

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICO PARA  
INSTALAR UNA PLANTA PROCESADORA DE HARINA DE SANGRE  
PARA FORTIFICAR ALIMENTOS PARA EL CONSUMO HUMANO, EN EL  
SUR OCCIDENTE DE GUATEMALA**

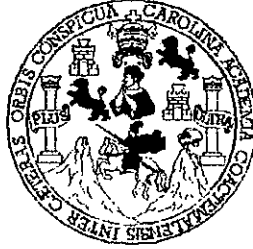
**TESIS**

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR**

**SELVIN ALEJANDRO ESTRADA LÓPEZ**

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERO QUÍMICO**

**Guatemala, noviembre de 1,999**



## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley orgánica de la Universidad de San Carlos, presento a consideración mi trabajo de tesis realizado en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), el cual se titula:

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICO PARA  
INSTALAR UNA PLANTA PROCESADORA DE HARINA DE SANGRE  
PARA FORTIFICAR ALIMENTOS PARA EL CONSUMO HUMANO, EN EL  
SUR OCCIDENTE DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería, con fecha 14 de abril de 1999.

*Selvin Estrada*

SELVIN ALEJANDRO ESTRADA LOPEZ

# UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



## FACULTAD DE INGENIERÍA

### NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO           ING. HERBERT RENÉ MIRANDA BARRIOS  
VOCAL 1<sup>o</sup>        ING. JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ RIVERA  
VOCAL 2<sup>o</sup>        ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ  
VOCAL 3<sup>o</sup>        ING. JORGE BENJAMÍN GUTÍERREZ QUINTANA  
VOCAL 4<sup>o</sup>        BR. OSCAR STUARDO CHINCHILLA GUZMÁN  
VOCAL 5<sup>o</sup>        BR. MAURICIO ALBERTO GRAJEDA MARISCAL  
SECRETARIA   INGA. GILDA MARINA CASTELLANOS BAIZA DE ILLESCAS

### TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO           ING. HERBERT RENÉ MIRANDA BARRIOS  
EXAMINADOR   ING. JOSE ANTONIO DEL CID PACHECO  
EXAMINADOR   ING. OTTO RAÚL DE LEÓN DE PAZ  
EXAMINADOR   ING. RODOLFO ESPINOSA SMITH



**INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA**  
**ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD**  
Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la  
**ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD**



IN-SA-SI-99-057

3 de septiembre de 1999

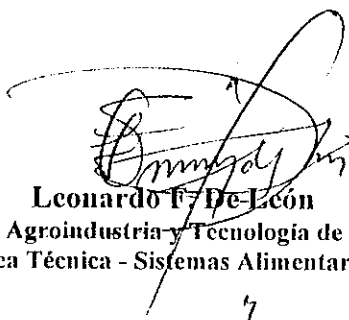
Ing. Otto Raúl De León  
Director  
Escuela de Ingeniería Química  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Ciudad

Estimado Ing. De León:

Tengo el agrado de informarle que he concluido el asesoramiento y revisión del documento final de trabajo de tesis del estudiante universitario **Selvin Alejandro Estrada Lopez**, titulado *Estudio de prefactibilidad técnico-económico para instalar una planta procesadora de harina de sangre para fortificar alimentos para el consumo humano, en el sur occidente de Guatemala.*

Considero que el presente trabajo llena a cabalidad los requisitos de una tesis de grado y, además, constituye un valioso aporte para solucionar los problemas de deficiencia de hierro en niños escolares y mujeres en el Sur-Occidente del país, por lo que recomiendo su aprobación.

Atentamente,



**Leonardo F. De León**  
Unidad de Agroindustria y Tecnología de Alimentos  
Arca Técnica - Sistemas Alimentarios

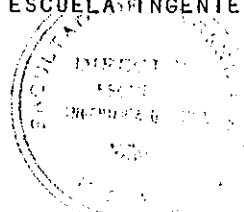
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Química, Ing. Otto Raúl de León de Paz, después de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Jefe de Departamento, al trabajo de Tesis del estudiante, **Selvin Alejandro Estrada López**, titulado: **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TECNICO-ECONOMICO PARA INSTALAR UNA PLANTA PROCESADORA DE HARINA DE SANGRE PARA FORTIFICAR ALIMENTOS PARA EL CONSUMO HUMANO, EN EL SUR OCCIDENTE DE GUATEMALA**, procede a la autorización del mismo.

  
Ing. Otto Raúl de León de Paz  
DIRECTOR ESCUELA INGENIERIA QUIMICA



Guatemala, noviembre de 1,999.

/ga

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA

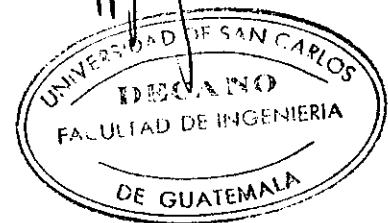


FACULTAD DE INGENIERIA

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: **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TECNICO-ECONOMICO PARA INSTALAR UNA PLANTA PROCESADORA DE HARINA DE SANGRE PARA FORTIFICAR ALIMENTOS PARA EL CONSUMO HUMANO, EN EL SUR OCCIDENTE DE GUATEMALA**, del estudiante, **Selvin Alejandro Estrada López**, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Herbert René Miranda Barrios  
DECANO



Guatemala, noviembre de 1,999.

/ga



## ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Con fe y devoción, por ser quien me guió por el sendero de toda mi carrera profesional iluminándome con su luz, y así poder terminarla con éxito.

A MIS PADRES

Alejandro Estrada de León,  
Rita Yolanda López de Estrada.  
Por su valioso amor, comprensión, confianza y sobre todo por no dejar de apoyarme y ser los pilares fundamentales en mi vida.

A MIS ABUELOS

Octaviano (Q.E.P.D), Natividad (Q.E.P.D),  
Alejandro (Q.E.P.D) y Vidalia (Q.E.P.D).  
Por ser fuente de inspiración en mi vida, y a quienes deseo flores sobre su tumba.

A MIS HERMANOS

Mirian, Jaime, Noemi y Sergio.  
Por ser personas que admiro y respeto.

A MIS SOBRINOS

Por ser parte de mi familia y a quienes algún día deseo alcancen los sueños que se proponen.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS Por su valiosa colaboración moral.

A MI SALCAJÁ

Pueblo de Occidente, al cual le debo haberme formado moral y espiritualmente como persona.

A LA USAC

Por haber forjado mi educación superior.

A LA FACULTAD DE INGENIERÍA Con respeto y admiración.

Y A USTED QUERIDO LECTOR Con respeto.



# ÍNDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VI
LISTA DE SÍMBOLOS	X
GLOSARIO	XII
RESUMEN	XIV
OBJETIVOS	XVI
HIPÓTESIS	XVII
INTRODUCCIÓN	XVIII
1. ANTECEDENTES	1
1.1 Generalidades del hierro	1
1.2 Absorción y fuentes de hierro	1
1.3 Biodisponibilidad del hierro hemínico	2
1.4 Situación general de deficiencias nutricionales en Guatemala	3
1.5 Consecuencias funcionales de las deficiencias de hierro y estrategias de intervención	5
1.6 Fortificación con hierro de los alimentos y su impacto sobre la deficiencia de hierro	6
1.6.1 Fortificación de alimentos con hierro inorgánico	7
1.6.2 Fortificación de alimentos con hierro orgánico	8
1.6.2.1 Fortificación de alimentos con hierro hemínico en Chile	8
1.6.2.2 Fortificación de alimentos con hierro hemínico en Brasil	9
1.6.2.3 Fortificación de alimentos con hierro hemínico en Guatemala	10

2.	ESTUDIO TÉCNICO	13
2.1	Análisis de la demanda	13
2.1.1	Definición del producto	13
2.1.2	Demanda de alimentos fortificados con la harina de sangre	15
2.2	Proceso tecnológico para la obtención de harina de sangre	19
2.2.1	Disponibilidad de materia prima	19
2.2.1.1	Condiciones físicas e higiénicas de los mataderos	21
2.2.1.2	Disponibilidad de sangre bovina departamentos encuestados	23
2.2.2	Disponibilidad de materias auxiliares	26
2.2.2.1	Anticoagulante	27
2.3	Tamaño y localización de la planta	28
2.3.1	Tamaño de la planta	28
2.3.2	Localización de la planta	29
2.4	Aspectos tecnológicos de la producción de harina de sangre	32
2.4.1	Buenas prácticas de manufactura	32
2.4.2	Proceso general de fabricación	34
2.4.2.1	Inspección y lavado de animales	34
2.4.2.2	Recolección de la sangre	35
2.4.2.3	Adición del anticoagulante	35
2.4.2.4	Transporte y almacenamiento refrigerado de la sangre	36
2.4.2.5	Separación de glóbulos rojos	37
2.4.2.6	Deshidratación de los glóbulos rojos	38
2.4.2.7	Deshidratación del plasma	39

2.4.2.8	Empaque y almacenamiento de la harina de sangre y del plasma	40
2.4.3	Controles del proceso	40
2.4.3.1	Control para la sangre como materia prima	40
2.4.3.2	Control para la harina de sangre como producto	41
2.5	Cantidad de harina de sangre a producir	42
2.6	Requerimiento de maquinaria y equipo	46
2.6.1	Módulo de recolección de sangre	46
2.6.2	Módulo de transporte y almacenamiento, refrigerado de la sangre	47
2.6.3	Módulo de separación de glóbulos rojos	47
2.6.4	Módulo de deshidratación de glóbulos rojos	48
2.6.5	Módulo de empaque y almacenamiento	49
2.6.6	Equipo auxiliar	49
2.7	Requerimiento de terreno y edificaciones	50
2.8	Requerimiento de servicios	50
2.8.1	Requerimiento de energía	50
2.8.2	Agua industrial	50
2.8.3	Combustible	51
2.8.4	Gas propano	51
2.9	Requerimiento de personal	52
3.	ESTUDIO ECONÓMICO	53
3.1	Inversiones y financiamiento	53
3.1.1	Inversiones fijas	53
3.1.1.1	Costos de maquinaria y equipo	53
3.1.1.2	Costos de mobiliario y equipo	55

3.1.1.3	Varios e imprevistos	55
3.1.1.4	Organización y legalización	55
3.2	Costos de producción	55
3.2.1	Costos de materia prima y auxiliares	55
3.2.2	Gastos de operación	56
3.2.2.1	Gastos generales	56
3.2.3	Costos de servicios	57
3.2.3.1	Costo de energía eléctrica	57
3.2.3.2	Costo de agua industrial	57
3.2.3.3	Costo de combustible	57
3.2.3.4	Costo de gas propano	57
3.2.4	Mantenimiento y reparaciones	58
3.2.5	Suministro de operación	58
3.2.6	Cargos de laboratorio	58
3.2.7	Repuestos	58
3.2.8	Alquiler de bodega	58
3.2.9	Costos de posesión	59
3.2.9.1	Depreciación de maquinaria y equipo	59
3.2.9.2	Impuestos locales y seguros	59
3.2.10	Varios e imprevistos costos de producción	59
3.3	Inversión inicial requerida	60
3.3.1	Capital de operación	60
3.4	Costo mínimo del producto	60
3.5	Ingresos	61
3.6	Evaluación del proyecto	61
3.6.1	Rentabilidad de la inversión	61
3.6.2	Punto de equilibrio	62

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	63
4.1	Análisis de demanda	63
4.2	Disponibilidad de materias primas	64
4.3	Tamaño y localización de la planta	68
4.3.1	Tamaño	68
4.3.2	Localización	69
4.4	Aspectos tecnológicos de la producción de harina de sangre	70
4.5	Requerimiento de materiales	71
4.6	Requerimiento de maquinaria y equipo	71
4.7	Requerimiento de servicios	72
4.8	Requerimiento de personal	72
4.9	Estudio económico	72
	CONCLUSIONES	75
	RECOMENDACIONES	77
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
	BIBLIOGRAFÍA	85
	APÉNDICE	87
	ANEXO	111

## INDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

No.	Título	Página
1.	Sondeo de demanda institucional y comercial sobre consumo de alimentos nutricionalmente mejorados	100
2.	Encuesta sobre disponibilidad de materia prima (Sangre)	102
3.	Localización de la planta en el Sur Occidente de Guatemala	106
4.	Diagrama de bloques, planta procesadora de harina de sangre	107
5.	Diagrama de flujo, planta procesadora de harina de sangre	108
6.	Secador de Spray (250 cfm BOWEN)	109

## TABLAS

No.	Título	Página
I	Beneficiarios de los programas de alimentación complementaria que realizan las organizaciones	87
II	Alimentos distribuidos	87
III	Cantidad de alimentos distribuidos en libras por mes	88
IV	Número de beneficiarios del programa de alimentación complementaria	88
V	Cobertura Sur Occidente de Guatemala de las organizaciones	89
VI	Destace diario de bovinos en rastros encuestados en el Sur Occidente de Guatemala	89
VII	Número de mataderos que destazan en un rango determinado de bovinos	90
VIII	Información sobre harina hemínica y alimentos fortificados que se podrían obtener sobre la base del destace de bovinos en el Sur Occidente de Guatemala	90
IX	Destace de ganado bovino por municipio en años anteriores	91
X	Destace de ganado bovino en el año 1,997 en los municipios encuestados	92


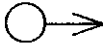

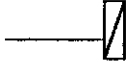
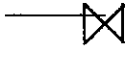
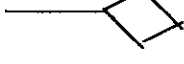
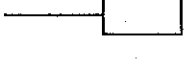
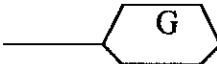

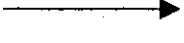
XI	Cantidad de sangre, harina, galletas y porcentaje obtenidos al día sobre la base de los 220 bovinos destazados a diario de todos los municipios encuestados	93
XII	Determinación de tamaño o capacidad de la planta procesadora de harina de sangre	94
XIII	Requerimiento de materiales	94
XIV	Especificaciones sobre balance de masa realizado y capacidades de los equipos a utilizar para el proceso	95
XV	Requerimiento de energía	96
XVI	Materiales para producir 12.72 qq/día de harina de sangre	96
XVII	Gastos de operación	97
XVIII	Detalles de los costos de producción	98
XIX	Inversión inicial requerida	99
XX	Casas comerciales donde se cotizó la maquinaria y equipo	99
XXI	Prevalencia de anemia en niños de 0-5 años, por sexo edad, región y residencia	111
XXII	Prevalencia de anemia en mujeres en edad fértil por edad, región y residencia	112



XXIII	Prevalencia de anemia en mujeres de 15 a 44 años embarazadas y no embarazadas	112
XXIV	Requerimiento de hierro diario	113
XXV	Composición química proximal de la harina de hierro hemínico (FERRIMIN)	113
XXVI	Composición química de la harina de hierro hemínico (APC-301)	114
XXVII	Formulación actual de la galleta de 28 gramos nutricionalmente mejorada para niños escolares y mujeres	114

## LISTA DE SIMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Kg</b>	Kilogramos
<b>g, mg</b>	Gramos, miligramos
<b>lb</b>	Libras
<b>qq</b>	Quintales
<b>gal</b>	Galones
<b>L</b>	Litros
<b>Km</b>	Kilómetros
<b>m<sup>3</sup></b>	Metros cúbicos
<b>° C</b>	Grados celcius
<b>rpm</b>	Revoluciones por minuto
<b>cfm</b>	Pies cúbicos por minuto
<b>hp</b>	Caballo de potencia
<b>kWh</b>	Kilowatts hora
<b>Q</b>	Quetzales
<b>h</b>	Horas
<b>min</b>	Minutos
<b>ONG's</b>	Organizaciones no Gubernamentales
<b>PE</b>	Punto de equilibrio
<b>Cf, Cv, V</b>	Costos fijos, variables y ventas
<b>pp</b>	Páginas
<b>F-101</b>	Tanque recolector de sangre
<b>M-101</b>	Agitador con su motor
<b>P-201</b>	Tanque de almacenamiento de sangre refrigerada

<b>C-201</b>	Vehículo transportador de sangre + anticoagulante
<b>L-301, 302, 401</b>	Bombas rotatorias de acero inoxidable, con motor
<b>P-201</b>	Tanque de almacenamiento de sangre con su motor
<b>H-301</b>	Máquina centrífuga con su motor
<b>P-302</b>	Tanque de almacenamiento de glóbulos rojos con motor
<b>P-303</b>	Tanque de almacenamiento del plasma
<b>B-401</b>	Secador de Spray
<b>H-401</b>	Ciclón
<b>G-401</b>	Ventilador o bowler con su motor
<b>G-402</b>	Compresor centrífugo con su motor
<b>Q-401</b>	Quemador
<b>F-401</b>	Tanque de gas propano
	Entrada de materia prima (sangre)
	Entrada de anticoagulante (citrato trisódico)
	Salida de producto terminado (harina de sangre)
	Motor
	Válvula de mariposa
	Balance de masa
	Control de calidad de materia prima y producto terminado
	Flujo de gas
	Flujo de producción de harina de sangre
	Flujo de producción harina de plasma
<b>ppm</b>	Partes por millón
<b>psi</b>	Medida de presión

100

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

100

100

## GLOSARIO

<b>Anemia</b>	Disminución del contenido de hemoglobina de sangre, acompañado de un descenso del número de glóbulos rojos de la misma.
<b>Anticoagulante</b>	Sustancia capaz de inhibir o retardar la coagulación de la sangre.
<b>Biodisponibilidad</b>	Porcentaje de un compuesto que llega a la circulación después de ser administrado.
<b>Demanda</b>	Es la cantidad total de unidades de un producto comprada a un precio dado en un mercado concreto durante un periodo determinado.
<b>Depreciación</b>	Pérdida o disminución del valor de una cosa.
<b>Fortificación</b>	Adición de un nutriente o nutrientes a niveles mayores que aquéllos encontrados en el alimento original o en uno similar.
<b>Harina de sangre</b>	Producto seco y granulado, de color rojizo, rico en proteínas y hierro y que se obtiene al procesar la sangre bovina proveniente de los mataderos.

**Hemoglobina**

Pigmento rojo, de los glóbulos rojos de la sangre.

**Inversión**

Empleo de capital en la productividad general de bienes.

**Matadero**

Sitio en donde sacrifican, desgüellan y descuartizan a los animales de abasto con el propósito de aprovechar la carne para el consumo humano, en donde la sangre animal procede de estos lugares.

**Plasma**

Líquido amarillento, fundamental de la sangre en la que están inmersas las células sanguíneas compuesto por 90% de agua.

**Rentabilidad**

Una medida porcentual del rendimiento de una inversión.

**Sangre**

Líquido que circula por el interior de los vasos sanguíneos de los animales superiores gracias a la acción impulsante del corazón.

**Venta**

Traspasar a otra persona o grupo de personas productos o bienes, mediante un precio convenido, lo cual genera ingresos a favor.

## RESUMEN

La deficiencia nutricional del hierro afecta a gran parte de la población guatemalteca, especialmente a mujeres y a niños, para lo cual se realizó este estudio, y así poder cubrir dicha deficiencia.

1) Mediante un análisis de demanda, se estableció la misma en 317,500 beneficiarios, al inicio se beneficiará únicamente al 86% entre niños preescolares (23%) y mujeres embarazadas (63%) de CARE, SHARE y MOTHERCARE.

2) Se determinó una disponibilidad de sangre de 3,875.56 Kg/día (8,565 lb/día) procedente de 220 bovinos de lunes a viernes de los 18 municipios del Sur Occidente del país estudiados. Se determinó el tamaño de la planta en 576 kg/día (12.72 qq/día). La planta se localizará en la región de la cabecera departamental de Quetzaltenango.

Para el procesamiento de la harina de sangre se establecieron los aspectos tecnológicos adecuados para su producción, se utilizó para ello el equipo adecuado usado en otros países dando buenos resultados al procesar la sangre bovina.

3) Se estableció una inversión fija de Q 672,954.95, un costo de producción de Q. 1,456,962.72, una inversión inicial requerida de Q. 894,922.18. Se determinó el costo mínimo de producción en Q. 10.54/ Kg (Q.4.77/lb) y el precio de venta en Q. 12.75/Kg (Q.5.77/lb), y se estableció un ingreso por ventas de Q.1,762,924.89.

La evaluación del proyecto nos indica una utilidad neta de Q. 229,471.63, alcanzándose una rentabilidad de 25.6%, lo cual indica que el proyecto es viable. Además, se obtiene un punto de equilibrio monetario de Q. 1,052,823.45, con el cual se generan 82,574.38 Kg (1824.65 qq) de harina de sangre, que constituye un 59% de la capacidad de la planta.

Con lo anterior se llega a establecer la prefactibilidad técnica y económica para instalar la planta procesadora de harina de sangre para fortificar alimentos, para consumo humano en el Sur Occidente de Guatemala, el cual servirá de base, por si algún día se llega a realizar el proyecto.



## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar la prefactibilidad técnica - económica de instalar una planta procesadora de harina de sangre, para fortificar alimentos para consumo humano, en el Sur Occidente de Guatemala.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar la disponibilidad de materias primas a nivel del Sur-Occidente del país, para la obtención de harina de sangre.
2. Establecer características de la demanda (tipo y volumen) de la harina de sangre como producto a fabricar.
3. Investigar la disponibilidad de tecnología existente, para la obtención de harina de sangre para consumo humano en Guatemala.
4. Determinar el tamaño, localización y aspectos tecnológicos adecuados para la producción de harina de sangre.
5. Determinar los aspectos financieros del proyecto, lo cual incluye: Inversión, ingresos, costos operacionales y rentabilidad del proyecto.

## **HIPOTESIS**

Es factible técnica y económicamente instalar una planta procesadora de harina de sangre, para fortificar alimentos para el consumo humano, en el Sur Occidente de Guatemala.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas nutricionales más comunes en países en desarrollo como Guatemala, es la anemia nutricional, la cual es debida a la deficiencia de hierro. Los grupos más afectados por la misma son: 1) los niños preescolares, 2) las mujeres en edad fértil, y 3) embarazadas y lactantes, éstas últimas debido al aumento de sus necesidades de dicho micronutriente (5). La encuesta nacional de micronutrientes realizada en Guatemala en 1995, indica que en el ámbito nacional el 26 % de niños de 1 a 5 años, el 32 % de mujeres en edad fértil entre 15 y 44 años y el 39 % de mujeres embarazadas tienen prevalencia de anemia por deficiencia de hierro, siendo en el Sur Occidente el mayor porcentaje (13).

Las causas a que se debe la deficiencia de hierro incluyen el consumo de dietas con cantidad insuficiente de nutrientes; dietas que contienen poco hierro dietético, de baja biodisponibilidad por el organismo. Las consecuencias biológicas y económicas están bien establecidas en los niños, en los cuales se limita su potencial intelectual y su desarrollo psicomotor, lo que tiene consecuencias a largo plazo, en el escolar disminuye su capacidad de aprendizaje, en las embarazadas afecta en el nacimiento de niños de muy bajo peso y en los adultos la deficiencia de hierro afecta su productividad y su desarrollo socioeconómico.

Para evitar las consecuencias de la deficiencia de hierro, existen estrategias a mediano plazo, que pueden contribuir a eliminar la deficiencia de hierro, como lo es la fortificación con hierro de alimentos ampliamente consumidos (5), ya que la fortificación de un alimento es para beneficio de la mayoría de la población.

Para fortificar alimentos se ha utilizado hierro inorgánico o no hemínico, como fortificante, pero se ha demostrado que el hierro orgánico o hemínico presenta una mejor biodisponibilidad, debido a que es absorbido por un mecanismo diferente al hierro no hemínico (7). Actualmente la sangre de los animales de abasto obtenida en la mayoría de los mataderos del país, constituye un subproducto no utilizado y constituye una gran fuente de contaminación ambiental, ya que al mezclarse con las aguas negras del desagüe incrementa la demanda biológica de oxígeno (DBO) del sistema, por tratarse de una proteína de fácil descomposición (11).

Es por eso que si se aprovecha la sangre de los mataderos y se recolecta de una manera sanitariamente adecuada, será útil para obtener harina de sangre, cuyo producto constituye una gran fuente de hierro hemínico, útil para fortificar alimentos como galletas nutricionales, ya que según estudios realizados en países como Chile (28), es útil para el consumo humano utilizándola para la fortificación de alimentos.

Con base en lo anterior, se elaboró el presente estudio con el objeto de determinar la prefactibilidad técnica-económica para instalar una planta procesadora de harina de sangre para fortificar alimentos para consumo humano directo en el Sur Occidente de Guatemala y buscar que se beneficien las personas más vulnerables a la deficiencia de hierro en esta área.

El estudio presenta en su primera parte un análisis de la demanda de alimentos nutricionales por parte de Organizaciones no Gubernamentales ONG's que distribuyen alimentos a sus beneficiarios en el Sur Occidente, lo cual nos sirvió de base para constituir una primera aproximación del mercado para la planta; luego se describe la disponibilidad de materias primas y auxiliares sobre la base de las cuales se determina el tamaño de la planta.

La localización de la planta se determina en la región que presente el costo mínimo de transporte, de la sangre a la planta, la mayor disponibilidad de materia prima, mejores vías de acceso, mejor demanda y estará ubicada en algún lugar del área periurbana de su respectiva región. Se describe el proceso tecnológico de fabricación de la harina de sangre que se utilizará en la planta, así como su requerimiento de materiales para realizar los balances de masa necesarios para determinar el tipo de equipo a utilizar, así como los requerimientos de servicios con que contará la planta y el personal que empleará.

Al final se presenta el estudio económico resultante de la inversión, el cual nos presenta la rentabilidad o no de la planta a instalar, así como el punto de equilibrio que determina el punto en donde no existen ni pérdidas ni ganancias para el proyecto.



# I. ANTECEDENTES

## 1.1 Generalidades del hierro

El hierro se encuentra en la naturaleza como parte de los reinos animal, vegetal y mineral. En los vegetales y en los animales, el hierro constituye un componente de la célula. En el organismo humano, el hierro tiene una función principal: la de formar parte de la hemoglobina, que es el pigmento respiratorio de los glóbulos rojos de la sangre (18). El hierro es el componente de las moléculas de hemoglobina y mioglobina, así como de los citocromos y otros sistemas enzimáticos, y como tal desempeña un papel esencial en el transporte de oxígeno y en la respiración molecular (6).

