

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA



“ DETERMINACIÓN DE ÁCIDO BÓRICO COMO PRESERVANTE EN LECHE
ULTRAPASTEURIZADAS (UHT) COMERCIALIZADAS POR DIFERENTES
PROVEEDORES EN EL ÁREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR”

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

JURADO SALAZAR, LETICIA MARGARITA
MATAMOROS ZELAYA, PATRICIA CAROLINA

PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIADA EN QUÍMICA Y FARMACIA

FEBRERO DE 2003



© 2001, DERECHOS RESERVADOS

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento,
sin la autorización escrita de la Universidad de El Salvador

SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA

DRA. MARÍA ISABEL RODRÍGUEZ

SECRETARIA GENERAL

LIC. LIDIA MARGARITA MUÑOZ VELA

DECANA

LIC. MARÍA ISABEL RAMOS DE RODAS

SECRETARIA

LIC. ARELY CÁCERES MAGAÑA

ASESORA

LIC. CORALIA DE LOS ANGELES GONZÁLEZ DE DÍAZ

JURADO CALIFICADOR

LIC. MARÍA CONCEPCIÓN ODETTE RAUDA ACEVEDO

LIC. ZOILA ISABEL SORTO DE ALARCÓN

LIC. CECILIA HAYDEÉ GALLARDO CARPIO

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer primeramente a Dios por permitirnos completar satisfactoriamente esta etapa de nuestras vidas, a todas y cada una de las personas que de alguna manera colaboraron con la realización del presente Trabajo de Graduación, especialmente a nuestra Asesora, Lic. Coralia de Díaz por su apoyo durante el período de elaboración del Trabajo de Investigación, a los miembros del Jurado Calificador, por sus acertadas observaciones para poder presentar un Trabajo de Calidad que beneficie a la población.

De igual manera, los agradecimientos especiales al Lic. Arturo Mazzini, Lic. Nancy Rodríguez, Ing. Oscar Hernández, Lic. Norma Zelaya y Lic. Elsa de Zelaya quienes desinteresadamente nos ayudaron de diferentes maneras para que pudiésemos culminar esta meta.

Finalmente, pero no menos importante, a todo el personal administrativo de la Facultad de Química y Farmacia, que siempre tuvo la disposición de colaborar con nosotras para la realización de este Trabajo de Investigación.

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso por acompañarme siempre a lo largo de todo el proceso.

A mis padres por todo el apoyo, amor y comprensión brindados en todo este tiempo y por no dejar de darme palabras de aliento en todo momento.

A mis hermanos Roberto y Alicia con mucho amor.

A mi novio Carlos Osorio por brindarme siempre todo su amor y apoyo incondicional a lo largo de toda la carrera.

A todas las personas que han hecho posible este logro tanto dentro como fuera de la facultad, en especial a la Lic. Norma Zelaya por ser una guía en el transcurso de toda la carrera.

A mis amigos y amigas que en todo momento me dieron su apoyo incondicional, especialmente a mi compañera Leticia por haber sido una excelente compañera de trabajo, Carolina Maldonado por estar siempre conmigo y Armando Bracamonte que junto a su madre fueron un gran apoyo para mi persona.



Dedico este triunfo a Dios primeramente, ya que todo lo que soy y tengo se lo debo a Él y a su infinita Misericordia.

A mis amados padres Lic. Margarita de Jurado y Lic. Celso Jurado quienes me apoyaron incondicionalmente en cada decisión que tomé y siempre estuvieron pendientes de mi, nunca me dejaron sola, mil Gracias por todo, su sacrificio no ha sido en vano!

A mis adorados hermanitos Rocío y Celso quienes siempre estuvieron dispuestos a ayudarme.

A mis queridos abuelos, Arturo (Q.E.P.D), se que siempre estará cerca de mi, Celia, Dinah y Leticia por su tiempo, amor, consejos y buenos deseos.

A Ivan, quien pacientemente estuvo cerca de mi para escucharme, apoyarme y ayudarme en todo lo que necesité, muchas gracias, te amo mi amor.

A mi compañera y amiga Carolina, por soportarme, ser tolerante y no dejar que perdiera la fe en que algún día nos graduaríamos.

Finalmente, a mis amigos por haber estado cerca de mi, a Felipe por tantos años de buena amistad, y a Lourdes por sus valiosos consejos, apoyo y cariño que me brindó durante todos estos años, gracias por todo madrecita!

Este triunfo es gracias a TODOS.

Leticia Margarita.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
INTRODUCCIÓN	i
OBJETIVOS	iii
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	
1. Generalidades sobre los procesos de Preservación	
por calor	4
1.1. Métodos Físicos	4
1.1.1. Preservación por Calor	5
1.1.1.1. Pasteurización Baja y Alta	5
1.1.1.2. Esterilización	5
1.1.1.3. Proceso de Ultrapasteurización	5
1.1.2. Preservación por Radiación	7
1.1.3. Preservación por Refrigeración	7
1.2. Métodos Químicos	7
1.3. Generalidades del Ácido Bórico	9
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	
2.1. Investigación Bibliográfica.	12
2.2. Investigación de Campo	12
2.2.1. Universo	12
2.2.2. Diseño y tamaño de la muestra.	12
2.2.2.1. Supermercados	12
2.2.2.2. Leches	15
2.3. Metodología de Análisis	16
2.3.1. Toma de la Muestra	16

2.3.2. Material, Equipo y Reactivos	16
CAPÍTULO III. PARTE EXPERIMENTAL	
3. Determinación del Ácido Bórico	18
3.1. Método Cualitativo. Método de la Cúrcuma	18
3.1.1. Procedimiento	19
3.2. Método Cuantitativo. Método del Carmín	19
3.2.1. Procedimiento	20
3.2.1.1. Tratamiento previo de la muestra	20
3.2.1.2. Preparación de la solución madre de boro	20
3.2.1.3. Preparación de las soluciones estándares de trabajo	20
3.2.1.4. Esquema de preparación de los estándares de trabajo	21
3.2.1.5. Desarrollo del color	21
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	
4. Resultados	23
4.1. Curva de Calibración de estándares de trabajo	23
4.2. Propiedades Físicas de las Leches Analizadas	26
4.3. Resultados. Método de la Cúrcuma	27
4.4. Resultados. Método del Carmín.	28
4.5. Interpretación de Resultados	31
CAPÍTULO V.	
Conclusiones	32
CAPITULO VI	
Recomendaciones	34
Bibliografía	
Anexos	

INDICE DE CUADROS

	Página
1. Cuadro 1. Supermercados Muestreados en el Área Metropolitana de San Salvador	13
2. Cuadro 2. Tipos de Leche Ultrapasteurizada Analizadas.	14
3. Cuadro 3. Valor de las Absorbancias de los Estándares de trabajo.	23
4. Cuadro 4. Datos reales para la Curva de Calibración de las Soluciones Estándares de Boro.	25
5. Cuadro 5. Datos para la Interpolación de de muestras positivas vrs. Estándares.	30

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el uso del ácido bórico como preservante en alimentos, incluyendo la leche, está prohibido a nivel mundial debido a que tiende a acumularse en el organismo produciendo síntomas de intoxicación tales como fiebre, enrojecimiento de la piel, diarrea, convulsiones y hasta el coma.⁽¹⁸⁾

En el mercado nacional, se comercializan una gran cantidad de marcas de leches fluidas ultrapasteurizadas tanto nacionales como extranjeras, las cuales poseen un tiempo de estantería mayor a la temperatura ambiente, gracias a un método de pasteurización acelerado al cual son sometidas. Cabe mencionar que el método de la ultrapasteurización, permite que la leche conserve sus propiedades nutritivas y organolépticas, y si es aplicado en forma adecuada, inhibe el crecimiento bacteriano, evitando la alteración de la leche sin necesidad de recurrir a la adición de sustancias preservantes como el ácido bórico.

Siendo entonces, la leche ultrapasteurizada un producto de alta demanda en el mercado salvadoreño ⁽¹⁹⁾, es necesario que cumpla con los parámetros de calidad que se establecen en la Norma Oficial del Comité Nacional para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (CONACYT) para leches pasteurizadas, que la hacen apta par el consumo humano y esto incluye que la leche esté libre de sustancias preservantes .

Lo expuesto anteriormente, es la base de la presente investigación para determinar la presencia de ácido bórico como preservante en diferentes marcas de leches ultrapasteurizadas comercializadas en los diferentes supermercados del área metropolitana de San Salvador, cabe mencionar que no existe métodos validados específicos para el ácido bórico por lo que se aplicaron técnicas para

determinar el boro como elemento y es por ello que a lo largo del presente trabajo los resultados obtenidos se reportarán en términos de partes por millón (ppm) de boro.

