



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

“MANUAL MULTIMEDIA PARA LA REALIZACIÓN DE LOS ANÁLISIS  
FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LECHE EN EL LABORATORIO  
DE INOCUIDAD Y CALIDAD DE LOS ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

JOSÉ LUIS QUEZADA NOLASCO

ASESORES:

MVZ. ROSA HELIA VITE PEDROZA

DR. ORBELÍN SOBERANIS RAMOS



CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX. 2018



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **DEDICATORIA.**

*Dedico este trabajo al tiempo; al invertido y al que nos queda por vivir.*

*A mis dos familias; a la que tengo en casa y a la que conocí tiempo después.*

*A mi perro Loqui, que me enseñó a continuar con lo que nos queda.*

*A las amistades que formé durante estos años.*

*A los animales con los que aprendí.*

*A los árboles que me obsequiaron sus frutos.*

*A la tierra mojada y a los interminables viajes en carretera.*

*A la lluvia que me cubrió lejos de casa.*

*A los que siguen aquí conmigo y también a los que ya no están.*

*A las futuras generaciones de alumnos.*

*A mí, por seguir con la frente en alto.*

## **AGRADECIMIENTOS.**

A mi mamá, Margarita Nolasco Rodríguez, gracias por la paciencia.

Al Dr. Orbelín Soberanis Ramos, por permitirme colaborar en las actividades del Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Gracias por su apoyo, tanto académico como personal.

A la Dra. Rosa Helia Vite Pedroza, por su asesoría en el desarrollo de este trabajo, por permitirme colaborar en sus actividades docentes y sobre todo, por su amistad. Gracias por todo el conocimiento.

A Alejandra Pico Mercader por aceptar el papel de protagonista en este trabajo. Gracias por tu tiempo y buena disposición.

Al canal de Youtube “Antonio del Dago” por facilitarme parte de su material.

A mis sinodales, gracias por su tiempo y por sus consejos.

Al Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

# 1 CONTENIDO

2	RESUMEN.....	6
3	INTRODUCCIÓN.....	7
3.1	Las Tecnologías de la Información y la Comunicación.....	7
3.2	Los recursos didácticos multimedia.....	8
3.3	Elementos multimedia y estructura de materiales.....	9
3.4	Etapas en la realización de videos didácticos.....	11
3.4.1	Preproducción.....	12
3.4.2	Producción.....	12
3.4.3	Postproducción.....	14
3.4.4	Evaluación.....	15
3.5	La enseñanza práctica en el perfil del MVZ.....	16
3.6	La calidad sanitaria de la leche.....	18
3.7	El análisis fisicoquímico y microbiológico de la leche.....	21
3.7.1	Examen Bacteriológico.....	25
3.7.2	Reducción del azul de metileno.....	30
3.7.3	Prueba del alcohol.....	33
3.7.4	Determinación de la acidez titulable.....	35
3.7.5	Detección de fosfatasa alcalina.....	37

3.7.6	Determinación de la densidad.....	40
3.7.7	Evaluación sensorial.....	42
3.7.8	Determinación de la grasa por el método de Gerber.....	45
3.7.9	Determinación de lactosa.....	48
4	PROBLEMÁTICA.....	51
5	JUSTIFICACIÓN.....	53
6	PROPUESTA.....	54
7	OBJETIVOS.....	55
7.1	Objetivo general.....	55
7.2	Objetivos específicos.....	55
8	MATERIAL Y MÉTODOS.....	56
9	CONCLUSIÓN.....	60
10	REFERENCIAS.....	61
11	ANEXO 1: GUION LITERARIO.....	74
12	ANEXO 2: GUION TÉCNICO.....	75
13	ANEXO 3: MANUAL MULTIMEDIA.....	110

## **2 RESUMEN.**

QUEZADA NOLASCO JOSÉ LUIS. Manual multimedia para la realización de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de leche en el Laboratorio de Inocuidad y Calidad de los Alimentos de Origen Animal. (Bajo la dirección de la MVZ. Rosa Helia Vite Pedroza y el MVZ. Orbelín Soberanis Ramos).

El presente trabajo describe el diseño y desarrollo del material didáctico llamado “Manual multimedia para la realización de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de leche en el Laboratorio de Inocuidad y Calidad de los Alimentos de Origen Animal”, el cual pretende implementarse en el Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, con la finalidad de apoyar a los estudiantes de licenciatura en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura práctica “Inocuidad y Calidad de los alimentos de Origen Animal”.

Su desarrollo fue dividido en 3 etapas: Preproducción; la cual incluyó la fase de investigación y desarrollo del guion literario, correspondiente a la síntesis de la información, producción; etapa que incluyó las fases de elaboración del guion técnico y la grabación de los vídeos, y posproducción; etapa en la que se incluyó la edición y posterior grabación en DVD del material terminado.

### **3 INTRODUCCIÓN.**

#### **3.1 Las Tecnologías de la Información y la Comunicación.**

En la actualidad la influencia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ha alcanzado a todos los sectores de la sociedad, impactando en gran manera al sector educativo que se ha visto inmerso en un mundo que se desarrolla y sufre grandes cambios sociales y tecnológicos.<sup>1</sup>

Nunca, ninguna otra tecnología originó tantos cambios en la sociedad, la cultura y la economía en tan poco espacio de tiempo,<sup>2</sup> circunstancia que en el ámbito del aprendizaje, ha provocado un inevitable reajuste de los sistemas de distribución y comunicación de las instituciones tradicionales de educación.<sup>3</sup>

Desde la incorporación de las TIC a la educación, se ha abierto un abanico de posibilidades que, además de facilitar las tareas docentes de todo el personal inmerso en el ámbito educativo, han hecho posible soportar una infinidad de recursos y materiales educativos al alcance de un simple clic.<sup>4</sup>

Con la influencia de estas tecnologías, ya no es el profesor quien posee toda la información, ni el alumno un ser pasivo que se limita a escuchar y apuntar lo que se le dicta. Así, el docente debe actuar ahora como un facilitador y guía en el aprendizaje, orientando al estudiante para conseguir información que le resulte útil, haciendo uso de estas tecnologías.<sup>1</sup>

En este sentido, el principal responsable de que los estudiantes trabajen con nuevos instrumentos y herramientas proporcionados por las nuevas tecnologías es



el docente, ya que debe ser el encargado de programar, en función de los objetivos generales que quiera lograr durante el desarrollo de su asignatura, aquellas actividades encaminadas a formar digitalmente a los alumnos.<sup>4</sup>

Si bien, se considera que las TIC como recursos realmente integrados en el aula todavía permanece sin explotar, se puede afirmar que se trata de una tecnología, en mayor o menor medida, accesible por parte de profesores y estudiantes; tanto para la grabación, como para la edición de las producciones propias; lo cual permite que sea relativamente fácil de manejar, obteniendo unos productos de calidad razonable.<sup>4</sup>

Entre las ventajas más significativas que suponen estos recursos, se encuentra la posibilidad de llevar la información más allá del aula; la fusión con otros medios tales como el cine y la televisión; el relativo bajo costo de los equipos, además de su facilidad de uso y versatilidad, mismas que permiten su utilización en los múltiples niveles del sistema educativo.<sup>5</sup>

### **3.2 Los recursos didácticos multimedia.**

La literatura científica considera que en la interacción entre profesores y estudiantes, los recursos didácticos son facilitadores de la comunicación, tanto para motivar al estudiante como para favorecer un aprendizaje significativo de los contenidos que se ponen a su alcance.<sup>6</sup>

De entre estos, destacan los materiales audiovisuales y multimedia, por ser recursos que combinan la proyección de imágenes con estímulos auditivos,<sup>7</sup> mismos que se utilizan fundamentalmente para mejorar la efectividad de la

comunicación con los alumnos, ya que añaden otro canal sensorial al proceso de comunicación.<sup>8</sup>

Los materiales multimedia incluyen una serie de componentes que superan a otro tipo de estrategias didácticas, produciendo con su uso nuevos efectos en la educación. La posibilidad de integrar en la información objeto de asimilación el texto, imagen, sonido, animación y vídeo no sólo activa el proceso de aprendizaje por permitir el uso de varios sentidos a la vez, sino porque abre la posibilidad de hacer el estudio más consciente y eficiente.<sup>9</sup>

La utilización de las TIC para la enseñanza es recomendada en la literatura científica, e incluso se puede afirmar que los profesores que emplean este tipo de apoyos en su labor docente son percibidos significativamente más profesionales por parte de sus estudiantes.<sup>8</sup>

### **3.3 Elementos multimedia y estructura de materiales.**

A pesar de las facilidades que representan este tipo de materiales didácticos, hay una serie de factores que deben ser tomados en cuenta al momento de su diseño, ya que algunos de ellos pueden condicionar su efectividad como material educativo. Entre estos factores se encuentran el sonido, las imágenes, el texto, e incluso los colores que se utilicen, además de algunos detalles tales como la hora de proyección, la extensión o duración, la edad del espectador y la habilidad del educador que la presenta.<sup>7</sup>

En este sentido, el factor tiempo es uno de los principales condicionantes del lenguaje audiovisual, pues se debe eliminar todo aquello que pueda expresarse

eficazmente a través de la imagen, cuidando que esa supresión no afecte la idea que se desea transmitir.<sup>10</sup>

La duración del video viene condicionada por la duración del plano, el cual debe permanecer en pantalla el tiempo suficiente para que pueda ser percibido conscientemente por el alumno; un ritmo rápido por ejemplo, puede provocar que las información que se presenta en pantalla no sean comprendidas en su totalidad.<sup>11</sup>

Otro de los factores a tener en cuenta en función del destinatario del proyecto es el léxico y la sintaxis. Un material audiovisual requiere frases cortas, de construcción sintáctica llana y párrafos separables unos de otros, de modo que en cada punto y aparte un concepto quede completo o por lo menos tenga entidad propia.<sup>10</sup>

Por otra parte, la forma en que se utiliza el texto, las imágenes y el sonido puede variar de un material a otro, dependiendo de lo que se desea resaltar. Así, aunque el sonido es quizás el elemento multimedia que más excita los sentidos, el uso de imágenes permite al ser humano orientarse visualmente, a la vez que pueden transmitir ideas, conceptos y relaciones. Con respecto al texto, es importante destacar la exactitud y claridad de las palabras que se elijan, mismas que pueden aparecer en los títulos, botones, menús, ayudas para avanzar o navegar y el contenido del material.<sup>12</sup>

### 3.4 Etapas en la realización de videos didácticos.

Para realizar un vídeo de carácter educativo, es necesario planificar una serie de fases y etapas que ayudarán en el desarrollo del trabajo.<sup>11</sup>

A grandes rasgos, las dos etapas fundamentales en la creación de cualquier proyecto didáctico son la planificación y la realización. La primera comprende el desarrollo del plan didáctico y el plan de producción, mientras que la segunda consta de las etapas de producción y post-producción.<sup>10,13</sup> Para simplificar, algunos autores mencionan estas etapas simplemente como preproducción, producción y postproducción,<sup>10</sup> mientras que para otros, la realización de un recurso didáctico debe incluir además, la evaluación del mismo.<sup>14</sup>

Independientemente del modelo de producción que se siga, el primer paso que se debe abordar, será siempre *la selección del tema* sobre el que se va a trabajar, y seguidamente determinar *a quién se va a destinar la producción*, para tener una idea del nivel de información que los espectadores puedan tener sobre el tema.

Es necesario conocer los contenidos que se van a transmitir y organizarlos adecuadamente en un *guion literario*, ya que esto servirá de guía en el proceso de elaboración. Seguidamente, se procede a realizar *el guion técnico* en dos columnas, el cual permitirá la adaptación de los contenidos en imágenes y videos que integrarán el material didáctico.<sup>11</sup>

### **3.4.1 Preproducción.**

- **La investigación.**

Una vez que se ha seleccionado el tema, se debe hacer énfasis en la investigación. Esta incluye una etapa de recopilación de material, recurriendo a fuentes mucho más variadas de las que se utilizan habitualmente. Para el diseño de un proyecto multimedia, la investigación no debe entenderse sólo como revisión bibliográfica, sino además investigar sobre documentación gráfica, escuchar música y mirar videos de temática similar. A grandes rasgos, conocer el material que potencialmente podría integrar el proyecto.<sup>15</sup>

- **El guion literario.**

A partir del análisis de la información recabada se elabora el guion literario, el cual, en términos cinematográficos, consiste en una descripción de la historia en términos visuales,<sup>13</sup> es decir, una narración organizada en la cual se cuenta de que tratará la historia.

### **3.4.2 Producción.**

- **El guion técnico.**

A partir del guion literario, se procede a elaborar el guion técnico en dos columnas, el cual desglosa el guion anterior en secuencias, planos y demás detalles técnicos involucrados en cada escena,<sup>13</sup> anotando la descripción de la escena en una columna y los diálogos en otra.<sup>15</sup> En él, se planifica la realización, se incorporan indicaciones técnicas precisas como el encuadre de cada plano, la posición de la

cámara, actores o elementos de la escena, los detalles de iluminación o de decorado, o los efectos de sonido.<sup>13</sup>

Dentro de las partes más importantes del guion técnico se encuentra el encabezado, en el que se describe de forma sintetizada, la información del lugar donde sucede la acción. De manera general, el encabezado consta de cuatro elementos<sup>13</sup>:

1. Número de escena.
2. Indicar donde transcurre la acción, si es un espacio cerrado usaremos la abreviatura "INT." Si es un espacio exterior o campo abierto "EXT."
3. Lugar exacto donde transcurre la escena.
4. La palabra .DIA o .NOCHE para tener claro el tiempo en el que se desarrolla la escena.

Para realizar el guion técnico, es conveniente considerar ciertos aspectos como los planos, movimientos de cámara, el tiempo, entre otros.

- **Los planos.**

Para simplificar, los distintos tipos de planos se clasifican en tres grandes bloques: planos generales (PG), planos medios (PM) y primeros planos. En los planos generales el protagonismo lo tiene el escenario; en los planos medios, la figura humana y algunos objetos que se encuentran alrededor, culminando en los primeros planos, en los que la persona que aparece en pantalla es la protagonista principal.<sup>11</sup>

- **Movimiento y posición de la cámara.**

En el guion técnico se debe señalar también la posición de la cámara (angulación), tomando como referencia la altura del ojo humano. De forma genérica, se distinguen tres tipos de ángulos: normal, cuando la cámara se sitúa a la altura del ojo, picado, cuando la cámara se sitúa por encima, y el contrapicado, cuando la cámara se sitúa por debajo.<sup>11</sup>

Para finalizar, se mencionará la panorámica, la cual se define como el movimiento más elemental de la cámara sobre su propio eje. Este eje puede ser horizontal (izquierda a derecha o derecha izquierda), o vertical (de abajo arriba o de arriba abajo).<sup>11</sup>

- **Audio.**

Con respecto al audio, se debe resaltar el papel de la voz del expositor, misma que puede ser en *ON*, cuando el profesor aparece en pantalla hablando; o en *OFF*, cuando el profesor habla mientras se visualiza otra imagen que apoya la narración de la idea central.<sup>16</sup>

### **3.4.3 Postproducción.**

Por último, para realizar la unión entre planos y secuencias se pasa a la fase de montaje. Esta fase se desarrolla con ayuda de software destinado a la edición de video y dependiendo de las características disponibles en el programa que se utilice existen varios procedimientos que se pueden aplicar para pasar de un plano a otro.<sup>11</sup>

Con respecto al formato de los archivos de audio y video, estos son muy diversos y su diferencia radica principalmente en el tamaño y la calidad. En general, entre mejor calidad tenga el video o el sonido, más grande será el archivo, lo que puede traer algunas dificultades al tratar de editar determinado material si no se cuenta con un equipo de edición potente.<sup>12</sup>

#### **3.4.4 Evaluación.**

El fácil acceso a los nuevos recursos didácticos basados en las TIC no es garantía de su utilización, ni de que el uso que se haga sea el óptimo, o el más adecuado.<sup>17</sup> Entendiendo la evaluación como una valoración orientada a la toma de decisiones y a la mejora, esta debe estar basada principalmente en los objetivos que se han trazado para el proyecto.<sup>7</sup>

Aunque es fundamental observar criterios tales como los psicológicos, de contenido, pedagógicos o técnicos, el criterio básico para realizar la evaluación será el logro de los objetivos de aprendizaje planteados para cada tema o asignatura.<sup>18</sup>

En este sentido, los responsables de analizar y evaluar los materiales diseñados son los profesores, ya que son ellos quienes los utilizan con el objetivo de mejorar la enseñanza.<sup>6</sup> Para esto, es fundamental tener en consideración el uso que el estudiante hace de ellos. Principalmente ha de evaluarse si realmente ayuda a lograr los objetivos para los que el proyecto fue planificado y si el proceso de aprendizaje que lleva a cabo el estudiante es coherente con el uso de este material.<sup>6</sup>



### **3.5 La enseñanza práctica en el perfil del MVZ.**

Como se ha mencionado anteriormente, la introducción de las TIC a las actividades cotidianas ha provocado cambios radicales en muchos de los ámbitos sociales, incluida la educación. En un contexto de globalización, el perfil de los futuros profesionistas como los Médicos Veterinarios Zootecnistas no solo se limita al área clínica, sino que requiere también mayores exigencias en temas de salud pública para asegurar la calidad de los alimentos destinados al comercio internacional.