Existe en los alimentos en forma -orgánica e inorgánica-, de las cuales algunas son menos fácilmente absorbidas que otras. En general, se cree que el hierro de origen animal es más fácilmente absorbible; sin embargo, la absorción del hierro es determinada principalmente por la cantidad total de hierro existente en el organismo. Así los individuos con suficiente cantidad de hierro absorben menos que los que tienen deficiencia en este mineral (5).

## 1.2 Absorción y fuentes de hierro

La absorción del hierro se determina por las necesidades nutricionales de una persona y por factores que influyen la biodisponibilidad del hierro (30), de lo anterior se deduce que para apreciar la calidad de una dieta determinada hay que conocer tanto el contenido total de hierro, como el contenido de hierro de cada uno de los alimentos, ya que se ha encontrado que el hierro de algunos alimentos varía con respecto a la biodisponibilidad (32).

La absorción del hierro se incrementa cuando aumenta la síntesis de hemoglobina, por ejemplo, después de una hemorragia o a consecuencia de una anemia etc., la absorción es mayor durante el crecimiento y en mujeres en edad fértil.

Hay dos formas distintas de absorción de hierro a través de la mucosa intestinal: Hierro inorgánico o no hemínico y hierro orgánico o hemínico, ambos tienen un mecanismo de absorción diferente, en general el hierro hemínico se absorbe mejor que el hierro no hemínico. El hierro hemínico es un componente de la hemoglobina, mioglobina y de algunas enzimas respiratorias como los citocromos. 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 de que contribuye grandemente a las necesidades nutricionales. Todo el hierro de las plantas, y en los animales 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 (24,28). Por estas razones, las dietas mixtas se pueden clasificar en dietas con baja, intermedia o alta biodisponibilidad, donde la absorción de la mezcla de hierro hemínico y no-hemínico es de alrededor de 5,10 y 15% respectivamente (4).

Una fuente importante de hierro hemínico es la sangre de los animales de matanza, la cual contiene además gran cantidad de proteínas, ésta mediante una higiénica recolección puede ser una buena fuente de hierro hemínico para consumo humano, con lo cual se eliminarían problemas de contaminación ambiental que constituye su desecho (31).

### **1.3 Biodisponibilidad del hierro hemínico**

Como se mencionó antes, existen dietas con alta- intermedia y baja disponibilidad, cada una de ellas se diferencian por los alimentos utilizados como fuentes de absorción de hierro, es decir una dieta con alta disponibilidad contiene



una variada cantidad de alimentos con abundante presencia de carnes y alimentos ricos en Vitamina C; la dieta intermedia contiene cereales, raíces y tubérculos pero con algún alimento de origen animal y fuentes de ácido ascórbico; y la dieta baja se caracteriza por una variedad escasa de alimentos basándose en cereales, raíces y tubérculos; con cantidades insignificantes de carnes o fuentes de ácido ascórbico (4). La biodisponibilidad se define como un porcentaje de un compuesto que llega a la circulación después de ser administrado (31).

La de mayor diferencia observada entre las bajas biodisponibilidades del hierro fue: el arroz, maíz y trigo con una absorción de 1-7% y la de mejor absorción de hierro, las carnes y pescado entre 12-20% (14). Hay tres vías por las cuales se puede mejorar la biodisponibilidad del hierro: 1) incrementando la ingesta diaria, particularmente de hierro hemínico, 2) incrementando la ingesta de estimuladores de la absorción de hierro y 3) reduciendo los inhibidores (5).

#### **1.4 Situación general de deficiencias nutricionales en Guatemala**

Las deficiencias de micronutrientes especialmente las del hierro, son uno de los desórdenes más comunes en el mundo y se produce cuando la cantidad de hierro que se absorbe es insuficiente para cubrir sus necesidades, si esta situación se prolonga conduce a la anemia por falta de hierro. La anemia por falta de hierro es una causa importante de enfermedad en la población y cuando es severa conduce a la muerte. Esta situación persiste, a pesar de que las intervenciones para su prevención están disponibles, son efectivas y de bajo costo (5,31).

En los países en desarrollo, la deficiencia de hierro es la principal causa de anemia y afecta a unos 2,000 millones de personas. La mayor parte de personas que padecen de anemia nutricional causada por la deficiencia de hierro, pertenecen a países en desarrollo en donde su prevalencia entre las mujeres embarazadas, infantes y preescolares es mayor al 50% y progresivamente menor, pero igualmente importante en la población escolar, mujeres en edad fértil y adultos (6,12).

En Centroamérica, éste también es un grave problema que afecta actualmente al 25% de la población. La deficiencia de hierro se ha determinado que es el factor responsable del 90% de las anemias que se observan tanto en el ámbito rural como urbano en Guatemala. Estudios efectuados por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), en 1,984 en grupos de mujeres en edad fértil, residentes en áreas urbanas y rurales reportan que entre el 52% y 76% presentaban deficiencias de hierro (27).

Estudios realizados por el INCAP/OPS en 1,995 sobre una encuesta nacional de micronutrientes en Guatemala (20), reporta que la prevalencia de anemia por deficiencia de hierro en niños de 1 a 5 años es de 26% (tabla XXI del anexo), también indica que la situación mejora a medida que se incrementa la edad, se indica que los niños que recibían lactancia materna, tuvieron el doble de prevalencia de anemia (50.2%), en comparación con los niños que no la recibían (22.7%).

En el caso de las mujeres en edad fértil de 15 a 44 años, la prevalencia de anemia es de 35.4% (tabla XXII del anexo), la prevalencia de anemia para mujeres embarazadas fue de 39% en comparación con un 34.5% en las mujeres no embarazadas (tabla XXIII del anexo).

Se reporta que tanto para niños y mujeres en edad fértil, la población rural tiene mayor prevalencia de anemia que en los sectores urbanos y en la ciudad de Guatemala, otro dato importante que hay que mencionar, es que la prevalencia de anemia en niños y en mujeres en edad fértil es mayor en el altiplano del país, seguido por la costa sur, departamento de Guatemala y Nororiente (7,20).

## **1.5 Consecuencias funcionales de la deficiencia de hierro y estrategias de intervención**

Un grupo de alta prioridad en cuanto a deficiencia de hierro, son las mujeres durante el embarazo y lactancia. En áreas en donde la deficiencia de hierro es altamente prevalente, se recomienda una suplementación general. Mujeres con frecuentes o excesivas pérdidas menstruales, deben absorber sustancialmente más hierro, para mantener el balance del mismo (32).

Otros grupos de alta prioridad constituyen los recién nacidos de bajo peso, para quienes es necesario disponer de un suplemento accesible y los niños preescolares, para cuya capacitación es indispensable disponer de un eficiente y oportuno sistema de tamizaje y monitores y garantizarle un suplemento adecuado (5). Los periodos de crecimiento en la niñez y en la adolescencia, incrementan la demanda para absorber hierro, por tanto, periodos de crecimiento son asociados con alto riesgo para sufrir deficiencia de hierro (30).

Los efectos negativos se pueden medir en el impacto cognoscitivo, en el crecimiento de los infantes preescolares y en el uso de las fuentes de energía en el músculo y por lo tanto, en la capacidad de trabajo físico de adolescentes y adultos, así como en el estado inmune y la morbilidad de infecciones en todos los grupos de edad (5).

La anemia por deficiencia de hierro en la embarazada, incrementa el riesgo perinatal de la madre y el recién nacido y aumenta el riesgo de muerte en los infantes. La deficiencia de hierro limita la capacidad del organismo de mantener la temperatura adecuada, cuando se expone a temperaturas bajas, altera la producción hormonal y el metabolismo, asociadas con funciones neurológicas, musculares y reguladoras de temperatura (5). En resumen, desde el punto de vista de salud pública la deficiencia de hierro da una severa desventaja en la productividad de la sociedad (14).

Además de los programas de suplementación, los cuales son de una efectividad limitada, existen otras intervenciones más sostenibles entre las que se encuentran la fortificación, la cual es la intervención más recomendada en la mayoría de casos de deficiencia de hierro (5).

Para un futuro inmediato, elevar la efectividad de los programas de suplementación en el embarazo y durante la lactancia, como un componente de la atención primaria de salud, parece ser la intervención más viable para reducir las altas prevalencias de anemia y deficiencia de hierro de los grupos más vulnerables. Pero esta intervención debe ir acompañada de fortificación que en última instancia llegue a toda la población como una actividad preventiva efectiva y sostenible, así como de programas de educación, comunicación y diversificación de la dieta (5). En la tabla XXIV del anexo se puede observar las ingestas diarias de hierro recomendadas (19,32).

#### **1.6 Fortificación con hierro de los alimentos y su impacto sobre la deficiencia de hierro**

Entre las estrategias para combatir la deficiencia de hierro, la más conveniente es la fortificación de hierro de los vehículos alimentarios de la población elegida. Su costo es el más económico de todas las estrategias y además no depende de la decisión individual (5). 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.

La fortificación 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 de la información nutricional disponible (31). 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 (5).

Un programa de fortificación debe contemplar varios pasos recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Uno de los pasos es elegir el vehículo y el fortificante (5), el vehículo a utilizar debe ser un alimento de amplio consumo y accesible a la población objetivo, para que 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 (3,11). Existen 2 formas de fortificación de alimentos según el tipo de hierro que se utilice, las cuales son:

### **1.6.1 Fortificación de alimentos con hierro inorgánico**

El hierro inorgánico se encuentra en la naturaleza como parte del reino vegetal y mineral, todo el hierro de las plantas y en los animales no celulares de origen animal (por ejemplo huevos y productos lácteos) es inorgánico, en comparación, aproximadamente la mitad del hierro de la carne, el pescado y las aves es inorgánico, la otra mitad es orgánico; a pesar que contribuye grandemente a las necesidades nutricionales (14).

Hasta el día de hoy en Guatemala, los programas de fortificación de alimentos se han llevado a cabo utilizando sales inorgánicas de hierro. El hierro de dichas sales, así como el hierro encontrado en vegetales y el hierro en forma de Ferritina, se absorben en forma ionizada  $Fe^{+2}$  o  $Fe^{+3}$  y constituyen el pol no hemínico (31). Entre las diferentes fuentes de hierro inorgánico utilizadas en la fortificación de alimentos están: Sulfato Ferroso, Hierro Elemental (Rovifarin), Fumarato Ferroso, EDTA sódico férrico, bioglicinato de hierro, etc., se usan para fortificar cereales, harinas, pastas, granos secos, galletas, panes, tortillas, azúcares, mieles, dulces etc. Entre los ejemplos de lo anterior están: la harina de maíz, harina de trigo, harina de soya, Incaparina, Bienestarina, Corn Flakes y la galleta nutricionalmente mejorada.

## **1.6.2 Fortificación de alimentos con hierro orgánico**

También existe otra fuente de hierro dietario de relevante importancia, constituido por la mioglobina y la hemoglobina; este hierro constituye el pol hemínico. En los humanos, el hierro hemínico es más absorbido de manera más eficiente que el no hemínico, otra fuente importante de este tipo de hierro, es la sangre de los animales de matanza (31).

En Guatemala la especie bovina es de gran consumo, sin embargo, sólo un pequeño porcentaje de su sangre es utilizada directamente como alimento de la población y el resto es desechada a los drenajes, con lo que se crean problemas de contaminación ambiental (11). A continuación se describen algunos usos del hierro hemínico utilizado en algunos países para fortificar alimentos.

### **1.6.2.1 Fortificación de alimentos con hierro hemínico en Chile**

En Chile, la leche constituye el vehículo ideal para ser fortificado en el grupo de lactantes, ya que es distribuida a toda la población a través del Programa Nacional de Alimentación Complementaria, es consumida por este grupo en forma uniforme, en cantidades conocidas y es procesada centralmente. El hierro hemínico obtenido a partir de la sangre de los vacunos, sería suficiente para fortificar la dieta y llenar los requerimientos de hierro de más de un millón de lactantes por año. Sólo con la sangre proveniente de los mataderos de Gran Santiago, sería suficiente para fortificar la dieta de 700,000 lactantes.

En año 1,978 se planteó un estudio de tesis en donde se fortifica la leche, utilizando la sangre de vacuno como fuente de hierro hemínico (15), se fortificó leche comercial con un 4% del aislado proteico de glóbulos rojos. Se fortificaron además galletas en un 4 y 10% con el aislado proteico de glóbulos rojos, teniendo en cuenta las necesidades de cubrir los requerimientos de hierro en preescolares, siendo las galletas un buen vehículo de fortificación por su alta aceptabilidad (28).

En 1,993 se realizó un estudio denominado efecto de la hemoglobina bovina para fortificar galletas para mejorar el estado férrico de los escolares, contempla un programa de almuerzo en las escuelas chilenas, en donde se suministró con 3 galletas de 10 gramos fortificadas con 6% de concentrado bovinos de hemoglobina, para los escolares. Se concluyó en el estudio que fortificar galletas con hierro hemínico, es una manera factible y eficaz para mejorar el estado férrico de los escolares (16).

Se realizó otro estudio para probar la efectividad del hierro hemínico en la fortificación de cereales de arroz para niños de 4 meses de edad (lactantes), en donde la misma puede contribuir substancialmente a prevenirles la anemia (17). Actualmente, existe un programa de fortificación de galletas para regiones de alto predominio de anemia por deficiencia de hierro, utilizando el hierro hemínico denominado Ferrimin, producido por la empresa comercial chilena ECOMIN y cuya composición química proximal se muestra en la tabla XXV del anexo (31).

#### **1.6.2.2 Fortificación de alimentos con hierro hemínico en Brasil**

En 1,984 cerca de 130 millones de litros de sangre son desechados de la mayoría de los mataderos, además solamente una pequeña cantidad de sangre de animales era utilizada para consumo humano, sus limitaciones son las dificultades tecnológicas para secar el producto, así como las alteraciones organolépticas provocadas cuando se adicionan a los alimentos, de esta forma es mejor opción para uso de industrias químicas, farmacéuticas de fertilizantes o para nutrición animal.

En 1,990 se realizó un estudio, en donde se utilizaba hierro hemínico para fortificar bizcochos (galletas o panes), para la dieta de preescolares, como un efecto de mejorar la deficiencia de hierro en su nutrición, en donde se demostró en el estudio que el hierro hemínico tiene una alta biodisponibilidad entre los preescolares. Los bizcochos fueron fortificados con hierro hemínico en 3-5%, los resultados del análisis químico mostraron que favoreció a los preescolares reduciéndoles su prevalencia de anemia en un 75% (29).

Además de los países anteriores, existe la producción de harina de sangre en Estados Unidos por la American Protein Corporation, ubicada en Lytton, Iowa y se conoce con el nombre de APC-301 y su composición química proximal se muestra en la tabla XXVI del anexo. También se produce en Barcelona, España por Aprocat S.A en donde se le conoce con el nombre de Protesan.

### **1.6.2.3 Fortificación de alimentos con hierro hemínico en Guatemala**

La sangre es uno de los subproductos animales poco utilizados para el consumo humano directo, podría 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 deficiencia de hierro y proteínas (9,31) y no sólo como alimentación animal, como comúnmente es utilizada en el medio.

Un bovino pesa aproximadamente 460 Kg. Si se toma en cuenta que el 7% de su peso es sangre, sería posible recolectar 32 litros/bovino. Sin embargo, usualmente sólo un 40% de esta cantidad puede ser recolectada, lo cual representa un 12.8 litros/bovino (28), lo cual nos dice que si lográramos recolectar la mayor cantidad de sangre de los mataderos del país tendríamos un buen suministro de sangre bovina y se lograría así una menor contaminación de la misma en el ambiente, y podría ser utilizada para fabricar alimentos para consumo humano.

Se han realizado estudios en donde se utiliza hierro hemínico para fortificación de alimentos. El primer estudio se realizó en 1,989 y fue denominado *Desarrollo de un proceso tecnológico para la producción de harina de sangre bovina, que pueda ser usada como fuente de hierro*, en donde se demostró que es posible producir harina de sangre bovina con no menos de 150 mg de hierro de buena calidad sanitaria, apta para el consumo humano (23).



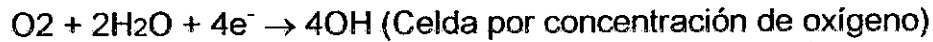
En 1,993 se realizó otro estudio denominado *Fortificación de la galleta nutricionalmente mejorada, utilizada en la refacción escolar con hierro hemínico, hierro y vitamina A*, donde se utilizó sangre bovina como fuente de hierro, comparándose con hierros inorgánicos, en donde se demostró y se recomienda que es factible técnicamente la elaboración de harina de sangre que pueda ser utilizada como fuente de hierro hemínico en la fortificación de alimentos (31).

El estudio más reciente se realizó en 1,997: *Fortificación de caldos deshidratados con morcilla como fuente de hierro hemínico*, en donde se demostró que la utilización de hierro hemínico mejora la calidad nutricional en los caldos deshidratados de pollo y de res (14).

En Guatemala, el INCAP mejora constantemente la fortificación de alimentos, y realiza la fortificación con hierro de alimentos de consumo popular, especialmente para infantes, niños preescolares, mujeres en edad fértil y mujeres embarazadas y nodrizas, utilizan tanto hierro inorgánico como hierro hemínico, el cual lo obtienen de la empresa norteamericana American Protein Corporation, producto de alta calidad rica en proteínas, de color café-rojizo y tiene 2700 ppm de hierro y es 80% soluble en agua y su olor es agradable.

Al tomar en cuenta las experiencias que existen en la ejecución de los estudios antes mencionados surgió la idea de realizar un estudio donde se utilice la sangre de bovino, para la producción de harina de sangre en Guatemala, mediante la instalación de una planta industrial, para ello se realiza el estudio de prefactibilidad que a continuación se detalla, en donde se determinará si es viable o no el mismo. La harina de sangre entonces se quiere usar como fuente de hierro para fortificar alimentos, como la galleta nutricionalmente mejorada utilizada en la refacción escolar y en la galleta nutricionalmente mejorada para mujeres, próxima a estar en el mercado.

Reducción de oxígeno en solución neutra o alcalina:



Se han considerado la evolución del hidrógeno y reducción del oxígeno puesto que son las reacciones catódicas más comunes. El circuito eléctrico es completado en una celda de corrosión teniendo ambos, el ánodo y el cátodo, mojados por una solución eléctricamente conductiva común. Esta solución es llamada un electrolito. El electrolito conduce corriente eléctrica del ánodo hacia el cátodo. A mayor conductividad mayor es la tasa de corrosión, como regla, como ocurre cuando comparamos salmuera con agua potable. La conductividad es enormemente reducida substituyendo gasolina por agua, en este caso la corrosión es esencialmente eliminada.

Los cuatro requisitos de una celda electroquímica de corrosión, consecuentemente son: un ánodo, un cátodo, un electrolito y una conexión eléctrica. La corrosión ocurre por el metal sólido siendo oxidado por iones de metal cargado positivamente en solución. Esto ocurre en áreas llamadas ánodos. El exceso resultante de electrones pasa a través de áreas de superficie llamadas cátodos donde éstas son removidas por una reacción de reducción. El electrolito debe contener especies que pueden ser reducidas en el cátodo y contener iones capaces de completar el circuito eléctrico entre las áreas del ánodo y del cátodo.

## **2. ESTUDIO TÉCNICO**

En el presente estudio de prefactibilidad se determinaron los aspectos más importantes que implican la implementación e instalación de una planta procesadora de harina de sangre para fortificar alimentos para el consumo humano, en el Sur Occidente de Guatemala, a partir de la sangre de los animales de abasto.

Para la determinación de los aspectos técnicos se consideró que la planta industrial trabajará un total de 240 días al año, de lunes a viernes en un turno de 6 horas para la producción de harina de sangre y 2 horas para la harina de plasma; con plan 20. Así se cumplirá con el requerimiento diario de 1 galleta fortificada con hierro hemínico para cada beneficiario de lunes a domingo.

Para la determinación económica y financiera del proyecto se consideró que la planta tendrá 10 años de operación, pudiéndose prolongar este período sobre la base del crecimiento de la misma.

### **2.1 Análisis de demanda**

#### **2.1.1 Definición del producto:**

La sangre tiene una consistencia viscosa de color rojo opaco, localizada en el sistema circulatorio del animal, su composición está constituida por células organizadas en un 45%, lo que constituye la masa globular y suspendidos en una fracción plasmática de un 55% del volumen total de la sangre, ésta contiene glóbulos rojos y blancos, los cuales se hallan en suspensión en una porción clara y amarillenta de la sangre denominada plasma; el cual es una solución de proteínas (28).

Entre las funciones de la sangre está el transporte de oxígeno, de nutrientes y la eliminación del dióxido de carbono en el organismo animal, éstas son realizadas por la hemoglobina, que es un pigmento rojo presente en los glóbulos rojos. Mientras los glóbulos blancos de la sangre actúan como defensores del organismo al protegerlo de infecciones, la sangre está compuesta de varias proteínas de las cuales las más abundantes son la hemoglobina y las proteínas del plasma, ya que ayudan a realizar sus funciones principales (11,28).

Cuando un animal es desangrado su sangre se coagula rápidamente, según la temperatura ambiente, lo cual además hace que el color se torne más oscuro, por eso es importante que al extraerla se le añadan anticoagulantes. El tiempo de sangrado se basa en ciertos factores como salud, edad, sexo y las condiciones y el método utilizado para realizar el sacrificio del animal. La cantidad de sangre proporcionada varía con la especie y está naturalmente en función del peso en vivo, del sexo, de las condiciones fisiológicas, y de la edad de los animales, entre otros factores (1). El ganado vacuno rinde sangre a razón aproximadamente del 7.7% de su peso vivo, pero en general, para efectos prácticos su disponibilidad es del 5 % de su peso vivo (11).

En promedio la sangre que se obtiene de los animales de abasto, contiene aproximadamente 80% de agua y 20% de sólidos. Cerca del 90% de su materia sólida son proteínas. El hierro, sin embargo, está presente comparativamente en grandes cantidades (10). Mediante una adecuada recolección de la sangre, que incluya una inspección sanitaria y que reúna buenas condiciones higiénicas, es posible obtener **harina de sangre**, la cual es un producto seco y fino, de color pardo oscuro o rojizo. Es un producto rico en proteínas y hierro, aunque de composición bastante sesgada en aminoácidos, es casi soluble en agua, tiene un olor agradable, y no presenta el olor característico a sangre. La harina de sangre que no cumple con las condiciones sanitarias adecuadas es utilizada para alimentación animal, así como fertilizante orgánico (11,13), sin embargo, la harina de sangre que comprende el estudio se producirá sanitariamente como una fuente de hierro hemínico

utilizado para fortificar alimentos para consumo humano destinado a personas deficientes en dicho micronutriente en el Sur Occidente de Guatemala.

### **2.1.2 Demanda de alimentos fortificados con harina de sangre**

El presente estudio de prefactibilidad está destinado a analizar la demanda de harina de sangre, la cual sirve como materia prima para fortificar alimentos para consumo humano. Para esto se realizó un sondeo de demanda institucional y comercial sobre consumo de alimentos nutricionalmente mejorados a Organizaciones no Gubernamentales que tuvieran sede en el Sur Occidente de Guatemala mediante la figura 1 del apéndice.

Las ONG's se definen como instituciones plenamente establecidas de carácter privado y sin fines de lucro que persiguen el mejoramiento de las capacidades humanas y la transformación de las condiciones y relaciones en que se desenvuelve la población en situación de exclusión y pobreza.

Primero se seleccionaron varias ONG's radicadas en la ciudad de Guatemala que tuvieran cobertura a nivel sur occidental así como un número elevado de beneficiarios, y que los mismos fueran niños preescolares, escolares o mujeres, y que entre las actividades que realizaran se encontraran especialmente los de alimentación complementaria y salud nutricional destinados a contrarrestar alguna deficiencia.

El sondeo que se mencionó anteriormente se realizó para un total de 20 ONG's, por medio de entrevistas. Con este procedimiento se identificaron las instituciones que tienen programas de alimentación complementaria y nutricional. Se presenta a continuación una breve descripción de cada una de ellas, relacionada con sus actividades de alimentación.

**1. CARE**

Fundada en 1,959, se dedica al mejoramiento nutricional de niños y de mujeres embarazadas, así como a contribuir a disminuir los índices de mortalidad infantil en las áreas del proyecto, tiene su sede en la ciudad de Guatemala y sub-sede en Quetzaltenango.

**2. ASOCIACION CDRO**

Fundada en 1,984, persigue la adecuación de una dieta nutricional de la población de las comunidades rurales asociadas a CDRO. Tiene su sede en Totoncapán.

**3. COSUDER**

Fundada en 1,983, busca disminuir la morbi-mortalidad materna e infantil, así como la desnutrición, tiene su sede en la ciudad de Guatemala, tiene sub-sede en Sololá.

**4. FEED THE CHILDREN (FTC)**

Fundada en 1,983, persigue proveer de oportunidades a niños y mujeres en alto riesgo, y en consecuencia, reducir los niveles de desnutrición y mortalidad en los niños de escasos recursos del país. Tiene su sede en la ciudad de Guatemala.

**5. SHARE**

Fundada en 1,987, tiene por objetivo crear y apoyar una red organizacional de base para el desarrollo, educación y distribución de alimentos en la que todos puedan participar, y así mejorar la calidad de vida y seguridad alimentaria. Tiene sede en Guatemala y sub-sede en Quetzaltenango.

## **6. AGROSALUD**

Fundada en 1,977, tiene como objetivo dar acceso a alimentos nutritivos que eviten la desnutrición en niños menores de 5 años. Su sede se ubica en la ciudad de Guatemala.

## **7. MOTHERCARE**

Fundada en 1,994, que tiene como meta suplir con hierro y ácido fólico a las mujeres embarazadas, aumentando sus niveles en sangre, para evitar deficiencia. Su sede se localiza en la Ciudad de Guatemala, y la sub-sede en Quetzaltenango.

Se tomaron en cuenta las instituciones y la información del sondeo realizado, para identificar a los beneficiarios del programa de alimentación complementaria, los cuales se muestran en la tabla I del apéndice, de éstos son los preescolares y las mujeres embarazadas, quienes más se benefician de dichos programas.

Los alimentos que distribuyen las instituciones mencionadas según el sondeo se muestran en la tabla II del apéndice. El cereal que distribuye CARE, CDRO y SHARE es CBS (harina de maíz y soya), mientras que AGROSALUD distribuye Incaparina; MOTHERCARE no distribuye alimentos, sino pastillas de hierro para sus beneficiarias.

