifique el tipo de residuo y entregarla al docente para su disposición final

## 11. LIMPIEZA Y ENTREGA DE MATERIAL

- 11.1. Lavar, secar y acomodar el material utilizado
- 11.2. Entregar, junto con el vale de resguardo, el material limpio al docente o encargado de laboratorio, para su inspección y aprobación
- 11.3. Colocar el material aprobado por el docente o encargado de laboratorio en el almacén, de acuerdo a su ubicación correspondiente

## 12. LIMPIEZA DEL ÁREA DE TRABAJO

- 12.1. Despejar el área de trabajo, así como la tarja utilizada para el lavado del material
- 12.2. Retirar basura, residuos, útiles o cualquier otro objetivo
- 12.3. Limpiar el área de trabajo y la tarja utilizado

## 13. ELABORACIÓN Y ENTREGA DEL INFORME

- 13.1. Elaborar el informe técnico de la práctica experimental desarrollada de acuerdo con los requisitos establecidas en el instrumento de evaluación
- 13.2. Subir a la nube al correo electrónico del curso y/o compartir en redes sociales (), el informe técnico de la práctica en formato digital pdf como máximo, una semana posterior a la conclusión de la práctica experimental

## MEMORIA DE CÁLCULO

1. Calcular el porcentaje de nitrógeno total de cada una de las repeticiones de muestra tituladas mediante la aplicación de la siguiente fórmula. Registrar los valores obtenidos en la tabla A10.3

$$\% N_{\text{totali}} = \frac{(\text{ml HCl}_1)(0.1)(0.014)}{\text{masa muestra (en gramos)}} \times 100$$

2. Calcular el porcentaje de nitrógeno total (%N total) para cada muestra de acuerdo con los siguientes criterios:

Sí, en los tres valores calculados para % N<sub>totali</sub> no se presentó repetición alguna, aplicar un promedio aritmética para hallar el % Nitrógeno total mediante la suma de los tres valores calculares y la división de dicha suma entre el total de datos obtenidos

Sí, entre los tres para % N<sub>totali</sub> hubo algún valor que se repitiera al menos una vez, tomar como % Nitrógeno total dicho dato como valor final y regístralo en la tabla A10.4

3. Calcular el porcentaje de proteína total para cada una de las muestras analizadas mediante la aplicación de la siguiente fórmula y utilización del factor de conversión adecuado de acuerdo con el tipo de muestra analizada (leche y/o producto lácteo). Consultar la norma para definir el factor de conversión a utilizar.

$$\% \text{ Proteína} = (\% \text{Nitrógeno total})(\text{factor conversión lácteos})$$

## RESULTADOS

Tabla A10.3 Titulación Kjeldahl de muestra de leche y productOs lácteos

MUESTRA	CARACTERÍSTICAS	ml HCl <sub>1</sub>	ml HCl <sub>2</sub>	ml HCl <sub>3</sub>	%N <sub>total1</sub>	%N <sub>total2</sub>	%N <sub>total3</sub>

Tabla A10.4 Determinación del % nitrógeno total y proteína

MUESTRA	%N total	% Proteína

## PREGUNTAS DE REFLEXIÓN Y CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos, contestar el siguiente cuestionario y redactar, al menos, tres conclusiones relevantes que estimulen la reflexión acerca de la práctica realizada.

1. ¿Cuál es la diferencia entre nitrógeno total y proteína total?
2. ¿Cuáles son los valores de proteína permitidos para la leche y productos lácteos de acurdo con la norma?
3. ¿Cuál es la importancia de determinar el porcentaje de proteína en leche y productos lácteos?
4. ¿Para qué sirve conocer el porcentaje de proteína en leche y productos lácteos?