Los productos alimenticios de origen animal, tales como la leche y sus derivados, la carne y los productos cárnicos, los huevos y los productos de la pesca son ricos en nutrientes esenciales que el ser humano necesita; no obstante, suponen un alto riesgo epidemiológico porque son susceptibles de deteriorarse rápidamente si no se controlan las condiciones óptimas de conservación en todas las fases de la cadena productiva.<sup>19</sup>

Debido a esto, la confianza en la inocuidad e integridad de los alimentos es un requisito importante para los consumidores. Los brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos ponen de manifiesto los problemas existentes de inocuidad de los alimentos y aumentan la preocupación pública de que los modernos sistemas de producción agrícola, elaboración y comercialización no ofrezcan salvaguardias adecuadas para la salud pública.<sup>20</sup>

En este sentido, los médicos veterinarios constituyen un elemento crítico en la infraestructura de los sistemas de gestión sanitaria y de higiene alimentaria de los

países, constituyendo además un requisito esencial para el comercio internacional de productos pecuarios.<sup>21</sup>

Como respuesta a esta demanda, la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ha incluido en sus instalaciones un laboratorio de docencia destinado a la enseñanza del análisis microbiológico y fisicoquímico de los alimentos, iniciando sus funciones en 1975 bajo el nombre de Laboratorio de Inspección de Productos de Origen Animal (IPOA).<sup>22</sup>

Posteriormente, a partir del plan de estudios 1993, la asignatura adquiere el nombre de “Aseguramiento de la Calidad de los Productos y Subproductos Pecuarios”, y con las modificaciones del plan de estudios 2006 adopta el nombre de “Inocuidad y Calidad de los Alimentos de Origen Animal”, mismo que conserva hasta la actualidad.<sup>22</sup>

De acuerdo a este plan, las asignaturas deben contar con una proporción importante de actividades prácticas planificadas, programadas y evaluables, además de facilitar la participación del estudiante en las actividades prácticas de cada asignatura.<sup>23</sup>

Así, el trabajo de laboratorio permite al alumno desarrollar habilidades que le serán de gran ayuda en la resolución de problemas. En este sentido, el trabajo en equipo dentro del laboratorio le permite al estudiante analizar y comparar lo que se ha hecho en el trabajo práctico, teniendo así la oportunidad de resolver un problema real.<sup>24</sup>

Con base en lo anterior, uno de los objetivos dentro de la parte práctica de esta asignatura, es que los alumnos identifiquen posibles alteraciones, contaminaciones y/o adulteraciones por medio de determinaciones fisicoquímicas y microbiológicas de acuerdo a las Normas Mexicanas y Normas Oficiales Mexicanas que se aplican para los alimentos destinados al consumo humano, en los cuales se incluye la leche, carne y productos cárnicos, huevo, enlatados y productos de la pesca.<sup>25</sup>

De entre estos, cabe destacar el papel de la leche, tanto desde el punto de vista nutritivo, por ser un alimento básico en la alimentación humana en todas las etapas de la vida,<sup>26</sup> como desde el punto de vista sanitario, por ser un alimento que se altera muy fácilmente, especialmente bajo la acción del calor.<sup>27</sup> Debido a su riqueza en nutrimentos, la leche es un medio de cultivo ideal para muchos microorganismos, algunos de ellos patógenos y otros que afectan sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales.<sup>28</sup>

### **3.6 La calidad sanitaria de la leche.**

La leche es un alimento fundamental en la nutrición humana durante todas las etapas de la vida. Debido a que en su composición se encuentran prácticamente todos los nutrientes en cantidades relativamente elevadas, la leche se considera un alimento básico y equilibrado, lo cual es de gran importancia en grupos vulnerables de la población, como el caso de los niños pequeños y adultos de la tercera edad.<sup>29</sup>

La leche es una mezcla en equilibrio de proteínas, grasa, carbohidratos, sales y otros componentes menores dispersos en agua como emulsiones, suspensiones coloidales y soluciones verdaderas. Constituyendo una fase de solución estable se encuentran la lactosa, sales y vitaminas hidrosolubles. Por otra parte, en el suero lácteo se encuentran proteínas, seroproteínas y bajas proporciones de caseínas solubles, las cuales se encuentran en una fase de dispersión, mientras que los glóbulos de grasa se presentan rodeados de una membrana de naturaleza lipoproteína que los mantiene en emulsión.<sup>30</sup>

Debido a la complejidad de su composición, la calidad de la leche comercial y de sus derivados elaborados en la industria láctea, depende directamente de la calidad de la materia prima proveniente de las zonas de producción y de las condiciones de transporte, conservación y manipulación hasta la planta. Por lo tanto, el éxito y buen nombre de la industria y en última instancia la calidad e inocuidad del producto que llega al consumidor, dependen del control que se lleve sobre la leche cruda.<sup>31</sup>

La calidad de la leche cruda destinada a la obtención de leches y cremas de consumo, además de otros productos lácteos, depende de numerosos factores relacionados con la producción de la granja. Algunos de estos aspectos deben controlarse mediante una buena práctica ganadera y el cuidado de la salud y estado de los animales, buenas prácticas de ordeño y sistemas de limpieza y desinfección eficientes.<sup>32</sup>

Aunque la inocuidad es una característica de los de los alimentos que implica la ausencia de riesgos para la salud del consumidor, muchos de ellos (como la leche), pueden ser peligrosos para los consumidores cuando se alteran, contaminan y/o se adulteran.<sup>33</sup>

En este contexto, y en un sentido amplio, una *alteración* es cualquier cambio en un alimento que le convierte en inaceptable para el consumidor, sufriendo variaciones en sus características sensoriales, composición química o valor nutritivo de tal forma que la aptitud para el consumo queda anulada o disminuida, aunque permanezca inocuo.<sup>34</sup>

Estas alteraciones dependen en gran medida de la composición del alimento, pudiendo presentarse principalmente una *acidificación* o *fermentación* en aquellos alimentos cuyo principal componente son los carbohidratos, una *putrefacción* en aquellos compuestos en su mayoría por proteínas y un *enranciamiento* sobre aquellos con un elevado contenido de lípidos.<sup>34</sup>

Por otra parte, un alimento se considera *contaminado* cuando en él se incluye alguna sustancia extraña que lo impurifica, lo cual contribuye a disminuir su calidad, ya sea desde el punto de vista sanitario o económico, pudiendo incluso ser nocivo para la salud del consumidor. Los tipos de contaminación que pueden sufrir los alimentos a lo largo de su cadena alimentaria pueden ser de naturaleza química, física o microbiológica.<sup>34</sup>

Finalmente, la *adulteración* es una acción fraudulenta que consiste en la desnaturalización de los alimentos al *añadir una sustancia* extraña, *sustituir un*

*componente* natural por otros de naturaleza similar pero de menor precio o *añadir en exceso* una sustancia que por la presentación del producto normalmente debe contener.<sup>33</sup>

Aunque puede existir una contaminación intencionada con fines tecnológicos en la elaboración de productos lácteos, la *contaminación* de los alimentos normalmente es accidental; en cambio, con la adulteración se pretende engañar al consumidor de manera intencionada, ofreciéndole un producto manipulado como si fuera un alimento correcto, esto con la intención de obtener beneficios económicos.<sup>33</sup>

- **Normatividad.**

Con el objetivo de controlar la calidad de la leche, en México los requerimientos de calidad en la leche corresponden a un grupo de especificaciones establecidas en reglamentos, NOM (Normas Oficiales Mexicanas) y NMX (Normas Mexicanas), que pueden ser consultadas en el Catálogo Mexicano de Normas del Sistema Integral de Normas y Evaluación de la Conformidad (SINEC). Este catálogo corresponde a un sitio web desarrollado e implementado por parte de la Dirección General de Normas (DGN) de la Secretaría de Economía (SE).<sup>35</sup>

### **3.7 El análisis fisicoquímico y microbiológico de la leche.**

Debido a las múltiples formas en que la leche puede perder sus características de origen, es necesario realizar en ella pruebas básicas que permitan determinar su calidad, tanto nutricional como sanitaria. Para ello, las pruebas que se incluyen

dentro del Manual y que se realizan durante la práctica de Inocuidad y Calidad de los Alimentos de Origen Animal son las siguientes<sup>36</sup>:

- Examen bacteriológico: Cuenta de mesofílicos aerobios y coliformes totales en placa.
- Determinación del tiempo de reducción del azul de metileno.
- Prueba del alcohol.
- Determinación de acidez titulable.
- Detección de fosfatasa alcalina.
- Determinación de la densidad.
- Evaluación sensorial.
- Determinación de grasa por el Método de Gerber.
- Determinación de lactosa por el Método de Lane y Eynon.

Para la correcta realización de estos procedimientos, es necesario seguir los protocolos establecidos para el trabajo en el laboratorio, tales como el uso de bata, el uso de equipo de protección y el correcto lavado de manos. Aunque el objetivo del presente trabajo no es describir el uso del material de laboratorio, se debe enfatizar en algunos puntos clave, que son, hasta cierto punto, determinantes en varias de las pruebas aquí presentadas.

- **Uso correcto de las pipetas**

Cuando se quiere medir un volumen determinado de un líquido, es preferible elegir una pipeta de capacidad idéntica al volumen que se pretende medir, a escoger

una de capacidad inferior y realizar múltiples mediciones. Las pipetas deben llenarse cuidadosamente con ayuda de una propipeta, sin dejar burbujas en la columna líquida y asegurándose de que el menisco coincida exactamente con la línea que señala la graduación antes de dejar fluir el líquido.<sup>37</sup>

Para permitir la salida de la muestra, la pipeta debe colocarse verticalmente, y cuando ha cesado la salida del líquido, se toca la pared del tubo o caja con la punta de la pipeta para completar el vaciado. Después del vaciado, el líquido que queda en la punta de la pipeta terminal está contemplado en la graduación, por lo que no es necesario eliminarlo.<sup>37</sup>

Inmediatamente después de usar una pipeta, esta debe colocarse en un pipetero, conteniendo una solución desinfectante antes de proceder al lavado. Esto es de especial relevancia cuando se realizan análisis microbiológicos.<sup>37</sup>

- **Zona de Seguridad en el análisis microbiológico.**

Uno de los puntos más importantes cuando se trabaja con microorganismos es el uso del mechero. Aunque algunos autores mencionan que un mechero Bunsen alcanza un radio de esterilidad de 20 cm,<sup>38</sup> algunos otros mencionan un margen de seguridad menor, siendo este de aproximadamente 15 cm de radio.<sup>39</sup> Esto evidentemente depende en gran medida de la intensidad y el color de la flama por lo que en general, las manipulaciones que deban realizarse en condiciones de esterilidad se realizan en un radio de 10-20 cm del mechero, lo cual ayuda a crear corrientes de aire caliente que arrastran partículas de polvo y microorganismos dispersos en el aire que rodea el área, creando así una zona aséptica de trabajo.



- **Calidad del aire.**

Cuando se trabaja en laboratorio, y especialmente en condiciones asépticas, la calidad microbiológica del aire ha de verificarse por lo menos dos veces a la semana, para asegurarse de que el ambiente del laboratorio no es una fuente importante de contaminación. Un sistema sencillo pero eficaz de verificar la calidad del aire es el denominado procedimiento de sedimentación o técnica de la placa de polvo residual en el cual se exponen varias placas de un medio no selectivo a la acción del ambiente. Después de un período de exposición de 15 minutos, las placas se incuban a 35° durante  $48 \pm 2$  horas. Después del recuento, más de 15 colonias en las placas son un indicador de que la calidad microbiológica del aire puede no ser apta para la realización de análisis de laboratorio.<sup>40</sup>

### 3.7.1 Examen Bacteriológico.

---

#### ➤ **Introducción.**

Generalmente, cuando se habla de la calidad de un alimento, se debe considerar el aspecto microbiológico, el cual resulta fundamental porque influye en la conservación y la vida útil del producto, pero además, porque los microorganismos pueden ser causantes de Enfermedades Transmitidas por Alimentos.<sup>41</sup>

#### **Microorganismos Indicadores.**

Aunque existen numerosos criterios para clasificar a los microorganismos, en el análisis de alimentos destacan los microorganismos indicadores, pues son aquellos cuya presencia en números predeterminados sugiere un fallo en un proceso destinado a sanear, higienizar, descontaminar o mejorar la seguridad de los alimentos,<sup>42</sup> y advierten oportunamente de un manejo inadecuado o contaminación que incrementan el riesgo de presencia de microorganismos patógenos en estos.

En el caso particular de la leche, los microorganismos indicadores son útiles para juzgar el funcionamiento del establecimiento productor, pues señalan la existencia de defectos durante la manipulación, el incumplimiento de las pautas de higiene y permiten inferir la vida útil y la inocuidad del alimento.<sup>42</sup>

Los microorganismos indicadores se pueden dividir en Indicadores de contaminación fecal e Indicadores de condiciones de manejo. Estos últimos destacan por la gran cantidad de microorganismos que forman el grupo, dentro de

los cuales se encuentran los mesofílicos aerobios, los coliformes totales, los hongos y las levaduras.<sup>41</sup>

### **Mesofílicos aerobios.**

Dentro del grupo de los mesofílicos aerobios, se incluyen todos los microorganismos capaces de desarrollarse en presencia de oxígeno a una temperatura comprendida entre 20°C y 45°C con una óptima entre 30°C y 40°C, dentro de las cuales se incluyen la mayoría de las bacterias patógenas de origen alimenticio.<sup>43</sup>

El fundamento de la técnica consiste en contar las colonias, que se desarrollan en el medio Agar Triptona-Extracto de Levadura después de 48 horas a 35°C, presuponiendo que cada colonia proviene de un microorganismo de la muestra bajo estudio.<sup>44</sup>

Es importante mencionar que el recuento de mesofílicos aerobios únicamente estima la microflora viable total sin especificar el tipo de microorganismo, por lo que un recuento elevado de mesofílicos aerobios no significa necesariamente la presencia de flora patógena, de la misma forma en que un recuento bajo no garantiza su ausencia.<sup>43</sup>

### **Coliformes Totales en Placa.**

El grupo de los microorganismos coliformes es el más ampliamente utilizado en la microbiología de los alimentos como indicador de prácticas higiénicas inadecuadas.<sup>45</sup>

Dentro de este grupo se incluyen la mayoría de las cepas de *E. coli* y otros microorganismos que no son predominantemente de origen fecal, como *Klebsiella*, *Citrobacter* y *Enterobacter*.<sup>46</sup>

El uso de los coliformes como indicador sanitario puede aplicarse para la detección de prácticas sanitarias deficientes en el manejo y en la fabricación de los alimentos, aunque en la evaluación de la calidad microbiológica de un producto, su presencia no necesariamente implica un riesgo sanitario.<sup>45</sup>

La demostración y la cuenta de microorganismos coliformes, puede realizarse mediante el empleo de medios de cultivo diferenciales como el agar rojo violeta bilis, en el que se desarrollan bacterias a 35°C en aproximadamente 24 h, dando como resultado la producción de gas y ácidos orgánicos, los cuales viran el indicador de pH y precipitan las sales biliares.<sup>45</sup>

### ➤ **Normatividad.**

De acuerdo a la NOM-243-SSA1-2010, el número de coliformes totales en leche pasteurizada no debe rebasar las 10 UFC/mL (Unidades Formadoras de Colonia por mililitro) en planta ni las 20 UFC/mL en punto de venta.<sup>47</sup> Las especificaciones microbiológicas de la NOM-130-SSA1-1995 para productos esterilizados comercialmente como la leche Ultrapasteurizada indican que la cuenta de mesofílicos aerobios debe ser negativa.<sup>48</sup>

Para el caso de la leche cruda, el Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y sus Derivados (COFOCALEC) incluye las especificaciones sanitarias en su NMX-F-700-COFOCALEC-2012: Sistema Producto Leche – Alimento – Lácteo

– Leche Cruda De Vaca – Especificaciones Fisicoquímicas, Sanitarias Y Métodos De Prueba, dividiendo a la leche en cuatro clases de acuerdo a su carga microbiana.<sup>49</sup>

La cuenta de bacterias aerobias en placa se realiza con base en el procedimiento descrito en la NOM-092-SSA1-1994,<sup>44</sup> mientras que la cuenta de coliformes totales en placa se lleva a cabo conforme a la NOM-113-SSA1-199.<sup>45</sup> Estos métodos pueden consultarse también en la NOM-243-SSA1-2010<sup>47</sup>. Para ambos casos la muestra debe prepararse de acuerdo a lo especificado en la NOM-110-SSA1-1994.<sup>50</sup>

#### ➤ **Fundamento.**

Para el análisis bacteriológico, se utiliza el método de cuenta en placa, el cual permite determinar el número de microorganismos indicadores presentes en una muestra, utilizando el medio selectivo agar rojo violeta bilis e incubando a 35°C durante 24 h para el caso de los coliformes totales, y utilizando Agar Triptona-Extracto de Levadura (agar para cuenta estándar) Incubando a 35°C durante 48h para el caso de los mesofílicos aerobios.<sup>47</sup>

#### ➤ **Procedimiento.**

El procedimiento puede consultarse en el ANEXO 2: GUIÓN TÉCNICO (Prueba 2. Examen bacteriológico).

## Diluciones.

El número de diluciones que se preparen dependerá del número de microorganismos esperados en la muestra. Para la técnica de cuenta en placa, se deben considerar aquellas en las que se puedan contar de 25 a 250 colonias de mesofílicos aerobios y de 15 a 150 de coliformes totales.<sup>47</sup>

Estas diluciones se realizan siguiendo los criterios que se indican en el Manual de Prácticas de Inocuidad y Calidad de los alimentos de Origen Animal<sup>36</sup>:

Diluciones para la cuenta de mesofílicos aerobios y coliformes totales en placa		
Tipo de leche	Diluciones Cuenta de mesofílicos aerobios	Diluciones cuenta de coliformes totales
Leche cruda	-2,-3,-4	-2,-3
Leche pasteurizada	-1,-2,-3	Directa,-1
Leche Ultrapasteurizada	Directa,-1,-2	Directa,-1

Cuadro 1. Diluciones para la cuenta de mesofílicos aerobios y coliformes totales en placa.<sup>36</sup>

### ➤ Resultados

**Mesofílicos aerobios.** La cuenta de mesofílicos aerobios se reporta como #\_\_ UFC/mL, de bacterias aerobias en placa en agar triptona extracto de levadura o agar para cuenta estándar, incubadas \_\_ horas a \_\_\_\_°C.<sup>44, 47</sup>

**Coliformes totales.** Para el caso de los coliformes totales, el resultado se reporta como #\_\_ UFC/mL en placa de agar rojo violeta bilis, incubados a 35°C durante 24

± 2 h. Para los casos en los que no se observa crecimiento en la muestra sin diluir se informa: no desarrollo de coliformes por mL.<sup>45</sup>

### ➤ **Variaciones en los resultados.**

Si bien el método presenta ciertas limitaciones, puede utilizarse para evaluar calidad sanitaria, aceptabilidad sensorial, aplicación de buenas prácticas de manufactura y condiciones de almacenamiento de la leche cruda. El recuento de microorganismos indicadores refleja la calidad sanitaria de los productos analizados, indicando además de las condiciones higiénicas de la materia prima y la forma en que fueron manipulados durante su elaboración.<sup>46</sup>

## **3.7.2 Reducción del azul de metileno.**

---

### ➤ **Fundamento.**

La prueba de Reducción del Azul de Metileno se trata de un método aproximado empleado para valorar la calidad sanitaria de la leche cruda,<sup>36</sup> evaluando indirectamente la cantidad de microorganismos presentes en ella. Esta prueba nos indica las condiciones de higiene en la obtención de la leche, además de las condiciones de conservación y transporte de la misma. Debido a que la calidad de la leche comercial y sus derivados depende directamente de la calidad del producto original, de manera práctica esta prueba se utiliza para determinar si la leche puede o no ser sometida al proceso de pasteurización.<sup>51</sup>

El método se basa en añadir 1mL de azul de metileno a 10 mL de leche e incubar la mezcla a 37°C,<sup>51</sup> produciendo una decoloración debida a la actividad reductora de las bacterias que en el proceso de respiración, eliminan el oxígeno disuelto en la leche, reduciendo así el colorante hasta que este se elimina totalmente.<sup>52</sup>

En general se admite que la decoloración es más rápida cuanto mayor es el número de microorganismos en la leche. Sin embargo, algunas especies de microorganismos reducen el potencial de óxido-reducción mucho más rápidamente que otras. Así el *Streptococcus liquefaciens*, bacterias del grupo coliaerógenos y los de la putrefacción (*Bacillus subtilis*) se muestran muy activos. Por lo tanto la prueba de reducción no se puede considerar como una prueba exacta para valorar el número de bacterias realmente presentes pero en la práctica resulta de gran utilidad.<sup>51</sup>

### ➤ **Normatividad.**

Las especificaciones correspondientes a la leche cruda deben consultarse en la NMX-F-700-COFOCALEC-2012: Sistema Producto Leche – Alimento – Lácteo – Leche Cruda De Vaca – Especificaciones Fisicoquímicas, Sanitarias Y Métodos De Prueba<sup>49</sup> (ver el cuadro 2).