Los métodos utilizados fueron, el Método de la Cúrcuma, que es cualitativo, es decir que únicamente puede revelar la ausencia o presencia del elemento y en el cual se emplean tiras impregnadas de cúrcuma que cambian de color al estar presente dicho elemento y el Método del Carmín en el cual se cuantifica el boro espectrofotométricamente, en la región ultravioleta visible a una longitud de onda específica.

Los resultados de la investigación demuestran que de las cinco marcas en sus diferentes presentaciones analizadas, tres marcas dieron un resultado positivo por lo que las autoridades de salud del país, deben realizar un riguroso control de las leches, en este caso de las ultrapasteurizadas, con el fin de garantizar la inocuidad de dichos productos en el sentido de que no posean sustancias preservantes como el ácido bórico y que a la vez, el proceso de ultrapasteurización se lleve a cabo de tal modo que mantenga la calidad higiénica de la leche.

OBJETIVOS

1. Objetivo General.

Determinar la presencia de ácido bórico como preservante en leches ultrapasteurizadas comercializadas por diferentes proveedores en el área metropolitana de San Salvador.

2. Objetivos específicos.

2.1 Realizar a nivel de supermercados un muestreo de leches ultrapasteurizadas nacionales y extranjeras.

2.2 Utilizar un método cualitativo oficial para determinar la presencia de ácido bórico.

2.3 Cuantificar las trazas de ácido bórico en las leches ultrapasteurizadas, utilizando un método Espectrofotométrico.

2.4 Comprobar que la leche ultrapasteurizada comercializada en el país cumpla con la especificaciones de Norma para Leche Pasteurizada NSO 67.01.02:96 CONACYT.

2.5 Dar a conocer los resultados obtenidos durante la investigación a la instancia competente del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social para que tome, en caso de ser necesario, las medidas correctivas.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1. Generalidades sobre los Métodos de Preservación de la Leche.

La leche de vaca es un producto alimenticio de los más completos, debido a su alto contenido de proteínas, ácidos grasos y vitaminas, razón por la cual se le considera como un alimento equilibrado y difícilmente reemplazable por otro. ⁽¹⁾

Debido a su naturaleza biológica, contiene una carga bacteriana alta, que puede llegar a proliferarse en cantidades anormales y causar alteraciones en la leche tales como la rancidez, cambio de la viscosidad, sabores y coloraciones anormales; las bacterias que provocan tales cambios en la leche, son patógenas para el hombre, es decir, que son un riesgo potencial para la salud de los consumidores.

La proliferación bacteriana de la leche se debe a la riqueza y variedad de sus nutrientes, acompañado de la falta de asepsia en el proceso de obtención de la misma, desde el ordeño, hasta el envasado y almacenamiento, durante el cual pueden favorecerse las condiciones para la proliferación de las bacterias o adicionar nuevas provenientes del medio ambiente. Es por ello, que se hizo necesario la aplicación de diferentes métodos con el fin de inhibir el crecimiento bacteriano de la leche y evitar su alteración. Tales métodos se clasifican de manera general en:

- Métodos Físicos, que incluye: preservación por calor, preservación por radiaciones y preservación por refrigeración.
- Métodos Químicos, en los cuales se emplea la adición de sustancias químicas inhibidoras de la proliferación bacteriana.

1.1. Métodos Físicos.

Los métodos físicos, consisten en someter la leche a diferentes condiciones de temperatura y de presión con el objeto de crear un ambiente desfavorable en el cual se inhiba el desarrollo de las bacterias y evitar la alteración de la leche.

1.1.1. Preservación por Calor.

Puede darse por diferentes procesos en los cuales se varia la temperatura a la cual es sometida la leche con el objeto de eliminar su carga bacteriana.

1.1.1.1. Pasteurización Baja y Pasteurización Alta. ⁽¹²⁾

La Pasteurización baja, consiste en someter la leche de 62 °C a 63 °C durante 30 minutos, mientras que la pasteurización alta, la temperatura es de 72 °C durante 15 segundos.

Los productos pasteurizados a las temperaturas antes mencionadas deben conservarse a menos de 30 °C para inhibir el crecimiento de aquellas bacterias que pudieran resistir el proceso y que se desarrollan en condiciones de temperatura entre los 30 °C y 50 °C.

1.1.1.2. Esterilización. ⁽¹²⁾

Es el proceso de calentar la leche a temperaturas superiores a los 100 °C (110 °C a 140 °C) con niveles de presiones elevados, a fin de destruir todos los microorganismos presentes. Cuando la esterilización se lleva a cabo adecuadamente, es innecesaria la adición de preservantes.

1.1.1.3. Proceso de Ultrapasteurización (UHT). ⁽¹²⁾

Método que consiste en someter la leche a un calentamiento entre 130 °C y 150 °C durante un tiempo muy limitado (4 a 15 segundos), seguido de un envasado aséptico en recipientes que protegen al producto contra la luz y el oxígeno atmosférico. La leche es sometida a la acción de vapor caliente y purificado, el agua que llega a la leche se vuelve a evaporar y es a causa de la evaporación del agua, que la leche se enfría al instante.

Éstos sistemas de tratamiento de ultrapasteurización varían de acuerdo con los diferentes procesos, existiendo en el mercado principalmente dos tipos:

a) Sistemas Directos.

En estos procesos, la leche entra en contacto directo con el medio de calentamiento y después sufre un enfriamiento *ultra rápido* en un depósito al vacío. Algunas veces, se realiza posteriormente un enfriamiento indirecto hasta la temperatura del envasado (Anexo 1).

Los Sistemas Directos a su vez pueden realizarse mediante:

- i. Sistemas de Inyección de Vapor, en el cual éste es inyectado en la leche.
- ii. Sistemas de Infusión de Vapor, en el cual la leche se introduce en un envase lleno de vapor.

b) Sistemas Indirectos.

En estos sistemas, el calor es transferido desde el medio de calentamiento hasta la leche a través de una pared de separación denominada placa o pared tubular. (Anexo 2)

Los sistemas indirectos pueden utilizar:

- i. Intercambiadores de calor de placas
- ii. Intercambiadores de calor tubulares
- iii. Intercambiadores de calor de superficie raspada

Tanto los Sistemas Directos como los indirectos permiten la elaboración de leche de larga vida de excelente calidad.

El proceso de ultrapasteurización es una variante de la esterilización, la cual presenta la desventaja de la modificación que se produce en el aspecto y sabor de la leche, en este sentido; la ultrapasteurización tiene mayor ventaja, ya que permite conservar, casi inalterables estas características y lo más importante, el valor nutritivo de la leche, todo esto debido al corto tiempo que utiliza esta técnica.

Es importante recalcar la adecuada limpieza y esterilización del equipo cada vez que es usado, debido a que tanto la leche fría y la caliente dejan residuos que deben ser eliminados para que se convierta en una fuente de contaminación. La limpieza debe hacerse con agua hirviendo, detergentes y para esterilizar hipoclorito de sodio. ⁽¹²⁾

1.1.2. Preservación por radiaciones. ⁽¹²⁾

La irradiación permite lograr la esterilización de alimentos, pero es un método en el cual precisa la aplicación de una fuente de energía irradiante, como es el caso del uso de rayos gamma de isótopos radioactivos y de rayos ultravioleta, los cuales no son aptos para el tratamiento de un líquido opaco como la leche, que contiene sustancias bioquímicas sensibles a la irradiación, además, su acción es solamente superficial y no incide sobre el interior de los productos, también el uso de este método de Preservación, puede acelerar procesos de oxidación los cuales provocan enranciamiento, decoloración otras reacciones indeseadas sobre las características organolépticas de la leche. Es debido a lo anterior, que las radiaciones ultravioletas resultan más eficaces para la esterilización de utensilios y maquinaria en las industrias alimenticias.

1.1.3. Preservación por refrigeración. ⁽¹²⁾

La refrigeración, es el almacenamiento de la leche a temperaturas entre - 6 °C a 2 °C, temperaturas que inhiben el desarrollo bacteriano por lo que representa un buen método para el almacenamiento de la leche. Aunque es necesario señalar que la preservación es limitada y en ningún caso puede mejorar la calidad de la leche recolectada en malas condiciones.

1.2. Métodos Químicos. ⁽¹⁾

Los métodos químicos para preservar la leche, se basan en la adición de preservantes; la utilización de tales sustancias, aún no ha sido aprobada totalmente debido a la toxicidad que puedan presentar algunas de ellas.

