

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia  
Escuela de Nutrición

**Propuesta de Elaboración de Pan Blanco Fortificado con zinc  
para el consumo de Pacientes en el Hospital Roosevelt.**

Informe Final de Tesis

Presentado por

**Luisa Fernanda Abascal de la Vega**

Para optar al título de

**Nutricionista**

Guatemala, Agosto del 2005



# CONTENIDO

	Pg
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCION	2
III. ANTECEDENTES	3
A. El trigo en la alimentación humana	
1. Generalidades del trigo	
2. Estructura del trigo	
3. Valor nutritivo del trigo	4
4. Proceso de obtención de la harina	5
5. Tipos de harina	6
6. Composición química de la harina de trigo	6
7. Ingredientes básicos en la elaboración del pan	8
8. Proceso de elaboración del pan	11
9. Tipos de pan en Guatemala	12
B. Cinc	12
1. Generalidades	
2. Funciones	13
3. Absorción	16
4. Biodisponibilidad	
5. Transporte	17
6. Metabolismo	
7. Excreción	18
8. Toxicidad	
9. Requerimientos Nutricionales	
10. Recomendaciones Dietéticas Diarias	19
11. Fuentes	20
12. Deficiencia	22
13. Compuestos de cinc	24

C. Fortificación	24
1. Definición	25
2. Objetivos de la fortificación de un alimento	
3. Criterios generales para la fortificación de un alimento	
4. Experiencia de la fortificación en Guatemala	
5. Estudios anteriores sobre la fortificación de alimentos con cinc	28
D. Evaluación sensorial de alimentos	28
1. Condiciones de pruebas	29
2. Pruebas Sensoriales	
E. Elaboración de pan en el Hospital Roosevelt	31
IV. JUSTIFICACIÓN	33
V. OBJETIVOS	34
VI. MATERIALES Y METODOS	35
A. Muestra	
B. Universo	
C. Tipo de Investigación	
D. Materiales	
1. Instrumentos	35
2. Recursos	36
E. Métodos	36
VII. RESULTADOS	39
VIII. DISCUSION DE RESULTADOS	45
IX. CONCLUSIONES	47
X. RECOMENDACIONES	48
XI. BIBLIOGRAFÍA	49
X. ANEXOS	52

## I. RESUMEN

La dieta del guatemalteco es deficiente en micronutrientes, esta deficiencia es mayor si los requerimientos de la persona se encuentran incrementados debidos a una enfermedad o una intervención quirúrgica, como es el caso de los pacientes hospitalizados. El cinc es un micronutriente que participa en la función hormonal, en el crecimiento, en la cicatrización y en la formación de proteínas, por lo que su presencia en la dieta, en cantidades adecuadas es importante. Para que este nutriente esté presente en la dieta de los pacientes hospitalizados, se propuso esta investigación para fortificar con cinc el pan que se produce en el Hospital Roosevelt. Para ello empleó sulfato de cinc heptahidratado como agente fortificante, utilizando 9 mg de cinc elemental por 100 gr de masa para pan utilizada, cantidad que se determinó por medio de una prueba piloto. Se desarrollo e implementó el diagrama de flujo a seguir, con la ayuda del grupo de panaderos que trabajan en el Hospital Roosevelt.

El pan fortificado se sometió a evaluación de su aceptabilidad s por medio de observación del consumo en 100 pacientes y por una prueba hedónica de tres puntos aplicada a 30 pacientes. Se determinó que el 85 % de los pacientes consumieron la totalidad de la porción servida y quienes no la consumieron fue por razones ajenas a la fortificación. Los datos obtenidos se analizaron por medio de porcentajes y un análisis estadístico descriptivo, donde se demostró una aceptabilidad del pan fortificado mayor al 96 % en los pacientes.

Por medio de espectrofotometría de absorción atómica se determinó la cantidad de cinc elemental presente en el pan fortificado y sin fortificar dando como resultado, 2.4 mg de cinc por rodaja de pan sandwich de 28 g equivalente a 8.56 mg de cinc elemental en 100 g de masa para pan utilizada.

El costo de la fortificación del pan producido en el Hospital Roosevelt con cinc es de Q. 0.87 / día; por esta razón y por los resultados obtenidos en los pacientes, se recomienda implementar de inmediato este proceso.

## II. INTRODUCCION

El cinc es un micronutriente necesario en cantidades de 15 mg/día para hombres y 12 mg/día para mujeres (25). Participa en funciones vitales para el organismo humano como son: los procesos enzimáticos, la transcripción celular, la regulación de la respuesta inmune, y en la síntesis proteica. También interviene en el crecimiento y desarrollo de lactantes y niños.

Los alimentos de origen animal son la mejor fuente de cinc, por lo que las dietas vegetarianas suelen provocar estados de deficiencia. La dieta de la población guatemalteca es básicamente vegetariana por lo que es necesario buscar alternativas, como la fortificación de alimentos, para prevenir la deficiencia de este y otros micronutrientes.

En vista que el cinc juega un papel importante en la respuesta inmune, es necesario que las dietas servidas a nivel hospitalario garanticen la ingesta de cinc, no solo porque las personas enfermas tienen incrementados sus requerimientos dietéticos diarios, sino también porque la dieta servida en el hospital cubre solo un porcentaje de esos requerimientos. Por esta razón es conveniente incluir en la dieta del paciente, alimentos que aseguren el consumo de cinc recomendado diariamente. En el Hospital Roosevelt los pacientes reciben pan todos los días como parte de su alimentación, por lo que fortificarlo con cinc, sería una forma de garantizar el consumo diario de este micronutriente.

En base a lo anterior el presente estudio de este estudio implementó el proceso de fortificación del pan blanco (tipo sandwich) elaborado en el área de panadería del Servicio de Alimentación del Hospital Roosevelt, y se evaluó su aceptabilidad en pacientes internos. También se estableció el contenido de cinc que se encuentra en el pan fortificado y sin fortificar.

### III. ANTECEDENTES

#### a. El Trigo en la Alimentación Humana

##### 1. Generalidades del Trigo

Es el más importante de los cereales, crece casi en cualquier tipo de suelo y en climas moderadamente templados.

Para la alimentación se emplea trigo de dos grupos botánicos: *Triticum vulgare* y *Triticum durum*; el primero se usa para elaborar pan y pasteles y el segundo para fabricación de macarrones y similares (2,18, 15).

