

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**



**PROPUESTA DE UNA TECNICA DE FORTIFICACION CON HIERRO PARA  
LA HORCHATA DE MORRO**

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:

**EDGARDO LADISLAO ARDON CHACON**

**EDUARDO STEVE ARDON CHACON**

PARA OPTAR AL GRADO DE

**LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA**

SEPTIEMBRE 2008

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMERICA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR**

MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SANCHEZ

**SECRETARIO GENERAL**

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHAVEZ

**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**

**DECANO**

LIC. SALVADOR CASTILLO AREVALO

**SECRETARIA**

MSc. MORENA LIZETTE MARTINEZ DE DIAZ

COMITE DE TRABAJO DE GRADUACION

**COORDINADORA GENERAL**

Lic. María Concepción Odette Rauda Acevedo

**ASESORA DE AREA DE ANALISIS DE ALIMENTOS: FISICOQUIMICO**

Ing. Rina Lavinia Hidalgo de Medrano

**ASESORA DE AREA DE MICROBIOLOGIA**

MSc. Coralia de los Ángeles González de Díaz

**DOCENTES DIRECTORAS**

Lic. Mercedes Del Carmen Gómez de Díaz

Lic. Nancy Zuleyma González Sosa

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS TODO PODEROSO: Por estar conmigo en todo momento para poder salir adelante y mantenerme en el camino junto a su lado.

A MIS PADRES: Por darme el amor y apoyo necesario para seguir adelante y enseñarme a ser la persona que soy en esta vida

A STEVE MI HERMANO: Porque ha estado a mi lado toda la vida en las buenas y en las malas ayudándome cuando más lo necesito siendo mi apoyo en este trabajo.

HERMANAS (Silvia, Nuria, Karla): Por darme tantas palabras de aliento para salir adelante y por ayudarme a ser tan ordenado.

A MI FUTURA ESPOSA (KRAMZ): Por darme todo ese amor, tiempo y comprensión durante este tiempo y enseñarme a no rendirme en esos momentos difíciles.

A MIS SOBRINOS: Por poner la alegría en mi vida con su inocencia, y por las travesuras que son bendiciones de Dios en mi vida.

MIS ASESORES DE TESIS: Lic. Mercedes y Lic. Nancy por los consejos, apoyo y paciencia que nos han tenido hasta el último momento.

Ladislao Ardón

## **AGRADECIMIENTOS**

**A DIOS TODOPODEROSO.** Por haberme permitido culminar mi carrera profesional de una manera satisfactoria y levantarme en los momentos mas difíciles de mi vida.

**A MIS PADRES.** María Elena Chacón, Salvador Ardón Flores, por haberme educado de la mejor manera y llevarme por el buen camino de la vida.

**A MI ESPOSA.** Gloria Ardón por ser parte fundamental en mi vida y muchas gracias por todos los buenos momentos que hemos pasado juntos, para la cual deseo sean muchos más.

**A MI HIJOS.** Alejandro y María Fernanda por hacer más feliz mi vida y llenar mi corazón de bendiciones

**A MIS HERMANAS.** Silvia, Nuria y Karla por ayudarme en todos los momentos de mi vida y poder seguir adelante

**A LADISLAO MI HERMANO.** Que ha sabido aguantarme toda la vida y por darme la fuerza necesaria para terminar mi carrera profesional.

Eduardo Steve Ardón

## ÍNDICE

### **RESUMEN**

#### CAPITULO I

1.0 INTRODUCCION	xiv
------------------	-----

#### CAPITULO II

2.0 OBJETIVOS	17
---------------	----

2.1 Objetivo general

2.2 Objetivos específicos

#### CAPITULO III

3.0 Marco teórico	19
-------------------	----

3.1 Descripción de la planta	19
------------------------------	----

3.2 Distribución geográfica	21
-----------------------------	----

3.3 Propiedades y funciones del hierro	22
--	----

3.3.1 Farmacocinética del hierro	22
----------------------------------	----

3.4 Problemática nutricional de hierro	25
--	----

3.5 Carencia y deficiencia del hierro	30
---------------------------------------	----

3.6 Selección del fortificante del hierro	32
---	----

3.7 Determinación de los niveles del fortificante	34
---	----

3.8 Criterios o principios para la fortificación	35
--	----

3.8.1 Carencia comprobada de micronutrientes en la población	36
--	----

3.8.2	Amplio consumo del alimento por fortificar	36
3.8.3	Conveniencia del alimento y el nutriente en conjunto	36
3.8.4	Factibilidad técnica	37
3.8.5	Número limitado de fabricante del alimento	37
3.8.6	Sin aumento sustancial en el precio del alimento	37
3.8.7	Nivel de consumo del alimento	38
3.9	Método de fortificación y alimentos apropiados	39
3.10	Ventaja de la fortificación de alimentos	40
3.11	Método de evaluación sensorial	40
CAPITULO IV		
4.0	Diseño metodológico	46
4.1	Resultado de encuestas	48
4.2	Parte experimental	50
4.2.1	Obtención de la muestra	51
4.2.2	Método de fortificación de horchata de morro	51
4.2.3	Técnica para la fortificación de horchata	52
4.2.4	Metodología de análisis	53
4.2.4.1	Determinación del contenido de hierro por absorción atómica	54
4.2.4.2	Determinación del contenido de hierro por titulación	55
CAPITULO V		
5.0	Resultados y análisis de datos	58

## CAPITULO VI

### 6.0 Conclusiones

## CAPITULO VII

### 7.0 Recomendaciones

Bibliografía

Anexos

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N°</b>		<b>Página</b>
1	Composición química de la pulpa de semilla	21
2	Requerimientos diarios de hierro	28
3	Clasificación de los compuestos de hierro	32
4	Escala hedónica	44
5	Resultado de encuesta a gerentes de supermercados	49
6	Resultados de análisis en muestras de horchata sin fortificar	58
7	Peso de muestra de horchata para análisis volumétrico	61
8	Volúmenes gastados en la prueba de titulación	61
9	Resultado de análisis por dos métodos en la determinación de hierro en horchata de morro	62
10	Resultado de prueba de aceptación y rechazo	65

## **ABREVIATURAS**

**AOAC:** Association Of Analytical Communities

**FCC:** Food Chemical Codex

**FESAL:** Encuesta Nacional de Salud Familiar

**NSO:** Norma Salvadoreña Oficial

**OPS:** Organización Panamericana de la Salud

## RESUMEN

El trabajo presentado busca una opción para la fortificación de un alimento que aumente los niveles de hierro; para dar respuesta a la prevalencia de anemia por la mala nutrición principalmente en los niños y mujeres embarazadas, en este caso por la deficiencia de hierro, según investigaciones realizadas a través de encuestas como la de FESAL.

La investigación se inició conociendo el número de supermercados de la zona metropolitana, posteriormente se pasó una encuesta para conocer la marca de horchata más vendida en los supermercados, y en los resultados de la encuesta se encontró que la de mayor preferencia era LA CANASTA. Para la cual se aplicó el método probabilístico aleatorio simple, resultando 8 supermercados para realizar la investigación.

Posteriormente se trabajó con diferentes premezclas de contenido de hierro para conocer el porcentaje que era más aceptado por el consumidor en un Laboratorio farmacéutico nacional a través de una evaluación sensorial de la bebida (sabor, color, olor).

Las cantidades de Sulfato Ferroso en las premezclas se fueron modificando, desde un porcentaje inicial del 30%, el cual, posteriormente fue variando, con la finalidad de lograr un porcentaje que no afectara las características organolépticas de la horchata; llegando hasta un 5%, valor con el cual siempre

se pierden las características organolépticas, además de estar fuera de los límites considerados como rango de fortificación (20% - 100%)

Con los resultados de la evaluación sensorial se determina el rechazo de la bebida mediante una encuesta previamente validada.

Luego de analizar los resultados de esta investigación, se concluye, que la fortificación propuesta con Sulfato ferroso no es factible debido al resultado obtenido.

Por lo que se recomienda buscar otro tipo de bebida para fortificar con hierro utilizando otras sales de hierro que no modifiquen las características organolépticas, como también un aumento en el precio del producto.

CAPITULO I  
INTRODUCCION

## 1.0 INTRODUCCION

El hierro es un nutriente imprescindible para el organismo, ya que la deficiencia o ausencia de este mineral trae como consecuencia ANEMIA y consecuentemente falta de crecimiento, rendimiento físico y mental en la población infantil. Según FESAL <sup>(17)</sup> (Encuesta Nacional de Salud Familiar) el mayor índice de prevalencia de anemia se presenta en las mujeres embarazadas y niños.

Parte de la solución a esta problemática es buscar la manera de fortificar un alimento de amplio consumo por parte de la población, que sea de bajo costo, a fin de mejorar su alimentación y disminuir la anemia.

Con el objeto de disminuir los problemas de anemia a través de programas de fortificación y enriquecimiento en diferentes alimentos, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social pretende que la población tenga un mayor consumo de alimentos funcionales a los cuales se les puede fortificar buscando nuevas fórmulas, materias primas, con alto valor nutritivo que permitan establecer un aporte en el desarrollo de quienes lo consuman.

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) sugiere a cada país, tener en la canasta básica de cada familia al menos 5 alimentos fortificados, debido a esto, El Salvador cuenta con cuatro programas de fortificación de alimentos de

consumo popular como son: yodo en la sal de mesa, vitamina A en azúcar, vitaminas y minerales en harina de trigo y harina de maíz nixtamalizado.

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social toma en cuenta ciertos criterios para la selección del alimento a ser fortificados, como son: 1) consumido por la mayoría de la población, 2) de bajo costo, y 3) que el fortificante no altere las características propias del alimento. Es por ello, que el refresco de horchata de morro al ser una bebida de muy amplia aceptación en el país, constituyó una buena opción de alimento a fortificar.

En la presente investigación se fortifico la horchata de morro con hierro y posteriormente se realizaron los análisis en los laboratorios de PROCAFE por el método de Absorción Atómica y, en el departamento de análisis de Control de Calidad de un Laboratorio Nacional por el método de Titulación. En ambos métodos se llegó a la concentración esperada pero no cumple con sus propiedades organolépticas.

Dentro de los programas para la realización de la presente investigación de fortificación y en base para la delimitación de la misma, los resultados obtenidos de ambos métodos fueron analizados y comparados entre sí para verificar su cumplimiento con el rango de fortificación al cual se desea establecer.

CAPITULO II  
OBJETIVOS

## **2.0 OBJETIVOS**

### 2.1 Objetivo General

Proponer una técnica de fortificación con hierro para la horchata de morro.

### 2.2 Objetivos Específicos

2.2.1 Determinar la cantidad de hierro en la horchata de morro sin fortificar por Absorción Atómica en PROCAFE

2.2.2 Elaborar diferentes premezclas con sulfato ferroso para incorporar a la horchata de morro seleccionada.

2.2.3 Aplicar métodos de evaluación sensorial para la aprobación o rechazo del producto fortificado

2.2.4 Realizar el análisis cuantitativo de hierro en la horchata de morro fortificada por absorción atómica en PROCAFE

CAPITULO III  
MARCO TEORICO

### 3.0 MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Descripción de la Planta <sup>(22)</sup>

Nombre Científico: ***Crescentia alata***

Nombre Común: Morro, jícaro, palo huacal

Es un árbol común que abunda en planicies y laderas esencialmente secas; raramente alcanza los 12 m de alto, de copa redondeada y diámetro corto, ramas gruesas y algunas veces intercaladas, corteza café claro, escamosa o profundamente fisurada y fibrosa. Las flores de 1.5 a 2 cm de largo tienen corola verde verduzco y café púrpura, algunas veces con venas color rosa púrpura. Los frutos son ovales o subglobosos, usualmente de 10 a 15 cm de largo. La cáscara es fuerte y lustrosa, la pulpa es blanca aromática y contiene muchas semillas aplanadas. Estas le dan más valor a esta fruta, se ha informado también del crecimiento del árbol en terrenos húmedos y arenosos de zonas cálidas.

El árbol se conoce en diferentes zonas de América Central como cutuco, cuchara o jícaro. Es un árbol pequeño, leñoso de corteza cenicienta, con hojas coriáceas, espatuladas, sentadas y lustrosas.

El fruto es globoso, esférico, duro, lustroso, verde cuando está inmaduro y café cuando está madura (Fig.Nº1). El fruto del morro puede mantenerse en buenas

condiciones hasta por 180 días. Se ha calculado que en una hectárea pueden cultivarse muy bien 210 árboles.