Se considera como un preservante ideal, aquel que inhibe hongos, levaduras y bacterias, que no sea tóxico para el ser humano, fácilmente transformable por el hígado, no acumulable en el medio ambiente o en organismos vivos, soluble en agua, estable, que no imparta sabor ni olor y que sea de bajo costo. Tal compuesto es difícil de encontrar, sin embargo, el uso de preservantes no debe ser sustituto de las “Buenas Practicas de Manufactura”, es decir, que no deben utilizarse para ocultar defectos de producción o hacer pasar por buenos los alimentos descompuestos. ⁽⁸⁾

Es importante señalar que los preservantes son parte de un grupo denominado “aditivos alimentarios”, los cuales han sido definidos por el Comité Mixto en expertos de la nutrición de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y de la Organización Mundial para la Salud (OMS), como “sustancias no nutritivas añadidas intencionalmente a los alimentos, normalmente en pequeñas cantidades, para mejorar su apariencia y sabor, consistencia o sus propiedades de preservación.” Debido a que este tipo de productos están siendo ampliamente utilizados, es necesario que el consumidor este informado, tanto de las concentraciones en que deben emplearse, como de los efectos inmediatos y acumulativos sobre el organismo humano. Hay que determinar si representan un peligro para la salud y hasta que punto son compatibles con las exigencias sanitarias, técnicas y económicas. ⁽¹²⁾

Los 4 grandes grupos de aditivos alimenticios que la OMS y la FAO han establecido son los siguientes: ⁽¹²⁾

- a) Colorantes
- b) Agentes Preservantes
- c) Antioxidantes
- d) Emulsionantes, estabilizantes, espesantes y gelificantes

Y es importante destacar que los agentes preservantes son designados como “*aditivos que prolongan la preservación de las buenas cualidades de los alimentos.*”

Dentro de estos agentes, el ácido bórico y sus derivados no figura dentro de ellos, por lo que su uso no es permitido.

Algunos preservantes que se han utilizado desde la antigüedad son los fluoruros, boratos, ácido bórico, antibióticos, formaldehído, cloruro de mercurio, goma tragacanto, carbonato de sodio, agua oxigenada, ácido salicílico y ácido benzóico entre otros. ⁽⁸⁾

En el país, los parámetros de calidad para los alimentos y en este caso, el de la leche, se obtienen del Codex Alimentarius y las Normas del Comité Nacional para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (CONACYT) quien es el ente encargado de crear las normas para la regulación de los alimentos, por lo que existe una norma exclusiva para la leche pasteurizada, en la cual se contemplan todas las exigencias de calidad para que la leche pueda ser apta para el consumo humano.

1.3. Generalidades del Ácido Bórico . ⁽¹¹⁾

El ácido bórico es un ácido inorgánico débil cuya fórmula molecular es H_3BO_3 , con un peso molecular de 61.844 g/mol . Se produce a partir del bórax o de otros boratos, haciéndolos reaccionar con ácido clorhídrico o sulfúrico.

Descripción: Se presenta en forma de escamas incoloras de bulto perlado, o cristales, pero mas en forma de polvo blanco ligeramente untuoso al tacto ; inodoro y estable al aire; se volatiliza por vapor.

Solubilidad: Un gramo en 18 ml de agua, 18 ml de alcohol, 4 ml de agua hirviente o 6 ml de alcohol hirviente.

Usos: Es un germicida muy débil (antiinfeccioso local), sus propiedades no irritantes hacen que sus soluciones sean adecuadas para la aplicación en estructuras tan delicadas, como la córnea del ojo; una solución al 2.2 % es isotónica con el líquido lagrimal. Las soluciones de ácido bórico aún cuando sean isotónicas, hemolizan los glóbulos rojos. También se emplea como polvo antiséptico y aunque no se absorbe en forma significativa a través de la piel intacta, si lo hace por la piel dañada; se han registrado envenenamientos fatales, sobre todo en lactantes, por la aplicación tópica en quemaduras.

Su uso como preservante en bebidas y alimentos está prohibido debido a que puede darse un envenenamiento grave por ingestión oral de cantidades tan pequeñas como 5 gramos.

Daños producidos por el Ácido Bórico en La Salud Humana.⁽²⁰⁾

En la actualidad el ácido bórico es una sustancia que únicamente se utiliza en preparaciones de uso externo como polvos y cremas antifúngicos, soluciones para lavados oculares entre otros, pero al ser ingerido resulta tóxico para el organismo ya que se aloja en el tejido adiposo y pasa al torrente sanguíneo provocando en la persona reacciones sintomáticas de diferentes tipos.

El trastorno mas común causado por el ácido bórico es la *Acidosis Metabólica* la cual consiste en una alteración ácido-base caracterizado por la disminución en la producción de iones bicarbonato y que puede ser acompañado o no de una desviación del pH de la sangre debajo de 7.35.

Todo esto provoca una serie de alteraciones en el organismo que van disminuyendo las funciones vitales en el hombre y que al final provoca su muerte.

Toxicidad.

Los síntomas que se presentan ante un caso de *envenenamiento por ácido bórico* son:

Intoxicación Aguda:

- **Generales.** Fiebre, adormecimiento de músculos faciales, brazos, manos, piernas y pies, convulsiones, disminución de la cantidad orina eliminada.
- **Piel.** Enrojecimiento.
- **Gastrointestinales.** Vómitos con abundante mucus, sangre y color azul verdoso; diarrea con abundante mucus.

Intoxicación Crónica:

- **Corazón y vasos sanguíneos.** Disminución en la presión sanguínea, disminución de la contractilidad cardíaca, insuficiencia cardíaca.
- **Sistema nervioso.** Coma.

CAPITULO II

METODOLOGÍA



© 2001, DERECHOS RESERVADOS

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento,
sin la autorización escrita de la Universidad de El Salvador

SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

2. Metodología

2.1. Investigación Bibliográfica.

Esta revisión se realizó a través de libros, revistas, trabajos de graduación y sitios web ; además se visitaron las Bibliotecas de los siguientes lugares con el fin de agotar todas las fuentes de información posibles para desarrollar dicha investigación:

- Biblioteca de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador
- Biblioteca de la Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer (USAM)
- Biblioteca de la Universidad Nueva San Salvador (UNSSA)
- Centro de Documentación de la Organización Panamericana de la Salud
- Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología (CONACYT)
- Sitios web

2.2. Investigación de Campo

2.2.1. Universo.

El universo de la investigación lo constituyen las cinco marcas de leche ultrapasteurizada seleccionadas al azar y que se comercializan en los principales supermercados del Área Metropolitana de San Salvador.

2.2.2. Diseño y tamaño de la muestra.

2.2.2.1. Supermercados.

Para determinar el número de supermercados a muestrear, se utilizó la siguiente fórmula:⁽⁹⁾

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{(N-1) E^2 + Z^2 P Q}$$

En donde:

n = Tamaño adecuado de la muestra

Z = Nivel de confianza requerido, se obtiene del área bajo la curva normal, generalmente se emplea del 95% al 99% de confianza

E = Error muestral, puede tomar valores del 5%, 6%, 8%, 9% y 10%

N = Población total

P = Probabilidad de la ocurrencia de un fenómeno

Q = Probabilidad de la no ocurrencia de un fenómeno

Los valores utilizados para obtener el valor de n son:

$Z = 1.96$; $P = 0.5$; $Q = 0.5$; $E = 0.10$ y $N = 42$, que al sustituirlos en la fórmula, da como resultado $n = 29$ supermercados.

Luego se procedió a utilizar el método al azar para elegir los establecimientos a muestrear, para ello se numeraron 42 papeles (que es el total de supermercados del área Metropolitana de San Salvador), se colocaron en una tómbola y se sacaron uno a uno hasta completar los 29.

Cuadro 1. Supermercados Muestreados en el Área
Metropolitana de San Salvador

SELECTOS	DESPENSA DE DON JUAN	EUROPA
1ª Calle Pte. Centro	San Jacinto	Hiper Europa
7ª Calle Pte., Av. Masferrer	Escalón Norte	Centro
Autopista Sur	Zacamil	Bernal
Av. España	Final Av. Masferrer	Beethoven
Bldv. Los Próceres	29 Calle Pte.	
Hispanoamérica (Centro)	Plaza San Benito	
Metrocentro	Centro	
Metrosur		
Miralvalle		
Plaza Alegre		
Plaza Suiza		
Redondel Masferrer		
Salvador del Mundo		
San Jacinto		
San Miguelito		
Zacamil		
25 Av. Norte		

2.2.2.2. Leches.

Para las muestras de leche ultrapasteurizada se implementó la misma fórmula utilizada para los supermercados, en los cuales se identificaron 5 marcas denominadas durante la investigación como A, B, C, D y E en sus diferentes presentaciones :

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{(N-1) E^2 + Z^2 P Q}$$

Los valores para Z, P y Q utilizados en la fórmula para obtener el número de marcas de leche a muestrear (n), son los mismos que para los supermercados, a excepción del universo (N = 5), que al sustituirlos en la fórmula, da como resultado n = 5, lo que indica que todas las marcas de leche A, B, C, D y E deben muestrearse.

El muestreo al azar es aplicable ya que todos los productos son homogéneos; mantienen su independencia y característica de probabilidad de contener ácido bórico en una forma constante.

Cuadro 2. Tipos de Leche Ultrapasteurizada Analizadas.