Se considera al trigo como el mejor cereal para la panificación por la proteína que forma su gluten, la cual permite a la masa formar una estructura celular estable por fermentación obteniéndose un pan de estructura ligera.

Existen dos tipos de trigo ampliamente conocido en el mundo:

a) Trigo de invierno o suave: se siembra en otoño, contiene por lo general 10% de proteína y produce una harina con bajo porcentaje de gluten.

b) Trigo de primavera o duro: se siembra en primavera y se recoge en verano, es propio de países muy fríos y más rico en proteínas. Debido a que tiene un grano duro y quebradizo, produce una harina fuerte o con un alto contenido de gluten con la que se obtiene una masa fuerte y elástica (5, 15).

El grano de cereal está formado por dos partes bien diferenciadas: las cubiertas o envolturas y la parte interna o endospermo.

##### 2. Estructura del Grano de Trigo

a) Cubierta externa o salvado: esta formada por cinco capas que son: epidermis, epicarpio, endocarpio. La siguiente capa es la testa, estructura muy fina que constituye la verdadera envoltura del grano. La última capa es la aleurona y está íntimamente unida al endospermo. Están formadas por celulosa (*fibra vegetal*), son ricas en vitamina B<sub>1</sub>,

contienen una pequeña cantidad de proteínas y elementos minerales (*calcio, hierro*). Constituye cerca del 15% del grano (2, 4, 7).

b) Endospermo: es el alimento de la futura planta si creciera, de esta región anatómica se obtiene la harina. Está compuesta principalmente por *almidón*. Constituye el 82.5% del grano (2,7).

c) Germen o embrión: es la parte del grano que daría lugar a la planta si se encuentra en condiciones adecuadas. Es rico en *proteínas de alto valor biológico, ácidos grasos esenciales, vitamina E y B<sub>1</sub> y elementos minerales*. Constituye el 2.5% del grano (2,7).

Durante la molturación, proceso donde se elimina la cascarilla y el germen de trigo, el endospermo se reduce a harina.

### 3. Valor Nutritivo del Trigo

El valor nutritivo del grano de trigo es:

a) Hidrato de Carbono digeribles (50-60% del peso del grano).

La mayor parte de ellos esta en forma de almidón. Por la acción de las enzimas digestivas este almidón se transforma en glucosa. El azúcar más abundante en el grano es la sacarosa.

b) Hidrato de Carbono no digeribles (10% del peso del grano).

Se encuentra presente en granos integrales a los que no se les ha removido la cascarilla o envoltura externa. Esta constituido principalmente por fibra.

c) Proteínas (7,5-17% del peso del grano). Se encuentra en el endospermo y en el germen del grano. Principalmente formada por prolaminas y glutelinas, que son proteínas de reserva, además contienen enzimas y otro tipo de proteínas como las albúminas y globulinas.

d) Lípidos (1-4% del peso del grano). Se encuentran concentrados en el germen del trigo. Principalmente formados por triglicéridos y fosfolípidos.



e) Vitaminas B1, B2, B6, E, niacina y folatos. Se encuentran especialmente en el germen y en el salvado.

f) Minerales y Oligoelementos: fósforo, magnesio, hierro, calcio, cinc, selenio (2, 5,15).

#### 4. Proceso de Obtención de la Harina

La harina es un polvo seco procedente de la molturación o molienda de los granos de los cereales.

Durante el proceso de refinado que acompaña a la molienda, se conserva una parte del grano, y según el grado de extracción se desecha más o menos cantidad de salvado y de germen.

El grado de extracción es el número de kilogramos de harina obtenidos de 100 kg. de trigo limpio. Cuanto más fina y blanca es una harina, mas bajo es su grado de extracción y contiene menos fibra, vitaminas y minerales (2, 4, 5, 9,15).

Los pasos que se siguen para obtener la harina son:

a) *Limpieza preliminar de los granos*: Se limpian mediante corrientes de aire que separan el polvo, la paja y los granos vacíos.

b) *Selección de los granos*: Se seleccionan a través de cilindros cribados que separan los granos por su tamaño y forma.

c) *Despuntado y descascarillado*: en esta fase se eliminan el embrión y las cubiertas del grano.

d) *Cepillado*: Consiste en la limpieza de la superficie de los granos para que queden totalmente limpios.

e) *Molturación*: Consiste en la molienda que se realiza por medio de unos rodillos metálicos de superficies ásperas o lisas, que van triturando el grano y obteniendo la harina.

f) *Refinado*: una vez obtenida la harina pasa a través de una serie de tamices que van separando las diferentes calidades de la harina (2, 6,15, 18).

##### 5. Tipos de Harina

a) Harina flor: Tiene una tasa de extracción de 40. Es la harina más refinada

b) Harina blanca: Tiene una tasa de extracción de 60-70. Es la harina refinada de uso común. Para su producción se ha molido el endospermo del grano y esta exenta de germen y de cubiertas.

c) Harina integral: Tiene un grado de extracción superior a 85, se ha utilizado el grano completo excepto la cascarilla.

d) Sémola: Es el producto de la molienda de trigo duro, tiene mayor contenido en proteínas y la molturación es más gruesa (2, 9,15, 18).

##### 6. Composición Química de la Harina de Trigo

En la tabla No 1 se presenta la composición química en 100 gramos de porción comestible, de la harina de trigo o harina blanca, de la harina integral y de la harina empleada en la producción de pan en Guatemala que se encuentra fortificada (2,15).

**Tabla 1**  
**Composición Química de la Harina de Trigo (por 100 g)**

COMPONENTES		HARINA		
		BLANCA	INTEGRAL	FORTIFICADA
Valor Energético Kcal	gr.	364	357	361
Humedad		12	13	13.4
Proteína		7.2	7.2	12
Grasa		0.6	1.5	1.7
Hidratos de Carbono Totales		79.7	77.6	72.5
Fibra		0.6	0.8	2.4
Ceniza		0.5	0.7	0.5
Vit A mg (Actividad)		0	0	0
Calcio	mg.	9	14	15
Fósforo		104	231	97
Hierro		108	2.6	4.4
Tiamina		0.08	0.22	0.81
Riboflavina		0.03	0.05	0.51
Niacina		1.6	4.0	7.55
Ácido Ascórbico		0	0	0
Zinc		0.70	0.80	0.85
Porción no comestible	0	0	0	

Fuente: (15)

## 7. Ingredientes Básicos en la elaboración del Pan

El pan es el producto resultante de la fermentación de la harina (generalmente de trigo) mezclado con levadura (*Saccaromyces cerevisiae*) sal y agua, que posteriormente se amasa y se cocina.