### **Procedimiento.**

El procedimiento puede consultarse en el ANEXO 2: GUIÓN TÉCNICO (Prueba 3. Reducción del azul de metileno).



## ➤ Resultados.

El resultado se registra como “Tiempo de reducción en # minutos”, considerando que el azul de metileno se ha reducido cuando la leche ha vuelto a su color característico.

A pesar de las limitaciones en el método, para efectos prácticos se considera que la velocidad a la que se produce el cambio de color es directamente proporcional al número de microorganismos presentes en la leche.<sup>51</sup>

La calidad sanitaria de una muestra de leche puede determinarse dependiendo del número estimado de bacterias por mL, siendo una leche de buena calidad aquella que reduce el azul de metileno en un tiempo igual o mayor a 5 horas.

Número estimado de bacterias/ mL	Tiempo de reducción	Clasificación
100 000 a 200 000	5 horas	Buena
200 000 a 2 millones	2 a 4 horas	Buena a regular
2 a 10 millones	Menos de 2 horas	Mala

Cuadro 2. Clasificación de la calidad de la leche en función del tiempo de decoloración del azul de metileno.<sup>49</sup>

## ➤ Variaciones en los resultados.

El tiempo de reducción del azul de metileno puede verse afectado por algunos factores; entre ellos, además del tipo de microorganismo, el número de células somáticas, el periodo de exposición a la luz y la cantidad de oxígeno disuelto,

pues a medida que aumenta el número de leucocitos en la leche y su exposición a la luz, el tiempo de reducción tiende a reducirse; mientras que la agitación es un factor que tiende a retardar el tiempo de reducción, debido al aumento en la cantidad de oxígeno disuelto.<sup>51</sup>

### 3.7.3 Prueba del alcohol.

---

#### ➤ **Fundamento.**

- La prueba de alcohol es utilizada por la industria lechera como prueba de recepción en planta.<sup>53</sup> Es una de las pruebas más sencillas en la cual se utiliza alcohol etílico mezclado con la leche por partes iguales, apreciando la floculación en un resultado positivo o ausencia de floculación en un resultado negativo.<sup>28,36</sup>

El fundamento de esta prueba se basa en la desestabilización de la fase coloidal causada por la adición de etanol a una cierta concentración, provocando la precipitación de la caseína debida a un desequilibrio entre el pH y la concentración de iones de calcio. Si la muestra es inestable se producirá la coagulación de la leche, por lo que no será apta para su industrialización.<sup>36</sup>

#### ➤ **Normatividad.**

De acuerdo a la NOM-243-SSA1-2010 y al Apéndice del Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios, la leche de bovino debe presentar prueba de alcohol al 68% negativa.<sup>47, 54</sup> A pesar de esto, el Consejo para el Fomento de

la Calidad de leche y sus Derivados, en su NMX-F-700-COFOCALEC-2012, establece que esta prueba debe ser negativa al 72% en leche cruda,<sup>49</sup> esto a fin de asegurarse de recibir leches más estables frente a los tratamientos térmicos.

➤ **Procedimiento.**

El procedimiento puede consultarse en el ANEXO 2: GUIÓN TÉCNICO (Prueba 4. Prueba del alcohol).

➤ **Resultados.**

La leche de buena calidad no sufre ninguna alteración, (resultado negativo), mientras que en una con cierto grado de acidificación se observa la precipitación de la caseína, evidenciándose como grumos en las paredes del tubo (resultado positivo), estas leches no son aptas ni para la fabricación de quesos ni para la pasteurización.<sup>27, 55</sup>

➤ **Variaciones en los resultados.**

Como se ha mencionado, la leche que ha sufrido cierto grado de acidificación como la proveniente de vacas con mastitis, forma pequeños o grandes grumos de caseína que ponen en evidencia esta alteración. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que las leches con un contenido elevado de calcio iónico o de composición anormal, especialmente las del final de la lactación y el calostro, también pueden coagular por el alcohol sin ser necesariamente ácidas.<sup>27</sup>

### 3.7.4 Determinación de la acidez titulable.

---

#### ➤ **Fundamento**

La acidez titulable es la cantidad total de ácido en una solución determinada por titulación. Esta acidez corresponde a la cantidad de un álcali utilizado para neutralizar los grupos ácidos de la leche y forma parte del examen básico de la calidad de la leche cruda.<sup>56, 57</sup>

Para realizar esta determinación, se agrega a la leche el volumen necesario de una solución alcalina valorada (normalmente NaOH 0.1N) hasta alcanzar el pH donde cambia el color de un indicador, generalmente fenolftaleína, que cambia de incoloro a rosado a pH 8,3.<sup>27</sup>

La acidez normal de la leche se debe principalmente a su contenido de caseína y de fosfatos, aunque también contribuyen el dióxido de carbono, los citratos y la albúmina.<sup>58</sup> Este parámetro se modifica especialmente en leches que no presentan una adecuada calidad higiénico-sanitaria, las cuales pueden presentar valores elevados de acidez debida a un aumento de la concentración de ácido láctico, atribuible principalmente a los microorganismos mesofílicos aerobios que a través de un proceso de fermentación, forman este ácido a partir de la lactosa.<sup>59, 60</sup>

#### ➤ **Normatividad.**

Aunque existen diferentes escalas para expresar el valor de la acidez, tales como los grados Dornic o Soxlet-Henkel<sup>27,56</sup> en México el Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios, y a la NOM-155-SCFI-2012, establecen que el

valor normal de la acidez en leche oscila entre 1.3 y 1.7 g/L expresados en ácido láctico.<sup>54, 58</sup> Para el caso de la leche cruda, la NMX-F-700-COFOCALEC-2012 establece un rango de entre 1.3 y 1.6 g/L, expresados de igual manera en ácido láctico.<sup>49</sup>

### ➤ **Procedimiento.**

El procedimiento puede consultarse en el ANEXO 2: GUION TÉCNICO (Prueba 5. Determinación de acidez titulable).

### ➤ **Resultados.**

Una vez terminado el procedimiento, se calcula la acidez de la muestra de acuerdo a la siguiente fórmula<sup>36</sup>:

$$\text{Acidez (g / L)} = \frac{V \times N \times 90}{M}$$

Donde “V” son los mililitros de NaOH gastados en la titulación, “N” es la normalidad de la disolución de NaOH y “M” es el volumen de la muestra en mL.

El resultado numérico obtenido debe informarse como g/L expresados como ácido láctico.<sup>36, 58</sup>

### ➤ **Variaciones en los resultados.**

El punto final de la valoración no es un momento preciso porque depende de la agudeza visual del operador.<sup>27</sup> Como se ha mencionado, la acidez titulable puede elevarse en leches que no presentan una adecuada calidad higiénico-sanitaria,

como aquellas obtenidas mediante malas prácticas de ordeño o la proveniente de vacas con mastitis.

La acidez titulable de la leche fresca disminuye conforme avanza el período de lactación,<sup>56</sup> y suele ser baja en la leche que ha sido aguada,<sup>27</sup> por lo que si se tiene la sospecha, deben realizarse pruebas complementarias como la determinación de la densidad.

### **3.7.5 Detección de fosfatasa alcalina.**

---

#### **➤ Fundamento.**

Durante el tratamiento térmico de la leche pueden ocurrir numerosas reacciones que influyen en sus propiedades nutricionales y funcionales, razón por la cual se debe cumplir con una combinación tiempo – temperatura apropiada para obtener la calidad higiénica y prolongar la vida útil del producto, sin causar un daño térmico significativo.<sup>61</sup>

Los métodos que se utilizan para evidenciar si la leche ha sido o no bien pasteurizada o si el producto procesado se ha contaminado con materia prima en estado crudo, se basan en la determinación de la actividad de algunas enzimas nativas de la leche, las cuales se han convertido en buenos indicadores de la efectividad del tratamiento térmico, debido a que poseen mayor resistencia térmica que la mayoría de patógenos no formadores de esporas que se encuentran en la

leche.<sup>61, 62</sup> En este sentido, la eficiencia de la pasteurización se puede evaluar mediante la destrucción de enzimas como la fosfatasa alcalina.<sup>63</sup>

La fosfatasa alcalina es una enzima termosensible que se encuentra de manera natural en la leche cruda, la cual se destruye cuando la leche se calienta a las temperaturas normales de pasteurización, de tal forma que es un indicador de la pasteurización en la leche comercial.<sup>64</sup>

La importancia de esta enzima en la industria láctea se debe a que es levemente más resistente al tratamiento térmico que las bacterias patógenas (*Coxiella burnetii* y *Mycobacterium tuberculosis*) en que se basan los procesos de validación de la pasteurización, ya que se inactiva a las condiciones normales de un tratamiento de pasteurización lenta (63°C, 30 min).<sup>61</sup>

En síntesis, la eliminación de la Fosfatasa Alcalina asegura la eliminación de los microorganismos patógenos,<sup>63</sup> por lo tanto, una leche bien pasteurizada no debe presentar una reacción positiva a la prueba de fosfatasa.<sup>65</sup>

Es esencial realizar la prueba en una atmósfera libre de sustancias fenólicas, las cuales interfieren con la determinación, para lograr esto es muy importante utilizar material de vidrio escrupulosamente limpio y libre de residuos de detergentes que pueden contener fenol, emplear reactivos químicamente puros y en general bajo condiciones que garanticen la ausencia de contaminación con sustancias fenólicas.<sup>65</sup>

### ➤ **Normatividad.**

De manera cualitativa, el Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios establece que la prueba de la fosfatasa, deberá ser negativa si la leche es pasteurizada.<sup>54</sup> Para el caso de los análisis cuantitativos, la NOM-243-SSA1-2010 establece que el límite máximo de fosfatasa residual para leche pasteurizada es de 4 UF/g (unidades de fenol por gramo).<sup>47</sup>

### ➤ **Procedimiento.**

El procedimiento se realiza de acuerdo a la hoja técnica que incluye el fabricante en el kit Lacto-Zyma<sup>66</sup> y puede consultarse en el ANEXO 2: GUION TÉCNICO (Prueba 6. Detección de fosfatasa alcalina)

### ➤ **Variaciones en los resultados.**

Es importante destacar que algunas muestras recién pasteurizadas que dan negativa a la prueba de fosfatasa, pueden dar una reacción positiva al cabo de un cierto tiempo. Este fenómeno se ha observado especialmente cuando la leche se somete a temperaturas mucho mayores a las temperaturas normales de pasteurización, en leches muy ricas en materia grasa, o en aquellas que no se refrigeran adecuadamente o de manera continua. Inicialmente, este fenómeno se atribuyó a la producción de enzimas por parte de los microorganismos, pero posteriormente se observó incluso en leches estériles. Por ello se ha llegado a concluir que se trata de una reactivación de la fosfatasa de la leche, lo cual no significa una mala pasteurización. Ante esto se ha ideado un procedimiento para



diferenciar la fosfatasa reactivada de aquella que resulta de una mala pasteurización (fosfatasa residual), la cual se basa en la propiedad de la primera de aumentar su actividad aproximadamente diez veces, cuando se almacena en presencia de cloruro de magnesio ( $MgCl_2$ ) a una concentración de 1.5%; cosa que no ocurre con la fosfatasa residual.<sup>65</sup>

### **3.7.6 Determinación de la densidad.**

---

#### **➤ Fundamento.**

La densidad de la leche es el peso de un volumen dado de la misma a una temperatura determinada. Puesto que la leche es una mezcla de proteínas, grasa y carbohidratos, además de sales, vitaminas y otros componentes disueltos en agua,<sup>30</sup> su densidad depende de la combinación de densidades entre sus diferentes componentes, la cual, evidentemente, cambiará dependiendo de la proporción en que cada uno de ellos se encuentre presente.<sup>32</sup>

La importancia de la determinación de la densidad, por lo tanto, radica en que es un método económico que permite detectar (o sospechar) de adulteraciones de la leche original por separación de la grasa, por adición de leche descremada o agua. Igualmente permite calcular en forma aproximada el contenido de sólidos no grasos a partir del contenido porcentual de grasa y la lectura lactométrica corregida para el factor temperatura.<sup>31</sup>

Para su determinación, se utiliza el lactodensímetro de Quévenne, haciendo la lectura a 15°C, mediante un factor de corrección.<sup>36</sup>

### ➤ **Normatividad.**

De acuerdo a la Normatividad Oficial, la densidad de la leche debe ser de 1.029 g/L mínimo para leches enteras y parcialmente descremadas, y de 1.031 g/L mínimo para leche descremada, cuando esta se encuentre a una temperatura de 15.5 °C.<sup>58</sup> Para el caso de la leche cruda, la NMX-F-700-COFOCALEC-2012 indica que la densidad a 15°C debe ser mínimo de 1.0295 g/L.<sup>49</sup>

### ➤ **Procedimiento.**

El procedimiento puede consultarse en el ANEXO 2: GUIÓN TÉCNICO (Prueba 7. Determinación de la densidad)

### ➤ **Resultados.**

Para emitir el resultado, la lectura que se realiza en el lactodensímetro de Quévenne debe corregirse a 15 °C. Para ello, la escala graduada indicará centésimas y milésimas que se agregarán a la unidad (1.0), y por cada grado de temperatura superior o inferior a 15°C; se sumará o restará a la lectura obtenida la cifra de 0.0002 respectivamente.

### ➤ **Variaciones en los resultados.**

Debido a que la densidad de la leche está en función de sus componentes, el valor normal de esta depende, entre otros factores, de la especie y la raza de los

animales que la produzcan. Sin embargo, aunque existen otras formas de modificar la densidad como la adición de solutos, si los resultados obtenidos son diferentes a los normales, se sospechará fundamentalmente de dos tipos de adulteración: el aguado y desnatado. Debido a que la densidad de la grasa es menor que la del agua, la densidad global de la leche varía de manera inversa al contenido graso. Como consecuencia, la leche desnatada es más densa que la leche entera.<sup>27</sup> Esto es importante al momento de identificar una posible adulteración, pues el aguado disminuye la densidad de la leche mientras que el desnatado la aumenta.<sup>36</sup>

Combinando la adición de agua y la sustracción de grasa, se puede lograr que la densidad permanezca invariable. Sin embargo, este tipo de fraude puede ser fácilmente detectado, pues tanto la acidez como el porcentaje de grasa tendrán valores inferiores a los normales.<sup>62</sup>

Conviene recordar, que la densidad de la leche no debe determinarse recién ordeñada, sino después de 4 horas, ya que luego de la extracción sufre un proceso de contracción e incremento de peso específico hasta que se estabiliza.<sup>31</sup>

### **3.7.7 Evaluación sensorial.**

---

#### **➤ Fundamento.**

La evaluación sensorial consiste en la realización de un análisis de los alimentos a través de los sentidos<sup>36</sup>. A nivel de la planta, la observación de las características

sensoriales de la leche constituye una prueba de andén que permite la segregación de las leches de peor calidad. Para ello la técnica más común consiste en oler el contenido de un recipiente inmediatamente después de haber sido destapado. Con el objetivo de identificar rápidamente aquellas leches que sufran algún proceso de alteración, en una planta lechera estas características deben determinarse diariamente en cada camión o tanque, antes del empaque y después de 24 horas de procesada.<sup>31</sup>

El olor de la leche se describe como “característico” y se debe a la presencia de compuestos orgánicos volátiles de bajo peso molecular, entre ellos, ácidos, aldehídos, cetonas y trazas de sulfato de metilo.<sup>31</sup>

Por otra parte, el color de la leche tiene una cierta importancia en la industria lechera porque a menudo se considera como indicativo de su riqueza en grasa.<sup>32</sup> De manera normal, el color blanco de la leche se atribuye a reflexión de la luz por las partículas del complejo caseinato-fosfato-cálcico en suspensión coloidal y por los glóbulos de grasa en emulsión.<sup>31</sup>

Además del olor y el color, el análisis sensorial permite determinar otras características como el aspecto, el sabor y la consistencia.