## BIBLIOGRAFÍA

1. Zumbado, H. (2004). Análisis Químico de los Alimentos. Métodos Clásicos. La Habano Cuba. Instituto de Farmacia y Alimentos

2. Badaui, S. (2013). Química de los Alimentos. Editorial Pearson
3. López, V. (2012). Composición Química de los Alimentos.
4. Cheung, P. & Bhavbhuti M. Mehta. (2015). Handbook Food Chemistry. Springer Reference
5. M. deMan, J., Finley, J., W. Jeffrey & Chang Lee. (2018). Principles of Food Chemistry. Springer
6. Suzanne, S. (2017). Food Analysis. Laboratory Manual. Springer.
7. NOM-155-SCFI-2012. Leche, Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba
8. NORMEX, (2011). NMX-F-608-NORMEX-2011. Alimentos. Determinación de Proteínas en Alimentos. Método de Ensayo. México DF. DOF

## A2. INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

ESCALA ESTIMATIVA PARA LA EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO E INFORME TÉCNICO DE LA PRÁCTICA EXPERIMENTAL						
<b>No. PRÁCTICA:</b>		<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA:</b>			<b>FECHA:</b>	
<b>SEMESTRE:</b>		<b>CARRERA:</b>	<b>GPO:</b>		<b>EQUIPO:</b>	
<b>INTEGRANTES DEL EQUIPO:</b>						
1. _____.				4. _____.		
2. _____.				5. _____.		
3. _____.				6. _____.		
ESCALA DE VALORACIÓN: EXCELENTE (E) = 1, MUY BIEN (MB) = 0.85, BIEN (B) = 0.65, DEFICIENTE (D) = 0.50, NO PRESENTÓ (NP) = 0						
No.	Indicador	E	MB	B	R	NP
1.	Asisten con puntualidad al laboratorio (5 minutos máximos de tolerancia)					
2.	Presentan material solicitado para el desarrollo de la práctica (muestras de alimentos, perilla, masking tape, marcadores de aceite, cuchillo, tabla, marcador...)					
3.	Presentan material de limpieza para el desarrollo de la práctica (Servitoallas, franela, detergente líquido sin aroma, algodón, papel kraft, plastic film, limpiapipas, alcohol metílico ...)					
4.	Presentan equipo de seguridad e higiene y lo utiliza correctamente durante todo del desarrollo experimental (bata blanca, guantes de látex, googles, cubre boca/mascarillas, cofia)					
6.	Aplican las medidas de higiene para el trabajo en laboratorio antes y durante todo el desarrollo experimental de la práctica (no usan maquillaje y perfume, mantienen el cabello recogido, evitan usar pulseras, anillos, reloj, utilizan zapatos cerrado ...)					
7.	Presentan su bitácora de laboratorio y diagramas de flujo de la norma y/o desarrollo experimental					
8.	Mantienen una actitud incluyente y de respeto hacia sus compañeros (evita insultar, utilizar apoyos, hablar groserías y ser despectivo hacia sus compañeros)					
9.	Atienden y toman nota de las indicaciones del docente					
10.	Trabajan colaborativamente en el desarrollo de la práctica experimental (evidencia su participación en el desarrollo de la práctica)					
11.	Mantienen un ambiente de concentración durante todo el desarrollo experimental (evita jugar, platicar, gritar e ir de un lugar fuera de su área de trabajo...)					
12.	Siguen el procedimiento establecido para la limpieza y preparación del material, reactivo y equipo					
13.	Siguen el procedimiento establecido para la obtención y preparación de la muestra					
14.	Manipulan correctamente los insumos, material, reactivo y/o equipo de laboratorio					
15.	Siguen y aplican, con habilidad y destreza el procedimiento experimental establecido					
16.	Delegan funciones para el desarrollo de la práctica experimental					
17.	Obtienen, registran y presentan sus resultados con las características indicadas					