Los *ingredientes básicos* del pan son: harina, azúcar, grasa, agua sal y levadura, los cuales son llevados a un proceso de fermentación y de cocción a altas temperaturas (mayores a 200°C) (2, 6, 15).

a) *Harina*. Es eminentemente un creador de estructura responsable de la envoltura o costra del pan. Debido a que sus componentes principales son almidón y proteínas, tienen propiedades absorbentes de agua en algunas etapas de la preparación, la harina actúa también como un ingrediente secante (2, 6,20).

Los principales compuestos de la harina que tienen una función importante en la panificación son:

### i. Almidón:

La harina utilizada en panificación contiene una gran cantidad de almidón en forma de gránulos aglutinados por los constituyentes proteicos, que da lugar a una partícula de harina. Se sabe que las moléculas de almidón que originan los gránulos se componen de centenares de moléculas de glucosa unidas unas con otras formando una cadena. Esta fracción es llamado *Amilosa*.

El resto es *amilo pectina* que esta compuesta por más de mil moléculas de glucosa unidas en forma de cadena que se ramifican y se vuelven a ramificar originan una estructura.

El almidón de trigo como otros almidones, se gelifica cuando se calienta con agua. El almidón del trigo empieza a gelificarse y a hincharse a una temperatura 60 a 71°C.

La gelificación implica el hinchamiento de los gránulos de almidón y es el resultado de un aumento de la temperatura en presencia de agua. En la panificación, el proceso de gelificación e hinchamiento es incompleto durante la cocción porque hay muy poca agua para la cantidad de almidón presente (2, 6,20).

ii. Proteínas:

Las proteínas de la harina se pueden dividir en: proteínas solubles en agua, solubles en solución salina, solubles en alcohol.

Las proteínas *solubles* son: albúmina, que es soluble en agua, y globulina, soluble en solución salina. Hay también sustancias de estructura y composición proteica llamadas proteosas y peptonas, que también son solubles en agua.

Las proteínas insolubles en agua pero solubles en alcohol, constituyen el gluten. Las dos proteínas más importantes del gluten son la gliadina y la glutenina. Se considera que la gliadina confiere al gluten la plasticidad y elasticidad, mientras que la glutenina se encarga de la estructura. Además de estas proteínas, el gluten está compuesto por globulina, aceite, fibra y sales minerales.

El gluten se forma cuando la sustancia proteica embebe agua y se hidrata, es decir cuando se forma una "masa" (2, 6,20).

iii. Aceite o Grasas:

Las grasas o aceites están presentes en la harina generalmente en cantidades no mayores al 1%. En ellas se encuentra el caroteno, colorante que le da el color levemente amarillento a la harina (2, 6,20).

iv. Azúcares:

Las azúcares presentes en la harina de trigo son sacarosa y maltosa, estas se encuentran en el endospermo y le sirve de alimento a la levadura (2, 6,20).

v. Sales minerales o cenizas

La materia inorgánica se encuentra presente en la harina en cantidades de 0.5 a 1%. Varía según el grado de extracción de la harina (2, 6,20).

*b) azúcar.* Es el principal saborizante que se agrega durante la panificación y su función es proporcionar un sabor dulce al producto final. Parte del azúcar añadido es rápidamente consumida por la levadura, y de esta forma se produce la fermentación.

El azúcar presente en la masa proporciona el color café al pan durante el horneado, ya que ocurre la caramelización de los azúcares residuales que se encuentran en la corteza de la masa después que la misma ha fermentado. También actúa acentuando el aroma, el color de la superficie del pan así como el rango de conservación ya que permite una mejor retención de la humedad, manteniendo más tiempo su blandura inicial y retrasando el proceso de endurecimiento (2,6, 20).

c) *Las Grasas.* El tipo de grasa que se usa en la elaboración de pan puede ser de origen animal como manteca de cerdo y/o mantequilla, o de origen vegetal como aceites y margarina.

Su principal función es dar suavidad a la masa, también proporciona una mayor vida de anaquel al producto al inhibir la pérdida de agua y de sustancias volátiles como los saborizantes.

Durante la panificación las grasas actúan como emulsionantes, confiriéndole a la masa mayor estabilidad respecto a la que se puede obtener solamente con proteínas (2, 6,20).

d) *La leche.* La leche utilizada comúnmente en panificación es la leche en polvo descremada, por su uniformidad, su facilidad de manejo, y su precio.

La leche ejerce también un marcado efecto tampón o buffer sobre las reacciones químicas de la masa, las que ocurren como resultado de las fermentaciones.

En la elaboración de pan la leche puede sustituir un porcentaje del agua utilizada.

e) *Los Huevos.* Proporcionan una multiplicidad de funciones. El huevo fresco blanco con 85% de humedad aproximadamente, sirve como humectante, mientras que su albúmina contribuye a la formación de la estructura. La yema de huevo contiene 49% de humedad, 32% de lípidos y 16% de proteínas. Esto es lo que determina su acción suavizante (2, 6,20).

f) *Sal.* Actúa principalmente sobre la formación del gluten ya que la gliadina es menos soluble en agua con sal, obteniéndose así mayor cantidad de gluten y una masa más compacta haciéndola más fácil de trabajar.

La sal también regula la fermentación y retarda el crecimiento de microorganismos fermentativos secundarios como son los productores de ácido acético.

Por su higroscopicidad (capacidad de absorción de agua) influye en la duración y en el estado de conservación del pan (2, 6,20).

g) *Agua*. El agua que se usa en la panificación tiene como principal función la de disolvente. Además cumple con las siguientes funciones:

- Participa en la hidratación de los almidones y formación del gluten.
- Mantiene y determina la consistencia de la masa.
- Hace posible el desdoblamiento de la levadura.
- Solvente de la sal y azúcar agregadas a la masa.
- Hace posible la acción de las enzimas ( 2,6,20).

h) *Levadura*. La levadura utilizada en la panificación se considera un componente biológico que se añade a la masa para lograr esponjosidad.

Entre las funciones que realiza están: la maduración y la producción del gas que queda atrapado en la masa, dando lugar así a la "esponjosidad"

Para actuar adecuadamente la levadura necesita humedad, azúcar, materia nitrogenada, y minerales (2, 6, 20).

