

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA,
UNAN-MANAGUA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CARRERA: QUÍMICA INDUSTRIAL**

**SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE
LICENCIADO EN QUÍMICA INDUSTRIAL**



**TÍTULO: ELABORACIÓN DE UN KIT DE CAMPO PARA LA
DETECCIÓN DE FORMALDEHÍDO EN LECHE EMPLEANDO EL
MÉTODO *JORISSEU*. DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS Y
NUTRICIÓN, CENTRO NACIONAL DE DIAGNÓSTICO Y REFERENCIA,
AGOSTO – DICIEMBRE 2015.**

AUTORES:

Br. Rewel Antonio Berrios Benavides

Br. Marvin José Díaz Argueta

TUTOR:

Lic. Margarita Matamoros

Managua, Marzo 2016

DEDICATORIA

A:

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Mis padres, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo. Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

Mis familiares, por haberme apoyado en todo momento, por sus sabios consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada por su amor y confianza.

Mis amigos, los que han pasado y los que se han quedado, porque cada uno de ellos ha formado parte de mí día a día, han marcado de alguna forma mi vida y me han abierto los ojos al mundo.

A todas esas personas que han estado siempre pendientes de mi crecimiento y desarrollo como profesional.

Marwin José Díaz Argueta

DEDICATORIAS

A Dios.

Por darme la sabiduría y el entendimiento, que me permitieron llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos, por los momentos alegres y difíciles que me han enseñado a confiar cada día en Él.

A mis padres. Enrique Berríos y Ana Benavides:

Por sus continuas oraciones a nuestro Dios, con el fin de que me guiara por el camino del bien y de la sabiduría, por su confianza, comprensión, su apoyo y dedicación en cada paso de mi carrera y el transcurso de mi vida.

A mis Familiares.

Por haberme dado buenos consejos y brindado palabras de alientos que me instaron a triunfar.

A mis amigos y compañeros.

Por habernos conocidos y haber formado parte de esta trayectoria, donde compartimos las dificultades, los buenos o malos momentos. Doy gracias a Dios por haberlas puesto en mi camino.

¡Gracias!

Rewell Antonio Berríos Benavides

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por estar siempre presente y habernos guiado a lo largo de nuestra carrera, por ser nuestra fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarnos una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A nuestros profesores, no solo a los que estuvieron presentes dentro del proceso el cual fue nuestra carrera, sino a todos los de la vida, porque cada uno de ellos aportó en nuestra formación, son parte fundamental de nuestro crecimiento como personas y como estudiantes. Gracias a todos ellos por ser parte de un logro más en nuestras vidas, ya que sin el apoyo y conocimiento de todos ellos, esto, hoy en día no sería posible.

Al Centro Nacional de Diagnóstico y Referencia / Ministerio de Salud por brindarnos la oportunidad de desarrollar esta monografía dentro de sus instalaciones; agradecemos especialmente al Departamento de Alimentos por apoyarnos en todo momento; a nuestras compañeras y amigas dentro del centro por toda la motivación y ayuda posible que nos dieron, gracias a ellas esta monografía pudo ser posible.

Son muchas las personas a las que quisiéramos agradecer, por su amistad, apoyo, ánimo y compañía en las diferentes etapas de nuestras vidas. Algunas están con nosotros y otras solo en nuestros recuerdos, aunque sin importar en donde se encuentren o si alguna vez llegan a leer esto, solo les queremos decir:

¡GRACIAS!

Tabla de contenido

RESUMEN.....	8
ASPECTOS GENERALES	9
1.1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.2. OBJETIVOS	11
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	13
1.5. ANTECEDENTES	14
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	15
2.1. Generalidades de la Leche	16
2.1.1. Características Físico-Químicas de la Leche	17
2.1.2. Conservación de la Leche	23
2.1.3. Beneficios del Consumo de la Leche	25
2.1.4. Industrias Lácteas en Nicaragua	27
2.1.5. Centro de Acopio de Leche	28
2.2. Aldehídos	29
2.2.1 Generalidades de los Aldehídos	29
2.2.2. Formaldehído.....	31
2.2.3. Aplicaciones del Formaldehído en la Industria	32
2.3. Adulteración de Alimentos	34
2.3.1 Generalidades	34
2.3.2. Uso de Formaldehído como Agente Adulterante en Lácteos	35
2.3.3. Daños a la Salud por Consumo de Leche Adulterada con Formaldehído	36
2.4. Métodos de Detección de Formaldehído en Lácteos	38
2.4.1. Prueba de Ácido Cromotrópico.....	38
2.4.2. Prueba de Hehner-Fulton	38
2.4.3. Prueba de Leache.....	38
2.5. Kit	39
2.5.1. ¿Qué es un Kit?	39
2.5.2. Ventajas de un Kit de Campo	39
2.5.3. Desventajas de un Kit de Campo	40
2.5.4. Ejemplos de Kit en la Industria.	41

2.6. Método del Kit de Campo.....	42
2.6.1. Método <i>Jorisseu</i>	42
2.6.2. Principio del método:	42
2.6.3. Preparación de los reactivos	43
2.6.4. Procedimiento de la Muestra	43
2.6.5. Interpretación de los Resultados.....	43
CAPÍTULO III Preguntas Directrices	44
3.1. Preguntas Directrices	45
CAPÍTULO IV DISEÑO METODOLÓGICO	46
4.1. Descripción del Ámbito de Estudio.....	47
4.2. Tipo de estudio	48
4.3. Población	49
4.4. Muestreo	49
4.5. Criterios de selección.....	51
4.5.1. Criterios de Inclusión	51
4.5.2. Criterios de Exclusión.....	51
4.6. Materiales y Método.....	52
4.6.1. Materiales: para recolectar la información	52
4.6.2. Materiales: para procesar la información	52
4.7. Operacionalización de las Variables	53
CAPÍTULO V ORGANIZACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	54
5.1 Organización de la Elaboración del Kit de Campo	55
5.2. Determinación del Tiempo de Vida del Reactivo Floroglucina	56
5.3. Análisis de los Resultados Obtenidos en la Determinación del Tiempo de Vida del Reactivo Floroglucina.....	58
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES.....	61
6.1. Conclusiones.....	62
CAPITULO VII RECOMENDACIONES	63
7.1. Recomendaciones.....	64
CAPÍTULO VIII BIBLIOGRAFÍA.....	65
ANEXOS	69
GLOSARIO	79

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 2.1 Modelo de la Estructura de la Submicela y Micela de Caseína.....	21
Imagen 2.2 Modelo de la Estructura del Glóbulo de Grasa de la Leche	22
Imagen 2.3 Estructura General Aldehído	29
Imagen 2.4 Formaldehído	31
Imagen 2.5 Presentaciones del Formaldehído.....	33
Imagen 2.4 Reactivos del Kit.....	41
Imagen 2.5 Kit de Dureza Total.....	41

RESUMEN

Palabras Claves: Daño a la Salud, Detección, Formaldehído, Kit de Campo, Leche Adulterada, Método *Jorisseu*, Reactivo, Tiempo de Vida.

La leche es uno de los productos alimenticios más importantes en la sociedad, por sus altos aportes nutricionales al organismo. Una característica de este alimento es que es un producto perecedero, esto conlleva a que los productores se vean afectados por esta característica propia del mismo, tanto así que se ha encontrado una forma de prolongar su vida útil mediante el uso del formaldehído. Esta práctica constituye un gran inconveniente, ya que aparte de ser ilegal su utilización en este alimento, también afecta de manera negativa la salud de los consumidores. Uno de los métodos para la detección del formaldehído es mediante el *Método Jorisseu*, el cual es una técnica analítica que determina la presencia o ausencia de formaldehído en lácteos; este método analítico, será evaluado y adaptado para su funcionamiento dentro del Kit de Campo, con el objetivo principal de elaborar una herramienta útil y eficiente. Debido a los efectos perjudiciales en la salud que conlleva el consumo de leche adulterada con formaldehído es necesario evitar su consumo, por lo cual el desarrollo del Kit de Campo para la Determinación de Formaldehído en Leche constituye una herramienta útil en el control sobre las afectaciones de este tipo de alimento adulterado. Los datos obtenidos en este estudio demuestran que dicho Kit de Campo es efectivo en la detección de leche adulterada.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo denominado “Elaboración de Kit de Campo para la Detección de Formaldehído en Leche”, es un trabajo resultado de la investigación realizada en el Departamento de Alimento del Centro Nacional de Diagnóstico y Referencia del Ministerio de Salud, a partir de un acuerdo realizado entre dicho centro y los alumnos responsables de llevar a cabo dicho tema.

Fue desarrollado dentro de la línea de estudio “Optimización y Control” ya que cuenta con las características propias de dicha línea, como lo es la optimización de un proceso mediante el desarrollo de una herramienta que permita el control sobre el uso ilegal del formaldehído. Además, está diseñado de forma práctica y sencilla para introducir al lector en los conocimientos acerca del concepto y características de formaldehído y su uso ilegal como agente conservante en la leche. Recopila y ordena la información proveniente de la investigación realizada en base a la experiencia personal obtenida durante su elaboración.

Busca resaltar la importancia de conocer el peligro que representa el consumo de leche adulterada con formaldehído. Al mismo tiempo, pretende desarrollar una opción viable para detectar este contaminante haciendo uso del método *Jorisseu*, planteando a una serie de objetivos fundamentales que se deben cumplir para lograr desarrollar una herramienta de análisis útil y eficiente. Empleando una metodología descriptiva sobre los datos que son observados durante el desarrollo del estudio, donde se pretende descubrir la efectividad de los reactivos una vez que estén dentro del Kit de Campo.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Elaborar un Kit de Campo para la Detección de Formaldehído en Leche, empleando el método *Jorisseu*. Departamento de Alimento del Centro Nacional de Diagnóstico y Referencia. Agosto – Diciembre 2015.

1.2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Evaluar el método *Jorisseu* para la realización de un Kit de Campo

- ✓ Diseñar un Kit de Campo para la Detección de Formaldehído en Leche empleando el método *Jorisseu*.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La leche es uno de los productos alimenticios más importantes en la sociedad, por sus altos aportes nutricionales al organismo, ya que constituye una de las principales fuentes de consumo de calcio para la población. Una característica de este alimento es que es un producto perecedero, originando que los productores se vean afectados por esta característica propia del mismo, tanto así que se ha encontrado una forma de prolongar su vida útil mediante el uso del formaldehído. Esta práctica constituye un gran inconveniente, ya que aparte de ser ilegal su utilización en este alimento, también afecta de manera negativa la salud de los consumidores.

En Nicaragua, el Centro Nacional de Diagnóstico y Referencia realiza ensayos para la detección de formaldehído en leche, mediante la aplicación del método *Jorisseu* a muestras enviadas al Departamento de Alimentos y Nutrición, son analizadas la muestra a su debido tiempo, ya que se sigue un orden en los análisis a realizar de las diferentes muestras que llegan al centro; esto ocasiona que la emisión de resultados no sea de forma inmediata.

Por los efectos perjudiciales a la salud que implica el consumo de leche adulterada es necesario evitar su consumo; por lo que se plantea la siguiente interrogante: ¿Es necesario elaborar un Kit de Campo para la Detección de Formaldehído en Leche empleando el método *Jorisseu*, en el Departamento de Alimentos del Centro Nacional de Diagnóstico y Referencia?

1.4. JUSTIFICACIÓN

La leche animal y sus derivados representan una de las fuentes de calcio más destacadas de los alimentos, ayudando a mantener un buen sistema óseo y evitando problemas como la osteoporosis, por lo cual esta se encuentra en la alimentación diaria de la población; por lo que es de vital importancia asegurar su calidad. Actualmente, el uso de formaldehído en este producto representa un grave problema para la población en general, la cual está expuesta al posible consumo de un alimento adulterado.

La elaboración de un Kit de Campo, beneficia a la población en general, ya que los productores podrán trabajar con un producto libre de adulteración y por consiguiente también es un beneficio a los consumidores, de manera que se está ingiriendo un alimento que no represente una amenaza para su salud. Las autoridades encargadas de regular este producto pueden realizar sus labores de forma más eficaz para procurar que la población no se vea afectada ante la presencia de leche adulterada, y al mismo tiempo se estará optimizando un proceso, como es el de confiscar el alimento adulterado y multando a los negocios que se encuentren haciendo uso de este contaminante, esto conlleva a una acción rápida en la toma de decisiones.