MARCA	PRESENTACIONES
A	A 1, A 2, A 3, A 4, A 5
B	B 1, B 2
C	C1
D	D 1, D 2, D3
E	E 1, E 2, E 3

2.3. Metodología de Análisis.

2.3.1. Toma de la muestra.

Se obtuvo la muestra directamente del supermercado, cuya presentación puede ser de 250 ml o 1 litro y se transportaron al laboratorio manteniendo las condiciones específicas de almacenamiento (Temperatura Ambiente) debido a la naturaleza del mismo.

Como resultado de multiplicar el número de establecimientos a muestrear (29) por el número de marcas (5), se obtuvo un total de 145 muestras, en la práctica, únicamente se tomaron, para ambos métodos, 34 muestras al azar ya que solo se lograron conseguir 2 cápsulas de platino, de las cuales, una se utilizó para el blanco y la otra para la muestra.

2.3.2. Materiales, Equipos y Reactivos

a) Materiales.

- Frasco de boca ancha color ámbar
- Beakers de 250 ml
- Pliego de papel filtro Whatman # 2
- Probeta de 10 ml
- Probeta de 100 ml
- Agitador de vidrio
- Vidrio de reloj
- Pinza
- Cajas de Petri
- Matraz de 250 ml
- Espátula
- Embudo de vidrio
- Trípode
- Cápsulas de platino
- Pistilo de goma
- Pipetas volumétricas de 2 ml

- Matraz de 50 ml
- Tubos de ensayo de 30 ml
- Balones volumétricos de 100 ml
- Goteros
- Pipetas volumétricas de 10 ml
- Beakers de 30 ml
- Celdas de vidrio de 1cm
- Microbureta de 10 ml
- Pipetas volumétricas de 1 ml

b) Equipos.

- Cámara de extracción de gases
- Refrigeradora
- Balanza granataria
- Espectrofotómetro ultravioleta-visible
- Mufla
- Hot plate
- pH metro

c) Reactivos.

- Papel de Cúrcuma
- HCl concentrado
- Amoníaco 7%
- Etanol 80°
- Solución Patrón de Boro
- HCl (1+11)⁽²⁾
- Ácido Sulfúrico concentrado
- Reactivo de Carmín
- NaOH 1 N
- Agua destilada

CAPITULO III
PARTE EXPERIMENTAL

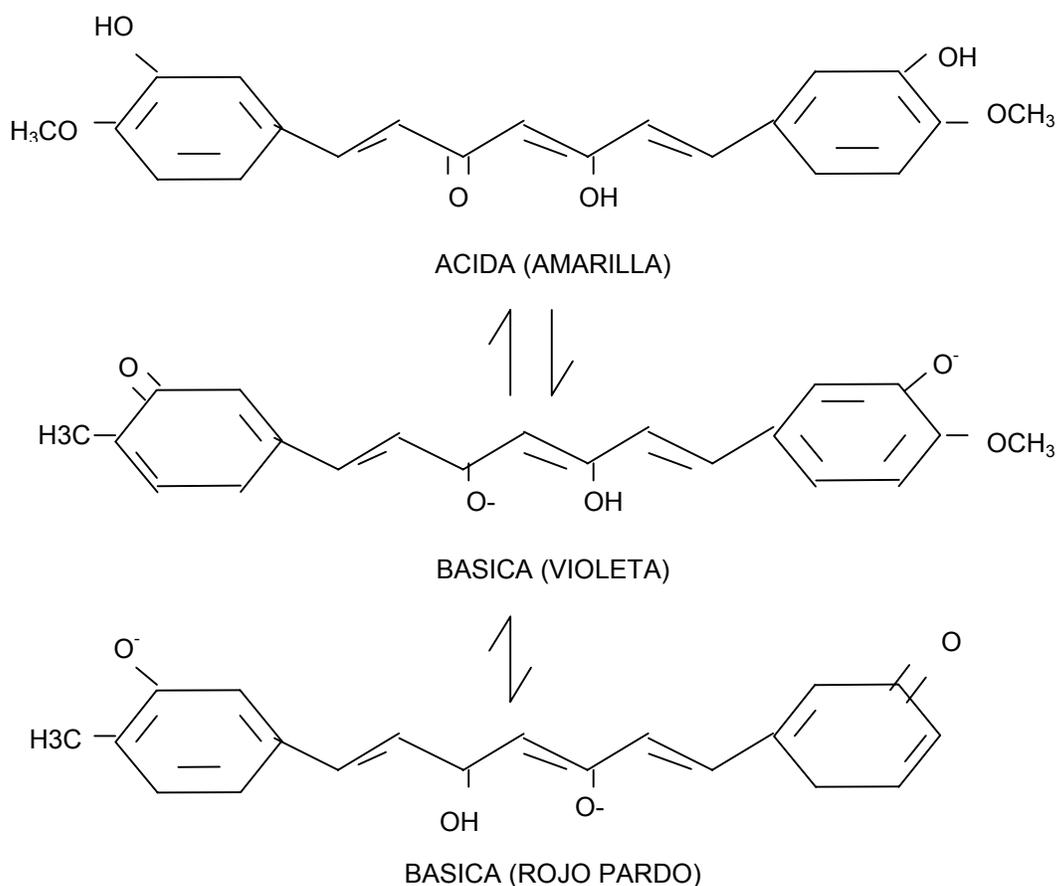
3. Determinación del Ácido Bórico.

Los métodos utilizados para la presente investigación son específicos para determinar boro, por lo que la presencia de ácido bórico se expresará en términos de este elemento.

3.1. Método Cualitativo. Método de la Cúrcuma ⁽³⁾

La determinación de boro por el método cualitativo, es una guía para evidenciar si hay presencia o no de este elemento, utilizando tiras de papel impregnadas con solución de cúrcuma que son expuestas de 2-3 minutos en la muestra y que cambian de color amarillo a rojizo al secarse, en un resultado positivo y reconfirmando luego en presencia de amoníaco concentrado, la tira indicadora pasa a un color verde.

Estructura química de la Cúrcuma.⁽²¹⁾



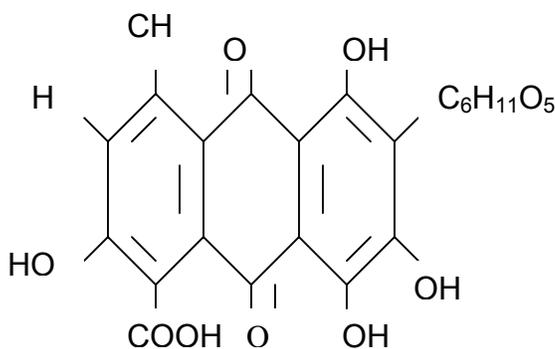
3.1.1. Procedimiento:

- a) Limpiar el envase cuidadosamente antes de realizar el análisis.
- b) Medir en una probeta 100 ml de la leche a investigar previamente homogenizada.
- c) Transferir la muestra a un beaker de 250 ml y adicionar 7 ml de HCl concentrado.
- d) Sumergir dentro de la muestra acidificada, una tirita de papel de cúrcuma hasta que se humedezca
- e) Colgar la tira humedecida y secar por un espacio de 30 minutos aproximadamente.
- f) Al secarse la tira, ésta adquiere un color rojo característico.
- g) Agregar amoníaco concentrado a la tira, un color verde oscuro reconfirma la presencia de boro.

3.2. Método Cuantitativo. Método del Carmín. ⁽¹⁴⁾

Confirma si las muestras tratadas contienen o no Ácido Bórico cuantificándolo a través de una curva de calibración que contiene los estándares a diferentes concentraciones con sus respectivos valores de absorbancias para posteriormente por interpolación calcular las concentraciones de las muestras. Este método se recomienda para determinar cantidades de boro que se encuentran dentro de un rango de 1 a 10 ppm⁽¹⁴⁾.

Fórmula del Carmín. ⁽²²⁾



3.2.1. Procedimiento:

3.2.1.1. Tratamiento previo de la muestra:

- a) Tomar 2 ml de leche y colocarla en una cápsula de platino.
- b) Alcalinizar la leche con NaOH 1 N (utilizando papel indicador).
- c) Incinerar la leche en la mufla a una temperatura entre 500 °C y 550 °C con el objeto de eliminar la materia orgánica.
- d) Enfriar las cenizas obtenidas y acidificarlas con 2.5 ml de una solución de HCl (1+11), si es necesario centrifugar para obtener una solución transparente.
- e) Tomar con una pipeta volumétrica 2.0 ml de la solución transparente y transferirla a un matraz de 25 ml.*
- f) Utilizar agua como blanco y realizar el mismo tratamiento.