Existe otra variedad muy común de árbol de morro llamada ***Crescentia cujete***. Se diferencia del ***Crescentia alata*** en que sus frutos son más grandes (entre 16 y 20 cm.), pero posee muy pocas semillas, por lo que para estos efectos se prefiere al anterior.

La semilla del morro tiene un alto contenido de aceite y proteína carente de toxicidad. El aceite tiene una digestibilidad aparente mayor de 90%. (Muy cercana al aceite de soya) y una alta resistencia al auto deterioro. Este es similar a los aceites comerciales de maní, maíz, ajonjolí y soya, y podría ser utilizado en ensaladas como sustituto del aceite de oliva.

El morro frecuentemente es encontrado en pasturas para dar sombra o para que sus frutos sean consumidos por el ganado. En el país sus frutos son utilizados para diferentes finalidades.



**Fig. N°1 Fruto de morro**

### 3.2 Distribución Geográfica

Se encuentra silvestre en la región nororiental de Guatemala, México, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica.

Su hábitat es la sabana, cuya característica principal es la de estar constituida por gramíneas con o sin árboles típicos esparcidos. Domina la sabana de tierras bajas conocida como sabana del morro o morral. La variedad ***Crescentia cucurbitina L.*** se cultiva también en los huertos por el uso frecuente que se hace de sus frutos como vasos para uso doméstico popular; los nativos de las zonas de su hábitat fabrican huacales, usualmente labrados y grabados con artísticos dibujos. Se conocen además 15 especies tropicales de ***Crescentia***, todas ellas americanas.

El contenido de Nutrientes del mineral (por 100 g) de pulpa de Semilla en la variedad de ***Crescentia alata*** es:

**Cuadro N°1 Composición Química de la pulpa de semi lla**

Nutriente	Unidad	Valor por 100 gramos de Pulpa
Proteína	Gramos (g)	0.9302
Grasa	Gramos (g)	0.5397
Carbohidratos	Gramos (g)	23.2229
Fibra cruda	Gramos (g)	1.924
Agua	Gramos (g)	73.234

**Cuadro N° 1. (Continuación)**

<b>Minerales</b>		
Calcio	Miligramos(mg)	23.50
Fosforo	Miligramos(mg)	42.96
Hierro	Miligramos(mg)	0.894
<b>Vitaminas</b>		
Vitamina A	Microgramos (µg)	10 trazas
Tiamina	Miligramos(mg)	0.180
Riboflavina	Miligramos(mg)	0.001
Niacina	Miligramos(mg)	1.180
Acido ascórbico	Miligramos(mg)	9.000

### 3.3 Propiedades y funciones del hierro <sup>(16)</sup>

La mayor parte del hierro corporal está presente en los glóbulos rojos, sobre todo como componente de la hemoglobina. Gran parte del resto se encuentra en la mioglobina, compuesto que se halla por lo general en los músculos, y como ferritina que es el hierro almacenado, de modo especial en hígado, bazo y médula ósea. Hay pequeñas cantidades adicionales ligadas a la proteína en el plasma sanguíneo y en las enzimas respiratorias.

#### 3.3.1 Farmacocinética del hierro <sup>(8)</sup>

##### **Absorción**

Normalmente el hierro se absorbe en el intestino delgado a nivel de duodeno y el yeyuno proximal, aunque los sitios más distales del mismo pueden absorber hierro si es necesario. Una persona normal sin deficiencia de hierro absorbe del

5% al 10% de hierro elemental, o cerca de 0.5 a 1 mg al día. La absorción de hierro aumenta en respuesta a reservas bajas o mayores requerimientos del mismo.

La absorción de hierro aumenta de 1 a 2 mg por día en las mujeres que menstrúan y puede llegar de 3 a 4 mg por día en embarazadas. Los lactantes y adolescentes también tienen mayores requerimientos de hierro durante los periodos de crecimiento rápido. El hierro no hémico contenido en los alimentos y el hierro en forma de sales o complejos inorgánicos son convertidos en hierro ferroso ( $\text{Fe}^{++}$ ) antes que pueda absorberse por las células de la mucosa intestinal. Dicha absorción disminuye por la presencia de agentes que forman complejos en la luz intestinal y aumenta en presencia de HCl y vitamina C.

El hierro se transporta a través de las células de la mucosa intestinal mediante transporte activo. Los iones ferrosos absorbidos se convierten en iones férricos dentro de las células de la mucosa, por lo que el hierro recién absorbido puede quedar disponible para su uso inmediato o convertirse en ferritina y almacenarse en las células de la mucosa intestinal

### **Distribución**

El hierro es transportado en la sangre fijado a la transferrina, que es una proteína específica, el hierro entonces es transportado desde las células intestinales o desde los sitios de almacenamiento en el hígado o en el bazo,

hacia los eritrocitos en desarrollo que son los transportan hemoglobina a través de todo el organismo.

### **Almacenamiento**

El hierro puede almacenarse en dos formas. La ferritina y la hemosiderina. La ferritina, es la forma más fácilmente disponible de hierro almacenado. La hemosiderina es una sustancia que se compone de agregados en cuyo centro se encuentra el hierro tanto la ferritina como la hemosiderina, se almacenan en el hígado, bazo y medula ósea.

### **Eliminación**

No existe un mecanismo para la excreción del hierro. Se pierden pequeñas cantidades de hierro por la exfoliación de las células de la mucosa intestinal en la heces y se excretan cantidades mínimas en la bilis, orina y sudor, sin embargo las cantidades no son mayores de 1 mg por día.

El hierro es un elemento que no se agota ni se destruye en un cuerpo que funcione normalmente. Hay cantidades minúsculas que se pierden en las células de descamación de la piel y del intestino, en el cabello que se desprende, en las uñas y en la bilis y otras secreciones corporales. El cuerpo es, sin embargo, eficiente, económico y conservador en el uso del hierro. El hierro liberado cuando los eritrocitos envejecen y se agotan, se absorbe y utiliza una y otra vez para la producción de nuevos eritrocitos.

### **3.4 Problemática nutricional del hierro**

La investigación experimental cuantitativa que se utiliza para la estimación de la prevalencia de anemia en la población materna e infantil se basó en la determinación del nivel de hemoglobina. Para ello el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social tomó una muestra de sangre capilar de los (las) niños(as) de 6 a 59 meses de edad y de las madres con hijos(as) de 3 a 59 meses. La muestra se leyó en un “Hemocue” que produjo el valor de la hemoglobina en cuestión de minutos, y de esta manera se le pudo informar inmediatamente a la madre si ella o alguno(a) de sus hijos(as) presentaba anemia. En los casos positivos, la nutricionista que realizó la determinación entregó un tratamiento de hierro para un mes y una referencia al servicio de salud más cercano, para que le dieran el seguimiento apropiado.

La estimación de la prevalencia de anemias obtenidas de las encuestas de FESAL (1998 y 2002/03) en la población infantil de 12 a 59 meses deja ver el aumento de la prevalencia de anemia en las zonas rurales y en ciertos departamentos <sup>(17)</sup>.

A nivel nacional en el año 2003 el 19.8 por ciento de los (las) niños(as) de 12 a 59 meses presenta anemia (anexo 1), lo que indica que la situación no ha mejorado desde 1998 con un 18.9 por ciento total de anemia en niños de 12 a 59 meses (anexo 2). Ahuachapán y Chalatenango presentan las prevalencias más altas en el 2003 con 27.3 y 26.4 por ciento, respectivamente (anexo 3) con

respecto al año 1998 los mismos departamentos con 14.6 y 13 por ciento (anexo 4). El área rural muestra una prevalencia 1.5 veces mayor que la estimada para el área urbana.

Al comparar las prevalencias de las encuestas FESAL-2002/03 con las de FESAL-98 se observan cambios drásticos al nivel de los departamentos y por área de residencia. Mientras que se observa una mejoría en el área urbana, el área rural empeoró. Este hallazgo sugiere que es necesario profundizar en el análisis de lo que está sucediendo en cuanto a la anemia en niños(as) de 12-59 meses, con el fin de controlar el deterioro.

Las madres cuyos niños(as) tienen de 7 a 9 años, o cuyas madres tienen 10 ó más años de escolaridad, presentan prevalencias más bajas (16.8 y 12.9 por ciento, respectivamente). En forma similar, los (las) niños(as) del nivel socioeconómico alto (10.5 por ciento). En el anexo 1 se muestran los resultados detallados del 2002/03 con respecto a características seleccionadas como la edad del(a) niño(a), sexo, nivel socioeconómico, en el anexo 5 se aprecia una diferencia de ambos años 98-03 en donde la prevalencia de anemia descende de un 37 por ciento en el grupo de 12 a 17 meses a un 11 por ciento en el grupo de niños(as) de 48 a 59 meses de edad en el año 2003. También a partir de datos no mostrados se puede mencionar que la prevalencia de anemia para el grupo de 6 a 11 meses es de 44.6 por ciento <sup>(17)</sup>

Los prematuros y otros niños con bajo peso al nacer, pueden tener menores reservas de hierro y encontrarse en mayor riesgo que otros.

Las mujeres lactantes utilizan el hierro para suministrar los 2 mg aproximados de hierro por litro de la leche materna. Sin embargo, durante los seis a 15 primeros meses de lactancia intensiva pueden no menstruar, y por lo tanto no pierden hierro en la sangre menstrual. Es por eso que las madres deben tener una buena nutrición para evitar la aparición de la anemia.

Esta economía del hierro es importante. En circunstancias normales, sólo se pierde del cuerpo, más o menos 1mg de hierro al día, por excreción en los intestinos, la orina, el sudor o a través de la pérdida de cabello o células epiteliales superficiales. Debido a que el hierro se conserva, las necesidades nutricionales de las mujeres post-menopáusicas y los varones sanos son muy pequeñas. Las mujeres en edad fértil, sin embargo, deben reemplazar el hierro perdido durante la menstruación y el parto y deben satisfacer las necesidades adicionales del embarazo y la lactancia. Los niños tienen relativamente necesidades altas debido a su rápido crecimiento, que compromete aumentos no sólo en el tamaño corporal sino además, en el volumen sanguíneo.

Las necesidades dietéticas de hierro son casi diez veces los requerimientos fisiológicos corporales. Si un hombre o una mujer post-menopáusica normalmente sanos, requieren 1mg de hierro por día, debido a las pérdidas de hierro, las necesidades dietéticas son alrededor de 10mg por día. Esta

recomendación permite un buen margen de seguridad, pues la absorción aumenta con la necesidad. Los requerimientos diarios de hierro varían en las personas de acuerdo a la edad y sexo. (Cuadro N° 2)

**Cuadro N° 2 Requerimientos diario de Hierro** <sup>(18)</sup>

EDAD Y SEXO	mg/día
NIÑOS DE 1 A 5 AÑOS	8
NIÑOS DE 5 A 12 AÑOS	12
VARON ADULTO SANO	10
MUJER EN EDAD FERTIL	14
MUJER EMBARAZADA	16

La pérdida menstrual de hierro se ha calculado en un promedio tan pequeño como 1mg diario durante un año entero. Se recomienda que las mujeres en edad fértil consuman diariamente 16 mg de hierro.

Durante el embarazo, el cuerpo requiere un promedio de casi 1.5mg de hierro diarios para el desarrollo del feto y los tejidos de apoyo y para expandir el suministro sanguíneo materno. La mayoría del hierro adicional se requiere en el segundo y tercer trimestres del embarazo.

Las mujeres lactantes utilizan el hierro para suministrar los 2mg aproximados de hierro por litro de la leche materna. Sin embargo, durante los seis a 15 primeros

meses de lactancia intensiva pueden no menstruar, y por lo tanto no pierden hierro en la sangre menstrual.

Los niños recién nacidos tienen niveles altos de hemoglobina (recuento alto de glóbulos rojos) que se denomina policitemia, y suministra una reserva extra de hierro (7). Este hierro, junto con el que proporciona la leche materna, es en general suficiente durante los cuatro a seis primeros meses de vida; después, se hace necesario el aporte de hierro de otros alimentos.

Los prematuros y otros niños con bajo peso al nacer, pueden tener menores reservas de hierro y encontrarse en mayor riesgo que otros.