Con relación a la cantidad de alimentos distribuidos por cada una de las instituciones a los beneficiarios en la tabla III del apéndice se observa que los alimentos son distribuidos en una cantidad considerable la entrega de alimentos se lleva a cabo una vez al mes y se realiza en Centros de Salud, en los hogares de los beneficiarios, en la institución o en las comunidades directamente, el costo aproximado de los alimentos proporcionados varía en cada organización, ya que puede ser por beneficiario o por grupo.

El número de beneficiarios que integran el programa de alimentación complementaria de cada institución establecido por el sondeo se muestra en la tabla IV del apéndice de tal forma que se nota que son los preescolares y las mujeres embarazadas quienes son más apoyados por estas organizaciones.

En el sondeo se indica el lugar de cobertura en el Sur Occidente del país de las diferentes instituciones, lo cual se muestra en la tabla V del apéndice, de tal forma que tanto CARE, SHARE y MOTHERCARE tienen cobertura total en el Sur Occidente del país, además tienen sub-sede en la cabecera departamental de Quetzaltenango, mientras CDRO, COSUDER, FTC y AGROSALUD tienen cobertura en un solo departamento del país, por lo que, para fines del estudio, podrían no incluirse en la fase inicial, pero se deberían tomar en cuenta en un posible crecimiento de la planta.

Según los datos anteriores, se tendría una demanda efectiva en función del número de beneficiarios de la siguiente manera:

Niños de 0-36 meses	31,500	(10%)
Preescolares	87,100	(27%)
Mujeres embarazadas	198,500	(63%)
<b>Total</b>	<b>317,100</b>	<b>(100%)</b>

Al tener ya definida una demanda para la harina de sangre, se establece que se utilizará para fortificar galletas y así cubrir diariamente a todos los beneficiarios con 1 galleta y evitar la deficiencia de hierro de los mismos. En la tabla XXVII del anexo se presenta la formulación de la galleta fortificada con harina de sangre, la cual es para niños y mujeres.



## **2.2 Proceso tecnológico para la obtención de harina de sangre**

### **2.2.1 Disponibilidad de materia prima**

Antes de entrar en detalle sobre la disponibilidad de materias primas, es preciso indicar que el estudio está referido al Sur Occidente de Guatemala, ya que según el Instituto Nacional de Estadística, en esta zona del país existe gran matanza diaria de animales de abasto. El Sur Occidente está conformado por los departamentos de Quetzaltenango, Totonicapán, San Marcos, Sololá, Suchitepéquez y Retalhuleu. Se considera que Guatemala es un país de vocación eminentemente ganadera, por lo que cuenta con una buena disponibilidad de ganado en todo el país, lo cual es una alternativa viable para el proyecto.

Para la elaboración de harina de sangre, la única materia prima requerida, es la sangre proveniente del ganado o sangre bovina, la cual puede ser recolectada de los mataderos municipales de las cabeceras departamentales y los municipios cercanos a las mismas, de la región antes mencionada, siempre y cuando tenga los requerimientos sanitarios adecuados en el proceso de matanza del animal y en su recolección, para así poder ser procesada.

La obtención de la sangre se lleva a cabo en los mataderos, los cuales se definen como aquellos sitios en donde se sacrifica a los animales de abasto con el propósito de aprovechar la carne para el consumo humano (11), deben situarse en zonas libres de malos olores, polvo u otros contaminantes (1), para que el proceso de matanza e inspección sea el adecuado, y todos los productos y subproductos obtenidos de la misma sean los adecuados.

La propiedad de los mataderos varía; algunas veces corren a cargo del sector privado y otras del sector público. En Guatemala se cuenta en la mayoría de departamentos y municipios con mataderos públicos o municipales.

Las operaciones fundamentales que deben realizarse en un matadero para obtener productos y subproductos adecuados para el consumo humano son:

- Una inspección ante-mortem, en la cual se realiza un reconocimiento sanitario de los animales antes del sacrificio, los animales deben presentarse de la mejor manera, no deben tener ninguna enfermedad, infección, ni fatiga, deben además estar limpios y ser transportados a la matanza, protegidos contra cualquier accidente y mediante un vehículo limpio, de tal manera que las condiciones sean las más higiénicas.

- El aturdimiento debe realizarse de forma tal, que se produzca la muerte al animal de la forma más rápida, con el objetivo que el animal no sufra y se facilite la manipulación de los animales en los mataderos. En países desarrollados, utilizan procedimientos adecuados para producir la muerte al animal de manera más rápida, utilizando para ello aparatos explosivos (como por ejemplo pistolas), o insensibilización (1,11).

- La muerte de los animales de abasto, es consecuencia de la sangría a la que se deben someter. La sangría se practica generalmente cortando ampliamente los vasos gruesos del cuello. El sistema consiste en lesionar el corazón y los vasos gruesos a la entrada del pecho mediante un cuchillo puntiagudo o punzón (1). Tanto desde el punto de vista higiénico-sanitario, como bajo el aspecto comercial de las carnes, la sangría es extremadamente importante, pues si se realiza correctamente, las carnes tendrán un aspecto normal, tendrán un tiempo de duración mayor y un bajo grado de contaminación microbiana. La sangría se puede realizar ya sea con el animal desangrándose en una posición colgante o en el suelo (1).

- Una inspección sanitaria post-mortem, la cual deberá efectuarse inmediatamente después de la matanza, tiene como fin comprobar posibles enfermedades y anomalías, de tal forma que sólo se apruebe la carne que esté apta para el consumo humano, al igual que los subproductos, como la sangre (1).

Todo lo anterior es importante para obtener la sangre como materia prima bajo todos los requerimientos sanitarios, en cada uno de los mataderos en los cuales se aplica nuestro estudio.

Para el presente estudio y con el objeto de obtener información sobre la disponibilidad de la materia prima (sangre), se realizó una encuesta ( ver figura 2 del apéndice) en algunos mataderos del Sur Occidente del país, con el fin de conocer sus instalaciones, tanto físicas como higiénicas, así como para determinar la disponibilidad de sangre, esto en función del número de animales sacrificados diariamente y del peso del animal vivo.

Sobre la base de la encuesta, la información obtenida se puede dividir en 2 partes:

#### **2.2.1.1 Condiciones físicas e higiénicas de los mataderos**

La región sur occidental es la base del estudio, por lo que los mataderos en los cuales se realizó la encuesta son los siguientes:

##### **Departamento de Quetzaltenango**

1. Quetzaltenango (cabecera)
2. Salcajá
3. Cantel
4. San Juan Ostuncalco

##### **Departamento de Totonicapán**

5. Totonicapán (cabecera)
6. San Cristóbal Totonicapán
7. San Francisco el Alto

7. San Francisco el Alto

**Departamento de San Marcos**

8. San Marcos (cabecera)

9. San Pedro Sacatepéquez

**Departamento de Sololá**

10. Sólola (cabecera)

**Departamento de Suchitepéquez**

11. Mazatenango (cabecera)

12. San Antonio Suchitepequez

13. San Bernardino

14. Cuyotenango

15. Samayac

**Departamento de Retalhuleu**

16. Retalhuleu (cabecera)

17. San Sebastián

18. San Felipe

Los mataderos llevan registro diario del número de animales destazados, información que envían a la Municipalidad de su región cada mes, para posteriormente ser enviada a Gobernación y al Instituto Nacional de Estadística, entre otras instituciones. No existe en estos mataderos, alguna época en la cual aumente o disminuya la matanza de animales, ya que por lo regular se tiene un número promedio de bovinos por mes, con un peso promedio cada uno.

En la mayoría de los mataderos encuestados, no se aprovecha la sangre de los animales, pues se realiza la sangría en el suelo, y la misma se va directamente al desagüe, junto con algunos desperdicios. En ningún matadero encuestado se vende la sangre, por lo que no tiene precio de venta.

Como lo que interesa para el estudio es la disponibilidad de sangre como materia prima, y la misma se basa en la sección III de la encuesta realizada, la información obtenida se detalla a continuación.

#### **2.2.1.2 Disponibilidad de sangre bovina en departamentos encuestados**

En la tabla VI del apéndice, se presentan los datos del destace de bovinos que se realiza diariamente, así como el peso promedio en libras o peso vivo promedio del bovino, sobre la base de la encuesta realizada en los rastros de los municipios del Sur Occidente de Guatemala, de tal forma que se obtiene un total de 1,100 bovinos destazados semanalmente, con un peso promedio cada uno de 362 Kg; la información se incluye por departamento indicándose por eso los subtotales, se indica además que se destaza un promedio de 157 bovinos de lunes a domingo. Se pudo establecer, que existen lugares en donde se sacrifican aproximadamente entre 25 bovinos y en otros, más de 50 bovinos.

Sobre la base de la información obtenida anteriormente, se muestra en la tabla VIII del apéndice, la cantidad de sangre, harina de sangre y el número de galletas que se pueden llegar a fortificar por semana, mes y año, los cálculos se muestran a continuación, tomando la cabecera del departamento de Quetzaltenango como ejemplo, pero estos cálculos pueden aplicarse también a los demás municipios.

La cantidad de sangre que se puede obtener como disponibilidad de materia prima está en función del total semanal de bovinos destazados y de un porcentaje del peso vivo promedio del bovino, el cual para fines de estudio es del 5 %, lo anterior se basa en función de la siguiente fórmula:

$$\text{Sangre semanal (Kg)} = (\text{peso promedio} * \text{total semanal}) * 0.05$$

$$\text{Sangre semanal (Kg)} = (\text{peso total (Kg)}) * 0.05$$

Por ejemplo, para la cabecera departamental de Quetzaltenango (ver tabla VI del apéndice), se destaza un total semanal de 210 bovinos, que tienen un peso promedio en libras de 317 Kg, por lo cual obtendríamos una disponibilidad de sangre de:

$$\text{Peso total (Kg)(Quetzaltenango)} = 317 \text{ Kg} * 210 \text{ bovinos} = 66570 \text{ Kg/bovino}$$

$$\text{Sangre semanal (Kg)} = 66570 \text{ Kg/bovino} * 0.05 \text{ bovino}$$

$$\text{Sangre semanal (kg)} = 3,328.50 \text{ Kg (ver tabla VIII del apéndice).}$$

Tomando en cuenta que se deben agregar 1.11 E-03 Kg de anticoagulante por cada Kg de sangre se tiene entonces:

$$\text{Sangre semanal} + \text{anticoagulante (Kg)} = \text{sangre semanal (Kg)} + (\text{sangre semanal (Kg)} * 1.11 \text{ E-03 Kg/Kg de sangre})$$

$$\text{Sangre} + \text{anticoagulante Quetgo., (Kg)} = 3,328.50 \text{ Kg} + (3,328.50 * 1.11 \text{ E-03}) \text{ Kg} =$$

$$= 3,332.2 \text{ Kg}$$

Si se toma en cuenta un 3% de pérdidas en la recolección de la sangre se obtienen (37):

$$\text{Sangre semanal (Kg)} = 3,332.20 / 1.03 = 3,235.15 \text{ Kg (ver tabla VIII de apéndice).}$$

La sangre anterior será recolectada y posteriormente trasladada a la planta para obtener harina de sangre. Se debe separar el 45% de glóbulos rojos del 100% de la sangre y de esta cantidad se obtiene aproximadamente un 35%, de

los cuales después de secarse se obtiene la harina de sangre. En todo el proceso se establece un 3% de pérdidas (37).

Sobre la base de la sangre semanal obtenida anteriormente, se logra la harina de sangre de la siguiente manera (28,31,35).

$$\text{Harina de sangre (Kg)} = (\text{sangre semanal (Kg)} * ((0.45/1.03) * (0.35/1.03)) / (\text{sangre semanal (Kg)}))$$

Para el departamento de Quetzaltenango se obtendría, con base en las 3,235.15 Kg, de sangre semanal que se disponen, una cantidad de harina de sangre de:

$$\text{Harina de sangre (Kg)} = (3,235.15 \text{ Kg de sangre} * ((0.45/1.03)*(0.35/1.03)) / (\text{Kg de Harina de sangre}/(\text{Kg de sangre semanal}))) = 480.3 \text{ Kg (ver tabla VIII del apéndice).}$$

Como se mencionó en la etapa de análisis de la demanda, la harina de sangre se utilizará para fortificar alimentos para consumo humano, por lo que para el estudio se utilizará para fortificar galletas, para lo cual se tomó que la harina de sangre tiene un 6% de hierro hemínico como fortificante en una galleta de 28 gramos (31), de lo cual se obtiene una cantidad de galletas semanal en función de:

$$\text{Galleta semanal} = (\text{Harina de sangre (Kg)} / \text{factor de conversión})$$

$$\text{Galleta semanal} = (480.30 \text{ Kg de harina de sangre}) / (0.06 * ((1 \text{ Kg} * 28 \text{ gr})/1000 \text{ g}))$$

$$\text{Galleta semanal} = 286,996 \text{ (ver Tabla VIII del apéndice)}$$

Para calcular la cantidad de galletas al mes y al año sólo se multiplicó por 4 y 12, por la cantidad de galletas semanal así:

$$\text{Galleta mensual} = \text{galleta semanal} * 4 = 286,996 * 4 = 1,147,984$$

$$\text{Galleta anual} = \text{galleta mensual} * 12 = 1,147,984 * 12 = 13,775,808$$

Por último se establece un porcentaje de disponibilidad de sangre para cada uno de los municipios encuestados, en función del total de sangre a recolectar, así:

Porcentaje (%) = (sangre semanal municipio (Kg) / sangre total municipios (Kg))

Porcentaje (%) = 3,328.50 Kg de sangre Quetzaltenango / 19,882 Kg totales

Porcentaje (%) = 16.7 %

En la tabla IX del apéndice se muestra la información obtenida del Instituto Nacional de Estadística (INE) sobre el destace de ganado bovino para los años 95, 96 y 97 de los departamentos estudiados, en general se puede ver un aumento en la cantidad de animales destazados cada año.

En la tabla X del apéndice se muestra el destace mensual de ganado bovino en el año 1,997 en cada uno de los municipios encuestados, datos obtenidos de las municipalidades de cada lugar y verificados en el INE, indicándose también el total destazado al año.

De los 1,100 bovinos disponibles no se dispone de una cantidad diaria igual de bovinos, es por eso que se debe tomar en cuenta que para fines de nuestro estudio se recolectará la sangre de lunes a viernes, de una cantidad diaria igual de bovinos, por lo que la distribución adecuada con base en los bovinos con que se cuenta, sería la que se muestra en la tabla XI del apéndice. Se debe de tomar en cuenta que la sangre que se recolecte el sábado y domingo, se almacenará en un cuarto frío, en tanques y se requerirá sólo la sangre necesaria, para producir la harina de sangre que cumpla con los requerimientos diarios, los cálculos son los mismos que fueron realizados para la tabla VIII del apéndice.

### **2.2.2 Disponibilidad de materias auxiliares**

El producto en estudio incluye en su formulación una materia auxiliar: el anticoagulante.



### 2.2.2.1 Anticoagulante:

Se entiende por anticoagulante aquella sustancia capaz de inhibir o retardar la coagulación de la sangre; y por sangre líquida, aquella a la que se han adicionado anticoagulantes inmediatamente después de recogerla. En esas condiciones, la sangre se mantiene en estado líquido durante un tiempo considerable sin coagularse ni formar una masa sólida (11). Del anticoagulante sólo se debe usar la cantidad necesaria, porque cantidades en exceso pueden causar molestias en algunos métodos de análisis, o pueden producir una distribución anormal de agua y electrolitos entre las células y el plasma y además puede provocar riesgos para la salud del consumidor, como dolores estomacales.

Los anticoagulantes más usados comúnmente son (11,2):

Anticoagulante	por ml de sangre
- Oxalato potásico neutro	1 a 2 mg
- Citrato sódico	5 mg
- Oxalato de litio	1 a 2 mg
- Oxalato sódico	1 a 2 mg
- Fluoruro sódico	10 mg
- Heparina	0.2 mg
- EDTA	2 g

Para la producción de harina de sangre, se utiliza comúnmente con buenos resultados, el citrato sódico como anticoagulante (25).

Cualquiera que sea el anticoagulante utilizado, debe añadirse a la sangre y mezclarse bien con ella dentro de los 2-5 primeros minutos, y en todo caso bastante antes de que la sangre comience a coagularse, ya que con la sangre coagulada los anticoagulantes son totalmente inútiles. El anticoagulante se añade a la sangre mediante un volumen previamente calculado de la solución de anticoagulante

y se mezcla bien con ella, sin revolver la mezcla más de lo necesario (11). Para la producción de harina de sangre, se usará citrato trisódico en una concentración de 2.5 g/L como anticoagulante a agregar a la sangre recolectada (31).

El citrato trisódico como materia auxiliar a utilizar, se encuentra en plena disposición en el mercado local, por medio de distribuidores especializados en este tipo de compuestos. Debido a esto, no existe ningún impedimento para su utilización en la producción de la harina de sangre.

Las casas comerciales proveedoras de tales compuestos son las siguientes:

- QUIRSA, Química Reitzel, S.A  
7a. Ave, 45-42 Zona 12 Monte María III, Guatemala Ciudad  
PBX: 477 2543- FAX: 477 3148- E-mail: veronica@quirsa.com.gt
- MERCK, Merck Centroamericana S.A  
12a. Ave, 0-33 Zona 2 Mixco  
PBX: 5911184- FAX: 594 2954
- QUÍMICA UNIVERSAL  
1a. Calle 5-23 Zona 1, Guatemala, C.A.  
Tels.- Fax: 232-8975 \* 2324966\* 2324408- E-mail: energaro@infovia.com.gt

## **2.3 Tamaño y localización de la planta**

### **2.3.1 Tamaño de la planta**

Se utiliza el término "tamaño" para denominar la capacidad que pueda producir la planta durante su operación, así como su infraestructura.

El término capacidad de producción, se puede definir en general como el volumen o el número de unidades que se pueden producir durante un periodo determinado (34). La capacidad de la planta está basada en la cantidad de harina

de sangre que se pueda producir, para satisfacer los requerimientos diarios de la demanda, y esto está en función del número de bovinos que se destace a diario.

Como se presentó en la etapa de análisis de la demanda, se requiere de un total de 317,100 beneficiarios entre los cuales los niños de 0-36 meses constituyen un 10%, los preescolares un 27%, y las mujeres embarazadas un 63%, ya que ellos son a quienes las ONG's CARE, SHARE y MOTHERCARE benefician mediante la entrega de alimentos.

Para determinar el tamaño o capacidad de la planta se utilizará solamente los bovinos disponibles, los cuales según la etapa anterior son 1100 bovinos semanales según se muestra en la tabla VI del apéndice, por lo que la sangre que se obtenga de los mismos, constituirá la base para determinar el tamaño o capacidad de producción de la planta y se cubrirá sólo una parte de los requerimientos de la demanda antes mencionada.

Se estableció en la tabla XI del apéndice que la producción de harina de sangre de lunes a viernes en un turno de 6 horas será de 12.72 qq (576 Kg), la cual constituye el tamaño de la planta, y muestra además, en que puntos se satisface los requerimientos antes mencionados.

### **2.3.2 Localización de la planta**

Al determinar la ubicación del proyecto industrial, se debe tener en cuenta tres consideraciones principales: las políticas oficiales; la importancia relativa de los diversos factores (por ejemplo, insumos y mercados) propios del proyecto de que se trate, la interacción de estos factores; y las consideraciones generales de ubicación. Aunque, según el criterio tradicional, la ubicación de un proyecto industrial se determina sólo en función de la proximidad de las materias primas y los mercados.

Debido a que los costos del transporte tienen considerable importancia, además de los anteriores factores influyen en la toma de decisión de la localización de la planta para seleccionar el punto óptimo, estos costos son los siguientes (34):

- Accesibilidad
- Mano de obra
- Fuentes de energía
- Combustible y agua
- Clima
- Topografía adecuada
- Restricciones legales

Todos los factores anteriores constituyen factores técnicos, económicos y políticos. Para este estudio, primero se localiza la planta por región (fuentes de materia prima y demanda), y luego se busca el lugar específico.

Región 1: Quetzaltenango

Región 2: Totonicapán

Región 3: Suchitepéquez

Región 4: Retalhuleu

Región 5: San Marcos

Región 6: Sololá

Segundo, si se toma en cuenta los costos reales de transporte de la materia prima por región, se establecería el lugar que tiene un costo mínimo de transporte como el adecuado para localizar la planta.

Para calcular el costo real de transporte de materia prima se toma como base alguna región del Sur Occidente de Guatemala, se establece la cantidad de kilómetros que hayan de una región a la otra, para establecer la menor distancia. Esta será la que

menos costo tendrá en función del combustible, se utilizará diesel (Precio promedio Q 8.50/galón). Por ejemplo:

Al tomar la región 1 como base, se tendrá un total de 425 Km (425,000 m) que recorrer, para llevar la materia prima a la región 1 con un costo de Q120.42 tomando en cuenta que 1 galón de diesel alcanza para recorrer 30 Km (30,000 m).

Para la región 2 se recorrerán 486 Km (486,000 m), con un costo de Q137.70.

Para la región 3 se recorrerán 558 Km (558,000 m), con un costo de Q158.10.

Para la región 4 se recorrerán 554 Km (554,000 m), con un costo de Q156.96.

Para la región 5 se recorrerán 613 Km (613,000 m) con un costo de Q173.68.

Para la región 6 se recorrerán 708 Km (708,000 m) con un costo de Q200.60.

El número de kilómetros (Km) antes mencionado, se establece con base en una guía de turismo, encontrada en el Instituto Guatemalteco de Turismo, denominada mapa vial turístico de Guatemala, publicado en 1,994, con la supervisión del Instituto Militar Geográfico.

De lo anterior, se establece la región 1 como la más apta para localizar la planta, ya que tiene el menor costo de transporte de la sangre, con relación a las demás regiones en estudio, y por lo tanto, se trasladaría la misma en el menor tiempo posible.

En la figura 3 del apéndice, se puede establecer mediante un mapa que es Quetzaltenango, el que está mejor ubicado para localizar la planta, ya que tiene las mejores vías de acceso tanto de materia prima y mercado, la planta se localizará en las zonas periurbanas del departamento. El clima es otro factor importante en la localización, ya que la sangre como materia prima tiene que ser procesada a bajas temperaturas, lo cual en Quetzaltenango no es ningún problema ya que su clima generalmente es frío. La parte sombreada en el mapa representa al departamento de Quetzaltenango, en cuya cabecera se localizará la planta.

## **2.4 Aspectos tecnológicos de la producción de harina de sangre**

### **2.4.1 Buenas prácticas de manufactura**

Antes de entrar en detalles en el proceso de fabricación de la harina de sangre, es necesario establecer prácticas adecuadas para su preparación, elaboración, empaque y almacenamiento. Las prácticas de manufactura se han formulado con el fin de asegurar que los alimentos consumidos por los seres humanos sean

inocuos y se preparen, empaquen y almacenen en condiciones higiénicas. Es por eso que antes de producir harina de sangre, sería necesario conocer de las mismas. Los criterios comúnmente aceptados como prácticas adecuadas de manufactura, comprenden -aunque no se limitan a ellas- las áreas del personal, plantas, diseño y construcción de plantas, equipo, operaciones higiénicas, proceso y controles, y agua (8,23). Área general de la planta:

- **Personal**
  - a) Control de enfermedades
  - b) Limpieza
  - c) Entrenamiento y educación
  
- **Edificios y facilidades**
  - a) Terrenos
  - b) Diseño y construcción de la planta
  - c) Operaciones sanitarias
  - d) Facilidades sanitarias y controles
  
- **Equipo**
  - a) Diseño de equipos

- **Controles de producción y proceso**
  - a) Operaciones
  - b) Materia prima e ingredientes
  - c) Operaciones de proceso
  
- **Reportes e informes**
  - a) Garantías de laboratorio y de vendedores
  - b) Procesamiento y producción
  - c) Distribución
  - d) Programa de retención de reportes (8,23)

A continuación se describen algunas buenas prácticas de manufactura a tomar en cuenta con relación a lo antes descrito:

- **Personal:** Si no se observan en forma adecuada ciertas prácticas de aseo personal, esto puede contribuir a la contaminación de alimentos por elementos indeseables por ejemplo: vellos, pelo largo, pedazos de ropa, joyas y otras materias foráneas.
  
- **Plantas:** Se debe prestar atención al almacenamiento de los equipos, a la eliminación de desechos de basura, al mantenimiento del terreno circundante (control de malezas, del césped etc.), al desagüe adecuado y a la pavimentación apropiada del terreno y/o camino.
  
- **Diseño y construcción de plantas:** Se debe considerar el tamaño apropiado de las instalaciones y las áreas de trabajo para evitar la congestión de empleados y de equipos. El alumbrado debe ser el adecuado y debe ofrecer seguridad para evitar la contaminación de los productos. La ventilación debe ser la adecuada, para reducir a un mínimo o eliminar los olores, y debe haber protección adecuada contra plagas de animales e insectos.

- **Equipos:** Deben fabricarse y diseñarse con materiales apropiados para facilitar la limpieza y el mantenimiento de las condiciones sanitarias.
  
- **Operaciones higiénicas:** La higiene de los equipos y los utensilios también es un factor importante. Debe haber programas de limpieza e higiene que se aplique todos los días o con mas frecuencia si fuera necesario. El uso de agua apropiada es otro factor que debe considerarse con la higiene. Además la planta debe proporcionar instalaciones en donde los empleados puedan lavarse las manos, para mejor higiene.
  
- **Proceso y controles:** Todas las operaciones que formen parte del proceso se deben realizar de conformidad con las prácticas de higiene reconocidas. Deben haber sistemas de control de calidad y de protección de los alimentos, aplicados por personal preparado y competente (8,23).

#### **2.4.2 Proceso general de fabricación**

El proceso de fabricación de la harina de sangre, es relativamente sencillo y su parte fundamental consiste en tener una recolección de la sangre de una forma sanitariamente adecuada, la cual tenga una calidad higiénica para su posterior procesamiento. Para describir de una mejor manera este proceso es necesario dividirlo de la siguiente manera (28,31,35,36):

##### **2.4.2.1 Inspección y lavado de animales**

Esta etapa del proceso se lleva a cabo en el matadero, y constituye una inspección ante-mortem en la cual se realiza un reconocimiento sanitario de los animales antes del sacrificio. Los animales deben presentarse de la mejor manera, no deben tener ninguna enfermedad, infección, ni fatiga, deben además ser previamente lavados para ser transportados a la sala de matanza para evitar una posible contaminación microbiológica. El lugar de espera de los animales debe tener



instalaciones en buenas condiciones tanto físicas, como higiénicas. El animal al ser transportado debe de ser protegido contra cualquier accidente y mediante un medio de transporte limpio y que las condiciones sean las más higiénicas (1, 11).