## 8. Proceso de Elaboración del Pan

### a) Amasado:

La harina se mezcla con agua, levadura y sal, hasta obtener una masa homogénea. Durante el amasado el gluten adquiere su consistencia elástica, debido a la acción del agua sobre las proteínas (2, 6, 16).

### b) Fermentación:

Por acción de la levadura se forma  $\text{CO}_2$  que hincha la masa. La elasticidad de la masa es responsable de que este gas quede retenido dentro de la masa, formándose pequeñas burbujas en su seno (2, 6, 16).

c) Horneado:

La acción del calor, evapora el agua y esta toma consistencia firme (2, 6, 16).

## 9. Tipos de Pan en Guatemala

En Guatemala el tipo de pan más conocido y consumido es el pan francés y el pan dulce o de manteca. El pan francés se elabora con diferentes formas dando lugar a nombres como: desabrido, bollo, pirujo, pan en bolita, etc. El pan dulce o de manteca se puede encontrar en dos variedades que son: El pan redondo, que se conoce con los nombres de besitos, conchas, molletes, etc., así como el pan dulce tostado que se puede encontrar como hojaldras, champurradas, churros etc.

## B. Cinc

### 1. Generalidades

Es un elemento del grupo II B de la tabla periódica de elementos, con número atómico de 30, peso atómico de 65.37, y valencia de + 2. Tiene una vida media de 245 días, 13 horas y 38 minutos. En sistemas biológicos se encuentra en forma divalente.

El cinc es un oligoelemento esencial y uno de los varios micronutrientes que en los últimos tiempos, ha sido reconocido por su importancia para mantener la salud y nutrición de las poblaciones humanas.

En el año de 1869, se demostró que la participación del cinc era esencial en un sistema biológico al estudiar el desarrollo del *Aspergillus níger*.

En 1926, se comprobó que era esencial para las plantas superiores.

En 1934, informó que el cinc era un nutriente fundamental para las ratas.

En 1955 informó que la deficiencia de cinc causaba lesiones cutáneas en ratas.

En 1958 se descubrió su acción esencial en el crecimiento de pollos.

La deficiencia de cinc en humanos se descubrió en los comienzos de la década de 1960 (12).

El cinc se encuentra en el organismo casi exclusivamente como  $Zn^{2+}$  unido a numerosas proteínas celulares. Su alta afinidad a los electrones permite que actúe con



las cadenas laterales de aminoácidos formando enlaces intra polipéptidos e inter polipéptidos que pueden modificar la estructura y la función proteica (12).

Existe aproximadamente de 2 a 3 gramos de cinc en el cuerpo de un adulto, con mayores concentraciones en el hígado, páncreas, riñones, huesos, músculos voluntarios. Otros tejidos con grandes concentraciones de cinc, son varias partes del ojo, la próstata, espermatozoide, piel, pelo, uñas de pies y manos (12, 25).

Es fundamental para el crecimiento y la diferenciación celular por lo que su déficit provoca efectos adversos en tejidos de recambio celular, en especial el sistema inmunitario. (12)

## 2. Funciones

La acción biológica del cinc se caracteriza por tres funciones principales: Catalítica, estructural y reguladora (3).

### a) Funciones Catalíticas:

La función catalítica del cinc es necesaria para el funcionamiento biológico de mas de 300 enzimas, entre las que se encuentran las anhidrazas carbónicas, la fosfatasa alcalina, la carboxipeptidasa, las ARN nucleótido-transferasas (3).

*La Metalotioneina* es la proteína no enzimática con mayor contenido de cinc conocida hasta el momento. Esta proteína es rica en cisteína y con un contenido alto de metales, entre los que se encuentra el cinc y en cantidades menores cobre, hierro, cadmio y mercurio (12).

Se cree que esta enzima participa en la absorción del cinc y en la detoxificación de metales (3).

### b) Funciones Estructurales

El cinc unido a los metales o enzimas estabiliza la estructura terciaria de los receptores enzimáticos.

El cinc es abundante en el núcleo, en donde da estabilidad a la estructura de los ácidos Ribonucleicos (RNA) y desoxiribonucleicos (DNA) y se requiere para la actividad de la RNA polimerasa importante para la división celular (3).

“El motivo de dedo” del cinc (sitio en donde se une el cinc a la proteína) es la estructura recurrente mas común en las proteínas de transcripción y el átomo único de cinc en la base del motivo, influye en la unión de las proteínas al ADN. La unión de estos dedos de cinc a sus correspondientes sitios en el ADN inicia el proceso de transcripción y la expresión genética (12).

También participa en receptores nucleares hormonales, como los de estrógeno, testosterona y vitamina D. Participa en la diferenciación y proliferación celular.

c) Funciones Reguladoras

Actúa como ion intracelular que activa o inhibe los factores de transacción responsables de regular la expresión genética.

Una de las funciones más importantes del cinc radica en su rol como antioxidante y su participación en el sistema de defensa antioxidante (21).

En la tabla no.2 se presenta un resumen de las principales funciones del cinc.

**Tabla 2**  
**Funciones del cinc en el Organismo**

- Activación y regulación de la respuesta inmune
- Antioxidante
- Cofactor enzimático
- Espermatogénesis y esteroideogénesis
- Almacenamiento y liberación de Insulina
- Metabolismo energético
- Síntesis proteica
- Estabilizador de macromoléculas
- Regulación de la Trascricpción del DNA
- División y proliferación celular

Fuente: (21)

#### d) Inmunidad

El cinc es esencial para las funciones de numerosos tejidos, en especial los de alto recambio celular, como es el tejido inmunitario. La falta de cinc altera la inmunidad en muchos aspectos, comenzando con las barreras iniciales a la infección (inmunidad innata), además de otros procesos más complejos de la inmunidad humoral y celular (3).

Estudios en seres humanos y animales han mostrado que el déficit de cinc menoscaba la resistencia a las enfermedades infecciosas (3). Se observó que los pacientes con nutrición parenteral total sin suplementos de cinc presentan menor resistencia a las infecciones.

La importante función del cinc en la mediación de la resistencia del huésped a una amplia gama de patógenos indica que múltiples componentes del sistema inmunitario se ven afectados. La deficiencia del cinc deteriora la inmunidad innata al dañar las células epidérmicas, como se observa en las lesiones cutáneas, así mismo puede afectar a las cubiertas epiteliales de los tractos gastrointestinal y pulmonar (23).