El exceso de hierro es tóxico y provoca vómitos, diarrea y lesiones intestinales. Se puede acumular hierro en el cuerpo cuando una persona se somete a una terapia con cantidades excesivas o durante demasiado tiempo, cuando recibe varias transfusiones o en el alcoholismo crónico. La enfermedad por exceso de hierro (hemocromatosis) es un trastorno hereditario en el que se absorbe demasiado hierro potencialmente mortal pero fácilmente tratable. Por lo general, los síntomas no se manifiestan hasta la mediana edad y su desarrollo es insidioso. La piel adopta una coloración bronceada, se produce cirrosis, cáncer hepático, diabetes, insuficiencia cardíaca y el paciente fallece prematuramente. Los síntomas pueden incluir artritis, impotencia, infertilidad, hipotiroidismo y fatiga crónica. Los análisis de sangre pueden determinar si una persona tiene exceso de hierro. Todos los parientes de una persona afectada deben ser

examinados. El diagnóstico precoz y el tratamiento permiten una larga supervivencia con una calidad de vida muy normal.

### **3.5 Carencia y deficiencia de hierro** <sup>(16)</sup>

Las personas sanas normalmente absorben sólo de 5 a 10 por ciento del hierro de sus alimentos, mientras que las personas con carencia de hierro pueden absorber el doble de esa cantidad. Por lo tanto, en una dieta que suministra 15mg de hierro, una persona normal absorbería de 0,75 a 1,5mg de hierro, pero la persona con carencia de hierro absorbería hasta 3mg. La absorción de hierro casi siempre aumenta durante el crecimiento y el embarazo, después de una hemorragia y en otras condiciones en las que la demanda de hierro es mayor.

La deficiencia de hierro puede provocar: incremento tanto en los nacimientos prematuros, como en la mortalidad materna y fetal así como la disminución en el desarrollo intelectual y psicomotor.

El Banco mundial pudo estimar que las pérdidas económicas causadas por el tratamiento de nutrición de micronutrientes representa un costo del 5% del producto bruto interno, mientras que su solución tiene un costo económico inferior al 3% representando una relación costo-beneficio

Los principales factores para esta solución son la elección del alimento a utilizar y la correcta elección del compuesto utilizado como fortificante ya que deben

existir ciertas condiciones y especificaciones para facilitar su incorporación al alimento.

La carencia de hierro es una causa muy común de enfermedad en todas partes del mundo. Las anemias nutricionales tienen bastante predominio en todo el mundo. Estas anemias, a diferencia de la malnutrición proteico energética (MPE), la carencia de vitamina A y los trastornos por carencia de yodo (TCY), son comunes en países industrializados y en vía de desarrollo. La causa habitual de la anemia es la carencia de hierro, aunque no necesariamente una carencia de consumo absoluto de hierro alimentario. El varón adulto pierde apenas de 0,5 a 1mg de hierro por día; su necesidad diaria de hierro, por lo tanto, es alrededor de 10mg. Como promedio mensual, la mujer adulta premenopáusicas pierde casi el doble de hierro que el varón. Asimismo, el hierro se pierde durante el parto y la lactancia. La mujer embarazada y los niños en crecimiento requieren hierro dietético adicional.

El tratamiento de la anemia depende de la causa. La anemia por carencia de hierro es relativamente fácil y económica de tratar. En el mercado hay diferentes preparaciones de hierro; el sulfato ferroso está entre los más económicos y efectivos. Para los adultos generalmente se recomiendan 300mg de sulfato ferroso (que suministran 60mg de hierro elemental) dos veces al día entre las comidas. El hierro hace que las deposiciones sean negras.

### 3.6 Selección del Fortificante de Hierro <sup>(23)</sup>

En aquellas poblaciones cuyas dietas carezcan de hierro, este micronutriente deberá ser incluido en los programas de enriquecimiento o fortificación en las harinas de los cereales en aquellos países donde las anemias por deficiencia de hierro sean prevalentes.

Los compuestos de hierro, pueden ser clasificados desde un punto de vista práctico en cuatro grupos principales, dependiendo de su solubilidad en medios acuosos

- I. Solubles en agua
- II. Poco solubles en agua pero muy solubles en soluciones ácidas muy diluidas
- III. Insolubles en agua y poco insolubles en soluciones ácidas diluidas
- IV. Compuestos de hierro protegidos

Cuadro N°3 Clasificación de los compuestos de hierro

I	II	III	IV
Sulfato ferroso	Fumarato ferroso	Ortofosfato ferrico	Hemoglobina
Gluconato ferroso	Succinato ferroso	Pirofosfato ferrico	EDTA-Fe(III)
Lactato ferroso	Sacarato ferroso	Ortofosfato ferrico amónico	Quelatos de aminoácidos
Citrato férrico amónico		Hierro elemental en polvo(electrolítico, carbonilito, reducido)	Sulfato ferroso estabilizado

Los compuestos de hierro solubles en agua, aportan un hierro de alta biodisponibilidad y en consecuencia serían los compuestos de elección primaria para ser utilizados en la fortificación de alimentos. Sin embargo, este tipo de compuestos son altamente reactivos provocando la oxidación de las grasas y de algunos aminoácidos y vitaminas del alimento fortificado. En consecuencia, se producen cambios desagradables de las características sensoriales del alimento, además de disminuir el valor nutricional del mismo.

Debido a su alta biodisponibilidad y bajo costo, el sulfato ferroso deshidratado grado FCC es con frecuencia la mejor fuente de hierro. Podrá ser utilizado en harinas para panificación, y otros tipos de harinas de trigo con baja tasa de extracción (las cuales son normalmente utilizadas uno o dos meses después de su producción.). El sulfato ferroso deberá ser un material seco con un tamaño de partícula fino. El sulfato ferroso con un tamaño de partícula grande o hidratada puede causar problemas de color y manchas, por consiguiente, no es recomendable. La utilización de sulfato ferroso puede no ser apropiado en productos almacenados por largos periodos de tiempo debido a que promueve la rancidez oxidativa de grasas nativas o adicionadas, lo cual reduce la vida de anaquel aceptable. También produce cambios en color y sabor a través del tiempo, lo cual puede reducir la aceptabilidad del consumidor.

El sulfato ferroso no es recomendado para harinas utilizadas en mezclas que contengan grasas adicionadas, harinas para todo propósito o de uso casero que

requieren una vida de anaquel de más de tres meses, y harina usada en la producción de fideos instantáneos o japoneses.

El fumarato ferroso grado FCC es otra buena opción debido a que tiene una biodisponibilidad similar a la del sulfato ferroso. Es insoluble en agua, y por lo tanto, causa menos problemas organolépticos en comparación con el sulfato ferroso más soluble. Sin embargo, comúnmente es más costoso que el sulfato ferroso. El sulfato ferroso hidratado es un polvo con alta solubilidad de color azul o azul verdoso con aproximadamente 7 moléculas de agua. El polvo de sulfato ferroso deshidratado es de color crema, café o marrón claro con aproximadamente una molécula de agua.

Los polvos de hierro elemental podrán ser considerados como una fuente potencial de hierro cuando el uso de sulfato o fumarato ferroso provoquen cambios inaceptables en el color, sabor o propiedades de almacenamiento del alimento fortificado (23).

### **3.7 Determinación de los niveles de adición del fortificante de hierro** (23)

Al planear una estrategia de fortificación, el nivel óptimo de adición de hierro dependerá de varios factores, incluyendo: la prevalencia de deficiencia de hierro, la naturaleza de la dieta, la distribución de alimentos basados en cereales y la biodisponibilidad del hierro adicionado.

El nivel mínimo de adición recomendado para restaurar el hierro presente en los productos de granos enteros será de 25 ppm (mg de hierro/Kg de harina) para las harinas blancas enriquecidas con sulfato o fumarato ferroso. Esto dará un nivel de hierro en la harina enriquecida de aproximadamente 35 ppm (mg de hierro/kg de harina); equivalente al nivel original encontrado en una harina de trigo integral.

En aquellos países donde el consumo de harinas sea bajo y las anemias por deficiencia de hierro sean prevalentes, será necesario añadir mayor cantidad de hierro como fortificante.

Debido a que los polvos de hierro elemental ofrecen menor biodisponibilidad que las sales de hierro solubles, la tasa de adición de los polvos de hierro elemental deberá ser el doble en comparación con las formas de sales de hierro. Por ejemplo, la adición de 50 ppm de hierro electrolítico es equivalente a adicionar 25 ppm de sulfato ferroso.

### **3.8 Criterios o principios para la fortificación** <sup>(19)</sup>

Las siguientes son algunas de las condiciones, consideraciones y principios relevantes para los que planean fortificar uno o más alimentos a fin de mejorar el estado nutricional. Se aplican sobre todo a la fortificación como estrategia para enfrentar las carencias de micronutrientes. Los alimentos fortificados son productos suplementados en forma significativa en su contenido natural de nutrientes esenciales. Deben aportar entre el 20% y el 100% de los

requerimientos diarios recomendados para adultos y niños de más de 4 años de edad (tienen que indicarse en el rótulo del envase).

### **3.8.1 Carencia comprobada de micronutrientes en la población** <sup>(16)</sup>.

Los datos dietéticos, clínicos o bioquímicos deben mostrar que existe una carencia de un nutriente específico, en algún grado y en un número significativo de individuos en la población cuando consumen su dieta habitual, o que existe un riesgo de ello.

### **3.8.2 Amplio consumo del alimento por fortificar**

El alimento que se ha de fortificar debe ser consumido por un número significativo de la población que presenta la carencia del nutriente. Si la enfermedad por carencia de hierro ocurre sólo en el área rural y que rara vez compran el alimento fortificado, entonces esto producirá poco beneficio ya que no será consumido por esta población. La elección del compuesto a utilizar se basa en la biodisponibilidad del mismo, también son importantes los cambios que produzca en las características sensoriales del alimento, además de su incidencia sobre el costo final del alimento fortificado.

### **3.8.3 Conveniencia del alimento y el nutriente en conjunto.**

Al agregar el nutriente al alimento no se debe crear ningún problema serio de tipo organoléptico. Los productos se deben mezclar bien y este proceso de mezcla no debe producir una reacción química no deseable, cualquier sabor

desagradable o cambios en el color o el olor, o cualquier otro tipo de característica inaceptables.

#### **3.8.4 Factibilidad técnica.**

Debe ser técnicamente factible adicionar el nutriente al alimento para poder satisfacer la condición anterior.

#### **3.8.5 Número limitado de fabricantes del alimento.**

Es muy útil en un programa de fortificación nacional, o inclusive local, que haya pocos fabricantes o procesadores del alimento considerado. Por ejemplo, si existen cientos de productores de sal, un programa de yodación enfrentaría graves problemas. Asimismo, si hay muchos molinos, la fortificación de cereales será muy difícil ya que la técnica o los equipos de una industria pueden ser diferentes en cada lugar, lo que puede dar problemas para la técnica de incorporación del fortificante.

#### **3.8.6 Sin aumento sustancial en el precio del alimento.**

Es importante considerar el impacto de la fortificación en el precio del alimento que se ha de fortificar. Es importante que el compuesto a adicionar sea económico dado su carácter de obligatorio para que los alimentos enriquecidos no resulten más caros que los comunes.

Si al agregar el fortificante sube demasiado el precio del alimento, su consumo disminuirá sobre todo entre las personas de escasos recursos cuyas familias se encuentren en mayor riesgo de carencia. Si la fortificación aumenta el precio del alimento, entonces es posible que se considere subsidiar el costo.

### **3.8.7 Nivel de consumo del alimento.**

Se debe dar atención especial al nivel habitual de consumo del alimento considerado para la fortificación. Si existe un nivel muy amplio entre la cantidad máxima y mínima de consumo por parte de la población, quizás un 25 por ciento consume el mínimo y otro 25 por ciento el máximo, puede ser difícil decidir el nivel del nutriente para la fortificación. Si un número grande de la población a riesgo de la deficiencia del nutriente, consume muy poca cantidad del alimento, entonces puede que no se beneficie de la fortificación. Si un número significativo de personas consume el alimento a ser fortificado en gran cantidad, que puede llevar a ingerir cantidades tóxicas del nutriente, entonces el alimento puede no ser apto para este proceso. En general existe un nivel de consumo de sal y la media puede ser de 20g diarios, pero en la práctica nadie consume 20g de sal todos los días. Es importante evitar una situación en la que las personas reciban cantidades indeseables de los nutrientes agregados, sobre todo en el caso de vitaminas liposolubles o nutrientes que se sabe que son tóxicos en cantidades grandes.