3.2.1.2. Preparación de la solución madre de boro.

- a) Pesar en una balanza analítica 57.16 mg de ácido bórico anhidro,
- b) Disolver el ácido bórico en aproximadamente 50 ml de agua destilada.
- c) Transferir la solución a un balón volumétrico de 100.0 ml y agregar agua destilada hasta aforar .
- d) Guardar la solución en un frasco bien cerrado para evitar que penetre la humedad atmosférica.

3.2.1.3. Preparación de los estándares de trabajo.

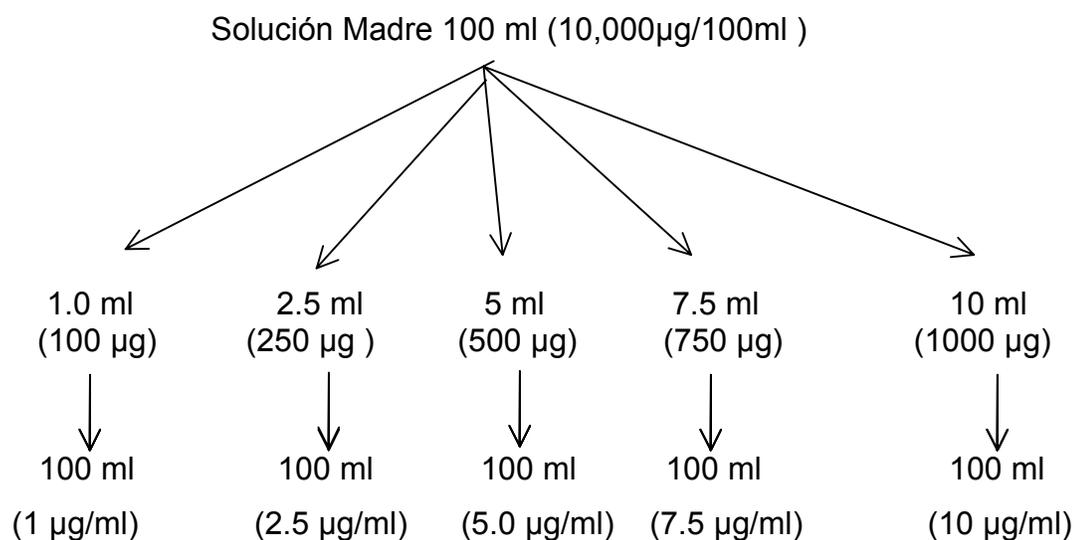
- a) Preparar una serie de soluciones estándares de boro, de 100, 250, 500 y 1000 microgramos en 100.0 ml con agua destilada a partir de la solución madre de boro.

3.2.1.4. Esquema de la Preparación de los estándares de trabajo.

61.81g H_3BO_3 _____ 10.81g de Boro

0.0572 g H_3BO_3 ___ x

x = 0.01 g de Boro \equiv 10 mg \equiv 10,000 μg en 100 ml



De cada uno de los estándares se toman 2.0 ml y se transfieren a un matraz de 50 ml.

3.2.1.5. * Desarrollo del color.

- a) Colocar la muestra, el blanco y los estándares de trabajo en baño de hielo y adicionar a cada uno 2 gotas de HCl concentrado.
- b) Por las paredes del matraz agregar cuidadosamente 10 ml de H_2SO_4 concentrado, mezclar y dejar enfriar a temperatura ambiente.
- c) Adicionar 10 ml de reactivo de carmín y mezclar bien, dejar en reposo de 45 a 60 minutos.
- d) Utilizar el blanco como referencia para medir la absorbancia de la muestra y estándares de trabajo en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 585 nm en celdas de 1 cm.

Para determinar la cantidad de boro presente en las muestras se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{mg de boro/litro}^{(14)} = \frac{\text{microgramos de boro en la muestra}}{\text{ml de muestra}}$$

CAPITULO IV

RESULTADOS

4. Resultados

4.1. Curva de calibración de estándares de trabajo

Las lecturas de los estándares se realizaron por triplicado y por medio de la ecuación de la línea recta $y = bx + a$, se procedió a utilizar el método de mínimos cuadrados para linealizar los datos.

Cuadro 3. Valor de las Absorbancias de los Estándares de Trabajo.

ESTÁNDAR	CURVA 1 (absorbancia)	CURVA 2 (absorbancia)	CURVA 3 (absorbancia)
1.0 µg/ml	0.03	0.01	0.03
2.5 µg/ml	0.1	0.1	0.09
5.0 µg/ml	0.24	0.25	0.21
7.5 µg/ml	0.36	0.38	0.29
10.0 µg/ml	0.48	0.50	0.37

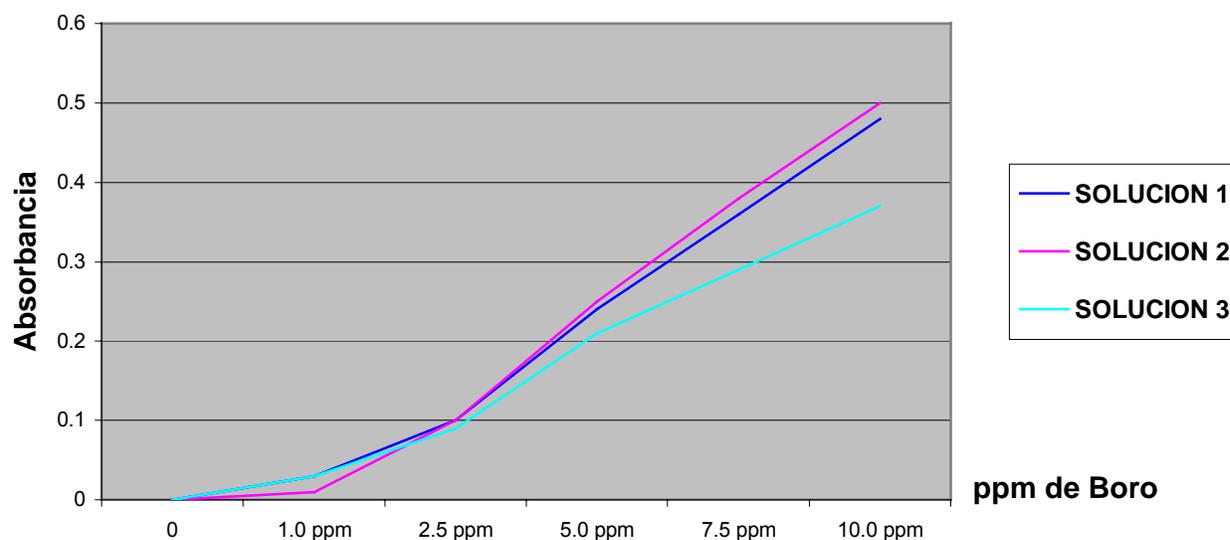


Gráfico 1. Datos Experimentales de las Soluciones Estándar de Boro

Los valores para el intercepto y la pendiente de cada curva así como el coeficiente de correlación aplicando mínimos cuadrados fueron los siguientes:

CURVA 1	CURVA 2	CURVA 3
$r^2 = 0.999$	$r^2 = 0.998$	$r^2 = 0.992$
$a = -0.024$	$a = -0.036$	$a = 0.002$
$b = 0.050$	$b = 0.054$	$b = 0.038$

La grafica de la solución 1 es la que más se acerca a la linealidad ya que el coeficiente de correlación se aproxima a la unidad, por lo tanto, se tomaron estos datos para sustituirlos en la ecuación de la línea recta y encontrar las concentraciones reales de cada uno de los estándares.

$y = bx + a$ en donde:

y = absorbancia del estándar o muestra

x = concentración del estándar o muestra

b = pendiente

a = intercepto

Despejando x se tiene que:

$$x = \frac{y-a}{b}$$

Sustituyendo valores:

$$\text{Estándar 1 (1.0 ppm): } 0.03 - (-0.024)/0.0504 = 0.99 \text{ ppm}$$

$$\text{Estándar 2 (2.5 ppm): } 0.10 - (-0.024)/0.0504 = 2.38 \text{ ppm}$$

$$\text{Estándar 3 (5.0 ppm): } 0.24 - (-0.024)/0.0504 = 5.16 \text{ ppm}$$

$$\text{Estándar 4 (7.5 ppm): } 0.36 - (-0.024)/0.0504 = 7.54 \text{ ppm}$$

$$\text{Estándar 5 (10.0 ppm): } 0.48 - (-0.024)/0.0504 = 9.92 \text{ ppm}$$

Cuadro 4. Datos reales para la Curva de Calibración de la Solución Estándar de Boro.