#### **2.4.2.2 Recolección de la sangre**

Esta etapa se realiza en el matadero y se conoce con el nombre de sangría, se utiliza la sangre de bovino recolectada directamente en el matadero. El proceso consiste en trasladar el animal; realizarle un aturdimiento en el cual sufre traumatismo encefalocraneano por golpe. Para que esto sea eficiente puede realizarse utilizando aparatos explosivos, (como por ejemplo pistolas), o mediante insensibilización (1,11). De lo anterior el animal queda inconsciente, de tal manera que se le produzca la muerte de la forma más rápida posible, para que no sufra y se facilite su manipulación en el matadero. Luego el animal es suspendido de sus extremidades inferiores por medio de un polipasto (el cual debe ser de acero inoxidable), mediante personal que tiene una higiene sanitaria adecuada, así como la ropa adecuada para el proceso de desangrado: el animal queda en posición colgante para que la sangre fluya por gravedad y se realiza un corte en la yugular, lo cual se hace con un cuchillo de acero inoxidable (1,5).

La sangre se recolectará en tanques de acero inoxidable con una capacidad entre 25 y 350 galones dependiendo del matadero, con acabado sanitario, con sus válvulas de salida y con ruedas especiales de acero inoxidable 204, soldado con soldadura tig, los cuales deben estar siempre limpios antes de cada operación.

#### **2.4.2.3 Adición del anticoagulante.**

La sustancia anticoagulante utilizada comúnmente es el citrato trisódico en una concentración de 2.5 g/L. Se escogió sobre la base de costo, disponibilidad y posibilidad de consumo humano (28,31).

A la sangre recolectada en los tanques antes mencionados, se debe agregar el citrato trisódico con la concentración adecuada de una manera homogénea, el tanque con que se cuenta como recolector tiene su agitador, el cual es movido mediante un motor de 220 monofásico, el mismo es usado para mantener la sangre líquida y homogénea y evitar así la hemólisis de los glóbulos rojos (31).

#### 2.4.2.4 Transporte y almacenamiento refrigerado de la sangre

Luego de haber adicionado el anticoagulante a toda la sangre recolectada, la misma debe de ser almacenada en un tanque de enfriamiento de acero inoxidable de 1,005 galones que corresponde al 75% de su capacidad, a una temperatura entre 4 y 5 °C (28), y debe ser transportada a la planta en un vehículo de 1 tonelada (905 Kg) como mínimo. El tanque de almacenamiento como ya se indicó, es de acero inoxidable, con un acabado sanitario, incluyen tapaderas grandes y pequeñas, motor agitador, aspa y llaves de salida, todos los accesorios son de acero inoxidable.

De la etapa de disponibilidad de sangre, se estableció que se recolectarán 3,992 Kg de sangre + citrato trisodico/día, de donde se establece un 3% de pérdidas, con lo cual da 3,876 Kg de sangre; con lo cual se establece la capacidad del tanque de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Capacidad tanque de enfriamiento} &= 3,876 \text{ Kg/día} * (1 \text{ lt}/1.025 \text{ Kg (31)}) = \\ &= 3,799.32 \text{ L/día} * 1 \text{ gal}/3.78 \text{ L} = \\ &= 1,005 \text{ gal/día} \end{aligned}$$

Los 1,005 galones constituyen el 75% de la capacidad del tanque la cual es de 1,340 galones.

#### 5.4.2.5 Separación de los glóbulos rojos

La sangre almacenada en el tanque de enfriamiento se procede a bombear hacia una máquina centrífuga de acero inoxidable, la cual tiene una capacidad de separación de 500 L/h, se utilizará para separar los glóbulos rojos de la sangre del plasma. Se deben separar en una proporción 45:55 (28,31). La máquina centrífuga o separador centrífugo, es un equipo que tiene 2 boquillas de descarga, una para los glóbulos rojos y la otra para el plasma.

El recipiente de la máquina gira a una velocidad de 1,725 rpm. La sangre se bombea a la centrífuga a razón de 2.80 gal/min por medio de una bomba que tiene una capacidad máxima de 5 gal/min. Se introduce mediante tubería de acero inoxidable de 1" de diámetro por el centro de la parte superior del recipiente. Debido a que los glóbulos tienen mayor densidad que el plasma, la fuerza centrífuga la lleva hacia la parte exterior del recipiente, en tanto que el plasma se mueve hacia el centro.

Los glóbulos rojos obtenidos de la separación son bombeados nuevamente a razón de 2.80 gal/min, por medio de tubería de acero inoxidable y almacenados en otro tanque de enfriamiento a 4 ° C con una capacidad al 75% de 452 galones, así mismo el plasma es almacenado en un tanque de enfriamiento a la misma temperatura con una capacidad al 75% de 553 galones, para su posterior procesamiento (36).

Del tanque de enfriamiento se transportaron 1,005 gal/día de sangre para ser bombeados a la máquina centrífuga de donde se establecen los siguientes cálculos:

$$\text{Bombeo por hora} = 1,005 \text{ gal/día} * 1 \text{ día} / 6 \text{ horas} = 167.50 \text{ gal/hora}$$

$$\text{Bombeo por minuto} = 167.50 \text{ gal/hora} * 1 \text{ hora} / 60 \text{ minutos} = 2.80 \text{ gal/min}$$

De la máquina centrífuga se bombean los glóbulos rojos (45%) y el plasma (55%) a tanques de almacenamiento cuya capacidad se calcula a continuación:

$$\text{Tanque para glóbulos rojos} = 1,005 \text{ gal/día} * 0.45 = 452 \text{ gal/día (constituye el 75\% de su capacidad real que es de 603 gal/día).}$$

Tanque para el plasma =  $1,005 \text{ gal/día} * 0.55 = 553 \text{ gal/día}$  (constituye el 75% de su capacidad real que es de 737 gal/día).

#### **2.2.4.6 Deshidratación de los glóbulos rojos**

Del tanque de enfriamiento en donde se almacenaron los glóbulos rojos, son nuevamente bombeados a razón de 2.80 gal/min por medio de tubería de acero inoxidable de 1" de diámetro, hacia un secador de atomización (Spray-Dryer), para ser deshidratados.

El secador de spray a utilizar en su estructura en la parte donde tiene contacto con el producto a deshidratar es de acero inoxidable, cuenta con 2 turbinas de aspersión o boquillas aspersoras, accionadas por aire, además tiene una fuente de calor a base de gas propano y el blower que sirve para recircular el aire caliente para el secado del producto.

En el secador de spray antes mencionado, se introducen los glóbulos rojos en una de las boquillas aspersoras, impulsados por la bomba antes indicada, en forma de rocío o llovizna a la torre o cámara junto con el gas propano o aire caliente a razón de 0.21 L/min proveniente de un compresor de 100 psi, y 58.83 cfm, el cual lo impulsa hacia un quemador y se introduce a la cámara en la otra boquilla aspersora ya caliente. A medida que las gotitas finas hacen contacto con el aire caliente, pierden su humedad instantáneamente, convirtiéndose en pequeñas partículas que son transportadas hacia un ciclón, en donde se recolecta el producto, el cual es la harina de sangre. El aire caliente, ya cargado de humedad es expulsado de la torre mediante el blower.

El proceso es continuo, constantemente se introduce los glóbulos rojos por bombeo a la torre y se le atomiza, se suministra más aire caliente seco para reponer el aire húmedo que se va retirando y se recoge el producto seco a medida que cae al fondo del ciclón (36).

El secador de spray a utilizar está catalogado como un secador para laboratorio, tiene una capacidad máxima de 250 cfm (pies cúbicos por minuto) y produce 1.60 Kg/min de un máximo de 5.42 y 6.78 Kg/min (12 –15 lb/min). Tomando en cuenta que el tamaño de la planta es de 576 Kg/día (12.72 qq/día) de harina de sangre, se realizan a continuación los siguientes cálculos:

$$\begin{aligned} \text{Producción de harina de sangre en secador de spray} &= 576 \text{ Kg/día} * 1 \text{ día}/6 \text{ h} \\ &* 1 \text{ h}/60\text{min} = 1.60 \text{ kg/min.} \end{aligned}$$

La producción real del secador de spray es entre 5.42 y 6.78 Kg/min y tiene un caudal de 250 cfm (pies<sup>3</sup>/min ( 0.239 gal/min)), entonces se calcula el tamaño del compresor a utilizar conforme a la producción de 1.60 kg/min.

$$\begin{aligned} \text{Tamaño del compresor} &= (1.60 \text{ Kg/min} * 250 \text{ pies}^3/\text{min})/6.78 \text{ Kg/min} \\ &= 58.83 \text{ cfm (pies}^3/\text{min)}. \text{ Constituye el 75\% de su} \\ &\text{capacidad real que es de 80 cfm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Flujo de aire al secador de Spray} &= (0.239 \text{ gal/min} * 58.83 \text{ cfm} * 3.78 \\ &\text{L/gal})/250\text{cfm} = 0.21 \text{ L/min.} \end{aligned}$$

La temperatura de entrada y salida para procesar la sangre en un secador de spray es de 167 y 72 °C y el porcentaje de agua en la alimentación es 65 % y se obtiene un producto polvoriento fino después de la atomización (35,36).

#### 2.4.2.7 Deshidratación del plasma

Después de procesar por 6 horas los glóbulos rojos y obtener la harina de sangre en su totalidad, se procede a bombear el plasma almacenado en el tanque de enfriamiento antes mencionado, a razón de 2.80 gal/min al secador de spray, durante 2 horas, obteniéndose así, **harina de plasma** como resultado, para su posterior almacenamiento la misma podrá ser utilizada para alimentación animal, y esto

podrá reducir los costos de la producción de la harina de sangre, al procesarla se evitará que el plasma contamine el ambiente.

#### **2.4.2.8 Empaque y almacenamiento de la harina de sangre y del plasma**

Los productos obtenidos del secador de spray, son harina de sangre y de plasma y deben ser recolectados en empaques de bolsas de papel kraft dobles, ésta es una bolsa cosida por abajo, con una capacidad de almacenamiento de 50 libras (22.62 Kg), y luego sellados con una máquina para sacos de papel con cierre termosellables, para posteriormente ser almacenados preferiblemente a una temperatura de 10 ° C en la bodega de producto terminado (28,31). Todo el proceso se debe llevar a cabo tomando en cuenta todas las buenas prácticas de manufactura antes indicadas, para obtener un producto de una calidad sanitaria adecuada.

En la figura 4 del anexo se muestra el diagrama de bloques, en donde se observa el proceso de fabricación, así como en la figura 5 del anexo en donde se muestra el diagrama de flujo del proceso en el cual se indica los controles de la materia prima y el producto terminado.

#### **2.4.3 Controles del proceso**

##### **2.4.3.1 Control para la sangre como materia prima**

Se debe realizar un análisis microbiológico a la sangre como materia prima, antes de ser transportada a la planta para procesarse, debido a que es un rico medio de cultivo y una vez que ha sido extraída, está propensa a ser contaminada rápidamente por microorganismos, por lo que hay que realizarle un control de sus propiedades físicas y bacteriológicas, ya que los tipos de microorganismos que son factibles de encontrarse como contaminantes, son hongos y bacterias (28).

### **2.4.3.2 Control para la harina de sangre como producto**

A la harina de sangre obtenida del secador de spray es necesario realizarle los siguientes análisis.

#### **2.4.3.2.1 Análisis químico:**

**Proteínas:** Se determina por el método Kjeldahl (A.O.A.C)

**Humedad:** Se determina por el método (A.O.A.C)

**Hierro:** Se determina por el método (A.O.A.C)

Al realizar el análisis anterior, las proteínas deben constituir la mayor fracción, alcanzando porcentajes mayores del 90%, razón por la cual el producto suele llamarse aislado proteico (28).

El contenido de humedad de la harina de sangre debe ser inferior al 2.5%, lo cual sugiere que no deberían existir problemas de estabilidad durante el almacenamiento (28).

El contenido de hierro está en función de la nutrición del animal, así como de la separación de los glóbulos rojos del plasma y del secado (humedad final).

#### **2.4.3.2.2 Análisis físico**

Los análisis físicos a realizar a la harina de sangre son color y solubilidad.

#### **2.4.3.2.3 Análisis microbiológico de la harina de sangre**

Se realiza a la harina de sangre un control bacteriológico, para establecer que esté completamente con una calidad sanitaria libre de microorganismos.

El almacenamiento de la sangre y la harina de sangre, deben ser en lo posible a bajas temperaturas, para evitar microorganismos.

## 2.5 Cantidad de harina de sangre a producir

Para obtener la cantidad de sangre como materia prima requerida, fue necesario realizar los siguientes balances de masa del proceso. Para el proceso se tomo en cuenta un 3% de pérdidas para cada operación, con base en operaciones de proceso y limpieza (37).

### Base de cálculo: 1 día

1. Balance de masa al adicionar el anticoagulante al recolector de sangre proveniente del matadero.

Se toma en cuenta que el anticoagulante a agregar es citrato trisódico en una concentración de 2.5 g/L ( 1.11E-03 Kg/Kg de sangre) (31).

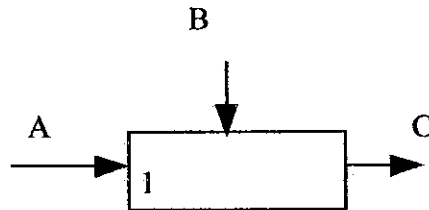
De donde:

Cantidad de bovinos = X = 220 (ver tabla 11)

Cantidad de sangre = A

Cantidad de anticoagulante = B

Cantidad de sangre + anticoagulante = C



Al establecer las ecuaciones de balance se tiene:

$$A + B = C$$

$$3,981.90 + (1.11E-03)*(3,981.90) = C$$

$$C = 3,986.32 \text{ Kg de sangre + anticoagulante}$$

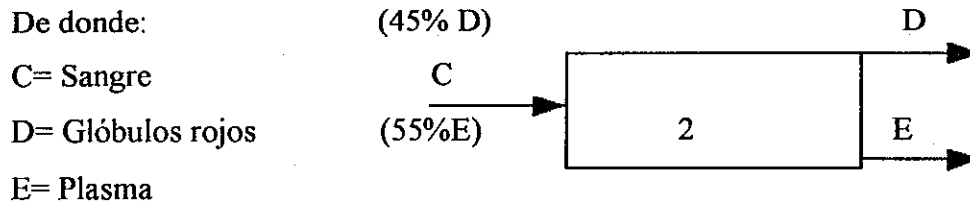
Tomando en cuenta un 3% de pérdidas se obtiene

$$C = 3,986.32/1.03 = 3,870.21 \text{ Kg de sangre + anticoagulante}$$



## 2. Balance de masa en el separador centrífugo

Se toma en cuenta en este proceso que se separa en un 45% los glóbulos rojos y en un 55 % el plasma, del 100 % de la sangre (28).



Al establecer las ecuaciones de balance se tiene:

- Balance global:  $C = D + E$

- Balance de glóbulos rojos:  $0.45 C = D$

$$D = 0.45 * 3,870.2$$

$$D = 1,741.59 \text{ Kg de glóbulos rojos.}$$

Al establecer un 3% de pérdidas se tiene:

$$D = 1,741.59 / 1.03 = 1,690.86 \text{ Kg de glóbulos rojos}$$

- Balance de plasma:  $0.55 C = E$

$$E = 0.55 * 3,870.21$$

$$E = 2,128.62 \text{ Kg de plasma}$$

Al establecer un 3 % de pérdidas se tiene:

$$E = 2,128.62 / 1.03 = 2,066.62 \text{ Kg de plasma}$$

De donde:

$$C = D + E$$

$$3,870.21 = 1,741.59 + 2,128.62$$

$$3,870.21 = 3,870.21$$

Tomando en cuenta el 3 % de pérdidas:

$$C = D + E$$

$$3,757.48 = 1,690.86 + 2,066.62$$

### 3. Balance de masa en el secador de spray

Se tomó en cuenta para este proceso que entra al secador un 65% de agua en los glóbulos rojos, de los cuales se obtienen un 35% de harina de sangre (sólidos) sobre la base de la cantidad de glóbulos rojos (35), así como un 12.5% de harina de plasma sobre la base de la cantidad de plasma obtenidos del proceso anterior (31).

De donde:

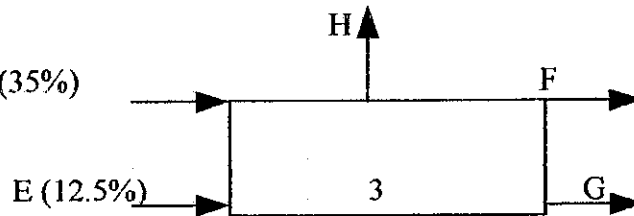
D = Glóbulos rojos

F = Harina de sangre D (35%)

G = Harina de plasma

E = Plasma

H = Aire húmedo



Al establecer las ecuaciones de balance de masa se tiene:

- Balance para los glóbulos rojos:  $0.35 D = F$

$$F = 0.35 * 1,690.86$$

$$F = 591.80 \text{ Kg de harina de sangre}$$

Al establecer un 3% de pérdidas se tiene:

$$F = 591.80/1.03 = 576 \text{ Kg de harina de sangre (ver tabla XII del apéndice).}$$

- Balance para el plasma:  $0.125 E = G$

$$G = 0.125 * 2,066.62$$

$$G = 258.33 \text{ Kg de harina de plasma}$$

Al establecer un 3% de pérdidas se tiene:

$$G = 258.33/1.03 = 250.80 \text{ Kg de harina de plasma}$$

- Balance global:

$$D + E = F + G + H$$

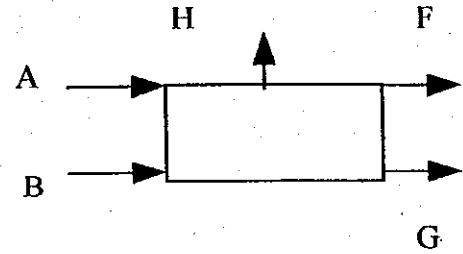
$$H = D + E - (F + G)$$

$$H = 3,870.21 - 850.13$$

$$H = 3,020.08 \text{ kg de aire húmedo}$$

Al tomar en cuenta el 3 % de pérdidas

$$H = 3757.48 - 826.80 = 2,930.68 \text{ Kg de aire húmedo}$$



#### 4. Balance global del proceso.

Al establecer la ecuación del balance se tiene:

$$A + B = F + G + H$$

$$(3,981.9 + 4.42)/1.03 = 591.80 + 258.33 + 3,020.08$$

$$3,870.21 = 3,870.21$$

Al tomar en cuenta el 3 % de pérdidas se tiene:

$$3,757.48 = 576 + 250.80 + 2,930.68 = 3,757.48$$

Con base en los resultados anteriores, en la tabla XIII se resumen los requerimientos de materiales para una producción de 576 Kg (12.72 qq) de harina de sangre al día, con un 3 % de pérdidas en el proceso, dato que corresponde al tamaño de la planta establecido en la tabla XII del apéndice.

#### Resumen de producción sin y con pérdidas:

Producto	Producción en: Kg/día	Kg/hr	Kg/min
Harina de sangre	591.80	98.63	1.64
“	576.00	96.00	1.60
Diferencia	15.80	2.63	0.04

En la tabla XIV del apéndice se muestra un balance de masa completo, en donde se incluye capacidades de los equipos, para compararse con lo realizado anteriormente.

## **2.6 Requerimiento de maquinaria y equipo**

De acuerdo al balance de masa realizado en la tabla XIV y al diagrama de flujo (figura 5 del apéndice), se determinó la capacidad y tipo de equipo a utilizar en el proceso de obtención de harina de sangre. A continuación se presenta el equipo necesario para llevar a cabo este proceso, en la etapa del proceso de fabricación de la harina de sangre se determinó, mediante cálculos, la capacidad de los equipos que se utilizarán en el proceso, algunos equipos se calcularon en un 75% de su capacidad real, para un posible crecimiento de la producción.

### **2.6.1 Módulo de recolección de la sangre**

Tanques de recolección de sangre (F-101), ubicados en cada matadero, los cuales son hechos de acero inoxidable, con acabado sanitario, con sus válvulas de salida con sus respectivos agitadores (M-101) y motores de 220 monofásicos, con sus ruedas con una capacidad que va desde 25 a 350 galones, dependiendo del matadero, por ejemplo, para la cabecera departamental de Quetzaltenango se recolectara 528.46 Kg de sangre, provenientes de un destace promedio diario de 30 bovinos (tabla VI).

De donde se necesita un tanque con capacidad de =  $528.46 \text{ Kg de sangre} * (1 \text{ L}/1.025 \text{ Kg}) * 1 \text{ gal}/3.78 \text{ l} = 137 \text{ galones}$

La capacidad del tanque de 137 galones, constituye un 75% de su capacidad real que es de 182 galones.

El costo de los tanques anteriores no entra en el estudio, ya que se estiman a cuenta del matadero, de lo contrario repercutirían en el costo de la sangre, debido a que son 18 municipios en donde se recolectará la sangre y si se compra uno para cada matadero entonces se tendría una inversión fija muy alta y esto no haría rentable el proyecto.

## **2.6.2 Módulo de transporte y almacenamiento refrigerado de la sangre**

\* Tanque de enfriamiento de acero inoxidable (P-201), MARCA SUNSET para almacenamiento de toda la sangre recolectada de todos los mataderos, con una capacidad real de 1,340 galones, unidad de enfriamiento 5.0 hp

En el proceso se recolectarán 1,005 galones, lo cual constituye el 75% de la capacidad real del tanque, la cual se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Capacidad real del Tanque} = (1,005 \text{ galones} * 100\%) / 75 \% = 1,340 \text{ galones}$$

\* Vehículo de transporte (C-201), de la sangre refrigerada del tanque de enfriamiento anterior (P-201), el vehículo es marca Subaru K-2700, diesel capacidad 1 tonelada (905 Kg).

## **2.6.3 Módulo de separación de glóbulos rojos**

\* 3 bombas de engranaje rotatorio (L-301, L-302, L-401), cuerpo cobertor y eje de acero inoxidable tipo 316, engranajes de ensifide (PPS) autolubricado y resistente a la corrosión por ácidos y sustancias alcalinas, sellos mecánicos de teflón; temperatura de operación 250 ° F (121 °C), con una capacidad de 5 gal/min, accionada con un motor de 1/4 hp/monofásico.

\* Máquina centrífuga (H-301), de 500 L/h (132.28 gal/hr) marca Mc Cormick, de acero inoxidable eléctrica con motor de ¼ hp monofásica, 3.1 amperios y 1,725 rpm. utilizada para separar los glóbulos rojos del plasma de la sangre a bombearse (L-301) de P-201.

\* Tanque de enfriamiento de acero inoxidable (P-302), marca SUNSET para almacenamiento de los glóbulos rojos a bombearse (L-302) de H-301 con una capacidad de 603 galones, unidad de enfriamiento de 3.2 hp.

Del proceso se almacenan 452 galones de glóbulos rojos, lo que constituye el 75% de la capacidad real, que es de 603 galones.

\* Tanque de enfriamiento de acero inoxidable (P-303), marca SUNSET para almacenamiento del plasma a bombearse (L-302) de H-301 con una capacidad de 737 galones, lo que constituye su capacidad real, del proceso se almacenan solamente 553 galones, lo que constituye el 75%. Unidad de enfriamiento de 3.2 hp. El costo no se tomará en cuenta, debido a que no entra en el estudio, pero sí es útil indicar que es necesario procesarlo.

#### **2.6.4 Módulo de deshidratación de glóbulos rojos**

\* Secador de spray (spray-dryer) (B-401) (figura 6 del apéndice), marca BOWEN ENGINEERING, está catalogado como secador cónico de laboratorio para 250 cfm (pies cúbicos por minuto) y con una capacidad de producción entre 5.42 (12) y 6.78 (15) Kg/min (lbs/min). Los glóbulos rojos provenientes del tanque P-302 serán bombeados (L-401) al secador por la boquilla de aspersión. El secador incluye un ciclón (H - 401) donde se recolecta el producto, un blower (G-401) accionado por un motor de 5 hp/monofásico que recircula el aire y un quemador (Q-401) para calentar el gas propano proveniente de un compresor.

\* Compresor centrífugo (G- 402), para una capacidad de 80 cfm y 100 psi de presión, accionado por un motor de 10 hp/monofásico marca SIDASA, utilizado para impulsar gas propano a Q-401 proveniente de un tanque.

\* Tanque de gas propano (F-401), de 500 galones w.c. equipado con válvula de servicio, de llenado, de seguridad, de check lock, indicador magnético de porcentaje, con una presión de trabajo de 250 psi..

### **2.6.5 Módulo de empaque y almacenamiento**

\* Máquina selladora para sacos de papel de 50 libras de cierre termosellable de 20 pulgadas de sello útil y 1 pulgada de ancho de sello, controles de temperatura de termostato de superficie, luces de indicación de calentamiento y enfriamiento, altura de sellado al suelo 1.10 metros, con soporte de saco ajustable de 100 watt y 120 voltios AC.

### **2.6.6 Equipo auxiliar**

\* Tubería de acero inoxidable de 1 pulgada de diámetro, para un total de 30 metros utilizados para el transporte de la sangre y glóbulos rojos, o sea para las conexiones entre los equipos.

\* 10 Codos soldables 90 grados 1"

6 Tee soldable 1"

15 Coplas soldables 1"

2 Uniones universales 1"

6 Válvulas Mariposa 1" soldables

\* Cámara frigorífica marca FRESCOLD de 5 x 5 metros, temperatura de operación 4 ° C para almacenar sangre, el equipo de refrigeración estará formado por una evaporadora con capacidad de 13,000 Btu/hr y condensadora de 2 hp marca CARRIER, para operar con corriente 208-230 voltios, termostato, lámpara de base roscable y demás accesorios de refrigeración.

Todo el equipo antes mencionado, se encuentra en el mercado local, siendo los distribuidores las casas comerciales que se detallan en la tabla XX del apéndice en el momento de comprarlos, las empresas instalan los equipos, con todas las especificaciones que se indicaron anteriormente. En cada una de las cotizaciones que se realizaron se encuentran las especificaciones de cada uno de los equipos.