En animales con déficit de cinc se observó una pérdida progresiva de Linfocitos T en los tejidos linfoides periféricos, como el bazo y los ganglios linfáticos. Se observaron hallazgos similares en niños con deficiencia de cinc y acrodermatitis enteropática y en pacientes con nutrición parenteral. (23)

#### e) Crecimiento

No se conoce claramente el mecanismo por el cual la deficiencia de cinc, actúa limitando la proliferación celular. Estudios realizados en animales relacionan un retardo en el crecimiento cuando existe una baja ingestión de cinc (3).

El cinc es esencial en los sistemas enzimáticos que influyen en la división y proliferación celular y por medio de las cuales puede regular directamente la síntesis de ADN (12).

También participa en mecanismos hormonales que regulan el crecimiento ya que actúa sobre la hormona del crecimiento que responde al estado del cinc (3).

La deficiencia de este mineral afecta los sistemas de señales de las membranas y de los segundos mensajeros intracelulares que coordinan la proliferación celular (3).

### 3. Absorción

La concentración de cinc en el organismo se mantiene con una absorción diaria alrededor de 5 mg/día (3).

En mamíferos, la absorción de cinc ocurre en el intestino delgado por medio de dos mecanismos: transporte activo y pasivo. El transporte activo se establece a altas concentraciones del metal en el lumen intestinal, y su eficiencia aumenta en periodos de baja ingesta. Por el contrario, el transporte pasivo es por medio de difusión, el cual no se altera en los periodos de poca ingesta y su eficiencia es proporcional a las concentraciones de cinc en el lumen intestinal (21). El intestino controla que la absorción del cinc se adapte a la ingesta alimentaría (12).

El cinc requiere de proteínas transportadoras para lograr una homeostasis cuando se observan condiciones de muy altas concentraciones a nivel intracelular de cinc.

Al consumir cinc en las comidas o alimentos, el cinc sérico aumenta y luego baja en respuesta a un patrón de dosis. Las cantidades pequeñas son mejor absorbidas que las grandes, y la persona con deficiencia de cinc lo absorben mas eficientemente (12, 25).

### 4. Biodisponibilidad

La biodisponibilidad es la eficiencia en la absorción y utilización de cierto nutriente en el organismo. El cinc en las mejores circunstancias es absorbido solamente de un 20-40% (3).

Varios factores dietéticos reducen la biodisponibilidad del cinc, particularmente las concentraciones altas de fibra, fitatos, oxalatos y taninos (3,25).

Los cereales integrales y legumbres son relativamente altos en cinc, sin embargo los fitatos y otros ligadores del cinc dificultan su biodisponibilidad (22, 25). La cocción de alimentos con un alto contenido de fitato y calcio forma un precipitado insoluble de calcio y cinc.

Es también más biodisponibles en la leche humana que en productos lácteos (3).

Una dieta rica en proteína favorece la absorción de cinc al formarse quelatos de cinc, los cuales se absorben de mejor manera.

La absorción del cinc aumenta durante el embarazo y la lactancia (12) y también en presencia de glucosa, lactosa y con la proteína de soya.

La ingestión simultánea de hierro y cinc en las mismas cantidades reduce la absorción de cinc. Sin embargo, bajo condiciones dietéticas usuales no se ha demostrado que la interacción con estos minerales afecte los requerimientos de cinc (24).

El cobre y el cinc también compiten por la proteína transportadora, por lo que un exceso de cobre puede afectar la biodisponibilidad del cinc (3).

#### 5. Transporte

El cinc se transporta por medio de la sangre, y depende de la disponibilidad del catión, y de la albúmina, la proteína transportadora para muchos cationes minerales (21).

La albúmina es el principal portador en el plasma, aunque también es transportado por la transferrina y globulina. Gran cantidad del cinc en el plasma se encuentra localizados en los eritrocitos y leucocitos. (3)

#### 6. Metabolismo

La mayor parte del cinc es metabolizado en el hígado donde es almacenado. Las metalotioneinas son las principales proteínas que participan en el metabolismo del cinc, estas pueden ligar a siete átomos cinc por cada molécula de proteína, pero también puede ligarse al cobre con mayor afinidad (3).

El cinc se recambia rápidamente 130 veces/día. El cinc plasmático se intercambia rápidamente con el existente en el hígado, riñones y el bazo pero se han observado un recambio más lento en el sistema nervioso central y en el hueso (21).

## 7. Excreción

El cinc en individuos normales que no es absorbido es excretado a través de las heces. Se han reportado excreción urinaria aumentada durante periodos de ayuno, en pacientes con nefrosis, diabetes, alcoholismo, cirrosis hepática o porfiria (12).

La presencia de aminoácidos específicamente de cisteína y de histidina en plasma y en orina puede relacionarse con pérdidas de cinc en pacientes con las patologías anteriormente mencionadas (12,21).

## 8. Toxicidad

El exceso en la ingestión oral de cinc (100-300 mg/día) es raro. El principal tipo de intoxicación con cinc es en pacientes con fallo renal y hemodiálisis, esto por el plástico adhesivo que se utiliza en los carretes de dializado. El síndrome tóxico se caracteriza por anemia, fiebre, y fallo en sistema nervioso central (12).

El sulfato de zinc en cantidades de 2 g/día o más puede causar malestar estomacal, mareos y náuseas. La ingestión de cinc elemental produce letargo, trastornos de la marcha, mareos. Se ha observado casos fatales tras la ingestión de altas dosis de cinc administrados con nutrición parenteral (12).

En seres humanos, el consumo excesivo de cinc altera las concentraciones de enzimas pancreáticas y lipoproteínas séricas, inhibe la absorción de cobre y hierro y deteriora las funciones inmunitarias (3).

No obstante, es bien conocido que la cantidad de cinc para provocar efectos tóxicos se requieren de cantidades más altas que las que se encuentran en una dieta regular (3).

## 9. Requerimientos Nutricionales

Los requerimientos nutricionales en niños en el primer trimestre de vida se ha calculado en base a la cantidad de cinc ingeridos al ser alimentados con leche materna y que han tenido un adecuado crecimiento. (25)

También se ha determinado métodos factoriales, que estiman el contenido de cinc en los tejidos en crecimiento, las pérdidas diarias por el tracto intestinal, orina y piel y la absorción intestinal. Cuando los niños son alimentados con fórmulas infantiles la biodisponibilidad de cinc es menor, por lo que se han hecho ajustes, comparándolas con la leche materna (22).