El Kit de Campo para la Detección de Formaldehído en Leche pretende ser una herramienta en la resolución de problemas relacionado con los tiempos de espera para la emisión de resultados; además este trabajo permite tener un estudio previo para la realización de futuras investigaciones sobre este tema, por consiguiente se podrá generalizar investigación a principios más amplios de manera que el Kit podrá ser utilizado en centros de acopios de leche, industrias lácteas o en pequeñas empresas que se dediquen a esta actividad.

1.5. ANTECEDENTES

Para la realización de la presente investigación se inició con una búsqueda bibliográfica en libros, revistas, publicaciones pero no se encontró estudios desarrollados anteriormente sobre esta investigación. También se efectuó una búsqueda a través de internet, en el marco internacional, regional y local, en la cual se visitaron diferentes sitios web pero no se encontraron estudios relacionándolas tema propuesto. Debido a esto, esta investigación no cuenta con antecedentes.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades de la Leche

La leche es una secreción nutritiva de color blanquecino opaco producida por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos. Esta capacidad es una de las características que definen a los mamíferos. La principal función de la leche es la de nutrir a los hijos hasta que son capaces de digerir otros alimentos. Además cumple las funciones de proteger el tracto gastrointestinal de las crías contra organismos patógenos, toxinas e inflamación (Anónimo, 2015).

La leche es uno de los alimentos de origen animal más consumidos tradicionalmente y además uno de los más promocionados ya que contiene altos valores nutritivos y es uno de los alimentos más completos porque esta contiene proteínas, grasas, hidratos de carbonos, vitaminas y minerales. La leche de vaca cruda no se destina de forma directa al consumo humano, sino que se somete a diferentes tratamientos térmicos a través de los cuales se obtiene la leche de consumo.

El consumo regular de la leche por parte de las personas se remonta al momento en que los antepasados dejaron de ser nómadas y comenzaron a cultivar la tierra para alimentar a los animales capturados que mantenían junto al hogar. Este cambio se produjo en el periodo neolítico aproximadamente hace 6000 años a.C, en aquellos tiempos la leche se guardaba en pieles, tripas o vejigas de animales que en ocasiones no estaba bien lavada o se dejaban expuestas al sol por lo que el producto se coagulaba. De este modo surgió el que fuera el primer derivado del lácteo, al que se hacía alusiones en la Biblia como es la leche cuajada (Gattás, 2001).

El producto crudo se obtiene a través del ordeño, el cual debe de llevarse a cabo siguiendo una serie de procedimiento para garantizar la salubridad del producto, este se realiza de manera manual y sin interrupciones, lo más rápido posible y de forma completa. La leche cruda aunque proceda de animales sanos y haya sido obtenida bajo condiciones adecuadas es un producto susceptible ya que supone un excelente vehículo de enfermedades como la brucelosis y la tuberculosis. (Gattás, 2001)

Hoy en día los productores han venido tecnificando el sistema de ordeño el cual se lleva a cabo de manera mecánica y automática de modo que la leche se somete a refrigeración casi de forma inmediata manteniéndose a una temperatura de unos 4°C. Toda la leche se recoge en tanques de almacenamiento y posteriormente pasa a los camiones cisternas también refrigerados, a través de los cuales se transporta hasta la planta procesadora. Una vez en la central lechera se trata para obtener leche de consumo o derivados lácteos.

2.1.1. Características Físico-Químicas de la Leche

La leche constituye la secreción de las glándulas mamarias y químicamente es un alimento líquido con grasa emulsionada y proteínas en forma de micelas, esta tiene un color blanco amarillento de sabor ligeramente dulce, olor característico, tiene un pH cercano al neutro, por ello podemos decir que es una emulsión de materia grasa en forma globular (FAO, 2015). Este líquido está constituido principalmente por lactosa, sales minerales, vitaminas y ácidos orgánicos.

Las cantidades de los distintos componentes de la leche pueden variar considerablemente entre distintas razas de vacas, e incluso entre distintos individuos de la misma raza, por lo tanto los datos cuantitativos solo son aproximados. La composición exacta de una muestra de leche solo puede conocerse mediante su análisis específico. Cuantitativamente el agua es el componente más importante, los restantes componentes de la leche constituyen lo que se conoce como el extracto seco total que alcanza cifras de 12.1 y 13% se utiliza el término con el fin de expresar el contenido total de la leche en sólidos exceptuando la grasa (Gill Hernández & Ruiz López, 2015).

La composición química de la leche nos determina la autenticidad de la leche así como la situación patológica de los animales, estas producen modificaciones en su composición dando lugar a leches anormales, por lo que la determinación de las variaciones en los parámetros químicos pueden estar relacionados con alteración en la calidad sanitaria de la leche, ya que por factores dependientes del animal o bien por factores derivados del manejo y acciones fraudulentas conllevan a una modificación de dichos parámetros.

Para determinar la calidad sanitaria de la leche antes de ser procesada se deben de efectuar pruebas de acidez, alcohol, formalina, mastitis, determinación de densidad y pH (Anexo1, tabla 2.1). Ya que la leche adulterada es aquella a la que le han adicionado o reemplazado total o parcialmente sus elementos constitutivas naturales o adicionados otros extraños en condiciones que puedan afectar la salud humana o animal o modificar las características físico-químicas y organolépticas (Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad M. d., 1999).

2.1.1.1. Características Organolépticas

Son un atributo de calidad fundamental en cualquier alimento. La presencia de sabores, olores, colores o texturas atípicas en la leche limita su adecuación al uso. El origen de estos efectos puede encontrarse en una inadecuada alimentación de la vaca, en una contaminación de la leche o en la alteración de la misma como consecuencia de una conservación deficiente (Castillo, 2015).

2.1.1.2. pH

El pH es ligeramente ácido, alrededor de 6.8. Si se consideran todas las sustancias que componen la leche, el pH ligeramente ácido incide la abundancia relativa de restos de ácidos, como los grupos carboxílicos de los aminoácidos, aniones fosfatos y citrato, etc. También cabe destacar que en la práctica pueden llegar a ser importantes los restos de ácido láctico procedente de la actividad metabólica de la población bacteriana que inevitablemente contamina la leche durante su manipulación (Gill Hernández & Ruiz López, 2015).

2.1.1.3. Densidad

Cuando se habla de densidad de la leche se hace referencia en realidad a su peso específico, puesto que es este el que se mide y no la densidad absoluta. El peso específico es como su nombre lo indica, la determinación del peso de un volumen determinado de una sustancia en comparación con el peso del mismo volumen de agua, a una temperatura previamente fijada (Gill Hernández & Ruiz López, 2015).

2.1.1.4. Peso específico

El peso específico de la leche entera, con una materia grasa de unos 36 g/L y unos sólidos no grasos de alrededor de 85 g/l es aproximadamente 1.030 g/L y es el resultado ponderado de las aportaciones de las distintas sustancias en solución, en dispersión coloidal y en emulsión, a la hora de considerar el peso específico hay que tener en cuenta sobre todo la concentración de materia grasa. Una vez descontado ésto las sustancias que más afectan el peso específico son la lactosa, las sales minerales disueltas y las proteínas (Gill Hernández & Ruiz López, 2015).

La leche contiene una buena concentración de sustancias en solución verdadera, por lo que su punto de congelación experimentará un descenso directamente proporcional a la concentración de dichas sustancias en solución. Esta tiene un punto de congelación de alrededor de -0.54°C y su determinación se ha utilizado y se utiliza aun para detectar el fraude más común “el aguado” de la leche. Sin embargo los defraudadores también encontraron una forma de disimular el aguado utilizando soluciones acuosas de sal, azúcar y otras sustancias solubles, por lo que la determinación del punto de congelación no basta para determinar este fraude (Gill Hernández & Ruiz López, 2015).

2.1.1.5. Proteínas

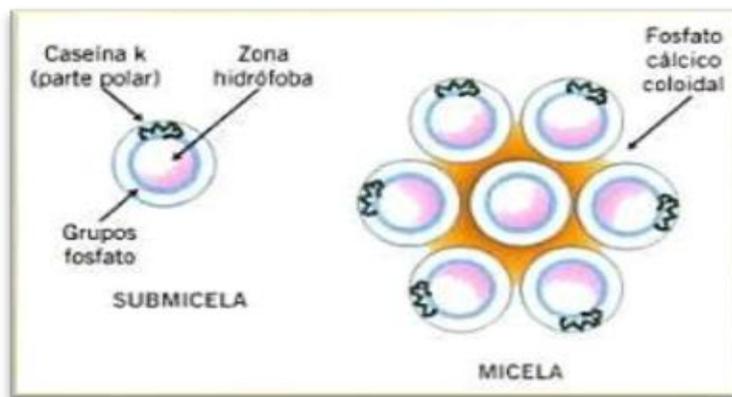
Las proteínas de la leche se diferencian por el tamaño de sus moléculas, que están compuestas por uniones complejas de aminoácidos que forman estructuras de peso molecular desde los 12.000 hasta los 380 Kilodalton (KD). Dentro de las proteínas se distinguen las caseínas y las proteínas de lactosuero. La caseína constituye el 80% de las proteínas totales y se encuentran en suspensión, formando parte de unas estructuras conocidas como micelas de caseína. La proteína de lactosuero supone el 20% de total de las proteínas y presentan una gran afinidad por el agua, estando solubilizada en ella (Gill Hernández & Ruiz López, 2015).

2.1.1.6. Caseína

Las caseínas son moléculas de gran tamaño, constituyen un gran número de aminoácidos entre los cuales los más importantes son el ácido glutámico, la leucina y la prolina. Esta se agrupa en forma de polímeros constituidos por centenares o miles de moléculas, estos complejos se le conocen como micelas de caseína y existen cuatro tipos de caseínas (α_s1 , α_s2 , β y κ) en proporciones variables, con presencia de calcio en cada grupo de fosfato (Gill Hernández & Ruiz López, 2015).

Se las suelen definir como las proteínas que quedan en solución cuando el pH de la leche se lleva hasta 4.6 (punto isoeléctrico de la caseína) igualmente se encuentran solubles en el suero obtenido por coagulación enzimática de la caseína. Son proteínas sensibles al calor de forma que cuando se somete la leche a tratamientos térmicos parte de las proteínas del suero se desnaturaliza. Entre las proteínas de lactosuero se distinguen: α -lactoalbumina, β -lactoglobulina, albumina sérica, proteasas- peptonas, inmunoglobulinas y otras proteínas (Gill Hernández & Ruiz López, 2015).

Imagen 2.1. Modelo de la Estructura de la Submicela y Micela de Caseína



Fuente: (Gill Hernández & Ruiz López, 2015)

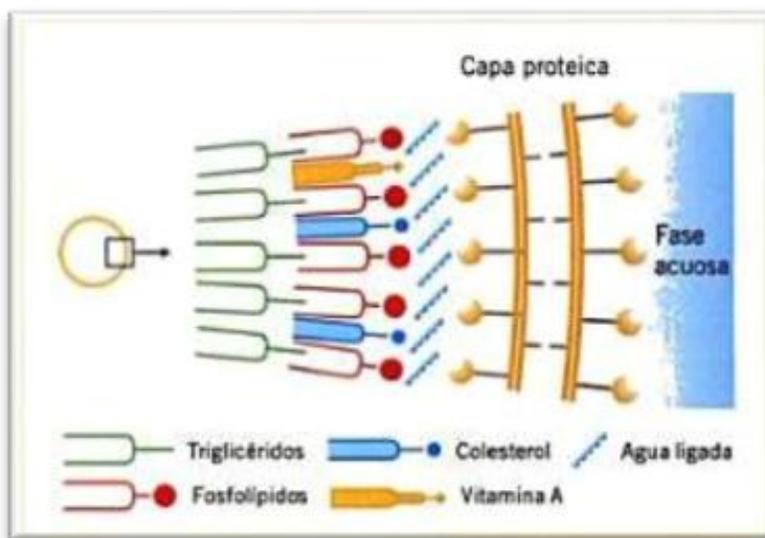
2.1.1.7. Lactosa

La lactosa es un hidrato de carbono que solo se encuentra en la leche. En la vaca la cantidad aumenta a lo largo del ciclo de lactación, siendo su valor medio de 28-30 g/L en el calostro y de 45-50 g/L en la leche madura. Esta es el componente mayoritario de la materia seca de la leche, por otra parte también existen diferencias en el contenido de la lactosa de leche de distintas especies (Gill Hernández & Ruiz López, 2015).