### ➤ **Normatividad.**

En México, el Apéndice del Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios menciona que la leche para consumo humano debe ser pura, limpia y estar exenta de materias antisépticas, conservadoras y neutralizantes. Además de

esto debe ser de color, olor y sabor característicos que correspondan a una ordeña higiénica; y no contener sangre ni pus.<sup>54</sup>

### ➤ **Procedimiento.**

El procedimiento puede consultarse en el ANEXO 2: GUIÓN TÉCNICO. (Prueba 8. Evaluación sensorial)

### ➤ **Variaciones en los resultados**

**Color.** Aquellas leches que han sido parcial o totalmente descremadas o que han sido adulteradas con agua, presentan un color blanco con tinte azulado. Las leches de retención o mastíticas presentan un color gris amarillento. Un color rosado puede ser el resultado de la presencia de sangre o crecimiento de ciertos microorganismos. Otros colores pueden ser producto de contaminación con sustancias coloreadas o de crecimiento de ciertos microorganismos. Una leche adulterada con suero de quesería puede adquirir una coloración amarilla-verdosa debida a la presencia de riboflavina.<sup>31</sup>

**Olor.** La leche capta con facilidad los olores próximos, razón por la cual dentro de su proceso de industrialización debe imponerse un riguroso aislamiento.<sup>62</sup> Estos sabores y olores extraños, son derivados de ciertos alimentos consumidos por la vaca antes del ordeño, de sustancias de olor penetrante o superficies metálicas con las cuales ha estado en contacto o bien de cambios químicos o microbiológicos que el producto puede experimentar durante su manipulación.<sup>31</sup>

**Consistencia.** La consistencia se refiere a la sensación de acuosidad que se percibe en boca, la cual puede definirse como fluida, untuosa, viscosa o densa, entre otras. Esta consistencia puede ser alterada por el desarrollo de ciertos microorganismos capaces de producir polisacáridos que por la acción de ligar agua aumentan la viscosidad de la leche produciendo una leche hilante característica de los periodos de mastitis en vacas.<sup>31</sup>

**Sabor.** El sabor natural de la leche es difícil de definir, aunque lo normal es que sea ligeramente dulce gracias a su contenido en lactosa. A veces se presenta con cierto sabor salado por la alta concentración de cloruros que tiene la leche de vaca que se encuentra al final del periodo de lactancia o en aquellas que pasan por periodos de mastitis, pero en general, el sabor de la leche fresca normal es agradable y puede describirse simplemente como característico.<sup>31</sup>

### **3.7.8 Determinación de la grasa por el método de Gerber.**

---

#### **➤ Fundamento**

Se considera que la grasa láctea es el principal contribuyente de la energía que contiene la leche. Además de esto, la grasa tiene una función muy importante en el transporte carotenoides solubles y de vitaminas A, D, E y K, de las que la leche es una buena fuente.<sup>67</sup>

La determinación del contenido de grasa en leche es muy importante en el control de calidad de la industria láctea, tanto desde el punto de vista económico como

nutricional, pues además de ser el punto de referencia para pactar los precios de compra-venta, su cuantificación permite detectar acciones fraudulentas como el aguado y el desnatado, mismas que pueden provocar cambios en el valor nutricional, alteraciones de las características sensoriales e incluso poner en peligro la salubridad del producto.<sup>68</sup>

Aunque el contenido de grasa de la leche y sus derivados puede determinarse por medio de diversas técnicas, debido a su precisión y rápida ejecución, el método de Gerber sigue siendo un procedimiento de rutina empleado comúnmente en las industrias lácteas<sup>68</sup>. Este método se basa en la separación de la materia grasa por centrifugación, después de haber disuelto la fracción proteica con ácido sulfúrico concentrado. La separación de la grasa se ve favorecida por la adición de una pequeña cantidad de alcohol amílico, el cual actúa como un agente tensoactivo que permite la separación nítida de la capa de grasa y la capa ácido-acuosa.<sup>55, 58</sup>

### ➤ **Normatividad.**

De acuerdo a las NOM-155-SCFI-2012 el contenido de grasa debe ser de 30 g/L mínimo para leche entera, de 6 a 28 g/L para leche parcialmente descremada y de 5 g/L máximo para leche descremada.<sup>58</sup> En el caso de la leche cruda, la NMX-F-700-COFOCALEC-2012 clasifica la leche en 3 categorías (A, B y C), siendo A aquella que tenga un contenido de grasa mayor a 32 g/L.<sup>49</sup>

➤ **Procedimiento.**

El procedimiento puede consultarse en el ANEXO 2: GUIÓN TÉCNICO. (Prueba 9. Determinación de grasa por el método de Gerber).

➤ **Resultados.**

El resultado obtenido se expresa directamente en por ciento de la grasa contenida en la leche, es decir gramos de grasa/100 mL de leche. Para obtener el resultado por litro de leche, bastará multiplicar el la lectura del butirómetro por 10, expresando así el resultado en gramos de grasa/L.

➤ **Variaciones en los resultados**

De manera normal, el contenido de grasa puede variar por factores como la raza y las prácticas de alimentación. Se ve afectada también por el estado sanitario de la ubre, presentando disminuciones significativas cuando se presentan procesos inflamatorios o infecciosos.<sup>69</sup>

La materia grasa se altera más lentamente que la lactosa; sus modificaciones no provocan grandes cambios en la estructura fisicoquímica de la leche, pero son importantes por ser causa de la aparición de sabores desagradables.<sup>27</sup>



### 3.7.9 Determinación de lactosa.

---

#### ➤ **Fundamento.**

La lactosa es un disacárido compuesto por glucosa y galactosa, y es el principal carbohidrato presente en la leche de vaca.<sup>67</sup> De hecho, es el único hidrato de carbono libre que existe en cantidad importante en todas las leches, y es también el más simple y el más constante en proporción.<sup>27</sup>

La lactosa juega el papel más importante en la síntesis y secreción de la leche, ya que por una parte es el principal componente osmótico y por tanto responsable de la formación de la fase acuosa de la misma, influyendo de forma decisiva en el volumen total.<sup>70</sup>

Por otra parte, la lactosa es el componente de la leche más sensible al ataque de microorganismos, principalmente de un cierto grupo de bacterias que son capaces de transformar a la lactosa principalmente en ácido láctico, por lo cual la lactosa puede experimentar procesos de fermentación.<sup>27, 71</sup>

Dentro de sus propiedades químicas, la lactosa destaca por poseer un grupo aldehído libre, razón por la que se le considera un azúcar reductor.<sup>27</sup> Esta característica es muy importante ya que debido a ella, la lactosa es capaz de participar en la reacción de Maillard, que es de gran importancia en la elaboración de alimentos al dar color y sabor, como la cajeta y el dulce de leche.<sup>71</sup>

Además, esta característica es de especial relevancia al momento de la cuantificación de la lactosa, pues es precisamente esta capacidad reductora la que

se ve reflejada en el licor cupro-alcalino de Fehling, principio en el cual se basa la determinación de este carbohidrato.<sup>27</sup> Para ello, las proteínas de la muestra se precipitan gracias a una desestabilización del medio que produce el ácido acético; posteriormente se filtran y se procede a determinar la lactosa en el filtrado, reduciendo el cobre de sus sales alcalinas a través de una titulación.<sup>36</sup>

Para identificar el punto final se agrega azul de metileno, el cual se reduce cuando todo el licor de Fehling presente ha reaccionado con la lactosa. Así, la desaparición del color azul de la solución cupro-alcalina y la presencia de un precipitado rojo indican que la reacción ha finalizado.<sup>36</sup>

#### ➤ **Normatividad.**

La NOM-155-SCFI indica que el contenido de lactosa debe ser mínimo 43 y máximo 52 g/L para leche entera, descremada y parcialmente descremada, y de máximo 10g/L para leche deslactosada,<sup>58</sup> mientras que para leche cruda este parámetro debe oscilar entre 43 y 50g/L de acuerdo a COFOCALEC.<sup>49</sup>

#### ➤ **Procedimiento.**

El procedimiento puede consultarse en el ANEXO 2: GUIÓN TÉCNICO. (Prueba 10. Determinación de lactosa)

#### ➤ **Resultados.**

Para realizar el cálculo de los resultados, se utiliza la siguiente fórmula<sup>36</sup>:

$$Lactosa(g / L) = \frac{Fx10}{M}$$

Donde:

F= miligramos de lactosa reducidos por 10mL de solución de Fehling.

M= mililitros gastados del filtrado.

El resultado obtenido serán los g/L de lactosa presentes en la muestra.

La degradación de la lactosa por las bacterias se acompaña de producción de ácidos; como consecuencia se provoca la floculación de la caseína que, sin embargo, no había sido atacada por aquellas bacterias.<sup>27</sup>

### ➤ **Variaciones en los resultados.**

El factor más importante de variación es la mastitis, misma que reduce la secreción de la lactosa.<sup>71</sup>

Además, tratamientos térmicos severos (superiores a 100°C) resultan en la degradación de la lactosa, lo cual se ve reflejado al momento de su determinación.<sup>56</sup>

#### **4 PROBLEMÁTICA.**

Los trabajos prácticos de laboratorio en la educación media y superior, tal como se llevan a cabo en su amplia mayoría, plantean determinadas situaciones innecesarias que dificultan el aprendizaje. A los estudiantes se les pide frecuentemente que comprendan la naturaleza del problema y el procedimiento, que adopten la perspectiva teórica relacionada con el tema de estudio, que lean, asimilen y sigan las instrucciones de la prueba de laboratorio, que manejen el aparato en cuestión, que recopilen los datos obtenidos, que reconozcan las diferencias entre los datos conseguidos y los resultados que “deberían haberse obtenido”, que interpreten tales resultados y escriban un informe de la prueba. Estas situaciones pueden ocasionar que los estudiantes muchas veces sean incapaces de asociar la temática del trabajo práctico con la teoría.<sup>24, 72</sup>.

Además, por cuestiones de tiempo y las limitaciones en la infraestructura de la facultad, los alumnos realizan la práctica una sola vez como estudiantes; por lo que se limita el completo desarrollo de las habilidades y destrezas que aseguren un buen aprendizaje.

Por otra parte, a pesar de que se cuenta con un manual de prácticas para la asignatura “Inocuidad y Calidad de los alimentos de Origen animal”, se ha observado que los alumnos encuentran ciertas dificultades al momento de llevar a cabo las técnicas y procedimientos descritos, principalmente en la sección destinada al análisis microbiológico y fisicoquímico de la leche, esto derivado posiblemente de dar por hecho la similitud de otros laboratorios cursados durante

la carrera con el de Inocuidad y Calidad de los Alimentos de Origen Animal, pues las técnicas de siembra y medios de cultivo difieren ampliamente en el análisis de alimentos, lo cual hace que los alumnos cometan errores con mucha frecuencia, ya sea por la escasa o nula familiarización tanto con los procedimientos, como con el instrumental y reactivos.

Ante estas situaciones, los alumnos optan por llevar a cabo la práctica siguiendo una metodología que consiste básicamente en leer la instrucción que indica el libro y realizar el paso descrito, sin detenerse a analizar cuál es el verdadero objetivo o fundamento de realizarlo ni el porqué de ese resultado o que decisión deberían tomar en una situación real una vez obtenido este. Todo esto evidentemente, hace que los estudiantes muchas veces sean incapaces de percibir claramente la señal de aprendizaje, perdiéndose así el objetivo que se ha propuesto para la práctica.

## **5 JUSTIFICACIÓN.**

Con base en los puntos expuestos en la problemática, se puede inferir que al concluir los créditos el alumno no estará bien capacitado para cubrir la necesidad social de asegurar la calidad e inocuidad de alimentos de origen animal; razón por la cual nace la iniciativa de fortalecer el aprendizaje y desarrollo de habilidades prácticas de los alumnos en esta asignatura, enfatizando en los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de leche a través del desarrollo de un manual multimedia cuyo enfoque va dirigido a ser una herramienta complementaria para que los alumnos puedan consultarlo tantas veces como consideren necesario, ya sea antes, durante o después de la práctica.

Aunque una de las limitantes que se tiene en el ámbito de las TICs es la rápida actualización de los formatos digitales, además de las marcadas diferencias de calidad de audio y video utilizados en materiales multimedia; en este trabajo y bajo resguardo de la UNAM, existe la posibilidad de migrar el material digital a nuevos formatos y plataformas de acceso para ser consultado por los alumnos en el momento que así lo requieran, disminuyendo las fallas técnicas que pudieran presentarse al momento de reproducir el material.

## 6 PROPUESTA.

Actualmente, el material didáctico disponible para los laboratorios de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia se ha limitado a manuales escritos y presentaciones con diapositivas, y la existencia de material de aprendizaje con un enfoque multimedia sobre temas específicos es muy reducida.

Sin embargo, tal como lo menciona Salinas (2004), para adaptarse a las necesidades de la sociedad actual, las instituciones de educación superior deben flexibilizarse y desarrollar vías de integración de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los procesos de formación.<sup>3</sup>

Como respuesta a este problema, se ha propuesto la implementación de un manual multimedia, en donde se podrán visualizar con detenimiento las técnicas y procedimientos a realizarse en la práctica “Leche”, del Manual de Prácticas de Inocuidad y Calidad de los alimentos de Origen Animal, material que permitirá a los alumnos tener una experiencia visual previa y posterior al desarrollo de la práctica, conocer los valores normales de referencia en la normatividad para emitir un dictamen sobre la leche e identificar el material empleado en cada una de las pruebas, favoreciendo así que el alumno tenga una intervención más activa en el laboratorio.

El manual multimedia además de mostrar las técnicas, servirá como material complementario al impreso, con la ventaja de agregar detalles como la búsqueda de la normatividad vigente para las pruebas de calidad e inocuidad, además de algunos otros puntos que se describen mejor de manera visual, tales como el

manejo del instrumental y reactivos. Finalmente, se propone poner este material digital al alcance de los alumnos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia que cursen esta asignatura práctica.

## **7 OBJETIVOS.**

### **7.1 Objetivo general.**

- Fortalecer el aprendizaje de los alumnos mediante el desarrollo de un manual multimedia complementario para el eficiente desarrollo de la práctica de “Inocuidad y Calidad de los Alimentos de Origen Animal”

### **7.2 Objetivos específicos.**

- Realizar una revisión hemerobibliográfica que permita describir las técnicas que se realizan en el Laboratorio de Inocuidad y Calidad de los alimentos de Origen Animal durante la práctica destinada al análisis de leche.
- Llevar a cabo un análisis de la información para realizar los guiones correspondientes a cada procedimiento.
- Grabar y editar los videos que conformarán el material final.



## 8 MATERIAL Y MÉTODOS.

Para el presente trabajo, el modelo de producción que se utilizó consistió en tres etapas: preproducción, producción y postproducción.

### **Preproducción.**

Con base en el plan de trabajo y las justificaciones expuestas en la problemática, el tema seleccionado para la producción del manual multimedia fue “Análisis fisicoquímico y microbiológico en leche”, con lo cual comenzó la fase de investigación.

De acuerdo a esto, para el presente trabajo se realizó una revisión sistemática que incluyó la revisión hemerobibliográfica acerca de las técnicas de análisis en leche, la observación *in situ* de la práctica de Inocuidad destinada a este tema, la búsqueda y visualización de material didáctico similar y la documentación sobre la realización de material multimedia, tales como la escritura del guion, la edición de video y otros conceptos relacionados a proyectos cinematográficos.

Con base en los procedimientos descritos en el tema “Leche”, del Manual de Prácticas de Inocuidad y Calidad de los Alimentos de Origen Animal se realizó el guion literario para las siguientes pruebas:

- Examen bacteriológico: Cuenta de mesofílicos aerobios y coliformes totales en placa.
- Determinación del tiempo de reducción del azul de metileno.
- Prueba del alcohol.

- Determinación de acidez titulable.
- Detección de fosfatasa alcalina.
- Determinación de la densidad.
- Evaluación sensorial.
- Determinación de grasa por el Método de Gerber.
- Determinación de lactosa por el Método de Lane y Eynon.

Para efectos del presente trabajo, la información del guion literario corresponde a la revisión bibliográfica realizada en el punto 3.7 “El análisis fisicoquímico y microbiológico de la leche”, donde se desarrollan ciertos puntos como el nombre de la prueba, fundamento, normatividad, expresión de los resultados y sus posibles desviaciones.

Para los procedimientos, además del manual, se ha tomado como marco de referencia el Reglamento de Control Sanitario de Productos y servicios, además de la normatividad consultada en el Sistema Integral de Normas y Evaluación de la Conformidad de la Secretaría de Economía.

## **Producción.**

A partir del guion literario, se elaboró el guion técnico en dos columnas, en las cuales, una de ellas describe la narración del tema, y la otra cuál es video o imagen que representa esta información.

La literatura menciona el uso de letra Courier 12 a un espaciado de 1.5 para la escritura de los guiones,<sup>73</sup> sin embargo, en este trabajo fueron escritos en letra Arial 12, con el objetivo de conservar el mismo estilo en todo el trabajo.

Posterior a esto, se realizó la videograbación de cada una de las técnicas de análisis de leche incluidas en el Manual de Prácticas, siguiendo lo descrito en el guion técnico previamente elaborado.

Para ello, se utilizó una videocámara Sony HXR-MC2000N con formato de grabación HD MPEG-4 AVC/H.264 (AVCHD), misma que fue facilitada por el Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública de la FMVZ.

El material necesario para la realización de estas pruebas consistió en instrumental y cristalería básica, añadiendo butirómetros de Gerber, centrífuga, baño de agua, Incubadora, entre otros. El material, reactivos y equipo específico para cada prueba es mencionado en el desarrollo de los guiones.

Para la realización de los análisis, se utilizaron las muestras destinadas para el tema “Leche” de la Práctica de Inocuidad y Calidad de los alimentos de Origen Animal. Para efectos del presente manual, se utilizó el término “leche” independientemente de su presentación (leche entera, descremada o semidescremada; cruda, pasteurizada o ultrapasteurizada).

## **Postproducción.**

Una vez concluida la grabación, se procedió con la edición del material audiovisual, para lo cual se utilizó un equipo Apple iMac "Core i7" 3.4 27-Inch

(Mid-2011) con Sistema Operativo MacOS Sierra Versión 10.12, provisto del software de edición Adobe Premiere Pro CS 5.5 con número de serie 1325-0009-7166-0434-5189-3558.

La edición del material correspondiente a cada una de las pruebas se llevó a cabo de manera independiente, esto con la finalidad de que el manual cuente con un menú que permita reproducir directamente la técnica de interés para el alumno.

Como material adicional a los videos, se utilizó audio libre de derechos de autor, tanto para la musicalización de fondo como para las transiciones, el cual fue descargado de la biblioteca de audio de Youtube.<sup>74</sup>

Terminada la edición, los videos se integraron en un DVD (Digital Versatil Disk), mismo que servirá como material didáctico complementario para la práctica de Inocuidad y Calidad de los Alimentos de Origen Animal.

## **9 CONCLUSIÓN**

La realización de este trabajo tiene como objetivo la mejora en el aprendizaje de los alumnos de práctica de Inocuidad y Calidad de los alimentos de Origen Animal.

Dentro del futuro que pudiera tener este material digital, se pretende que sea distribuido a los alumnos de manera gratuita, ya sea mediante el formato DVD o en el mejor de los casos haciendo uso de plataformas digitales en línea como Youtube, eliminando la barrera que pudiera presentar el no contar con un lector de DVD y presentando como ventaja el acceso a este material en cualquier momento y lugar, al alcance de un simple clic.

Aunque algunos autores mencionan a la evaluación como una de las etapas en la realización de materiales didácticos, en este proyecto no se contempló de esta forma, pues será con base en las opiniones de los alumnos de prácticas que se implementen todas aquellas medidas que potencialmente pudieran mejorar el proyecto hasta su versión final.