### **3.9 Métodos de fortificación y alimentos apropiados** <sup>(16)</sup>

La tecnología de la fortificación es un tema complejo. En la actualidad hay muchas técnicas distintas en uso; la elección del método depende del nutriente y del alimento.

Un sistema que se utiliza frecuentemente en un producto de grano fino, incluye la adición al alimento en polvo de una premezcla de nutrientes a una tasa establecida, a medida que éste fluye en una de las etapas del proceso. Se requiere una mezcla completa. Este método es apto para molinos y grandes plantas de procesamiento. Para las instalaciones pequeñas, o inclusive en ciudades pequeñas, se suministran paquetes de la premezcla con instrucciones en las que se indican las proporciones a utilizar (por ejemplo, un paquete por cada 50kg del alimento) y los métodos necesarios para garantizar una buena mezcla.

Por diferentes motivos, la fortificación de los alimentos con hierro ha presentado serios desafíos. Se han usado muchas sales de hierro distintas. Generalmente, las que mejor utilizan los seres humanos, como el sulfato ferroso, ofrecen las mayores dificultades y serios problemas organolépticos, la sal sódica de hierro EDTA se recomienda cada vez más.

Una desventaja que posee la fortificación de harinas y cereales con un elemento como el hierro es su elevada susceptibilidad al enranciamiento, mediada a través de la oxidación catalítica de las grasas.

### **3.10 Ventajas y desventajas de la fortificación de alimentos** <sup>(19)</sup>

Sus ventajas son:

- Su propiedad de equilibrar las dietas sin que se cambien hábitos alimenticios
- Permiten desarrollar una estrategia de diferenciación de muy bajo costo en relación al beneficio logrado.

Sus desventajas son:

- La posible toxicidad por exceso de micronutrientes o por reacciones entre ingredientes.

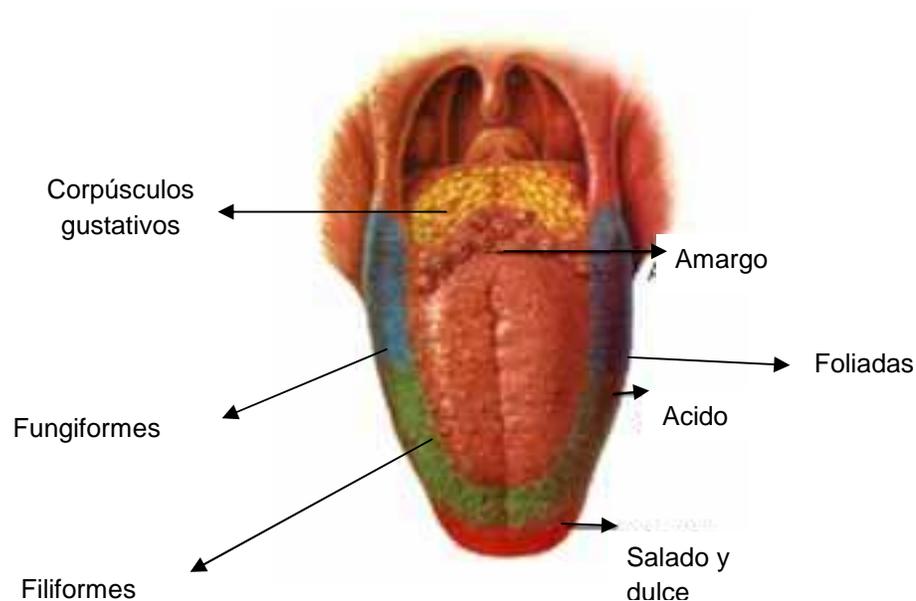
### **3.11 Métodos de evaluación sensorial** <sup>(3)</sup>

La evaluación de los alimentos tiene como objetivo el desarrollar la capacidad de preparar y servir alimentos más apetitosos ya que hoy en día se consumen alimentos de mala calidad. Cuando un producto es evaluado por medio de los órganos sensoriales humanos se dice que la evaluación es sensorial o subjetiva y la mayoría de aprobaciones de los productos alimenticios es por este tipo.

La apariencia de los alimentos es un factor muy importante para la evaluación sensorial pues es por la percepción visual la primera impresión que se tiene de su tamaño, forma y color así como las características tales como transparencia, opacidad, turbidez, deslustre, brillo, todo esto es por el órgano de la vista.

En su primer intento por definir el estímulo del olor en cuanto a los elementos básicos fueron las propuestas de Crocker y Henderson, ellos propusieron que cualquier sustancia olorosa tenía cuatro componentes: 1) Fragante, descrito como flores o frutas; 2) ácido o fuerte; 3) quemado, alquitranado o chamuscado y 4) caprilico o con olor a cabra <sup>(12)</sup>. Una escala de nueve puntos (del 0 al 8) fue propuesta para indicar la magnitud de cada uno de los componentes. Los compuestos que difieren marcadamente en su estructura, pueden tener olores semejantes con pequeñas diferencias en su estructura y pueden dar lugar a moléculas con olores muy diferentes. Una teoría intenta relacionar el contorno de la molécula con la sensación particular de olor que provoca. De acuerdo con esta teoría, existen siete sitios receptores primarios del olor, así como el mismo número de moléculas olorosas distintas, una para cada tipo de receptor olfatorio. El olor es muy importante sin embargo, pocas personas podrían contentarse con solo oler la comida antes de ingerirla. La comida se valora más por su sabor. El gusto se percibe por los corpúsculos gustativos, los cuales se localizan en las papilas (puntos rosa brillante) de la lengua. Los niños pequeños tienen corpúsculos gustativos en el paladar duro y blando y la faringe, así también sobre la lengua. Esto puede explicar su tendencia a jugar con la comida en la boca. La localización de las papilas en la lengua se pueden observar en la figura N° 2. Los corpúsculos gustativos se localizan en el epitelio y sobre las partes de la lengua en las que la comida hace mayor contacto durante la masticación y la deglución. Las papilas fungiformes y los corpúsculos

gustativos que contienen se encuentran sobre la superficie dorsal y hacia el frente de la lengua, igual que las papilas filiformes. Estas últimas no contienen corpúsculos gustativos pero son sensibles al tacto. Las papilas foliadas se encuentran a los lados de la lengua y unas cuantas papilas circunvaladas cruzan el dorso dispuestas en forma de una V, la superficie central de la lengua no contiene corpúsculos gustativos.



**FIGURA Nº 2. Localización de papilas**

Las sensaciones gustativas que registran los corpúsculos gustativos se catalogan como dulces, saladas, ácidas y amargas. Los corpúsculos gustativos cerca de la punta de la lengua son más sensibles a lo dulce y lo salado. Aquellos de los lados son más sensibles a lo ácido y los cercanos a la parte posterior a lo amargo.

Una evaluación sensorial es considerada una disciplina científica utilizada para medir, analizar e interpretar reacciones que caracteriza a los productos alimenticios y que es indispensable conocer la aceptabilidad por medio de las características organolépticas del producto final que llega al consumidor. La evaluación permite hacer cambios necesarios antes de comercializarlos para disminuir los riesgos de rechazo.

Las pruebas sensoriales son clasificadas en pruebas afectivas (orientadas al consumidor) estas se utilizan para evaluar la preferencia, aceptabilidad o grado en que gustan los productos alimenticios y analíticas (orientadas al producto) estas son para determinar las diferencias entre productos o para medir características sensoriales.

Los métodos de evaluación sensorial de aceptación se clasifican de acuerdo con la función que desempeña así <sup>(3)</sup>

**PRUEBA DE DIFERENCIA:** Determinan la diferencia entre muestras. En esta clasificación se encuentra el test triángulo, duo-trio, test de comparación pareada, test de ordenación.

**PRUEBA DESCRIPTIVA:** Donde un grupo de panelistas altamente entrenados analiza el sabor o textura del producto, haciendo una descripción detallada de la evaluación. Los métodos más comunes son perfil del gusto y perfil de textura.

**PRUEBA DE PREFERENCIA:** En este grupo se encuentran los test de comparación pareada, la escala hedónica y el test de ordenación por preferencia.

**ESCALA HEDONICA:** El término “hedónico” se define como “haciéndolo con placer”. Esta prueba (anexo N° 6) es el método más usual para medir la aceptación en alimentos. Se define como un conjunto calibrado sobre el que el agrado o desagrado es registrado. El cual se basa en la capacidad de los sujetos para reportar directa y en forma confiable sus sentimientos de agrado en base a la descripción de preferencia (Cuadro N° 4)

**Cuadro N° 4. Escala Hedónica**

PUNTOS	FRASE QUE DESCRIBE EL GRADO DE PREFERENCIA
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	Ni me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

CAPITULO IV  
DISEÑO METODOLOGICO

#### 4.0 DISEÑO METODOLOGICO

Para la fortificación de la horchata de morro se realizo una investigación bibliográfica alrededor de dicha temática en las bibliotecas de las siguientes instituciones:

- Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador (UES) "Dr. Benjamín Orozco"
- Facultad de las Ingenierías de la Universidad de El Salvador (UES)
- Centro de documentación de la Organización Panamericana de la Salud (OPS)
- Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer (USAM)
- Internet

Luego se definió el Universo a ser muestreado, y el tipo de estudio experimental.

Conociendo la cantidad de supermercados de la zona metropolitana con un total de 38 de los más conocidos por la población; Súper Selectos, Hiper Europa, La Despensa de Don Juan e Hiper Paiz.

El universo lo constituyen todas las marcas de horchata de morro comercializadas en los supermercados en la zona metropolitana del país.

Para la toma de muestra: fue necesario reducir el número de supermercados a ser considerados para la investigación, lo cual se llevó a cabo por el método probabilístico aleatorio simple <sup>(12)</sup>.

El tamaño de muestra se determinó utilizando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{(N) (p) (q) (z)}{(N-1)(e) + (z) (p) (q)}$$

En donde:

n = Tamaño de muestra

z = Nivel de confianza en valor estándar 95%(1.96)

p = Proporción de éxito de 0.5%

q = Proporción de fracaso de 0.5%

N = Universo

e = Máximo error posible de 0.05 (5%)

1 = Factor de corrección

El valor de p y q se toman en base a que hay un 50% de probabilidad de escoger un supermercado y un 50% de no escogerlo para el muestreo.

Sustituyendo:

$$n = \frac{(38) (0.5) (0.5) (1.96)}{(38-1)(0.05) + (1.96) (0.5) (0.5)} = 7.95 \approx 8 \text{ supermercados en la zona metropolitana}$$

Para que la muestra sea representativa el muestreo se realizó utilizando la siguiente fórmula:

$$m = \frac{N}{n} \quad m = \frac{38}{8} = 4.75 \approx 5 \text{ supermercados}$$

En donde:

m = Frecuencia del muestreo

N = Universo

n = Tamaño de muestra

En segundo lugar se realizó una encuesta (anexo 7) dirigida a los gerentes de los supermercados seleccionados, orientada a identificar la marca de horchata de morro de mayor consumo dando como resultado la marca LA CANASTA.

#### **4.1 Resultados de la encuesta**

Para las encuestas realizadas a los Gerentes de los ocho supermercados seleccionados se les realizó una serie de preguntas en la que dos de estas eran

claves para el conocimiento de la marca de horchata de alto consumo, y todos los gerentes coinciden que la marca de mayor venta es LA CANASTA y los resultados obtenidos fueron:

#### **Cuadro N°5 Resultado de encuesta a gerentes de supermercados**

<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta</b>	<b>N° de supermercados</b>	<b>%</b>
3. ¿Qué marca de horchata de morro son las que se distribuyen?	La Canasta y Proinca	8	100
4. ¿Qué marca de horchata se vende más?	La Canasta	8	100

En base a los resultados obtenidos de la encuesta, se realizaron análisis cuantitativos por Absorción Atómica para la determinación de hierro en la horchata de morro sin fortificar de la marca LA CANASTA. La cantidad de hierro presente en la muestra de horchata sin fortificar servirá de parámetro para desarrollar los cálculos para fortificar a diferentes concentraciones de sulfato de hierro anhidro sin alterar los criterios de selección del alimento como el modificar las características organolépticas o el aumento en el precio del alimento.