Los requerimientos de los infantes mayores se han calculado por el método factorial y por el consumo de cinc en fórmulas y otros alimentos. Para preescolares, se han calculado de las pérdidas basales del adulto, las necesidades para tejidos en crecimiento y la absorción intestinal, o de estudios de balance de cinc en niños preadolescente (25).

#### 10. Recomendaciones Dietéticas Diarias

Las recomendaciones dietéticas diarias (RDD) de cinc son dadas para dos tipos de dieta. Expertos de FAO/OMS han determinado las cantidades de cinc requeridas para infantes y para preescolares basándose en su alimentación y la biodisponibilidad de las mismas (25).

Un grupo de expertos de la FAO/OMS estimó los requerimientos basales (para evitar alteraciones clínicas) de preescolares eran de 49 mcg/kg/día, con coeficiente de variación de 12.5% (25).

Estudios metabólicos de adultos sanos indican que se consigue un balance positivo de cinc con una ingesta de 12.5 mg/día de una dieta mixta. Las RRD de 1989 establecieron una ingesta apropiada de 15 mg/día para adolescentes y varones adultos. Para adolescente y mujeres adultas, su RDD es de 12 mg/día (12).

Los requerimientos para preadolescentes se estima en 10mg/día. El RDD para infantes es de 5 mg/día durante el primer año de vida.

Para las poblaciones en las cuales su dieta es básicamente vegetariana los requerimientos de cinc se incrementa en un 50% por la biodisponibilidad del cinc en la dieta.

En la tabla No. 3 se observan las RDD en una dieta mixta y en una dieta herbívora:

**Tabla No. 3**  
**Recomendaciones Dietéticas Diarias de Cinc**

Grupos	Dietas Mixta (mg)	Dietas herbívoras (mg)
<b>Niños</b>		
<i>Meses</i>		
0-2.9	2	3
3-5.9	3	5
6-11.9	4	6
<i>Años</i>		
1-3.9	5	8
4-6.9	7	10
7-9.9	7	10
<b>Hombres</b>		
10-12.9	9	14
13-15.9	12	18
16-18.9	12	18
19-64.9	12	18
65+	12	18
<b>Mujeres</b>		
10-12.9	9	14
13-15.9	9	14
16-18.9	9	14
19-64.5	9	14
65+}	9	14
<b>Embarazo</b>	15	22
<b>Lactancia</b>	15	22

Fuente: (25)

#### 11. Fuentes

Las mejores fuentes de cinc por su contenido y su biodisponibilidad, son la carne, hígado, huevos y mariscos especialmente las ostras. Los cereales tienen cierta cantidad de cinc pero su biodisponibilidad es baja (3).

En estudios realizados en Estados Unidos la dieta basada en carne de pollo, de res y pescado provee el 50% de cinc, alta en cereales provee un 30%, los productos lácteos provee 20%. Las nueces y las legumbres provee 26%, la combinación de leche y huevos provee el 18% (22).



La tabla 4 muestra las fuentes más comunes de cinc. Como se puede observar los alimentos que son fuente de cinc son de origen animal.

**Tabla 4**

**Contenido de cinc en porciones comunes en los hogares de determinados alimentos**

Alimento	Porción	Cinc (mg)
Pescado	3 onz.	0.58
Ostras	3 onz.	77.51
Cangrejo	3 onz.	6.48
Pollo		
Carne oscura	3 onz	2.20
Carne magra	3 onz.	0.87
Res	3 onz.	4.60
Cerdo	3 onz.	4.40
Embutidos	3 onz.	1.70
Hígado	3 onz.	4.90
Huevo entero	1 grande	0.70
Frijoles	½ taza	0.95
Leche	1 taza	0.93
Queso	1 oz.	0.88
Pan		
Blanco	1 rodaja	0.15
Integral	1 rodaja	0.47
Arroz	½ taza	0.35
Maíz (Cocido)	½ taza	0.15
Avena	½ taza	0.58

Fuente (22)

En la tabla 5, se muestra el contenido de cinc en grupos seleccionados de alimentos, expresado en miligramos de cinc por 100 gramos de alimento.

**Tabla 5**

**Contenido de cinc en grupos seleccionados de Alimentos**  
**Intervalo de Valores (mg cinc/100 g de alimento)**

> 3	2-3	1-2	< 1
Ostra Queso Carne Cerdo Oveja Hígado Pasas	Legumbre Maní	Camarón Huevo Pan Integral Chocolate	Leche Productos Lácteos Frutas Jugos Vegetales Grasas y Aceites Aguas Carbonatadas

Fuente: (22)

## 12. Deficiencia

La primera evidencia clara de deficiencia primaria de cinc fue reportada por Prasad, quien estudió adolescentes masculinos de un poblado de Egipto en 1963 que era pequeños y sufrían de hipogonadismo (10, 12, 19).

Subsecuentemente, 1967 se descubrió una mejoría en el crecimiento y maduración sexual de los muchachos después del tratamiento con cinc (22).

Halsted citado por Krause, realizó estudios con adolescentes iraníes con síndrome de fallo en el crecimiento. Se les trató con cinc y se demostró que su crecimiento mejoró subsecuentemente de la repleción (12).

Los adolescentes que presentaron síndrome de Prasad-Halsted presentaban retardo severo en el crecimiento, retraso en la maduración sexual y en la mayoría de los casos anemia (12, 22).

Diversos estudios realizados en EEUU comprueban que el tratamiento con cinc y una dieta adecuada en ingesta de nutrientes estimulaba el crecimiento lineal, la maduración del esqueleto, desarrollo de los genitales y órganos sexuales secundarios (12).

La deficiencia de cinc es causada por una dieta alta en cereales no refinados y pan sin levadura. Estos contienen grandes cantidades de fitatos y fibra, que quelan el cinc en el intestino y evitan su absorción (3).

Síntomas adicionales a la deficiencia de cinc incluye pérdida del apetito, retardo en la cicatrización, lesiones en la piel. También han reportado ceguera nocturna (12).