2.1.1.8. Materia Grasa

Este es un componente muy importante de la leche por sus implicaciones tecnológicas (fabricación de natas, mantequillas, etc.) y nutricionales. La leche posee 30-40 g/L de materia grasa, por lo que constituye el segundo componente mayoritario tras la lactosa. Comúnmente a los lípidos de la leche se les denomina “grasa” de la leche, ya que se comportan como un sólido a temperatura ambiente (Gill Hernández & Ruiz López, 2015).

Imagen 2.2 Modelo de la Estructura del Glóbulo de Grasa de la Leche.



Fuente: (Gill Hernández & Ruiz López, 2015).

2.1.1.9 Minerales

Alrededor del 1% de sustancias minerales están contenidas en la leche estas están tanto disueltas como en estado coloidal formando compuestos con la caseína. La mayoría de las sales son inorgánicas (ejemplo: fosfatos), aunque también las hay de origen orgánico (citratos). Estas sales están constituidas por cationes metálicos y aniones orgánicos e inorgánicos (Gill Hernández & Ruiz López, 2015).

2.1.1.10. Vitaminas

Las vitaminas son sustancias orgánicas esenciales para el desarrollo de la vida y deben ser aportados por los alimentos en cantidades suficientes. La leche figura entre los alimentos que contienen la variedad más completa de vitaminas, si bien algunas de ellas están presentes en cantidades pequeñas o despreciables (Anexo 2, tabla 2.2).El contenido vitamínico de la leche depende de la alimentación y del estado de salud del animal, es importante destacar que las vitaminas hidrosolubles de la leche (vitaminas del grupo B, vitamina C, etc.) se encuentran en la fase acuosa (suero), mientras que las liposolubles (A, D, E y K) se encuentran en la materia grasa (Gill Hernández & Ruiz López, 2015).

2.1.2. Conservación de la Leche

Raras veces la leche se consume o se procesa inmediatamente después del ordeño. Casi siempre transcurre cierto tiempo entre su recolecta y la salida del establo o la granja. El problema consiste en mantenerla durante este periodo en condiciones apropiadas para que conserve su calidad, las bacterias que la contaminan pueden multiplicarse rápidamente y hacerla no apta para la elaboración ni para el consumo humano (FAO/OMS, 2000).

La leche es casi estéril cuando es secretada por una ubre sana. Los inhibidores naturales de la leche (por ejemplo la lactoperoxidasa) impiden un aumento significativo del número de bacterias en las primeras tres o cuatro horas después del ordeño, a temperatura ambiente. El enfriamiento a 4 °C durante este período mantiene la calidad original de la leche y es el método preferido para garantizar un producto de buenacalidad para la elaboración y el consumo. El enfriamiento puede realizarse mediante refrigeración mecánica o tanques refrigerantes (FAO, 2015).

En algunas zonas de los países en desarrollo, la refrigeración no es viable debido a los elevados niveles de inversión inicial y costos de funcionamiento, así como a problemas de carácter técnico, entre estos la carencia de suministro eléctrico o la falta de fiabilidad del mismo (Anexo 3, tabla 2.3). Las opciones para reducir la temperatura o retardar el crecimiento de organismos que provocan la descomposición de la leche, consisten en hervir ésta inmediatamente después del ordeño, sumergir parcialmente los contenedores de leche en agua fría (por ejemplo corrientes de agua naturales), y utilizar el sistema de la lactoperoxidasa (FAO, 2015).

Esta última opción es un sistema seguro y natural de conservación de la leche cruda aprobado por el Codex Alimentarius. La lactoperoxidasa es una enzima natural presente en la leche que cumple la función de agente antibacteriano natural. Se recomienda que solo personas capacitadas utilicen el sistema de la lactoperoxidasa en los puntos de recogida, puesto que el sistema no se ha diseñado para que los productores lecheros lo utilicen, ni tampoco para sustituir a la pasteurización.

En 1967, el Cuadro FAO/OMS de Expertos en la Calidad de la Leche llegó a la conclusión de que el empleo de peróxido de hidrógeno tal vez fuera una alternativa aceptable siempre y cuando se cumplieran ciertas condiciones. No obstante, este método no ha obtenido la aceptación general, porque presenta varias desventajas, la más importante de las cuales es la dificultad de controlar su utilización; puede utilizarse a veces para ocultar la calidad inferior de la leche producida en condiciones de higiene deficientes (FAO/OMS, 2000).

2.1.3. Beneficios del Consumo de la Leche

La leche es uno de los alimentos de origen animal más consumido y valorado de nuestra sociedad. Su gran popularidad está dada por sus aplicaciones culinarias así como su alto valor nutritivo. La nutrición es la ingesta de alimentos en relación con las necesidades dietéticas del organismo, una buena nutrición es un elemento fundamental de la buena salud, una mala nutrición puede reducir la inmunidad, aumentar la vulnerabilidad a las enfermedades, alterar el desarrollo físico y mental, y reducir la productividad (OMS, 2015).

Es un alimento muy completo ya que es fuente de calcio, fósforo, magnesio y proteína, los cuales son esenciales para el desarrollo y crecimiento. Un adecuado consumo de leche durante la infancia y a lo largo de la vida ayudará a mantener huesos fuertes y prevenir la osteoporosis en la edad adulta. Cantidades relativamente pequeñas de leche pueden cubrir una parte importante de las necesidades diarias de nutrientes para todas las edades, ya que es un alimento rico en nutrientes en relación a su contenido energético.

La leche y productos lácteos se encuentran entre los más altos proveedores de calcio fácilmente absorbible. El consumo de tres porciones de lácteos al día puede proporcionar la mayoría de los requerimientos diarios de calcio. Además de su contribución de nutrientes, el aumento del consumo de leche también se ha vinculado a la reducción del riesgo de numerosos problemas de salud tales como osteoporosis, cáncer, enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo dos y obesidad (BORDONADA, 2007).

Muchos alimentos superan a la leche en su contenido de un determinado nutriente, sin embargo, como fuentes equilibradas de la mayor parte de las necesidades dietéticas del hombre, la leche no tiene igual. Se la define como el producto entero, fresco y limpio, extraído por ordeña regular de vacas sanas y adecuadamente alimentadas.

Los componentes típicos de la leche son caseína, lactosa y grasa, lacto-albúmina, lacto-globulina, las vitaminas y minerales (Gattás, 2001). La leche de vaca es una fuente balanceada de la mayoría de los requerimientos dietéticos del hombre, faltándole solo hierro y parte del ácido ascórbico. Contiene proteínas de alta calidad; el aminoácido limitante de la caseína es la metionina.

La ración diaria de 1/2 litro de leche suministra unos 15 gramos de proteínas; 0.5 g de calcio, 0.7 mg de riboflavina, 0.3 mg de tiaminas, 5.5 mg de ácido ascórbico y unas 500 Unidades Internacionales (UI) o como equivalentes de retinol (ER) de vitamina A. Es pobre en vitamina D, pero constituye un buen vehículo para suministrarla. La leche es también, pobre en niacina, pero la lactoalbúmina y la globulina son ricas en su provitamina, el triptófano. Por su riqueza en calcio, la leche puede disminuir la acumulación en los huesos, de estroncio 90, proveniente de alguna contaminación radioactiva (ESPAÑA, 2010).

El consumo de los productos lácteos ha dado lugar al desarrollo de industrias, motivo de creación de empleos relacionados con el cuidado de los animales, la extracción del producto, su procesamiento, empaquetado y distribución. Por consiguiente la importancia no solo se limita a su rol alimentario sino que ha dado lugar a un verdadero motor de la actividad económica, en especial en naciones en vías de desarrollo que logran a partir de este recurso natural promover su inserción en los mercados locales e internacionales (da Silva, Baker, & Shepherd, 2013).

2.1.4. Industrias Lácteas en Nicaragua

Nicaragua es el principal productor de leche en Centroamérica y cuenta con una industria láctea cada vez más eficiente y tecnificada. El sector se ubica como uno de los rubros importantes dentro de las exportaciones que ha mejorado grandemente, aunque todavía hay retos por tomar. El Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR) estima que Nicaragua produce alrededor de dos millones de litros de leche a diario (Industria Láctea, 2014).

La actividad agropecuaria en Nicaragua representa cerca del 20% del Producto Interno Bruto, y dentro de esta, la actividad láctea se aproxima al 15%. En general, existen aproximadamente cerca de 100,000 fincas agropecuarias, que según el censo agropecuario del 2001, se contabilizó una cifra de alrededor de 2.6 millones de cabezas de ganado, y según proyecciones del MAGFOR, se estima que dicho hato ha crecido alrededor de 4.2 millones de cabezas (Irías Herrera, Garcías Huembes, & Vega Jackson, 2008).

La actividad permite la generación de empleos teniendo efecto directo e indirecto en alrededor de 500,000 personas en el ámbito rural del país. Según datos del MAGFOR, la producción ha manifestado un crecimiento sostenido alrededor del 5% anual, produciéndose para 2007 la cantidad de 181.2 millones de galones (Irías Herrera, Garcías Huembes, & Vega Jackson, 2008).

Dada la importancia del sector, existe intervención de parte de entidades públicas para el desarrollo de políticas de desarrollo que permita la sostenibilidad del importante crecimiento de la producción láctea del país, sin embargo, se hace necesario desarrollar estrategias que contribuyan a mejorar el nivel de vida, tanto de los productores como de la población en general; de igual forma velar para que la actividad productiva y comercial se desarrolle en forma armonizada tratando de evitar las prácticas anti competencia que pueden distorsionar el mercado de productos lácteos.

2.1.5. Centro de Acopio de Leche

Los Centros de Acopio de Leche (CAL), pueden definirse como empresas legalmente constituidas, en general bajo la estructura de Sociedades Anónimas Cerradas o de Responsabilidad Limitada, conformadas por productores, siendo su principal función la de asegurar una participación activa en la oferta de leche en volúmenes y estacionalidad atrayentes, con una alta calidad y previamente enfriada para lograr su mejor conservación (Carrillo & Heimilch, 1995).

El producto crudo se obtiene a través del ordeño el cual debe de llevarse a cabo siguiendo una serie de procedimiento para garantizar la salubridad del mismo; la aplicación de Buenas Prácticas de Ordeño (BPO) en hatos lecheros de ganado bovino, involucra la planificación y ejecución de actividades, que favorecen al cumplimiento de los requisitos básicos para evitar la contaminación de la leche (química, física y/o microbiológica) o reducirla a un nivel aceptable de tal manera que sea apta para el consumo humano, satisfaciendo las expectativas de la industria lechera (Codex Alimentarius, 2011).

Según (Carrillo & Molina, 1997) establece que... “los beneficios económicos obtenidos deben ser tanto para el grupo de productores como para la empresa lechera, lo que se logra con una mejor calidad de leche y entrega durante todo el año”. Enfocando el aspecto del acopio y comercialización interna de la producción de lácteos se menciona que la mayor parte de la producción de leche cruda se transforma de forma artesanal, dado entre otras cosas por la limitada capacidad en el número y ubicación de centros de acopio para almacenar y refrigerar la leche.

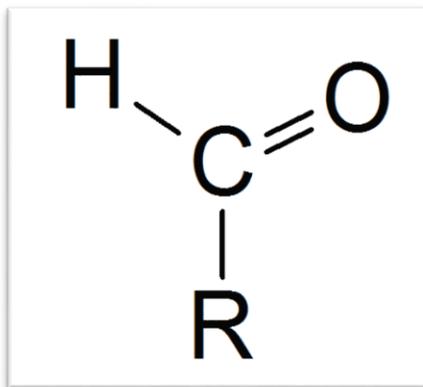
Se estima que entre el 20 y 26% de la producción nacional de leche fluida es obtenida por centros de acopio (Anexo 4, tabla 2.3). Existen dos objetivos principales para un centro de acopio, el primero pretende resolver problemas logísticos para que la leche de comunidades de pequeños productores esté disponible en calidad y cantidad y el segundo objetivo es la labor de coordinación y gestión que debe realizar el CAL para que el grupo de productores sea un centro de leche activo y técnicamente responsable.