## **2.7 Requerimiento de terreno y edificaciones**

En el inicio de las operaciones de la planta no se requiere la compra de un terreno, ni edificarlo y urbanizarlo por medio de un proyecto de ingeniería, se considera, por el momento, el alquiler de una bodega, lo cual disminuirá la inversión inicial requerida y por lo tanto, el capital de operación, lo que hará más rentable el proyecto.

## **2.8 Requerimiento de servicios**

### **2.8.1 Requerimiento de energía**

En la tabla XV del apéndice, se presentan los datos de requerimientos de energía necesarios para producir 576 Kg (12.72 qq) por día de harina de sangre para fortificar galletas, basándose en sus motores y el trabajo en un turno de 6 horas para establecer su consumo en kWh. La cantidad de energía necesaria que consumirá esta planta industrial, será de 200.26 kWh por día de producción de harina de sangre.

### **2.8.2 Agua industrial**

En el proceso, sólo se utilizará agua industrial para el lavado de maquinaria, equipo y edificios, es decir para operaciones de limpieza, consumo que es fijo e independiente del volumen de operación, se estima un consumo mínimo diario de 10 m<sup>3</sup> y anual de 120 m<sup>3</sup>, dato que se tomó como referencia de una planta pasteurizadora de leche (37).



### 2.8.3 Combustible

Se usará combustible diesel para el vehículo que transportará la sangre refrigerada almacenada en un tanque, tomando en cuenta que recorrerá 425 Km., de todos los mataderos antes mencionados, a la planta ubicada en Quetzaltenango (cabecera). Se estima que un galón de diesel alcanza para 30 kilómetros promedio, lo cual tiene un costo promedio en gasolineras del Sur Occidente del país de Q8.50, por lo que se requieren 14.16 galones de diesel diarios.

### 2.8.4 Gas propano

Se utilizará un tanque de 500 galones de gas propano, con un compresor de 80 cfm, de donde se obtendrá solamente un caudal de 58.83 cfm, por lo que se requieren 20.24 galones/día tomando en cuenta que 1 mes de producción son 20 días, entonces se obtienen que en 1 mes se consumen 405 galones de gas, por lo que 1 tanque de 500 galones alcanzará para 24 días, o lo que es igual a 1 mes de producción y 4 días más, se usará como medio de calentamiento para secar los glóbulos rojos en el secador de spray.

$$\text{Gas propano/día} = 58.83 \text{ cfm} * ((0.239 \text{ gal/min})/250 \text{ cfm}) * 60 \text{ min/hr} * 6 \text{ hr/día}$$

$$\text{Gas propano/día} = 20.24 \text{ gal/día.}$$

$$\text{Tanque 500 galones} = 20.24 \text{ gal/día} * 24 \text{ días} = 500 \text{ galones}$$

La planta no requiere de vapor, aire comprimido ni refrigerantes, ya que no son utilizados en ninguna parte del proceso.

## 2.9 Requerimiento de personal

La planta industrial, atendiendo a su capacidad de 576 Kg/día (12.72 qq/día) estará compuesta del siguiente personal.

PUESTO	NUMERO.
Gerente general	1
Jefe de producción	1
Técnico laboratorista de control de calidad	1
Piloto de transporte de sangre refrigerada	1
Ayudante de piloto o recolector de sangre	1
Operarios	4
Secretaria	1
Perito contador	1
Bodeguero o guardián	1
Total	12

Esta planta industrial, proporcionará empleo aproximadamente a un total de 12 personas de las cuales se distribuyen en:

Tipo de empleado	Cantidad
Profesionales y técnicos	3
Empleados de oficina	2
Mano de obra no calificada	7

Se debe mencionar que todos los empleados que conformarán la planta tienen derecho a prestaciones como lo son Bono 14, aguinaldo y vacaciones, según lo establece el Código de Trabajo, así mismo se les descontará el IGSS, IRTRA e INTECAP de su salario mensual, lo cual constituye un costo para la empresa.

### 3. ESTUDIO ECONÓMICO

#### 3.1 Inversiones y financiamiento

##### 3.1.1 Inversiones fijas

La inversión fija alcanza la suma de **Q. 672,954.95** y se compone de los siguientes rubros:

##### 3.1.1.1 Costos de maquinaria y equipo

En esta partida se incluye los costos del equipo y maquinaria necesarios para la operación de la planta procesadora de harina de sangre, las casas comerciales en donde fueron cotizados los precios de los mismos sobre la base de su capacidad se detallan en el apéndice, en donde se seleccionó los precios menores, por lo que a continuación se detalla su costo.

- Módulo de transporte y almacenamiento refrigerado de la sangre:

- \* Tanque de enfriamiento de acero inoxidable (P-201), con una capacidad de 1,340 galones, unidad de enfriamiento de 5.0 hp/220 V Q. 87,100.00
- \* Vehículo de transporte tipo comercial de 1 tonelada (905 kg) para transporte de la sangre refrigerada, marca Subaru (C-201) Q. 71,390.00

-Módulo de separación de glóbulos rojos

- \* 3 bombas rotatorias de engranaje, con capacidad de 5 gal/min y con un motor de ¼ hp (L-301, 302, y 401) Q. 26,655.00

- \* Máquina centrífuga (H-301) de acero inoxidable, con una capacidad de 500 L/h, con un motor de ¼ hp/3.1 amperios Q. 15,400.00
- \* Tanque de enfriamiento de acero inoxidable (P-302), para almacenamiento de glóbulos rojos, con una capacidad de 603 galones, unidad de enfriamiento 3.2 hp/220 voltios Q. 39,195.00

-Módulo de deshidratación de glóbulos rojos

- \* Secador de spray (B-401), con capacidad de 250 cfm y produce entre 5.42-6.78 kg/min (12-15 lb/min) el costo incluye el ciclón (H-401), el blower (G-401) y el quemador (Q-401) Q. 139,650.00
- \* Compresor centrífugo (G-402), con capacidad de 80 cfm y 100 psi, con un motor de 10 hp Q. 22,233.75
- \* Tanque de gas propano (F-401), con capacidad de 500 galones, con una presión de trabajo de 250 psi Q. 9,863.70

- Módulo de empaque y almacenamiento

- \* Máquina selladora para sacos de papel de 100 watts Q. 6,600.00

- Equipo auxiliar

- \* Tubería y accesorios Q. 15,822.00
- \* Cámara frigorífica de 5 x 5 m con una condensadora que tiene un motor de 2 hp Q. 99,445.50
- Equipo de laboratorio de control de calidad Q. 50,000.00

**TOTAL**

**Q. 583,354.95**

### **3.1.1.2 Costo de mobiliario y equipo de oficina**

Se considera en una inversión mínima de **Q. 20,000,00**

### **3.1.1.3 Varios e imprevistos (26)**

Se destina a este rubro un monto de **Q. 50,000.00**

### **3.1.1.4 Organización y legalización (33,38)**

Se considera una partida global de **Q. 19,600.00** para cubrir los trámites legales de la constitución de la planta, representa el 3% del gasto total en inversión fija.

Entonces, mediante los costos anteriores, la inversión fija es de: **Q 672,954.95**

## **3.2 Costos de producción**

### **3.2.1 Costo de materia prima y auxiliares**

Se considera que el matadero donde se recolectará la sangre ya cuenta con el equipo, instalaciones tanto físicas como higiénicas y el personal adecuado para la recolección, todo ello tiene una calidad sanitaria adecuada para que la sangre para procesarse y así para obtener harina de sangre útil para fortificar galletas con hierro hemínico. En el matadero se fija un precio estimado de compra de un galón de sangre a **Q. 3/galón** igual en cada matadero.

En la tabla XVI del apéndice se detalla el requerimiento diario, así como el costo unitario y total diario y anual de la sangre como materia prima y el anticoagulante y las bolsas como materias auxiliares, de tal forma que a continuación se muestran los costos anuales de las mismas.

Costo de la sangre	<b>Q. 723,600.00/año.</b>
Costo de citrato trisódico	<b>Q. 35,588.63/año</b>
Costo de material de empaque	<b>Q. 2,683.20/año</b>

### **3.2.2 Gastos de Operación**

Se detalla en esta sección los sueldos correspondientes al personal administrativo y de planta; es posible que tales costos disminuyan a medida que se integre y coordine bien la acción de la planta. En el estudio técnico se estableció que la dirección de la planta podría contar con el personal que se detalla en la tabla XVII del apéndice en donde se muestra su respectivo salario, dato obtenido del Ministerio de Trabajo. Los salarios incluyen prestaciones y deducciones como IGSS, IRTRA e INTECAP, lo cual también representa un costo para la empresa.

- **Mano de obra de operación:** La planta necesita 7 empleados como mano de obra de operación, de la tabla XVII del apéndice se obtiene que el total anual de mano de obra de operación es de: **Q. 72,709.00/año**
  
- **Supervisión y administración:** De la tabla XVI del apéndice se obtiene que el total del sueldo anual correspondiente al personal de supervisión y administración es de **Q. 287,742.00**

#### **3.2.2.1 Gastos generales (33)**

En este renglón se incluyen los gastos administrativos, como lo son: teléfono, útiles de oficina, viajes, combustible etc., y constituye el 5% del gasto de operación. Se estiman entonces en **Q. 18,022.55/año.**

### **3.2.3 Costos de servicios**

#### **3.2.3.1 Costo de energía eléctrica**

Los insumos energéticos son de suma importancia y es conveniente cuantificar sus costos, de la etapa de requerimiento de energía eléctrica anterior, se requirieron 200.26 kWh por día de operación de donde: Costo de energía:

Q. 0.42162/kWh \* Dato obtenido de la empresa eléctrica de Quetzaltenango.

El costo diario y anual respectivamente es de: **Q. 84.43 /día, Q. 20,264.07/año**

#### **3.2.3.2 Agua industrial**

De la etapa anterior, se estableció un consumo mínimo de 10 m<sup>3</sup> de agua industrial, únicamente para limpieza de la planta, por lo que según dato obtenido de la Municipalidad de Quetzaltenango, el m<sup>3</sup> tiene un costo de Q. 0.80 m<sup>3</sup> por lo que el costo diario y anual de agua respectivamente es de: **Q. 8.00/día , Q. 1,920.00/año**

#### **3.2.3.3 Combustible**

Se utilizará diesel con un precio promedio de Q.8.50 galón, para el departamento de Quetzaltenango (cabecera), se utilizará para el vehículo que se encargará de recolectar la sangre de los 18 mataderos con que cuenta el estudio, teniendo que recorrer aproximadamente 425 Km./día de 4 a 9 A.M, dato obtenido del Instituto de Turismo de Guatemala. Se estimaron 14.16 galones al día, por lo que el costo diario y anual respectivamente es de: **Q. 120.36/día, Q. 28,886.40/año.**

#### **3.2.3.4 Gas propano**

Se utilizarán según la etapa de requerimiento de servicios, 20.24 galones/día de un tanque con capacidad de 500 galones, el cual tiene un costo lleno de Q3,500,

con un costo por galón de Q.7.00, el mismo será utilizado para calentar el secador, y así poder obtener al día los 576 kg (12.72 qq) de harina de sangre, de donde para el mismo, el costo diario y anual respectivamente es de: **Q. 141.68/día, Q. 34,003.20/año.**

#### **3.2.4 Mantenimiento y reparaciones**

Para calcular este rubro se toma un 2% de la inversión fija (38) referente a la maquinaria y equipo, debido a la inexperiencia inicial de los operarios en cuanto a la utilización del equipo, por lo que el costo es de **Q. 13,459.10/año**

#### **3.2.5 Suministro de operación (38)**

Este rubro constituye un 15% de mantenimiento y reparaciones. Tiene un monto anual de **Q. 2,018.86/año.**

#### **3.2.6 Cargos de laboratorio (38)**

Este rubro constituye un 15% de la mano de obra de operación. Tiene un monto anual de **Q. 10,906.35/año.**

#### **3.2.7 Repuestos (33)**

Se ha tenido en cuenta la inexperiencia inicial de los operarios por lo cual se estima un monto total de **Q. 20,000.00/año.**

#### **3.2.8 Alquiler de bodega**

Debido a que no se contará con un edificio propio, se alquilará para el inicio de la planta la bodega siguiente:



Tiene un área interior de 400 m<sup>2</sup> (20 \*20) y 5 mts de altura, una circulación amplia y segura, totalmente privada sin interrumpir alguna calle o avenida, está ubicada cerca del matadero municipal de Quetzaltenango, tiene 4 accesos, 2 para carga y 2 para descarga, tiene además 2 oficinas aparte del área anterior, para fines administrativos o de almacenaje por menor, cuenta con todos los servicios, así como teléfono y seguridad. El costo del alquiler mensual y anual respectivamente es de **Q. 5,000/mes, Q. 60,000/año.**

### **3.2.9 Costos de posesión**

Estos costos toman en cuenta las depreciaciones de maquinaria y equipo, así como las construcciones y edificaciones. En el estudio sólo se tomarán en cuenta las primeras, debido a que no se tiene edificio propio para la planta.

#### **3.2.9.1 Depreciación de maquinaria y equipo**

Aquí, se toma la depreciación lineal del costo de la maquinaria y equipo en 10 años de operación, sin valor de rescate (38).  $Q. 583,354.95/10 = Q. 58,335.49/año$

#### **3.2.9.2 Impuestos locales y seguros (33)**

Este rubro constituye aproximadamente un 2.5% de la inversión fija, y alcanza un monto anual de **Q. 16,823.87/año.**

#### **3.2.10 Varios e imprevistos costos de producción:**

Este rubro es para obtener un mayor grado de exactitud para el proyecto, el cual se estima en el monto de **Q. 50,000.00**



### 3.5 Ingresos

Para obtener los ingresos por ventas es necesario primero calcular los gastos de distribución y ventas y así poder determinar el precio de venta en quetales por Kg de harina de sangre.

- Gastos de distribución y ventas: Constituye este rubro el 10% del costo de producción tiene un monto de: Q. 145,696.27

- Gasto total = Costos de producción + Gastos de distribución y ventas  
Gasto total = Q. 1,456,962.27 + Q. 145,692.27 = 1,602,658.99

- Perspectivas de ingreso: Se ha estimado que para determinar los ingresos de este producto, éste se venderá a un precio de 10% del gasto total, esto para generar utilidades de ventas, por lo que el monto de ingreso por ventas es de:  
**Q. 1,762,924.89**

Precio de Venta = Ingreso de ventas/ Capacidad anual

Precio de Venta = Q. 1,762,924.89/138,240 kg

Precio de venta = Q. 12.75/kg (Q. 5.77/lb).

### 3.6 Evaluación del proyecto

#### 3.6.1 Rentabilidad de la inversión

La rentabilidad como un índice de evaluación económica, ha sido calculada sobre la base de los datos de egresos e ingresos resultantes de las secciones precedentes (26).

Ingresos	Q. 1,762,924.89
Costos de producción	Q. 1,456,962.72
Utilidad bruta	Q. <u>305,962.17</u>
- ISR (25% en Guatemala)	Q. 76,490.54
<b>Utilidad neta</b>	<b>Q. 229,471.63</b>

La rentabilidad se calcula a partir de la siguiente fórmula (34):

$$\text{Rentabilidad neta} = (\text{utilidad neta} * 100) / \text{inversión inicial}$$

$$\text{Rentabilidad neta} = (Q. 229,471.63 * 100) / (Q. 894,922.18)$$

$$\text{Rentabilidad neta} = 25.6\%$$

### 3.6.2 Punto de equilibrio

El punto de equilibrio, se calcula sobre la base de la siguiente fórmula (18):

$$(\text{PE}) = (\text{CF}/(1 - (\text{CV}/\text{V}))) \text{ de donde:}$$

PE = punto de equilibrio

CF = costos fijos

CV = costos variables totales al 100% de su capacidad

V = ingreso por ventas al 100% de su capacidad

Los costos fijos Cf son iguales a los gastos de operación más los costos de posesión, y se calculan como sigue (33):

$$\text{Cf} = 378,473.55 + 75,159.36 = \text{Q. } 453,632.91.$$

Los costos variables son igual a los costos totales de producción menos los costos fijos y se calculan a continuación:

$$\text{Cv} = 1,456,962.72 - 453,632.91 = \text{Q. } 1,003,329.81$$

$$\text{V} = \text{Q. } 1,762,924.89$$

De todo lo anterior, se tiene que el punto de equilibrio es de:

$$\text{PE monetario} = (453,632.21 / (1 - (1,003,329.81 / 1,762,924.89)))$$

$$\text{PE monetario} = \text{Q } 1,052,823.45$$

PE fisico = PE monetario / precio unitario de venta

$$\text{PE fisico} = \text{Q } 1,052,823.45 / \text{Q. } 12.75/\text{Kg} = 82,574.39 \text{ Kg (1,824.65 qq)}$$

Si el 100% de la capacidad de la planta es 138,240 Kg, 82,574.39 Kg representa el 59%.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

Antes de entrar en detalle, debe de establecerse que el estudio de prefactibilidad técnico – económico alcanza un nivel de estimación preliminar y un rango de error de más o menos el 20%, por lo que la idea de su realización es que antes de asignar fondos para un estudio de factibilidad se debe determinar si la oportunidad de invertir es lo bastante prometedora como para que se pueda adoptar la decisión de invertir y esto sólo lo determina la evaluación del proyecto (34).

### 4.1 Análisis de demanda

Al tomar en cuenta los resultados obtenidos de la etapa del análisis de la demanda, se debe considerar primero, que la harina de sangre como producto a procesarse mediante la sangre bovina, es un producto con una rica fuente de proteínas que alcanza cerca del 90% (28,31) y de hierro hemínico; la misma será útil para fortificar alimentos para el consumo humano, como ya se ha hecho en otros países como Chile, Brasil, Estados Unidos, donde la procesan para ese fin, por lo que ya tienen un mercado establecido (15,29),

Además debe considerarse que son los preescolares, escolares, mujeres en edad fértil y embarazadas las personas que presentan más tendencia a la deficiencia de hierro, según lo establecido por la encuesta realizada por el INCAP en 1,995 sobre la deficiencia de micronutrientes en Guatemala (20), por lo que sobre la base de lo anterior, se pensó que en Guatemala es necesario procesar la harina de sangre para cubrir la deficiencia de hierro de las personas mencionadas.

En Guatemala la harina de sangre no tiene una demanda actualmente y por lo tanto, no es un producto obtenible en el mercado industrial, por lo que se ha realizado un análisis de la demanda de la misma y por medio de un sondeo consistente

en la distribución de la boleta de la figura 1 del apéndice. Este sondeo se aplicó también a ONG's, debido a que son instituciones privadas que no tienen un fin lucrativo, sino que persiguen el mejoramiento de las capacidades humanas. La mayoría de ellos cuentan con programas de alimentación complementaria y nutricional, y entre sus objetivos persiguen mejorar la salud nutricional y evitar las deficiencias de algún nutriente o micronutriente mediante la entrega de alimentos a niños y mujeres.

El sondeo se realizó para un total de 20 ONG's, de donde solamente se tomaron en cuenta 7 para el estudio, ya que las demás se descartaron porque no tenían programas de alimentación complementaria. Los resultados obtenidos se muestran en las tablas I -V del apéndice.

Mediante el sondeo se llegó a establecer que son CARE, SHARE y MOTHERCARE las ONG's a las que se aplicará el estudio, pues son las que más beneficiarios tienen entre preescolares y mujeres embarazadas, además cuentan con cobertura total en el Sur Occidente de Guatemala y tienen sub-sede en Quetzaltenango. Estas instituciones son las que demandarán la harina de sangre, en galletas de 28 g fortificadas con 6% de harina de sangre en su formulación (31).

El sondeo estableció un número total de beneficiarios del que se deriva un análisis de demanda de 317,100 beneficiarios, de los cuales sólo se tomará en cuenta al 67% (198,500) que son mujeres embarazadas y al 23 % (87,100) que son preescolares, los cuales constituyen la harina de sangre resultado que determina la demanda efectiva del estudio.

#### **4.2 Disponibilidad de materias primas**

La materia prima en nuestro estudio es la sangre, la misma se obtiene de los mataderos, lugar en donde se destaza el ganado bovino del cual proviene la misma, es por eso que para realizar esta etapa se realizó una encuesta en los mataderos

para determinar la disponibilidad de sangre en los mismos, la cual se muestra en el apéndice figura 2, pero antes de entrar a analizar la misma es importante conocer sobre las condiciones de los mataderos que constan en el estudio.

La encuesta se realizó en los mataderos de las 6 cabeceras departamentales que constituyen el Sur Occidente de Guatemala, y en los municipios cercanos a las mismas. No se tomó en cuenta sólo a las cabeceras porque se pensó que la sangre que se obtuviera de las mismas sería insuficiente para cubrir la producción de harina de sangre necesaria para los requerimientos de los beneficiarios antes mencionados y además porque la distancia entre la cabecera y los municipios a estudiar no es muy extensa, lo cual no representaría un costo elevado.

Se escogió la región zona sur occidental, y no la zona central (Escuintla, Ciudad de Guatemala, Santa Rosa entre otros), en donde el destace es superior, porque no se tomó en cuenta la cantidad de destace de ganado bovino, sino la zona del país donde mayor deficiencia de hierro existe (20).

Con relación a las condiciones físicas e higiénicas de cada uno de los mataderos que comprende el estudio, en síntesis, según la información obtenida de las encuestas, se establece que los mismos en su mayoría no cuentan con el equipo, instalaciones tanto físicas como higiénicas, ni con el personal adecuado para el proceso de matanza en la obtención de sus productos y subproductos, ya que el proceso lo realizan en el suelo, bajo condiciones sanitarias inadecuadas y en su mayoría, sin la supervisión de una persona encargada del control de calidad, por lo que recolectar la sangre en esas condiciones no sería adecuado.

Para contrarrestar lo anterior, los mataderos en su totalidad deben modernizar sus instalaciones, así como contar con el equipo y personal adecuados, para que la sangre a recolectar tenga una calidad sanitaria supervisada por una persona especializada en control de calidad y así poderse comprar y luego procesarse para

obtener la harina de sangre útil para fortificar alimentos para los beneficiarios establecidos en la etapa de análisis de demanda.

Con relación a la etapa de disponibilidad de materia prima, la cual constituye una serie en la encuesta y con los datos obtenidos de la misma, se estableció la tabla VI, en donde se presentan los datos del destace bovino que se realiza diariamente, así como el peso promedio en libras o peso vivo promedio del bovino, así como el destace promedio diario, en los mataderos de los municipios del Sur Occidente de Guatemala.

En general, para todos los departamentos, los días de más destace son los martes, jueves y sábado, los pesos promedios varían entre cada municipio estudiado, por lo que para el estudio se usará el peso promedio igual para todos los municipios. Como era de esperarse, las cabeceras departamentales, en comparación con el resto de municipios, debido a su población y comercio, son los lugares donde más se destazan bovinos, y es Quetzaltenango, entre ellas, la que mayor destace tiene.

El resultado total de destace semanal para todos los municipios es de 1,100 bovinos, dato que da un promedio de 157 bovinos al día, de lunes a domingo, resultados que pueden dar una buena disponibilidad de sangre, ya que se obtiene aproximadamente 5% de sangre por bovino sobre la base de su peso vivo (28), por lo que del total antes mencionado se obtendrá una cantidad de sangre considerable, si se considera también que se tomará para cada bovino el peso promedio de 800 libras, debido a que se obtienen resultados más exactos que al tomar el peso variable para cada bovino.

Para establecer de una manera más detallada el destace de bovinos se establecieron rangos como se muestra en la tabla VII, la cual nos muestra que un total de 7 municipios destazan más de 50 bovinos semanales, éstos son Quetzaltenango, San Juan Ostuncalco, Totonicapán, Mazatenango, Retalhuleu, San Pedro Sacatepéquez y Sololá. Como puede verse solamente 2 municipios no



son cabeceras departamentales y en el mismo rango no entra la cabecera departamental de San Marcos. Los restantes municipios destazan entre 0 - 50 a la semana, pero serán tomados para fines de estudio, ya que lo que interesa es tener disponibilidad de los mismos.

En los resultados de la tabla VIII de apéndice sobre la cantidad de sangre, harina de sangre, galletas a fortificar por semana, mes y año, así como el porcentaje para cada municipio (28,31), se puede observar que son los municipios de Quetzaltenango, San Juan Ostuncalco, Totonicapán, Mazatenango, San Antonio Suchitepéquez, Retalhuleu, San Pedro Sacatepéquez y Sololá, quienes mayor producción tendrían de harina de sangre, puesto que tienen, como ya se mencionó, más de 50 bovinos destazados semanalmente con relación al resto de los municipios, ya que estos municipios tienen un porcentaje arriba del 5 % con relación al resto, lo que indica que en éstos se obtienen mejores resultados en cuanto a la disponibilidad de sangre, producción de harina y galletas, pero para fines de estudio, se tomarán todos.

Se puede observar de la tabla IX, en donde se muestra la información obtenida del Instituto Nacional de Estadística (INE) sobre el destace de ganado bovino para los años 95, 96 y 97 de los municipios a los que está referido el estudio que existe un aumento en la cantidad de animales destazados con relación a cada año, lo cual para el estudio es beneficioso debido a que si aumenta el destace de bovinos anualmente, aumentaría la disponibilidad de sangre anual y por ende, la producción de harina de sangre y la planta a instalar aumentaría su capacidad.

Se puede observar de la tabla X del apéndice que en el año 1,997 se destazó mensualmente una cantidad de bovinos arriba de 4000 bovinos en todos los mataderos encuestados y se puede observar además que hay meses en los cuales aumenta o disminuye el destace, pero esto se debe a que en el municipio, según se indicó en la encuesta, se realiza la fiesta titular, también se observa que en época de invierno aumenta y en verano disminuye.

La tabla XI del apéndice es la más importante de todas las anteriores, para el estudio debido a que se basó únicamente en función de los 1,100 bovinos de que dispone el mismo. En esta tabla se observa que se va a destazar un número igual de bovinos, el cual es un promedio de 220 bovinos de lunes a viernes sobre la base del total de bovinos, obteniéndose la misma disponibilidad de sangre para producir aproximadamente la misma cantidad de harina de sangre y fortificar aproximadamente la misma cantidad de galletas a la semana, mes y año que se observa en la tabla VIII. Lo anterior se debe a que para obtener los datos de la tabla VI se usaron cálculos diferentes del peso por animal y en la tabla XI el peso fue promedio, por lo que al compararse ambas tablas se obtiene una diferencia de 8 libras, una diferencia no muy significativa para el estudio, con lo anterior se logrará un ahorro de dinero y de tiempo.