A nivel mundial se ha reconocido la deficiencia de cinc como un problema nutricional, por lo que se han realizado diversos estudios para comprobar la importancia de cinc en el organismo:

Se presume que la deficiencia de cinc es tan común como la deficiencia de hierro. Siendo el grupo más vulnerable los niños de 6 a 24 meses de edad, ya que la leche no puede suplir sus requerimientos, y sus alimentos complementarios usualmente contiene

pocas cantidades del mineral, las mujeres embarazadas y lactantes también presentan deficiencia ya que sus requerimientos aumentan en este período (3).

a) Causas de la deficiencia de Cinc

Las causas de la deficiencia de cinc se da por síndromes asociados a disfunciones metabólicas o genéticas, como lo son los síndromes de mala absorción, acrodermatitis enterohepática, enfermedad de Crohn, alcoholismo, cirrosis hepática, enfermedades renales (21).

También existen enfermedades nutricionales que son las más importantes y comunes por la disminución en la ingesta de cinc o el consumo de alimentos pobres en cinc.

La dieta vegetariana o rica en cereales no refinados presenta alto contenido de cinc pero poco biodisponible ya que estos alimentos son ricos en fibra que disminuye su absorción (3).

Se ha comprobado que fortificar alimentos como lácteos y cereales refinados, es una estrategia adecuada y económica de mejorar la situación de deficiencia de este mineral que se ha tornado de importancia a nivel mundial (21).

b) Consecuencia de la deficiencia de Cinc

Una de las consecuencias con mayor importancia de la deficiencia de cinc es la susceptibilidad a una variedad de patógenos. El ser humano queda expuesto con mayor facilidad a las enfermedades, afectando su respuesta inmune, ya que el cinc actúa a nivel de los linfocitos T y B que son los encargados de la respuesta inmune (11, 19, 21).

Se ha comprobado que la suplementación con cinc mejora la respuesta inmune y ayuda a mejorar la respuesta del organismo hacia las enfermedades (3).

También puede afectar la reproducción del hombre y mujeres, ya que el cinc es necesario para la secreción de la hormona luteinizante y de la hormona foliculo estimulante, participa en la diferenciación gonadal, crecimiento testicular, formación y maduración de espermatozoides (3).

Se ha documentado que el cinc participa en la recuperación nutricional de niños desnutridos ya que presentan mayor ganancia de peso cuando son suplementados con cinc (12).

Se han realizado estudios donde se ha utilizado el cinc en tratamientos de diarrea y malaria obteniéndose mejores resultados en la recuperación del paciente (12).

### 13. Compuestos de Cinc

Los compuestos de cinc comúnmente utilizados como suplementos nutricionales o en la fortificación de alimentos son el óxido de cinc y sulfato de cinc. Ambos poseen ventajas y desventajas. El sulfato de cinc tiene buena biodisponibilidad pero interactúa con el alimento modificando sus características sensoriales, haciendo la comida poco aceptable. Por este motivo es necesario utilizar pequeñas cantidades del compuesto de manera que no afecte las características originales del alimento (21).

El óxido de cinc no interactúa con alimento por ser este insoluble, pero tiende a precipitarse en alimentos líquidos, y cuando el alimento es sólido, por la diferencia de densidades puede depositarse en la base del paquete.

El compuesto sulfato de cinc heptahidratado se puede encontrar en forma sólida como cristales o granulado o en solución, presenta un sabor astringente. Compuesto tiene un peso molecular de 287.54 g/mol, y una solubilidad de 960 g /L en agua, densidad de 1.97 y un punto de fusión de 100 °. Entre sus usos se encuentra preservante de madera, combinado con el hipoclorito es utilizado en el blanqueamiento de papel, en electrodeposiciones, y para análisis químico y en uso terapéutico es utilizado como astringente oftalmológico y para la suplementación con cinc.

## **C. Fortificación**

Entre las intervenciones empleadas para dar respuesta a los problemas de malnutrición por deficiencia de micronutrientes se encuentran: La suplementación con micronutrientes a poblaciones o grupos vulnerables, el mejoramiento de los alimentos, y la fortificación de alimentos (13, 14).

## 1. Definición

La FAO ( Food and Agriculture Organization) define la fortificación como el proceso donde se agrega macro o micronutrientes a alimentos comúnmente consumidos por una población para mantener o mejorar la calidad del alimento de un grupo, comunidad o población (13).

Otra definición expresa la fortificación como la adición de uno o más nutrientes que no están presentes naturalmente en un alimento, para usarlos como un vehículo de administración del nutriente.

La fortificación requiere de un vehículo (que es el ingrediente del alimento que actúa transportando el micronutriente) y de un fortificante (que es el macro o micronutriente con el que se fortificará el alimento) (13).

## 1. Objetivos de la fortificación de un Alimento

- a) Para corregir una deficiencia en un macro o micronutriente.
- b) Para restaurar un nutriente presente originalmente en el alimento y que se ha perdido durante el procesamiento o manufacturación del alimento.
- c) Para incrementar la calidad nutricional de un alimento manufacturado. (13)

## 2. Criterios generales para la fortificación de alimentos

Las tablas de nutrición y alimentos de Estados Unidos citado por Mc Nulty (13) estableció en 1974, " Las Normas propuestas para la Fortificación de productos Cereal en grano ", las siguientes condiciones para la aprobación de la fortificación:

- a) Selección del vehículo:

Hay criterios relevantes para seleccionar el vehículo adecuado para la fortificación, entre los que se encuentran:

- i. Que cubra la mayor parte de la población.
- ii. Que se consuma regularmente en cantidades relativamente constantes.
- iii. Que represente una apropiada porción que cubra los requerimientos dietéticos diarios del micronutriente agregado.
- iv. Que el consumo del alimento no este relacionado a un estatus socioeconómico.
- v. Bajo potencial de intoxicación cuando se ingiere en exceso.
- vi. Que no modifique la aceptación del consumidor luego de la fortificación.
- vii. Que no varíe la calidad del alimento luego de agregado el micronutriente.

b) Selección del Fortificante:

Los criterios generales para la selección del fortificante son:

- i. Buena biodisponibilidad del micronutriente agregado durante su vida de anaquel.
- ii. Que no interaccione componentes que conforman el alimento.
- iii. Bajo costo
- iv. Aceptable color, solubilidad y tamaño de la partícula
- v. Que sea de fácil adquisición y se encuentre disponible
- vi. Que sea de fácil adición al alimento

El proceso de fortificación se ha empleado rutinariamente en 17 países de Latinoamérica obteniéndose excelentes resultados como estrategias para darle solución a la deficiencia de micronutrientes (14).