2.2. Aldehídos

2.2.1 Generalidades de los Aldehídos

Dentro de la química orgánica se encuentran los aldehídos. (Aranda, 2005) afirma que: “Los aldehídos de fórmula general $R-CH=O$, en los que el carbono carbonilo está unido a un átomo de hidrógeno y por su segunda valencia a un radical orgánico monovalente, son compuestos orgánicos que resultan de la oxidación de un alcohol primario que se deshidrata y forma una molécula de agua...”. En condiciones suaves de oxidación es posible convertir los alcoholes en aldehídos y cetonas. En un aldehído hay por lo menos un átomo de hidrógeno unido al grupo carbonilo.

Imagen 2.3 Estructura General Aldehído



Fuente: (Aranda, 2005)

A temperatura de 25°C, los aldehídos con uno o dos carbonos son gaseosos, de 3 a 11 carbonos son líquidos y los demás son sólidos. Los aldehídos más simples son bastante solubles en agua y en algunos solventes apolares. Presentan también olores penetrantes y generalmente desagradables. Con el aumento de la masa molecular esos olores van volviéndose menos fuertes hasta volverse agradables en los términos que contienen de 8 a 14 carbonos. Algunos de ellos encuentran inclusive su uso en perfumería (especialmente los aromáticos).

Los aldehídos están presentes en numerosos productos naturales y grandes variedades de ellos son de la propia vida cotidiana. La glucosa, por ejemplo existe en una forma abierta que presenta un grupo aldehído. El acetaldehído formado como intermedio en la metabolización se cree responsable en gran medida de los síntomas de la resaca tras la ingesta de bebidas alcohólicas.

Los aldehídos y las cetonas son compuestos caracterizados por la presencia del grupo carbonilo (C=O). Los aldehídos presentan el grupo carbonilo en posición terminal mientras que las cetonas lo presentan en posición intermedia, por esta similitud estructural presentan propiedades químicas similares; sin embargo, difieren significativamente en una propiedad química, la susceptibilidad a la oxidación.

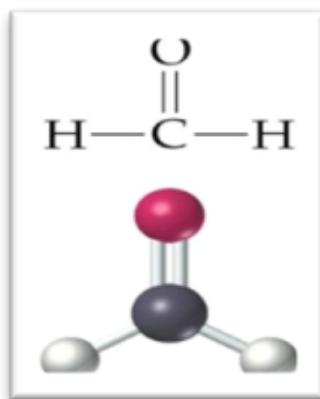
La presencia del grupo carbonilo convierte a los aldehídos y cetonas en compuestos polares. Los compuestos de hasta cuatro átomos de carbono, forman puente de hidrógeno con el agua, lo cual los hace completamente solubles en agua. Igualmente son solubles en solventes orgánicos.

En su libro (Bailey & Bailey, 1998) indican que...“Los aldehídos se oxidan con facilidad en condiciones suaves; no así las cetonas. La susceptibilidad a la oxidación de los aldehídos se debe al hidrógeno del carbono carbonílico, el cual se pierde durante la oxidación. Esta diferencia de reactividad es la base de las pruebas de diagnóstico siguientes para distinguir entre aldehídos y cetonas.

2.2.2. Formaldehído

El formaldehído es un compuesto químico bastante volátil e inflamable que en condiciones normales se encuentra en estado gaseoso, es incoloro y posee puntos de fusión y ebullición negativos en la escala de Celsius, siendo de -92 y -21 °C, respectivamente. Otra de sus características más notables es la alta solubilidad que presenta, tanto en agua como en éter.

Imagen 2.4 Formaldehído



Fuente: (Aranda, 2005)

A temperatura ambiente es un gas de olor penetrante característico. Se le conoce también como metanal, óxido de metileno, metaldehído. El formaldehído es el más simple de los aldehídos, como solo tiene un átomo de carbono carece de algunas características de los demás aldehídos que tienen una cadena de átomo de carbono. Por ejemplo no puede reaccionar con los halógenos de la misma forma que lo hacen otros aldehídos, a causa de la cadena carbonada.

En disolución acuosa suele manejarse al 37-50% con el nombre de formalina. La exposición continua pero prolongada puede causar hipersensibilidad. Este es un severo irritante de los recubrimientos de las membranas mucosas, tanto del tracto respiratorio como del tracto alimentario y reacciona fuertemente con los grupos funcionales de las moléculas (Manahan, 2007).

2.2.3. Aplicaciones del Formaldehído en la Industria

El formaldehído es sintetizado por primera vez por el científico de nacionalidad rusa, Butlerov en torno al año 1859, cuando intentaba preparar otros compuestos, pero a quienes se atribuye su descubrimiento es al científico químico J. Alchaer. Generalmente se consigue al oxidar catalíticamente al metanol, en presencia de un catalizador, generalmente de plata.

El formaldehído, como se ha mencionado anteriormente, se encuentra en estado gaseoso en condiciones normales, por lo que no es de sencillo manejo, es por ello que comercialmente se encuentra presentado en solución de tipo acuosa. El formaldehído es utilizado como desinfectante en la industria alimentaria gracias a que es muy eficaz frente a los microorganismos, incluso cuando hay gran cantidad de residuos de suciedad.

Es muy eficaz frente a las bacterias ya que las inactiva al destruir las proteínas y también frente a suciedades proteicas, como caseínas de leche (Alarcon Domende, Rivera Padilla, Ochoa Domene, & Rodriguez, 2003). En solución acuosa al 40 % se utiliza en la industria para conservar maderas, cueros y en taxidermia. Debido a la posibilidad de polimerizarse se utiliza en la industria de plásticos.

Esta sustancia química se produce en gran escala y tiene un amplio uso a nivel mundial. Se utiliza en la producción de resinas y adhesivos para la madera, la pulpa, el papel, lana de vidrio y lana de roca. También se utiliza en la producción de revestimientos plásticos en acabados textiles, en la fabricación de sustancias químicas industriales y también hay exposiciones en tratamientos de acabados de textiles, como son las sedas artificiales. Es un aditivo en muchos productos.

Imagen 2.5 Presentaciones del Formaldehído.



Fuente: (Agencias de Sustancias Tóxicas y Registros de Enfermedades, 2014)

2.3. Adulteración de Alimentos

2.3.1 Generalidades

Muchos alimentos y bebidas están fortificados y enriquecidos para mejorar el estado nutricional de la población por ejemplo, las vitaminas y minerales se agregan a diferentes alimentos, lo cual ayuda a compensar la calidad de la nutrición de los individuos. Todos los productos que contengan nutrientes agregados deben llevar su descripción (Gill Hernández & Ruiz López, 2015).

El estudio y control de los alimentos destinados al consumo humano es de capital importancia ya que garantiza una alimentación suficiente, regida por las leyes de la cantidad, calidad y educación. (OMS, 2015) establece que...“Los alimentos no deben presentar ningún peligro, ni producir ninguna enfermedad. Este principio está referido a la sanidad, salubridad e inocuidad de los alimentos, productos alimenticios y alimentarios. Estos deben ser inocuos, higiénicos y presentar ausencia o niveles muy bajos de microorganismos que sin ser patógenos, son indicativos de deficiencia en la elaboración, manipulación y conservación...”

Un alimento adulterado es aquel, que siendo originalmente puro, ha experimentado transformaciones por intervención del hombre y con la finalidad de obtener un mayor lucro. Ello puede ser por adición de una sustancia sin valor, como lo es el agregado de agua a la leche, la adición de agua al vino, o la incorporación de margarina a la manteca, como así también por haber extraído un componente nutritivo al producto original, como lo es el expendio de leche parcialmente descremada (BORDONADA, 2007).

La mayor parte del tiempo esto provoca enfermedades en las personas que consumen los alimentos adulterados. La mitad de los casos de intoxicación se producen por una incorrecta manipulación de los alimentos en el hogar, pero el resto corresponde a alimentos adulterados durante el proceso de producción y comercialización, resultando los consumidores víctimas inocentes e indefensas. Éstas son algunas de las principales amenazas que se ciernen actualmente sobre la salud de los consumidores.

El uso indiscriminado de adulterantes representa un grave problema para la sociedad, y más aún cuando se adultera un producto alimenticio de frecuente consumo, como lo es la leche que al ser un producto perecedero, representa uno de los principales inconvenientes de los productores al momento de tratar con este producto, por lo mismo se ve adulterada de diferentes formas, ya sea con formaldehído así como también con agua oxigenada, ácido salicílico, ácido benzoico e hipocloritos, entre otros (Asociación Americana de la Salud Pública, 1961).

2.3.2. Uso de Formaldehído como Agente Adulterante en Lácteos

El formaldehído es el primer miembro de la serie de aldehídos alifáticos. En su forma pura, es un gas a temperatura ambiente lo que limita su manejo, por lo que se comercializa principalmente en forma de solución acuosa. Este elemento ha sido utilizado en la industria láctea como agente conservador, ya que actúa como agente bacteriostático.

En su obra (Kroger, 1985) refiere que para que una sustancia sea considerada adecuada como agente conservador, se requiere que reúna ciertos requisitos: que mantenga la composición original de la muestra, amplio espectro de actividad, mínimos niveles inhibitorios, alta solubilidad en agua, estabilidad, compatibilidad, actividad prolongada, atóxico, económico y fácil de manejar. Todos estos requisitos no los cumple en su totalidad el formaldehído.

Su utilización ha suscitado discusiones entre los investigadores y técnicos, sobre su eficacia, en contraste con las posibles alteraciones que podría ocasionar en las características organolépticas del producto, en el proceso de la coagulación, en el equilibrio microbiano y en la actividad enzimática (Carini, Vezzoni, & Busca, 1975). Estas confrontaciones han generado numerosas investigaciones sobre su uso como bacteriostático y su influencia sobre las características organolépticas en los quesos obtenidos a partir de leche tratada con formaldehído.

El formaldehído, ha sido clasificado como cancerígeno por los expertos de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Un grupo de 26 científicos de 10 países, reunidos en la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), tras evaluar el conocimiento científico existente, ha concluido que existe evidencia suficiente para considerar que el formaldehído provoca cáncer rinofaríngeo en el hombre (Narocki, 2015).

2.3.3. Daños a la Salud por Consumo de Leche Adulterada con Formaldehído

La producción de leche se hace con la expresa intención de proporcionar un alimento de alto valor nutritivo para el ser humano. Cada día se reconoce más las cualidades de este producto en la alimentación de niños, adultos y personas de la tercera edad. Esta debe reunir una serie de requisitos que definen su calidad como son su composición fisicoquímica, cualidades organolépticas, número de microorganismos presentes y que estén libres de agentes adulterantes.

En la leche y sus derivados así como en cualquier otro alimento, la inocuidad constituye un factor obligatorio, no es posible obviar la inocuidad cuando se habla de alimento. Dentro del concepto de inocuidad es necesario referirse a los llamados peligros agentes biológicos, químicos o físicos presentes en los alimentos que puedan afectar la salud. La leche cruda ha de estar sujeta a la revisión permanente de fraudes, adulterantes y contaminantes que pueden llegar de forma intencional o accidental y que afecten su inocuidad.

Durante la producción, comercialización y distribución de la leche, se ha evidenciado el uso fraudulento de algunos adulterantes como agua, almidón, suero de leche, neutralizantes y conservantes. Estos últimos tienen un mayor impacto en la salud debido a sus características de neutralización de ácido láctico y efectos bacteriostáticos respectivamente. Los conservantes tienen un efecto bacteriostático entre los más conocidos están el formaldehído y peróxido de hidrógeno (Agencias de Sustancias Tóxicas y Registros de Enfermedades, 2014).

La ingestión de formaldehído puede producir la muerte, inclusive en cantidades que van desde los 30 mililitros. Los síntomas que se pueden presentar incluyen náuseas, vómitos y dolor abdominal severo. Se pueden presentar daños a nivel hepático, renal, esplénico, pancreático y a nivel del sistema nervioso como respuesta aguda ante la ingestión de esta sustancia (Ochoa Almendarez & Somarriba Chamorro, 2015).