## 10 REFERENCIAS.

1. Bárcenas J, Domínguez JA, Tolosa JS. *Recursos electrónicos para la elaboración de material multimedia en la docencia*. En: Memorias XIX Simposio Internacional de Computación en la Educación. 2003. 26/10 - 29/10. Aguascalientes, AGS. México.
2. Carnerio R, Toscano JC, Díaz T. *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*. [Internet]. Madrid, España. Fundación Santillana. 2009. [Consultado Mayo de 2017] Disponible en: [http://www.oei.es/historico/publicaciones/detalle\\_publicacion.php?id=10](http://www.oei.es/historico/publicaciones/detalle_publicacion.php?id=10)
3. Salinas J. *Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria*. RUSC [Internet]. 2004 [Consultado el 05 Mayo de 2017] 1(1):1-16. Disponible en <http://www.uoc.edu/rusc/dt/esp/salinas1104.pdf>
4. Duarte H, Mojarro A. *Análisis del vídeo como una herramienta de apoyo a la enseñanza universitaria*. ECS. [Internet]. 2015. [Consultado el 24 de Junio de 2017] 5 (2): 41-53. Disponible en: <http://sinop.unemat.br/projetos/revista/index.php/educacao/article/view/1935/1469>
5. García M. *Uso Instruccional del Video Didáctico*. Rev. Inv. [Internet] 2014 [Consultado el 26 de Junio de 2017]; 38 (81): pp.43-67. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376140396002>
6. Repetto JE. *Recursos didácticos multimedia: Diseño, elaboración y evaluación*. [Internet]. Universidad De Las Palmas De Gran Canaria: Departamento de didácticas especiales; 2004. [Consultado Mayo 2017]

Disponible: [https://acceda.ulpgc.es:8443/bitstream/10553/3748/1/0338961\\_000\\_00\\_0000.pdf](https://acceda.ulpgc.es:8443/bitstream/10553/3748/1/0338961_000_00_0000.pdf)

7. OPS. *Guía para el diseño, utilización y evaluación de materiales educativos de salud* [Internet]. E.U.A: Organización Panamericana de la Salud; 1984. [Consultado Mayo 2017]. Disponible en: [www.fmed.uba.ar/depto/edunutri/2015guia.pdf](http://www.fmed.uba.ar/depto/edunutri/2015guia.pdf)
8. Repetto JE, Calvo FJ. *La Utilización de Recursos Audiovisuales en la Enseñanza Universitaria*. RCE. [Internet] 2003 [Consultado el 25 de Mayo de 2017]; 12 (12): 137-148. Disponible en: <http://ojsspdc.ulpgc.es/ojs/index.php/ElGuiniguada/article/view/619/553>
9. Ruiz CN, Trujillo MA. *El Uso De Multimedia: Para la Elaboración de Estrategias de Aprendizaje* En: Memorias XVIII Simposio Internacional de Computación en la Educación. 2002. 18/10. Zacatecas, ZAC. México.
10. Galán FE. *El guion didáctico para materiales multimedia*. Rev. Est. Lit. [Internet]. Madrid, España: Universidad Carlos III de Madrid; 2009 [Consultado el 25 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/151027.pdf>
11. Moreno PM. *El video en el aula*. Ágora Dig. [Internet] 2004. [Consultado el 25 de mayo de 2017] N. 7 Disponible en: <http://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/6649>
12. Vilchez GN. *Diseño y producción de materiales multimedia*. En: Vilchez GN: Enseñanza de la geometría con utilización de recursos multimedia. Aplicación a la primera etapa de educación básica. Universitat Rovira I Virgili España:

2004. p. 181- 213. [Consultado Mayo 2017] Disponible en: <http://www.tdx.cat/handle/10803/8928>
13. Morantes MJ. *Guion Técnico y Literario*. [Internet] Bogotá, Colombia. Servicio Nacional de Aprendizaje. 2014; [Consultado Mayo 2017] Disponible en: [https://senaintro.blackboard.com/bbcswebdav/institution/semillas/228101\\_2\\_VIRTUAL/OAAPs/OAAP3/AA1/OA2/guion\\_tec\\_literario.pdf](https://senaintro.blackboard.com/bbcswebdav/institution/semillas/228101_2_VIRTUAL/OAAPs/OAAP3/AA1/OA2/guion_tec_literario.pdf)
14. Pérez NE, Rodríguez MJ, García CM. El uso de mini videos en la práctica docente universitaria. EDMETIC [Internet] 2015. [Consultado el 27 de mayo de 2017]; 4(2): p. 51-70. Disponible en: <http://www.uco.es/ucopress/ojs/index.php/edmetic/article/view/3962>
15. Asinsten J. *Especialización en Entornos Virtuales de Aprendizaje*. [Internet] Argentina. Virtual Educa Argentina; 2010. [Consultado Mayo 2017]. Disponible en: [http://www.cs.umss.edu.bo/doc/material/mat\\_gral\\_130/05-VE-OEA-Mat-Did-2\\_Unidad\\_4\\_Mat\\_Complementario.pdf](http://www.cs.umss.edu.bo/doc/material/mat_gral_130/05-VE-OEA-Mat-Did-2_Unidad_4_Mat_Complementario.pdf)
16. Fernández NA, Rivero LM, González GE, Mígueles NR, Pérez RR. *Metodología para escribir el guion de una videoclase para las carreras de la salud*. RCHCM. [Internet] 2010. [Consultado Mayo de 2017]; 9(1):p 90-98 Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1729-519X2010000100013](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2010000100013)
17. Fernández AR, Server GP, Cepero FE. *El Aprendizaje con el uso de las Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*. OEI-Rev. Iberoam. Educ. [Internet] 2001. [Consultado Mayo 2017] Disponible en: [http://rieoei.org/tec\\_edu16.htm](http://rieoei.org/tec_edu16.htm)



18. Morales MP. *Elaboración de material didáctico*. [Internet] México: Red Tercer milenio – Aliat Universidades. 2012; [Consultado Mayo 2017] Disponible en: <http://www.aliatuniversidades.com.mx/rtm/index.php/producto/elaboracion-de-material-didactico/>
19. Vidal SM, Fajardo PI, González CG. *Educación veterinaria en inocuidad alimentaria (en particular aspectos relacionados con la sanidad animal, los agentes patógenos alimentarios y la vigilancia de las enfermedades transmitidas por alimentos)*. Rev. Sci. tech. Off. Int. Epiz. [Internet] 2013 [Consultado Mayo 2017]; 32 (2): p. 417-424. Disponible en: <http://doc.oie.int:8080/dyn/portal/index.seam?typCode=ART&page=listalo&firstResult=0&fonds=&alold=31594&cid=7213>
20. FAO-OMS. *Garantía de la Inocuidad y Calidad de los Alimentos: Directrices para el Fortalecimiento de los Sistemas Nacionales de Control de los Alimentos*. [Internet]. Italia: Estudio FAO Alimentación y Nutrición; 2003. 76:1-91. [Consultado el 13 de Febrero de 2017] Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/y8705s/y8705s00.htm>
21. Cartín RA. *Perspectivas sobre salud pública veterinaria, seguridad alimentaria y la iniciativa conjunta “Una Salud”*. Rev. Panam. De Salud Pública. [Internet] 2014 [Consultado Mayo 2017]; 36(3): p193–196. Disponible en: <http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/9825>
22. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. *Antecedentes del Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública*. [Internet]. CDMX, México, UNAM. 2016. [Consultado el 09 de Febrero de 2017]. Disponible en:

<http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/medicinapreventiva/acerca.htm>

!

23. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. *Plan de estudios de la licenciatura en medicina Veterinaria y Zootecnia*. [Internet]. CDMX, México. 1998. [Consultado el 10 de Abril de 2017] Disponible en: [http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/p\\_estudios/Plan\\_Estudios\\_2006.pdf](http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/Plan_Estudios_2006.pdf)
24. Enrique C, Alzugaray G. *Potencialidades de las Tics en el laboratorio de Física: Los usos de un volante de Inercia en la cinemática y la dinámica del sólido rígido*. En: II Jornadas de Investigación en Ingeniería del NEA y Países Limítrofes, Universidad Tecnológica Nacional Facultad Resistencia. 2012. 14/06 – 15/06. Argentina.
25. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. *Objetivos de la Práctica de inocuidad y calidad de los Alimentos de Origen Animal. Plan de estudios 2006*. [Internet]. CDMX, México, UNAM. 2013 [Consultado el 13 de Febrero de 2017] Disponible en: [http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/p\\_estudios/Asignaturas/Obligatorias/9o%20semestre/PRACTICA\\_DE\\_INOC\\_CALIDAD\\_DE\\_LOS\\_ALI\\_M\\_DE\\_ORIGEN\\_ANIM.pdf](http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/Asignaturas/Obligatorias/9o%20semestre/PRACTICA_DE_INOC_CALIDAD_DE_LOS_ALI_M_DE_ORIGEN_ANIM.pdf)
26. Fernández E *et al*. *Documento de Consenso: importancia nutricional y metabólica de la leche*. Nutr. Hosp. [Internet] 2015. [Consultado Mayo 2017] 31(1): p. 92-101. DOI: <http://dx.doi.org/10.3305/nh.2015.31.1.8253>
27. Alais C. *Ciencia de la leche: principios de la técnica lechera*. 12<sup>a</sup> reimpresión. México: CECOSA; 1998
28. Cámara Nacional de Industriales de la Leche (CANILEC). *El Libro Blanco de la Leche y los Productos Lácteos*. [Internet] México. 2011. [Consultado Mayo

- 2017] Disponible en: [http://www.canilec.org.mx/descarga\\_archivos\\_publico/Libro\\_Blanco\\_mail.pdf](http://www.canilec.org.mx/descarga_archivos_publico/Libro_Blanco_mail.pdf)
29. Gil H, Varela M. *La Leche como Vehículo de Salud para la Población*. [Internet] España. Fundación Española de Nutrición y Fundación Iberoamericana de Nutrición. 2015. [Consultado Junio de 2017] Disponible en: <http://www.finut.org/la-leche-como-vehiculo-de-salud-para-la-poblacion/>
30. Juárez IM. *Leche y derivados lácteos*. En: Hernández R. M, Sastre G.A. *Tratado de Nutrición*. España. Ediciones Díaz de Santos. 1999, pp. 377-388 [Consultado Junio 2017] Disponible en: [https://books.google.com.mx/books?id=SQLNJOsZClwC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=SQLNJOsZClwC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
31. Universidad del Zulia. *Introducción al control de calidad de leche cruda. Guía práctica*. [Internet] Maracaibo, Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. 2003. [Consultado Junio 2017]. Disponible en: [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/materialdeapoyoparapruebasdeplataforma\\_1693.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/materialdeapoyoparapruebasdeplataforma_1693.pdf)
32. Hernández CL. *Leche Ultrapasteurizada: Evaluación de la Calidad de los Productos Comercializados en el Mercado Nacional*. [Tesis de licenciatura] CDMX, (Méx.) Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México. 2007.
33. Centrich SM. *Adulteraciones Alimentarias. Contaminación de Alimentos*. [Internet] En: Hernández R. M, Sastre G.A. *Tratado de Nutrición*. España. Ediciones Díaz de Santos. 1999, pp. 475 – 490 [Consultado Junio 2017] Disponible en: <https://books.google.com.mx/books?id=SQLNJOsZClwC&>

[printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://www.analesranf.com/index.php/mono/article/view/1107/1121)

34. Rodríguez GJ. *Consecuencias higiénicas de la alteración de los alimentos*. [Internet] En: Sanz, P. B. *MONOGRAFÍA XXXI: Aspectos higiénicos de los alimentos microbiológicamente seguros*. España. Universidad Complutense de Madrid 2010, pp. 19-66. [Consultado Junio 2017] Disponible en: <https://www.analesranf.com/index.php/mono/article/view/1107/1121>
35. Secretaría de Economía. *Catálogo Mexicano de Normas*. [Internet] CDMX. Sistema Integral de Normas y Evaluación de la Conformidad. [Consultado el 13 de Febrero de 2017] Disponible en: <http://www.sinec.gob.mx/SINEC/>
36. Alcázar MC, Castro MC, Sierra GL, Vite PR. *Leche*. En: Sánchez L, Vite PR. *Manual de Prácticas de Laboratorio de inocuidad y Calidad de los Alimentos de Origen Animal*. CDMX, México: Comité Editorial Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM. 2013 p. 27-92
37. Del Castillo CE, Gómez AF. *Texto y cuaderno de trabajo: Laboratorio de Virología*. (México). Comité Editorial de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. 2010
38. Manto MC, Molgatini S. *Normas de trabajo e instrumental básico del laboratorio microbiológico*. En: Negroni M. *Microbiología Estomatológica. Fundamentos y Guía Práctica*. 2da. Edición. Buenos Aires Editorial Médica Panamericana. 2009.
39. Caimanque S, Escudero E. *Guía: Equipamiento básico de bacteriología*. [Internet] Chile: Duoc UC: Escuela de Salud. Sin fecha. [Consultado Junio

- 2017] Disponible en: [http://biblioteca.duoc.cl/bdigital/Documentos\\_Digitales/600/610/39586.pdf](http://biblioteca.duoc.cl/bdigital/Documentos_Digitales/600/610/39586.pdf)
40. FAO. *La garantía de la calidad en el laboratorio microbiológico de control de los alimentos*. [Internet] Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; 1992 [Consultado Junio 2017]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/T0845S/t0845s00.htm>
41. Castillo Y, Andino F. Curso Microbiología de los alimentos. Un enfoque práctico para la inocuidad alimentaria. [Internet] Nicaragua. Universidad Nacional de Ingeniería; 2010. [Consultado Junio 2017] Disponible en: <https://avdiaz.files.wordpress.com/2010/02/documento-curso.pdf>
42. Lissandro SM, et al. *Utilización de Microorganismos Marcadores para la Evaluación de las Condiciones Higiénico-Sanitarias en la Producción Primaria de Leche*. Revista Cient. FCV-LUZ [Internet] 2008. [Consultado el 13 de Julio de 2017] 18 (2); p. 207-217 Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95918213>
43. Red Nacional de Laboratorios de Análisis de Alimentos. Análisis microbiológico de los alimentos. Metodología analítica oficial Vol. III. [Internet] Argentina. RENALOA. 2014. [Consultado Junio 2017] Disponible en: <http://www.anmat.gov.ar/renaloa/Documentos.asp>
44. [NOM 092 SSA1] Norma Oficial Mexicana. [Diciembre-12-1995] *NOM-092-SSA1-1994: Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa*. Diario Oficial de la Federación-Sistema Integral de Normas y Evaluación de la Conformidad.

45. [NOM 113 SSA] Norma Oficial Mexicana. [Diciembre-12-1995] *NOM-113-SSA1-1994: Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.* Diario Oficial de la Federación-Sistema Integral de Normas y Evaluación de la Conformidad.
46. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. *Microbiología de los Alimentos. Módulo II.* [Internet] Argentina. Universidad de Buenos Aires; 2013. [Consultado Junio 2017] Disponible en: [http://www.go.fcen.uba.ar/quimor/?page\\_id=1372](http://www.go.fcen.uba.ar/quimor/?page_id=1372)
47. [NOM 243 SSA1] Norma Oficial Mexicana. [Septiembre-27-2010] *NOM-243-SSA1-2010. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.* Diario Oficial de la Federación-Sistema Integral de Normas y Evaluación de la Conformidad.
48. [NOM 130 SSA1] Norma Oficial Mexicana. [Septiembre-27-2010] *NOM-130-SSA1-1995, Bienes y servicios. Alimentos envasados en recipientes de cierres herméticos y sometidos a tratamiento térmico. Disposiciones y especificaciones sanitarias.* Diario Oficial de la Federación-Sistema Integral de Normas y Evaluación de la Conformidad.
49. [NMX 700 COFOCALEC] Norma Mexicana. [Marzo-20-2014] *NMX-F-700-COFOCALEC-2012: Sistema Producto Leche - Alimento – Lácteo – Leche Cruda de Vaca – Especificaciones Fisicoquímicas, Sanitarias Y Métodos de Prueba.*
50. [NOM 110 SSA1] Norma Oficial Mexicana [Octubre-16-1995] *NOM-110-SSA1-1994: Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de*

*alimentos para su análisis microbiológico*. Diario Oficial de la Federación-Sistema Integral de Normas y Evaluación de la Conformidad.

51. García ME, Fuentes LA, Fernández SI. *Determinación de la calidad higiénica de la leche mediante la medición indirecta del tiempo de reducción del azul de metileno o prueba de la reductasa microbiana*. [Internet] España. Universitat Politècnica de València. 2014. [Consultado Mayo 2017] Disponible en: <http://hdl.handle.net/10251/38380>
52. Zambrano JJ, Grass RJ. *Valoración de la Calidad Higiénica de la Leche Cruda en la Asociación de Productores de Leche de Sotará – Asproleso, Mediante las Pruebas Indirectas de Resazurina y Azul de Metileno*. Fac. Cienc. Agrop. [Internet] 2008. [Consultado Junio 2017] 6 (2): p. 56-66 Disponible en: <http://revistabiotecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotecnologia/article/view/85/69>
53. Molina L, González R, Brito C, Carrillo B, Pinto M. *Correlación entre la termoestabilidad y prueba de alcohol de la leche a nivel de un centro de acopio lechero*. Arch. Med.vet. [Internet] 2001 [Consultado Junio 2017]; 33(2):233-240. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2001000200012>
54. COFEPRIS. *Reglamento de control sanitario de productos y servicios*. Diario Oficial de la Federación. México. 1999. [Consultado Junio 2017] Disponible en: <http://www.cofepris.gob.mx/MJ/Paginas/Reglamentos.aspx>
55. Goded MA. *Modernas técnicas aplicadas, análisis de leche*. Madrid. Dossat; 1966.
56. Negri LM. *El pH y la Acidez de la leche*. [Internet] En: Taverna M, Calvinho L, Páez R, Chávez M: *Manual de Referencias técnicas para el logro de leche de*

- calidad*. 2º ed., 2005, INTA. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires. 2005 p.155 – 161. [Consultado Junio 2017] Disponible en: <http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/pH-y-acidez-en-leche2.pdf>
57. Apango OA. *Elaboración de Quesos tipo Panela y Oaxaca*. [Internet] México: SAGARPA. 2012; [Consultado Junio 2017] Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Elaboraci%C3%B3n%20de%20quesos.pdf>
58. [NOM 155 SCFI] Norma Oficial Mexicana. [Diciembre-12-1995] *NOM-155-SCFI-2012. Leche-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba*. Diario Oficial de la Federación-Sistema Integral de Normas y Evaluación de la Conformidad.
59. Chacón VA. *Comparación de la Titulación de la Acidez de leche caprina y Bovina con Hidróxido de Sodio y Cal Común Saturada*. Agron. Mesoam. [Internet] 2006 [Consultado Mayo 2017]; 17(1): 55-61. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/437/43717109/>
60. García GO, Ochoa MI. *Derivados lácteos: Manejo de Leche. Acidez de la Leche y Determinación de Adulteraciones*. [Internet] Bogotá, Colombia: SENA. 1987. [Consultado Julio 2017] Disponible en: <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ciencias/sena/ganaderia/derivados/lacteos2-3/indice.htm>
61. Eraso GS, Arango BO. *Inactivación térmica de fosfatasa alcalina y lactoperoxidasa en leche de cabra producida en Nariño*. Agron. Colomb. [Internet] 2016 [Consultado Mayo 2017]; 34(1):p.869-871 DOI: 10.15446/agron.colomb.v34n1supl.58090