CONCENTRACIÓN DE BORO (ppm)	ABSORBANCIA
0.00	0.00
0.99	0.03
2.38	0.10
5.16	0.24
7.54	0.36
9.92	0.48

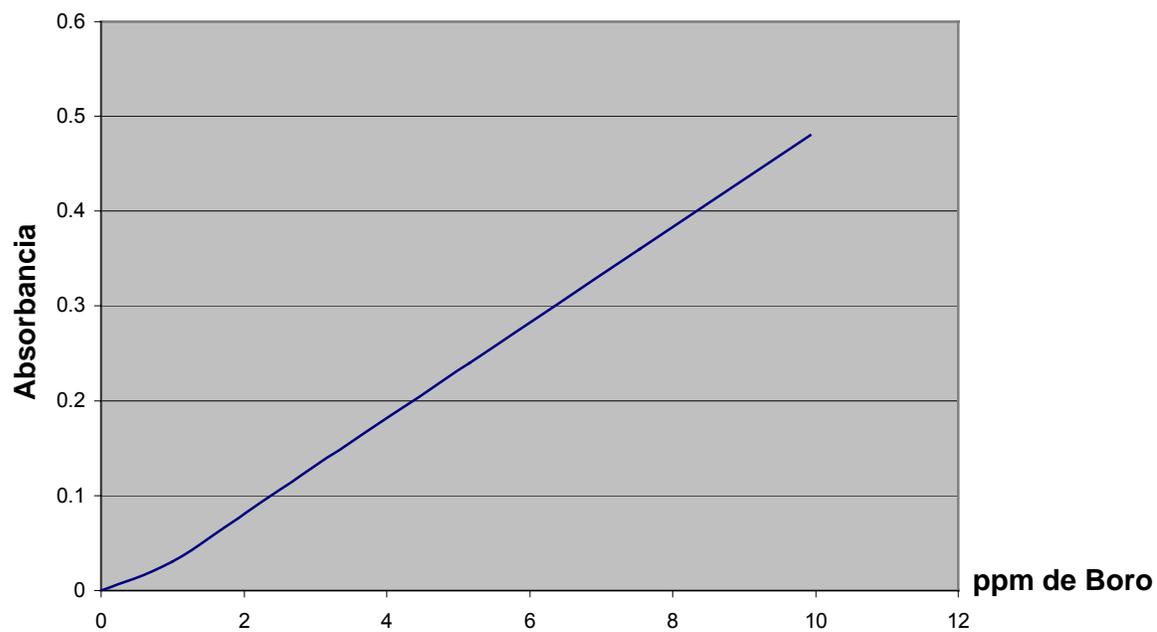


Gráfico 2. Curva de Calibración Real de los Estándares de Boro

4.2. Propiedades físicas de las leches analizadas.

LECHE	COLOR	SABOR	OLOR	Valor electrométrico de pH
A 1	Blanco	Característico	Característico	7.0
A 2	Blanco	Característico	Característico	6.8
A 3	Blanco	Característico	Característico	6.7
A 4	Blanco	Característico	Característico	6.8
A 5	Blanco	Característico	Característico	6.7
A 6	Blanco	Característico	Característico	7.0
B1	Blanco	Característico	Característico	6.9
B2	Blanco	Característico	Característico	7.0
C	Blanco	Característico	Característico	6.8
D1	Rosado	Fresa	Característico	7.0
D2	Crema	Vainilla	Característico	7.0
D3	Café	Chocolate	Característico	7.0
E1	Rosado	Fresa	Característico	7.0
E2	Crema	Vainilla	Característico	7.0
E3	Café	Chocolate	Característico	7.0

4.3. Resultados del Método de la Cúrcuma.

MARCA / PRESENTACIÓN	RESULTADO
A 1	Positivo*
A2	Negativo**
A3	Negativo**
A4	Negativo**
A5	Negativo**
A6	Negativo**
B1	Negativo**
B2	Negativo**
C	Negativo**
D1	Positivo*
D2	Positivo*
D3	Positivo*
E1	Positivo*
E2	Positivo*
E3	Positivo*

* Resultado positivo indica cambio en el color del papel.

** No hubo cambio en la coloración del papel.

4.4. Resultados del Método del Carmín.

Resultado para la Leche A

PRESENTACIÓN	ABSORBANCIA	µg/ml de Boro	mg Boro/L
A1	0.152	3.145	1.707
	0.060	1.591	0.795
	0.020	0.797	0.399
	0.040	1.194	0.597
A2	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0
A3	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0
A4	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0
A5	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0
A6	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0

Resultado para la Leche B

PRESENTACIÓN	ABSORBANCIA	µg/ml de Boro	mg Boro/L
B1	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0
B2	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0

Resultado para la Leche C

PRESENTACIÓN	ABSORBANCIA	µg/ml de Boro	mg Boro/L
C1	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0

Resultado para la Leche D

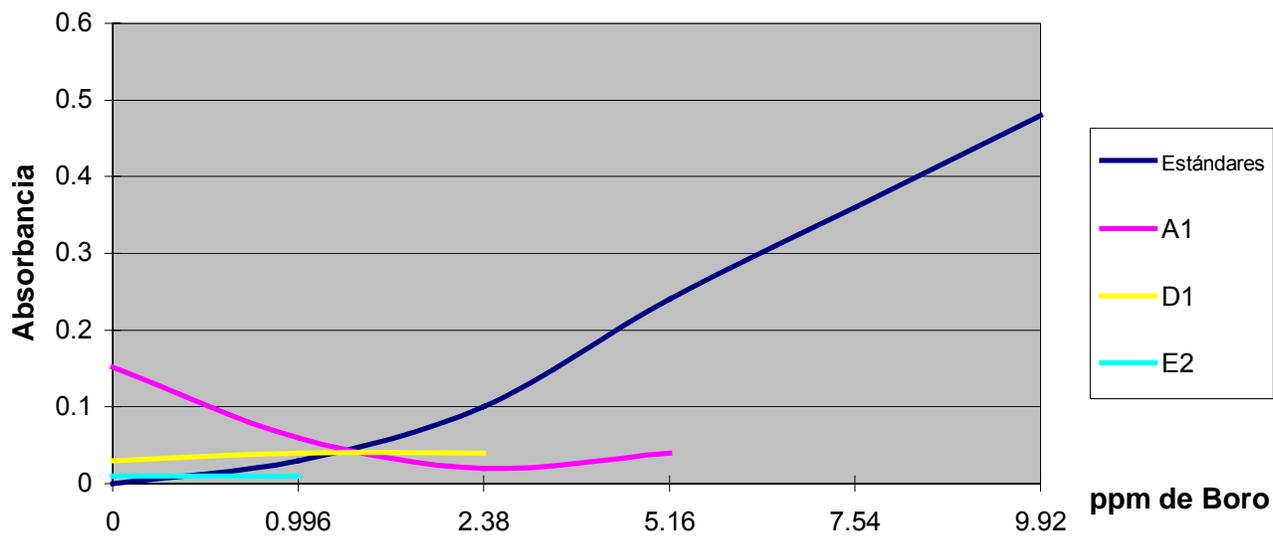
PRESENTACIÓN	ABSORBANCIA	µg/ml de Boro	mg Boro/L
D1	0.030	0.996	0.498
D2	0.040	1.194	0.597
D3	0.040	1.194	0.597

Resultado para la Leche E

PRESENTACIÓN	ABSORBANCIA	µg/ml de Boro	mg Boro/L
E1	0.0	0.0	0.0
E2	0.010	0.599	0.299
E3	0.010	0.599	0.299

		Concentración	Absorbancia	
		Estándar		0.000
	0.996		0.030	
	2.380		0.100	
	5.160		0.240	
	7.540		0.360	
	9.920		0.480	
Muestras	A1		3.145	0.152
			1.591	0.060
			0.798	0.020
			1.194	0.040
	D1	0.996	0.030	
	D2	1.194	0.040	
	D3	1.194	0.040	
	E2	0.599	0.010	
E3	0.599	0.010		

Cuadro 5. Datos para la interpolación de muestras positivas vrs. Estándares



Gráfica 3. Resultados de Muestras Positivas al análisis de Boro

4.5. Interpretación de Resultados.

Para el método del Carmín, las muestras que presentaron absorbancia a la longitud de onda determinada (585 nm), coincidieron con las que en el Método de la Cúrcuma dieron un resultado positivo, por lo que se confirma la presencia de ácido bórico con concentraciones que van desde los 0.3 hasta 2 mg de boro por litro de leche. Se asume entonces que el producto, contiene pequeñas cantidades de ésta sustancia, no así, para las demás marcas de leches que no presentaron lectura de absorbancia.

De acuerdo a los resultados expresados en términos de boro en los Métodos de la Cúrcuma y del Carmín, las leches A1, D1, D2, D3, E2 y E3 contienen ácido bórico como preservante y de acuerdo a las normativas, la presencia de ácido bórico no es apta para el consumo humano; no así el resto de las marcas analizadas que dieron resultados negativos.