El formaldehído debe de considerarse como un producto especialmente peligroso ya que además de su acción irritante (la irritación ocular en el hombre se presenta a concentraciones entre 0.1 y 1 ppm) y alérgico (el formol es responsable además de sensibilizaciones cutáneas) ya ha sido considerado como cancerígeno probable para el ser humano. Pero, al cabo de una nueva evaluación, la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer de la OMS, con sede en Lyon (Francia), concluyó que su cancerogenicidad no plantea dudas (Narocki, 2015).

El doctor Peter Boyle de la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), ha informado de que además de la evidencia incuestionable sobre la capacidad del formaldehído de provocar cáncer nasofaríngeo, una variedad poco común de cáncer detectada en países industrializados, el grupo de científicos ha señalado que existen evidencias limitadas de que el formaldehído puede provocar también cáncer nasal y leucemia, campos en los que aún es necesario investigar exhaustivamente.

La ingestión de formaldehído puede ser mortal, y la exposición a largo plazo de niveles bajos en el aire o en la piel puede causar problemas respiratorios similares al asma e irritaciones de la piel como dermatitis y picores. Las exposiciones subsecuentes pueden causar reacciones alérgicas severas de la piel, los ojos y el tracto respiratorio. Las exposiciones agudas son muy irritantes para los ojos, la nariz y la garganta y pueden causar tos y dificultar la respiración.

2.4. Métodos de Detección de Formaldehído en Lácteos

2.4.1. Prueba de Ácido Cromotrópico

Esta prueba consiste en detectar la presencia de formaldehído mediante el uso del reactivo ácido 1.8-dihidroxi-naftaleno-3.6 disulfónico en H_2SO_4 al 72% aproximadamente. La (Asociación Americana de la Salud Pública, 1961) afirma que "...La presencia de HCHO está indicada por la aparición de un color púrpura que varía de pálido a intenso (la intensidad del color depende de la cantidad de HCHO presente)."

2.4.2. Prueba de Hehner-Fulton

Esta prueba emplea ácido sulfúrico (H_2SO_4) y bromo saturado en agua, cuyos reactivos se hacen reaccionar en un medio frío junto con la muestra de leche, siendo un color rosado púrpura el indicador de la presencia de formaldehído (Asociación Americana de la Salud Pública, 1961).

2.4.3. Prueba de Leache

Esta prueba consiste en utilizar el reactivo ácido clorhídrico concentrado más una solución de cloruro férrico al 10% para detectar el formaldehído en la muestra haciendo uso de un baño María. La presencia de formaldehído se indica mediante la aparición de un color violeta (Ministerio de Sanidad y Consumo, 1985).

2.5. Kit

2.5.1. ¿Qué es un Kit?

Es un conjunto de instrumentos que se complementan en su uso o en su función, que por lo general cuenta con un folleto de instrucciones para su correcta manipulación, que en los últimos tiempos se han venido implementando en pruebas rápidas para determinar la calidad de un producto o materia prima. Diferentes análisis se pueden realizar sin la necesidad de un equipamiento sofisticado y es aquí donde un kit tiene su importancia ya que son equipos sencillos de fácil manipulación y tienen la ventaja de poder ser transportados a diferentes puntos.

Un kit de campo es una forma práctica de realizar un análisis químico de forma precisa y confiable, el cual se basa en un análisis cualitativo para determinar parámetros que consisten en la presencia o ausencia de algún elemento; esto se da gracias a la Química Analítica la cual puede definirse como la ciencia que desarrolla y mejora métodos e instrumentos para obtener información sobre la composición y naturaleza química de la materia (*Fresenius, 1980*).

2.5.2. Ventajas de un Kit de Campo

El cumplimiento de los requisitos de calidad e inocuidad de la materia prima desde el principio de la cadena de producción es un punto importante que es necesario asegurar y mediante el uso de nuevas tecnología, como son los kits, son una manera rápida de determinar estos puntos. Un kit debe dar respuesta a un determinado problema y en base a esto debe equiparse con las herramientas necesarias para cumplir con determinado trabajo.

Un kit de campo debe ser capaz de transportarse de un lugar a otro manteniendo su capacidad analítica y por lo cual debe presentar las siguientes características:

- ✓ De fácil uso y transporte
- ✓ Mantener la estabilidad en su medición
- ✓ Obtener resultados de manera rápida
- ✓ No precisar de mucho equipamiento más que el necesario.

2.5.3. Desventajas de un Kit de Campo

Como se ha dicho anteriormente, la inocuidad de los alimentos es un punto importante en el cual se debe poner especial atención para mantener los alimentos aptos para el consumo bajo las reglas y normas establecidas para cada caso. Un Kit de Campo puede ser una buena herramienta de ayuda para vigilar que todo esté bajo control, sin perder de vista que se pueden presentar ciertas desventajas durante su uso.

Las desventajas de un Kit de Campo son:

- ✓ Ofrece resultados incorrectos si no se maneja como es debido
- ✓ Tiene corta vida útil
- ✓ Presenta un número limitado de uso, esto si esta en dependencia de reactivos o materiales propios del kit.

2.5.4. Ejemplos de Kit en la Industria.

2.5.4.1. Test Kit de Cloro Libre HI 3831F

Este kit es empleado para medir la cantidad de cloro que se usa en la desinfección del agua contra microorganismos patógenos, en piscinas, acueductos y en la industria alimentaria. Detecta el cloro libre mediante una reacción con los iones de amoníaco y compuestos orgánicos hasta formar el cloro combinado que tiene menor capacidad desinfectante. La suma de cloro combinado y cloro libre da como resultado el cloro total.

Imagen 2.4: Reactivos del Kit



Fuente: (HANNA INSTRUMENTS, 2015)

2.5.4.2. Test Kit de Dureza Total, Rango Alto HI 3812

La dureza del agua se debe principalmente a la presencia de iones de calcio y magnesio. Es fundamental controlar la dureza para prevenir la descamación y la corrosión. El agua se divide, según la escala de dureza en mCaCO_3/L , blanda (0-150 mg/L), ligeramente dura (150-250 mg/L), moderadamente dura (250-320 mg/L), dura (320-420 mg/L) y muy dura (420 mg/L y superior).

Imagen 2.5: Kit de Dureza Total



Fuente: (HANNA INSTRUMENTS, 2015)

2.6. Método del Kit de Campo

2.6.1. Método *Jorisseu*

Este método permite determinar si la leche se ha adulterado con formaldehído. En la leche, este químico actúa como preservante y evita que se note la adulteración por que no se forman coágulos, además, inhibe el crecimiento de microorganismo, sin embargo tiene efectos nocivos para la salud. (Asociación Americana de la Salud Pública, 1961)

2.6.2. Principio del método:

Es una prueba muy sencilla y eficiente basada en evidenciar esta sustancia por el reactivo fenólico floroglucina ($C_6H_6O_3$). Esta se basa en una reacción de coloración que se presenta al reaccionar la floroglucina al 0.1% y el hidróxido de sodio al 10% con el formaldehído. (Asociación Americana de la Salud Pública, 1961)

Materiales y Reactivos

Materiales	Cantidad	Reactivos
Tubo de Ensayos	1	Etanol absoluto al 99%
Pipeta de 5 mL	3	Hidróxido de Sodio
Balón de 100 mL	2	Floroglucina
Balanza Analítica	1	Agua Destilada
Beakers de 100 mL	2	
Espátula	2	

2.6.3. Preparación de los reactivos

2.6.3.1. Hidróxido de Sodio al 10%

1. Pesar 10 gramos hidróxido de sodio grado reactivo en un beakers
2. Disolver en 50 mL de agua destilada
3. Una vez bien disuelto se trasvasa a un balón de 100 mL y se afora hasta la marca.

2.6.3.2. Floroglucina en Etanol Absoluto al 0.1%

1. Pesar en un beaker 0.1 gramos de floroglucina
2. Disolver en 50 mL de etanol absoluto
3. Una vez disuelto transvasar a un balón de 100 mL y aforar hasta la marca.

2.6.4. Procedimiento de la Muestra

1. Se homogeniza la muestra antes de proceder a su análisis, esto se hace agitando de manera uniforme en un recipiente adecuado
2. En un tubo de ensayo se agregan 5 mL de leche ya homogenizada
3. A continuación, se añade 1 mL de hidróxido de sodio al 10%
4. Posteriormente se le agregan 2 mL de floroglucina al 0.1%.
5. Dejar actuar el reactivo por unos segundos.

2.6.5. Interpretación de los Resultados

Si la leche no contiene formaldehído la muestra se torna de un color verdoso o crema y se dice que la prueba resulto negativa.

Si la leche contiene formaldehído la muestra se torna de un color rojo o salmón o bien se forma un anillo del mismo color de forma inmediata y se dice que la prueba resulto positiva.

CAPÍTULO III

Preguntas

Directrices

3.1. Preguntas Directrices

¿Cómo evaluar el Método *Jorisseu* para su funcionamiento dentro del Kit de Campo para la Detección de Formaldehído?

¿De qué manera se puede diseñar un Kit para la determinación de Formaldehído en Leche empleando el método *Jorisseu*?

CAPÍTULO IV

DISEÑO

METODOLÓGICO

4.1. Descripción del Ámbito de Estudio

El presente trabajo se desarrolló en el Departamento de Físico-Químico de Alimentos y Nutrición, el cual es parte del Centro Nacional de Diagnóstico y Referencia (CNDR) en el Ministerio de Salud de Nicaragua (MINSa), con sede en Managua, en el Complejo Nacional de Salud Dra. Concepción Palacios; este centro se encuentra situado en la pista La Sabana, Colonia Sur Primero de Mayo.

El Departamento Físico-Químico de Alimentos, cuenta con 3 cubículos diferentes, cada uno de 9 m² y otros especificados para cada requerimiento; en ellos están ubicados los materiales y equipos que se utilizan para los diferentes análisis que se realizan dentro del área. El Departamento de Alimentos tiene aire acondicionado y mantiene una temperatura promedio de 23 C°. Además cuenta con un cuarto caliente, en el que están ubicados hornos, muflas, campanas de humo, un lavadero y eventualmente otros tipos de aparatos que generan calor.

Este estudio se desarrolló dentro del cuarto caliente del CNDR, el cual se mantiene con temperatura diferente a la de los laboratorios, por lo general entre un rango de 28 a 32°C. Los reactivos y demás instrumentos permanecieron siempre dentro de este cuarto, ya que se espera que el Kit de Campo sea capaz de trabajar fuera de los laboratorios, donde se expondrá a diferentes ambientes dependiendo del lugar donde vaya a ser utilizado.

Como parte de su rol el departamento de Físico-Químico de Alimentos y Nutrición apoya y promueve la buena calidad de atención sanitaria del MINSa y garantiza los diagnósticos de alimentos de todo el país, además se encarga de la evaluación sanitaria de alimentos para efectos de registros sanitarios, vigilancia, controles y conflictos sanitarios.

4.2. Tipo de estudio

El estudio realizado se encuentra dentro de la línea de investigación “Optimización y Control” de la carrera de Química Industria ya que este cuenta con las características propias de dicha línea de investigación, el trabajo es experimental ya que está caracterizado por la manipulación artificial del factor de estudio en este caso es la concentración de formaldehído en la leche que se adultera, proporcionando una evidencia más sólida en la que se podrá basar la sensibilidad que presenta el kit, al igual que los días en que los reactivos presentes en el kit de campo son efectivos.

Es un estudio longitudinal porque se estudia la misma variable como es la del tiempo de vida del reactivo floroglucina, con un antes y un después, al inicio que contemple su preparación y después, a medida que avanzaban los días a lo largo del tiempo que se desarrolló el trabajo, que esto a su vez lo convierte en un estudio prospectivo porque a medida de que avanzaba la investigación se iban obteniendo nuevos datos sobre la variable de interés, los cuales sirvieron para desarrollar un Kit de Campo para la Determinación de Formaldehído en Leche.

4.3. Población

El marco poblacional sujeto a este estudio tiene como principal característica ser centros que comercializan leche cruda; Nicaragua cuenta con diferentes departamentos que se dedican a la actividad de producción de este alimento. El Ministerio de Salud está a cargo de monitorear lo que se conoce como Cuenca Láctea, en la cual están comprendidos diferentes departamentos.