62. Agenjo CC. *Enciclopedia de la Inspección Veterinaria y Análisis de los Alimentos*. Madrid, España: ESPASA-CALPE, S.A; 1980.
63. Martínez AM, Rosenberg MR. *Simulación Numérica del Proceso de Pasteurización Artesanal de Leche*. AAMC. [Internet] 2014 [Consultado Mayo 2017]; 33: p. 3361-3377. Disponible en: <http://www.cimec.org.ar/ojs/index.php/mc/article/download/4921/4850>
64. Quigley J. *Estudio objetivo sobre la pasteurización de la leche de desecho* Calf Notes. [Internet] 2005. [Consultado Mayo 2017]. No. 110. Disponible en: <http://www.calfnotes.com/pdffiles/CN110e.pdf>
65. Universidad del Zulia. *Eficiencia de la pasteurización y homogenización*. [Internet] España. Facultad de Ciencias Veterinarias. 2003. [Consultado Mayo 2017] Disponible en: <http://www.fcv.luz.edu.ve/images/stories/catedras/leche/pasteurizacion.pdf>
66. Hycel de México S.A de C.V. *Lacto-Zyma®: Equipo de reactivos para detección de fosfatasa alcalina en leche, crema y mantequilla*. Hoja Técnica.
67. Hazard TS. *Calidad de la leche. Variación en la composición de la leche*. INIA. [Internet] 1997. En: Curso Taller Calidad de Leche e Interpretación de Resultados de Laboratorio. [Consultado Junio 2017] Serie Carillanca. N°. 62. p. 33-44. Disponible en: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR22424.pdf>
68. García EM, Fernández S, Fuentes LA. *Determinación del contenido de grasa de la leche por el método de Gerber*. [Internet] España. 2013. [Consultado Junio 2017] Disponible en: <http://hdl.handle.net/10251/30627>

69. Agudelo GD, Bedolla MO. *Composición nutricional de la leche de ganado vacuno*. Rev. Lasallista de Inv. [Internet] 2005. [Consultado Mayo 2017] 2(1): p. 38-42. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69520107>
70. Cervantes AP, Hernández BA, Bonilla SD, Martínez HJ, Lamothe ZC. *Mastitis y Células Somáticas: factores no nutricionales que alteran la composición láctea*. En Memorias XI Curso Internacional Teórico Práctico de Mastitis. 2012. 17/10 - 20/10. Guadalajara, México.
71. Martínez GT. *La Lactosa: El hidrato de Carbono de la leche*. [Internet] CDMX. México. BM Editores. 2014. [Consultado Mayo 2017] Disponible en: <http://bmeditores.mx/la-lactosa-el-hidrato-de-carbono-de-la-leche/>
72. Hodson D. *Hacia un trabajo más crítico del trabajo de laboratorio*. EC: RIED. [Internet] 1994. [Consultado Mayo 2017] 12 (3): p. 299-313. Disponible en: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21370/93326>
73. Andreu C, Luna LA. *Guía de Creación Audiovisual: de la idea a la pantalla*. [Internet] España: Agencia Española de Cooperación para el Desarrollo. 2016; [Consultado Junio 2017] Disponible en: <http://bibliotecadigital.aecid.es/bibliodig/i18n/consulta/registro.cmd?id=3576>
74. Biblioteca de Audio de Youtube. [Internet]. Biblioteca de audio gratuita de Youtube. Disponible en: <https://www.youtube.com/audiolibrary/music> [Consultado el 12 de Dic. de 2017].

## 11 ANEXO 1: GUION LITERARIO

### ESCENAS 1-10

#### INT. LABORATORIO / DÍA

Nos encontramos en el laboratorio de docencia destinado a las Prácticas de inocuidad y Calidad de los alimentos de Origen Animal, ubicado el Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.

Detrás de una mesa de acero inoxidable se encuentra una persona con bata blanca, guantes, cofia y cubrebocas, misma que será la protagonista durante la realización de los planos medios.

El material necesario para cada prueba se mencionará durante el trascurso del video, haciendo coincidir el audio con una toma del material que se desea resaltar.

Los diálogos incluidos durante la explicación de los procedimientos se realizarán en OFF, y seguirán una estructura similar al punto 3.7 “El análisis fisicoquímico y microbiológico de la leche”, en donde se menciona el nombre de la prueba, el procedimiento, los resultados y una breve conclusión, en la cual se mencionarán las posibles causas por las que los parámetros pueden variar.

## 12 ANEXO 2: GUION TÉCNICO.

1. INTRODUCCIÓN (2:52)	
INT. LABORATORIO.DÍA	
Descripción del video.	Descripción del audio
<p>Título: "Introducción"</p> <p>Secuencias aleatorias mostrando bovinos lecheros en pastoreo.</p>	<p>Morning_Stroll.mp3</p> <p>V. OFF: La leche es un alimento fundamental en la nutrición humana durante todas las etapas de la vida. Debido a que en su composición se encuentran prácticamente todos los nutrientes en cantidades relativamente elevadas, la leche se considera un alimento básico y equilibrado, lo cual es de gran importancia en grupos vulnerables de la población, como el caso de los niños pequeños y adultos de la tercera edad.</p> <p>V: OFF: Desde el punto de vista químico, la leche es una mezcla en equilibrio de varios componentes dispersos en agua. Dentro de estos componentes, se encuentran los carbohidratos en una fase de solución estable, siendo la lactosa el que se encuentra en mayor proporción. Constituyendo una fase de dispersión, se encuentran las proteínas, de las cuales la caseína es la más importante. Finalmente formando una fase de emulsión se encuentra la grasa, misma que posee un gran número de ácidos grasos y otras moléculas de lípidos con diversos efectos sobre la salud humana. Dada la complejidad en su composición, la leche es un alimento que se altera muy fácilmente, especialmente bajo la acción del calor. Así, la</p>

<p>Secuencias aleatorias realizando los procedimientos del manual.</p>	<p>calidad de la leche y sus derivados depende directamente de la calidad de la materia prima proveniente de las zonas de producción y de las condiciones de transporte, conservación y manipulación hasta la planta.</p> <p>V. OFF: Debido a las múltiples formas en que la leche puede perder sus características de origen, es necesario realizar en ella pruebas básicas que permitan determinar su calidad, tanto nutricional como sanitaria, esto con el fin de detectar posibles contaminaciones, alteraciones o adulteraciones que pudieran poner en riesgo la inocuidad y la calidad del producto.</p>
<p>Grabación de pantalla mostrando el catálogo de normas.</p>	<p>V. OFF: Con el objetivo de controlar la calidad de la leche y sus derivados, en México se ha establecido un grupo de especificaciones sanitarias y de calidad, mismas que tienen como marco de referencia el Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios, implementado por la Secretaría de Salud a través de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. Estas especificaciones pueden ser consultadas en el Catálogo Mexicano de Normas del Sistema Integral de Normas y Evaluación de la Conformidad, el cual corresponde a un sitio web desarrollado por parte de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía, disponible de manera gratuita accediendo desde el navegador de tu preferencia.</p>

2. EXAMEN BACTERIOLÓGICO (10:20)	
INT. LABORATORIO.DÍA	
Descripción del video.	Descripción del audio
<p>Título: "Examen bacteriológico.</p> <p>Secuencias aleatorias del procedimiento.</p> <p>Cajas de Petri con crecimiento de colonias.</p> <p>Secuencias aleatorias de bovinos lecheros.</p> <p>Secuencias al momento de la ordeña manual.</p>	<p>*Musicalización de fondo*</p> <p>V. OFF: Generalmente, cuando se habla de la calidad de un alimento, se debe considerar el aspecto microbiológico que resulta fundamental porque influye en la conservación y la vida útil del producto, pero además, porque los microorganismos pueden ser causantes de Enfermedades Transmitidas por Alimentos.</p> <p>V. OFF: Aunque existen numerosos criterios para clasificar a los microorganismos, en el análisis de alimentos destacan los microorganismos indicadores, pues son aquellos cuya presencia en números predeterminados sugiere un fallo en alguno de los eslabones de la cadena productiva, advirtiendo oportunamente de un manejo inadecuado o contaminación que pudiera incrementar el riesgo de presencia de microorganismos patógenos.</p> <p>V. OFF: Dentro de los microorganismos indicadores más importantes, se encuentran los Mesofílicos aerobios y los Coliformes totales.</p> <p>En el grupo de los mesofílicos aerobios, se incluyen todos los microorganismos capaces de desarrollar en presencia de oxígeno a una temperatura</p>

<p>Cajas de Petri dentro de la estufa bacteriológica.</p>	<p>comprendida entre 20 y 45°C, dentro de las cuales se incluyen la mayoría de las bacterias patógenas de origen alimenticio.</p>
<p>Título: “Mesofílicos aerobios 35°C/48h”</p>	<p>V. OF: El fundamento de su recuento en placa, consiste en contar las colonias que se desarrollan en el medio Agar Triptona-Extracto de Levadura después de 48 horas a 35°C, presuponiendo que cada colonia proviene de un microorganismo de la muestra bajo estudio.</p>
<p>Título: “<i>Enterobacteriaceae</i>”</p>	<p>V. OFF: Por su parte, los Coliformes Totales son aquellos microorganismos pertenecientes a la familia <i>Enterobacteriaceae</i>, los cuales se contabilizan en placa empleando medios de cultivo diferenciales como el agar rojo violeta bilis, en el que se desarrollan bacterias a 35°C en aproximadamente 24h, dando como resultado la producción de gas y ácidos orgánicos, los cuales viran el indicador de pH y precipitan las sales biliares.</p>
<p>Título: “Coliformes totales 35°C/24h”</p> <p>Fotos de cajas de Petri mostrando las colonias típicas</p>	<p>V. OFF: Para asegurarse de que el ambiente del laboratorio en el que se trabaja no es una fuente importante de contaminación en el examen bacteriológico, cuando se trabaja en condiciones asépticas se realizará un control ambiental exponiendo varias placas de un medio no selectivo a la acción del ambiente. Después del recuento, más de 15 colonias en las placas son un indicador de que la calidad microbiológica del aire puede no ser apta para la realización de análisis de</p>
<p>Escenas de laboratorio marcando las cajas de los controles ambientales.</p>	<p>V. OFF: Para asegurarse de que el ambiente del laboratorio en el que se trabaja no es una fuente importante de contaminación en el examen bacteriológico, cuando se trabaja en condiciones asépticas se realizará un control ambiental exponiendo varias placas de un medio no selectivo a la acción del ambiente. Después del recuento, más de 15 colonias en las placas son un indicador de que la calidad microbiológica del aire puede no ser apta para la realización de análisis de</p>

<p>Escena marcando una caja de Petri para el diluyente.</p>	<p>laboratorio, perdiendo confiabilidad en los resultados que se obtengan. De la misma forma, se debe realizar un control sobre el diluyente y los agares que se utilizarán, con el objetivo de asegurar que estos sean estériles y no supongan una interferencia en los resultados.</p>
<p>Se muestran a la cámara las cajas de Petri identificadas.</p>	<p>V.OFF: Antes de comenzar, y una vez limpia el área de trabajo, se enciende el mechero y se procede a identificar las cajas de Petri, rotulando sobre la tapa el tipo de análisis que se realizará, la fecha, el tipo de leche que se está analizando y la dilución que se inoculará. Al igual que las cajas, deben identificarse los tubos con su respectiva dilución.</p>
<p>Se muestra una animación con las diluciones que deben realizarse.</p>	<p>Para conocer las diluciones que realizará dependiendo del tipo de leche con la que se trabaje, se debe consultar el siguiente cuadro</p>
<p>Escena agitando el frasco con leche.</p>	<p>V.OFF: Con el objetivo de trabajar con una muestra homogénea, esta debe mezclarse agitándola manualmente durante siete segundos con 25 movimientos de arriba hacia abajo formando un arco de 30 cm.</p>
<p>Toma a la transferencia de 1 mL de muestra al diluyente.</p>	<p>V.OFF: Una vez homogenizada, se transfiere 1 mL de la muestra a un tubo que contiene 9 mL de diluyente estéril, evitado el contacto de la pipeta con el diluyente y trabajando a una distancia máxima de 15 cm de distancia del mechero encendido.</p>
<p>Toma a una pipeta transfiriendo 1 mL de</p>	<p>V.OFF: En seguida, se toma 1mL de la dilución anterior y se diluye nuevamente con 9mL de</p>



<p>muestra a otro tubo con dilución.</p>	<p>diluyente en otro tubo, obteniendo así la dilución <math>10^{-2}</math></p>
<p>Se muestra la gradilla con todos los tubos ya diluidos. Toma al operador agitando la muestra.</p>	<p>V.OFF: Este procedimiento se repite sucesivamente hasta obtener la última dilución necesaria, dependiendo del tipo de leche que se esté analizando, siempre homogenizando la muestra de la misma manera cada vez que se realice una dilución.</p>
<p>Se muestra la gradilla con todos los tubos ya diluidos.</p>	<p>V.OFF: Es importante recordar que se debe usar una pipeta diferente para cada transferencia, depositando la anterior en un pipetero que contenga una solución desinfectante.</p>
<p>Toma a la caja de Petri siendo inoculada como indica el diálogo.</p>	<p>V.OFF: Con una pipeta estéril, se toma 1 mL del tubo que contenga la mayor dilución y se inocula en una caja de Petri, procurando no tocar el fondo con la punta de la pipeta. Con la misma pipeta, se toma 1 mL de la dilución anterior siguiendo el mismo procedimiento hasta la inoculación de la muestra directa cuando así se requiera.</p>
<p>Toma de cerca al operador vertiendo el agar en las cajas de Petri.</p>	<p>V. OFF: Una vez realizada la inoculación, se agregan de 15 a 20 mL de Agar cuenta estándar y Agar rojo violeta bilis en las cajas que corresponda a la identificación, levantando la tapa levemente para evitar que el inóculo se contamine, y vertiendo el agar con cuidado para no derramarlo. Terminado este paso, se procede a mezclar de manera inmediata para evitar que la solidificación del medio impida un crecimiento uniforme de los</p>

<p>Se muestran las manos del operador, realizando los movimientos que se indican.</p>	<p>microorganismos.</p> <p>V.OFF: Para la mezcla, se deben realizar seis movimientos de derecha a izquierda, seis en el sentido de las manecillas del reloj, seis en sentido contrario y seis de atrás para adelante sobre la mesa hasta lograr una completa incorporación del inóculo en el medio, teniendo precaución para que este no moje la cubierta de las cajas.</p>
<p>Toma añadiendo Agar rojo violeta bilis.</p>	<p>V. OFF: Para el caso de las cajas destinadas al recuento de coliformes totales, se debe añadir una segunda capa una vez que la primera ha solidificado, de tal manera que ésta última cubra totalmente la superficie de la primera.</p>
<p>Toma introduciendo las cajas a la incubadora.</p>	<p>V.OFF: Una vez que todas las cajas estén solidificadas, se incuban a 35 °C en posición invertida, para evitar que las gotas que se condensan caigan sobre el medio e interfieran con el crecimiento bacteriano. El tiempo de incubación dependerá del tipo de microorganismo que se desea cuantificar, siendo de 24 horas para los coliformes totales y de 48 para los mesofílicos aerobios.</p>
<p>Toma desde adentro de la incubadora mientras se abre.</p> <p>Fotografías con las colonias típicas</p>	<p>V. OFF: Para la lectura de los coliformes totales, se realiza el conteo y se seleccionan aquellas placas que contengan de 15 a 150 UFC de coliformes en sus respectivas cajas. Dado que el agar rojo violeta bilis es un medio selectivo, el crecimiento típico de coliformes se ve reflejado en colonias de morfología</p>

<p>Fotografías con los diferentes tipos de colonias que pueden crecer.</p>	<p>biconvexa, con un diámetro de 0,5 a 2 mm, de color rojo oscuro, y generalmente rodeadas por un halo de color rojo o rosa claro producto de precipitación de las sales biliares.</p> <p>V.OFF: Para el caso de los mesofílicos aerobios, se cuentan todas las colonias que hayan crecido en el Agar cuenta estándar, y se seleccionan aquellas placas que contengan entre 25 y 250 UFC de mesofílicos aerobios. Debido a que este grupo de microorganismos está conformado por una gran variedad de géneros, las colonias que se desarrollan pueden tener características muy distintas entre sí, pudiendo presentarse en diferentes tamaños, colores y consistencias.</p>
<p>Títulos con ejemplos de conteo.</p>	<p>V.OFF: Para calcular el número de microorganismos desarrollados en cada medio, se multiplica el número de colonias contadas por el inverso de la dilución correspondiente, informando el resultado en unidades formadoras de colonia, utilizando 2 cifras significativas. Para aquellos casos en los que la cuenta de colonias se encuentre por debajo de las 15 o 25 recomendadas, se contarán todas las colonias y el resultado se reportará como valor estimado. Si por el contrario la cuenta excede las 250 o 150, se contará la mitad de las colonias y el resultado se multiplicará por 2, reportando el resultado de igual forma como valor estimado. Para otros casos específicos, es necesario consultar la normatividad vigente relacionada a la calidad sanitaria de leche, misma que se puede consultar</p>

<p>Grabación de pantalla mostrando algunas normas referentes a la calidad e inocuidad de la leche.</p>	<p>en el catálogo de normas de la secretaría de economía.</p> <p>V. OFF. Para poder emitir un dictamen sobre la aceptabilidad higiénica de la leche, es necesario comparar los resultados obtenidos con los valores permitidos por la normatividad oficial, pues solo teniendo el marco de referencia será posible tomar decisiones sobre la leche analizada.</p>
<p>Secuencias aleatorias con bovinos productores de leche.</p>	<p>V. OFF: Los microorganismos indicadores son útiles para juzgar el funcionamiento del establecimiento productor, pues señalan la existencia de defectos durante la manipulación, el incumplimiento de las pautas de higiene y permiten inferir la vida útil y la inocuidad del alimento. Si bien el método presenta ciertas limitaciones, puede utilizarse para evaluar calidad sanitaria, aceptabilidad sensorial, aplicación de buenas prácticas de manufactura y condiciones de almacenamiento de la leche cruda. El recuento de microorganismos indicadores refleja la calidad sanitaria de los productos analizados, indicando además de las condiciones higiénicas de la materia prima y la forma en que fueron manipulados durante su elaboración. Es importante recordar que el recuento de indicadores únicamente estima la microflora viable total sin especificar el tipo de microorganismo, por lo que un recuento elevado de mesofílicos aerobios o coliformes totales no significa necesariamente la presencia de flora patógena, de la misma forma en que un recuento bajo no garantiza su ausencia.</p>