En general, se puede determinar que de la etapa de disponibilidad de materia prima, se obtendrá una disponibilidad de 1,100 bovinos semanal de todos los mataderos encuestados, los cuales se obtendrán en su mayoría de las cabeceras departamentales del Sur Occidente. Para fines de estudio se tendrá una disponibilidad de sangre de 3,981.9 Kg/día, a la cual se le agregará citrato trisódico como anticoagulante para mantenerla líquida a razón de 2.5 g/L, se usará este anticoagulante, debido a su bajo costo y disponibilidad, con lo que se obtendrá 3,991.65 Kg de sangre, útiles para procesar 576 Kg/día (1,272 lbs/día) de harina de sangre útiles para fortificar 1,718,715 galletas semanales, datos que se utilizarán para determinar el tamaño de la planta a instalar.

### **4.3 Tamaño y localización de la planta**

#### **4.3.1 Tamaño**

En la tabla XII del apéndice se observa con negrita los puntos en donde se satisfacen los requerimientos diarios de una galleta para cada beneficiario. El tamaño

real de la planta se estableció mediante la disponibilidad de la materia prima y no sobre la base de la demanda, es por eso que se puede observar en la tabla XII, que la capacidad de la misma será mediante el destace de 220 bovinos de lunes a viernes, con lo cual se tendrá una producción diaria de 576 Kg (12.72 qq), los cuales cubren el 76% del 100% de los requerimientos mostrados en la etapa del análisis de la demanda. Entonces se puede establecer que la planta, por el momento con el 76%, alcanza para cubrir al 63% de la demanda constituida por mujeres embarazadas y a un 50% del 23% que constituye los preescolares. Conforme la planta aumente su producción logrará cubrir el 100% de los requerimientos diarios, lo cual según se observa en la misma, ocurrirá mediante la producción de 16.64 qq/día de harina de sangre, por lo que para lograr lo anterior se estima que la producción aumente en 5% por año.

#### **4.3.2 Localización**

Se localizará la planta cerca del matadero municipal en la región 1 que constituye la cabecera departamental de Quetzaltenango. Se determinó en función del costo mínimo de transporte, por lo que se consideró como la región más apta para localizar la planta, ya que además se ahorraría tiempo y dinero.

Además de lo anterior, existen otros factores que hacen de Quetzaltenango la región más indicada para localizar la planta, ya que tiene las mejores vías de acceso, tanto de materia prima (sangre) y de demanda del producto. Además, las ONG's CARE, SHARE Y MOTHERCARE tienen sub-sede en esta región, según se estableció en la etapa de análisis de la demanda, y es la región que tiene mayor disponibilidad de sangre con respecto a las demás regiones.

#### **4.4 Aspectos tecnológicos de la producción de harina de sangre**

Para el proceso se deben tomar en cuenta todas las buenas prácticas de manufactura, de manera que la harina de sangre tenga una buena calidad sanitaria, útil para el consumo humano desde su recolección hasta su obtención y posterior empaque y almacenamiento.

Se estableció la tecnología que utilizan otros países como Chile y Estados Unidos en la producción de harina de sangre, para ello utilizan un secador de spray (Spray Dryer) (15), ya que con el se obtienen mejores resultados en el secado para procesos de leche y sangre (35), es por eso que para nuestro estudio se utilizará este tipo de secador.

El resto de equipos se establecieron tomando como base la tecnología empleada en la producción de leche en polvo, ya que la misma tiene mucha similitud con la producción de harina de sangre.

En general, se usará la tecnología adecuada para un proceso en el cual se procesará la sangre para la producción de 576 Kg/día (12.72 qq/día) de harina de sangre. Los equipos trabajarán a un 75% de su capacidad real, debido a un posible crecimiento del tamaño de la planta; el proceso es continuo y el equipo en su totalidad es de acero inoxidable.

En el diagrama de flujo también se establece el procesamiento del plasma, procedente de la separación en la sangre, de los glóbulos rojos. Se dejó indicado que se utilizarán 2 horas para su procesamiento en harina de plasma, después de haber procesado toda la harina de sangre diaria, esto se hace para no tirarlo y evitar contaminar el ambiente. La harina de plasma serviría para ser vendida para alimentación animal y podría de algún modo rebajar la inversión realizada, no se aborda este tema debido a que no es el objeto central del estudio.

#### **4.5 Requerimiento de materiales**

Sobre la base de la capacidad de la planta de 576 Kg/ día (12.72 qq/día) de harina de sangre y conociendo la tecnología a emplear en el proceso, se estableció para el proceso un 3 % de pérdidas en cada una de las operaciones del mismo, con base en posibles incrustaciones de sangre en los equipos, limpieza, humedad y empaque. Mediante balances de masa se estableció la tabla XIII del apéndice, la cual indica el requerimiento de los materiales a utilizar a diario en la planta, para lo cual se necesitan 26 bolsas dobles de papel kraft selladas (28).

En función del requerimiento de materiales y sobre la base de 1 día de operación se establecieron los balances de masa respectivos para el proceso, tomando en cuenta, como ya se dijo, un 3% de pérdidas. Los balances servirán para establecer la capacidad de los equipos requeridos para el proceso (ver tabla XIV del apéndice).

#### **4.6 Requerimiento de maquinaria y equipo**

Sobre la base de la capacidad de la planta y a los balances de masa realizados para el proceso, se determinó la capacidad que debían tener cada uno de los equipos para cumplir con la producción diaria de 576 Kg (12.72 qq). Como se indicó anteriormente, algunos equipos trabajarán a un 75% de su capacidad, esto se debe a un posible crecimiento del tamaño de la planta. Como se pudo establecer con anterioridad, la planta en general, trabaja a un 76% de su capacidad.

Todo el equipo y accesorios serán de acero inoxidable, lo cual facilita la limpieza y es el material más confiable en procesos industriales. Para el proceso sólo se requerirá el equipo necesario para producir harina de sangre y no harina de plasma, por lo que se realizó una serie de cotizaciones en casas comerciales dedicadas a la venta de tales equipos, requiriéndose el de menor costo y disponibilidad (ver tabla XX del apéndice).

#### **4.7 Requerimiento de servicios**

Para producir 576 kg/día (12.72 qq/día) de harina de sangre se necesitan 200.26 kWh de energía eléctrica, entre todos los equipos requeridos en el proceso y de luz eléctrica (ver tabla XV). Para lo anterior se tomará un 25% de margen de seguridad, de manera que los resultados sean más confiables.

En lo que respecta a otros servicios, se utilizará 10 m<sup>3</sup> de agua potable al día. Esta se empleará sólo para limpieza de la planta y equipo. De diesel se usará 14.16 gal/día para el vehículo transportador de la sangre de todos los mataderos a la planta. Del gas propano se utilizarán 20.24 gal/día de un tanque de 500 galones, lo que alcanzará para 24 días, por lo que se llenará al terminarse. Debe indicarse que el gas sirve para el secado de los glóbulos rojos y que la harina de sangre no absorbe el olor a gas al procesarse.

#### **4.8 Requerimiento de personal**

La planta empleará a 12 personas, al iniciar sus actividades de producción de los 576 Kg/día (12.72 qq/día) de harina de sangre. Este es el personal que se estima para la capacidad de la planta, ya que la producción al día es baja. Debido también a que es indispensable para toda nueva planta industrial generar empleos, se tendrá un requerimiento de personal profesional, de oficina y mano de obra no calificada, los cuales constituyen la mayoría del personal, pero el mismo es indispensable para cubrir la capacidad de la planta.

#### **6.9 Estudio económico**

Para el proyecto se requiere una inversión fija de Q. 683,354.95. Todos los rubros de la inversión fija fueron establecidos mediante cotizaciones, se tomaron para ello los costos menores. En general la inversión fija para este proyecto no está tan alta, debido a que casi todo el equipo se consiguió en el mercado local de

Guatemala y a que no se tomó en cuenta lo referido a costo de terreno y edificaciones y proyecto de ingeniería, pero la misma puede ser cubierta mediante un financiamiento.

Se requiere, para cubrir los costos de producción anual de la harina de sangre del proyecto, una cantidad de Q. 1,456,962.72 (según se observa en la tabla XVIII del apéndice), los cuales constituyen costos fijos y variables, y son gastos directos e indirectos en la fabricación de la harina de sangre.

El precio de la sangre se estableció en Q.3.00 el galón debido a que es con este costo, que se obtienen mejores resultados en la evaluación del proyecto, y es el conveniente para empezar las operaciones. Este costo podría variar conforme pase el tiempo, se debe de agregar que con este precio, la sangre a recolectar tendrá una calidad sanitaria adecuada. Los resultados sobre gastos de operación (ver tabla XVII) pueden disminuir a medida que se integre y coordine bien la acción de la planta.

Se requiere una inversión inicial de Q 894,922.18 al tomar en cuenta que para el inicio de las operaciones de la planta se establecerá un capital de operación de 2 meses. Se tomó ese tiempo para obtener ingresos y cubrir la inversión, los costos que incluyen dicha inversión se observan en la tabla XIX del apéndice.

Sobre la base de los costos de producción antes establecidos y a la producción anual de 138,240 kg (3,053 qq), tomando en cuenta que a diario se producen 576 Kg (12.72 qq), se obtiene el precio por kilo de harina de sangre de Q. 10.54/Kg (Q. 4.77/lb) y se obtiene el precio de venta del producto en Q. 12.75/Kg (5.77/lb), precio que se obtiene de aumentarle en un 20% (en concepto de gastos de distribución y ventas, utilidades de venta para así obtener ingresos por ventas), al costo de producción, además que el mismo está por debajo del obtenido en LYTTON, IOWA (EEUU) por la American Protein Corporation en donde 1 libra de

APC-301, que es como se conoce la harina de sangre, cuesta US\$2.65/kg (\$1.22/lb) FOB (Libre a bordo), por lo que el precio en quetzales es Q.20.67 /Kg (Q. 9.52/lb) FOB. De lo anterior se puede establecer que producirlo aquí en Guatemala, es más barato que importarlo de IOWA mediante la AMERICAN PROTEIN CORPORATION, aunque tal vez la tecnología en esa institución sea más avanzada.

La rentabilidad neta obtenida en el estudio es de 25.6 % sobre la inversión, generada a partir de los ingresos y egresos durante los primeros años de operación determina una utilidad neta de Q. 229,471.63, lo cual indica que el proyecto es rentable y económicamente viable. Para el proyecto se obtiene un punto de equilibrio monetario de Q. 1,052,823.45 por ingreso de ventas, generando por un punto de equilibrio físico de 82,574.39 Kg (1,824.65 qq), lo que equivale a producirse en 7 meses y días de operación y representa el 59% de la capacidad, debido a que en 1 año de operación se producen 138,240 Kg (3,053 qq), lo que representa el 100%. Lo anterior significa que en menos de 1 año de operación se obtiene un punto en el cual no se obtienen ni pérdidas ni ganancias, por lo que la planta empezará a ser rentable a partir de esa fecha.

Con lo anterior, se determina la prefactibilidad del estudio técnico-económico, para instalar una planta procesadora de harina de sangre para consumo humano, en el Sur Occidente de Guatemala, ya que según se estableció la instalación de la misma es rentable siempre que se tome en cuenta que para este tipo de estudio se tiene un margen de error de más o menos 20% (34).



## CONCLUSIONES

1. Es viable técnica y económicamente, la instalación de una planta procesadora de harina de sangre para fortificar alimentos para consumo humano, en el Sur Occidente de Guatemala.
2. Mediante el análisis de la demanda, se estableció un total de beneficiarios de 317,500 entre las ONG's CARE, SHARE Y MOTHERCARE, 87,100 son preescolares y 198,500 son mujeres embarazadas, quienes presentan mayores deficiencias de hierro.
2. En el Sur Occidente del país, el estudio estableció una disponibilidad semanal de 1,100 bovinos, de la cual se dispondrá la sangre de 220 bovinos de lunes a viernes, para tener una disponibilidad de sangre de 3,875.56 kg/día (8,565 lb/día) útiles para procesarse.
3. Se calculó la capacidad de la planta en 576 Kg/día (12.72 qq/día), mediante la disponibilidad de materia prima, la misma se localizará en la región de Quetzaltenango.
4. Para el procesamiento de la harina de sangre se establecieron los aspectos tecnológicos adecuados para su producción, se utilizó para ello el equipo adecuado, usado en otros países, y que muestra buenos resultados al procesar sangre bovina.

5. La inversión para la instalación y puesta en marcha de la planta productora de harina de sangre es de Q. 894,922.18. De este monto corresponde a la inversión fija Q. 683,354.94 y al capital de trabajo Q. 221,967.23. El costo de producción anual asciende a Q. 1, 456,962.72 y los ingresos por ventas a Q. 1,762,924.89/año.
  
6. El proyecto alcanzará una rentabilidad sobre inversión de 25.6%, generando una utilidad neta de Q. 221,471.63 que determina que el mismo es viable; así como un punto de equilibrio que corresponde al 59% de la capacidad de la planta.

## RECOMENDACIONES

1. Antes de implementar la planta, será necesario que los mataderos en donde se recolecte la sangre, modernicen sus instalaciones tanto físicas como higiénicas, que se capacite y adquiera el equipo y personal adecuado para el proceso de matanza y en general, que se garantice que tanto productos como subproductos cumplan con una norma de calidad sanitaria adecuada.
2. Realizar la factibilidad técnica-económica para instalar la planta procesadora de harina de sangre, útil para fortificar alimentos para consumo humano, en el Sur Occidente del país, de tal manera que proporcione la base técnica, económica y comercial para la decisión de invertir en el proyecto. En un estudio de este tipo que alcanza una estimación definida y un rango de error de más o menos el 10% debe darse como resultado un proyecto con capacidad de producción definida en un emplazamiento seleccionado, un proyecto de ingeniería definido, utilizando una o varias tecnologías determinadas en relación con materiales y insumos específicos, con costos de inversión y producción identificados e ingreso por concepto de ventas que produzcan un rendimiento determinado respecto a la inversión.
3. Informar mediante este estudio a las ONG's CARE, SHARE y MOTHERCARE, que son las instituciones que demandarán la harina de sangre como fortificante en galletas, sobre las posibilidades del proyecto y establecer un acuerdo para poder cubrir con una galleta diaria a cada beneficiario y poder así contribuir a reducir la deficiencia de hierro de los mismos.

4. Realizar el mismo estudio, pero en las zonas correspondientes a los departamentos de Guatemala, Escuintla y Santa Rosa, zonas que según se establece en el Instituto Nacional de Estadística (INE), es en donde mayor destace de bovinos existe, y por lo tanto se obtendría una planta de mayor capacidad y se lograría cubrir a casi todas las personas deficientes en hierro del país.
  
5. Realizar el estudio de prefactibilidad técnico-económico para obtener la harina de plasma, la cual es rica en proteínas y puede ser usada para consumo humano o animal.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. M. Asdrubali, et. al. **Los Mataderos.** (España: 1969), pp. 11-30.
2. John V. Bateria. **Nutrición animal.** (México: 1970), pp. 340-341.
3. John Beard. **Iron Fortificación racionales and effect A defense of moderate and controlled fortification.** (Estados Unidos: 1986), pp. 39-42.
4. Jose Maria Bengoa. **Nutrición: Base del Desarrollo.** (Caracas, Venezuela: 1994), pp. 52-56.
5. Jacques Berger, et.al. **Anemia por deficiencia de hierro en la región andina.** (Edit. ORSTOM. La Paz, Bolivia: 1996), pp. 1-264.
6. Benjamin Burton. **Nutrición humana.** Organización panamericana de la Salud/ Organización Mundial de la salud. Publicación científica No. 146. (USA: 1996), pp. 241.
7. Esther Casanueva. **Nutriología Médica.** (Primera Edición. Edit. Panamericana. México. 1995), pp. 170-189.
8. Comité Conferencia Interamericana sobre Protección de Alimentos. **Recomendaciones para la protección de los alimentos en las Américas.** (National Academy Press, Washington D.C: 1989), pp 237-241.

9. Fabian Evangeline et. al. **Preparation and estimated shelf life of dehydrated beef blood.** Technology Journal. (Jan-March. USA: 1977), pp. 5-10.
10. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Handbook of rural technology for the processing of animals by products.** Agricultural Services (Bulletin No. 79. Italy: 1989), pp. 45.
11. \_\_\_\_\_ **“ Industrialización y aprovechamiento de la sangre animal”.** (Boletín de Servicios agrícolas. No. 32 Italia: 1983), pp 3-54.
12. \_\_\_\_\_ **Preventing micronutrient deficiencies, food abundance and diversity are fundamental.** (Italy, 1,993), pp. 24.
13. Bo Gohl. **Piensos tropicales.** Organización de las Naciones unidas para la Agricultura y la Alimentación. (Roma: 1982), pp 401-402.
14. Gilda Hayde Gonzales Muñoz. **Fortificación de caldos deshidratados con morcilla como fuente de hierro hemínico.** (Tesis Ingeniero Químico. USAC. Facultad de Ingeniería. Guatemala: Marzo 1997), pp. 4-17.
15. Hertrampf, E, Diaz . **Utilización de sangre de vacuno en la fortificación de la leche. Obtención de la biodisponibilidad de diferentes preparados de hierro hemínico.** (tesis de grado) INTA, (Santiago. Edit. Magister en nutrición humana. Médico y Cirujano. 1,978), pp. 1- 18.
16. \_\_\_\_\_ et. al **Effect of bovine-hemoglobin-fortified cookies on iron status of school children, a nation-wide program in Chile.** (American Journal Clinical Nutrition: 1993. (57)), pp. 190-194.
17. \_\_\_\_\_ et.al **Effectiveness of iron fortified infant cereal in prevention of iron deficiency anemia.** (Pediatrics Vol 91 No. 5 Mayo 1,993), pp. 976 -980.
18. Susana J. Icaza . **Nutrición.** (Segunda Edición. Edit. Interamericana México: 1981), pp. 14-15.

19. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. **Compendio de conocimientos básicos de nutrición humana.** INCAP/OPS/OMS. (Guatemala: 1991), pp. 3.
20. INCAP/MSPAS/OPS. **Informe de la encuesta nacional de micronutrientes.** (Guatemala: 1995), pp. 4-6, 48-82
21. INCAP/OPS. **Disponibilidad de alimentos. Producción de alimentos básicos en Centroamérica.** (Cadena No, 15. Guatemala: 1,993), pp. 4 – 5.
22. INCAP/OPS. **Valor nutritivo de los alimentos de centroamérica.** (Tabla de composición de Alimentos 1,996), pp. 50 -55.
23. L.J Bianco et al. **Buenas prácticas de manufactura.** Folleto para gerencia y empleados. (Primera Edición al español. Julio: 1,992), pp. 3-32.
24. Cooper Lenna. **Nutrición y dieta.** (Diecisiete Edición. Edit. Interamericana. México: 1985), pp. 84-92.
25. Dora Ileana Maldonado Bran. **Desarrollo de un proceso tecnológico para la producción de harina de sangre bovina, que puede ser usada como fuente de hierro.** (Tesis Ingeniero Químico. USAC: Facultad de Ingeniería. Guatemala: Noviembre 1989), pp. 10-27.
26. Hans Dieter Marroquin Lang. **Estudio de prefactibilidad técnico-económico para el establecimiento de una industria productora de harinas compuestas para el programa de hogares comunitarios de cuidado diario.** (Tesis Ingeniero Químico. USAC. Facultad de Ingeniería. Guatemala: Julio 1993), pp. 20-59.
27. M. R Molina, et.al. **Principales deficiencias de micronutrientes en centroamérica.** (FAO. Italia: 1993), pp. 15-17.

28. Ma Soledad Morales Simkins, y Topp Le Fort, Sergio Hernán. Utilización de la sangre de bovino en la alimentación humana. Estudio de propiedades funcionales de aislado proteico de glóbulos rojos y sus alternativas de uso como fuente de hierro. (Tesis de grado para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Facultad de ciencias Químicas. Instituto de Nutrición y tecnología de alimentos. Universidad de Chile. Santiago de Chile: 1978), pp. 1-7,29.
29. Nadir Do Nascimento Nogueira. Utilizacao de biscoito fortificado com concentrado de hemoglobina bovina na dieta de preescolares. Efeito no estado de nutricao em ferro. (Tesis para obtener posgrado en Ciencia de Alimentos. Sao Paulo: 1990), pp. 17-48.
30. Penelope Nestel. **Fortificación de alimentos en los países en desarrollo.** (Vital/USAID: 1993), pp 3-13.
31. Ana Mirian Obregon Colón. Fortificación de la galleta nutricionalmente mejorada, utilizada en la refacción escolar, con hierro y vitamina A. (Tesis Ingeniero Químico. USAC. Facultad de Ingeniería. Guatemala: agosto 1993), pp. 3-8, 18, 24, 100,101.
32. Organización Mundial de la Salud. **Anemias nutricionales.** Serie de Informes técnicos. No. 503. (Ginebra: 1972), pp 5-10.
33. Orlando Posadas Valdez. Prefactibilidad técnico-económica de un complejo molinero de trigo en el altiplano de la república de Guatemala. (Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero Químico, USAC; Guatemala 1,977), pp 50-70.
34. ONUDI. **Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial.** (New York, USA: 1978), pp 33-161.
35. Robert H. Perry H. **Manual del Ingeniero Químico.** (Sexta Edición, Edit. Mc-GrawHill. México: 1996. Tomo 2), pp. 20-58,76.



36. Norman N. Potter. **La Ciencia de los alimentos. (Segunda Edición, Edit.HARLA, México: 1978), pp. 394-396.**
  
37. Oscar Eduardo Rossal Oliva. Estudio de factibilidad técnico- económico para el Establecimiento de una planta pasteurizadora de leche y productora de queso en el área rural de Zacapa. (Tesis Ingeniero Químico). USAC. Facultad de Ingeniería. Guatemala:Octubre 1996), pp. 9-48.
  
38. Gael Ulrich. **Diseño y economía de los procesos de Ingeniería Química.** (Edit. McGraw-Hill, traducción de Ing. Popocatépetl Rios México: 1986), pp. 10-440.



## BIBLIOGRAFÍA

1. A. Walter, *et. al.* **Effect of bovine-hemoglobin-fortified cookies on iron status of school children, a nation-wide program in Chile.** American Journal Clinical Nutritión. 1993. (57).
2. APROCAT, S.A Información Corporativa. **Un beneficio para todos los sectores, productos biológicos procedentes de la sangre animal”,** Barcelona, España. <http://www.aprocat.com>
3. BORGUESI, S. , V. y S. Aguirre del R. **La sangre animal. Una fuente potencial de proteína para el consumo humano.** Revista alimentos. Sociedad chilena de tecnología de alimento 5. (2); Chile: 1980.
4. Directorio ONG's y entidades de desarrollo y derechos humanos en Guatemala: 1,997, MINIGUA, Foro de coordinaciones de ONG's en Guatemala.
5. Food and Agriculture Organization of the United Nations . **Mataderos y degolladeros rurales: su proyecto y construcción.** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma: 1978.
6. INTERCERAMIC, USA. **Spray Dryer;** <http://www.interceramicusa.com>
7. LAYRISSE, Miguel. **El hierro, su importancia y biodisponibilidad en la dieta”.** Mimeografiado.
8. MANN, Y. **Preparación y Aprovechamiento de los subproductos animales.** Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO/ Boletín 75. Roma:1964



## APÉNDICE

**Tabla I** Beneficiarios de los programas de alimentación complementaria que realizan las organizaciones.

ORGANIZACION	De 0-36meses	Preescolares	Escolares	Mujer Fértil	Embarazada
1. CARE	-	X	-	-	X
2. CDRO	-	X	-	-	X
3. CODESUR	X	-	-	-	X
4. FTC	-	X	X	-	-
5. SHARE	X	-	-	-	X
6. AGROSALUD	-	X	X	X	X
7. MOTHERCARE	-	-	-	-	X

Fuente: Figura 1 del anexo.

**Tabla II** Alimentos distribuidos en las organizaciones.

ORGANIZACIÓN	CEREAL	MAIZ	TRIGO	ARROZ	FRIJOL	ACEITE	POLENTA *	OTRO
1. CARE	X	-	X	X	-	X	-	-
2. CDRO	X	-	-	-	-	-	-	X
3. CODESUR	-	X	-	X	X	X	X	-
4. FTC	-	-	-	X	X	X	X	-
5. SHARE	X	X	-	X	-	X	-	-
6. AGROSALUD	X	-	-	-	-	-	-	X
7. MOTHERCARE	-	-	-	-	-	-	-	X*

\*Polenta: es un cereal a base de harina de maíz y patata, con manteca y queso.

Fuente: Figura 1 del anexo.

**Tabla III** Cantidad de alimentos distribuidos en libras por mes.

ORGANIZACION	CEREAL	MAIZ	TRIGO	ARROZ	FRIJOL	ACEITE	POLENTA	OTRO
1. CARE	3	0	1	3	0	1	0	0
2. CDRO*	3	0	0	0	0	0	0	0
3. CODESUR	0	3	0	3	3.5	1	5	0
4. FTC	0	0	0	3	1	1.5	3	0
5. SHARE	12	12	0	12	0	12	0	0
6. AGROSALUD*	0	0	0	0	0	0	0	0
7. MOTHERCARE	0	0	0	0	0	0	0	**1
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>1</b>	<b>21</b>	<b>4.5</b>	<b>15.5</b>	<b>8</b>	<b>1</b>

\* No indicó en la boleta

\*\* indica una pastilla de hierro al día

Fuente: Figura 1 del anexo.

**Tabla IV** Número de beneficiarios del programa de alimentación complementaria.

ORGANIZACION	De 0-36 meses	Preescolares	Escolares	Mujer Fértil	Embarazada
1. CARE	0	87,100	0	0	42,000
2. CDRO*	0	0	0	0	0
3. CODESUR**	0	0	0	0	0
4. FTC	0	2,000	2	0	0
5. SHARE	31,500	0	0	0	31,500
6. AGROSALUD	0	6,200	3,700	3,500	660
7. MOTHERCARE	0	0	0	0	125,000
<b>TOTAL</b>	<b>31,500</b>	<b>95,300</b>	<b>5,700</b>	<b>3,500</b>	<b>199,160</b>

\*CDRO indicó que beneficia a 12 grupos de 22 miembros cada uno, pero no especificó su distribución. En total son 264 personas las beneficiadas.