Departamentos de la Cuenca Láctea	
Boaco	León
Matagalpa	Chontales
Jinotega	

4.4. Muestra

El muestreo que sirvió para evaluar el funcionamiento del Kit de Campo en este estudio se llevó a cabo en el departamento de León, el cual es uno de los departamentos que ha tenido mayor incidencia en el uso ilegal de Formaldehído como método de conservación. León cuenta con 26 centros que se dedican a la producción de leche, a los cuales se les aplicó un muestreo por conveniencia para seleccionar los centros que están dentro de este estudio. El muestreo se llevó a cabo de forma tal que en cada centro visitado se recolectaron 3 muestras diferentes para someterlas al análisis del Kit de Campo.

Imagen 4.1: Departamento de León – Productores de Leche

Local	Ubicación	Local	Ubicación
Nagarote	<i>Asamblea de Dios 1C Abajo ½ al Sur</i>	Quesillos	<i>Mercado de Artesanía</i>
Quesera	<i>Pulpería San Antonio ½ abajo</i>	Venta de Queso	<i>Ferretería Paiz ½ C Abajo</i>
Quesera	<i>Costado Norte Parque Jairo Pérez</i>	Venta de Queso	<i>Comunidad La Fuente</i>
Quesera	<i>Pulpería San Martín ½ Abajo</i>	Venta de Queso	<i>Camino a La Fuente</i>
Quesera	<i>Km 40 Carretera Nueva León</i>	Venta de Queso	<i>En La Fuente</i>
Quesera	<i>Costado Sur Cementerio Viejo</i>	Acopio de Leche	<i>Entrada a Tecuaname</i>
Quesera	<i>Tamborcito el Transito</i>	Malpaisillo	<i>Terreno 2</i>
Quesera	<i>Tamborcito el Transito</i>	Quesera	<i>Terreno 1</i>
Quesera	<i>Parque Central 1C ½ al Sur</i>	Quesera	<i>Terreno 2</i>
Sutiava	<i>Quesera La Gaviota</i>	Quesera	<i>Valle La Zapata</i>
La Paz Centro	<i>Terminal de Buses 1 ½ Arriba</i>	Quesera	<i>Valle La Zapata</i>
Producto Lácteo	<i>Esc. R. Darío 1C al Sur 20 vrs Abajo</i>	Quesera	<i>La Reynaga</i>
Producto Lácteo	<i>Esc. R. Darío 75 vrs Abajo</i>	Venta de Leche	<i>Frente a Unión Fenosa</i>
Quesillos	<i>MTI 1 ½ C Arriba</i>	Venta de Leche	<i>Frente a Fátima</i>
Quesillos	<i>Costado Sur de la Texaco</i>	Venta de Leche	<i>Frente a la Parroquia</i>
Quesillos	<i>MTI 1 ½ C Arriba</i>		

Fuente: Ministerio de Salud

4.5. Criterios de selección

4.5.1. Criterios de Inclusión

Las características que la muestra deben presentar para ser consideradas de importancia dentro de este estudio:

- ✓ Leche cruda
- ✓ Leche en buen estado para consumo

Los únicos datos que se tomaron en cuenta para este estudio fueron los que se realizaron en el muestreo.

4.5.2. Criterios de Exclusión

Las características que hacen que la muestra no seande importancia dentro de este estudio:

- ✓ Leche pasteurizada
- ✓ Leche con signos de fermentación
- ✓ Derivados lácteos

Las muestras que tengan las características anteriormente expuestas serán excluidas del muestreo ya que se ha evidenciado que causan errores en la determinación y funcionamiento del Kit de Campo, el cual está enfocado solo a leche destinada como materia prima para la realización de las diferentes gamas de productos lácteos.

4.6. Materiales y Método

4.6.1. Materiales: para recolectar la información

Para llevar a cabo este trabajo se realizó una recopilación de información básica en diferentes libros, revistas, sitios web, internet, periódicos y boletines que brindaban información del tema en estudio. De igual manera se utilizó una bitácora para ir haciendo todas las anotaciones correspondientes de los días que los reactivos aún estaban dando un buen funcionamiento, así como del muestreo q se realizó.

4.6.2. Materiales: para procesar la información

Para el procesamiento de la información se utilizó programas de Microsoft Office Word 2010 empleado para procesar toda la información recaudada para la elaboración de este trabajo. De igual manera que se utilizó el programa Microsoft Office Excel 2010 empleado para organizar y procesar datos sobre este trabajo. De igual manera que se utilizaron otros programas de apoyo como Microsoft Office Publisher 2010 y Microsoft Paint empleados para realizar folletos, la guía del Kit y editar imágenes presentes en el trabajo.

4.7. Operacionalización de las Variables

Objetivo General: Elaborar un Kit de Campo para la Detección de Formaldehído en Leche empleando el Método Jorisseu. Departamento de Alimento del Centro Nacional de Diagnóstico y Referencia. Agosto – Diciembre 2015.					
Objetivos Específicos	Variable	Definición dentro del Estudio	Indicador	Valores	Tipo de Variable
Evaluar el método Jorisseu para la realización de un Kit de Campo	Sensibilidad	Mínima concentración que puede determinar el Kit de Campo	Método	•Positivo •Negativo	Nominal
	Tiempo de Vida	Tiempo que duran los reactivos manteniendo un resultado correcto	Reactivo Floroglucina	•Aceptable •No Aceptable	Nominal
Diseñar un Kit de Campo para la Detección de Formaldehído en Leche empleando en método Jorisseu.	Detección	Capacidad del Kit de Campo en detectar con fiabilidad muestras por medio del método analítico empleado	Kit de Campo	•Si •No	Nominal

CAPÍTULO V ORGANIZACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 Organización de la Elaboración del Kit de Campo

En la elaboración de dicho estudio primeramente se procedió a evaluar el método *Jorisseu*, buscando determinar el tiempo de vida de los reactivos empleados por el propio método y además la sensibilidad de los reactivos en condiciones del Kit de Campo. Para evaluar el método se realizaron pruebas diariamente por un período de cuatro meses, en donde el tiempo de vida y la sensibilidad de los reactivos se analizaron simultáneamente.

Durante cuatro meses se analizaron diariamente veinte muestras, donde cada muestra contenía leche adulterada con formaldehído a diferentes concentraciones para realizar las pruebas pertinentes con el método *Jorisseu*, dichos resultados obtenidos fueron transformados a porcentajes para facilitar el trabajo al momento de analizar los datos.

Una vez que los datos fueron analizados y comprobada la efectividad del método, se procedió a elaborar el Kit de Campo para realizar pruebas en el departamento de León con el objetivo principal de constatar el funcionamiento del Kit en condiciones en las cuales va a ser utilizado. Los datos obtenidos serán analizados desde el punto de vista del funcionamiento del Kit de Campo y no desde la presencia de formaldehído en el departamento de León.

5.2. Determinación del Tiempo de Vida del Reactivo Floroglucina

El método *Jorisseu* indica que el reactivo floroglucina, necesario para evidenciar la presencia o ausencia del adulterante en la muestra, se debe preparar el mismo día en que se vaya a realizar dicho análisis; mientras que por otro lado el reactivo hidróxido de sodio puede prepararse en cualquier momento ya sea días antes de llevar a cabo el método o el mismo día que se va a realizar, siempre y cuando esté preparado correctamente, ya que este reactivo tiene la capacidad de mantenerse estable si se toman las medidas necesarias para su conservación.

Para determinar la estabilidad del reactivo floroglucina, se realizaron 4 pruebas de 1 mes de duración cada una, en las cuales diariamente se realizaban análisis de formaldehído a muestras de leche contaminadas con dicho reactivo, con el objetivo de evidenciar cuánto tiempo el reactivo, por sí solo, puede mantenerse estable en condiciones similares a las que estará sometido en el Kit de Campo, es decir, con temperaturas ambientales normales.

Durante cada prueba se analizaban 20 muestras de leche contaminadas, y durante los 4 meses en los que se realizó dicho análisis con el reactivo floroglucina preparado en el primer día se pudieron obtener los siguientes datos:

Días en que el reactivo se mantuvo estable

Número de Prueba para el análisis de formaldehído	Días en los que el reactivo se mantuvo estable	Días en los que el reactivo empezó a fallar
Primera Prueba	26 días	A partir del día 27
Segunda Prueba	27 días	A partir del día 28
Tercera Prueba	26 días	A partir del día 27
Cuarta Prueba	26 días	A partir del día 27

Las pruebas se realizaron con un grado constante en la contaminación de formaldehído al 0.005% presente en las muestras, pero además se realizaron pruebas con otras concentraciones más bajas que la anterior mencionada, como lo son 0.0005% y 0.00005%; estas concentraciones se tomaron en cuenta ya que el propio método *Jorisseu* indica que es sensible a partir de esta última concentración expresada. A partir de esto se obtienen los siguientes datos:

Concentraciones de formaldehído en las muestras

Número de Prueba para el análisis de formaldehído	Porcentaje de muestras que dieron positivo en concentración de 0.005% de formaldehído	Porcentaje de muestras que dieron positivo en concentración de 0.0005% de formaldehído	Porcentaje de muestras que dieron positivo en concentración de 0.00005% de formaldehído
Primera Prueba	100%	37%	2%
Segunda prueba	100%	42%	4%
Tercera Prueba	100%	40%	2%
Cuarta Prueba	100%	30%	1%

5.3. Análisis de los Resultados Obtenidos en la Determinación del Tiempo de Vida del Reactivo Floroglucina

Los datos obtenidos durante los 4 meses en los que se realizaron las pruebas para determinar la estabilidad del reactivo, indican que el reactivo floroglucina puede mantenerse estable en condiciones ambientales normales durante un periodo de tiempo aproximado de 26 días sin presentar algún tipo de variación; las pruebas también revelan que a partir del día 27 el reactivo presenta una variación en su respuesta al análisis.

Dichos datos obtenidos fueron estudiados a profundidad, logrando determinar un tiempo de vida estimado para el funcionamiento del reactivo en el Kit de Campo tomando en cuenta todos los posibles inconvenientes que se pueden presentar durante el funcionamiento de dicho Kit de Campo, llegando a la conclusión de que el tiempo de vida será de 24 días; esto debido a que se estará dejando un margen de seguridad en los días en los que el reactivo realmente es efectivo para el análisis.

Aunque las medidas de concentración del formaldehído no están establecidas para su utilización en la leche, el método *Jorisseu* indica que es efectivo a partir de concentraciones de 0.00005%, pero esto es puesto en duda ya que los resultados confirman que el método es efectivo a partir de concentraciones de 0.005% de formaldehído en la leche, dejando así establecido que esta será la concentración oficial de funcionamiento del Kit de Campo.

5.4. Datos Obtenidos en el Muestreo Realizado en el Departamento de León para Determinar la Efectividad del Kit de Campo.

El muestreo se llevó acabo en el Departamento de León, en el cual se muestrearon 12 distribuidoras, en cada distribuidora se tomaron 3 muestras. El reactivo utilizado contabacon 20 días de preparación anticipada. A las 12 distribuidoras se le asignaráuna consonante de acuerdo al alfabeto, ya que esta investigación mantendrá de manera confidencial las distribuidoras visitadas en el muestreo.

Lugar	N° de muestra	Resultado
A	1	Negativo
	2	Negativo
	3	Negativo
B	1	Negativo
	2	Negativo
	3	Negativo
C	1	Positivo
	2	Positivo
	3	Positivo
D	1	Negativo
	2	Negativo
	3	Negativo
E	1	Negativo
	2	Negativo
	3	Negativo
F	1	Positivo
	2	Positivo
	3	Positivo
G	1	Positivo
	2	Positivo
	3	Positivo
H	1	Negativo
	2	Negativo
	3	Negativo
I	1	Negativo
	2	Negativo
	3	Negativo
J	1	Negativo
	2	Negativo
	3	Negativo
K	1	Positivo
	2	Positivo
	3	Positivo
J	1	Negativo
	2	Negativo
	3	Negativo

5.5. Análisis de los Datos Recolectados

En el muestreo realizado en las 12 distribuidoras de leche se detectaron 12 muestras, de las 36 tomadas, como resultados positivos; lo cual indica que en 4 lugares diferentes el Kit de Campo logró detectar el formaldehído en las respectivas muestras, las cuales tomaron el color rojo salmón característico que determina la presencia del adulterante.