3. REDUCCIÓN DEL AZUL DE METILENO (3:24)	
INT. LABORATORIO.DÍA	
Descripción del video.	Descripción del audio
<p>Animación “Reducción del azul de metileno”</p> <p>Se muestra una serie de tomas cortas realizando el procedimiento para la determinación del tiempo de reducción del azul de metileno.</p> <p>Escenas al momento de la ordeña.</p>	<p>*Musicalización de fondo.*</p> <p>V.OFF: La determinación del tiempo de reducción del azul de metileno es un método de laboratorio que evalúa indirectamente la cantidad de microorganismos presentes en la leche. Esta prueba nos indica las condiciones de higiene en la obtención de la leche, además de las condiciones de conservación y transporte de la misma. Se trata de un método aproximado empleado para valorar la calidad sanitaria de la leche cruda, el cual se basa en añadir una pequeña cantidad de azul de metileno a la leche e incubar la mezcla a 37°C, produciendo una decoloración debida a la actividad reductora de las bacterias que en el proceso de respiración, eliminan el oxígeno disuelto en la leche, produciendo así la reducción del colorante hasta que este se elimina totalmente.</p> <p>V. OFF: La velocidad a la que se produce el cambio de color en la leche es proporcional al número de microorganismos presentes en ella. De esta manera se puede determinar de manera indirecta su calidad higiénica, lo cual permite decidir si es o no apta para ser sometida al proceso de pasteurización.</p>

<p>Toma al mechero encendido junto a una gradilla con un tubo de ensaye.</p>	<p>V.OFF: Es importante recordar que este procedimiento, al igual que el examen bacteriológico debe llevarse a cabo bajo condiciones de esterilidad, por lo que es necesario trabajar con el mechero encendido, a una distancia de seguridad de máximo 15cm.</p>
<p>Toma rotulando el tubo de ensaye</p>	<p>V.OFF: Antes de comenzar con el procedimiento, se toma un tubo de ensaye estéril y se rotula en la parte inferior para identificar la muestra.</p>
<p>PP. Se visualiza la toma de 10 mL de leche y 1 mL de azul de metileno.</p>	<p>V. OFF: Con ayuda de una pipeta estéril, se adicionan en él 10 mL de la muestra de leche y posteriormente 1mL de la solución estéril de azul de metileno, mezclando el contenido del tubo para obtener una composición homogénea.</p>
<p>Toma al tubo siendo sumergido en el baño de agua.</p>	<p>V.OFF: Una vez que el contenido del tubo se encuentra homogenizado, se coloca en baño de agua a 37°C de forma invertida, de tal manera que el nivel del agua cubra totalmente el contenido del tubo. Se registra la hora de inmersión y se comienza a tomar el tiempo.</p>
<p>El operador levanta la tapa del baño maría y observa el tubo.</p>	<p>V.OFF: Al término de la primera media hora, se observa la coloración del contenido del tubo, y se continua revisando cada hora hasta completar 5 horas en total.</p>
<p>Toma a dos tubos, uno reducido y otro con azul de metileno.</p>	<p>V. OFF: Una muestra que aún no ha reducido el colorante se observará de color azul, mientras que una en proceso de reducción devolverá a la leche</p>

<p>Se muestra en pantalla la “Tabla 2”.</p>	<p>su color característico.</p> <p>V.OFF: Una vez que se ha reducido totalmente el azul de metileno, se registra el tiempo y se clasifica la leche de acuerdo a su calidad sanitaria, que será indicada por el tiempo de reducción. Una leche de buena calidad será aquella que reduzca el azul de metileno en 5 horas o más, mientras que aquella que lo reduzca en un tiempo menor a 2 horas será considerada como una leche de mala calidad.</p>
<p>Escenas aleatorias de bovinos productores de leche.</p>	<p>V.OFF: El tiempo de reducción del azul de metileno puede verse afectado por algunos factores, entre ellos, además del tipo de microorganismo, el número de células somáticas, el periodo de exposición a la luz y la cantidad de oxígeno disuelto, pues a medida que aumenta el número de leucocitos en la leche y su exposición a la luz, el tiempo de reducción tiende a disminuir, mientras que la agitación es un factor que tiende a retardar el tiempo de reducción, debido al aumento en la cantidad de oxígeno disuelto.</p>

4. PRUEBA DEL ALCOHOL (2:52)	
INT. LABORATORIO.DÍA	
Descripción del video.	Descripción del audio
Título: “Prueba del alcohol”	*Musicalización de fondo*
Se muestra una serie de	V.OFF: La prueba del alcohol es utilizada por la

<p>tomas cortas realizando la prueba del alcohol</p>	<p>industria lechera como prueba de recepción en planta. Es una de las pruebas más sencillas en la cual se utiliza alcohol etílico mezclado con la leche por partes iguales, apreciando la floculación en un resultado positivo o ausencia de floculación en un resultado negativo.</p> <p>V. OFF: El fundamento de esta prueba se basa en la desestabilización de la fase coloidal causada por la adición de etanol a una cierta concentración, provocando la precipitación de la caseína debida a un desequilibrio entre el pH y la concentración de iones de calcio. En términos generales, si la muestra es inestable se producirá la coagulación de la leche, por lo que no será apta para su industrialización.</p>
<p>Grabación de pantalla Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios.</p>	<p>V. OFF: Aunque la normatividad indica que la leche de bovino debe presentar prueba de alcohol al 68% con un resultado negativo, esta prueba puede ser realizada además con alcohol al 72%, esto con el objetivo de asegurar una mayor estabilidad de la leche frente a tratamientos térmicos. Adicionalmente, se puede realizar una tercera prueba con alcohol al 96%, utilizando esta únicamente como control positivo.</p>
<p>Toma al operador rotulando los tubos de ensaye.</p>	<p>V.OFF: Antes de comenzar, deben rotularse los tubos para identificar la muestra y la concentración de alcohol que se utilizará en cada una de las pruebas.</p>



<p>Toma mostrando los tubos marcados como 68, 72 y 96%.</p>	<p>V.OFF: Con ayuda de una pipeta, se deposita a cada tubo 2 mL de alcohol al 68, 72 y 96% respectivamente, utilizando una pipeta diferente para cada concentración de alcohol.</p>
<p>Toma a los dos tubos en la gradilla mostrando los dos posibles resultados</p>	<p>V.OFF: Posteriormente, se agrega a cada tubo 2 mL de leche, agitando inmediatamente los tubos para homogenizar el contenido y se observa a contra luz si ha ocurrido floculación de la mezcla, inclinando el tubo en varias direcciones. Debido a que el tubo que contiene la muestra con alcohol al 96% es el control positivo, la precipitación en este tubo se considera normal.</p>
<p>Escenas aleatorias de bovinos productores de leche.</p>	<p>V.OFF: La leche de buena calidad no sufre ninguna alteración mientras que en una con cierto grado de acidificación como la proveniente de vacas con mastitis se observa la precipitación de la caseína, evidenciándose como grumos en las paredes del tubo, estas leches no son aptas ni para la fabricación de quesos ni para la pasteurización. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que las leches con un contenido elevado de calcio iónico o de composición anormal, especialmente las del final de la lactación y el calostro, también pueden coagular por el alcohol sin ser necesariamente ácidas.</p>

5. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE (2:59)	
INT. LABORATORIO.DÍA	
Descripción del video.	Descripción del audio
<p>Animación: "Determinación de la acidez titulable"</p> <p>Se muestra una serie de tomas cortas realizando la determinación de la acidez titulable.</p> <p>Animación: acidez</p> <p>Toma a la pipeta con 9 mL de leche y depositándolos en el matraz.</p>	<p>Light_The_Torch.mp3</p> <p>V.OFF: La acidez titulable es la cantidad total de ácido en una solución determinada por titulación. Esta acidez corresponde a la cantidad de hidróxido de sodio utilizado para neutralizar los grupos ácidos de la leche y forma parte del examen básico de calidad.</p> <p>La acidez normal de la leche se debe principalmente a su contenido de caseína y de fosfatos, aunque también contribuyen otros compuestos como el dióxido de carbono, los citratos y la albúmina. Este parámetro puede verse modificado especialmente en leches que no presentan una adecuada calidad higiénico-sanitaria, las cuales pueden presentar valores elevados de acidez debida a un aumento de la concentración de ácido láctico, la cual se atribuye principalmente a los microorganismos mesofílicos aerobios que a través de un proceso de fermentación, forman ácido láctico a partir de la lactosa.</p> <p>V.OFF: Como primer paso, se toman 9 mL de muestra y se vierten en un matraz Erlenmeyer de 250 mL.</p>

<p>Toma al operador añadiendo las gotas de fenolftaleína.</p> <p>Toma al operador en el equipo de titulación, abriendo la llave de la bureta con la mano izquierda mientras agita el matraz con la derecha.</p>	<p>V.OFF: Posteriormente, se añaden 5 gotas de solución indicadora de fenolftaleína al 1%, y se deja caer la solución de Hidróxido de Sodio por goteo en el matraz que contiene la muestra, agitando constantemente hasta la aparición de un color rosa pálido persistente.</p>
<p>Toma a un matraz sobre una hoja blanca, evidenciando el cambio de color</p>	<p>V. OFF: Para observar el cambio de color con mayor facilidad, es recomendable colocar una hoja blanca debajo del matraz mientras se lleva a cabo el procedimiento.</p>
<p>Toma al menisco de la bureta.</p>	<p>V.OFF: Una vez que termine la titulación, se lee en la bureta el volumen utilizado de Hidróxido de Sodio y posteriormente se calcula la acidez expresada en ácido láctico.</p>
<p>Se muestra una animación con la fórmula</p> $\text{Acidez (g/L)} = \frac{V \times N \times 90}{M}$	<p>V. OFF: Para ello, se utiliza la siguiente fórmula: Donde “V” son los mililitros de solución de NaOH gastados en la titulación, “N” es la normalidad de la disolución de NaOH y “M” es el volumen de la muestra en mL.</p>
<p>Grabación de pantalla con los parámetros normales.</p>	<p>V. OFF: Aunque existen diferentes escalas para expresar el valor de la acidez, la normatividad en México establece que la leche para consumo humano debe tener una acidez de entre 1,3 y 1,7 g/L expresada en ácido láctico, por lo que un valor diferente al establecido puede ser indicador de</p>

<p>Escenas aleatorias de bovinos productores de leche.</p> <p>Toma realizando la lectura de la densidad.</p>	<p>leches que no presentan una adecuada calidad higiénico-sanitaria, como aquellas obtenidas mediante malas prácticas de ordeño o la proveniente de vacas con mastitis.</p> <p>V. OFF: La acidez titulable de la leche fresca disminuye conforme avanza el período de lactación, y suele ser baja en la leche que ha sido aguada, por lo que si se tiene la sospecha de una adulteración, deben realizarse pruebas complementarias como la determinación de la densidad.</p>
--	--

6. DETECCIÓN DE FOSFATASA ALCALINA (4:48)	
INT. LABORATORIO.DÍA	
Descripción del video.	Descripción del audio
<p>Animación: “Detección de Fosfatasa Alcalina”</p> <p>Secuencias aleatorias de bovinos productores de leche. Animación sobre la fosfatasa alcalina.</p> <p>Aparecen animaciones con los títulos “<i>Coxiella burnetii</i> y <i>Mycobacterium tuberculosis</i>” además de las constantes de la</p>	<p>*Musicalización de fondo*</p> <p>V. OFF: La fosfatasa alcalina es una enzima termosensible que se encuentra de manera natural en la leche cruda. Esta enzima se destruye cuando la leche se calienta a las temperaturas normales de pasteurización, de tal forma que es un indicador de una correcta pasteurización en la leche comercial.</p> <p>V. OFF: La importancia de esta enzima en la industria láctea se debe a que es levemente más resistente al tratamiento térmico que las bacterias patógenas en que se basan los procesos de validación de la pasteurización, ya que se inactiva a</p>

<p>pasteurización lenta (63°C, 30 min</p>	<p>las condiciones normales de un tratamiento de pasteurización lenta. El fundamento de su determinación consiste en la descomposición de esta enzima al ser incubada con un sustrato de fenilfosfato, provocando una reacción que libera fenol en el proceso. La cantidad de fenol libre se puede valorar de manera semicuantitativa cuando se obtiene un color azul mediante la adición de un reactivo desarrollador de color.</p>
<p>Títulos con las reacciones que se llevan a cabo en la detección de la fosfatasa alcalina.</p>	<p>Debido a que este reactivo valora la cantidad de fenol libre, esta prueba debe realizarse en una atmósfera libre de sustancias fenólicas que pudieran interferir con la determinación; para ello es muy importante utilizar material de vidrio escrupulosamente limpio y libre de residuos de detergentes que pueden contener fenol, emplear reactivos químicamente puros y en general bajo condiciones que garanticen la ausencia de contaminación con sustancias fenólicas.</p>
<p>Toma a las manos del operador rotulando</p>	<p>V. OFF: Para comenzar, se identifican 2 tubos de ensayo, uno como problema y otro como control.</p>
<p>Toma agregando agua destilada a los tubos, a un lado de la parrilla con el agua caliente, se hace un corte de imagen y se muestra el reactivo siendo depositado.</p>	<p>V. OFF: Con ayuda de una pipeta graduada, se agregan 10 mL de agua destilada a cada tubo a una temperatura aproximada de entre 37 y 39°C e inmediatamente se agregan aproximadamente 250mg del reactivo de fenilfosfato.</p>
<p>Se muestra la agitación</p>	<p>V.OFF: Se mezcla el contenido del tubo hasta la</p>

<p>cuidando de no tocar la boca del tubo con las manos.</p>	<p>completa disolución del reactivo, cuidando de no utilizar tapones de hule o cualquier otro material plástico, ya que estos podrían interferir con el resultado debido a los residuos de fenol que estos pudieran dejar en la muestra.</p>
<p>Toma añadiendo 1 mL de leche al tubo de ensaye.</p>	<p>V. OFF: En el tubo problema, se añade 1mL de la leche por analizar y se mezcla de la misma forma, cuidando de no contaminar el contenido del tubo.</p>
<p>Toma añadiendo 1 mL de leche al tubo de ensaye marcado como control positivo.</p>	<p>V. OFF: De la misma forma, se procede con el tubo identificado como control, pero en este caso agregando leche en la cual se ha destruido la fosfatasa alcalina previamente calentada a 85°C.</p>
<p>Toma al baño maría con los tubos de ensaye dentro.</p>	<p>V.OFF: Terminado este paso, se procede a incubar la mezcla de ambos tubos en baño de agua a 45°C durante 10 minutos.</p>
<p>Toma agregando el reactivo II en los tubos de ensaye.</p>	<p>V. OFF: Se agrega un aproximado de 250 mg del reactivo desarrollador de color a cada tubo, dejando reposar por 10 minutos.</p>
<p>Una imagen del tubo positivo al lado de una línea ancha color azul, de igual forma el tubo negativo con una línea color café, para contrastar la diferencia entre los resultados.</p>	<p>V.OFF: Una vez transcurrido el tiempo, se agitan los tubos, siguiendo la misma metodología que en los pasos anteriores, y se espera de 3 a 5 minutos para comparar los dos tubos con la tabla de colores que incluye el kit de identificación.</p> <p>Debido a que la fosfatasa alcalina es una enzima termolábil, para que una leche cumpla con lo establecido en el Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios, el resultado deberá ser negativo, tal como sucede en aquella leche</p>

<p>Secuencias aleatorias de bovinos productores de leche.</p>	<p>previamente calentada. Una prueba positiva en leche pasteurizada podría ser indicadora de un incumplimiento en los parámetros normales de pasteurización.</p> <p>V. OFF: Algunas muestras recién pasteurizadas que dan negativa a la prueba de fosfatasa, pueden dar una reacción positiva al cabo de un cierto tiempo. Este fenómeno se ha observado especialmente cuando la leche se somete a temperaturas mucho mayores a las temperaturas normales de pasteurización, en leches muy ricas en materia grasa, o en aquellas que no se refrigeran adecuadamente o de manera continua. Este fenómeno se atribuye a una reactivación de la fosfatasa de la leche, lo cual no significa una mala pasteurización. Ante esto, existe un procedimiento para diferenciar la fosfatasa reactivada de aquella que resulta de una mala pasteurización, la cual se basa en la propiedad de la primera de aumentar su actividad aproximadamente diez veces cuando se almacena en presencia de cloruro de magnesio a una concentración de 1,5%; cosa que no ocurre con la fosfatasa residual.</p>
---	--

7. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD (3:36)	
INT. LABORATORIO.DÍA	
Descripción del video.	Descripción del audio
<p>Título: “Determinación de la densidad”</p> <p>Escenas aleatorias de bovinos productores de leche.</p> <p>Toma al lactodensímetro.</p> <p>Título: “Factor de corrección 0.0002”</p> <p>Toma depositando la leche en la probeta y otra toma cuando ya se encuentra llena.</p> <p>Toma introduciendo el lactodensímetro siendo</p>	<p>*Musicalización de fondo*</p> <p>V. OFF: La densidad de la leche es el peso de un volumen dado de la misma a una temperatura determinada. Puesto que la leche es una mezcla de proteínas, grasa y carbohidratos, además de sales, vitaminas y otros componentes disueltos en agua, su densidad depende de la combinación de densidades entre sus diferentes componentes, la cual, evidentemente, cambiará dependiendo de la proporción en que cada uno de ellos se encuentre presente. La importancia de la determinación de la densidad, por lo tanto, radica en que es un método económico que permite detectar adulteraciones de la leche, ya sea por separación de la grasa, o por adición de leche descremada o agua. Para su determinación, se utiliza el lactodensímetro de Quévenne, haciendo la lectura a 15°C, mediante un factor de corrección.</p> <p>V. OFF: Previamente homogenizada, se depositan 250 mL de leche en la probeta, de manera lenta y por las paredes para evitar que se forme espuma que pueda interferir con la lectura.</p> <p>V. OFF: Se introduce el lactodensímetro lentamente, impidiendo que se adhiera a la pared</p>