\*\* COSUDER indicó que beneficia a 2,000 familias de 6 miembros cada una, siendo en total 12,000 personas, pero no indicó su distribución.

Fuente: Figura 1 del anexo.

**Tabla V Cobertura en el Sur Occidente de Guatemala de las organizaciones.**

ORGANIZACION	QUETGO	TOTONICAPAN	SOLOLA	SAN MARCOS	RETALHULEU	SUCHITEPEQUEZ
1. CARE	X	X	X	X	X	X
2. CDRO	-	X	-	-	-	-
3. CODESUR	-	-	X	-	-	-
4. FTC	X	-	X	-	-	-
5. SHARE	X	X	X	X	X	X
6. AGROSALUD	-	-	-	-	X	X
7. MOTHERCARE	X	X	X	X	X	X

Fuente: Figura 1 del anexo

**Tabla VI Destace diario de bovinos en rastros encuestados en el Sur Occidente de Guatemala.**

	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	TOTAL SEMANA	DESTACE PROMEDIO DIARIO	PESO PROMEDIO (lbs/bovino)
1. Quetzaltenango	40	20	30	40	50	30	0	210	30	700
2. Salcajá	4	9	3	7	2	7	4	36	5	950
3. Cantel	1	1	2	0	0	3	2	9	1	1000
4. San Juan Ostuncalco	6	20	6	22	5	52	4	115	16	950
<b>Sub-Total Diario</b>	<b>51</b>	<b>50</b>	<b>41</b>	<b>69</b>	<b>57</b>	<b>92</b>	<b>10</b>	<b>370</b>	<b>52</b>	<b>900</b>
5. Tonicapán	12	4	3	6	22	2	2	51	7	950
6. San Cristóbal Toto	2	6	1	7	2	14	2	34	5	700
7. San Francisco El Alto	1	4	2	7	3	2	5	24	3	800
<b>Sub-Total Diario</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>20</b>	<b>27</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>109</b>	<b>15</b>	<b>800</b>
8. Mazatenango	0	29	13	29	0	27	35	133	19	900
9. San Bernardino	1	0	1	1	0	1	2	6	1	500
10. San Antonio Such	2	2	15	0	3	26	0	48	7	1000
11. Samayac	1	1	1	5	1	1	8	18	3	750
12. Cuyotenango	1	1	1	12	1	1	11	28	4	500
<b>Sub-Total Diario</b>	<b>5</b>	<b>33</b>	<b>31</b>	<b>47</b>	<b>5</b>	<b>56</b>	<b>56</b>	<b>233</b>	<b>34</b>	<b>750</b>
13. Retalhuleu	21	25	17	25	21	29	34	172	25	800
14. San Sebastián	1	2	2	2	1	2	4	14	2	700
15. San Felipe Reu	0	2	1	4	0	3	10	20	3	400
<b>Sub-Total Diario</b>	<b>22</b>	<b>29</b>	<b>20</b>	<b>31</b>	<b>22</b>	<b>34</b>	<b>48</b>	<b>206</b>	<b>30</b>	<b>600</b>
16. San Marcos	4	5	2	8	2	10	2	33	5	750
17. San Pedro Sac.	6	8	4	12	6	25	3	64	9	800
18. Sololá	5	15	10	16	8	25	6	85	12	700
<b>Sub-Total Diario</b>	<b>15</b>	<b>28</b>	<b>16</b>	<b>36</b>	<b>16</b>	<b>60</b>	<b>11</b>	<b>182</b>	<b>26</b>	<b>750</b>
<b>Total Diario</b>	<b>108</b>	<b>154</b>	<b>114</b>	<b>203</b>	<b>127</b>	<b>260</b>	<b>134</b>	<b>1100</b>	<b>157</b>	<b>800</b>

Fuente: Figura 2 del anexo.

**Tabla VII** Número de mataderos que destazan en un rango determinado de bovinos.

RANGO DE BOVINOS DESTAZADOS SEMANALMENTE	NUMERO DE MATADEROS
Entre 0 y 25 bovinos	6
Entre 26 y 50 bovinos	5
Entre 50 o más bovinos	7

Fuente: Tabla VI.

**Tabla VIII** Información sobre harina hemínica y alimentos fortificados que se podrían obtener sobre la base del destace de bovinos en el Sur Occidente de Guatemala.

Municipio	Sangre Semanal (Kg)	Sangre Disponible Semanal (Kg) + Anticoagulante	Harina de Sangre Obtenida Semanal (Kg)	Unidades De Galletas Fortificadas			%
				Semanal	Mensual	Anual	
1. Quetzaltenango	3328.5	3332.2	480.3	286996	1147984	13775808	16.7
2. Salcajá	773.8	774.6	111.6	66749	266996	3203952	3.9
3. Cantel	203.6	203.8	29.4	17565	70260	843120	1
4. San Juan Ostuncalco	2471.9	2474.7	356.7	213218	852872	10234464	12.4
<b>Sub-Total Semanal</b>	<b>6777.8</b>	<b>6785.3</b>	<b>978.0</b>	<b>584525</b>	<b>2338100</b>	<b>28057200</b>	<b>34.1</b>
5. Totonicapán	1096.4	1097.6	158.2	94583	378332	4539984	5.5
6. San Cristóbal Tóto	538.5	539.1	77.7	46481	185924	2231088	2.7
7. San Francisco El Alto	434.4	434.9	62.7	37563	150252	1803024	2.2
<b>Sub-Total Semanal</b>	<b>4573.0</b>	<b>4578.0</b>	<b>659.9</b>	<b>178627</b>	<b>714508</b>	<b>8574096</b>	<b>10.4</b>
8. Mazatenango	2708.1	2711.1	390.8	233756	935024	11220288	13.6
9. San Bernardino	67.9	67.9	9.8	5945	23780	285360	0.3
10. San Antonio Such	1058.8	1060.0	152.8	91340	365360	4384320	5.3
11. Samayac	300.0	300.3	43.3	26483	105932	1271184	1.5
12. Cuyotenango	316.7	317.1	45.7	27294	109176	1310112	1.6
<b>Sub-Total Semanal</b>	<b>4457.0</b>	<b>4461.9</b>	<b>643.1</b>	<b>384549</b>	<b>1538196</b>	<b>18458352</b>	<b>22.4</b>
13. Retalhuleu	3113.1	3116.5	449.2	268617	1074468	12893616	15.7
14. San Sebastián	221.7	222.0	32.0	19187	76748	920976	1.1
15. San Felipe Reu	400.0	400.4	57.7	15674	62696	752352	0.9
<b>Sub-Total Semanal</b>	<b>3484.2</b>	<b>3488.0</b>	<b>502.7</b>	<b>303478</b>	<b>1213912</b>	<b>14566944</b>	<b>17.7</b>
16. San Marcos	560.2	560.8	80.8	48373	193492	2321904	2.8
17. San Pedro Sac.	1158.4	1159.6	167.1	99988	399952	4799424	5.8
18. Sololá	1346.2	1347.6	194.2	116202	464808	5577696	6.8
<b>Sub-Total Semanal</b>	<b>3064.7</b>	<b>3068.1</b>	<b>442.2</b>	<b>264563</b>	<b>1058252</b>	<b>12699024</b>	<b>15.4</b>
<b>Total Semanal</b>	<b>19881.9</b>	<b>19903.8</b>	<b>2868.8</b>	<b>1715742</b>	<b>6862968</b>	<b>82355616</b>	<b>100</b>

Fuente: Tabla VI.



**Tabla IX Destace de ganado bovino por municipio en años anteriores.**

MUNICIPIO	AÑO 95	AÑO 96	AÑO 97
1. Quetzaltenango	8046	8937	10200
2. Salcajá	1327	1414	1624
3. Cantel	338	397	511
4. San Juan Ostuncalco	2390	3416	6124
<b>Sub-Total Anual</b>	<b>12101</b>	<b>14164</b>	<b>18459</b>
5. Totonicapán	2488	2552	2672
6. San Cristóbal Toto	971	1727	1749
7. San Fransisco El Alto	1407	1550	1958
<b>Sub-Total Anual</b>	<b>4866</b>	<b>5829</b>	<b>6379</b>
8. Mazatenango	5019	5988	7369
9. San Bernardino	217	206	195
10. San Antonio Such	2153	2211	2302
11. Samayac	1081	1145	1147
12. Cuyotenango	1174	1315	1156
<b>Sub-Total Anual</b>	<b>9644</b>	<b>10865</b>	<b>12169</b>
13. Retalhuleu	7672	8182	8736
14. San Sebastián	546	542	639
15. San Felipe Reu	694	767	840
<b>Sub-Total Anual</b>	<b>8912</b>	<b>9491</b>	<b>10215</b>
16. San Marcos	1178	1334	1490
17. San Pedro Sac.	2756	2822	2961
18. Sololá	4225	4401	4577
<b>Sub-Total Anual</b>	<b>8159</b>	<b>8557</b>	<b>9028</b>
<b>Total Anual</b>	<b>43682</b>	<b>48906</b>	<b>56250</b>

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA (INE)

**Tabla X Destace de ganado bovino en el año 1,997 en los municipios encuestados.**

MUNICIPIO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total Año
1. Quetzaltenango	853	772	779	891	891	811	867	880	815	878	828	917	10200
2. Salcajá	132	99	157	136	134	133	168	132	145	123	110	155	1624
3. Cantel	35	35	32	36	58	52	28	33	40	57	50	55	511
4. San Juan Ostuncalco	500	420	520	550	560	501	520	540	505	480	453	575	6124
<b>Sub-Total Anual</b>	<b>1520</b>	<b>1326</b>	<b>1488</b>	<b>1613</b>	<b>1643</b>	<b>1497</b>	<b>1583</b>	<b>1585</b>	<b>1505</b>	<b>1538</b>	<b>1441</b>	<b>1702</b>	<b>18459</b>
5. Totonicapán	227	199	214	230	235	217	222	223	266	211	206	222	2672
6. San Cristóbal Toto	136	136	136	134	158	160	160	136	150	119	164	170	1749
7. San Francisco El Alto	149	127	118	132	143	127	144	163	218	235	222	180	1958
<b>Sub-Total Anual</b>	<b>512</b>	<b>462</b>	<b>468</b>	<b>496</b>	<b>536</b>	<b>504</b>	<b>526</b>	<b>522</b>	<b>634</b>	<b>565</b>	<b>592</b>	<b>572</b>	<b>6379</b>
8. Mazatenango	589	579	613	655	620	613	627	624	581	578	626	664	7369
9. San Bernardino	23	14	14	16	21	23	12	12	8	19	16	17	195
10. San Antonio Such	225	198	237	208	204	161	166	180	177	185	161	200	2302
11. Samayac	92	86	95	92	96	96	96	101	91	95	100	103	1147
12. Cuyotenango	119	113	111	122	117	111	77	87	76	74	77	72	1156
<b>Sub-Total Anual</b>	<b>1048</b>	<b>990</b>	<b>1070</b>	<b>1093</b>	<b>1058</b>	<b>1004</b>	<b>978</b>	<b>1004</b>	<b>933</b>	<b>951</b>	<b>980</b>	<b>1056</b>	<b>12169</b>
13. Retalhuleu	734	688	716	720	768	722	714	732	675	723	707	836	8735
14. San Sebastián	53	49	51	52	57	56	55	55	51	53	52	55	639
15. San Felipe Reu	74	73	81	67	65	97	61	71	49	62	66	74	840
<b>Sub-Total Anual</b>	<b>861</b>	<b>810</b>	<b>848</b>	<b>839</b>	<b>890</b>	<b>875</b>	<b>830</b>	<b>858</b>	<b>775</b>	<b>838</b>	<b>825</b>	<b>965</b>	<b>10214</b>
16. San Marcos	134	107	119	125	241	162	107	85	63	96	130	121	1490
17. San Pedro Sac.	229	233	262	225	318	225	258	263	191	257	251	249	2961
18. Sololá	367	330	348	362	391	373	414	410	387	394	397	404	4577
<b>Sub-Total Anual</b>	<b>730</b>	<b>670</b>	<b>729</b>	<b>712</b>	<b>950</b>	<b>760</b>	<b>779</b>	<b>758</b>	<b>641</b>	<b>747</b>	<b>778</b>	<b>774</b>	<b>9028</b>
<b>Total es</b>	<b>4671</b>	<b>4260</b>	<b>4603</b>	<b>4753</b>	<b>5077</b>	<b>4642</b>	<b>4706</b>	<b>4727</b>	<b>4488</b>	<b>4637</b>	<b>4616</b>	<b>5069</b>	<b>56149</b>

Fuente: Municipalidades e INE

**Tabla XI** Cantidad de sangre, harina, galletas y porcentaje obtenidos al día sobre la base de los 220 bovinos destazados a diario de todos los municipios encuestados

	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	TOTAL SEMANA
Total diario	220	220	220	220	220	0	0	1100
Peso promedio(Kg/día)	362.0	362.0	362.0	362.0	362.0	0	0	1810.0
Peso Total(Kg/día)	79638.0	79638.0	79638.0	79638.0	79638.0	0	0	398190.0
Sangre diaria	3981.9	3981.9	3981.9	3981.9	3981.9	0	0	19909.5
Sangre diaria +	3986.3	3986.3	3986.3	3986.3	3986.3	0	0	19931.4
Anticoagulante (Kg)								
Harina de sangre (Kg)	576	576	576	576	576	0	0	2880
Galletas diarias	343743	343743	343743	343743	343743	0	0	1718715
Porcentaje (%)	20	20	20	20	20	0	0	100
Galletas mensuales	88182.2	88182.2	88182.2	88182.2	88182.2	0	0	3874860
Galletas anuales								82498320

Fuente: Tabla VI.

**Tabla XII** Determinación de tamaño o capacidad de la planta procesadora de harina de sangre

Cantidad de bovinos al día	Cantidad de harina de sangre al día (lbs (Kg))	Cantidad de galletas Total al día	Cantidad de galletas total semanal	Porcentaje de capacidad (%)
25	144 (65.45)	38914	194571	9
<b>29</b>	<b>168 (76.02)</b>	<b>45400</b>	<b>227000</b>	<b>10</b>
50	289 (130.77)	78099	390494	17
75	433 (195.92)	117013	585066	26
<b>79</b>	<b>457 (206.78)</b>	<b>123499</b>	<b>617494</b>	<b>27</b>
100	578 (261.53)	156198	780988	35
<b>108</b>	<b>624 (282.35)</b>	<b>168629</b>	<b>843143</b>	<b>38</b>
125	722 (326.70)	195112	975560	43
150	867 (392.30)	234296	1171482	52
175	1011 (457.46)	273211	1366054	61
<b>181</b>	<b>1046 (473.30)</b>	<b>282669</b>	<b>1413345</b>	<b>63</b>
200	1156 (523.08)	312395	1561976	69
<b>209</b>	<b>1208 (546.60)</b>	<b>326448</b>	<b>1632238</b>	<b>73</b>
<b>220</b>	<b>1272 (576.00)</b>	<b>343743</b>	<b>1718715</b>	<b>76</b>
250	1445 (653.84)	390494	1952471	87
<b>260</b>	<b>1503 (680.09)</b>	<b>406168</b>	<b>2030840</b>	<b>90</b>
275	1589 (719.00)	429408	2147042	95
<b>288</b>	<b>1664 (752.94)</b>	<b>449676</b>	<b>2248381</b>	<b>100</b>

Fuente: Tabla XI.

**Tabla XIII** Requerimiento de materiales.

MATERIAL	CANTIDAD (Kg/día)	CANTIDAD (Kg/hr)	CANTIDAD (Kg/min)
Sangre	3,865.92	644.32	10.74
Anticoagulante	9.75	1.63	0.027
Total	3,874.32	645.72	10.76
Bolsas papel Kraft (50 lbs)(22.62 Kg)	26		

Tabla XIV Especificaciones sobre balance de masa realizado y capacidades de los equipos a utilizar para el proceso

INDUSTRIA PROCESADORA DE HARINA DE SANGRE, S.A

MÓDULO	RECOLECCION		TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO		CENTRIFUGACION				DESHIDRATACION			
	EQUIPO	F-101	C-201	P-201	L-301	H-301	L-302	P-302	P-303	L-401	B-401	
COMPONENTE	SANGRE			SANGRE	SANGRE	SANGRE	SANGRE	GLOBULOS	PLASMA	GLOBULOS/PLASMA	H. DE SANGRE	H. DE PLASMA
CAPACIDAD	Variable		1 tonelada	1340 galones	5 gal/min	132.27 gal/h	5 gal/min	603 gal	737 gal	5 galones /min	5.42-6.78 Kg/min	
SANGRE (Kg) +	3,982											
CITRATO TRISODICO	9.75											
MENOS 3% PERDIDAS	264.65											
TOTAL Kg/día	3,876		3,876	3,876				1,744.0	4,710.75			
MENOS 3% PERDIDAS								52.3	141.32			
TOTAL Kg/día								1,693.2	4,573.54			593
MENOS 3% PERDIDAS												18
TOTAL Kg/día												576
TOTAL galones/día	1,005			1,005	1,005	1,005	1,005	452	553	452/553	576 Kg/día	250.92
TOTAL galones/hora					125.63	125.62	125.62	75.33	273.5	125.62	96	125.46
TOTAL galones/min.					2.8	2.1	2.8	1.26	4.56	2.8	1.6	2.091

**Tabla XV** Requerimiento de energía.

EQUIPO	MOTOR (hp)	NUMERO DE EQUIPOS	TIEMPO (h)	CONSUMO (kWh)
Tanques de enfriamiento de sangre (P-201)	5	1	6	22.40
Bombas rotatorias (L301, 302, y 401)	1/4	3	6	3.36
Máquina centrífuga (H-301)	1/4	1	6	1.12
Tanque de enfriamiento glóbulos rojos (P-302)	3.2	1	6	14.32
Compresor (G-402)	10	1	6	44.76
Ventilador (bowler) (G-401)	5	1	6	22.38
Máquina selladora	1/4	1	6	1.12
Cuarto frigorífico	2	1	24	35.80
Luz eléctrica (25 * 100 watt c/u)		25	6	15.00
Margen de seguridad			25%	40.00
<b>TOTAL DE ENERGIA</b>				<b>200.26</b>

**Tabla XVI** Materiales para producir 12.72 qq/día de harina de sangre.

MATERIAL	REQ/DIA	COSTO UNITARIO (Q.)	COSTO DIARIO/ANUAL (Q.)
Sangre (galones)	1,005	3.00	3,015.00 / 723,600.00
Citrato Trisódico USP(Kg) *	9.75	15.20	148.20 / 35,588.63
Bolsas de papel kraft ( 1 bolsa=50 lb)**	26	0.43	11.18 / 2,683.20
<b>TOTAL COSTO Q/DIA</b>			<b>3,174.95 / 761,871.83</b>

Fuente: Tabla XIII.

\*Se comprara en QUIRSA, Reitzel, S.A.

\*\* Se comprara en BEMISAL S.A de C.V ( Guatemala Ciudad).

**Tabla XVII Gastos de Operación.**

PERSONAL	CANTIDAD	SALARIO	
		Q/MES	Q/AÑO
Gerente general	1	10,000	120,000
Jefe de producción	1	5,000	60,000
Técnico de laboratorio control de calidad	1	2,000	24,000
Secretaria comercial	1	800	9,600
Perito contador	1	800	9,600
Piloto de transporte sangre refrigerada	1	700	8,400
Ayudante de piloto	1	500	6,000
Operarios	4	700	33,600
Bodeguero	1	700	8,400
<b>SUB-TOTAL1</b>			<b>279,600</b>
<b>PRESTACIONES</b>			
Bono 14			23,300
Aguinaldo			23,300
<b>SUB-TOTAL2</b>			<b>326,200</b>
<b>MAS COSTOS DE: A SUB-TOTAL2</b>			
IGSS Patronal (6%)			19,572
IGSS Laboral (2.5%)			8,155
INTECAP (1%)			3,262
IRTRA (1%)			3,262
<b>TOTAL A RECIBIR</b>			<b>360,451</b>

**Tabla XVIII** Detalles de los costos de producción.

MATERIAS PRIMAS Y AUXILIARES	COSTO UNITARIO (Q.)	CANTIDAD REQUERIDA	Q/DIA	Q/AÑO
Sangre (galón)	3	1005	3015.0	723,600.00
Anticoagulante (Kg)	15.2	9.75	148.3	35,588.63
Bolsas papel kraft (bolsa=50lb)	0.43	26	11.2	2,683.20
<b>Sub-Total</b>			<b>3174.5</b>	<b>761,871.83</b>
<b>GASTOS DE OPERACIÓN</b>				
Recursos humanos			1501.9	360,451.00
Gastos generales			75.1	18,022.55
<b>Sub-Total</b>			<b>1577.0</b>	<b>378,473.55</b>
<b>COSTOS DE SERVICIOS</b>				
Energía eléctrica (kWh)	0.42162	200.26	84.4	20,264.07
Agua industrial (m3)	0.8	10	8.0	1,920.00
Combustible (galón)	8.5	14.16	120.4	28,886.40
Gas propano (galón)	7	20.24	141.7	34,003.20
<b>Sub-total</b>			<b>354.5</b>	<b>85,073.67</b>
<b>OTROS COSTOS DIRECTOS</b>				
Mantenimiento y reparaciones			56.1	13,459.10
Suministros de operación			8.4	2,018.86
Cargos de laboratorio			45.4	10,906.35
Repuestos			83.3	20,000.00
Alquiler Bodega			250.0	60,000.00
<b>Sub-total</b>			<b>443.3</b>	<b>106,384.31</b>
<b>COSTOS DE POSESION</b>				
Dep. de maquinaria y equipo			243.1	58,335.49
Impuestos locales y seguros			70.1	16,823.87
<b>Sub-total</b>			<b>313.2</b>	<b>75,159.36</b>
<b>IMPREVISTOS</b>			<b>208.3</b>	<b>50,000.00</b>
<b>TOTAL</b>			<b>6070.7</b>	<b>1,456,962.72</b>



**Tabla XIX** Inversión inicial requerida.

CAPITAL FIJO	Q/AÑO
Maquinaria y equipo instalados	583,354.95
Terreno	0
Construcciones y edificaciones	0
Mobiliario y equipo	20,000.00
Organización y legalización	19,600.00
Varios e imprevistos	50,000.00
Sub-total	672,954.95
<b>CAPITAL DE OPERACIÓN (2 meses)</b>	
Materias primas y auxiliares	126,978.64
Gastos de operación	63,078.93
Costos de servicios	14,178.95
Otros costos directos	17,730.71
Sub-total	221,967.23
<b>INVERSION INICIAL REQUERIDA</b>	<b>894,922.18</b>

**Tabla XX** Casas comerciales donde se cotizo la maquinaria y equipo.

INDUSTRIA	DIRECCION	EQUIPO A PROVEER	COSTO (Q.)
1. Industria sacramento	11 Av. 35-16 Z-3	(F-101,M-101)	120,000.00
2. EGSA *	10 Av. B 2-60 Z-4 DE Mixco	(L-301,302,401)	8,885.00
3. CAR-PAZ *	5a. Calle A 16-68 Z-6	(P-201,302,303,H-301)	15,400.00
4. AGRI-LAC	Vía 1 4-88 Z-4	(P-201,302,303,H-301)	65,672.25
5. CAFÉ ALVA-LTDS. *	Ruta 8, 3-29 Z-4	(B-401,Q-401,G-401,H-401)	139,650.00
6. SIDASA *	10a. Calle 0.-52 Z-9	(G-402)	22,233.75
7. PSI *	Av. Petapa 22-29. Of 9, Z-12	(F-401)	17,995.00
8. TIPIC S.A	Av. Petapa 53-01. Z-12	(F-401)	98,637.00
9. Sistemas y equipos para Empaque con plástico *	20 Av. 6-82 Z-11	(Selladora de bolsas)	6,600.00
10. TODO INOX. *	18 Av. 7-48 Z-14	(Tubería y accesorios)	2,132.53
11. MAINCO *	12 Av. B 10-70 Z-2	(Tubería y accesorios)	860.92
12. ELSECA, S.A *	3a. Calle 6-24 Z-9	(Unidad cuarto frío)	99,445.50
13. FISCHER Y CIA., S.A- *	Calz. Aguilar Batres 32-00 Z11	(Vehículo de transporte)	71,390.00

\* En estas empresas es donde se puede comprar la maquinaria y el equipo,

**Figura 1** Sondeo de demanda institucional y comercial sobre consumo de alimentos nutricionalmente mejorados.

**INSTITUTO DE NUTRICIÓN DE CENTROAMÉRICA Y PANAMÁ.**  
**INCAP.**

**SONDEO DE DEMANDA INSTITUCIONAL Y COMERCIAL SOBRE**  
**CONSUMO DE ALIMENTOS NUTRICIONALMENTE MEJORADOS.**

**SECCION I: INFORMACIÓN GENERAL.**

BOLETA No. \_\_\_\_\_

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

NOMBRE DE LA ORGANIZACIÓN: \_\_\_\_\_

AÑO DE FUNDACIÓN: \_\_\_\_\_

DIRECCIÓN: \_\_\_\_\_

PERSONA ENTREVISTADA: \_\_\_\_\_

CARGO QUE REPRESENTA: \_\_\_\_\_

**SECCION II: INFORMACIÓN SOBRE LA ORGANIZACIÓN.**

1. Tipo de organización?

Pública \_\_\_\_\_ Privada \_\_\_\_\_ ONG \_\_\_\_\_ Otra \_\_\_\_\_

2. Tipo de actividades, que realiza la organización?

Educación \_\_\_\_\_ Agricultura \_\_\_\_\_ Programas Médicos \_\_\_\_\_

Alimentación Complementaria \_\_\_\_\_ Alimentación por trabajo \_\_\_\_\_

Alimentación en situaciones de emergencia \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_

**SECCIÓN III: ALIMENTACIÓN COMPLEMENTARIA EXISTENTE.**

1. Si trabajan con actividades de alimentación complementaria, que tipo de programas de ayuda alimentaria realizan? \_\_\_\_\_

2. Qué objetivos persiguen dichos programas dentro de la organización?  
\_\_\_\_\_

3. Quiénes son los beneficiarios de los programas de alimentación complementaria?  
 Preescolares \_\_\_\_\_ Escolares \_\_\_\_\_ Mujeres en Edad Fértil \_\_\_\_\_  
 Madres Embarazadas y Lactantes \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_
  
- 4.Cuál es la razón por la que realizan programas de alimentación complementaria?  
 Nutricional \_\_\_\_\_ Económica \_\_\_\_\_ Salud \_\_\_\_\_  
 Educativa \_\_\_\_\_ Otras \_\_\_\_\_
  
5. Qué departamentos tiene cobertura, este programa de alimentación complementarias en el Sur Occidente del país? \_\_\_\_\_

**SECCIÓN IV: ALIMENTOS DISTRIBUIDOS.**

1. Qué tipo de alimentos se distribuyen en los programas de alimentación complementaria? \_\_\_\_\_
  
2. Qué cantidad de alimentos, se distribuye para cada beneficiario?  
 \_\_\_\_\_
  
3. Dónde se distribuyen los alimentos a las personas beneficiadas?  
 En la Institución \_\_\_\_\_ En el Hogar \_\_\_\_\_ En Hospitales \_\_\_\_\_  
 En Escuelas \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_
  
- 4.Cuál es la forma de distribución de los alimentos?  
 Por día \_\_\_\_\_ Por semana \_\_\_\_\_ Por mes \_\_\_\_\_
  
- 5.Cuál es el número de beneficiarios del programa de alimentación complementaria?  
 Preescolares \_\_\_\_\_, Escolares \_\_\_\_\_ Mujeres en edad Fértil \_\_\_\_\_, Embarazadas y Lactantes \_\_\_\_\_,  
 Otros \_\_\_\_\_.