Del 100% de muestras analizadas, un 33% dio positivo a la contaminación con formaldehído; indicando así que en esas 4 distribuidoras emplean de manera ilegal el formaldehído para conservar la leche por más tiempo. Esta práctica perjudica no solo a los consumidores de leche cercanos del área, sino que también perjudica a los propios distribuidores, ya que si las autoridades reguladoras detectan la utilización de este reactivo químico en este alimento pueden imponer multas e incluso cerrar definitivamente el lugar de trabajo, este último caso solo ocurre si el distribuidor es reincidente en la utilización de formaldehído.

El Kit de Campo logró funcionar correctamente durante el muestreo; los reactivos funcionaron de manera efectiva ante las condiciones de los puntos de muestreo, dichos reactivos ya contaban con 20 días de preparación previa al muestreo realizado indicando que el Kit de Campo para la determinación del Formaldehído en Leche es viable para su uso.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

6.1. CONCLUSIONES

- 1) A lo largo de la presente investigación se logró demostrar que el uso del Kit de Campo para la Determinación de Formaldehído en Leche es una herramienta eficiente, se logró desarrollar evaluando la efectividad del método Jorisseu frente al formaldehído como agente adulterante, comprobando así que es un método adecuado para llevarlo a nivel de Kit de Campo, ya que presenta la ventaja de ser un método que no requiere de muchos reactivos, además es fácil de emplear y el color indicador de la contaminación suele ser bastante claro como para que el personal que lleve a cabo la determinación no se confunda.

- 2) Se logró determinar con pruebas realizadas diariamente la vida útil del reactivo floroglucina sin que muestre algún fallo en los análisis y tomando en cuenta otros datos obtenidos en el estudio, como fueron la evaluación del método, la sensibilidad, al igual tomando en cuenta todo el equipamiento necesario que se requiere para desarrollar el método en campo, se procedió a diseñar el Kit de manera que sea una herramienta práctica y sencilla, empleando el método de forma correcta; logrando comprobar efectivamente que el Kit de Campo para la Detección de Formaldehído en Leche es una herramienta útil al momento de realizar sus funciones.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

7.1. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones expuestas anteriormente se hacen las siguientes recomendaciones:

- 1) El Kit de Campo es una buena herramienta que ayuda en la detección de formaldehído como agente preservante en la leche, por lo que se recomienda el uso de este en empresas o acopios ya que de esta manera se estará garantizando la calidad de este alimento.
- 2) De igual manera se recomienda realizar un plan de muestreo o un cronograma para asegurar que todos los análisis que se vayan a realizar se hagan dentro del tiempo de vida útil estimado de los reactivos presentes en el Kit.
- 3) Como el Kit es una herramienta fácil de utilizar y el método es rápido de emplear se recomienda hacer uso de este en centros de acopios aledaños donde se necesita hacer un análisis rápido con resultados instantáneos.

CAPÍTULO VIII

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

1. Industria Láctea. (2014). *Tiempos de Negocios*, 1.
2. Alarcon Domende, R., Rivera Padilla, J., Ochoa Domene, O., & Rodriguez, M. (2003). En *Auxiliares de Servicios Generales Ministerio de Defensa* (pág. 353). España: MAD, S.L.
3. Aranda, D. V. (2005). En *Tratado de la Química Orgánica* (pág. 571). Barcelona: Reverter, S.A.
4. Bailey, P. S., & Bailey, C. A. (1998). *Química Orgánica: Conceptos y Aplicaciones*. Pearson Educación.
5. BORDONADA, M. Á. (2007). *NUTRICIÓN ES SALUD PUBLICA*. España: Instituto de Salud Carlos III.
6. Carini, Vezzoni, & Busca. (1975). Impiego della formaldeide e sua influenza sui batteri lattici di siero innesti per grana. . *LATTE* 3:367-371. .
7. Carlos A. da Silva, Doyle Baker, Andrew W. Shepherd, Chakib Jenane, Sergio Miranda da Cruz. (2013). *Agroindustrias para el Desarrollo*. Roma: ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA.
8. Carrillo, B., & Heimilch, W. (1995). *Manual para Centros de Acopio de Leche. Producción, Operación, Aseguramiento de Calidad y Gestión*. Chile.
9. Carrillo, B., & Molina, L. (1997). *Acciones para Mejorar la Calidad de Leche de los Pequeños Productores de Centros de Acopio*. Chile.
10. Carrillo, B; Heimilch, W. (1995). *Manual para centros de acopio de leche. Producción, operación, aseguramiento de calidad y gestión*. Chile.
11. Castillo, R. R. (2015). *Tecnología de Productos Lácteos*.
12. Codex Alimentarius. (2011). *Programa de Aseguramiento de la Inocuidad en Lácteos "Manual de las Buenas Practicas de Ordeños"*.
13. ESPAÑA, M. D. (2010). *Nutrición Saludables y Prevención de los Trastornos Alimenticios*. España: ISBN 84.
14. FAO. (2015). *Código de Principios Referentes a la Leche y Productos Lácteos* .

15. FAO/OMS. (2000). *Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias COMISION DEL CODEX ALIMENTARIUS "Leche y Productos Lacteos"*. Roma.
16. Gattás, V. (2001). Propiedades y composición química de la leche / Properties and chemical composition of cow milk. *Revista Chilena de Nutrición*.
17. Gill Hernández, A., & Ruiz López, M. D. (2015). *Tratado de Nutrición, Composición y Calidad de los Alimentos*. Madrid: Panamericana.
18. Irías Herrera, B., Garcías Huembes, L., & Vega Jackson, C. (2008). *Estudio sobre la Cadena de Comercialización de Productos Lacteos en Nicaragua*. Managua: UNCTAD.
19. Kotz, J., & Treicherl, P. (s.f.). *Chemestry and Chemestry Reactivity*. THOMSOM.
20. Kotz, John; Treichel, Paul;. (s.f.). *Chemistry and Chemical Reactivity*. THOMSOM.
21. Kroger, M. (1985). Milk Sample Preservation. *Journal of Dairy Science (Impact Factor: 2.55)*.
22. Manahan, S. E. (2007). En *Introducción a la Química Ambiental* (pág. 709). Mexico D.F: Reverte.
23. Ministerio de Fomento, Industria y Comercio. (1999). *Comisión Nacional de Normalización Técnica y de Calidad Norma Técnica de la Leche Cruda*. Managua.
24. Ministerio de Sanidad y Consumo. (1985). *Análisis de Alimentos*. Madrid: G. SOLANA. Carmen Bruguera, 26 - 28026 Madrid.
25. Ochoa Almendarez, Z., & Somarriba Chamorro, M. (2015). *Entrenamiento para los Inspectores Sanitarios en la Determinación de Formalina en Productos Lácteos*. Managua.

WEBGRAFIA

1. *Agencias de Sustancias Tóxicas y Registros de Enfermedades*. (9 de diciembre de 2014). Recuperado el 28 de agosto de 2015, de http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs111.html
2. Anónimo. (4 de 10 de 2015). Obtenido de <http://www.laanunciataikerketa.com/trabajos/yogur/leche.pdf>
3. Asociación Americana de la Salud Pública. (29 de agosto de 1961). Normas para el examen de los productos lácteos métodos microbiológicos y químicos. 464-465. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <http://www.who.int/publications/es/>
4. Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad, M. d. (1999). *Ministerio de Salud*. Recuperado el 28 de agosto de 2015, de <http://www.minsa.gob.ni/index.php/repository/Descargas-MINSA/Direcci%C3%B3n-General-de-Regulaci%C3%B3n-Sanitaria/Regulaci%C3%B3n-de-Alimentos/Productos-L%C3%A1cteos/NORM>
5. Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad, M. d. (1999). *Ministerio de Salud*. Recuperado el 28 de agosto de 2015, de <http://www.minsa.gob.ni/index.php/repository/Descargas-MINSA/Direcci%C3%B3n-General-de-Regulaci%C3%B3n-Sanitaria/Regulaci%C3%B3n-de-Alimentos/Productos-L%C3%A1cteos/NORMA-TECNICA-DE-LECHE-ENTERA-CRUDA/>
6. Narocki, C. (09 de 09 de 2015). *Istas*. Obtenido de <http://www.istas.net/pe/articulo.asp?num=26&pag=06&titulo=La-Organizacion-Mundial-de-la-Salud-declara-cancerigeno-el-formaldehido>
7. OMS, O. M. (17 de Abril de 2015). *Legislación en Inocuidad de Alimentos*. Obtenido de http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10720%3Adisposiciones-generales-ley-basica-alimentos&catid=7808%3Aguias-ley-basica-alimentos-parte-legislativa-contenido&Itemid=41378&lang=es

ANEXOS

Anexo 1, Tabla 2.1: Características físico-químicas de la leche.

Requisitos	Mínimo	Máximo
Densidad a 15°C (g/mL)	1.0300	1.0330
Materia grasa % m/m	3.0	-
Solidos totales% m/m	11.3	-
Solidos no grasos % m/m	8.3	-
Acidez expresada como ácido láctico %(m/v)	0.13	0.16
pH	6.6	6.7
Prueba de alcohol	No se coagula por la adición de un volumen de alcohol de 68% en peso o 75% en volumen	
Presencia de conservantes	Negativa	
Presencia de adulterante	Negativa	
Presencia de neutralizantes	Negativa	

Fuente: (Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad M. d., 1999).

Anexo 2, tabla 2.2: Composición de la leche.

COMPONENTES	LECHE NORMAL
Grasa %	3.45
Proteína %	3.61
Caseína g/L	27.9
Proteína de Suero mg/mL	8.7
Albúmina del Suero mg/mL	0.24
Lactosa %	4.85
Na mg/100 mL	57
Cl mg/100 mL	91
Ca mg/100 mL	129.8
Mg mg/100 mL	12.1
P mg/100 mL	6.65
S mg/100 mL	3
Mg mg/100 mL	12
Minerales Trazas mg/100 mL	<0.1
Vit. A ug/100 mL	30.0
Vit. D ug/100 mL	0.06
Vit. E ug/100 mL	88.0
Vit. K ug/100 mL	17.0
Vit. B1 ug/100 mL	37.0
Vit. B2 ug/100 mL	180.0
Vit. B6 ug/100 mL	46.0
Vit. B12 ug/100 mL	0.42
Vit. C ug/100 mL	1.7

Fuente: (Gattás, 2001)

Anexo 3, Tabla 2.3: Conservantes alimentarios aprobados por las normas técnicas nicaragüenses para su uso en lácteos

CONSERVANTES		
No. SIN	Nombre del Aditivo Alimentario	Dosis Máxima
200	Ácido Sórbico	1000 mg/Kg calculados como ácido sórbico
201	Sorbato de Sodio	
202	Sorbato de Potasio	
203	Sorbato de Calcio	
234	Nisina	12,5 mg/Kg
239	Hexametilentetramina (solamente para el queso Provolone)	25 mg/kg, expresados como formaldehído
251	Nitrato de Sodio	50 mg/Kg, expresados como NaNO ₃ 3000 mg/kg, calculados como ácido propiónico
252	Nitrato de Potasio	
280	Ácido Propiónico	
281	Propianato de Sodio	
282	Propianato de Calcio	
1105	Lisozima	Limitada por las BPF

Fuente: Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses de Productos Lácteos

Anexo 4, Tabla 2.4: Plantas lácteas bajo inspección del MAGFOR

No.	Planta	Zona
1	SIERRA WAS	CHONTALES
2	LAS TUCAS	CHONTALES
3	GUANACO	RAAS
4	LA MONTAÑA	CHONTALES
5	DELICIAS	CHONTALES
6	LAS MAÑANAS	CHONTALES
7	UMANZOR	CHONTALES
8	LAS MESAS	CHONTALES
9	BRONCO LAZO	CHONTALES
10	ALIANZA NOVA	CHONTALES
11	LA ESPERANZA	CHONTALES
12	SAN JOSE	CHONTALES
13	COOP. SANTO TOMAS	CHONTALES
14	LA JUIGALPA	CHONTALES
15	LA COMPLETA	CHONTALES
16	SANTA ROSA	BOACO
17	CAMOAPAN	BOACO
18	MASIGUITO	BOACO
19	EL TRIUNFO	RIO SAN JUAN
20	NUEVA GUINEA	RAAS
21	COOPROLECHE	RIO SAN JUAN
22	SAN ANTONIO	RAAN
23	COOPAGROS	RAAN
24	FROILAN	NUEVA SEGOVIA
25	MODELO	MATAGALPA
26	CALBRI	MATAGALPA
27	QUESERIA BENITEZ	MATAGALPA
28	MATIGUAS	MATAGALPA
29	PROLACSA	MATAGALPA
30	PARMALAT	MANAGUA
31	CENTROLAC	MANAGUA
32	IRCASA	MANAGUA
33	LACTEOSA	MANAGUA
34	NILAC	MANAGUA
35	ESKIMO	MANAGUA
36	NICARAO	RIVAS
37	LA VAQUITA	CHINANDEGA

Fuente: Ministerio de Salud

Anexo 5, Explicación de la confidencialidad de los centros muestreados

El objetivo principal de la realización del muestreo, efectuado en el departamento de León, es demostrar la efectividad del Kit de Campo en funcionamiento bajo condiciones a las que estará sometido una vez que ya sea aprobado. Por lo tanto los datos obtenidos en este muestreo se analizan solo desde el punto de vista del funcionamiento del Kit de Campo y no de las propias muestras encontradas Positivas durante el muestro.