<p>girado.</p> <p>Toma en primer plano a la escala del lactodensímetro.</p> <p>Título: 15°C Título: 31 → 1.031 Título con los cálculos de corrección</p> <p>Grabación de pantalla mostrando el valor normal.</p> <p>Escenas aleatorias de bovinos productores de leche.</p> <p>Toma agregando agua a la probeta.</p>	<p>interna de la probeta y soltándolo despacio para evitar que choque con el fondo.</p> <p>V. OFF: Una vez que el lactodensímetro se ha estabilizado, se realiza la lectura en la parte superior del menisco en la escala correspondiente.</p> <p>V. OFF: Una vez realizada la lectura, y sin sacar completamente el lactodensímetro de la leche, se registra la temperatura que indica la escala interior.</p> <p>V. OFF: Para emitir un resultado válido, la lectura que se realiza debe corregirse a 15 °C. Cuando se utiliza un lactodensímetro de Quévenne, la escala graduada indica centésimas y milésimas que se agregarían a la unidad, y por cada grado de temperatura superior o inferior a 15°C, se sumará o restará a la lectura obtenida la cifra de 0.0002 respectivamente.</p> <p>V. OFF: Debido a que la densidad de la leche está en función de sus componentes, el valor normal de esta depende, entre otros factores, de la especie y la raza de los animales que la produzcan.</p> <p>V. OFF: Aunque existen muchas formas en las que puede modificarse la densidad de la leche, si los resultados obtenidos son diferentes a los normales, se sospechará fundamentalmente de dos tipos de adulteración: el aguado y desnatado. Debido a que la densidad de la grasa es menor que la del agua, el aguado disminuye la densidad de la leche mientras</p>
--	--

<p>Toma agregando azúcar a la probeta y posteriormente a la lectura del lactodensímetro para evidenciar la adulteración.</p>	<p>que el desnatado la aumenta.</p> <p>V. OFF: Para aumentar la densidad, también es común la adición de ciertos solutos como la sal o el azúcar, debido a que basta con añadir una pequeña cantidad, esta adulteración puede pasar desapercibida si no se realizan otras pruebas como la determinación de la grasa.</p>
<p>Escenas aleatorias de bovinos productores de leche.</p>	<p>V. OFF: Combinando la adición de agua y la sustracción de grasa, se puede lograr que la densidad permanezca invariable. Sin embargo, este tipo de fraude puede ser fácilmente detectado, pues tanto la acidez como el porcentaje de grasa tendrán valores inferiores a los normales.</p> <p>V. OFF: Conviene recordar, que la densidad de la leche no debe determinarse recién ordeñada, sino después de 4 horas, ya que luego de la extracción sufre un proceso de contracción e incremento de peso específico hasta que se estabiliza.</p>

8. EVALUACIÓN SENSORIAL (4:00)	
INT. LABORATORIO.DÍA	
Descripción del video.	Descripción del audio
<p>“Evaluación sensorial”</p> <p>Escenas aleatorias realizando el análisis sensorial en el laboratorio.</p> <p>Toma a un vaso de vidrio con leche.</p>	<p>*Musicalización de fondo*</p> <p>V. OFF: La evaluación sensorial consiste en la realización de un análisis de los alimentos a través de los sentidos. A nivel de planta, la observación de los caracteres sensoriales de la leche constituye una prueba de plataforma que permite la segregación de las leches de mala calidad; para lo cual la técnica más común consiste en oler el contenido de un recipiente inmediatamente después de haber sido destapado. Además del olor, el análisis sensorial permite determinar otras características como el aspecto, el color, el sabor y la consistencia. En una planta lechera, estas características deben determinarse diariamente al momento de la recepción, pues permiten identificar rápidamente aquellas leches que sufran algún proceso de alteración.</p> <p>V. OFF: El color de la leche tiene una cierta importancia en la industria lechera porque a menudo se considera como indicativo de su riqueza en grasa. De manera normal, el color blanco de la leche se atribuye a reflexión de la luz por las partículas del complejo caseinato-fosfato-cálcico en suspensión coloidal y por los glóbulos de grasa en emulsión. Así leches que han sido parcial o totalmente descremadas o que han sido adulteradas</p>

<p>Tomas de bovinos al momento de la ordeña.</p>	<p>con agua, presentan un color blanco con un tinte levemente azulado y acuoso.</p> <p>V. OFF: Las leches de retención o mastíticas presentan un color gris amarillento, mientras que un color rosado puede ser el resultado de la presencia de sangre o crecimiento de ciertos microorganismos. Otros colores extraños, pueden ser producto de contaminación con sustancias coloreadas o de crecimiento de ciertos microorganismos. Una leche adulterada con suero de quesería por ejemplo, puede adquirir una coloración amarilla o verdosa debida a la presencia de Riboflavina.</p> <p>V. OFF: El olor de la leche obtenida en condiciones normales se considera característico y se debe a la presencia de compuestos orgánicos volátiles de bajo peso molecular, entre ellos, ácidos, aldehídos, cetonas y trazas de sulfato de metilo. Dentro de su proceso, debe imponerse un riguroso aislamiento, pues es frecuente que la leche adquiera con cierta facilidad sabores u olores extraños, derivados de ciertos alimentos consumidos por la vaca antes del ordeño, de sustancias de olor penetrante o superficies metálicas con las cuales ha estado en contacto o bien de cambios químicos o microbiológicos que el producto puede experimentar durante su manipulación.</p>
<p>Toma probando la leche.</p>	<p>V. OFF: El sabor natural de la leche es difícil de definir, aunque lo normal es que sea ligeramente</p>

<p>Escenas aleatorias de bovinos productores de leche.</p>	<p>dulce gracias a su contenido en lactosa. A veces se presenta con cierto sabor salado por la alta concentración de cloruros que tiene la leche de vaca que se encuentra al final del periodo de lactancia o que sufren estados infecciosos de la ubre, pero en general, el sabor de la leche fresca normal es agradable y puede describirse simplemente como característico. Debido a que el sabor está íntimamente ligado al olor, cualquier alteración en alguna de estas características modificará inevitablemente a la otra, pudiendo presentarse olores y sabores dulces, a forraje, rancios o quemados, mismos que disminuyen la aceptabilidad por parte del consumidor.</p>
<p>Escenas aleatorias de bovinos productores de leche.</p>	<p>V. OFF: La consistencia se refiere a la sensación de acuosidad que se percibe en boca, la cual puede definirse como fluida, untuosa, viscosa o densa, entre otras. Esta consistencia puede ser alterada por el desarrollo de ciertos microorganismos capaces de producir polisacáridos que por la acción de ligar agua aumentan su viscosidad.</p>
<p>Escenas aleatorias de bovinos productores de leche.</p>	<p>V. OFF: Una leche fresca y obtenida en circunstancias normales, debe ofrecer un aspecto homogéneo de color y olor característicos, pudiendo presentar un sabor suave y ligeramente azucarado. Cualquier alteración en estas características debe reportarse en los resultados, siempre identificando la muestra y de preferencia conociendo la temperatura y las condiciones de almacenamiento.</p>

9. DETERMINACIÓN DE GRASA POR EL MÉTODO DE GERBER (4:53)	
INT. LABORATORIO.DÍA	
Descripción del video.	Descripción del audio
<p>Título: “Determinación de grasa por el método de Gerber”</p> <p>Escenas aleatorias de bovinos productores de leche.</p> <p>Tomas a los butirómetros.</p>	<p>*Musicalización de fondo*</p> <p>V. OFF: Se considera que la grasa butírica es el principal contribuyente de la energía que contiene la leche. Además de esto, la grasa tiene una función muy importante en el transporte de carotenoides solubles y de vitaminas A, D, E y K, de las cuales la leche es una buena fuente.</p> <p>La determinación del contenido de grasa en leche es muy importante en el control de calidad de la industria láctea, tanto desde el punto de vista económico como nutricional, pues además de ser el punto de referencia para pactar los precios de compra-venta, su cuantificación permite detectar acciones fraudulentas como el aguado y el desnatado, mismas que pueden provocar cambios en el valor nutricional, alteraciones de las características sensoriales e incluso poner en peligro la inocuidad del producto.</p> <p>V. OFF: Aunque el contenido de grasa de la leche y sus derivados puede determinarse por medio de diversas técnicas, debido a su precisión y rápida ejecución, el método de Gerber sigue siendo un</p>

<p>Tomas aleatorias realizando el procedimiento.</p>	<p>procedimiento de rutina empleado comúnmente en las industrias lácteas.</p> <p>V. OFF: El método de Gerber se basa en el empleo de un butirómetro; dentro del cual se separa la materia grasa por centrifugación después de haber disuelto la fracción proteica de la leche con ácido sulfúrico concentrado. Debido a que durante esta prueba se trabaja con reactivos que pueden ser peligrosos, es importante seguir todas las medidas de seguridad que indique el profesor.</p>
<p>Toma mezclando la leche.</p>	<p>V. OFF: Antes de comenzar, la leche debe mezclarse cuidadosamente con el fin de permitir un reparto homogéneo de la materia grasa. Esto es de gran relevancia al momento de realizar la lectura, pues permite obtener resultados mucho más confiables.</p>
<p>Toma al dispensado automático y colocando los 10 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.</p>	<p>V. OFF: Como primer paso, se colocan 10 mL de ácido sulfúrico concentrado en el butirómetro usando un medidor automático, teniendo cuidado de no impregnar el cuello.</p>
<p>Toma en primer plano al contenido del butirómetro para apreciar la caída de la leche</p>	<p>V. OFF: Con ayuda de una pipeta volumétrica, se miden 11 mL de leche y se depositan en el butirómetro, apoyando la pipeta en posición oblicua contra la pared interna, permitiendo que la leche se deslice a lo largo del vidrio y se superponga al ácido sulfúrico sin producir rastros de ennegrecimiento.</p>
<p>Toma a una pipeta de 1</p>	<p>V. OFF: De la misma forma, se añade 1 mL de</p>

<p>mL tomando alcohol isoamílico y depositándolo en el butirómetro. // Toma al operador colocando el tapón tal como se indica en el audio</p>	<p>alcohol isoamílico, tapando el butirómetro inmediatamente con ayuda del pulsador, adelgazando el tapón para permitir que entre perfectamente en el cuello.</p>
<p>Tomas consecutivas agitando el butirómetro envuelto en una toalla de papel o tela.</p>	<p>V. OFF: El siguiente paso consiste en realizar una agitación vigorosa del butirómetro, con el objetivo de disolver la proteína gracias a la acción del ácido sulfúrico sobre la leche.</p>
<p>Toma a las manos del operador sosteniendo el butirómetro.</p>	<p>V. OFF: Debido a que la mezcla del ácido sulfúrico con la leche produce una reacción exotérmica de aproximadamente 85°C, es recomendable sostener el butirómetro con las medidas de seguridad necesarias para evitar accidentes.</p>
<p>Toma invirtiendo el butirómetro, mostrando la ampolla siendo vaciada.</p>	<p>V. OFF: Una vez terminada la primera etapa de agitación, el butirómetro debe invertirse unas cuantas veces, permitiendo que el ácido de la sección de la escala graduada y el de la ampolla terminal se mezcle. La agitación debe concluir hasta que no queden más vestigios de caseína sin disolver.</p>
<p>Toma al operador abriendo la centrifuga, colocando el butirómetro dentro, cerrándola y presionando el botón de</p>	<p>V. OFF: Una vez que el contenido del butirómetro ha sido homogenizado, se centrifuga durante 10 minutos a una velocidad de 1100 revoluciones por minuto.</p>



<p>inicio.</p> <p>Animación de la fórmula señalando los puntos A y B en el cuello del butirómetro centrifugado.</p>	<p>V. OFF: Concluida la centrifugación, se coloca el butirómetro con la escala hacia arriba y se realiza la lectura de manera que el menisco de la columna de grasa esté al nivel de los ojos. El contenido de grasa presente en la muestra, expresado en porcentaje, se calcula de la siguiente manera:</p> $B - A$ <p>Donde:</p> <p>A es la lectura al inicio de la columna grasa; Y B es la lectura de la parte superior de la columna grasa</p>
<p>Animaciones con los cálculos.</p>	<p>V. OFF: El resultado obtenido se expresa directamente en por ciento de la grasa contenida en la leche, es decir gramos de grasa/100 mL de leche.</p>
<p>Grabaciones de pantalla mostrando los valores normales.</p>	<p>V. OFF: De acuerdo a la normatividad oficial, el contenido de grasa debe ser de 30 g/L mínimo para leche entera, de 6 a 28 g/L para leche parcialmente descremada y de 5 g/L máximo para leche descremada. En el caso de la leche cruda, la leche se clasifica en 3 categorías, siendo la de mejor calidad aquella que tenga un contenido de grasa mayor a 32 g/L.</p>
<p>Escenas aleatorias con bovinos productores de leche.</p>	<p>V. OFF: Aunque el contenido de grasa en la leche puede variar por factores como la raza y las prácticas de alimentación, esta se ve afectada también por el estado sanitario de la ubre, presentando disminuciones significativas cuando se</p>

	<p>presentan procesos inflamatorios o infecciosos.</p> <p>Aunque sus modificaciones no provocan grandes cambios en la estructura fisicoquímica de la leche, son importantes por ser causa de la aparición de sabores desagradables derivados de la rancidez de los lípidos, lo cual disminuye la aceptabilidad del producto por parte del consumidor.</p>
--	---

10. DETERMINACIÓN DE LACTOSA (4:56)	
INT. LABORATORIO.DÍA	
Descripción del video.	Descripción del audio
<p>Animación: "Determinación de lactosa"</p> <p>Escenas aleatorias con bovinos productores de leche.</p>	<p>*Musicalización de fondo*</p> <p>V. OFF: La lactosa es un disacárido compuesto por glucosa y galactosa, y es el principal carbohidrato presente en la leche. De hecho, es el único hidrato de carbono libre que existe en cantidad importante en todas las leches, y es también el más simple y el más constante en proporción.</p> <p>La lactosa juega el papel más importante en la síntesis y secreción de la leche, ya que por una parte es el principal componente osmótico y por tanto responsable de la formación de la fase acuosa de la misma, influyendo de forma decisiva en el volumen total. Por otra parte, la lactosa es el componente de la leche más sensible al ataque de microorganismos, principalmente de un cierto grupo de bacterias que son capaces de transformar a la</p>

Tomas de laboratorio.	<p>lactosa principalmente en ácido láctico, por lo cual la lactosa puede experimentar procesos de fermentación.</p> <p>Dentro de sus propiedades químicas, la lactosa destaca por poseer un grupo aldehído libre, razón por la que se le considera un azúcar reductor. Esta característica es de especial relevancia al momento de la cuantificación de la lactosa, pues es precisamente esta capacidad reductora la que se ve reflejada en el licor cupro-alkalino de Fehling, principio en el cual se basa la determinación de este carbohidrato. Para ello, las proteínas de la muestra se precipitan gracias a una desestabilización del medio que produce el ácido acético; posteriormente se filtran y se procede a determinar la lactosa en el filtrado, reduciendo el cobre de sus sales alcalinas a través de una titulación.</p>
Toma agregando azul de metileno al matraz.	<p>Para identificar el punto final se agrega azul de metileno, el cual se reduce cuando todo el licor de Fehling presente ha reaccionado con la lactosa. Así, la desaparición del color azul de la solución cupro-alkalina y la presencia de un precipitado rojo indican que la reacción ha finalizado.</p>
Toma al operador añadiendo la leche al matraz.	<p>V. OFF: Para comenzar se miden 20 mL de muestra homogénea y se transvasan a un matraz Erlenmeyer de 250 mL.</p>
Toma agregando los 20 mL con una probeta graduada.	<p>V. OFF: Posteriormente, se agregan 20 mL de agua destilada previamente calentada a una temperatura aproximada de 50°C.</p>

<p>Toma a una pipeta depositando el ácido acético y otra toma al matraz en la mesa.</p>	<p>V. OFF: Se agregan lentamente 0.5 mL de Ácido Acético al 30%, procurando que este escurra por las paredes del matraz y se deja reposar por 15 minutos.</p>
<p>Toma agregando el agua, y colocando el papel filtro en el embudo para proceder a filtrar.</p>	<p>V. OFF: Con ayuda de una probeta graduada, se agregan 149.5 mL de agua destilada caliente, se mezcla el contenido y se procede a filtrar recibiendo este líquido en otro matraz.</p>
<p>Toma llenando la bureta, y colocándola en el soporte universal.</p>	<p>V. OFF: Una vez que se ha obtenido el filtrado, se vacía el contenido en la bureta hasta llenarla, para posteriormente purgarla y aforarla hasta que el filtrado llegue a la marca 0 mL.</p>
<p>Toma añadiendo los reactivos de Fehling.</p>	<p>V. OFF: Con una pipeta graduada, se miden 5 mL de solución Fehling A y 5 mL de la solución B, colocando los reactivos en un matraz Erlenmeyer de 250 mL. Estas mediciones deben realizarse con pipetas diferentes para no contaminar las soluciones.</p>
<p>Toma agregando el agua y otra toma encendiendo el mechero bunsen.</p>	<p>V. OFF: Se agregan 40 mL de agua y se procede a calentar con mechero de bunsen hasta ebullición.</p>
<p>Toma abriendo la llave de la bureta.</p>	<p>V. OFF: Inmediatamente, se deberán dejar caer aproximadamente 11 mL del contenido de la bureta, con lo cual desaparecerá casi por completo el color azul.</p> <p>V. OFF: Una vez que esto sucede, se debe detener</p>

<p>Toma al matraz mientras cae el azul de metileno.</p> <p>Toma abriendo la llave nuevamente, y otra toma a la punta de la bureta mostrando la caída de las gotas.</p> <p>Toma al matraz con el líquido rojo y otra toma mostrando el aforo de la bureta.</p> <p>Animación de la fórmula.</p> $Lactosa(g / L) = \frac{F \times 10}{M}$ <p>Grabación de pantalla con los parámetros normales.</p>	<p>el goteo de la bureta.</p> <p>V. OFF: Inmediatamente, se deposita 1 mL de la solución de azul de metileno y se espera a que vuelva a ebullición.</p> <p>V. OFF: Se continúa agregando gota a gota el filtrado de la muestra hasta la completa desaparición del color azul.</p> <p>V. OFF: Cuando haya terminado la reducción, se lee directamente de la bureta el volumen final gastado para la titulación.</p> <p>V. OFF: Para realizar el cálculo de los resultados, se utiliza la siguiente fórmula:</p> <p>Donde:</p> <p>F= miligramos de lactosa reducidos por 10mL de solución de Fehling (73).</p> <p>M= mililitros gastados del filtrado.</p> <p>V. OFF: De acuerdo a la normatividad en México, el contenido de lactosa en leche pasteurizada debe oscilar entre 43 y 52 g/L cuando se trate de leche entera, y no debe sobrepasar los 10 g/L en leche deslactosada. Para el caso de leche sin pasteurizar, se permite que este parámetro oscile entre 43 y 50g/L.</p>
--	--

<p>Escenas aleatorias con bovinos productores de leche.</p>	<p>V. OFF: El contenido de lactosa es uno de los parámetros más constantes en la leche, el cual, sin embargo, puede verse disminuido principalmente en vacas que presentan cuadros de mastitis, por lo que siempre deben realizarse pruebas complementarias que aseguren que la leche no presenta un riesgo para la salud de los consumidores.</p>
---	--

**13 ANEXO 3: MANUAL MULTIMEDIA.**