Las premezclas elaboradas fueron sometidas a una evaluación para determinar su aceptación o rechazo, esta prueba se realizó por el método de la escala Hedónica que consta de una escala de aceptación para el producto (anexo 6)

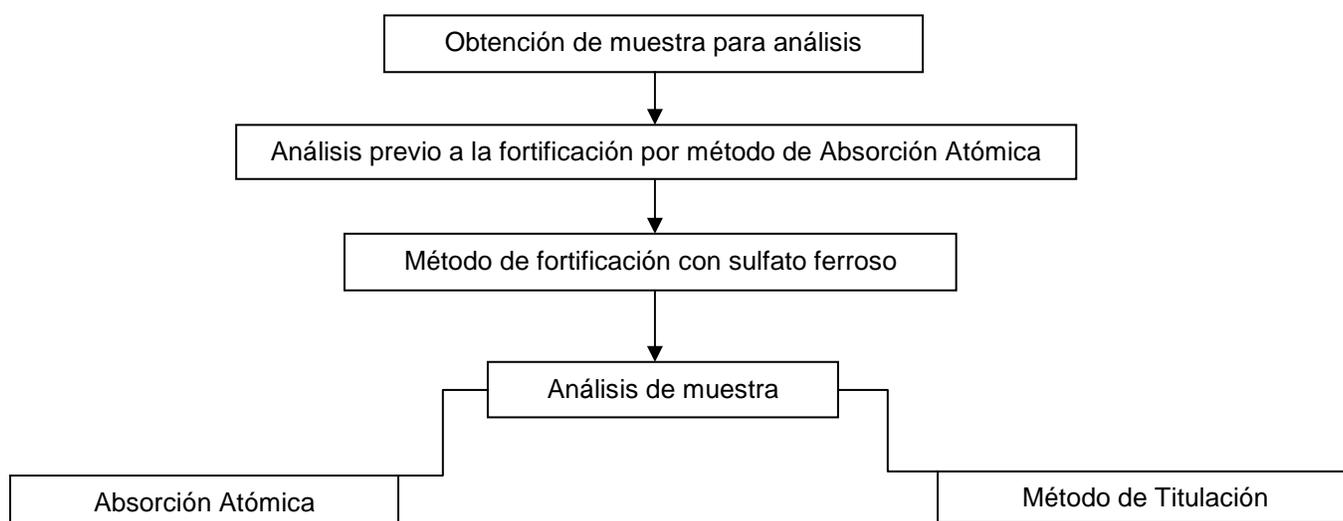
La muestra se constituyó por un total de 16 bolsas de horchata de morro, seleccionando dos bolsas de cada uno de los 8 supermercados muestreados. Posteriormente se seleccionaron al azar 2 bolsas de horchata que fueron sometidas a los diferentes análisis.

#### **4.2 Parte Experimental**

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social se encuentra estudiando las posibilidades de poder fortificar alimentos de consumo diario para la población salvadoreña, con la finalidad de disminuir los índices de mala nutrición.

Un problema debido a una mala nutrición que se evidenció con las encuestas de FESAL <sup>(15)</sup> fue la deficiencia de hierro, debido a esto, se decidió fortificar una bebida que es de consumo popular como la horchata de morro.

Inicialmente el método planteado para la determinación de hierro fue de Absorción Atómica, posteriormente se tuvieron las condiciones necesarias para poder realizar la misma determinación por método de Titulación en un laboratorio farmacéutico nacional; por lo que se tomó a bien realizar la determinación de los diferentes ensayos para obtener otros resultados que fortalezcan más la investigación (figura N°3).



**Figura N°3 Fortificación de Horchata de Morro**

#### **4.2.1 Obtención de la muestra para su análisis**

De las 16 muestras seleccionadas, se analizaron 2 muestras de horchata de morro sin fortificar por el método de Absorción Atómica.

#### **4.2.2 Método de Fortificación de la Horchata de morro**

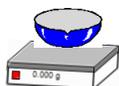
##### a) Adición del fortificante

Se adicionó sulfato ferroso anhidro en cantidad de 92.25 g a la muestra inicial de horchata, calculada teóricamente en base a un porcentaje del 30% de fortificación

Se mezcló por aproximadamente 5 minutos hasta mezcla homogénea mediante la técnica manual en forma de ocho, valiéndose de una bolsa plástica.

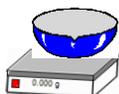
### 4.2.3 Técnica para la fortificación de horchata de morro. (ejemplo para el 30%)

- a) Pesar 9.22 g de sulfato ferroso anhidro en balanza analítica.



- b) Transferir el sulfato ferroso a una bolsa plástica.

- c) Pesar 0.77 g de horchata de morro en balanza analítica.



- d) Trasferir los 0.77 de horchata a la bolsa que contiene el sulfato ferroso
- e) Mezclar mediante una técnica manual en forma de ocho por aproximadamente 5 minutos hasta mezcla homogénea

Se tomó como referencia para la fortificación, la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 67.03.02:03 Harinas de maíz nixtamalizado, ya que no existe una norma para la horchata de morro.

De acuerdo a indicaciones de preparación de la horchata según el fabricante por cada vaso de agua se adiciona 2 cucharadas de horchata (equivalente a 19 g/porción)

La cantidad de hierro real por porción de horchata sin fortificar, se calculó a partir del resultado de análisis realizado por PROCAFE y comparado con la porción de hierro declarada en el producto (anexo 14).

Resultado de análisis de hierro en PROCAFE es de 102.34mg/Kg (anexo 10)

102.34 mg----- 1000 g

x-----100 g

x= 10.234 mg de hierro en 100 g de muestra de horchata

10.234mg -----100 g de horchata

x-----19 g (por porción)

x= 1.944 mg de hierro por porción de horchata sin fortificar

La dosis diaria recomendada de hierro para niños en edades de 5 a 12 años de edad es de 12mg/día, tomando en cuenta que la horchata es una bebida eventual, en los hogares salvadoreños y que el requerimiento diario deberá suplirse con la ingesta de una dieta balanceada; se fortificó la horchata hasta un 30% que (representa un 5.7mg de hierro/ porción de horchata)

#### 4.2.4 Metodología de Análisis

La parte experimental se realizó por el método de Absorción Atómica en la Fundación Salvadoreña para la investigación del café (PROCAFE) obteniendo resultados de análisis de horchata sin fortificar y de algunas muestras fortificadas con hierro (ver anexo 10)

El método de titulación para la determinación de muestra fortificada con hierro se realizó en el Departamento de Control de Calidad de un Laboratorio Farmacéutico Nacional

#### 4.2.4.1 **Determinación del contenido de hierro Método AOAC (944.002) modificado para Absorción Atómica en PROCAFE (ver anexo 9)**

Se realizó por el método de Absorción atómica cuya técnica comprende el uso de lámparas de cátodo hueco como fuente de luz o energía. El cátodo está revestido por el elemento a analizar. La luz proveniente de la lámpara pasa a través de una llama, en la que se aspira la muestra líquida a analizar y de la cual los átomos que están disociados químicamente y en su estado mínimo de energía, absorben la radiación emitidas en líneas rectas.

Antes de realizar la determinación de hierro es necesario un tratamiento de la muestra sometiéndola a una temperatura de calcinación de 550<sup>0</sup> C para eliminar la materia orgánica y luego tratar la ceniza con ácido clorhídrico para formar sales solubles del elemento a analizar, que luego se cuantificara por métodos instrumentales.

Cálculos:

$$\text{mg/Kg de hierro} = \frac{F \times A}{P \text{ mx}}$$

En donde:

A= Concentración obtenida del aparato

F= Factor de dilución de la muestra

P mx= Peso de muestra

#### 4.2.4.2 Determinación de contenido de hierro por Titulación (ver anexo 8)

El método por titulación consiste en que un volumen medido de una solución patrón reacciona con un analito en el punto de equivalencia químico donde se requiere de un indicador que tenga un cambio de color en el punto final. El tipo de titulación que se lleva a cabo es de oxidación-reducción y la fórmula para conocer el porcentaje de recuperación es

$$\% \text{ de recuperación} = \frac{\text{mL} \times \text{F.C} \times \text{P}_{\text{eq}} \times 100}{\text{P}_{\text{mX}}}$$

Donde:

mL = Mililitros gastados de titulante

F.C =Factor de Corrección igual a 1

P<sub>eq</sub> =Peso Equivalente

P<sub>mX</sub> =Peso de muestra

Con el porcentaje de recuperación obtenido, se calcula la cantidad de hierro presente en la muestra (anexo 12), mediante la aplicación de la equivalencia de los pesos moleculares de la sal de sulfato ferroso y del hierro de la siguiente manera:



CAPITULO V  
RESULTADO Y ANÁLISIS DE DATOS

## 5.0 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE DATOS

Los análisis para determinar la cantidad de hierro en la horchata de morro sin fortificar se realizaron por el método de Absorción Atómica, cuyos resultados fueron la base de los cálculos para la fortificación.

Se realizaron 2 análisis previos a la fortificación por absorción atómica en PROCAFE. Obteniendo así, el contenido real de hierro en la horchata de morro, siendo de 102.34 mg y 81.67 mg por Kilogramo de peso muestra; dichas muestras se encontraban sin fortificar y es de estos resultados obtenidos que se parte para realizar los respectivos cálculos por kilogramo para su fortificación.

**Cuadro N°6 Resultados de análisis mg/Kg en muestras de horchata sin fortificar (por método de Absorción Atómica)**

Tipo de análisis	Resultado de Hierro mg/Kg Muestra 1	Resultado de Hierro mg/Kg Muestra 2
Determinación de Hierro	102.34 (0.010234%)	81.67 (0.008167%)

Los cálculos para la fortificación se basan en el resultado de la muestra 1 (102.34 mg/Kg)

102.34 mg/Kg de hierro en muestra sin fortificar

102.34 mg de hierro-----1000 g de muestra

x----- 100 g de muestra

$x = 0.010234$  g de hierro para 100 g de muestra

0.010234 g equivalente a 0.010234% de hierro encontrado

En base al resultado obtenido (0.010234 %), se determinó que la cantidad es menor a lo que rotula el empaque del producto, que es 1% de hierro.

Para fortificar la horchata al 30% se realiza el siguiente cálculo:

$$30\% - 0.010234\% = 29.9898\%$$

Es decir 29.9898 g de hierro en 100 g de muestra, y para conocer la cantidad de sulfato ferroso a adicionar se realiza por pesos atómicos de los compuestos de hierro y sal de hierro.

Sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$ )	hierro (Fe)
151.19 g	55.85 g
X	29.9898 g

X = 81.18 g de sulfato ferroso

Ajustando el porcentaje de pureza del sulfato ferroso que es de 88%

81.18 g	88%
X	100%

X= 92.25 g de Sulfato ferroso para 100 g de muestra y poder obtener una fortificación del 30%

Posteriormente se realizaron análisis en una de las muestras de horchata de morro fortificada.

Se envió una muestra de horchata fortificada al 30 % al laboratorio de PROCAFE para ser analizada por Absorción Atómica y se realizó con la misma muestra 1, un análisis por titulación y poder comparar en ambos métodos los resultados obtenidos. El resultado por Absorción Atómica fue de 29.98% (anexo 13) y el resultado volumétrico de esta misma muestra fue de 29.67%; siendo la diferencia muy mínima, por lo que ambos resultados son similares.

Cálculo para el 30% (para 10 gramos) para el análisis por el método de titulación

Sulfato ferroso FeSO <sub>4</sub>	muestra de horchata
92.25 g-----	100 g
X -----	10 g

X= 9.225 g de sulfato de hierro para 10 gramos

Peso real de sulfato de hierro	9.22 g
Peso real de Horchata	0.77 g
Total de Muestra fortificada	<hr/> 9.99 g

**Cuadro N° 7 Peso de muestra de horchata al 30% para análisis volumétrico**

% de hierro	Peso teórico (en gramos)	Peso real (en gramos)
Sulfato de hierro	9.225	9.22
Horchata de morro	0.775	0.77

$$\% \text{ Recuperación} = \frac{\text{mL gastados} \times \text{F.C} \times \text{P}_{\text{eq}} \times 100}{\text{PM}_x}$$

Sustituyendo

$$\% \text{ Recuperación} = \frac{19.65 \text{ mL} \times 1 \times 15.19 \text{ mg} \times 100}{1006 \text{ mg}}$$

$$\% \text{ Recuperación} = 29.67 \%$$

**Cuadro N°8 Volúmenes gastados en la prueba de Titulación para muestra al 30%**

	Peso muestra en mg	Volumen gastado en mL	% Recuperación
Muestra 1	1010	19.6	No se realizo
Muestra 2	1002	19.7	No se realizo
<b>promedio</b>	<b>1006</b>	<b>19.65</b>	<b>29.67</b>

Cantidad teórica de muestra fortificada para el análisis volumétrico será de 1000 mg donde el peso real de muestra para análisis es de 1006 mg.

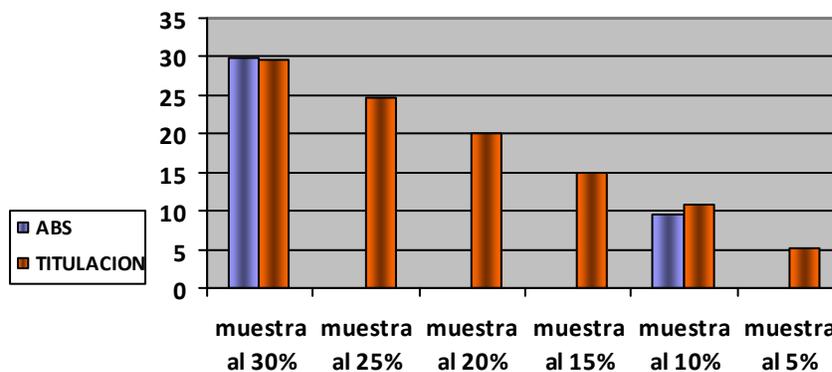
Esta cantidad de sulfato ferroso al 30% presente en la horchata cambia las características organolépticas del mismo.

Conociendo que es demasiada cantidad de sulfato ferroso en la muestra, se cambiaron las concentraciones en las premezclas disminuyendo la cantidad de sulfato de hierro a 25%, 20%, 15%, 10% y 5% para método volumétrico (ver anexo 12) y 10% para método de absorción atómica para conocer qué porcentaje de sulfato podría tolerarse para los cambios organolépticas de la horchata. Utilizando el mismo procedimiento de los cálculos se obtuvieron los siguientes resultados:

**Cuadro N°9 Resultado de análisis por dos métodos en la determinación de hierro en horchata fortificada**

% de muestra	Resultado de hierro por absorción atómica	Resultado de hierro por titulación
30%	29.98%	29.67%
25%	No se realizó	24.70%
20%	No se realizó	19.95%
15%	No se realizó	14.81%
10%	9.58%	10.85%
5%	No se realizó	5.16%

Gráfica N° 1 Análisis de hierro en horchata de morro



En el cuadro N° 9 “Resultado de análisis por dos métodos en la determinación de hierro en la horchata fortificada” y en la gráfica N° 1 “Análisis de hierro en la horchata de morro”, se puede observar que se logra fortificar la horchata de morro al porcentaje deseado (30%) y que ambos métodos, tanto de Absorción Atómica como por Titulación, se presentan diferencias significativas en las dos muestras analizadas.

Con estas cantidades de hierro, la horchata pierde las características organolépticas como: olor, sabor y apariencia, ya que el hierro se precipita volviéndose oscuro el fondo y el agua además adquiere un sabor y olor característico del hierro, por lo que a mayor concentración más notables son los cambios físicos en la horchata preparada como se observa en la figura 4.



**Figura N° 4 Muestra con sal de hierro al fondo(a) y muestra con la sal de hierro mezclada con la horchata (b)**

La realización de la prueba sensorial de la horchata fortificada con Sulfato de ferroso no se llevo a cabo de acuerdo a lo planificado con niños de primer a sexto grado debido a los cambios organolépticos evidentemente presentados (perdida de color, olor, sabor).

Sin embargo, a fin de dar cumplimiento a la realización de las pruebas sensoriales, se realizaron las gestiones necesarias con el Gerente de un laboratorio farmacéutico nacional; quien dio el aval para que se realizara una encuesta en la cafetería de la institución, durante la hora de almuerzo a un grupo de 15 personas. La encuesta utilizada estaba orientada más bien a la aceptación y rechazo de la horchata, en cuanto a color y olor, con respecto al sabor se obtuvo opinión de cuatro personas que se ofrecieron a degustar el producto.

La encuesta finalmente utilizada fue previamente validada por un grupo de diez personas adultas conformado por familiares y amigos (anexo 11).

El resultado de dicha encuesta fue:

**Cuadro N° 10. Resultado de prueba de aceptación o rechazo**

Pregunta	Número de personas				
	buena	regular	mala	agradable	desagradable
Qué opina de la apariencia	0	0	15	0	0
Qué opina del olor	0	0	0	0	15
Qué opina del sabor	0	0	0	0	4 *

\*De un total de 15 personas, solamente 4 personas aceptaron probarla.

CAPITULO VI  
CONCLUSIONES

## 6.0 CONCLUSIONES

- 6.1 El porcentaje de hierro obtenido en la horchata de morro comercial sin fortificar es menor a lo que rotula el empaque (1%).
- 6.2 Las concentraciones de hierro en las muestras fortificadas se aproximaron al resultado teórico en base a los porcentajes calculados.
- 6.3 Debido a los cambios organolépticos en todos los porcentajes de fortificación de la horchata de morro se concluye que no es de aceptación para su consumo.
- 6.4 La determinación de hierro por los métodos de Absorción Atómica y Titulación son comparables al momento de la obtención de resultados.
- 6.5 Al fortificar la horchata de morro con un mínimo del 5% de hierro se pierden las características organolépticas y se encuentra fuera del rango de fortificación que es del 20% al 100%.

CAPITULO VII  
RECOMENDACIONES

## **7.0 RECOMENDACIONES**

- 7.1 Emplear la técnica de titulación y el método oficial AOAC de absorción atómica en la determinación de hierro para cualquier alimento.
- 7.2 Utilizar otro compuesto de hierro que no modifique las características organolépticas de la horchata de morro.
- 7.3 Investigar otros alimentos populares que puedan fortificarse y así disminuir la desnutrición en la población.
- 7.4 Incluir la horchata de morro en los estudios para la fortificación de otros micronutrientes.
- 7.5 No utilizar sulfato ferroso en la fortificación de la horchata de morro.

## BIBLIOGRAFÍA

## BIBLIOGRAFIA

1. Amaya G. EB. y otros.2005 Elaboración de una propuesta de normas técnicas para regular la calidad de dos productos étnicos (horchata de arroz y refresco de cebada) Trabajo de graduación. Facultad de Química y Farmacia. Universidad de El Salvador
2. Arévalo Peraza, RA. y otros 2001 Elaboración de pastas alimenticias de harina blanca fortificada con Amarantho (*Amaranthus Cruentus*) Trabajo de graduación, Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador.
3. Charles, Helen Preparación de Alimentos 1º Edición editorial LIMUSA S.A de C.V México 1988 pag.11-23
4. De Orellana, H. y otros. 2003 Situación de los alimentos fortificados en El Salvador en el año 2002. San Salvador, El Salvador.
5. Galdámez García, M.S y otros 2002 Desarrollo de un producto extruido (NACHO) fortificado con hierro a partir de sémola de Malanga (*Colocasis Sculenta*) y su posible inclusión en el programa de escuela saludable. Trabajo de graduación Facultad de Química y Farmacia. Universidad de El Salvador
6. INCAP (Instituto de nutrición de Centro América y Panamá) y OPS (Organización Panamericana de la Salud) 1996 Valor nutritivo de los alimentos en Centroamérica

7. INCAP (Instituto de nutrición de Centro América y Panamá) y OPS (Organización Panamericana de la Salud) 2000 Valor nutritivo de los alimentos de Centroamérica 2ª Edición.
8. Katzung, Bertram G. Farmacología básica y clínica. Sexta edición. Editorial El manual moderno México 1998.
9. Nestel, P. USAID Marzo 1993 Fortificación de los alimentos en los países en desarrollo.
10. N.M Downie. 1986 Métodos Estadísticos Aplicados 5 edición México DF. Editorial Mexicana p.137-141
11. Official methods of analysis of AOAC International, 16th edición. 4th rev. 1998 volumen 11.
12. Potter, Norman N. y otros. Ciencia de los alimentos. 5 Edición Editorial ACRIBIA S.A Zaragoza España
13. Quintero Gutiérrez A.G 2002 Desarrollo de un alimento funcional a partir de hierro hémico y evaluación de su biodisponibilidad, para la prevención y corrección de la deficiencia de hierro. Trabajo de investigación Dr. España, Barcelona, Universidad Autónoma de Barcelona.
14. Unites States Pharmacopea USP 25 página 733
15. <http://www.consumaseguridad.com/>
16. [http://www.fao.org/index\\_ES.htm](http://www.fao.org/index_ES.htm)
17. <http://www.fesal.org.sv/2003/>
18. <http://www.medicadetarragona.es/>

19. <http://www.mspas.gob.sv/>
20. <http://www.nutrar.com>
21. <http://www.paho.org>
22. <http://www.rlc.fao.org/>
23. <http://www.sustaintech.org/>

ANEXOS

**Anexo N°1**  
**TABLA N°1 Prevalencia de anemia por edades 2002/03**

<u>Características seleccionadas</u>	<u>Prevalencia de anemia</u>	<u>No. de casos (No ponderado)</u>
Total	19.8	(3,882)
<u>Nivel educativo de la madre (años)</u>		
Ninguno	23.2	(701)
1-3	24.4	(846)
4-6	22.1	(939)
7-9	16.8	(690)
10 ó más	12.9	(706)
<u>Nivel socioeconómico</u>		
Bajo	23.8	(2,157)
Medio	19.0	(1,128)
Alto	10.5	(597)
<u>Sexo</u>		
Masculino	21.1	(2,031)
Femenino	18.2	(1,851)
<u>Edad del/la niño/a (meses)</u>		
12-17	37.2	(461)
18-23	29.6	(426)
24-35	20.2	(1,007)
36-47	15.4	(979)
48-59	10.9	(1,009)

**Anexo N° 2**  
**TABLA N°2 Prevalencia de Anemia por Departamentos 2002/03**

<u>Área de residencia y departamento</u>	<u>Prevalencia de anemia</u>	<u>No. de casos (No ponderado)</u>
Total	19.8	(3,882)
<u>Área de residencia</u>		
Urbana	15.8	(1,545)
Rural	23.1	(2,337)
<u>Departamento</u>		
Ahuachapán	27.3	(283)
Santa Ana	22.0	(250)
Sonsonate	22.7	(266)
Chalatenango	26.4	(231)
La Libertad	22.8	(229)
<b>San Salvador **</b>	<b>14.1</b>	<b>(707)</b>
<i>Zona Centro</i>	<i>29.7</i>	<i>(82)</i>
<i>Zona Occidente</i>	<i>11.5</i>	<i>(109)</i>
<i>Zona Sur</i>	<i>14.1</i>	<i>(184)</i>
<i>Zona Norte</i>	<i>10.6</i>	<i>(204)</i>
<i>Zona Oriente</i>	<i>19.8</i>	<i>(128)</i>
Cuscatlán	17.9	(228)
La Paz	20.9	(249)
Cabañas	19.6	(281)
San Vicente	20.0	(249)
Usulután	15.8	(211)
San Miguel	20.6	(231)
Morazán	23.7	(267)
La Unión	22.6	(200)

---

### Anexo N°3

TABLA N°3 Prevalencia de anemia por edades 1998

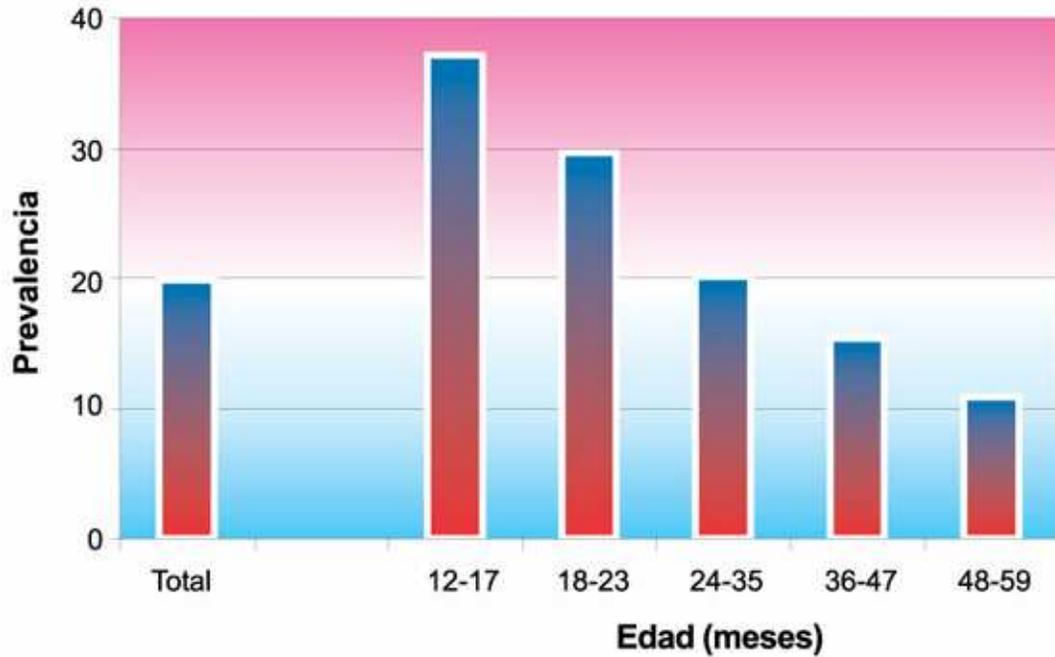
Características seleccionadas <i>Selected characteristics</i>	Prevalencia de anemia <i>Anemia prevalence</i>	No. de casos (No ponderado) <i>No. of cases (Unweighted)</i>
<u>Total</u>	18.9	(5,078)
Nivel educativo de la madre (años) <i>Educational level of mother (years)</i>		
Ninguno - <i>None</i>	19.5	(1,241)
1-3	17.5	(1,226)
4-6	20.1	(1,245)
7-9	20.7	(746)
10 ó más - <i>10 or more</i>	16.3	(620)
Nivel socioeconómico <i>Socio-economic level</i>		
Bajo - <i>Low</i>	20.3	(3,482)
Medio - <i>Medium</i>	17.4	(1,239)
Alto - <i>High</i>	15.0	(357)
Edad a la toma de muestra (meses) <i>Age when blood sample taken (months)</i>		
12-17	41.7	(636)
18-23	27.1	(682)
24-35	18.9	(1,263)
36-47	12.4	(1,272)
48-59	8.4	(1,225)
Sexo <i>Sex</i>		
Masculino - <i>Male</i>	18.8	(2,603)
Femenino - <i>Female</i>	19.0	(2,475)
Desnutrición crónica (Talla por Edad) ** <i>Chronic malnutrition (Height for Age) **</i>		
Desnutrido (<-2.00 D.E.) - <i>Malnourished (&lt;-2.00 S.D.)</i>	23.0	(1,266)
No desnutrido (>-2.00 D.E.) - <i>Not malnourished (&gt;-2.00 S.D.)</i>	17.8	(3,627)

Anexo N° 4

TABLA N° 4 Prevalencia de Anemia por Departamento 1998

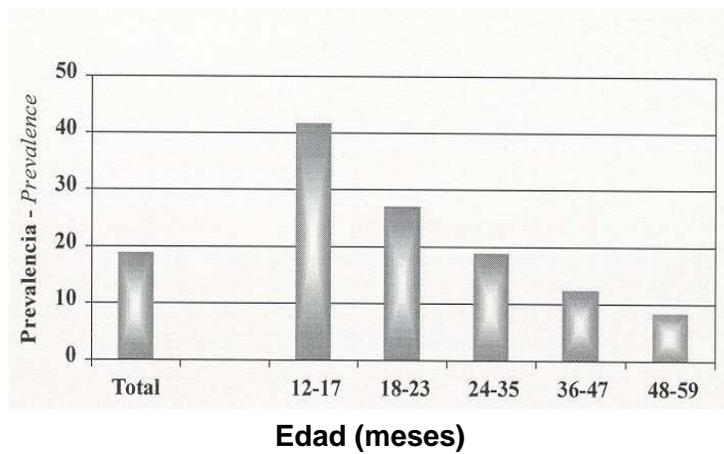
Área de residencia y departamento <i>Residential area and department</i>	Prevalencia de anemia <i>Anemia prevalence</i>	No. de casos (No ponderado) <i>No. of cases (Unweighted)</i>
Total	18.9	(5,078)
<i>Área de residencia</i>		
<i>Residential area</i>		
Urbana - <i>Urban</i>	18.1	(1,833)
Rural	19.4	(3,245)
<i>Departamento</i>		
<i>Department</i>		
Ahuachapán	14.6	(539)
Santa Ana	15.2	(257)
Sonsonate	16.9	(241)
Chalatenango	13.0	(261)
La Libertad	15.8	(250)
San Salvador **	20.2	(831)
Zona Centro - <i>Central Zone</i>	12.7	(102)
Zona Occidente - <i>West Zone</i>	17.2	(125)
Zona Sur - <i>South Zone</i>	17.5	(205)
Zona Norte - <i>North Zone</i>	18.8	(224)
Zona Oriente - <i>East Zone</i>	27.8	(175)
Cuscatlán	21.5	(260)
La Paz	28.0	(289)
Cabañas	21.2	(306)
San Vicente	24.0	(258)
Usulután	16.7	(567)
San Miguel	19.7	(282)
Morazán	14.6	(484)
La Unión	23.1	(253)

### ANEXO N° 5



### GRAFICA N° 1

Prevalencia de anemia en niños(as) por edad en el año 2003



### GRAFICA N° 2

Prevalencia de anemia en niños(as) por edad en el año 1998

**Anexo Nº 6**

**PRUEBA DE REFERENCIA**

**MODELO DE FICHA: ESCALA HEDONICA**

NOMBRE: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

PRODUCTO: \_\_\_\_\_

- a) Degustar las muestras en el orden de presentación
- b) Indicar cuanto le agrada el producto con la escala adjunta

<b>PUNTOS</b>	<b>FRASE QUE DESCRIBE EL GRADO DE REFERENCIA</b>
5	ME GUSTA MUCHO
4	ME GUSTA MODERADAMENTE
3	NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA
2	ME DISGUSTA MODERADAMENTE
1	ME DISGUSTA MUCHO

Código: \_\_\_\_\_

Puntos: \_\_\_\_\_

Código: \_\_\_\_\_

Puntos: \_\_\_\_\_

Código: \_\_\_\_\_

Puntos: \_\_\_\_\_

Código: \_\_\_\_\_

Puntos: \_\_\_\_\_

Comentarios

## Anexo N°7

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FRAMACIA

Objetivo Conocer la marca de horchata de morro mas vendida en los supermercados

DIRIGIDAS A GERENTES DE SUPERMERCADOS

1. ¿Nombre del supermercado? \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_\_
2. Tienen a la venta horchata de morro: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
3. Que marcas de horchata de morro son las que distribuyen \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. ¿Que marca de horchata se vende mas? \_\_\_\_\_
5. ¿Ha tenido algún tipo de reclamo por parte de los consumidores con respecto a alguna marca de horchata? SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
En caso de que sea SI ¿de cual y porque?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. Cada cuanto tiempo se abastecen del producto en estantería:  
  
Cada semana \_\_\_\_\_ Cada 15 días \_\_\_\_\_ Cada mes \_\_\_\_\_  
  
Dependiendo del consumo \_\_\_\_\_
7. En que se basan para poder distribuir los productos (precios, calidad, etc.)  
\_\_\_\_\_

## **Anexo N°8**

### DETERMINACION DE HIERRO POR EL METODO VOLUMETRICO <sup>(14)</sup>

#### **Material y Equipo**

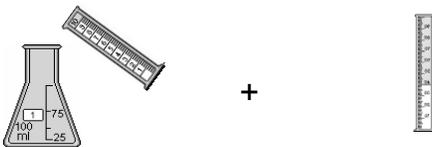
- Agitadores magnéticos
- Agua desmineralizada
- Balanza analítica
- Bureta de 10 mL
- Erlenmeyer de 125 mL
- Espátula
- Goteros
- Hot plate con agitador
- Pinza de 3 dedos
- Soporte

#### **Reactivos**

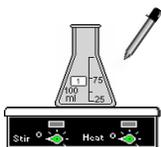
- Acido sulfúrico 2 N
- Ortofenantrolina TS
- Sulfato cerico 0.1 N

## PROCEDIMIENTO

- Pesar 1 gramo de muestra de horchata fortificada
- Transferir la muestra de harina pesada a un erlenmeyer
- Adicionar 10mL de Acido Sulfúrico 2N y 40mL de agua desmineralizada



- Agitar mecánicamente por aproximadamente 10 minutos hasta disolución



- Adicionar 3 gotas de indicador de ortofenantrolina TS (la solución se torna de color naranja)
- Titular inmediatamente con Sulfato cerico 0.1 N VS hasta el punto final (vire de color naranja a celeste pálido)

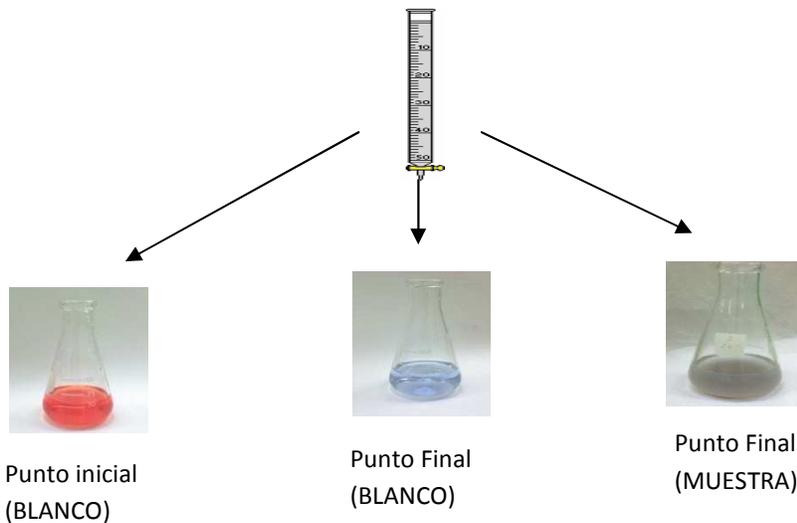


Figura N° 1 Punto final de titulación

## **Anexo N°9**

### DETERMINACION DE HIERRO POR EL METODO ESPECTROFOTOMETRICO <sup>(12)</sup>

#### **Material y Equipo**

- Crisol de porcelana
- Pinza para crisol
- Vaso de precipitado 100 mL
- Agitador de vidrio
- Balón volumétrico de 25.0 mL
- Frasco gotero
- Pipeta volumétrica de 2.0 y 5.0 mL
- Mufla
- Hot plate
- Espectrofotómetro

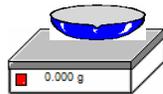
#### **Reactivos**

- Acido clorhídrico al 5 %
- Agua destilada
- Solucion patrón de hierro 1-3 p.p.m.

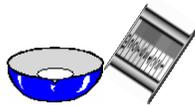
## PROCEDIMIENTO

### Preparación de la muestra en análisis de PROCAFE según AOAC 944.002

- a) Preparación de la curva patrón a partir de la solución madre
- b) Pesar 5 gramos de muestra en un crisol de porcelana



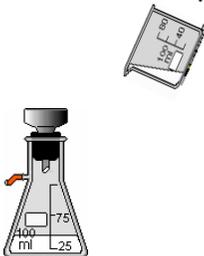
- c) Colocar la muestra en mufla durante dos horas a 550° C hasta residuo gris claro como resultado
- d) Dejar enfriar el crisol y añadir 5 mL de Acido Clorhídrico dejando que el ácido lave la porción superior del crisol



- e) Evaporar a sequedad en un baño de vapor
- f) Disolver el residuo de cenizas con 2.0 mL de Acido Clorhídrico
- g) Calentar por 5 minutos en baño de vapor con un vidrio de reloj sobre el crisol



- h) Lavar el vidrio de reloj y diluir la solución con 100 mL de agua
- i) Llevar casi a sequedad, filtrar sobre papel filtro y lavar con agua tibia



- j) Descartar los primeros 15-20 mL del filtrado
- k) Llevar a volumen de 250 mL con agua y realizar las diluciones necesarias según convenga

## Anexo N° 10

### RESULTADOS DE ANÁLISIS DE HARINA SIN FORTIFICAR POR ABSORCIÓN ATÓMICA



FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ  
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALITICOS  
SECCIÓN DE ESPECIALES



INFORME No. : EC-32

PROPIETARIO: Ladislao Ardón  
DIRECCIÓN: Residencial Sta. Maria, Calle Las Margaritas, Casa C-19,  
Ayutexepeque  
TELÉFONO: 22727540

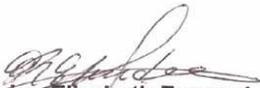
FECHAS	
RECEPCIÓN:	08/03/07
ANÁLISIS:	12/03/07
EMISIÓN:	20/03/07

### RESULTADOS DE ANÁLISIS EN MUESTRAS DE ESPECIALES

TIPO DE ANÁLISIS	EC-90	EC-91
	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE MUESTRA
	Lote H-070301	Lote H-070302
HIERRO	102.34mg/Kg	81.67mg/Kg

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra enviada por usted (es) a este Laboratorio. El muestreo es responsabilidad del usuario. El Laboratorio no autoriza la reproducción parcial sin la debida autorización por escrito.



  
Lic. **Reina Elizabeth Funes de Cruz**  
Coordinador del Laboratorio de Servicios Analíticos

  
Lic. **Ana Delmy Figueroa**  
Técnico Analista

El Café es vida  
Avenida Manuel Gallardo y 13 Calle Poniente, Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, C.A.  
PBX (503)2288-3088, Fax (503)2228-0669, E-mail info@procafe.com.sv, www.procafe.com.sv

1/1

# RESULTADO DE ANÁLISIS POR ABSORCIÓN ATÓMICA DE HARINA FORTIFICADA AL 30%



FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ

LABORATORIO DE SERVICIOS ANALITICOS

SECCIÓN DE ESPECIALES



INFORME No. : 29

PROPIETARIO: Ladislao Ardón  
DIRECCIÓN: Res. Sta. María, C. Las Margaritas, # C-19, Ayutuxtepeque  
TELÉFONO: 22727540

FECHAS	
RECEPCIÓN:	15/02/08
ANÁLISIS:	19/02/08
EMISIÓN:	25/02/08

## RESULTADOS DE ANÁLISIS EN MUESTRAS DE ESPECIALES

TIPO DE ANÁLISIS	EC-106
	TIPO DE MUESTRA
	15020802
HIERRO	299820.11mg/Kg

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra enviada por usted (es) a este Laboratorio. El muestreo es responsabilidad del usuario. El Laboratorio no autoriza la reproducción parcial sin la debida autorización por escrito.



  
Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz  
Coordinador del Laboratorio de Servicios Analíticos

  
Lic. Ana Delmy Figueroa  
Técnico Analista

El Café es vida  
Avenida Manuel Gallardo y 13 Calle Poniente, Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, C.A.  
PBX (503)2288-3088, Fax (503)2228-0669, E-mail info@procafe.com.sv, www.procafe.com.sv

1/1

RESULTADO DE ANÁLISIS POR ABSORCIÓN ATÓMICA DE HARINA FORTIFICADA AL 10%



FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ  
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALITICOS  
SECCIÓN DE ESPECIALES



INFORME No. : EC-11

PROPIETARIO: Ladislao Ardón  
DIRECCIÓN: Res. Sta. María, C. Las Margaritas, # C-19, Ayutuxtepeque  
TELÉFONO: 22727540

FECHAS	
RECEPCIÓN:	18/01/08
ANÁLISIS:	23/01/08
EMISIÓN:	30/01/08

RESULTADOS DE ANÁLISIS EN MUESTRAS DE ESPECIALES

TIPO DE ANÁLISIS	EC-23
	TIPO DE MUESTRA
	H-011801
HIERRO	9.58%

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra enviada por usted (es) a este Laboratorio. El muestreo es responsabilidad del usuario. El Laboratorio no autoriza la reproducción parcial sin la debida autorización por escrito.



  
Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz  
Coordinador del Laboratorio de Servicios Analíticos

  
Lic. Ana Delmy Figueroa  
Técnico Analista

El Café es vida  
Avenida Manuel Gallardo y 13 Calle Poniente, Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, C/A.  
PBX (503)2288-3088, Fax (503)2228-0669, E-mail info@procafe.com.sv, www.procafe.com.sv

1/1

**Anexo N° 11**  
**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**

Objetivo: Conocer la aceptación o rechazo de la horchata de morro fortificada con hierro

1. Qué opina de la apariencia de la horchata
  - A) Buena
  - B) Regular
  - C) Mala
  
2. Qué opina del olor de la horchata
  - A) Agradable
  - B) Desagradable
  
3. Gustaría probar la horchata fortificada
  - Si
  - No
  
4. Qué opina del sabor
  - A) Agradable
  - B) Desagradable

## Anexo N° 12

### CALCULOS DE PESADA Y VOLUMENES GASTADOS EN METODO DE TITULACIÓN

0.010234 g equivalente a 0.010234% de hierro presente en la horchata sin fortificar

PARA 25%

25 gramos de horchata – 0.010234 = 24.9898 g

Sulfato ferroso (FeSO <sub>4</sub> )	hierro (Fe)
151.19 g	55.85 g
X	24.9898 g

X = 67.53 g de sulfato ferroso

Ajustando el porcentaje de pureza del sulfato ferroso que es de 88%

67.53 g	88%
X	100%

X = 76.74 g de Sulfato ferroso para 100 g de muestra  $\equiv$  7.68 g para 10 g de muestra

Volumen gastado V1: 17.7 mL

V2: 18.3 mL

Volumen promedio 18.0 mL

% Recuperación =  $\frac{\text{mL gastados} \times \text{F.C} \times \text{Peq} \times 100}{\text{PMx}}$

PMx

Sustituyendo

$$\% \text{ Recuperación} = \frac{18.0 \text{ mL} \times 1 \times 15.19 \text{ mg}}{1007} \times 100$$

$$\% \text{ Recuperación} = 24.70 \%$$

PARA 20%

20 gramos de horchata – 0.010234= 19.9898 g

Sulfato ferroso (FeSO <sub>4</sub> )		hierro (Fe)
151.19 g	-----	55.85 g
X	-----	19.9898 g

X= 54.02 g de sulfato ferroso

Ajustando el porcentaje de pureza del sulfato ferroso que es de 88%

54.02 g	-----	88%
X	-----	100%

X= 61.386 g de Sulfato ferroso para 100 g de muestra  $\equiv$  6.14 g para 10 g de muestra

Volumen gastado V1: 13.4 mL

V2: 13.6 mL

Volumen promedio 13.5 mL

$$\% \text{ Recuperación} = \frac{\text{mL gastados} \times \text{F.C} \times \text{Peg} \times 100}{\text{PMx}}$$

Sustituyendo

$$\% \text{ Recuperación} = \frac{13.5 \text{ mL} \times 1 \times 15.19 \text{ mg}}{1028} \times 100$$

$$\% \text{ Recuperación} = 19.95 \%$$

PARA 15%

15 gramos de horchata – 0.010234= 14.9898 g

Sulfato ferroso (FeSO <sub>4</sub> )		hierro (Fe)
151.19 g	-----	55.85 g
X	-----	14.9898 g

X= 40.5059 g de sulfato ferroso

Ajustando el porcentaje de pureza del sulfato ferroso que es de 88%

40.5059 g	-----	88%
X	-----	100%

X= 46.029 g de Sulfato ferroso para 100 g de muestra  $\equiv$  4.60 g para 10 g de muestra

Volumen gastado V1: 10.1 mL

V2: 10.3 mL

Volumen promedio 10.2 mL

$$\% \text{ Recuperación} = \frac{\text{mL gastados} \times \text{F.C} \times \text{Peq} \times 100}{\text{PMx}}$$

Sustituyendo

$$\% \text{ Recuperación} = \frac{10.2 \text{ mL} \times 1 \times 15.19 \text{ mg}}{1046} \times 100$$

$$\% \text{ Recuperación} = 14.81 \%$$

PARA 10%

10 gramos de horchata – 0.010234 = 9.9898 g

Sulfato ferroso (FeSO <sub>4</sub> )		hierro (Fe)
151.19 g	-----	55.85 g
X	-----	9.9898 g

$$X = 26.9947 \text{ g de sulfato ferroso}$$

Ajustando el porcentaje de pureza del sulfato ferroso que es de 88%

26.9947 g	-----	88%
X	-----	100%

X = 30.6757 g de Sulfato ferroso para 100 g de muestra  $\equiv$  3.06 g para 10 g de muestra

Volumen gastado V1: 7.0 mL

V2: 7.4 mL

Volumen promedio 7.2 mL

$$\% \text{ Recuperación} = \frac{\text{mL gastados} \times \text{F.C} \times \text{Peq} \times 100}{\text{PMx}}$$

PMx

Sustituyendo

$$\% \text{ Recuperación} = \frac{7.2 \text{ mL} \times 1 \times 15.19 \text{ mg}}{1008} \times 100$$

$$\% \text{ Recuperación} = 10.85 \%$$

PARA 5%

5 gramos de horchata – 0.010234= 4.9898 g

Sulfato ferroso (FeSO <sub>4</sub> )		hierro (Fe)
151.19 g	-----	55.85 g
X	-----	4.9898 g

$$X = 13.4836 \text{ g de sulfato ferroso}$$

Ajustando el porcentaje de pureza del sulfato ferroso que es de 88%

13.4836 g	-----	88%
X	-----	100%

X= 15.3222 g de Sulfato ferroso para 100 g de muestra  $\equiv$  1.5 g para 10 g de muestra

Volumen gastado V1: 3.4 mL

V2: 3.6 mL

Volumen promedio 3.5 mL

$$\% \text{ Recuperación} = \frac{\text{mL gastados} \times \text{F.C} \times \text{Peq} \times 100}{\text{PMx}}$$

PMx

Sustituyendo

$$\% \text{ Recuperación} = \frac{3.5 \text{ mL} \times 1 \times 15.19 \text{ mg}}{1008} \times 100$$

$$\% \text{ Recuperación} = 5.16 \%$$

## Anexo N° 13

### CONCENTRACION Y ABSORBANCIA DEL ESTANDAR



FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ  
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALITICOS  
SECCIÓN DE ESPECIALES



Edgardo Ladislao Ardon

#### **Estándares utilizados:**

<i>Concentración del estándar</i>	<i>Absorbancia del estándar</i>
1	0.040
3	0.120

#### **Muestras**

**EC-23** :  $(1.3890/100) (2/25) (2/100) = 2.13$  ppm

**ABS: 0.085**

**% de Hierro: 9.58**

**EC-106** :  $(1.0006/250) (1/100) (2/250) = 0.48$  ppm

**ABS: 0.019**

**% de hierro: 29.98**

ANEXO N° 14

Valor nutricional de bebida de horchata de morro

<b>Etiqueta Nutricional/Nutrition Facts</b>			
<b>Tamaño de porción / Serving Size: 2 cucharadas/ 2 spoons (19g)</b>			
<b>Contenido de porciones/ Serving per Container 12</b>			
<b>Cantidades por porción/Amount per Serving</b>			
<b>Calorías / Calories</b>	<b>79</b>	<b>Calorías de grasa/Calories from Fat 8</b>	
		<b>% Valor Diario % Daily Value*</b>	
<b>Grasa Total /Total Fat</b>	<b>1 g</b>		<b>1%</b>
<b>Grasa Saturada /Saturated Fat</b>	<b>0 g</b>		<b>0%</b>
<b>Colesterol /Cholesterol</b>	<b>0 mg</b>		<b>0%</b>
<b>Sodio / Sodium</b>	<b>0.4 mg</b>		<b>0%</b>
<b>Carbohidratos totales / Total Carbohydrate</b>	<b>17 g</b>		<b>6%</b>
<b>Fibra Cruda /Dietary Fiber</b>	<b>0.2 g</b>		<b>1%</b>
<b>Azúcares / Sugars</b>	<b>11 g</b>		
<b>Proteína / Protein</b>	<b>1 g</b>		
<b>Vitamina A /Vitamin A</b>	<b>4%</b>	<b>Vitamina C/Vitamin C</b>	<b>0%</b>
<b>Calcio /Calcium</b>	<b>5%</b>	<b>Hierro/Iron</b>	<b>1%</b>
*Porcentaje de valores diarios basados en una dieta de 2000 calorías. Los requerimientos diarios pueden variar dependiendo de la ingesta de calorías.		*Percent Daily Values are based on a 2,000 calorie diet. Your daily values may be higher or lower depending on your calorie needs.	