En el numeral 7.1 de la Norma Salvadoreña Oficial para Leche Pasteurizada del Consejo Nacional para la Ciencia y Tecnología (**NSO 67.01.02:96**), que se refiere a las características generales que debe presentar ésta, se menciona: “*La leche pasteurizada deberá estar limpia, libre de conservadores e inhibidores bacterianos...*”, por lo tanto, las leches A1, D1, D2, D3, E2 y E3 no cumplen con esta característica y por consiguiente no deben ser consumidas por la población pues representan un riesgo para la salud.

Es importante establecer que para cada método el análisis se realizó por triplicado para cada una de las muestras y además se llevó un patrón de leche cruda sin preservantes.

CAPITULO V
CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

1. En base a los resultados obtenidos en el muestreo realizado, se confirma que la leche ultrapasteurizada es comercializada a nivel de todos los supermercados del área Metropolitana de San Salvador existiendo tanto marcas nacionales como extranjeras en sus diferentes presentaciones de entera, semi-descremada, descremada, deslactosada y saborizada por lo que la demanda de este tipo de leches es elevada.
2. Debido a que no existe un método oficial Cualitativo específico para determinar Ácido Bórico se utilizó el de la Cúrcuma, en el cual se determina la presencia de Boro como elemento; mostrando resultados positivos las leches A1, D1, D2, D3, E2 y E3 debido a la coloración rojiza que adquirieron las tiras de cúrcuma después de haber sido puestas en contacto con las muestras.
3. Se cuantifico el Ácido Bórico espectrofotométricamente utilizando el método del Carmín expresando los resultados obtenidos en términos de boro presente en la muestra ; encontrándose un resultado positivo para las muestras A1, D1, D2, D3, E2 y E3 .
4. La metodología del Carmín fue retomada del Análisis de Trazas de Boro en Agua, resultando efectiva para la leche por sus características físicas (producto fluido), además no requiere de tecnología sofisticada únicamente se necesita un espectrofotómetro adecuado y reactivos grado analítico, que son de fácil adquisición y preparación.
5. Para el método del carmín se realizo un ensayo para verificar que la cristalería utilizada no interfiriera en los resultados obtenidos, debido a que la mayoría esta fabricada de boro-silicato, esto se realizo llevando

simultáneamente una muestra en envase de plástico y se confirmó que no existía interferencia alguna por parte de la cristalería.

6. En base a los resultados obtenidos por ambos métodos se concluye que las leches A1, D1, D2, D3, E2 y E3 poseen ácido bórico como preservante por lo que no cumplen con las especificaciones de la norma para leche pasteurizada elaborada por el Consejo Nacional Para la Ciencia y Tecnología (CONACYT), y no se encuentran aptas para el consumo humano.

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

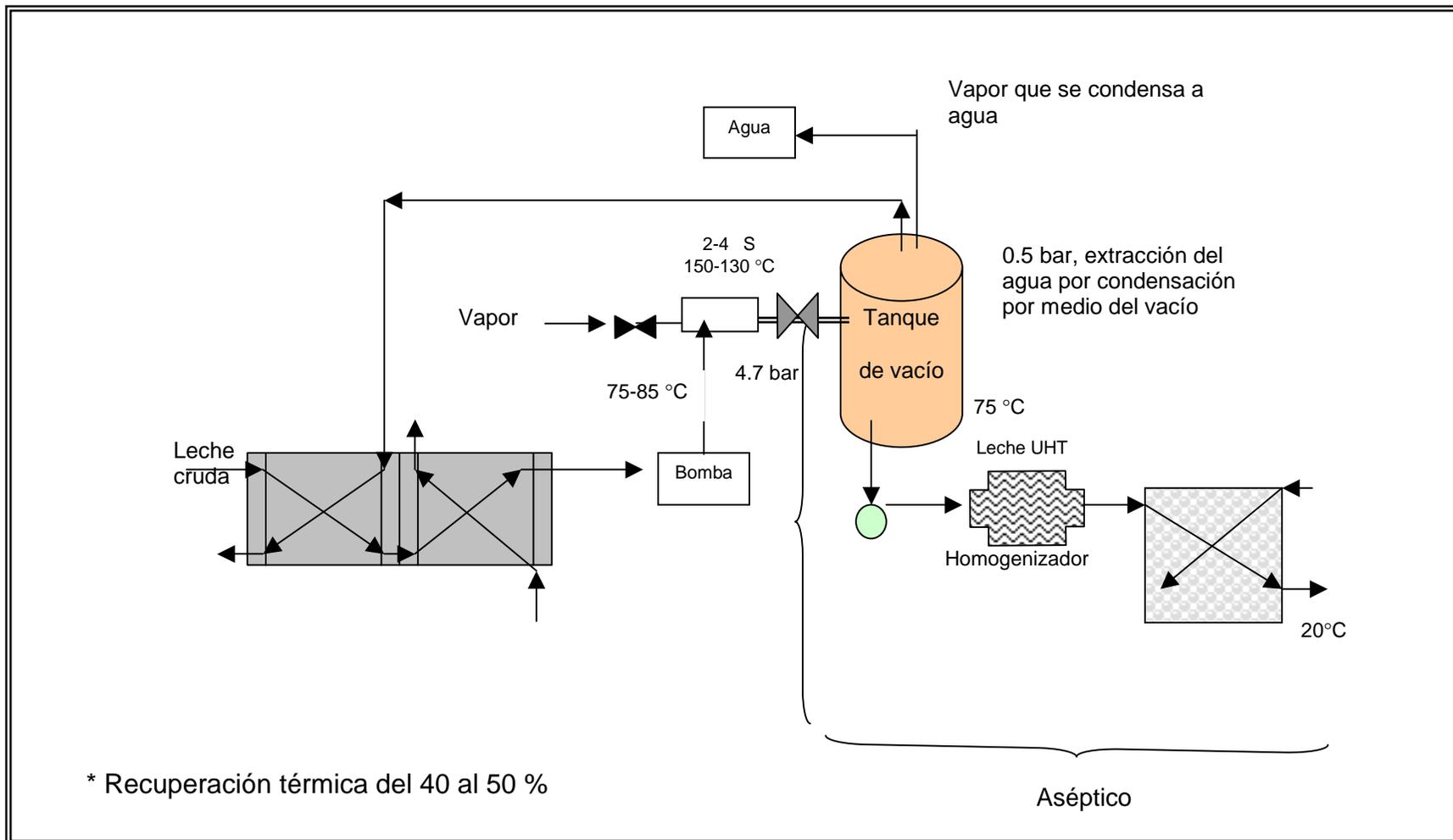
1. Se recomienda continuar la investigación para determinar ácido bórico, como preservante en las leches ultrapasteurizadas utilizando otros métodos como la espectrofotometría de Masas en el cual se utiliza una lámpara de Boro específica para cuantificar dicho elemento con el fin de comparar los resultados obtenidos con el método del carmín y de esa manera tener un estudio mas completo.
2. Para obtener resultados confiables dentro del método de la Cúrcuma se recomienda sumergir la tira de papel indicador dentro de la muestra por un periodo de 2-3 minutos y trabajar en un área limpia y adecuada para evitar cualquier contaminación por parte de otras sustancias interferentes.
3. Realizar ensayos previos con la cristalería, para eliminar cualquier interferencia y obtener así datos mas confiables. Aunque lo optimo y si se cuenta con los recursos es trabajar con material totalmente de plástico.
4. El manejo de sustancias preservantes debe ser rígidamente vigilado por las autoridades de salud , debiendo existir a nivel nacional una norma en la cual estén contempladas todas las sustancias que se encuentren restringidas para ser utilizadas como aditivos alimentarios, y en este caso como preservantes.
5. Por no ser aptas para el consumo humano, las autoridades de salud y especialmente el Ministerio de Salud Publica deben implementar monitoreos sobre este tipo de leche para garantizar que la salud de los consumidores no se este poniendo en peligro.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALAIS, Charles. Control de Calidad de la Leche. Principios de Técnica Lechera. 1ª Edición. México: Continental S.A. de C.V., 1981.
2. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. "Métodos Estándar para el Análisis de Aguas y Aguas de desecho". 11ª Edición, Editorial Interamericana, S.A. México, 1963.
3. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis. Editado por Sydney Williams 14ª Edición. 1984.
4. CENTRO PARA LA DEFENSA DEL CONSUMIDOR (CDC). Revista Consumo Derecho. Mayo 1994; Número 4. El Salvador, Centroamérica.
5. CHANG, Raymond. Química. Cuarta Edición. Editorial Mc Graw Hill. 1992.
6. CHAPIN, Robert E. y otros. Environmental Health Perspectives 102, Suplemento 7, noviembre 1994. The Reproductive Toxicity of Boric Acid. On line.
7. COCHRAN, William G. Técnicas de muestreo. Compañía Editorial Continental S.A. 1971.
8. CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CONACYT). "Norma Para Leche Pasteurizada". NSO 67.01.02:96.
9. COREA, Marta Daelia. La Prensa. Nicaragua. Economía. Aumenta la Producción de Leche en Centroamérica. Jueves 7 de febrero del 2002 / Edición No. 22635. On line.
10. DEMETER, Karl J. Elementos de Microbiología Lactológica. 1ª Edición. Zaragoza: Acribia. Departamento de Pediatría-htm.
11. ELLNER, R. Ponencia.
12. FLEISCHMANN, W. Tratado de Lechería. Barcelona: Gustavobili. 1945.
13. FLORES BUSTAMANTE, Salvador Antonio. "Evaluación de los Métodos de Extracción para la Cuantificación de Curcumina y su uso como Indicador de pH". San Salvador, El Salvador, Centroamérica. Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador. Junio 1990.