18.	Mantienen su área de trabajo limpia, ordenada y despejada, durante y al final del desarrollo experimental					
19.	Terminan la práctica en tiempo y forma, de acuerdo con lo indicado por del docente					
20.	Utilizan las TIC´s para la elaboración del informe técnico de la práctica (Word) y procesamiento matemático de los datos (Excel)					
21.	Entregan, suben y/o envían el informe técnico en tiempo y forma					
22.	El informe cumple con el formato solicitado (archivo digital en formato pdf)					
23.	Integran todas las secciones requeridas en el informe de la práctica					
24.	Integran todos los datos solicitados en la hoja de presentación para la identificación del informe					
25.	Cumplen con las reglas ortográficas y de redacción en todo el texto de informe					
26.	Presentan el fundamento teórico de la práctica experimental en la estructura del informe					
27.	Integran los diagramas de flujo de la norma y del procedimiento experimental de la practica realizada					
28.	Presentan evidencia fotográfica de la práctica de acuerdo con el formato solicitado					
29.	Describen el procedimiento matemático de los datos obtenidos					
30.	Presentan los resultados obtenidos en la práctica, de forma ordenada, sintética y lógica, resumidos en tablas					
31.	Presentan al menos tres conclusiones relevantes acerca de la práctica experimental					
32.	Utilizan bibliografía confiable para fundamentar la información de su informe (libros de texto, googlebooks, páginas de internet confiables y/o revistas científicas reconocidas)					
<b>NIVEL DE LOGRO: Competencia Lograda: OBTENER COMO MÍNIMO 24 PUNTOS</b>		<b>CL:</b>		<b>CP:</b>		

## BIBLIOGRAFÍA

1. Baba, J.A., López, I. et al. (2013). Manual de prácticas de laboratorio. Análisis Funcional México, DF. División de Ciencias Básicas y de la Salud (CBS). Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa (UAM-I)
2. Badaui, S. (2013). Química de los Alimentos. México. Editorial Pearson
3. Badi, S. (2012). La ciencia de los alimentos en la práctica. México. Editorial Pearson
4. Blates, W. (2007). Química de los alimentos. México. Editorial ACRIBIA
5. Chang, R. (2013). Química General. McGraw-Hill
6. Cheung, P. & Bhavbhuti M. Mehta. (2015). Handbook Food Chemistry. New Delhi, India. Springer Reference
7. Córdova, J. (2003). La química y la cocina. Colección Ciencia para todos. México. Editorial Fondo de Cultura Económica (FCE)
8. Cruz, F., López, I. et al. (2012). Manual de prácticas de Laboratorio de Química Orgánica 1. México, DF. División de Ciencias Biológicas y de la Salud (CBS). Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa (UAM-I)
9. DGETA. (2016). Centros de Bachillerato Tecnológicos Agropecuarios y Forestales (CBTA Y CBTF). 2019. Sitio web: [http://www.sems.gob.mx/es\\_mx/sems/cbta](http://www.sems.gob.mx/es_mx/sems/cbta)
10. DGETA, (2016). Localización y consulta de Planteles de la DGETa. 2019. Sitio web: <http://www.sems.gob.mx/es/dgeta/Planteles>
11. Grepe, N. (2001). Productos Lácteos. México. Editorial Iberoamérica
12. Harvey, D. (2000). Modern Analytical Chemistry. Boston. McGraw-Hill Higher Education
13. Harris, D. (2007). Análisis Químico Cuantitativo. Barcelona, España. Editorial Reverté S. A.
14. H. Michael., & Franck, J. (2004). Standard Methods for the examination of Dairy Products. American Public Health Association. Washington, D.C. American Public Health Association
15. INIFAP, (2011). Mejora continua de la calidad higiénico-sanitaria de la leche de vaca. México, DF. SAGARPA
16. López, I. (2012). Programa de Mantenimiento de Equipo de Laboratorios de Tecnología de Alimentos y Dietología. Xalapa, Veracruz. Universidad Veracruzana, UV
17. López, V. (2012). Composición Química de los Alimentos. Tlalnepantla, Estado de México. Editorial: Red Tercer Milenio.
18. M. deMan, J., Finley, J., W. Jeffrey & Chang Lee. (2018). Principles of Food Chemistry. New York. Springer
19. Miller, J.N., & Miller, J.C. (2002). Estadística y Quiometría para Química Analítica. Madrid. Editorial Prentice Hall.
20. Nielsen, S. (2017). Food Analysis. Laboratory Manual. New York. Springer