La asignación de consonantes para realizar el cambio de nombre de las distribuidoras seleccionas para realizar el muestro de este trabajo, se debió para proteger la identidad de los dueños de los respectivos negocios y no causar ningún tipo de inconveniente por su participación en el muestreo realizado, por lo tanto evitando así algún tipo de perjuicio en contra de estas distribuidoras.

Es de suma importancia destacar que el Kit de Campo solo determina la ausencia o presencia del agente adulterante que se identifica mediante un cambio en la coloración de la muestra, la cual se interpreta como Negativo o Positivo respectivamente. El (Ministerio de Fomento, Industria y Comercio, 1999) indica lo siguiente “No usar en la leche sustancias químicas prohibidas, tales como: formalina, agua oxigenada, u otras ya que atentan contra la salud de la población”; estas no están especificadas en un rango de concentración ya que su uso está estrictamente prohibido, lo cual indica que la medición no está asociada a ningún tipo incertidumbre en la lectura.

Anexo 6, Descripción del kit de campo para la detección de formaldehído en leche.

El kit es una herramienta diseñada para la determinación en campo de formaldehído en muestras de leche cruda, emplea un método muy preciso y la manera de determinación es rápida y fácil de observar, ya que si la muestra da como resultado positivo esta se tornara de un color rojo o salmón de manera inmediata. El sistema completo incluye los reactivos y cristalería necesaria para la prueba.

El Kit de Campo para la Determinación de Formaldehído en Leche cuenta con:

- 5 tubos de ensayos
- 5 jeringas
- 2 viales conteniendo la floroglucina
- 100 mL de etanol absoluto
- 50 mL de hidróxido de sodio al 10%
- 1 instructivo
- 2 pares de guantes

El Kit de Campo cuenta con los reactivos suficiente para 50 determinaciones de presencia-ausencia con 5 mL de muestras que se ocupan para esta determinación. Este además cuenta con tubos de ensayo reutilizables, jeringas para tomar la muestra así como también otras jeringas para los reactivos, cuenta también con un instructivo en el cual detalla paso a paso como se debe de emplear dicho Kit.

La cristalería y reactivos se encuentran en una almohadilla para que estos no sufran ningún daño durante el transporte al lugar de muestreo, cabe destacar que estos reactivos no requieren de refrigeración. El reactivo floroglucina no estará preparado en el etanol, ya que este reactivo tiene un periodo de caducidad de 25 días, por esta razón es que el reactivo se encontrará separado del etanol. Sin duda estos vendrán medidos de manera muy exacta solo para que el usuario del kit lo disuelva, todas las indicaciones de uso y la manera de emplear los reactivos así como el resultado esperado de las muestras a analizar vendrá detallado en el manual de usuario.

Anexo 7, Kit de campo para la detección de formaldehído en leche.



Anexo 8, Instructivo contenido en el kit de campo para la detección de formaldehído en leche

Recomendaciones

Se recomienda primero leer el manual antes de emplear el Kit de Campo y llevar a cabo el respectivo análisis.

Mantener siempre cerrado los frascos de reactivos.

Respetar la vida útil de los reactivos presentes en el Kit de Campo.

Lavar los instrumentos una vez terminado el análisis.

Indicaciones

Utilizar el Kit de Campo solo en el producto indicado, el cual es leche fresca o sin procesar, así como también se puede utilizar en leche pasteurizada sin aditivos que puedan interferir con el análisis como lo son colorantes, utilizados mayormente en leches saborizadas.

**KIT DE CAMPO
PARA LA DETECCIÓN
DE FORMALDEHÍDO
EN LECHE**

Materiales e Instrumentos

- 2 Frascos de Hidróxido de Sodio (NaOH) al 10% de 50 mL c/u.
- 1 Frasco de Floroglucina ($C_6H_6O_3$) al 0.1%
 - 5 Tubos de Ensayo
 - 3 Geringas de 5 mL c/u
 - 1 Par de Guantes

Método De Análisis

Método Jorisseu

Este método permite determinar si se ha adulterado la leche con formaldehído. En la leche, este químico actúa como preservante.

Es una prueba muy sencilla y eficiente basada en evidenciar esta sustancia por el reactivo fenólico floroglucina ($C_6H_6O_3$). Esta se basa en una reacción de coloración que se presenta al reaccionar la floroglucina al 0.1% y el hidróxido de sodio al 10% con el formaldehído.

Procedimiento:

Paso 1:

Haciendo uso de una geringa, medir 5 mL de leche dentro de un tubo de ensayo.

Paso 2:

Agregar 2 mL de hidróxido de sodio al 10% al tubo de ensayo con los 5 mL de leche.

Paso 3:

Agregar 1 mL de floroglucina al 0.1% al tubo de ensayo con los 5 mL de leche y los 2 mL de hidróxido de sodio al 10%.

Si la leche contiene formaldehído, la muestra tomará un color rojo salmón o bien se formará un anillo del mismo color de forma inmediata.



GLOSARIO

Brucelosis: Enfermedad infecciosa del ganado caprino, vacuno y porcino que se transmite al hombre por la ingestión de sus productos, en especial los derivados lácteos; es de larga duración y se caracteriza por fiebres altas y cambios bruscos de temperatura.

Calostro: Líquido de color amarillento claro que segregan las glándulas mamarias de la mujer y la hembra de los animales mamíferos unos meses antes y unos días después del parto, hasta que se produce la subida de la leche; se caracterizan por ser rico en proteínas y sales minerales, con una escasa proporción de lactosa.

Cáncer Orofaringeo: Es un cáncer que afecta a la orofaringe, la parte central de la faringe o por la boca, la parte posterior de la lengua, las amígdalas y las paredes de la faringe.

Dermatitis: Inflamación de la piel.

Dispersión Coloidal: En física y química un coloide, sistema coloidal, suspensión coloidal o dispersión coloidal es un sistema formado por dos o más fases, principalmente: una continua, normalmente fluida, y otra dispersa en forma de partículas; por lo general sólidas

Emulsión: En Química, se conoce también como emulsión a la sustancia, donde se pseudo-diluyen en agua o alcohol, otras sustancias resinosas u oleaginosas, pues son en realidad insolubles en agua, y forman glóbulos. Una emulsión es un sistema heterogéneo, del género de los coloides, en el cual las finas partículas de fase líquida se encuentran dispersas en otro medio líquido.

Hato: Porción de ganado. Ejemplo: un hato de bueyes, de ovejas.

Inocuidad: Es un concepto que se refiere a la existencia y control de peligros asociados a los productos destinados para el consumo humano a través de la ingestión como pueden ser alimentos y medicinas a fin de que no provoquen daños a la salud del consumidor; aunque el concepto es más conocido para los alimentos conociéndose como inocuidad alimentaria, también aplica para la fabricación de medicamentos ingeribles que requieren medidas más extremas de inocuidad.

Lactoperoxidasa: Enzima que se encuentra en la leche y la saliva. Se cree que inhibe algunos microorganismos activando una forma inmunitaria inespecífica.

Lactosuero o Suero Lácteo: Es la fracción líquida obtenida durante la coagulación de la leche en el proceso de fabricación del queso y de la caseína, después de la separación del coágulo o fase micelar. Sus características corresponden a un líquido de color amarillo verdoso, turbio, de sabor fresco, débilmente dulce, de carácter ácido que contiene un 94% de agua, proteínas y grasas.

Leucemia: Enfermedad de los órganos productores de la sangre que se caracteriza por la proliferación excesiva de leucocitos o glóbulos blancos en la sangre y en la médula ósea.

Mastitis: Es un término médico que se refiere a la inflamación de la glándula mamaria de primates y la ubre en otros mamíferos. Se da por una obstrucción de los conductos de la leche.

Micela: Es una formación geométrica de moléculas que tienen una "cabeza" polar y una "cola" de naturaleza no polar adheridas a una partícula o glóbulo de una sustancia que se encuentra en un medio en el cual no es soluble.

Nata: Es una sustancia de consistencia grasa y tonalidad blanca o amarillenta que se encuentra de forma emulsionada en la leche recién ordeñada o cruda, es decir, en estado natural y que no ha pasado por ningún proceso artificial que elimina elementos grasos.

Nómadas: Son generalmente comunidades o pueblos de personas que se trasladan de un lugar a otro, en lugar de establecerse permanentemente en un solo lugar.

OMS: Es el organismo de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) especializado en gestionar políticas de prevención, promoción e intervención en salud a nivel mundial.

Osteoporosis: Es una enfermedad que afecta a los huesos y está provocada por la disminución del tejido que lo forma, tanto de las proteínas que constituyen su matriz o estructura como de las sales minerales de calcio que contiene. Como consecuencia de ello, el hueso es menos resistente y más frágil de lo normal, tiene menos resistencia a las caídas y se rompe con relativa facilidad tras un traumatismo, produciéndose fracturas o microfracturas.

Patógeno: Es todo agente biológico externo que se aloja en un ente biológico determinado, dañando de alguna manera su anatomía, a partir de enfermedades o daños visibles o no. A este ente biológico que aloja a un agente patógeno se lo denomina huésped, hospedador o también hospedante, en cuanto es quien recibe al ente patógeno y lo alberga en su cuerpo.

Periodo Neolítico: El Neolítico o Edad de Piedra Nueva o Pulimentada, es uno de los periodos en que se considera dividida la Edad de Piedra. El término fue acuñado por John Lubbock en su obra Prehistoric Times (1865).

Riboflavina: Es una vitamina hidrosoluble del complejo B que participa en muchos procesos metabólicos: la respiración celular, el mantenimiento de las vainas de mielina de las neuronas, la desintoxicación hepática, etc. Ayuda al crecimiento y beneficia la conservación de la piel, las uñas, el cabello y la córnea del ojo.

Tuberculosis Bovina: Tuberculosis provocada por el Mycobacterium tuberculosis que afecta principalmente al ganado vacuno. Puede producir mastitis y síntomas pulmonares.

Taxidermia: Técnica de disecar animales.

ACRÓNIMOS

MAGFOR: Tiene como misión formular, instrumentar, monitorear y evaluar la política del sector Agropecuario a fin de promover y asegurar el mejoramiento económico, social, ambiental y productivo de la población nicaragüense, con planes y estrategias de desarrollo para los Pequeños (as) y Medianos (as) productores (ras) de la población nicaragüense e inversionistas nacionales y extranjeros a través de la implementación de programas y proyectos que permitan el desarrollo sostenible del sector.

MINSALUD: Es un sistema de salud que atiende a los nicaragüenses según sus necesidades y garantiza el acceso gratuito y universal a los servicios de salud, promueve en la población prácticas y estilos de vida saludables que contribuyen a mejorar la calidad y esperanza de vida y los esfuerzos nacionales para mejorar el desarrollo humano.

a.C: Antes de Cristo: años antes del nacimiento de Jesucristo

KD: Kilodalton

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

UI: La vitamina A suele expresarse en Unidades Internacionales (UI) o como equivalentes de retinol (ER), que corresponden a 1 µg de retinol o 6 de β-carotenos.

CAL: Centros de Acopio de Leche

IARC: Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer