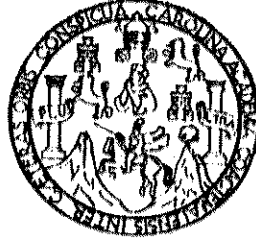


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA



**FORTIFICACION DE CALDOS DESHIDRATADOS  
CON MORCILLA COMO FUENTE  
DE HIERRO HEMINICO**

TESIS  
PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
POR

**GILDA HAYDEE GONZALEZ MUÑOZ**

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE  
INGENIERA QUIMICA

Guatemala, marzo de 1,997.

08  
+ (3947)

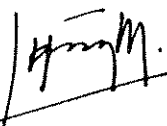
C-4

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

### **FORTIFICACION DE CALDOS DESHIDRATADOS CON MORCILLA COMO FUENTE DE HIERRO HEMINICO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química.



Gilda Haydee González Muñoz

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA



**MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL 1o.	Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra
VOCAL 2o.	Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
VOCAL 3o.	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
VOCAL 4o.	Br. Victor Rafael Lobos Aldana
VOCAL 5o.	Br. Wagner Gustavo López Cáceres
SECRETARIA	Ing. Gilda Marina Castellanos de Illescas

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN  
GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck
EXAMINADOR	Ing. Julio Alberto Rivera Palacios
EXAMINADOR	Ing. Williams Guillermo Alvarez Mejía
EXAMINADOR	Ing. Orlando Posadas Valdez
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López



**INSTITUTO DE NUTRICION DE  
CENTRO AMERICA Y PANAMA**

Centro Regional de la  
Oficina Sanitaria Panamericana  
Calzada Roosevelt Zona 11, Guatemala, C.A.  
Teléfonos: (502-2) 723762-67  
FAX: (502-2) 736529 Correo-e: HDeIgado@INCAP.ORG.GT



IN-SA-SP-96-026

Septiembre 17, 1996

Dr. Adolfo Gramajo  
Director  
Escuela de Ingeniería Química  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ciudad Universitaria

Estimado Dr. Gramajo:

Tengo el agrado de informarle que he asesorado y revisado el informe final de Tesis de la estudiante universitaria Gilda Haydee González Muñoz, Titulado: "Fortificación de Caldos Deshidratados con Morcilla como fuente de Hierro Hemínico".

Considero que este trabajo cumple con los requisitos de una tesis de grado, y que además constituye un valioso aporte para solucionar graves deficiencias nutricionales de la población, principalmente en áreas periurbanas y rurales del país, por lo que recomiendo su aprobación.

Agradeciéndole su atención a la presente, quedo de usted.

Muy Atentamente,

  
Dr. Mario Molina, Ph.D.



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

Guatemala,  
29 de enero de 1,997

Ingeniero  
Julio Chávez Montúfar  
Facultad de Ingeniería  
Presente.

Estimado Ingeniero Chávez.

Hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de  
Tesis de la estudiante Glida Naydee González Muñoz, carnet No.  
90-12594, titulado: FORTIFICACION DE CALDOS DESIGNADOS CON  
MONDILLA COMO PUENTE DE HIERRO HEMINICO, de lo cual constancia de su  
aprobación del mismo para proceder a la autorización del respectivo  
trabajo de investigación.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ana Miriam Obregon de Castillo'.

Ing. Ana Miriam Obregon de Castillo  
REVISOR



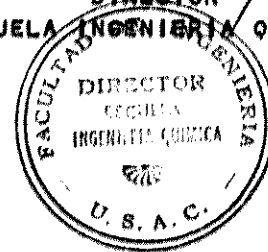
**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Química, Ing. Julio Chávez Montúfar, después de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Jefe de Departamento, al trabajo de Tesis de la estudiante, Glida Haydee González Muñoz, titulado: **FORTIFICACION DE CALDOS DESHIDRATADOS CON MORCILLA COMO FUENTE DE HIERRO HEMINICO**, procede a la autorización del mismo.

Ing. Julio Chávez Montúfar  
DIRECTOR  
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA



Guatemala, 19 de marzo de 1,997.



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de tesis titulado; **FORTIFICACION DE CALDOS DESHIDRATADOS CON MORCILLA COMO FUENTE DE HIERRO HEMINICO** de la estudiante, **Glida Haydee González Muñoz**, procede a la autorización para la impresión de la misma.

**IMPRIMASE:**

Ing. Herbert René Miranda Barrios  
DECANO



Guatemala, 19 de marzo de 1,997.

RECIBIDO  
19 MAR 1997  
FACULTAD DE INGENIERIA

## ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Por concederme la meta que hoy alcanzo.

A MIS PADRES

FRANCISCO A. GONZALEZ C.  
GILDA MUÑOZ DE GONZALEZ  
Por su amor incondicional y el apoyo  
que me han brindado en todo momento.  
En reconocimiento a sus esfuerzos.

A MIS HERMANOS

BERTHA ELOISA, FRANCISCO  
ARMANDO Y FLOR DE MARIA  
Por su cariño, apoyo y comprensión.

A MIS AMIGOS Y  
COMPAÑEROS

DANIA, VERONICA, KARIN, CARLOS,  
HEBER, VICTOR , RAUL Y OSCAR  
Por su apoyo incondicional.

A MI FAMILIA EN GENERAL  
Y A MANOLO ANDRINO

Con mucho cariño.



## **AGRADECIMIENTO A**

**Dr. Mario Roberto Molina, por su asesoría y orientación en la realización de este trabajo.**

**Ing. Ana Miriam Obregón de Castillo por los consejos brindados en la revisión de este trabajo.**

**Las áreas de Ciencia y Tecnología de Alimentos, y Control de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), por la utilización de sus instalaciones y equipo. Muy en especial al Ing. Carlos Sánchez, Lic. Roberto Benavides, Sr. Audel López, Srita. Mónica González y Susan Patzán por su valiosa ayuda en el desarrollo de este trabajo.**

**Ing. Francisco Castañeda por su amistad y apoyo.**

**Departamento de Control de Alimentos de DIGESEPE, Ministerio de Agricultura, por la ayuda brindada.**

**Sra. Vilma Orantes de Velásquez por su valiosa colaboración.**

**Y a todas aquellas personas que, de una u otra forma, hicieron posible la realización del presente trabajo de investigación.**

# Indice

	página
Listado de ilustraciones.....	1
1. Introducción.....	1
2. Antecedentes.....	4
2.1. Situación general de deficiencias nutricionales en Guatemala.....	4
2.1.1. Deficiencias de hierro y población más vulnerable.....	5
2.1.2. Consecuencias de las deficiencias de hierro.....	7
2.2. Fortificación de alimentos como método de prevención de la deficiencia de hierro.....	9
2.2.2. Absorción y fuentes de hierro.....	13
2.2.3. Biodisponibilidad del hierro hemínico.....	14
2.3. Utilización de la sangre como subproducto de animales de abasto.....	14
2.3.1. Sangre de porcino como fuente de hierro hemínico..	17

2.4.	Posibles efectos de interacción consomé-morcilla...	18
2.5.	Perspectivas de caldos deshidratados fortificados con morcilla como fuente de hierro hemínico en Guatemala.....	19
3.	Justificación.....	21
4.	Objetivos.....	23
5.	Hipótesis.....	24
6.	Materiales y métodos.....	25
7.	Resultados y discusión.....	34
7.1.	Etapa 1.....	34
7.2.	Etapa 2.....	38
7.3.	Etapa 3.....	44
7.4.	Etapa 4.....	45
7.5.	Etapa 5.....	47
7.6.	Etapa 6.....	50
8.	Resumen.....	53
9.	Conclusiones.....	55
10.	Recomendaciones.....	56

11. Referencias.....	58
12. Anexo.....	66
1. Tablas, cuadros y figuras.....	67

## Listado de ilustraciones

### Tablas

	página
1. Formulaciones estudiadas sobre la morcilla.....	67
2. Requerimientos de hierro. Ingesta diaria de hierro. Biodisponibilidad de hierro en la dieta.....	68

### Cuadros

1. Análisis de algunos componentes importantes de la sangre entera.....	69
2. Comparación de la sangre entera y la carne magra.....	70
3. Volúmenes medios de sangre, teóricos y recuperables por especie animal.....	71
4. Rastros registrados en Guatemala y matanza diaria promedio de cerdos.....	72
5. Composición química proximal de las formulaciones estudiadas de morcilla.....	73

6.	Contenido de hierro (mg/100 g) de las formulaciones estudiadas de morcilla .....	74
7.	Indices de acidez de las formulaciones estudiadas de morcilla sometidas a almacenamiento acelerado.....	75
8.	Indices de peróxidos en las formulaciones estudiadas de estudiadas sometidas a almacenamiento acelerado.....	76
9.	Composición proximal de caldos deshidratados comerciales de pollo, fortificados con diferentes porcentajes aditivos de morcilla.....	77
10.	Composición proximal de caldos deshidratados comerciales de res, fortificados con diferentes porcentajes aditivos de morcilla.....	78
11.	Contenido de hierro (mg Fe/100 g) de caldos deshidratados comerciales y comerciales, fortificados con diferentes porcentajes aditivos de morcilla .....	79
12.	Preferencia de caldos deshidratados según porcentajes de fortificación con morcilla.....	80

//  
PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

13.	Aceptabilidad de caldos deshidratados fortificados con 15 % de morcilla.....	81
14.	Aceptabilidad de caldos deshidratados fortificados con 15% de morcilla. Panel externo.....	82
15.	Indice de acidez de caldos deshidratados comerciales y comerciales fortificados al 15% sometidos a almacenamiento en condiciones drásticas.....	83
16.	Indice de peróxidos de caldos deshidratados comerciales y comerciales fortificados al 15% sometidos a almacenamiento en condiciones drásticas.....	84
17.	Costos de la elaboración de morcilla para la fortificación de caldos deshidratados de marcas comerciales (Basado en 10 qq de morcilla fresca/día que rinden 3.2 qq de morcilla deshidratada).....	85

## Diagramas

1.	Proceso de elaboración de la morcilla.....	87
----	--	----

## Boletas

1. Prueba de preferencia. Caldos deshidratados de pollo fortificados con tres diferentes porcentajes de morcilla..... 88
2. Prueba de preferencia. Caldos deshidratados de res fortificados con tres diferentes porcentajes de morcilla..... 89
3. Prueba de aceptabilidad contra la referencia. Caldos deshidratados de pollo fortificados al 15 % con morcilla..... 90
4. Prueba de aceptabilidad contra la referencia. Caldos deshidratados de res fortificados al 15% con morcilla..... 91



# 1. Introducción

La malnutrición por falta de micronutrientes es un problema muy generalizado en todo el mundo y plantea consecuencias tanto de salud como económicas (42).

En Centroamérica, las principales deficiencias de micronutrientes son las relativas al yodo, la vitamina A y el hierro. Tales deficiencias están más acentuadas en la población de menores recursos, que presenta también un mayor índice de desnutrición, representando por tanto la población más vulnerable (26).

La deficiencia de hierro afecta en especial a los niños pequeños y a las mujeres embarazadas, lactantes o en edad fértil. Tiene diferentes causas, que incluyen el consumo de dietas con cantidades insuficientes de nutrientes; dietas con hierro dietético de baja biodisponibilidad<sup>1</sup>; y el aumento de los requerimientos para cubrir la demanda del período reproductivo y las pérdidas debido a infecciones parasitarias. Las consecuencias son múltiples, incluyen alteraciones de los tejidos, menor respuesta del sistema inmunológico, aumento de riesgo en el nacimiento de niños

---

<sup>1</sup> Biodisponibilidad: porcentaje de nutriente capaz de ser absorbido y disponible para ser almacenado o utilizado por las células del organismo (3)

prematuros, bajo peso al nacer y aumento en la mortalidad prenatal (26).

En Guatemala, se ha desarrollado la fortificación de algunos alimentos que llegan a grandes segmentos de la población con resultados positivos a mediano plazo. Sin embargo, la fortificación de alimentos con hierro depende tanto de la eficacia del compuesto fortificante como del alimento vehículo. Se ha realizado generalmente, al utilizar fuentes inorgánicas de hierro, las cuales, se ha demostrado en diferentes estudios que tienen baja biodisponibilidad y que su absorción es inhibida por la ingesta de otros alimentos en la dieta. Sin embargo, la fuente orgánica de hierro que constituye el hierro hemínico, tiene alta biodisponibilidad y su absorción no es inhibida por la ingesta de otros alimentos (7).

La sangre de los animales de abasto es fuente de hierro hemínico y de proteínas. En la mayoría de los rastros del país constituye una fuente importante de contaminación, ya que al mezclarse con las aguas residuales de la red de desagüe incrementa la demanda biológica de oxígeno (DBO) del sistema, por tratarse de una proteína fácilmente putrescible (11).

Sin embargo, parte de la sangre de cerdo que se obtiene en el país es utilizada en la elaboración de algunos embutidos. En este estudio se utilizó la sangre de cerdo como fuente de hierro hemínico para la elaboración de un embutido de alto contenido de

hierro -morcilla- para utilizarlo como compuesto fortificante. La morcilla es consumida principalmente, en las regiones rurales del país, y constituye una rica fuente de hierro y proteínas.

Debido a que el alimento a fortificar debe cubrir un amplio segmento de la población objetivo, se utilizó como vehículo el caldo deshidratado, el cual, según estudios realizados por el INCAP, en Guatemala constituye un plato familiar consumido frecuentemente en áreas rurales dado su bajo costo. En tales áreas es común el consumo de sopas en sobre y consomé en sobre y en cubito, también es común su utilización como condimentos y/o sazonadores de gran variedad de alimentos (12).

Con base en lo anterior, se desarrolló el presente trabajo de investigación, con el objeto de determinar la factibilidad técnica y económica de fortificar caldos deshidratados de pollo con morcilla como fuente de hierro hemínico necesario a la población nutricionalmente más vulnerable: niños en período de ablactación<sup>2</sup> o destete, preescolares, madres embarazadas y lactantes.

---

<sup>2</sup> Ablactación: privación de lactancia con respecto a la madre o nodriza que deja de criar, por no necesitarlo el niño (8).

## 2. Antecedentes

### 2.1. SITUACIÓN GENERAL DE DEFICIENCIAS NUTRICIONALES EN GUATEMALA.

La alimentación es esencial para prevenir y reducir la carencia de nutrientes que afecta a millones de personas en todo el mundo, y que son necesarios para una buena salud y una vida productiva (13). Para ello es preciso disponer de alimentos ricos en nutrientes a los que las personas necesitadas puedan acceder en cantidades suficientes durante todo el año (6 y 42).

El organismo humano normal posee reservas de micronutrientes -como el hierro-, si esas reservas sufren una ligera reducción, no se producen necesariamente anomalías clínicas o bioquímicas pero disminuye la capacidad del organismo para satisfacer una mayor demanda de esos nutrientes. Una nueva disminución de esas reservas puede provocar efectos bioquímicos y clínicos, pero no necesariamente anemia, y una nueva reducción da lugar a la anemia nutricional que es un estado patológico en el que la concentración de hemoglobina es inferior al nivel normal, como resultado de la carencia de hierro como nutriente esencial, cualquiera que sea la causa de esa carencia (33).

Las deficiencias de micronutrientes, especialmente la de

hierro es el desorden nutricional más diseminado en el mundo afectando a 2,000 millones de personas alrededor del mundo. Esta deficiencia causa un estimado del 20 % de las muertes maternas en los países en vías de desarrollo (13). Es además una de las causas más significativas de la anemia nutricional en el mundo. En Centroamérica, éste también es un grave problema que actualmente afecta al 25% de la población centroamericana siendo su principal causante la deficiencia de hierro, la cual se presenta en casi el 50% de la población. La deficiencia de hierro se ha determinado que es el factor responsable del 90% de las anemias que se observan tanto a nivel rural como urbano en Guatemala. Estudios efectuados por el INCAP en 1984 en grupos de mujeres en edad fértil, residentes en áreas urbanas y rurales, reportan que entre 52% y 76% presentaban deficiencias de hierro (26).

#### 2.1.1. DEFICIENCIAS DE HIERRO Y POBLACIÓN MAS VULNERABLE.

Se ha estimado que aproximadamente un billón de los 5 billones de habitantes del mundo padecen de anemia nutricional causada por la deficiencia de hierro. La mayoría de estas personas viven en países en vías de desarrollo en donde la prevalencia de este tipo de anemia aproximadamente es mayor del 60-70% en mujeres embarazadas (23).

El desarrollo de la deficiencia de hierro se debe al

desbalance entre la cantidad de hierro absorbida diariamente de los alimentos y la cantidad requerida por el organismo para compensar su eliminación y la formación de nuevos tejidos (22 y 27).

La deficiencia nutricional de hierro resulta de la mala absorción del hierro desde la dieta para cubrir los requerimientos del organismo. En consecuencia, es a menudo asociada con los períodos de incremento en las necesidades fisiológicas. La mayor prevalencia ocurre en infantes, niños, y adolescentes como reflejo de las demandas del crecimiento y la expansión de la masa muscular. Este incremento también es alto en las mujeres en el período de edad fértil debido a las pérdidas de sangre por el flujo menstrual y al incremento de las demandas durante el embarazo y lactancia (33).

Para tener balance de hierro un hombre adulto necesita absorber solamente el hierro suficiente para igualar el que es excretado por el organismo, por la exfoliación de las células de la piel y el tracto intestinal y a través de pequeñas hemorragias gastrointestinales. Para el hombre adulto promedio una absorción diaria de 0.9 mg de hierro es suficiente (27). Las mujeres tienen necesidades de hierro adicionales. Para cubrir sus necesidades férricas la mujer promedio debe absorber 1.4 mg de hierro al día durante sus años de edad fértil. Mujeres con frecuentes o excesivas pérdidas menstruales deben absorber substancialmente más hierro para mantener el balance del mismo. El embarazo es una

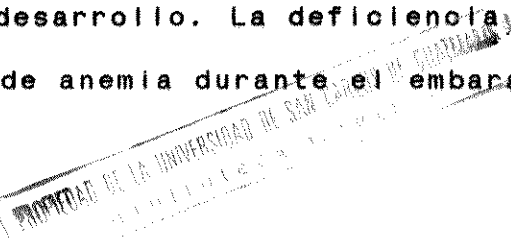
condición fisiológica normal que requiere hierro adicional para proveer al desarrollo del feto y los tejidos maternos. Los períodos de crecimiento en la niñez, como se mencionó antes, y en la adolescencia incrementan la demanda para absorber hierro. Por tanto, períodos de crecimiento son asociados con alto riesgo de sufrir deficiencia de hierro (28).

Las infecciones parasitarias también son asociadas a la mala absorción de macro y micronutrientes como el hierro. Las enfermedades diarreicas contribuyen al deterioro nutricional de los niños cuando no se les alimenta bien. Casi todas las diarreas se acompañan de malabsorción intestinal que produce pérdidas de nutrientes como el hierro, y puede agravar la diarrea (39).

En el cuadro No.1 se puede observar las ingestas diarias de hierro recomendadas. Estas ingestas no se aplican a las poblaciones donde son frecuentes enfermedades tales como la anquilostomiasis o la malabsorción, o ciertos hábitos como la geofagia (33).

### 2.1.2 CONSECUENCIAS DE LAS DEFICIENCIAS DE HIERRO.

Las consecuencias fisiológicas y económicas de la deficiencia de hierro son bien conocidas. éstas ocurren a todas las edades aunque los efectos más significativos en el individuo varían dependiendo del estado de desarrollo. La deficiencia de hierro es la causa más importante de anemia durante el embarazo



y un pequeño descenso en el nivel de hematocrito puede duplicar el riesgo de un parto prematuro, también la morbilidad y mortalidad prenatales son incrementadas (42).

En los niños en crecimiento la deficiencia de hierro puede significar una limitante del potencial intelectual y el desarrollo psicomotor puede ser afectado permanentemente. La deficiencia de hierro en la niñez puede en consecuencia, causar secuelas a largo plazo para la calidad de vida y los potenciales de realización de los afectados (23).

Desde el punto de vista socioeconómico, la limitación que la deficiencia de hierro sitúa en la habilidad de desarrollar una labor que requiera esfuerzo físico o mental en un hombre adulto es igualmente importante. Se han desarrollado estudios que han demostrado disminución en la productividad como resultado de la deficiencia de hierro. Los individuos afectados son los que se ganan el sustento para las familias. Por consiguiente, el impacto económico de la deficiencia de hierro en la familia y en la sociedad puede ser mayor de lo que aparenta (42).

En resumen, desde el punto de vista de salud pública, la deficiencia de hierro da una severa desventaja en la productividad de la sociedad debido a las consecuencias a largo plazo de nacimientos prematuros, deterioro del desarrollo cognoscitivo y reducción de la capacidad para realizar tareas físicas o mentales (23).

El mayor impacto de la deficiencia de hierro es en los niños



en crecimiento, quienes desarrollan defectos de aprendizaje y su capacidad para resolver problemas. Una mediana deficiencia de hierro produce anormalidad en el sistema inmunológico y su habilidad de atacar ciertas bacterias; sin embargo, aún no ha sido determinado si estas anormalidades producen un incremento en la incidencia o en la duración de las infecciones (9).

## 2.2. FORTIFICACIÓN DE ALIMENTOS COMO MÉTODO DE PREVENCIÓN DE LA DEFICIENCIA DE HIERRO.

La modificación de la alimentación para incrementar el consumo de los alimentos ricos en micronutrientes se considera la medida más segura y sostenible a largo plazo para luchar contra la mayoría de las deficiencias de micronutrientes. En muchas comunidades, los alimentos ricos en estos elementos son subutilizados en la alimentación de los grupos vulnerables, particularmente entre los niños durante el período de ablactación o destete y las mujeres gestantes y lactantes. En algunos casos, las costumbres y creencias tradicionales limitan la utilización de los alimentos ricos en micronutrientes para estos grupos, aún cuando estén disponibles (42).

Una alimentación diversificada es la clave de una mejora continua en la deficiencia de micronutrientes, sólo una pequeña

cantidad diaria de alimentos nutritivos puede tener efectos importantes; sin embargo, esto no es posible ya que existen diversos factores de riesgo de la deficiencia de micronutrientes como: dieta, edad, estaciones (incidencia de infecciones e inadecuado acceso a alimentos), ingresos, emergencias, y zonas rurales áridas (producción marginal de alimentos) (6 y 42).

Como ya se ha tratado antes, la deficiencia nutricional de hierro es uno de los problemas más importantes en los países en vías de desarrollo como Guatemala. Debido a los factores de riesgo mencionados, la única manera reconocida para atacar efectivamente este problema es elevar el consumo de hierro, ya sea mediante suplementación o por fortificación (7).

La suplementación, consiste en proveer hierro en cantidades medicinales y representa una alternativa excelente en los casos de extrema deficiencia o en aquellos en que no se dispone de alimentos locales y enriquecidos. Tiene las ventajas de producir cambios rápidos en el nivel de hierro, va dirigida a los segmentos de la población con mayores necesidades; esto se puede lograr ya que los programas de suplementación pueden suministrar dosis muy concentradas de micronutrientes para tratar las deficiencias graves con un impacto inmediato y una reducción en el riesgo de mortalidad. Sin embargo, su efectividad es limitada debido a los efectos gastrointestinales del hierro oral y la dificultad de mantener motivación en los participantes. Por otra parte, la suplementación con hierro requiere un sistema de

distribución muy efectivo y es costoso de mantener (7 y 42).

La fortificación es considerada, por lo general como la mejor propuesta a largo plazo para combatir la deficiencia de hierro, especialmente en países en vías de desarrollo (7). La fortificación se define como la adición de un nutriente o nutrientes a niveles mayores que aquellos encontrados en el alimento original o en uno similar. No es una ciencia exacta, y depende en gran parte del juicio o criterio individual del responsable de la fortificación y de su entendimiento y comprensión que surgen de la información nutricional disponible (23). Alcanza a grandes segmentos de la población. Tiene la ventaja de no requerir educación o cooperación de la población. El nivel de fortificación depende de los propósitos de salud pública del país y de las fuentes de hierro disponible para la población bajo estudio. La fortificación depende de la identificación de un vehículo al cual agregar o añadir el hierro y del control de los problemas técnicos relacionados con el proceso de fortificación. El compuesto de hierro usado para fortificación debe ser biológicamente disponible, es decir, ser absorbido por el organismo, y que ayude entonces al consumo nutricional de hierro y proteja a la población contra la deficiencia de hierro. La efectividad de los programas de fortificación debe ser confirmada controlando la ingesta de hierro y el nivel de hierro antes y después de la introducción de la fortificación (4).

Por lo anterior, el vehículo a utilizar debe ser un alimento

de amplio consumo y accesible a la población objetivo, para que con el fortificante tenga una contribución significativa en la dieta de la población necesitada. El fortificante además de tener buena biodisponibilidad no debe afectar las características del vehículo, especialmente en la aceptabilidad, estabilidad y costo del alimento vehículo (23,45 y 46). Pero principalmente, un ensayo de fortificación o enriquecimiento sólo se justifica en la medida que el hierro del alimento enriquecido, incorporado a la dieta ordinaria sea biológicamente utilizable (33).

Desde el punto de vista tecnológico existen consideraciones muy importantes en donde la ciencia y tecnología de alimentos juegan un papel determinante. Entre las más importantes están: resguardar la calidad total del producto fortificado en función de la biodisponibilidad del agente fortificante, cambios en color, sabor, olor y textura del alimento; alteraciones que deben evitarse ya que repercuten en la aceptación del producto por el consumidor (41).

En Guatemala, el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) mejora constantemente la fortificación de alimentos, y busca la fortificación con hierro de alimentos de consumo popular, especialmente para infantes, niños preescolares y mujeres embarazadas y nodrizas. Tal es el caso de la Incaparina (INCAP, 1966) y la galleta nutricionalmente mejorada (Molina, 1990; 1993) que actualmente se fortifican con hierro elemental (26).

## 2.2.2 ABSORCIÓN DEL HIERRO Y FUENTES DE HIERRO.

La absorción del hierro está determinada por las necesidades nutricionales del individuo y por factores que influyen la biodisponibilidad del hierro (28).

Hay dos formas distintas de absorción del hierro a través de la mucosa intestinal. Hierro inorgánico o no hemínico y hierro orgánico o hierro hemínico (9).

El hierro hemínico es un componente de la hemoglobina, mioglobina y de algunas enzimas respiratorias como los citocromos. Es una molécula compleja que aparece para absorberse intacta dentro de la mucosa; entonces el hierro es liberado y entra a formar parte del hierro corporal. En los humanos, el hierro hemínico es bien absorbido en un rango del 15 al 35%.

El hierro no hemínico es menos absorbido en los humanos; a pesar que contribuye grandemente a las necesidades nutricionales. Todo el hierro en las plantas, y en los alimentos no celulares de origen animal (por ejemplo huevos y productos lácteos) es no hemínico. En comparación, aproximadamente la mitad del hierro en la carne, el pescado, y aves es no hemínico; la otra mitad es hierro hemínico. La absorción del hierro no hemínico va desde 2-20%, y depende de dos factores: la influencia de otros elementos de la dieta y del monto de las reservas de hierro (27).

### 2.2.3 BIODISPONIBILIDAD DEL HIERRO HEMÍNICO.

Monsen et.al. (41) sugirió que una persona sin reservas de hierro absorberá 35% de hierro hemínico y una persona con 1 g de reserva de hierro en su organismo absorberá 15%. Hallberg (32) opina que prácticamente no hay influencia del nivel de hierro en el organismo sobre la absorción del hierro hemínico de una comida normal (que contenga 5 mg o menos de hierro hemínico), pero la absorción de una comida de morcilla (que contiene en promedio 50 mg de hierro hemínico) depende del nivel de hierro. El único factor alimenticio que se cree que influye la absorción del hierro hemínico es la presencia de carne (28).

El hierro hemínico es derivado de la hemoglobina, la proteína transportadora de oxígeno presente en la sangre, y de la mioglobina, la proteína que contiene el hierro encontrado en los músculos (23).

### 2.3. UTILIZACIÓN DE LA SANGRE COMO SUBPRODUCTO DE ANIMALES DE ABASTO.

La sangre es uno de los subproductos animales que son utilizados para consumo humano en sólo muy pequeñas cantidades. Actualmenete, la principal salida para la sangre animal es como ingrediente de concentrados alimenticios para animales y de fertilizantes. Sin embargo, la sangre animal es una fuente

potencial de proteína alimenticia, y cuando es adecuadamente procesada puede satisfacer la creciente necesidad de fuentes de proteína alimenticia de bajo costo en un gran segmento de la población (10).

La sangre animal puede ser una excelente fuente de hierro hemínico y de proteínas para el enriquecimiento de alimentos, con lo que puede constituir un elemento importante en programas que conduzcan a la reducción de la prevalencia de deficiencias de hierro y proteínas en el medio guatemalteco (31).

Mientras que en muchos países de Latinoamérica, como el nuestro, la sangre de vacunos y porcinos es casi complementamente incorporada en las aguas de lavado y proyectada al ambiente circunstante, con grave deterioro del patrimonio hídrico por su elevado poder contaminante (150.000 BOD<sub>5</sub>), en otros países como Suecia, Holanda, Dinamarca, Inglaterra, Francia, Italia; no sólo es completamente recolectada, sino que cerca del 80% es destinada a la alimentación humana, y el otro 20% a la alimentación animal (5 y 12). Sin embargo, existen objeciones de tipo religioso sobre el uso de la sangre como alimento entre los musulmanes y los hebreos (11).

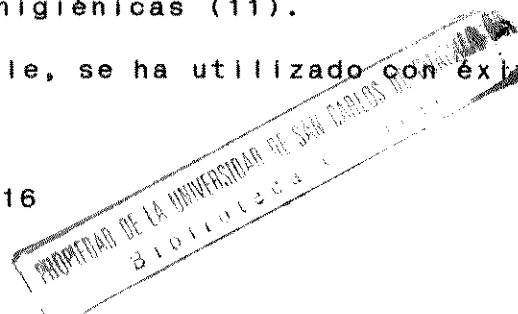
Generalmente, se piensa que el mejor modo de recuperar la sangre es el de utilizarla en la alimentación zootécnica. Esto es cierto respecto a la no utilización o también respecto a su uso como fertilizante. La adición de un anillo a la cadena alimentaria del hombre comporta siempre una pérdida de

eficiencia. En el caso de la sangre, la máxima eficiencia nutritiva se obtiene utilizándola directamente en la alimentación humana (5).

En promedio la sangre que se obtiene de animales de abasto contiene aproximadamente 80% de agua y 20% de sólidos (12). En los cuadros Nos. 2 y 3, se observa la calidad comestible de la sangre comparable a la carne como fuente de alimentos proteínicos. Análogamente, el contenido de aminoácidos, que son los bloques constructores del plasma y la proteína en la sangre entera, muestra claramente que su composición es comparable a la de la carne (11).

No aprovechar la sangre de los mataderos, que constituye el 3-5% del peso de los animales, equivale a desperdiciar gran cantidad de proteínas valiosas en regiones del mundo deficitarias en proteína (11 y 24). La sangre es bastante rica en proteínas. Cerca del 90% de su material sólido es proteína. Los otros componentes presentes en pequeñas cantidades son azúcar, colesterol, lecitina, grasa, sodio, potasio, calcio, magnesio, cloro y ácido fosfórico. El hierro, sin embargo, está presente comparativamente en grandes cantidades (12). Por otro lado, el aprovechamiento de la sangre para alimentación del hombre resultará posible sólo cuando las condiciones de los mataderos se mejoren mediante una inspección adecuada de los animales *ante* y *post mortem* y otras medidas higiénicas (11).

En algunos países como Chile, se ha utilizado con éxito la





sangre de animales de abasto, como el bovino para la fortificación de galletas utilizadas en la refacción escolar en las escuelas públicas, y de otros productos como leche y bebidas carbonatadas todavía en estudio (43).

### 2.3.1 SANGRE DE PORCINO COMO FUENTE DE HIERRO HEMÍNICO.

En Guatemala, es la Dirección General de Servicios Pecuarios -DIGESEPE- por medio de la Dirección Técnica de Control de Alimentos la encargada del control de los rastros de ganado porcino en el país. Esta institución reporta un total de nueve rastros registrados, y un número indeterminado de obradores en todo el país en donde procesan directamente la carne de cerdo. Sobre los obradores en cada departamento del país o en cada municipio del departamento de Guatemala, son las municipalidades las que envían un reporte y entregan la información a DIGESEPE, el cual esporádicamente realiza inspecciones en esos lugares (17).

El promedio de cerdos sacrificados diariamente en los rastros registrados es aproximadamente 632, y se considera que en general en Guatemala se sacrifican entre 2,000 y 3,000 cerdos cada día. (ver cuadro No.4) (17).

El peso promedio de un cerdo para la matanza es de 100 Kg con un volumen recuperable de sangre de 3.5% del peso del animal (cuadro No.3). Por lo tanto, si se recolectara la sangre de la

matanza diaria del país se tendría un buen suministro de sangre aproximadamente 80,990 litros de sangre.

DIGESEPE reporta que la sangre de cerdo tiene cierta utilización. En algunos rastros la usan -directamente o como concentrado- como alimento para los cerdos, y parte la destinan para la elaboración de morcillas (17).

#### 2.4. POSIBLES EFECTOS DE INTERACCIÓN CONSOMÉ-MORCILLA.

Algunos de los ingredientes de los consomés de marcas comerciales son glutamato monosódico, carne y grasa de pollo, sal, azúcar, cebolla, ajo, perejil y especias.

Por las características del hierro hemínico, ninguno de estos ingredientes podría influir en su absorción. Sin embargo, se puede esperar que el hierro actúe como catalizador en la oxidación de los lípidos presentes en el consomé y los que posee la morcilla. En la industria de alimentos es importante observar con cuidado la autooxidación de lípidos bajo condiciones dadas de proceso y almacenamiento; ya que esto podría alterar las propiedades sensoriales u organolépticas de los productos, produciendo mal sabor y olor originados por los productos del fenómeno de oxidación (31).

La oxidación de los lípidos es una de las principales causas de deterioro de los alimentos, lo que representa un gran interés económico para la industria alimentaria, ya que da lugar al

enranciamiento en los aceites comestibles y en los alimentos que contienen grasas, lo que hace que estos alimentos sean inaceptables para el consumidor o que reduzcan su vida útil. Además, las reacciones de oxidación pueden disminuir la calidad nutritiva de los alimentos, y algunos productos de oxidación son potencialmente tóxicos (18).

La autooxidación en sí y sus productos finales dependen en gran medida de las condiciones de oxidación tales como temperatura, tipo de ácidos grasos, catalizadores, ubicación de dobles enlaces y cantidad de oxígeno (31).

#### **2.5. PERSPECTIVAS DE CALDOS DESHIDRATADOS FORTIFICADOS CON MORCILLA COMO FUENTE DE HIERRO HEMÍNICO EN GUATEMALA.**

Como ya se mencionó, en Guatemala, el INCAP ha estado en constante búsqueda de fortificar con hierro alimentos de consumo popular, especialmente para infantes, niños preescolares y mujeres embarazadas y nodrizas. Dentro de este esquema fueron desarrollados productos como la Incaparina y la Galleta nutritiva.

Encuestas de consumo realizadas por el INCAP en áreas rurales y urbanas marginales, han señalado que ciertos alimentos como los caldos en sobre o en tabletas o cubitos (tipo consomé) gozan de un alto consumo en las zonas rurales y periurbanas de diversos países, incluido el nuestro, siendo quizá, consumidos

de manera más frecuente que la Incaparina o la galleta nutritiva (26). Un ejemplo de esto es la encuesta de frecuencia de consumo de alimento realizada en comunidades de Sanarate, departamento de El Progreso en Guatemala en el período de 1992 a 1993 por el INCAP; cuyos datos mostraron que el consumo diario promedio de toda la población estudiada era de 3.38 g de caldo deshidratado por persona. El consumo diario promedio por comunidad estudiada iba desde 2.31 g hasta 5.59 g de caldo deshidratado por persona. El 29.42% de las personas del total de las comunidades estudiadas consumen el caldo deshidratado (25).

Dado lo anterior, la fortificación de un consomé con hierro constituye entonces un producto adecuado para llegar a un amplio segmento de la población, e incluye a la población más vulnerable. Se decidió realizar el estudio de fortificación utilizando un consomé de marca comercial, ya que está demostrado que un proceso de fortificación tiene mejores resultados si se escoge como vehículo un alimento con un mercadeo establecido (30).

Por lo tanto, este estudio se presenta como una opción para cubrir la deficiencia nutricional de hierro en la población guatemalteca, especialmente enfocado a la más vulnerable: niños en período de ablactación o destete, preescolares, mujeres en edad fértil, embarazadas y lactantes, principalmente de regiones rurales, segmento aún no cubierto por los programas de suplementación gubernamental.

### 3. Justificación

En los países del área centroamericana además de una malnutrición proteico-calórica existe una deficiencia en micronutrientes. Los micronutrientes más deficitarios son el hierro, la vitamina A y el yodo, los cuales representan nutrientes esenciales para la salud y la nutrición humana.

La deficiencia de hierro es la causa principal de anemia en la región centroamericana, y se considera como el mayor problema de salud en los países en desarrollo como Guatemala. Constituyendo la población más vulnerable infantes, niños en edad preescolar, mujeres en edad fértil, embarazadas y lactantes.

Es posible lograr reducciones significativas en las deficiencias de micronutrientes, como el hierro, a corto o mediano plazo. La mayoría de micronutrientes abundan en la naturaleza, y a menudo pueden satisfacerse los requisitos diarios con alimentos poco costosos. Sin embargo, la población afectada con frecuencia desconoce los alimentos que debe comer y la importancia de los mismos. Y en el caso específico del hierro, los alimentos que por su bajo precio están al alcance de la población, tienen hierro de baja biodisponibilidad y susceptible a inhibición en su absorción.

La fortificación de alimentos que estén al alcance y sean de alto consumo por grandes segmentos de la población, es el

método más práctico para combatir deficiencias de micronutrientes ya que los programas de suplementación son efectivos pero de un costo elevado debido al sistema de distribución que requieren.

Uno de los alimentos de mayor consumo por la población es el caldo o consomé deshidratado; este es utilizado como alimento y como sazónador de una amplia variedad de comidas. Además, tiene las ventajas de su bajo costo y de que llega a grandes segmentos de la población. Se considera como un alimento de amplio consumo por la población más vulnerable a deficiencias nutricionales.

Por esto en este estudio se le ha escogido como vehículo de fortificación con hierro orgánico -hierro hemínico- que es el hierro de mayor biodisponibilidad.

La fuente de hierro hemínico a utilizar fue la morcilla, que es un alimento de amplio consumo en algunas regiones rurales del país, tiene un importante valor nutricional principalmente por su alto contenido de hierro de alta biodisponibilidad. Este alimento, por sí solo, se presenta como una buena opción nutricional para los sectores más necesitados del país; y en el caso de este estudio como un potencial fortificante del vehículo escogido.

## 4. Objetivos

### GENERAL:

Desarrollar la fortificación de un caldo deshidratado con hierro hemínico, para contribuir a disminuir la deficiencia de hierro en niños en período de ablactación y preescolares escolares, madres embarazadas y lactantes de Guatemala.

### ESPECÍFICOS:

1. Desarrollar una formulación de morcilla con alto contenido de hierro hemínico para fortificar caldos deshidratados.
2. Determinar los cambios que el hierro hemínico de la morcilla pueda causar en las propiedades sensoriales u organolépticas y nutricionales del caldo deshidratado.
3. Establecer la aceptabilidad de los productos preparados en madres de una comunidad rural o periurbana.
4. Definir la estabilidad del producto fortificado.
5. Determinar los costos de elaboración del fortificante y la viabilidad de implementación del proyecto.

## 5. Hipótesis

Es factible tecnológica y económicamente la fortificación de caldos deshidratados con morcilla como fuente de hierro hemínico.



## 6. Materiales y métodos

### A.1 MATERIALES:

A.1.1. *Sangre de cerdo:* se utilizó sangre porcina obtenida de un matadero del departamento de Guatemala.

A.1.2. *Grasa de cerdo:* se utilizó grasa arriñonada de cerdo, obtenida de un matadero del departamento de Guatemala.

A.1.3. *Piel de cerdo:* se utilizó piel de cerdo de la parte de la panzeta llamada también unto, obtenida de un matadero del departamento de Guatemala.

A.1.4. *Especies:* clavo y nuez moscada en polvo, obtenidas en el mercado local.

A.1.5. *Sal común:* se utilizó sal yodada obtenida en el mercado local. En proporción de 20 g de sal por cada litro de sangre de cerdo (17).

A.1.6. *Tripa natural de cerdo:* se utilizó tripa de cerdo previamente tratada, de la parte del intestino delgado, obtenida en el mercado local.

A.1.7. *Caldos deshidratados de marca comercial, de pollo y res:* se utilizaron caldos deshidratados de la marca comercial de mayor demanda en el mercado local, en sabores de pollo y res con tomate.

## A.2. EQUIPO:

A.2.1. *Molino de carne, disco número 8:* molino manual, con un tornillo sin fin y un disco con agujeros de 0.98 cm de diámetro.

A.2.2. *Marmita con control de temperatura:* se utilizó una marmita que funciona a base de vapor proveniente de una caldera. Con enchaquetamiento para una presión de diseño de 90 PSI y una temperatura de 350°F. Equipo de la casa Lee Metal Products Co.

A.2.3. *Horno convectivo:* se utilizó un horno convectivo marca Thelco, GCA Precision Scientific.

A.2.4. *Molino de discos:* para triturar y moler la morcilla seca. Se utilizó un molino manual de discos para moler la morcilla deshidratada.

A.2.5. *Balanzas:* semianalítica y analítica, para pesar los ingredientes para la fabricación de morcilla.

A.2.6. *Recipientes de acero inoxidable.*

A.2.7. *Cuchillos*

A.2.8. *Embudo*

A.2.9. *Beakers de cristal*

A.2.10. *Termómetro de carátula*

## B. MÉTODOS

El trabajo experimental para la elaboración de una formulación de morcilla con alto contenido de hierro hemínico

para la fortificación de los caldos deshidratados se desarrolló en etapas, cada una con sus respectivos métodos.

#### **ETAPA 1: DESARROLLO DE LA FORMULACIÓN DE MORCILLA.**

1.1 Para determinar la formulación de morcilla a utilizar, se realizaron varias pruebas a nivel de planta piloto. Esta formulación debía cumplir con tener el más alto contenido de hierro, el más bajo contenido de grasa y piel de cerdo, con los cuales fuera posible obtener un embutido que tuviera un comportamiento aceptable bajo condiciones drásticas de almacenamiento.

1.2 Las formulaciones de las pruebas realizadas fueron las presentadas en la Tabla No. 1 (anexos).

1.3 El procedimiento de elaboración de la morcilla fue el siguiente: Se agregó la sal a la sangre (20 g sal/litro) y se agitó para remover la fibrina. Se coció el cuero y la grasa de cerdo en una marmita enchaquetada a 80°C durante una hora. Se cortó la grasa y el cuero en pequeños trozos, se pasó por el molino, se mezcló y se agregaron las especias. Se mezcló la sangre con la mezcla de cuero y grasa. Se embutió la mezcla en tripa de cerdo previamente tratada para su desinfección y humedecida para facilitar la operación. Se coció el embutido en

una marmita enchaquetada a 80°C durante 30 minutos. Por último se lavaron las morcillas y se enfriaron rápidamente (17 y 38).

El proceso de deshidratación fue el siguiente: se colgaron las morcillas dentro de un horno convectivo en la parte superior. Se secaron a 48-50°C durante 72 horas (14).

1.4 Los métodos de análisis proximal y de determinación de hierro que se utilizaron fueron los siguientes:

- 1.4.1 Determinación de proteínas: método Kjendalh. A.O.A.C. utilizando factor de conversión 6.25. (19)
- 1.4.2 Determinación de Humedad: método A.O.A.C. (19)
- 1.4.3 Determinación de lípidos: método A.O.A.C. (Soxhlet) (19)
- 1.4.4 Determinación de cenizas: método A.O.A.C. (19)
- 1.4.5 Determinación de extracto libre de nitrógeno: por diferencia.
- 1.4.6 Determinación de hierro: método A.O.A.C. (19)
- 1.4.7 Determinación de índice de peróxidos (34).
- 1.4.8 Determinación de índice de acidez (34).

Para verificar la estabilidad de cada formulación se dejaron muestras de morcilla seca y molida de cada formulación en condiciones drásticas de almacenamiento a una temperatura de 37°C y humedad relativa de 75%. Para controlar estas condiciones, se colocaron las muestras de morcillas secas y molidas en

deseccadoras que contenían soluciones sobresaturadas de cloruro de sodio para alcanzar la humedad deseada; las deseccadoras se colocaron dentro del cuarto a temperatura controlada en la planta piloto del INCAP para alcanzar 37°C (36).

Se realizaron pruebas de peróxidos, e índice de acidez al inicio, 1, 2, y 3 semanas después; con el objeto de ver el efecto del hierro sobre la estabilidad de las grasas en condiciones drásticas de almacenamiento.

## **ETAPA 2: FORTIFICACIÓN DE CONSOMÉS EN POLVO DE MARCAS COMERCIALES CON MORCILLA DESHIDRATADA.**

Para determinar el porcentaje de fortificación del caldo deshidratado de pollo y res con la formulación de morcilla seleccionada en la etapa anterior, se realizó un panel sensorial u organoléptico de preferencia (44). Se utilizaron las boletas Nos.1 y 2 mostradas en Anexos, dando a cada panelista tres muestras de caldo deshidratado preparado con tres diferentes porcentajes de fortificación.

Los porcentajes utilizados fueron aditivos al peso del caldo deshidratado utilizado; es decir, se adicionó 10, 15 y 20% del peso del caldo en peso de morcilla seca y molida. El panel se llevó a cabo en el laboratorio de análisis sensorial del INCAP, con 25 jueces no entrenados.

Las muestras de caldo fortificado a analizar, se prepararon sin alterar las indicaciones de los sobres de los caldos de la marca comercial utilizada. Esto en cuanto a la relación de volumen de agua caliente y cantidad de caldo deshidratado a usar para la preparación del caldo. Por lo que para un sobre de 12 g de caldo deshidratado más la adición del 10, 15 ó 20% en peso de morcilla (que significan la adición de 1.2, 1.8 ó 2.4 g de morcilla seca y molida respectivamente) se agregó medio litro de agua caliente.

#### **ETAPA 3: ANÁLISIS Y EVALUACIÓN QUÍMICO NUTRICIONAL DEL CONSOMÉ FORTIFICADO.**

Se utilizaron los mismos métodos de la etapa 1; es decir, de análisis proximal y de determinación de hierro.

#### **ETAPA 4: EVALUACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD DEL PRODUCTO FORTIFICADO**

De los resultados de la etapa 3, se realizaron dos pruebas de aceptabilidad de los caldos deshidratados de pollo y de res fortificados al 15% de adición con morcilla.

Se realizó un panel interno de aceptabilidad en el laboratorio de análisis sensorial de INCAP, con 25 jueces no

entrenados (44). Se utilizaron las boletas Nos. 3 y 4 que se muestran en anexos.

El panel externo de aceptabilidad, se llevó a cabo en la aldea El Carmen Guillén, en el municipio de San Miguel Petapa del departamento de Guatemala, y se usaron las instalaciones de la escuela de la aldea. Se utilizaron también las boletas Nos. 3 y 4. El panel fue realizado con 20 mujeres, madres de niños en período de ablactación o destete.

La preparación de las muestras de los caldos fortificados evaluados se hizo de la misma forma que en la etapa 2. Los caldos fortificados con morcilla se prepararon considerando el 15% de morcilla como un porcentaje aditivo al peso de caldo deshidratado utilizado; sin embargo, la relación volumen de agua y peso del caldo deshidratado se mantuvo siguiendo las indicaciones de preparación del productor.

#### ETAPA 5: ESTUDIO DE ESTABILIDAD DEL PRODUCTO FORTIFICADO.

Para realizar el estudio de estabilidad, se prepararon muestras del producto final con el porcentaje de fortificación con mayor aceptabilidad. Se utilizó el mismo material de empaque del producto comercial no fortificado. Se dejaron las muestras en almacenamiento acelerado a una temperatura de 37°C y humedad relativa de 75% de la misma forma que en la etapa 1.

37 PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

Se realizaron pruebas de peróxidos, índice de acidez al inicio, 2, y 4 semanas después; con el objeto de ver el efecto del hierro sobre la estabilidad de las grasas, y de comparar el comportamiento del producto comercial y el comercial fortificado en almacenamiento acelerado.

#### ETAPA 6: EVALUACIÓN DE COSTOS DE LA ELABORACIÓN DEL FORTIFICANTE.

La evaluación económica se basó, únicamente, en los costos de elaboración del fortificante.

Para la determinación de los costos se consideraron los costos directos e indirectos producto de la elaboración de morcilla (40). Se contempló, en general, el costo de la elaboración de la morcilla, secado, y molienda. Considerando que la morcilla seca y molida puede ser mezclada con el caldo deshidratado comercial en la etapa en que a éste se le mezclan los condimentos, solamente fue considerado el costo de preparación de la misma.

Los costos directos de la elaboración de morcilla se determinaron en base a cotizaciones hechas en el mercado nacional. Los costos de la materia prima se realizaron en base a cotizaciones realizadas en rastros y expendios de carne y productos de cerdo en del departamento de Guatemala. La



depreciación del equipo por utilizar se determinó por medio del método de línea recta para una vida útil de 15 años, en base a costos del equipo según cotizaciones hechas en el mercado local.

## 7. Resultados y discusión

### ETAPA 1: DESARROLLO DE LA FORMULACIÓN DE MORCILLA.

Para determinar la formulación de morcilla por utilizar, se realizaron pruebas piloto con cinco diferentes formulaciones (tabla No.1) siguiendo el proceso de elaboración descrito en el diagrama No.1.

Estas formulaciones se establecieron con el objeto de elevar el porcentaje de sangre de cerdo en la morcilla y estudiar cuál era el máximo porcentaje posible de utilizar. Los porcentajes de las otras materias primas: cuero y grasa de cerdo, se utilizaron manteniendo una relación de dos a uno en todas las formulaciones. De esta forma la formulación uno fue la de mayor porcentaje de cuero y grasa, y menor porcentaje de sangre; y la formulación cinco fue la de menor porcentaje de cuero y grasa, y mayor porcentaje de sangre.

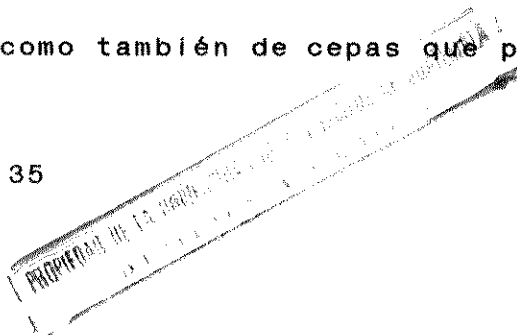
Los resultados del análisis de composición química proximal de las cinco formulaciones probadas (cuadro No.5) y el contenido de hierro en mg Fe/100 mg de cada una (cuadro No.6) mostraron que las cinco formulaciones contienen un alto contenido de proteínas comparado con el contenido de 18% que se reporta para la morcilla comercial (20). Las formulaciones cuatro y cinco fueron las de mayor contenido proteico, sin diferencia estadísticamente

significativa entre estos dos valores ( $p < 0.05$ ); por lo que el contenido de proteínas aumentó con el contenido de sangre.

Con respecto al contenido de hierro, se observó que en comparación con el dato que se reporta de 44.9 mg Fe/100g (20) para la morcilla comercial, las formulaciones dos a la cinco tuvieron un mayor contenido de hierro. Esto se debió a que la composición de la morcilla comercial muestra mayor contenido de grasa que contenido de sangre (20), situación inversa para el caso de las formulaciones estudiadas. Por lo que comparando contenidos de hierro es razonable que el de las formulaciones estudiadas sea mayor que el reportado para la morcilla comercial, considerando que la sangre de cerdo se reporta alta en proteínas y especialmente en hierro hemínico (cuadro No.1).

De lo anterior se observó que en general las formulaciones tuvieron un contenido nutricional importante principalmente en lo que respecta al contenido de hierro y proteínas, por lo que por sí solas como alimento constituyen una buena fuente de nutrientes para la población deficitaria.

En el proceso seguido para la elaboración de la morcilla (diagrama No.1) de las diferentes formulaciones, parte importante fue el cocimiento final del embutido, a 80°C durante una hora. Esto fue con el objeto de lograr una temperatura interior de 72 a 75°C, ya que por el alto contenido de sangre y cuero, posee un pH elevado, condición ideal para el desarrollo, tanto de microorganismos putrefactores como también de cepas que pueden



provocar intoxicaciones alimentarias (38). Por ello es importante lograr esta temperatura interior, luego enfriarlos en forma inmediata y si el proceso de deshidratación no se diese en forma inmediata, mantenerlos bajo condiciones de refrigeración (38).

La temperatura de cocción recomendada para la morcilla es adecuada considerando que el calor excesivo desnaturaliza las proteínas, que son parte importante de este alimento (35). A esta temperatura se pueden destruir los organismos putrefactores y los que producen algunas enfermedades; sin embargo no es suficiente para matar las esporas, por lo que se recomienda asepsia en el manejo de los materiales y en la elaboración de la morcilla (35).

En la etapa de deshidratación es importante que el calor sea constante y bien distribuido, para obtener un proceso uniforme (12). Durante esta etapa se observó pérdida de humedad en el producto, también de grasa, la cual se derretía y por la porosidad de la tripa se escurría del embutido. Esta pérdida de humedad representó para las formulaciones probadas porcentajes entre 58 y 70%, aumentando este porcentaje de la formulación uno a la cinco.

Los resultados de la estabilidad en condiciones drásticas de almacenamiento (temperatura de 37°C, humedad relativa de 75% y sin utilizar ningún material de empaque) de las cinco formulaciones se midieron en función de la determinación del índice de acidez (cuadro No.7) y del índice de peróxidos (cuadro No.8).

De lo anterior se observó que las formulaciones tres y cuatro fueron las que por más tiempo cumplían con el límite aceptable de acidez que se reportan para mezcla de grasa y manteca de cerdo en el Codex Alimentarius de no más 0.8 mg KOH/g (15). La formulación cuatro presentó mejor comportamiento, ya que durante dos semanas se mantuvo dentro de los límites establecidos.

Los resultados del análisis de índices de peróxidos muestran que las formulaciones uno y dos a lo largo de las tres semanas de almacenamiento en condiciones drásticas, se mantuvieron dentro de los límites establecidos de no más de 100 meq/Kg por el Codex Alimentarius (15). Sin embargo, las fórmulaciones tres y cuatro después de una semana de almacenamiento en condiciones drásticas de temperatura y humedad aún se mantenían dentro de los límites aceptables.

En base a factores como: contenido de hierro principalmente, contenido de proteínas y comportamiento durante el almacenamiento en condiciones drásticas de temperatura y humedad; se eligió la formulación cuatro (85% sangre, 10% piel, 5% grasa) para realizar los estudios siguientes. En esta elección se consideró que generalmente los embutidos tienen que estar en condiciones de refrigeración y principalmente que en el estudio de almacenamiento acelerado no fue utilizado ningún tipo de material de empaque para protección de la morcilla, por lo que su estabilidad podría alargarse mejorando estas condiciones.

ETAPA 2: ANÁLISIS Y EVALUACIÓN QUÍMICA NUTRICIONAL DEL CONSOMÉ FORTIFICADO.

Para evaluar la calidad nutricional del caldo deshidratado de pollo y res con respecto a caldos deshidratados fortificados de pollo y res con porcentajes aditivos de 10, 15 y 20% de morcilla, se realizó el análisis de la composición química proximal (cuadros Nos.9 y 10) y de contenido de hierro (cuadro No.11) a muestras de estos productos.

Para el caldo deshidratado sabor a pollo, el contenido de humedad del caldo sin fortificar fue significativamente ( $p < 0.05$ ) menor que el del fortificado con porcentajes aditivos de 10, 15 y 20% de morcilla. El contenido de humedad aumentó al incrementar el porcentaje de fortificante, de 6.8 a 8.69 %; sin embargo, al llegar al 20% de fortificante hubo un descenso, menor solamente que el nivel de 15% de fortificante pero sin ser significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ) entre sí.

Para el caldo con sabor a res, el contenido de humedad aumentó significativamente ( $p < 0.05$ ) desde el valor obtenido para el caldo sin fortificar comparado con todos los porcentajes aditivos de fortificación. Sin embargo aunque el aumento se dió directamente al aumentar el porcentaje de fortificación, los valores encontrados de humedad para los distintos porcentajes no difieren significativamente entre sí ( $p < 0.05$ ). Estos valores de humedad fueron de 5.37 hasta de 7.27%.

Los resultados de contenido de humedad obtenidos para los caldos fortificados de res y de pollo concordaron con los que según la humedad del caldo (6.8% caldo de pollo, 5.4% caldo de res) y de la morcilla utilizada (20.5% morcilla de la formulación cuatro) por sí solos debían tener. Este aumento en el contenido de humedad que causa la fortificación con morcilla de 20.5% de humedad, afectó la estabilidad del producto en condiciones drásticas de almacenamiento. El contenido de humedad de la morcilla utilizada posiblemente podría reducirse aumentando el tiempo o la temperatura de secado del embutido.

El contenido de cenizas mostró un aumento en todos los porcentajes de fortificación comparados con el caldo de pollo sin fortificar. Existe diferencia estadísticamente significativa entre todas las muestras, excepto entre los niveles de 10 y 15% ( $p < 0.05$ ).

En el caso del sabor a res el menor contenido de cenizas fue para el caldo fortificado al 10% con diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) con los demás caldos. Sin embargo el caldo de res sin fortificar tiene significativamente ( $p < 0.05$ ) menor contenido de cenizas que el fortificado al 15 y 20%.

Este aumento en el contenido de cenizas al aumentar el porcentaje aditivo de morcilla presente en cada muestra de caldo, se debió a la morcilla agregada que significó un aumento de hierro, ya que en las cenizas es en donde se encuentra este mineral.

El contenido de grasa para caldo de pollo sin fortificar mostró que es significativamente ( $p < 0.05$ ) menor que los fortificados con 10%, 15% y 20%. Esto es debido a que la formulación de morcilla utilizada tenía un mayor contenido de grasa (cuadro No.5) que el caldo de pollo sin fortificar y aunque la cantidad agregada para cubrir los porcentajes en peso de fortificación fue muy pequeña, causó un aumento en el contenido de grasa del producto final.

El contenido de grasa para el caldo de res mostró un comportamiento similar. Aumentó significativamente ( $p < 0.05$ ) conforme aumentó el porcentaje de fortificante. Este comportamiento también se debió a que el contenido de grasa en la formulación de morcilla utilizada fue mayor que el contenido de grasa del caldo de res sin fortificar, por lo que al agregar la morcilla en los diferentes porcentajes el contenido de grasa aumentó.

Con respecto al contenido de proteínas, el caldo de pollo aumentó su contenido al aumentar el porcentaje de fortificante. Existiendo diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ), únicamente entre los caldos con 10 y 15% de morcilla. Esto se debió a que la morcilla utilizada tenía un alto contenido de proteínas (cuadro No.5), mayor que el contenido del caldo de pollo sin fortificar (cuadro No.9), por lo que al agregarla en los diferentes porcentajes el contenido de proteínas aumentó. El

El contenido de proteínas para el caldo de res aumentó



también al aumentar el porcentaje de morcilla como fortificante. No se encontró diferencia, estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ), entre los caldos con 15 y 20% de morcilla. Al igual que con el caldo de pollo, es el alto contenido de proteína de la morcilla utilizada el que causó el aumento de proteína en los caldos fortificados con morcilla en diferentes porcentajes aditivos.

La cantidad de extracto libre de nitrógeno en el caldo sabor a pollo fue mayor que en los caldos fortificados. Sin embargo el menor valor de extracto libre de nitrógeno se encontró en el caldo fortificado al 15% de morcilla. Esta disminución general en el contenido de extracto libre de nitrógeno encontrada en los caldos fortificados comparada con el del caldo sin fortificar, se debió a que la morcilla utilizada fue baja en éste (cuadro No.5), ya que mostró un alto contenido de proteínas, hierro y grasa.

El contenido de extracto libre de nitrógeno en el caldo de res también fue mayor que en los caldos fortificados. Debido a la misma razón que en el caso del caldo de pollo.

El análisis de contenido de hierro (cuadro No.11) en el caldo de pollo mostró que éste tiene un contenido significativamente menor ( $p < 0.05$ ) que el caldo de pollo fortificado con los diferentes porcentajes de morcilla. El contenido de hierro en los caldos fortificados aumentó conforme aumentó el porcentaje de morcilla, como era de esperarse debido al alto contenido de hierro de la morcilla utilizada (cuadro No.6). Este comportamiento del análisis del caldo de pollo, es igual al obtenido para el caldo de res.

Estos resultados se deben a que la formulación de morcilla utilizada para fortificar los caldos tiene un alto contenido de hierro (cuadro No.6), por lo que una pequeña cantidad agregada a los caldos eleva el contenido original de hierro de estos.

El contenido de hierro de la formulación de morcilla elegida para la fortificación es de 105.71 mg Fe/100g (cuadro No.6). En base a este contenido, la fortificación de un sobre de caldo deshidratado de pollo o res (peso neto 12 g) con un porcentaje aditivo de morcilla de 15% del peso del caldo (13.04% en porcentaje real) aporta 1.65 mg de hierro hemínico por sobre. Cada sobre da un rendimiento de dos porciones de caldo, por lo que cada sobre fortificado aportaría 0.82 mg de hierro hemínico por porción. Considerando que el hierro hemínico tiene una biodisponibilidad de 15% (34), cada porción de caldo fortificado contribuye con 0.12 mg de hierro absorbibles. Por tanto, cada porción de caldo fortificado contribuye aproximadamente con el 28% de los requerimientos de hierro absorbible para niños en período de ablactación o destete y con 14% de los requerimientos para mujeres lactantes (21).

En general, los datos de hierro obtenidos para los caldos fortificados en los tres porcentajes aditivos probados para los dos sabores estudiados: pollo y res; muestran resultados un poco menores que los esperados considerando el contenido de hierro de la formulación de morcilla utilizada (105.71 mg Fe/100g según cuadro No.6). Sin embargo, muestran que la fortificación con

morcilla aumenta el contenido de hierro original de estos caldos.

Otro aporte nutricional importante de la fortificación de los caldos deshidratados con morcilla es en proteínas; considerando que la morcilla utilizada mostró un contenido de 54.08% de proteínas (cuadro No.5), el caldo de pollo comercial 8.7% y el de res 6.24%. Considerando estos contenidos, el aporte por porción de caldo de pollo fortificado con el 15% aditivo de morcilla es de 0.88 g de proteína y la porción del caldo de res fortificado 0.75 g. Niños en período de ablactación o destete requieren de 14 g diarios y mujeres embarazadas y lactantes de 60 a 65 g diarios (29). Por lo tanto, una porción de caldo de pollo fortificado con un 15% aditivo de morcilla representa un 6.3% y un 1.4% de los requerimientos diarios de proteína para niños en periodo de ablactación y, mujeres embarazadas y lactantes, respectivamente. Y una porción de caldo de res fortificado con un 15% aditivo de morcilla representa un 5.4% y un 1.2% de los requerimientos diarios de proteína para niños en periodo de ablactación y, mujeres embarazadas y lactantes respectivamente.

Los resultados de composición química proximal de los caldos fortificados mostraron que este aumento en el contenido proteico de los caldos es importante (cuadros No.9 y 10).

ETAPA 3: FORTIFICACIÓN DE CONSOMÉS EN POLVO, DE MARCAS  
COMERCIALES, CON MORCILLA DESHIDRATADA.

Con morcilla deshidratada y molida, elaborada conforme a la formulación cuatro, se fortificaron muestras de caldos deshidratados de marcas comerciales en dos sabores: pollo y res. Se estudiaron tres diferentes porcentajes aditivos de fortificación: 10, 15 y 20%. Se estudiaron porcentajes aditivos de fortificación considerando que la morcilla no se disolvía en el caldo ya preparado; de esta forma no se alteraba la forma de preparación sugerida por el fabricante de los caldos utilizados en relación a la cantidad de agua a utilizar para disolver el caldo deshidratado, además de alterar lo menos posible el sabor del caldo.

El porcentaje de fortificación se determinó únicamente en base a pruebas sensoriales u organolépticas. Esto debido principalmente a que el fortificante obtenido del proceso de elaboración y secado de la morcilla, es de un color oscuro, lo cual afecta directamente a la presentación del caldo deshidratado.

Para determinar el porcentaje de fortificación a utilizar, se realizó un panel sensorial u organoléptico de preferencia (boletas Nos.1 y 2). Se contó con la participación de 25 jueces consumidores no entrenados.

Según los resultados obtenidos (cuadro No.9), no hay

diferencia, estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ), entre los punteos por ordenamiento para los tres diferentes porcentajes de fortificación para los dos sabores de caldos: pollo y res. En lo que respecta a la preferencia, tampoco hubo diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) entre los tres porcentajes probados, tanto para el sabor de pollo como para el de res, al utilizar una escala hedónica de siete puntos.

Según los resultados de los análisis de determinación de hierro para la formulación de morcilla No.4 elegida, la fortificación de los caldos de ambos sabores con 10% significa que el contenido de hierro de un sobre de caldo deshidratado se aumenta en 1.27 mg de hierro de alta biodisponibilidad. De igual forma para la fortificación al 15% se aumenta en 1.9 mg y en 2.54 mg para 20% respectivamente. Por lo que no se encontraron diferencias, estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ), en la preferencia del porcentaje de fortificación en los dos sabores de caldos deshidratados estudiados, para este estudio se decidió tomar el porcentaje intermedio de 15% para desarrollar las siguientes etapas de la investigación.

#### **ETAPA 4: EVALUACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD DEL PRODUCTO FORTIFICADO**

Para la evaluación de la aceptabilidad del producto fortificado: caldo de pollo y de res fortificados al 15% con morcilla de la formulación cuatro, se realizó un estudio de

aceptabilidad general, con un panel interno y uno externo. Esta prueba consistió en comparar la aceptabilidad del caldo fortificado (de pollo y res) contra la referencia, el caldo sin fortificar (de pollo y res).

En las boletas (boletas No.3 y 4) utilizadas se empleó una escala de 15 puntos que compara la aceptabilidad del caldo fortificado al 15% con respecto a la aceptabilidad del caldo sin fortificar de referencia (R). Así los extremos de las escalas corresponden a una aceptabilidad mucho menor que R y a una aceptabilidad mucho mayor que R, siendo el punto medio de la escala una aceptabilidad igual a R.

El panel de aceptabilidad interno se realizó en el laboratorio de análisis sensorial del INCAP con la participación de 25 jueces consumidores no entrenados.

Los resultados de esta evaluación sensorial de aceptabilidad (cuadro No. 13) muestran que la aceptabilidad del caldo fortificado de pollo y de res no muestran diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) entre sí, aunque es mayor la aceptabilidad del caldo de res que la del caldo de pollo.

El panel externo de aceptabilidad (boletas No.3 y 4), se llevó a cabo en la aldea El Carmen Guillén, en el municipio de San Miguel Petapa del departamento de Guatemala, utilizando las instalaciones de la escuela de la aldea. El panel fue realizado con 20 mujeres, madres de niños en período de ablactación. Y

aunque los valores de aceptabilidad para los caldos fortificados tanto de pollo como de res (cuadro No.14) fueron mayores que los obtenidos en el panel interno (cuadro No.13), el comportamiento es similar. No se encontró diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) entre la aceptabilidad encontrada para el caldo de pollo y res fortificados al 15%, a pesar que se obtuvo mayor aceptabilidad para el caldo de res fortificado que para el de pollo fortificado.

De los valores de aceptabilidad obtenidos, en los dos paneles para los dos sabores de caldos fortificados al 15%, se observa según las puntuaciones que todos tienen una aceptabilidad ligeramente mayor que la del producto de referencia (sin fortificar). Siendo esto mayor para el panel externo realizado en un comunidad periurbana con madres de niños en período de ablactación. Esto pudo deberse a que es en las áreas periurbanas y rurales del país en donde la morcilla es consumida frecuentemente, por lo que el caldo con morcilla fue de mejor aceptación.

#### **ETAPA 5: ESTUDIO DE ESTABILIDAD DEL PRODUCTO FORTIFICADO.**

El hierro en los alimentos puede catalizar la oxidación de los lípidos presentes en éstos, causando malos sabores y olores originados por los productos del fenómeno de oxidación (31).

Debido a esto se estudió la estabilidad de los caldos deshidratados de pollo y res fortificados al 15% con morcilla -porcentaje elegido en etapas anteriores-, en condiciones drásticas de almacenamiento.

Para este estudio, se sometieron a almacenamiento en condiciones drásticas durante un mes, muestras de caldos deshidratados de pollo y res fortificados al 15% con la formulación de morcilla elegida, y muestras de referencia de estos caldos deshidratados sin fortificar. Las condiciones drásticas de almacenamiento utilizadas fueron: temperatura de 37°C y humedad relativa de 75%. Para las muestras de caldos fortificados se utilizó el mismo material de empaque del caldo sin fortificar de marca comercial del mercado local.

Se realizaron análisis de índice de acidez (cuadro No.15) e índice de peróxidos (cuadro No.16) a las muestras de caldos fortificados y caldos sin fortificar de referencia, al inicio, dos y cuatro semanas de almacenamiento acelerado.

Los resultados de índice de acidez (cuadro No.15) mostraron que tanto para el caldo de pollo como para el de res, los caldos sin fortificar tenían menor contenido de acidez que los caldos fortificados al 15% de morcilla. Sin embargo tanto los caldos fortificados como los de referencia se encontraron dentro de los límites permitidos de índice de acidez (15), por lo que todas las muestras analizadas mantenían este nivel hasta un mes después de almacenamiento acelerado. El análisis para el caldo de pollo,



muestra valores más altos para el caldo de pollo fortificado y sin fortificar, que para el caldo de res fortificado y sin fortificar. Esto es debido a que el contenido de grasa del caldo de pollo fortificado al 15% y sin fortificar (cuadro No. 9) es mayor que el contenido de grasa del caldo de res fortificado al 15% y sin fortificar (cuadro No.10), lo que provoca que se aumenten los efectos del almacenamiento en condiciones drásticas.

Los resultados de índice de peróxidos (cuadro No.16) mostraron comportamiento similar que los de índice de acidez. Los caldos de pollo y res sin fortificar mostraron menor contenido de peróxidos que los caldos de pollo y res fortificados. De la misma forma, a pesar de esa diferencia, todos los valores mostraron que el contenido de peróxidos para cada muestra estudiada se mantuvo dentro de los límites permitidos (15) durante un mes de almacenamiento en condiciones drásticas. Este comportamiento también es debido a que los caldos de pollo, fortificado al 15% y sin fortificar (cuadro No.9), contienen mayor cantidad de grasa que los caldos de res, fortificado al 15% y sin fortificar (cuadro No.10).

Los resultados anteriores mostraron diferencia, estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ), para los resultados de caldo de pollo de referencia y fortificado a las cuatro semanas de almacenamiento, y para el caldo de res de referencia y fortificado al inicio, dos y cuatro semanas de almacenamiento en condiciones drásticas.

De lo anterior se deduce, que la fortificación al 15% de morcilla de caldos de pollo y res, no afecta la estabilidad del producto hasta un mes de almacenamiento en condiciones drásticas.

#### ETAPA 6: EVALUACIÓN DE COSTOS DE LA ELABORACIÓN DEL FORTIFICANTE

Las deficiencias de micronutrientes acarrear grandes costos debido a sus múltiples efectos: reducción del rendimiento laboral; disminución del rendimiento escolar en los niños; aumento en la morbilidad y mortalidad; y aumento en los costos de atención de salud (37). Sin embargo, el control de la deficiencia de hierro aumenta la productividad laboral; en el sector educativo mejora las aptitudes, la capacidad de concentración y atención, y la asistencia escolar; en el sector salud reduce el riesgo de mortalidad materna. Por lo que los beneficios económicos que se obtienen de inversiones relativamente modestas en programas de micronutrientes son enormes (37).

La determinación de costos de la fortificación del caldo deshidratado en los dos sabores estudiados: pollo y res, se determinó con base en los costos de elaboración de la morcilla deshidratada únicamente; considerando que la morcilla seca y molida, puede ser mezclada con el caldo deshidratado comercial

en la etapa en que a éste se le mezclan los condimentos.

Para analizar los costos de la elaboración de morcilla, se consideraron tanto los costos directos como los indirectos en que se incurre para la elaboración de la morcilla.

Del análisis de costos realizado (cuadro No.17) se observa que para una producción diaria de 10qq de morcilla fresca que producen 3.2 qq de morcilla seca (según la pérdida de humedad observada de 68%), el costo de elaboración de 1 kg de morcilla seca es de Q 15.85. Un sobre de 12 g de caldo deshidratado con 15% aditivo de morcilla, equivale a un 13.04% real de morcilla. Lo que significa que de los 12 g de cada sobre de caldo deshidratado 1.56 g serían de morcilla. El costo 1.56 g de morcilla es de Q 0.025. El valor del incremento al costo del caldo por la fortificación con morcilla, sería entonces Q 0.025 (valor de 1.56 g de morcilla) menos el valor de 1.56 g de caldo deshidratado que dejarían de agregarse.

El valor en el mercado local de cada sobre de caldo deshidratado de pollo de la marca comercial utilizada es de Q 0.25. El de un sobre de caldo de res es de Q 0.32.

En el análisis de costos realizado se observa que son los costos directos especialmente las materias primas las que significan el costo mayor. La sangre de cerdo es la materia prima utilizada en mayor cantidad y la que significa el costo mayor de todas. Para este análisis se cotizó el costo de la sangre, grasa y piel de cerdo en algunos mataderos y en expendios

de carne de cerdo del departamento de Guatemala. En el caso de la sangre, el costo utilizado es el promedio de los consultados que van desde Q25.00/galón hasta Q5.00/galón. Estas variaciones demuestran que no hay un valor fijo para la sangre, debido a su poca comercialización. La sangre es un subproducto que no es comercializado directamente, sino subutilizado en la alimentación animal o utilizado en la elaboración de morcillas por parte de los expendedores.

Lo anterior demuestra que los costos determinados pueden ser reducidos, si se establece el mecanismo correcto de negociación para la obtención de la sangre de los diversos mataderos que operan en el país, los cuales como se mencionó no comercian con ella, debido probablemente a su poca demanda.

## 8. Resumen

La deficiencia nutricional de hierro alcanza a gran parte de la población guatemalteca, especialmente a mujeres en edad fértil, preescolares y niños en período de ablactación. Esta población no es cubierta por los programas de suplementación gubernamental actuales, por lo que se estudió la posibilidad de fortificar con hierro un alimento de alto consumo por la población objetivo: el caldo deshidratado en sabores de pollo y res. Este alimento es de amplio consumo directamente como caldo o como sazonador de diversas comidas.

La fuente de hierro utilizada fue la morcilla deshidratada, embutido a base de sangre de cerdo con un alto contenido de hierro hemínico, el hierro de mayor biodisponibilidad. Se estudiaron cinco diferentes formulaciones para elevar este contenido de hierro, y llega a determinar una que en su forma deshidratada contiene 103.71 mg Fe/100g de alta biodisponibilidad.

Estudios de composición química proximal y de preferencia demostraron que es posible fortificar con esta formulación de morcilla en un 10%, 15% y 20% aditivos, los caldos deshidratados de una de las marcas comerciales del mercado, utilizados; tanto de pollo como de res.

Con el porcentaje de fortificación intermedio de 15% aditivo de morcilla, se realizaron estudios de aceptabilidad y de

estabilidad en condiciones drásticas de almacenamiento para los caldos de pollo y res. Los estudios de aceptabilidad demostraron que es posible desarrollar esta fortificación sin dañar la aceptabilidad del producto original. Esta aceptabilidad obtuvo mejores resultados en el panel externo realizado en una comunidad rural con madres de niños en período de ablactación. Los estudios de estabilidad demostraron que los productos fortificados al 15% aditivo de morcilla se encuentran dentro de los límites de índices de peróxidos y de acidez hasta un mes de almacenamiento en condiciones drásticas, al igual que los productos sin fortificar.

Del análisis de costos de la elaboración de la formulación de morcilla determinada, se obtuvo un costo de Q 0.025 para los 1.56 g de morcilla necesarios para fortificar un sobre de caldo deshidratado de pollo y res al 15% aditivo. Sin embargo el valor del costo agregado al valor de un sobre de caldo por la fortificación es menor de Q 0.025, ya que a este valor se le tendría que restar el valor del costo de 1.56 g de caldo deshidratado que son reemplazados por los 1.56 g de morcilla de la fortificación; esto para mantener el peso original de cada sobre de caldo que es de 12 g.

Estos costos podrían ser reducidos considerando que los costos de la sangre de cerdo son muy variables en el mercado local debido a que no hay comercialización directa de la misma, ya que es subutilizada para la alimentación animal y una parte utilizada para la elaboración de morcilla.

## 9. Conclusiones

1. Técnicamente, es posible elaborar una formulación de morcilla con alto contenido de hierro hemínico (103.71 mg Fe/100g materia seca) y utilizarla para la fortificación con hierro hemínico de caldos deshidratados de pollo y res en un porcentaje aditivo de 15%, en peso.
2. El costo de 1.56 g morcilla necesario para fortificar al 15% aditivo de un sobre de 12 g de caldo deshidratado tanto de pollo como res es de Q 0.025. Costo que puede ser reducido al establecer una negociación adecuada con los mataderos del país para la compra de la sangre de cerdo cuyo costo es muy variable por no existir comercialización directa de ella.
3. La fortificación de caldos deshidratados comerciales de pollo y res con 15% de morcilla con 103.71 mg Fe/100 g mejora la calidad nutricional.
4. Las cinco formulaciones de morcilla estudiadas, constituyen por su contenido nutricional buenas fuentes alimenticias en cuanto a hierro y proteínas.

## 10. Recomendaciones

1. Diseñar una cámara o cuarto de secado para la morcilla, con el objeto de transferir la tecnología a las comunidades del área rural.
2. Evaluar la estabilidad de la morcilla deshidratada en varios empaques con el objeto de aumentar su estabilidad durante el almacenamiento.
3. Promover la elaboración, utilización y el consumo de la morcilla en comunidades rurales como una fuente nutricional de proteínas y hierro de alta biodisponibilidad.
4. Realizar una evaluación biológica del impacto de la fortificación del caldo deshidratado con morcilla en mujeres, preescolares y niños en período de ablactación.
5. Al poner en práctica la fortificación de caldos deshidratados con morcilla, se recomienda establecer un mecanismo de negociación con los mataderos más grandes del país para fijar un precio a la sangre de cerdo, ya que actualmente es muy variable debido a la no comercialización directa de la sangre.



6. Evaluar la posibilidad de utilizar un concentrado hemínico en lugar de la morcilla, para fortificar el caldo deshidratado comercial, con lo cual probablemente se aumentaría el contenido de hierro y se reducirían los costos de fortificación.
  
7. Evaluar otros métodos de deshidratación para la morcilla, con el objeto de disminuir el tiempo de secado sin afectar su calidad nutricional.

## 11. Referencias

1. ALLEN, J.C. y R.J. Hamilton. **Rancidity in foods**. Second edition. Elsevier Applied Science. Great Britain, 1989. p. 43-45.
2. ARAYA, Héctor y Gloria Vera. **Manual de alimentación del preescolar**. 2a. ed. Chile: Universidad de Chile, Bio Bio, BBS, S.A., 1991, p.20-24.
3. BARBERA, R. "Revisión: biodisponibilidad de los elementos traza". **Revista española de ciencia y tecnología de alimentos**. 32(4): pp 381-399. 1992.
4. BEARD, John. "Iron fortification-rationale and effects. A defense of moderate and controlled fortification". **Nutrition today**. July/august 1986. p. 39-42.
5. BORGUESI S. , V. y S. Aguirre del R. "La sangre animal. Una fuente potencial de proteínas para el consumo humano". **Revista alimentos. Sociedad chilena de tecnología de alimentos** 5. (2): 25-31. Chile, 1980.
6. BURTON, Benjamin. "Nutrición humana". Organización Panamericana de la Salud/ Organización Mundial de la

salud. Publicación científica No. 146. USA, 1996.  
p.241.

7. COOK, James. "Adaptation in iron metabolism".  
American journal of clinical nutrition 51:301-8. USA,  
1990.
8. COOK, James D. "Iron fortification: an update". The american  
journal of clinical nutrition. 38:October 1983, pp 648-  
659, USA.
9. DICCIONARIO ENCICLOPEDICO SALVAT. Salvat Editores. (1):p.65.  
España, 1955.
10. FABIAN, Evangeline y Estelita M. Payumo. "Preparation and  
estimated shelf life of dehydrated beef blood".  
Technology journal.2.(1): Jan-March. USA. 1977.
11. Food and Agriculture Organization of the United Nations.  
Industrialización y aprovechamiento de la sangre  
animal. Boletín de servicios agrícolas, No. 32. Italia,  
1983. p. 4, 6-8, 10, 52-54.
12. \_\_\_\_\_. Handbook of rural technology for the  
processing of animal by-products. Agricultural  
services bulletin No.79. Italy, 1989. p.45.

13. \_\_\_\_\_. Preventing micronutrient deficiencies: food abundance and diversity are fundamental. Italy, 1993.
14. \_\_\_\_\_. Small-scale sausage production. Animal production and health paper No. 52. p. 58-62, 113. Italy, 1985.
15. \_\_\_\_\_. Codex alimentarius. Texto abreviado. Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias. Roma, 1989. p.11.39,11.41.
16. FENNEMA, Owen. Química de los alimentos. Acribia, S.A. Traducción de: Bernabé Sanz Pérez. España, 1993. pg. 198.
17. Illescas, C. Sección de rastros de la dirección general de control de alimentos, DIGESEPE, MAGA. Comunicación personal.
18. International Nutritional Anemia Consultative Group. Iron EDTA for food fortification. A report of the INACG. Washington, USA. 1994. pg. 1-14.
19. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. Métodos de laboratorio: análisis de alimentos. INCAP. Guatemala, 1976. 22 p.

20. \_\_\_\_\_. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. INCAP. Guatemala, 1961. pp 66.
21. \_\_\_\_\_. Compendio de conocimientos básicos de nutrición humana. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá/OPS/OMS. Guatemala, Centroamérica, 1991, 3 p.
22. LAYRISSE, Miguel. El hierro, su importancia y biodisponibilidad en la dieta. Mimeografiado. pg. 1-8.
23. LEVEILLE, Gilbert. "Food fortification. Opportunities and pitfalls". Food Technology, January 1984: pg.58-61.
24. MADRID, Antonio. "Mecanización de subproductos. La utilización del plasma en preparados cárnicos". Alimentos. (2): 41-42. USA, Mayo 1, 1990.
25. MENDEZ, Humberto. Jefe del Microcentro, Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. Comunicación personal.
26. MOLINA, M.R. et.al. Principales deficiencias de micronutrientes en centroamérica. FAO. Italia, 1993.

27. MONSEN, Elaine. "Iron nutrition and absorption: Dietary factors wlich impact iron bioavallability". J. of The American Dietetic Association. 88. (7): 786-790. USA, 1988.
28. MORRIS, Eugene. "An overview of current information on bioavallability of dietary iron to humans". Federation Proceedings. 42. (6): 1716-1720. April 1983.
29. National Research Council. Recommended dietary allowances. 10th edition. National academy press. Washington 1993. p.66
30. NESTEL, Penelope. Fortificación de los alimentos en los paises en desarrollo. Vital/USAID. 1993. pg.3-13.
31. OBREGON COLON, Ana Miriam. Fortificación de la galleta nutricionalmente mejorada, utilizada en la refacción escolar, con hierro y vitamina A. Tesis (Ingeniera Química) - Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Guatemala, 1993. pg. 7-11.
32. Organización Mundial de la Salud. Necesidades de ácido ascórbico, vitamina D, vitamina B<sub>12</sub>, folato y hierro. Serie de Informes técnicos. No. 452. Ginebra, 1971. pg. 12-15.

33. \_\_\_\_\_ .Anemias nutricionales. Serie de informes técnicos. No. 503. Ginebra, 1972. pg. 5-10.
34. PEARSON, David. **The chemical analysis of foods**. Seventh edition. Churchill Livingstone. Great Britain, 1976. pg. 493-495.
35. POTTER, Norman. **La ciencia de los alimentos**. Traducido por: Anita Yates. Centro Regional de ayuda técnica Agencia para el Desarrollo Internacional. México, 1973. p. 147, 151, 155-157.
36. ROCKLAND, Louis. "Saturated salt solutions for static control of relative humidity between 5° and 40°C". *Anal. Chem.* 32 (10): 1375-1376. 1960.
37. SANGHVI, Tina. **Justificación económica de las inversiones en micronutrientes**. USAID/VITAL, Washington, D.C. 1992. 12p.
38. SCHMIDT-HEBEL, Hermann. **Carne y productos cárnicos. Su tecnología y análisis**. Editorial Universitaria. Chile, 1984. pg. 75-77.
39. TORUN, Benjamín. "Digestión y absorción de nutrientes como base para la alimentación en enfermedades diarreicas".

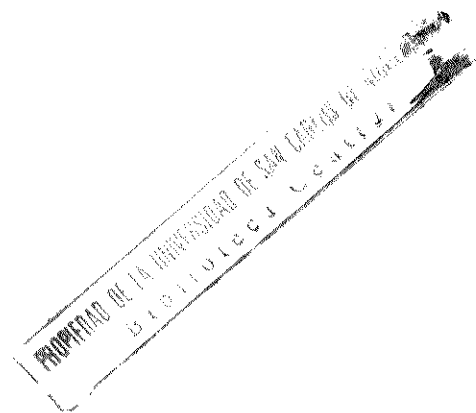
Rev. Col. Méd. 37(2): 23-27. Guatemala, 1986.

40. ULRICH, Gael. **Diseño y economía de los procesos de ingeniería química.** Editorial McGraw-Hill, traducción de Ing. Popocatépetl Ríos L. México, 1986. p.371, 372, 376.
  
41. V SIMPOSIUM SOBRE NUTRICION. DR. Salvador Zubíran. **Interfase de la nutrición con la ciencia y tecnología de alimentos.** Memoria. Gobierno del Estado de Querétaro, Universidad Autónoma de Querétaro, Instituto Nacional de la Nutrición. México, 1992. pg. 23-25.
  
42. VITAL. **Nutrientes vitales.** Proyecto de apoyo a la vitamina A del Instituto Internacional de Ciencia y Tecnología. USA, 1992. pg. 4-8, 20-23.
  
43. WALTER, A. et al. "Effect of bovine-hemoglobin-fortified cookies on iron status of schoolchildren, a nation-wide program in Chile". **Am. J. Clin. Nutr.** 1993. (57): 190-194.
  
44. WATTS, B. M. et al. **Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos.** International Development Research Centre. Traducción de: Oficina de



Traducciones, Secretaría de Estado, Canadá. Canadá,  
1992. pg. 71-90.

45. YETLEY, Elizabeth y W.H. Glinsmann. "Regulatory issues regarding iron bioavailability". **Food Technology**, October 1983. pg. 121-126.
  
46. ZOLLER, J.M. et al. "Fortification of non-staple food items with iron". **Food Technology**, January 1980. pg. 39-42.



## 13. Anexo

TABLA No.1  
DIFERENTES FORMULACIONES DE MORCILLA, ESTUDIADAS

FORMULACIÓN	% PIEL	% GRASA	% SANGRE
1	40	20	40
2	30	15	55
3	20	10	70
4	10	5	85
5	5	2.5	92.5

**TABLA No.2**  
**REQUERIMIENTOS DE HIERRO**  
**Ingesta diaria de hierro (mg/día)**  
**Biodisponibilidad de hierro en la dieta <sup>1</sup>**

Niños (Edad, años)	Biodisponibilidad Alta	Biodisponibilidad Media	Biodisponibilidad Baja
0.5-1	5	7	14
1.1-2	3	4	8
2.1-6	3	5	9
6.1-12	5	8	16
<b>Hombres</b>			
12.1-16	8	12	24
16 ó más	5	8	15
<b>Mujeres</b>			
<b>Menstruando</b>			
12.1-16	9	13	27 <sup>3</sup>
16 ó más	10	14	29 <sup>3</sup>
Post- menopausia	4	6	13
Lactando	6	9	17
Embarazadas <sup>2</sup>	*	*	*

<sup>1</sup>; cuando la absorción y utilización del hierro alimentario es 15% ("alta"), 10% ("intermedia") ó 5% ("baja").

<sup>2</sup>; la anemia puede prevenirse a expensas de buenas reservas corporales de hierro al inicio del embarazo y una dieta con alta biodisponibilidad del mineral. De lo contrario, en el segundo y tercer trimestre puede ser necesario suplementar a la mujer con 30-60 mg de hierro/día.

<sup>3</sup>; valor difícil de alcanzar con la dieta usual.

Fuente: Cuadro 4. Compendio de conocimientos básicos de nutrición humana. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. (21)

**CUADRO No. 1**  
**ANÁLISIS DE ALGUNOS COMPONENTES IMPORTANTES**  
**DE LA SANGRE ENTERA**

COMPONENTE	VACUNO	OVINO	CAPRINO	PORCINO
Agua (g/100ml)	85.0	87.0	81.0	83.0
Calcio (mEq/l)	5.4	5.7	4.5-6 <sup>1</sup>	5.5-5.7 <sup>1</sup>
Magnesio (mEq/l)	2.3	1.9 <sup>1</sup>	-	2.2 <sup>1</sup>
Fosfato Inorgánico (mEq/l)	5.6-6.5	6.9 <sup>1</sup>	3-11 <sup>1</sup>	5.3-9.6 <sup>1</sup>
Proteínas totales (g/100 ml)	6.9 <sup>1</sup>	5.7	-	8.7
Albúmina (g/100ml)	3.1 <sup>1</sup>	3.1	-	3.8
Globulina (g/100ml)	3.8 <sup>1</sup>	2.3	-	4.9
Hemoglobina (g/100ml)	11.1	13.3	14.4	14.0
Fibrinógeno (g/100ml)	0.72	0.36	-	-
Colesterol (g/100ml)	0.11	0.16	-	-

<sup>1</sup>: Valores para el suero.

FUENTE: FAO. Industrialización y aprovechamiento de la sangre animal (11).

**CUADRO No.2**  
**COMPARACIÓN DE LA SANGRE ENTERA Y LA CARNE MAGRA**

COMPONENTE	SANGRE ENTERA	CARNE MAGRA
Agua	80 %	75%
Proteínas	18 %	18 %
Grasa	0.1 %	3 %

FUENTE : FAO. Industrialización y aprovechamiento de la sangre animal (11).

**CUADRO No.3**  
**VOLÚMENES MEDIOS DE SANGRE, TEÓRICOS**  
**Y RECUPERABLES POR ESPECIE ANIMAL**

Especie animal	Sangre teórico media por animal (%)	Sangre recuperable por animal(%)
Grandes vacunos	20.0	15.0
Terberos	4.5	3.5
Ovejunos y caprinos	2.0	1.5
Caballos	23.0	17.0
Puerkos	4.5	3.5

FUENTE: Borguesi/Aguirre. La sangre animal. Una fuente potencial de proteínas para el consumo humano. Alimentos, Vol.5, No.2, 1980. Chile. (5)

CUADRO No. 4  
 RASTROS REGISTRADOS EN GUATEMALA  
 Y MATANZA DIARIA PROMEDIO.

RASTRO	UBICACIÓN	Matanza cerdos por día
Exguapagra	La Barreda, z.18	50-80
-----	Santa Catarina Pinula	200-250
-----	Quetzaltenango	80
Toledo	Palín, Escuintla	100
El Carmen	Chimaltenango	15
Asturias	Colonia El Milagro	15-20
Chumpis	Santa Elena Barillas	10-12
-----	Mazatenango	17
-----	Antigua Guatemala	100

FUENTE: DIGESEPE. Dirección Técnica de Control de Alimentos.  
 Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación.  
 Guatemala (17).



**CUADRO No. 5**  
**COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL DE LAS**  
**DIFERENTES FORMULACIONES DE MORCILLA, ESTUDIADAS\***

ANÁLISIS	morcilla 1	morcilla 2	morcilla 3	morcilla 4	morcilla 5
HUMEDAD	29.3 <sup>f**</sup>	17.2 <sup>ij</sup>	23.3 <sup>g</sup>	20.5 <sup>h</sup>	16.6 <sup>j</sup>
CENIZAS	0.13 <sup>p</sup>	0.14 <sup>p</sup>	0.33 <sup>no</sup>	0.39 <sup>no</sup>	0.57 <sup>n</sup>
GRASA	39.7 <sup>d</sup>	46.25 <sup>c</sup>	18.8 <sup>i</sup>	17.45 <sup>j</sup>	13.15 <sup>k</sup>
PROTEÍNA	30.1 <sup>ef</sup>	32.86 <sup>e</sup>	52.69 <sup>b</sup>	54.08 <sup>ab</sup>	54.94 <sup>a</sup>
FIBRA CRUDA	0.35 <sup>n</sup>	0.44 <sup>no</sup>	0.72 <sup>l</sup>	0.48 <sup>no</sup>	0.55 <sup>m</sup>
EXT. LIBRE DE N <sup>***</sup>	0.42	3.11	4.16	7.1	14.19
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

\* Según Tabla No.1

\*\* Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ )

\*\*\* Extracto libre de nitrógeno, se obtuvo por diferencia, para completar el 100%

**CUADRO No.6**  
**CONTENIDO DE HIERRO (mg/100 g)**  
**DE LAS DIFERENTES FORMULACIONES DE**  
**MORCILLA, ESTUDIADAS**

FORMULA	mg hierro/100 g
morcilla 1	30.63 <sup>e**</sup>
morcilla 2	54.09 <sup>d</sup>
morcilla 3	103.75 <sup>c</sup>
morcilla 4	105.71 <sup>b</sup>
morcilla 5	117.47 <sup>a</sup>

\* Según Tabla No.1

\*\* Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (p<0.05).

**CUADRO No. 7**  
**ÍNDICES DE ACIDEZ\***  
**DE LAS FORMULACIONES DE MORCILLA\*\* ESTUDIADAS**  
**SOMETIDAS A ALMACENAMIENTO EN CONDICIONES DRÁSTICAS**

MUESTRA No.	0semanas	1semanas	2semanas	3semanas
MORCILLA 1	1.42 <sup>g***</sup>	2.66 <sup>c</sup>	3.19 <sup>b</sup>	4.1 <sup>a</sup>
MORCILLA 2	1.25 <sup>f<sup>h</sup></sup>	1.31 <sup>h<sup>i</sup></sup>	2.04 <sup>e</sup>	2.11 <sup>e</sup>
MORCILLA 3	0.19 <sup>n</sup>	0.29 <sup>m</sup>	1.05 <sup>h<sup>i</sup>k</sup>	2.30 <sup>de</sup>
MORCILLA 4	0.54 <sup>l</sup>	0.69 <sup>j<sup>k</sup></sup>	0.77 <sup>j<sup>k</sup></sup>	1.20 <sup>f</sup>
MORCILLA 5	0.71 <sup>j</sup>	1.40 <sup>g</sup>	2.26 <sup>d</sup>	2.36 <sup>d</sup>

\* Según Tabla No.1

\*\* Límite máximo permisible de acidez: 0.8 mg KOH/g (15)

\*\*\* Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

PROPIEDAD DE LA INSTITUCIÓN DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS  
 BIBLIOTECA CENTRAL

**CUADRO No. 8.**  
**ÍNDICES DE PERÓXIDOS<sup>\*</sup> DE LAS**  
**DIFERENTES FORMULACIONES DE MORCILLA ESTUDIADAS<sup>\*\*</sup>**  
**SOMETIDAS A ALMACENAMIENTO EN CONDICIONES DRÁSTICAS**

FÓRMULA	0semanas	1semanas	2semanas	3semanas
MORCILLA 1	37.59 <sup>n***</sup>	63.24 <sup>l</sup>	73.05 <sup>k</sup>	86.4 <sup>l</sup>
MORCILLA 2	22.41 <sup>p</sup>	29.31 <sup>o</sup>	55.16 <sup>n</sup>	62.37 <sup>l</sup>
MORCILLA 3	20.63 <sup>r</sup>	81.51 <sup>j</sup>	141.62 <sup>f</sup>	192.8 <sup>d</sup>
MORCILLA 4	23.82 <sup>q</sup>	88.79 <sup>h</sup>	147.2 <sup>e</sup>	233.2 <sup>b</sup>
MORCILLA 5	23.88 <sup>pq</sup>	121.5 <sup>g</sup>	227.77 <sup>c</sup>	321.04 <sup>a</sup>

<sup>\*</sup> Según Tabla No.1

<sup>\*\*</sup> Límite máximo permisible de peróxidos:100 meq/Kg (15)

<sup>\*\*\*</sup> Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (p<0.05).

**CUADRO No. 9**  
**COMPOSICIÓN PROXIMAL DE CALDOS DESHIDRATADOS**  
**COMERCIALES DE POLLO FORTIFICADOS CON DIFERENTES**  
**PORCENTAJES ADITIVOS DE MORCILLA**

ANÁLISIS	0%	10%	15%	20%
HUMEDAD	6.8 <sup>l**</sup>	7.41 <sup>h</sup>	8.79 <sup>hk</sup>	8.68 <sup>ikl</sup>
CENIZAS	44 <sup>c</sup>	52 <sup>a</sup>	52 <sup>a</sup>	48 <sup>b</sup>
GRASA	12.83 <sup>hij</sup>	18.41 <sup>f</sup>	24.50 <sup>d</sup>	20.91 <sup>e</sup>
FIBRA CRUDA	0.77 <sup>p</sup>	0.53 <sup>r</sup>	0.38 <sup>s</sup>	0.66 <sup>p</sup>
PROTEÍNA	8.7 <sup>k</sup>	12.0 <sup>j</sup>	12.17 <sup>j</sup>	13.79 <sup>g</sup>
EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO <sup>***</sup>	26.90	9.64	2.15	7.96
TOTAL	100	100	100	100

\* Morcilla de la formulación No.4 (Tabla No.1)

\*\* Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (p<0.05)

\*\*\* Se obtuvo por diferencia para completar el 100%.

CUADRO No. 10  
 COMPOSICIÓN PROXIMAL DE CALDOS DESHIDRATADOS  
 COMERCIALES DE RES FORTIFICADOS CON DIFERENTES  
 PORCENTAJES ADITIVOS DE MORCILLA<sup>\*</sup>

ANÁLISIS	0%	10%	15%	20%
HUMEDAD	5.37 <sup>l**</sup>	7.04 <sup>j</sup>	7.13 <sup>j</sup>	7.27 <sup>k</sup>
CENIZAS	40 <sup>c</sup>	38 <sup>d</sup>	42 <sup>b</sup>	46 <sup>a</sup>
GRASA	10.01 <sup>i</sup>	15.06 <sup>g</sup>	18.96 <sup>f</sup>	22.15 <sup>e</sup>
FIBRA CRUDA	0.71 <sup>m</sup>	0.68 <sup>n</sup>	0.55 <sup>o</sup>	0.51 <sup>no</sup>
PROTEÍNA	6.24 <sup>k</sup>	9.01 <sup>l</sup>	12.3 <sup>h</sup>	12.64 <sup>h</sup>
EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO <sup>***</sup>	37.65	30.21	19.05	11.42
TOTAL	100	100	100	100

\* Morcilla de la formulación No.4 (Tabla No.1)

\*\* Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (p<0.05)

\*\*\* Se obtuvo por diferencia, para completar el 100%.