21. NORMEX, (2010). NMX-F-102-NORMEX-2010. Alimentos. Determinacion de acidez titulable en alimentos. Método de ensayo (prueba). Determinación de acidez total titulable en alimentos. México DF. DOF
22. NORMEX, (2010). NMX-F-102-NORMEX-2010. Determinación de acidez titulable en alimentos. Método de ensayo. México DF. DOF
23. NORMEX, (2011). NMX-F-608-NORMEX-2011. Alimentos. Determinación de Proteínas en Alimentos. Método de Ensayo. México DF. DOF
24. NORMEX, (2013). NMX-F-317-NORMEX-2013. Alimentos. Determinacion de pH en alimentos y bebidas no alcohólicas. Método potenciométrico. Método de ensayo (prueba). México DF. DOF
25. NORMEX, (2013). NMX-F-607.NORMEX-2013. Alimentos. Determinacion de cenizas en alimentos. Método de prueba Determinación de cenizas en alimentos. México DF. DOF
26. R.S. Kirk., R. Sawyer., & H. Egan. (2008). Composición y Análisis de los alimentos de Pearson. Editorial PATRIA
27. Ramankant, S. (2006). Chemical and microbiological analysis of milk and milk products. International Book Distributing Co.
28. SCFI, (2012). NOM-155-SCFI-2012. Leche, Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. México DF. DOF
29. SEP, (2008). ACUERO 442. Acuerdo Secretarial por el que se establece el Sistema Nacional de Bachillerato en un marco de diversidad. México DF. DOF
30. SEP, (2008). ACUERDO 444. Acuerdo Secretarial por el que se establecen las competencias que constituyen el marco curricular común del Sistema Nacional de Bachillerato. México DF. DOF
31. SEP, (2009). ACUERDO 486. Acuerdo Secretarial por el que se establecen las competencias disciplinares extendidas del Bachillerato General. México DF. DOF
32. SEP, (2012). ACUERDO 653. Acuerdo Secretarial por el que se establece el Plan de Estudios del Bachillerato Tecnológico. México DF. DOF
33. SEP, (2012). ACUERDO 656. Acuerdo Secretarial por el que se reforma y adiciona el Acuerdo número 444 por el que se establecen las competencias que constituyen el marco curricular común del Sistema Nacional de Bachillerato, y se adiciona el diverso número 486 por el que se establecen las competencias disciplinares extendidas del bachillerato general. México DF. DOF
34. SEP, (2016). Programa de estudios de la carrera técnica Producción Industrial de Alimentos. Acuerdo 653. México.
35. Sikorski, Z. (2002). Chemical and Functional Properties of Food Components. Editorial CRC PRESS
36. Skoog, D., West, M. (2002). Introducción a la Química Analítica. Editorial REVERTE

37. Skoog, D., West, Donald., & Holler, J. et al. (2014). Fundamentals of Analytical Chemistry. Editorial BROOKS/COLE CENAGUE Learning
38. SSA, (1994). NOM-116-SSA1-1994. Bienes y servicios. determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. método por arena o gasa. México DF. DOF
39. SSA, (2010). NOM-243-SSA1-2010. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. México DF. DOF
40. SSA, (2012). NOM-184-SSA1-2012. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado. Especificaciones sanitarias. Mexico DF. DOF
41. UNAM, (2007). Fundamentos y técnicas de análisis de alimentos. Laboratorio de Alimentos I. Departamento de Alimentos y Biotecnología. Facultad de Química. UNAM
42. UNAM. (2012). Manual de prácticas para el Laboratorio de Química Orgánica 1. México, DF. Facultad de Química. Departamento de Química Orgánica, UNAM
43. UV. (2011). Manual de operación y mantenimiento de los Equipos de Laboratorio de Química y usos múltiples. Xalapa, Veracruz. Instituto Tecnológico Superior de Xalapa
44. Vega, E., Verde, R., & Pérez, M. (2003). La teoría y la práctica en el laboratorio de Química Analítica I. México, DF. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa (UAM-I)
45. Villegas, A. & Santos, A. (2014). Calidad de Leche Cruda. Editorial Trillas
46. Zumbado, H. (2004). Análisis Químico de los Alimentos. Métodos Clásicos. La Habana Cuba. Instituto de Farmacia y Alimentos