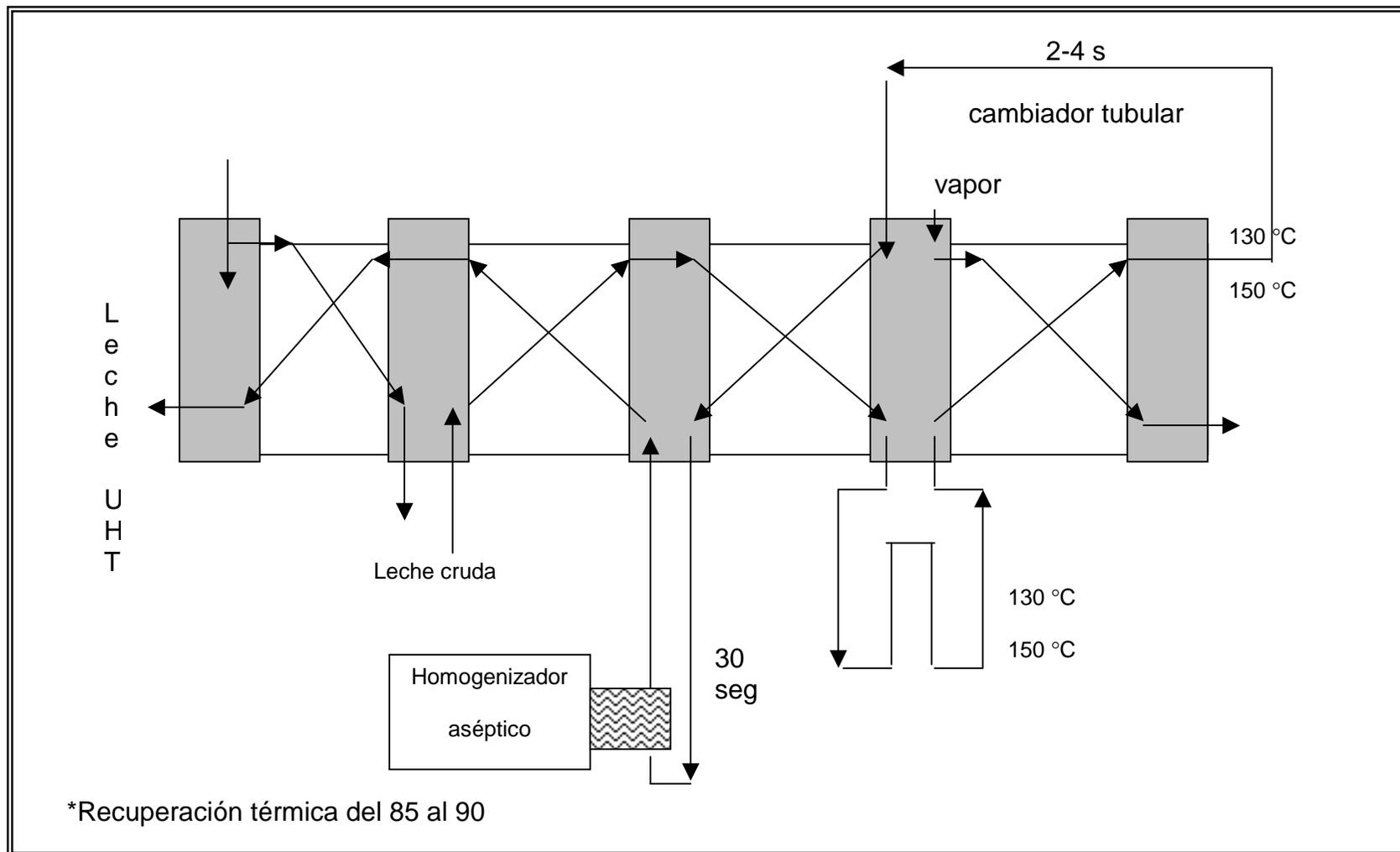
14. GONZÁLEZ, Félix. Acidosis Metabólica. Hospital Militar “Dr. Carlos Arévalo”
15. HOLE, Paul G. Estadística Elemental. Compañía Continental Editorial S.A. 1960. Jueves 7 de Febrero de 2002. htm. El Salvador, Centroamérica.
16. MELÉNDEZ PEREZ, Roberto Alfredo. “Evaluación y Selección del Método Colorimétrico más recomendable para Cuantificar Boro en Tejidos Vegetales”. San Salvador, El Salvador, Centroamérica. Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador. Diciembre 1980.
17. MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL, Departamento de Saneamiento Ambiental. Manual de Inspección Sanitaria en el Área de Producción de los Alimentos. 1989.
18. REMINGTON. Farmacia. Tomo I y II. 19ª Edición .Editorial Médica Panamericana.
19. Revista Industria Alimenticia. Mayo 1999. Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
20. SCHÖNHERR, W. Manual Práctico de Análisis de Leche. Zaragoza: Acribia. 1959.
21. TEJEL, Andrés y otros. La Salud por la Nutrición. Aravaca 8- Madrid. Editorial Safeliz, 5ª Edición. Tomo I. 1999.

ANEXOS



Anexo 1

Proceso UHT calentamiento directo.



Proceso UHT calentamiento indirecto.

Anexo 3. Preparación de Soluciones Reactivos

1. Amoníaco al 7% (NH₄OH) ----- 25 ml

NH₄ OH se encuentra al 26 %.

Por lo tanto tenemos:

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$V_1 = 7\% (25 \text{ ml}) / 26\% = 6.73 \text{ ml de amoníaco concentrado}$$

Tomar 6.73 ml de amoníaco concentrado, y agregarlo poco a poco a un balón volumétrico de 25 ml que contiene una pequeña cantidad de agua que debe ser libre de CO₂, luego aforar hasta el volumen deseado.

2. Papel de Cúrcuma. ⁽³⁾

- Pesar 2 gramos de polvo de cúrcuma y colocarlo en un matraz de 250 ml, agregarle 100 ml de alcohol al 80% y agitarlo por 5 minutos.
- Filtrar con papel filtro (Whatman # 2) y guardar el filtrado en una caja de petri.
- Cortar tiras de papel filtro y sumergirlos en el filtrado, ponerlas a secar y luego guardarlas en un recipiente color ámbar para protegerlas de la luz.

3. Ácido Clorhídrico.

Tenemos que: (1+11) 1ml HCl + 11 ml de H₂O

$$1 \text{ ml HCl concentrado} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 12 \text{ ml HCl (1+11)}$$

$$x \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 100 \text{ ml HCl (1+11)}$$

$$x = 8.3 \text{ ml HCl concentrado}$$

$$11 \text{ ml H}_2\text{O} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 12 \text{ ml HCl (1+11)}$$

$$x \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 100 \text{ ml HCl (1+11)}$$

$$x = 91.66 \text{ ml H}_2\text{O}$$

- Tomar 8.3 ml de HCl concentrado y luego agregarlo poco a poco a un balón volumétrico de 100 ml que contenga cierta cantidad de agua, luego aforar hasta 100 ml con agua destilada.

4. Reactivo de Carmín.

Pesar 920 miligramos de Carmín, disolverlo en cierta cantidad de Ácido Sulfúrico concentrado y luego llevar a volumen con el mismo ácido. (Con esta solución se ajusta el espectrofotómetro a cero, si no se pudiera ajustar, diluir la solución de Carmín en una proporción de 1+1 con Ácido Sulfúrico concentrado)

Nota : Toda la preparación de reactivos que involucren el manejo de ácidos o bases concentrados requieren el uso de un baño de hielo para evitar que la reacción exotérmica sea demasiado violenta.

Anexo 4. Parte Experimental



Anexo 4 a . Introducción de la tira de cúrcuma a la muestra.



Anexo 4b. Desarrollo del color en el la tira de cúrcuma.

La tira izquierda muestra resultado positivo.



Anexo 4 c. Reconfirmación de la presencia de boro con el amoníaco.



Anexo 4d. Comparación de los resultados.



Anexo 4e. Evaporación de la muestra en baño de vapor.



Anexo 4f. Cenizas de la muestra obtenidas luego de la incineración en la mufla.



Anexo 4g. Preparación de la solución de carmín.



Anexo 4h. Lectura de las absorbancias en el Spectronic.