CUADRO No. 11  
 CONTENIDO DE HIERRO (mg Fe/100 g)  
 DE CALDOS DESHIDRATADOS COMERCIALES FORTIFICADOS  
 CON DIFERENTES PORCENTAJES ADITIVOS DE MORCILLA

MUESTRA	mg Fe/100 g
CALDO DE POLLO COMERCIAL	4.00 <sup>a**</sup>
CALDO DE POLLO COMERCIAL FORTIFICADO 10%	11.00 <sup>c</sup>
CALDO DE POLLO COMERCIAL FORTIFICADO 15%	13.00 <sup>d</sup>
CALDO DE POLLO COMERCIAL FORTIFICADO 20%	18.00 <sup>e</sup>
CALDO DE RES COMERCIAL	4.00 <sup>a</sup>
CALDO DE RES COMERCIAL FORTIFICADO 10%	8.00 <sup>b</sup>
CALDO DE RES COMERCIAL FORTIFICADO 15%	11.00 <sup>c</sup>
CALDO DE RES COMERCIAL FORTIFICADO 20%	15.00 <sup>e</sup>

\* Morcilla de la formulación No.4 (tabla No.1)

\*\* Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (p<0.05)

CUADRO No. 12  
 PREFERENCIA DE CALDOS DESHIDRATADOS COMERCIALES,  
 SEGÚN PORCENTAJES DE FORTIFICACIÓN CON MORCILLA

% FORTIFICACIÓN	PUNTEO EN ORDENAMIENTO**		ACEPTABILIDAD X ± DE	
	POLLO	RES	POLLO	RES
10	41 <sup>a***</sup>	54 <sup>a</sup>	5.39 ± 1.17 <sup>a</sup>	5.11 ± 1.34 <sup>a</sup>
15	48 <sup>a</sup>	49 <sup>a</sup>	5.13 ± 1.03 <sup>a</sup>	5.26 ± 1.26 <sup>a</sup>
20	49 <sup>a</sup>	59 <sup>a</sup>	4.78 ± 1.14 <sup>a</sup>	4.56 ± 1.06 <sup>a</sup>

\* Morcilla de la formulación No.4 (Tabla No.1)

\*\* Se utilizó escala hedónica de 7 puntos, con participación de 25 panelistas consumidores.

\*\*\* Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (p<0.05).



**CUADRO No. 13**  
**ACEPTABILIDAD DE CALDOS DESHIDRATADOS COMERCIALES**  
**FORTIFICADOS CON 15% ADITIVO DE MORCILLA**

SABOR	ACEPTABILIDAD** X ± DE
POLLO	7.65 ± 2.44 <sup>a***</sup>
RES	8.42 ± 2.65 <sup>b</sup>

\* Morcilla de la formulación No.4 (Tabla No.1)

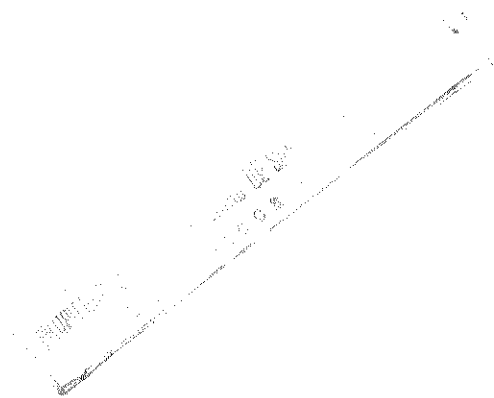
\*\* Con la participación de 25 panelistas consumidores.

\*\*\* Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (p<0.05).

CUADRO No. 14  
 ACEPTABILIDAD DE CALDOS DESHIDRATADOS COMERCIALES  
 FORTIFICADOS CON 15% ADITIVO DE MORCILLA  
 (PANEL EXTERNO)

SABOR	ACEPTABILIDAD** X ± DE
POLLO	9.49 ± 2.29 <sup>a***</sup>
RES	9.52 ± 3.60 <sup>a</sup>

- \* Morcilla de la formulación No.4 (Tabla No.1)
- \*\* Con la participación de 20 panelistas consumidoras.
- \*\*\* Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (p<0.05).



**CUADRO No.15**  
**ÍNDICE DE ACIDEZ DE CALDOS DESHIDRATADOS**  
**COMERCIALES Y FORTIFICADOS AL 15% ADITIVO CON MORCILLA**  
**SOMETIDOS A ALMACENAMIENTO EN CONDICIONES DRÁSTICAS**

MUESTRA	Øsemanas	2semanas	4semanas
POLLO COMERCIAL	1.59 <sup>hkl**</sup>	1.97 <sup>hijk</sup>	3.08 <sup>acde</sup>
POLLO FORTIFICADO	2.26 <sup>dh</sup>	2.37 <sup>degh</sup>	3.10 <sup>abc</sup>
RES COMERCIAL	0.73 <sup>m</sup>	1.13 <sup>l</sup>	2.14 <sup>dgh</sup>
RES FORTIFICADO	0.94 <sup>n</sup>	1.93 <sup>fijk</sup>	2.29 <sup>defh</sup>

\* Límite máximo aceptable de acidez: 4 mg KOH/g. Según Normas del Codex Alimentarius (15)

\*\* Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

**CUADRO No. 16**  
**INDICE DE PERÓXIDOS DE CALDOS DESHIDRATADOS**  
**COMERCIALES Y FORTIFICADOS AL 15% CON MORCILLA,**  
**SOMETIDOS A ALMACENAMIENTO EN CONDICIONES DRÁSTICAS**

MUESTRA	0semanas	2semanas	4semanas
POLLO COMERCIAL	2.44 <sup>cde**</sup>	3.47 <sup>bc</sup>	4.26 <sup>b</sup>
POLLO FORTIFICADO	1.59 <sup>df</sup>	4.04 <sup>bc</sup>	6.34 <sup>a</sup>
RES COMERCIAL	0.83 <sup>j</sup>	1.20 <sup>ghi</sup>	1.02 <sup>ij</sup>
RES FORTIFICADO	1.52 <sup>fgh</sup>	1.63 <sup>f</sup>	1.98 <sup>e</sup>

\* Límite máximo aceptable de peróxidos: 10 meq/Kg. Según normas del Codex alimentarius (15).

\*\* Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

CUADRO No. 17  
**COSTOS DE ELABORACIÓN DE MORCILLA PARA LA FORTIFICACIÓN  
 DE CALDOS DESHIDRATADOS DE MARCAS COMERCIALES  
 (BASADO EN 10 qq DE MORCILLA FRESCA/DÍA  
 QUE PRODUCEN 3.2qq DE MORCILLA SECA)**

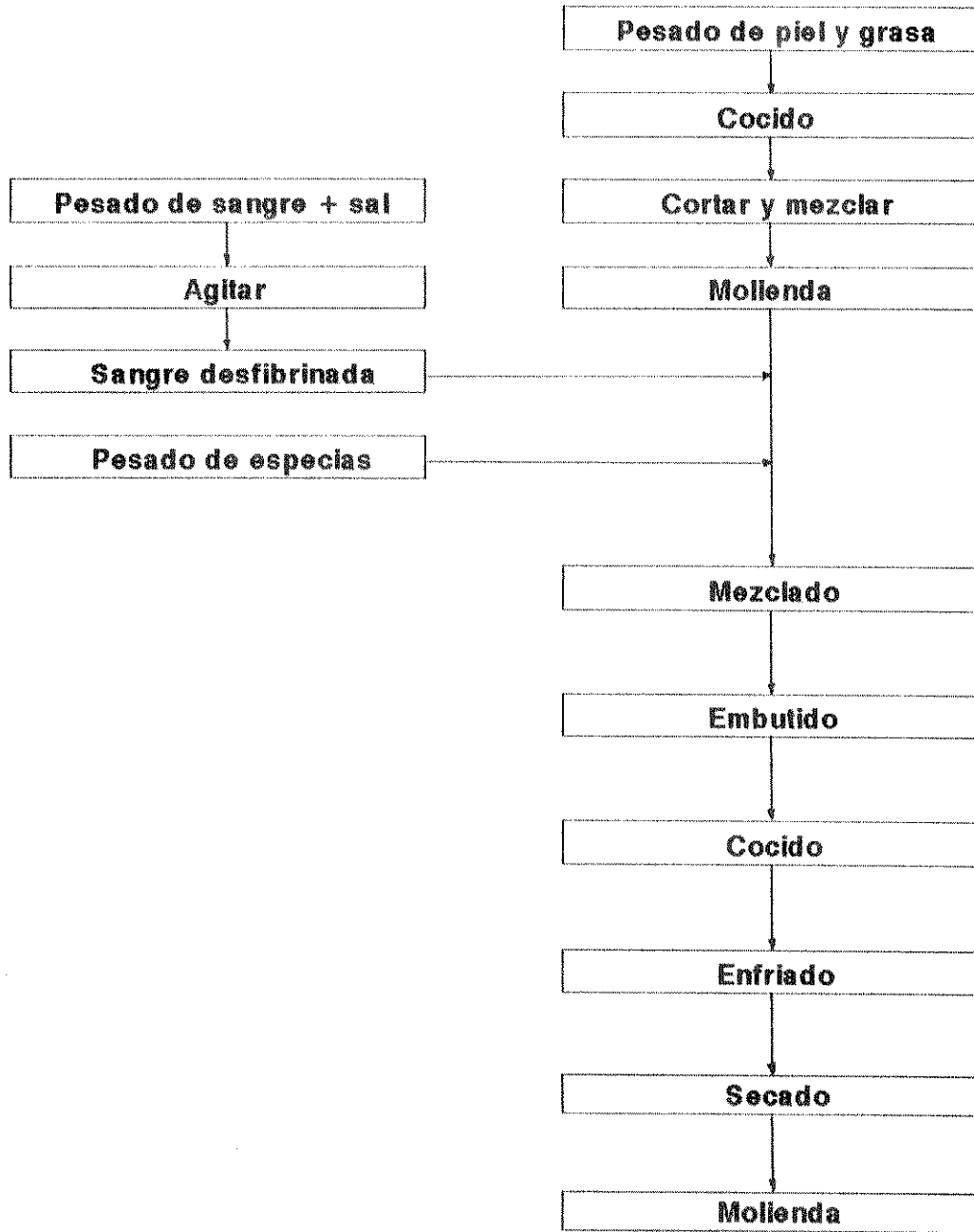
COSTOS DIRECTOS	Q/día
1. MATERIA PRIMA	
A. Sangre de cerdo	784.91
B. Cuero de cerdo	500.00
C. Grasa de cerdo	250.00
D. Clavo	5.00
E. Nuez moscada	27.50
F. Sal	8.20
G. Tripa de cerdo	341.20
2. MATERIAL DE EMPAQUE	
A. Bolsas	60.00
3. ENERGÍA	
A. Energía eléctrica	51.90
B. Gas Propano	45.50
4. MANO DE OBRA	
A. 1 Técnico (50% del tiempo)	40.00
B. 1 Operario (100% del tiempo)	40.00
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>	<b>2,154.21</b>

CONTINUACIÓN CUADRO No. 17

COSTOS INDIRECTOS	Q/día
A. Depreciación de equipo <sup>*</sup>	
A.1. Marmita	28.64
A.2. Molino	2.08
A.3. Embutidora	5.34
A.4. Horno convectivo	5.18
A.5. Molino triturador	12.64
A.6. Balanza gramera	0.21
A.7. Balanza romana	0.60
B. Costos de Administración (teléfono, personal, gastos, etc)	101.95
TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS	156.64
GASTOS TOTALES	2310.85
COSTO DE 1 Kg DE MORCILLA SECA (68% HUMEDAD)	15.85
COSTO DE 1.56 PARA FORTIFICAR CON 15% EN PESO UN SOBRE DE CONSOME DE 12 g.	0.025

\* método de línea recta, con vida útil de 15 años.

DIAGRAMA No. 1  
PROCESO DE ELABORACIÓN DE MORCILLA



BOLETA No. 1

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

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

**INSTRUCCIONES.**

A continuación se le presentan 3 muestras de consomé de pollo,

I. Pruebe las tres muestras de consomé que tiene enfrente, empezando de izquierda a derecha. Ordénelas asignando el valor de 1 a la que más le guste, el valor de 2 a la que siga en orden de preferencia y el valor de 3 a la que considere menos aceptable. Considere su preferencia en sabor, olor y apariencia. Después de cada prueba por favor enjuague su boca y coma galleta de soda.

CÓDIGO

VALORACIÓN

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

II. Clasifique las muestras en base al sabor, olor y apariencia, marcando con una X en la característica que describa su aceptación.

CARACTERÍSTICA	CÓDIGO	CÓDIGO	CÓDIGO
Gusta extremadamente			
Gusta mucho			
Gusta moderadamente			
No gusta ni disgusta			
Disgusta moderadamente			
Disgusta mucho			
Disgusta extremadamente			

Comentarios: \_\_\_\_\_



BOLETA No. 2

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

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

**INSTRUCCIONES.**

A continuación se le presentan 3 muestras de consomé de res,

I. Pruebe las tres muestras de consomé que tiene enfrente, empezando de izquierda a derecha. Ordénelas asignando el valor de 1 a la que más le guste, el valor de 2 a la que siga en orden de preferencia y el valor de 3 a la que considere menos aceptable. Considere su preferencia en sabor, olor y apariencia. Después de cada prueba por favor enjuague su boca con agua y coma galleta de soda.

CÓDIGO

VALORACIÓN

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

II. Clasifique las muestras en base al sabor, olor y apariencia, marcando con una X en la característica que describa su aceptación.

CARACTERÍSTICA	CÓDIGO	CÓDIGO	CÓDIGO
Gusta extremadamente			
Gusta mucho			
Gusta moderadamente			
No gusta ni disgusta			
Disgusta moderadamente			
Disgusta mucho			
Disgusta extremadamente			

Comentarios: \_\_\_\_\_

BOLETA No. 3

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

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

**INSTRUCCIONES:**

A continuación se le presentan dos muestras diferentes de consomé de pollo. La muestra marcada con una R es la muestra de referencia.

Pruebe la muestra R primero, luego pruebe la muestra de código diferente. Enjuague su boca y coma galleta de soda entre cada prueba. Utilizando la escala en la parte inferior, evalúe la aceptabilidad de la muestra codificada en comparación a la de la muestra de referencia R.

Utilice una X que corte la escala para señalar el punto donde quiere marcar la aceptabilidad de la muestra codificada.



Gusta mucho menos que R

Gusta igual que R

Gusta mucho más que R

COMENTARIOS: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

BOLETA No. 4

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

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

INSTRUCCIONES:

A continuación se le presentan dos muestras diferentes de consomé de res. La muestra marcada con una R es la muestra de referencia.

Pruebe la muestra R primero, luego pruebe la muestra de código diferente. Enjuague su boca y coma galleta de soda entre cada prueba. Utilizando la escala en la parte inferior, evalúe la aceptabilidad de la muestra codificada en comparación a la de la muestra de referencia R.

Utilice una X que corte la escala para señalar el punto donde quiere marcar la aceptabilidad de la muestra codificada.



Gusta mucho menos que R

Gusta igual que R

Gusta mucho más que R

COMENTARIOS: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_