**Figura 2** Encuesta sobre disponibilidad de materia prima (Sangre)

INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTROAMERICA Y PANAMA  
INCAP.

**Sección I: Información general.**

Fecha: \_\_\_\_\_

1. Nombre del matadero: \_\_\_\_\_
2. Municipio: \_\_\_\_\_
3. Departamento: \_\_\_\_\_
5. Fecha de fundación: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_
6. Persona entrevistada: \_\_\_\_\_
7. Cargo que desempeña: \_\_\_\_\_
8. Tiempo en el cargo: \_\_\_\_\_
9. Días de matanza: \_\_\_\_\_
10. Horario de matanza: \_\_\_\_\_

**Sección II: Diagnostico del rastro.**

A. Sala de matanza.

1. Estado físico del rastro: bueno \_\_\_\_\_ regular \_\_\_\_\_ malo \_\_\_\_\_
2. Estado higiénico del rastro: bueno \_\_\_\_\_ regular \_\_\_\_\_ malo \_\_\_\_\_
3. Cuenta el matadero con un lugar específico para el manejo de subproductos  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
4. Cuenta el matadero con un lugar específico para el manejo de las carnes y otros productos: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
5. Qué tipo de equipos utilizan para la matanza:  
\_\_\_\_\_
6. En qué forma se realiza la matanza del animal:  
aérea: \_\_\_\_\_ suelo: \_\_\_\_\_
- 6.1 Estado higiénico del lugar donde se realiza la matanza:  
bueno \_\_\_\_\_ regular \_\_\_\_\_ malo \_\_\_\_\_

7. La higiene durante la matanza es:

7.1 Para los animales: buena \_\_\_ regular \_\_\_ mala \_\_\_

7.2 Para el equipo: buena \_\_\_ regular \_\_\_ mala \_\_\_

7.3 Para el personal: buena \_\_\_ regular \_\_\_ mala \_\_\_

8. Existe alguna inspección de los productos y subproductos, antes y después del proceso de matanza, con el fin de que los mismos estén aptos para el consumo humano quien la realiza. SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

---

9. Tiene la persona encargada de la inspección, la autoridad para no permitir que los productos o subproductos sean trasladados para el consumo humano si se les encuentra alguna anomalía: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

10. La inspección la realiza en algún lugar específico del rastro:

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

10.2 El estado del lugar es: bueno \_\_\_\_\_ regular \_\_\_\_\_ malo \_\_\_\_\_

#### B. Área de espera de los animales

1. Estado físico de los toriles es:                      2. Estado higiénico:  
bueno \_\_\_ regular \_\_\_ malo \_\_\_;                      bueno \_\_\_ regular \_\_\_ malo \_\_\_

2. La capacidad del toril es adecuada al del número de animales a la espera:  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

3. Se alimenta a los animales durante la espera a la matanza:  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

4. El transporte de los animales al área de matanza es el adecuado:  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
porque: \_\_\_\_\_

#### C. Condiciones de los alrededores al rastro.

1. Estado físico exterior:                      2. Estado higiénico exterior:  
bueno \_\_\_ regular \_\_\_ malo \_\_\_;                      bueno \_\_\_ regular \_\_\_ malo \_\_\_

3. Está el rastro alejado de la zona urbana, para que no produzca contaminación.  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

**D. Transporte de la carne y otros productos.**

1. En qué estado se encuentra el vehículo que transporta la carne y otros productos.

1.1 Físico: bueno \_\_\_\_\_ regular \_\_\_\_\_ malo \_\_\_\_\_  
1.2 Higiénico: bueno \_\_\_\_\_ regular \_\_\_\_\_ malo \_\_\_\_\_

2. Con qué equipo cuenta el vehículo para el traslado de la carne y otros productos.
- 

3. La higiene del personal encargado de transportar la carne y otros productos es:  
buena \_\_\_\_\_ regular \_\_\_\_\_ mala \_\_\_\_\_

**Sección III. Disponibilidad de sangre.**

1. Cuenta el rastro con libros o cuadernos, en los cuales se lleva la estadística del número de animales sacrificados diariamente.  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

2. Si su respuesta anterior es SI, se me podría confiar dicha información para fines de estudio. SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
porque: \_\_\_\_\_

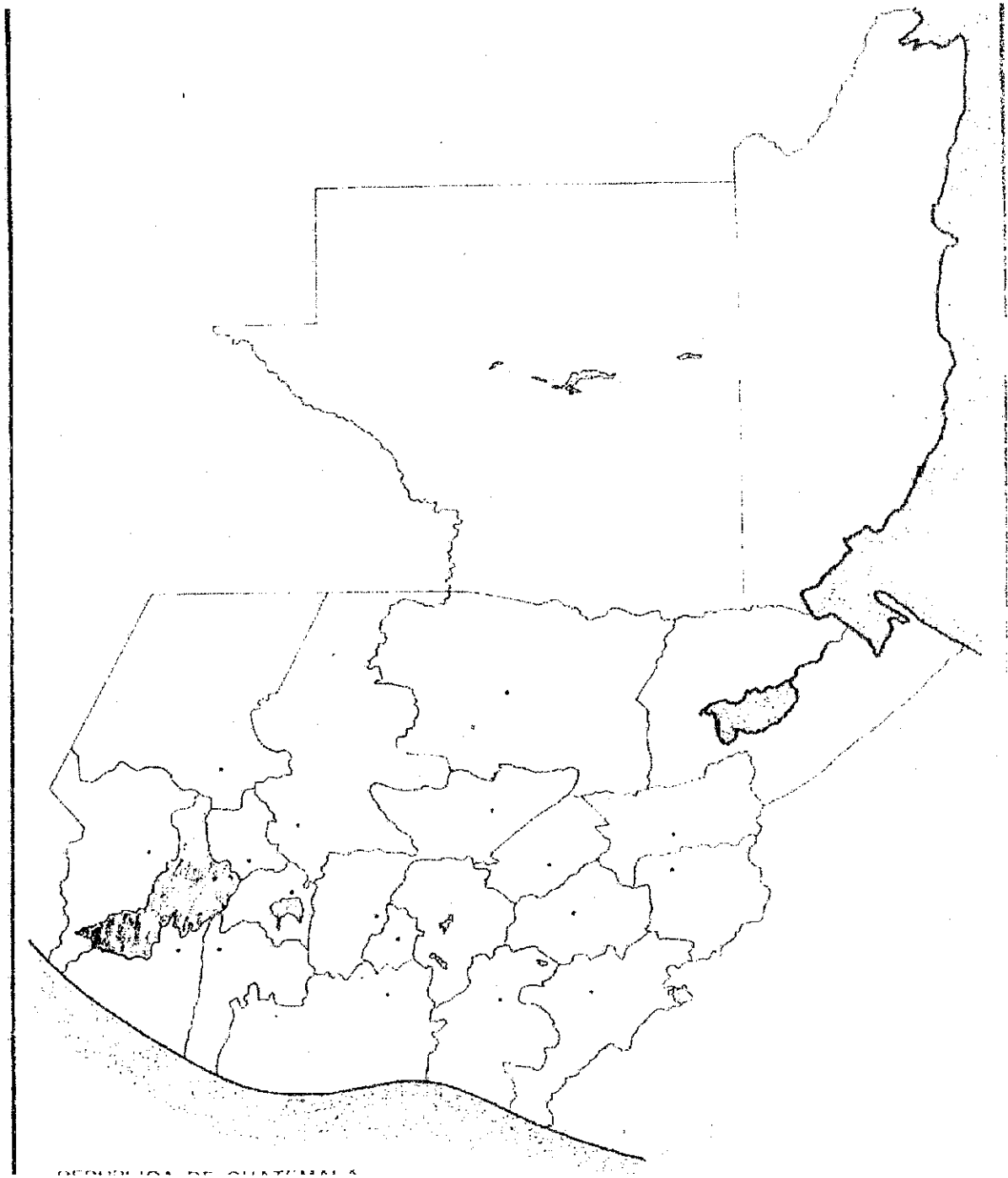
3. Existe alguna institución a la que se mande mensualmente la información obtenida del número de animales sacrificados. SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
3.1 Que institución: \_\_\_\_\_

- 4.Cuál es el número de animales sacrificados diariamente?

Lunes \_\_\_\_\_ martes \_\_\_\_\_ miércoles \_\_\_\_\_ jueves \_\_\_\_\_  
viernes \_\_\_\_\_ sábado \_\_\_\_\_ domingo \_\_\_\_\_

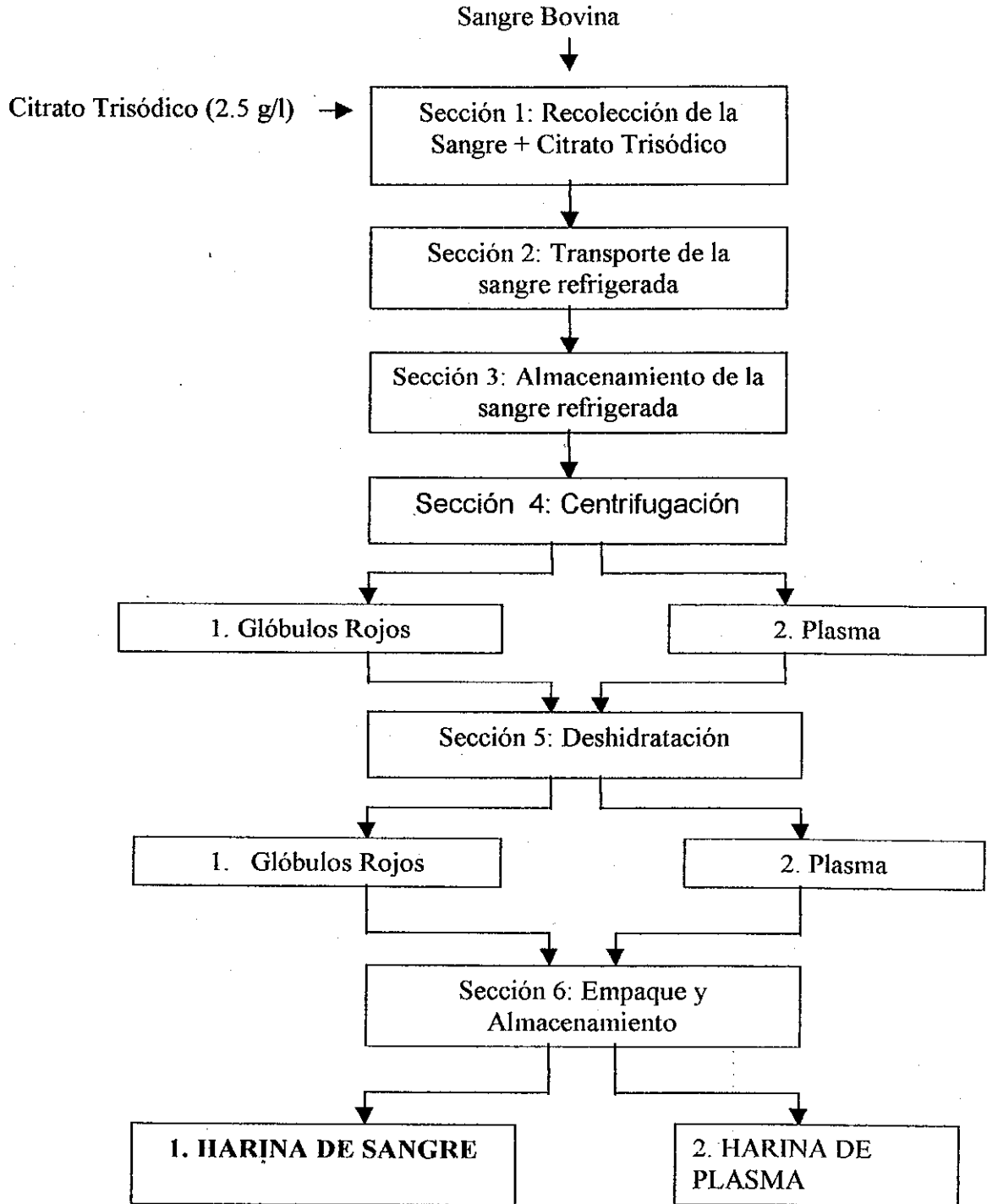
5. Existe alguna época del año en que se incremente o disminuya la matanza:  
aumenta \_\_\_\_\_ disminuye \_\_\_\_\_
- 5.1 Cual época: \_\_\_\_\_
- 5.2 A qué número aproximado de animales aumenta o disminuye la matanza. \_\_\_\_\_
- 6.Cuál es el peso promedio aproximado de los animales que se sacrifican.  
\_\_\_\_\_
7. Se aprovecha la sangre de los animales sacrificados?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
porque: \_\_\_\_\_
8. Le gustaría recolectar la sangre de una manera adecuada para poder venderla a alguna institución interesada?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
9. Si vendiera la sangre al consumidor, a qué precio aproximado daría el galón?  
a. menos de Q 1.00 b. entre Q 1.00 - Q 2.00 c. más de Q. 2.00
10. Qué subproductos se obtienen del proceso de matanza?  
\_\_\_\_\_
11. Las condiciones higiénicas de obtención de los subproductos son tan adecuadas, como las de los productos? SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
12. Qué usos hacen de los subproductos.  
\_\_\_\_\_
13. Existen personas interesadas por los mismos  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
14. Si su respuesta anterior es SI. De qué subproductos se interesan.  
\_\_\_\_\_

**Figura 3 Localización de la planta en el Sur Occidente de Guatemala**

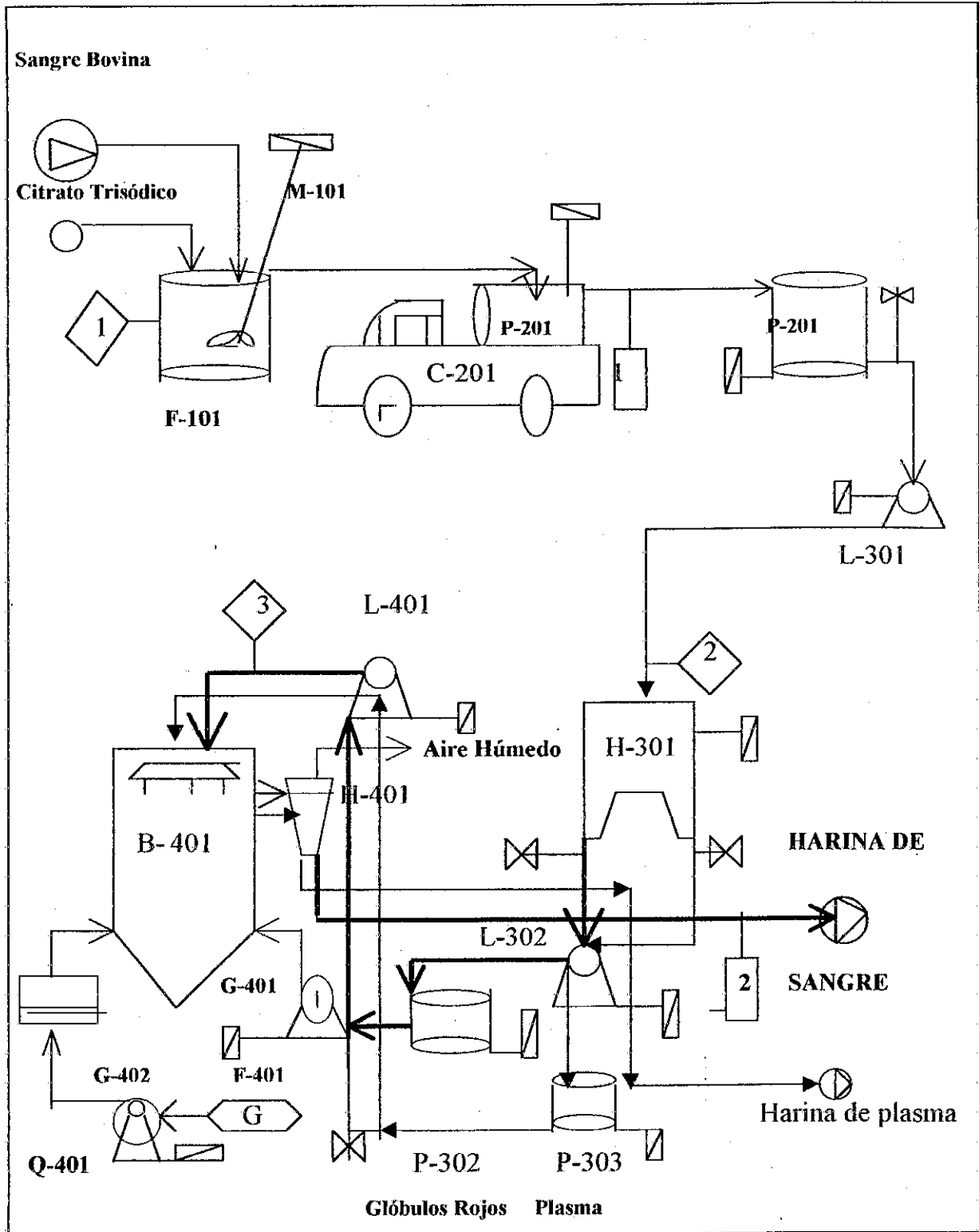




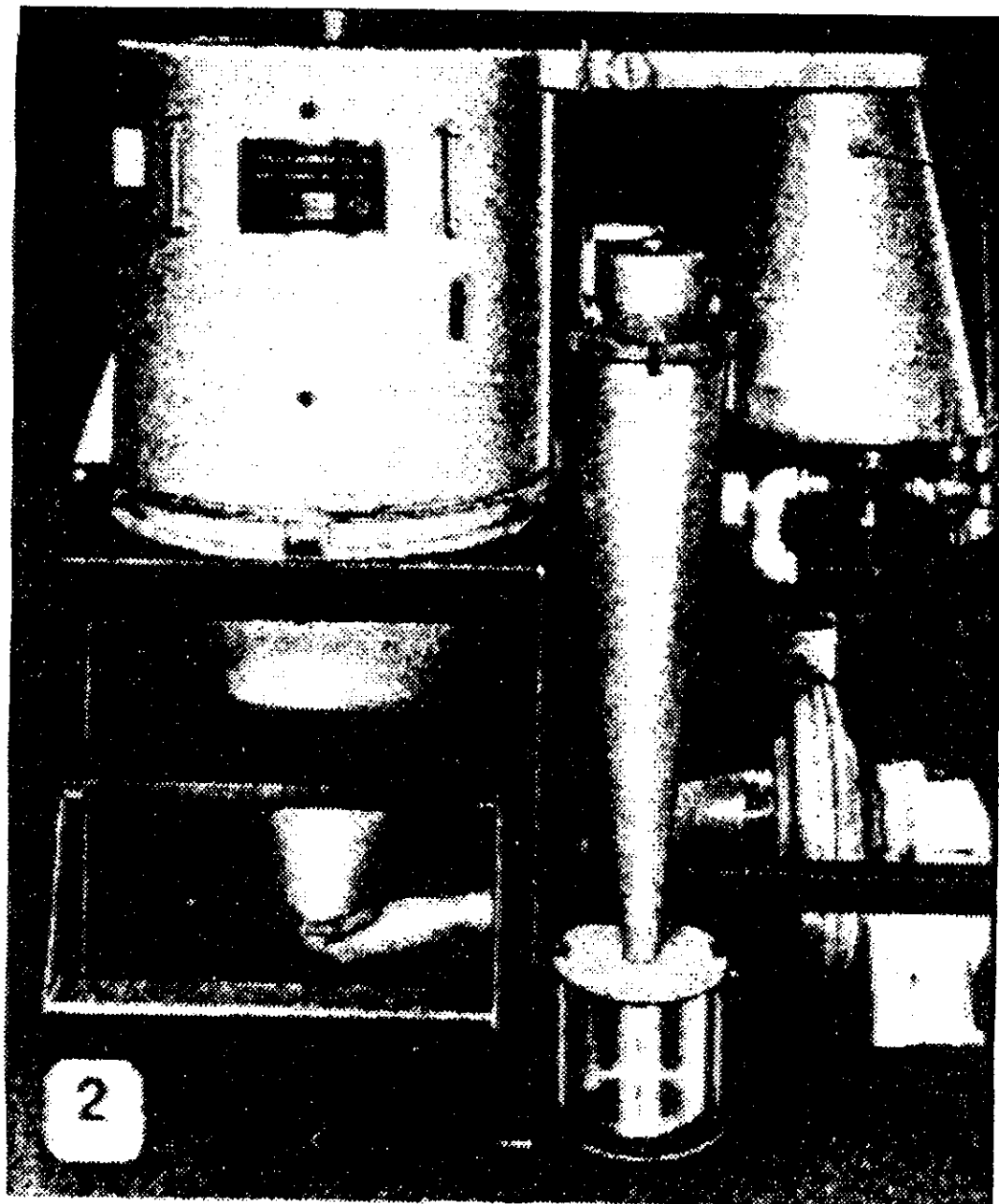
**Figura 4** Diagrama de bloques. Planta productora de harina de sangre.



**Figura 5** Diagrama de flujo. Planta procesadora de harina de sangre.



**Figura 6**      Secador de Spray (250 cfm BOWEN).





## ANEXO

**Tabla XXI** Prevalencia de anemia en niños de 1 a 5 años, por sexo, edad, región y residencia.

N	SEXO	PREVALENCIA DE ANEMIA (%)
859	Masculino	26.2
853	Femenino	25.6
1,712	TOTAL	25.9
EDAD (MESES)	N	PREVALENCIA DE ANEMIA (%)
12-33	339	50.1
24-35	513	26.4
36-47	481	18.9
48-59	379	12.1
REGIONES	N	PREVALENCIA DE ANEMIA (%)
Altiplano	491	30.8
Costa Sur	510	25.1
Depto. de Guatemala	417	22.8
Nororiente	294	23.5
TOTAL	1,712	25.9
RESIDENCIA	N	PREVALENCIA DE ANEMIA (%)
Rural	1,069	29.2
Urbana	391	23.3
Ciudad de Guatemala	252	15.9

Fuente: Cuadro 56 - 59 (20).

**Tabla XXII** Prevalencia de anemia en mujeres en edad fértil por edad, región y residencia.

EDAD (Años)	N	MUJERES CON ANEMIA	
		No	Porcentaje
15-19	111	47	42.3
20-24	416	150	36.1
25-29	440	147	33.4
30-34	321	115	35.8
35-39	202	68	33.7
40-44	121	44	36.4
REGIONES	N	MUJERES CON ANEMIA	
		No	Porcentaje
Altiplano	467	182	39
Costa Sur	394	146	37.1
Guatemala	488	149	30.5
Nororiente	288	104	36.1
TOTAL	1,637	581	35.4
RESIDENCIA	N	MUJERES CON ANEMIA	
		No	Porcentaje
Rural	1,027	398	38.8
Urbana	371	128	34.5
Metropolitana	239	55	23
TOTAL	1,637	581	35.4

Fuente: Cuadro 68-70 (20).

**Tabla XXIII** Prevalencia de anemia en mujeres de 15 a 44 años embarazadas y no embarazadas.

ESTADO FISIOLÓGICO	N	PREVALENCIA DE ANEMIA (%)
Embarazada	225	39.1
No Embarazada	1,412	31.4
TOTAL	1,637	32.4

Fuente: Cuadro 73 (20).

**Tabla XXIV** Requerimientos de hierro. Ingesta diaria de hierro (mg/día), biodisponibilidad en la dieta.

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	15
Hombres			
12.1-16	8	12	24
16 ó más	5	8	15
Mujeres menstruando			
12.1-16	9	13	27
16 ó más	10	14	29
Post-menopausia	4	6	13
Lactando	6	9	17
Embarazadas	*	*	*

Fuente: Compendio de conocimientos básicos de nutrición humana (23).

**Tabla XXV.** Composición química proximal de la harina de hierro hemínico (FERRIMIN).

Proteínas	93.00%
Humedad	3.00%
Extracto aéreo	0.40%
Hierro hemínico	2700 PPM
Calcio	0.10%
Fósforo	0.10%
Cenizas	2.70%
Otros	0.70%
Solubilidad	99.60%

Fuente: Compendio comercial e industrial chileno ECOMIN (31).

**Tabla XXVI** Composición química de la harina de hierro hemínico APC-301.

Proteína	92.0% min
Lípidos	2.0 % max
Fibra	0.5 % max
Humedad	8.0 % max
Cenizas	5.0 % max
Sodio	0.80%
Hierro	2700 PPM
Calcio	0.02%
Potasio	0.25%
Solubilidad	80%

Fuente: APC.

**Tabla XXVII.** Formulación actual de la galleta nutricionalmente mejorada de 28 g para niños y mujeres.

Ingrediente	PORCENTAJE (%)
Harina de trigo	24.51
Harina de maíz	17.16
Harina de soya	7.35
Manteca	19.41
Azúcar	29.41
Polvo de hornear	1.47
Sal	0.49
Total	100.00
Hierro hemínico	6.00

Fuente: Galleta escolar nutricionalmente mejorada.