### 3. Experiencias de Fortificación de Alimentos en Guatemala

En Guatemala se han establecido con éxito los programas de fortificación de alimentos, entre los que se encuentran: La fortificación de sal con yodo, el azúcar con vitamina A y la harina de trigo con hierro.

a) Fortificación de sal con yodo

Fue el primer programa de fortificación de alimentos establecido en Guatemala en el año de 1967, el compuesto químico utilizado para fortificar la sal es yodato de potasio. La norma de fortificación indica que sal debe contener de 30-100 ppm de yodo. Actualmente el 63% de la población del país recibe sal sin yodo, o que no cumplen con la norma de fortificación, por lo que se concluye que el programa de fortificación la de la sal es deficiente y debe mejorarse.

b) Fortificación del azúcar con vitamina A

Empezó en Guatemala en el año de 1975 y se suspendió dos años después. Dio inicio nuevamente en el año de 1987 y se ha mantenido sin interrupción hasta la fecha. Este programa consiste en añadir de 10-20 mcg/g de palmitato de retinol al azúcar. En el año 2001, se reportó que el 77% de la población reciben azúcar fortificada con un promedio de 9.3 mg/kg, cubriendo más del 50% de las recomendaciones dietéticas diarias de vitamina A. confirmando que es el programa más exitoso de fortificación de alimentos en Guatemala (26).

c) Fortificación de la Harina de Trigo con Hierro.

Nuestro país ha sido pionero en el mundo en adoptar la adición de hierro y vitaminas del complejo B (tiamina, riboflavina, niacina) a la harina de trigo. Con la promulgación de enriquecimientos de alimentos en 1992 se inicia también la adición de ácido fólico, sin embargo las ha cantidades son insuficientes debido al bajo consumo de pan en la población guatemalteca. Las normas de fortificación indican que el contenido de tiamina debe estar en un rango de 4-6 mg/kg, de riboflavina de 2.5-3.5 mg/kg, niacina 35-40 mg/kg, de hierro de 55-65 mg/kg, y ácido fólico de 0.35-0.65 mg/kg de harina utilizada. Un estudio realizado en el año 2001 mostró que 81% de las muestras tomadas cumple con los niveles de hierro estipulado por la ley. (26)

#### 4. Estudios Anteriores Realizados sobre fortificación de Alimentos con cinc.

En Guatemala, Solomons (24) ha estudiado la disponibilidad del cinc en los alimentos. Sus estudios describen la interacción que tiene el cinc con el hierro y el cobre, ya que estos micronutrientes forman complejos insolubles que disminuyen su biodisponibilidad. También ha realizado estudios sobre la fortificación de cereales con hierro. En estos estudios se analiza los resultados obtenidos al alimentar a niños con cereales fortificados y la forma como se disminuye la incidencia de anemia en niños y madres embarazadas alimentadas con cereal fortificado.

Otro estudio fue realizado por Sosa, en el año 2002, donde se elaboró una harina de maíz fortificada con 283 mg de sulfato de zinc heptahidratado (0.8333 mg/kg de cinc elemental) y se evaluó la aceptabilidad de la tortilla elaborada con la harina fortificada, obteniéndose como resultado que no existía diferencia significativa entre el color, sabor, textura de una tortilla fortificada con cinc con una tortilla sin fortificar.

## **D. Evaluación Sensorial de Alimentos**

### 1. Condiciones de Prueba

Muchos factores en la conducción de una prueba de aceptabilidad deben controlarse de manera de minimizar errores experimentales, A continuación se muestran los factores que deben controlarse en una prueba de aceptabilidad (16).

#### a) Temperatura de la muestra

Las muestras deben estar a la misma temperatura al momento de ser analizados y deben ser evaluadas a la temperatura que se acostumbra consumir el alimento.

#### b) Utensilios para la presentación

Los contenedores de la muestra deben ser del mismo tamaño, color y forma. Deben ser preferentemente blancos o transparentes.



c) Tamaño de la muestra

Se requiere de suficiente muestra para proveer a cada juez y de esta forma pueda tomar las decisiones requeridas.

d) Codificación

Se utilizan letras, figuras geométricas, colores o símbolos que sirven como códigos para identificar las muestras.

e) Numero de muestras

Para la evaluación analítica, tal como la evaluación de diferenciación, debe haber por lo menos 10 evaluadores. Sin embargo para el análisis estadístico es ventajoso tener de 20 a 30 sujetos evaluadores. En una evaluación Hedónica en donde se utilizan evaluadores no entrenados, deben participar por lo menos 30 sujetos (8,17).

## 2. Pruebas Sensoriales

La evaluación sensorial de alimentos se lleva a cabo con diferentes pruebas, según sea lo que se quiere evaluar. Existen tres tipos principales de pruebas: *Las pruebas afectivas, las discriminativas y las descriptivas.*

a) Pruebas Afectivas

Las pruebas afectivas son aquellas en las cuales el juez expresa su respuesta subjetiva ante un producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si lo prefiere a otro. Estas pruebas presentan bastante variabilidad en sus resultados y son difíciles de interpretar. Se debe determinar si uno desea evaluar la preferencia o el grado de aceptación del producto entre los consumidores.

Para las pruebas afectivas es necesario contar con un mínimo de 30 evaluadores no entrenados.

Las pruebas afectivas pueden clasificarse en tres tipos: *Pruebas de preferencia, pruebas de grado de satisfacción y pruebas de aceptación (1).*

i. Pruebas de Preferencia

En este tipo de prueba se quiere conocer si el consumidor prefiere cierta muestra sobre otra, no se hace distinción entre las dos muestras. La prueba es muy sencilla y consiste en pedirle al consumidor que diga cual de las muestras prefiere. Se debe incluir en la evaluación un espacio para los comentarios realizados por el evaluador sobre el producto. Los resultados se evalúan con una prueba de dos colas donde se determina la diferencia significativa entre una muestra y otra (1).

ii. Pruebas de medición del grado de satisfacción

Este tipo de prueba se utiliza cuando se quiere evaluar más de dos muestras a la vez o cuando se quiere obtener mayor información acerca de un producto. Para llevar a cabo esta prueba se utiliza *escalas hedónicas*.

La escala hedónica es la que presenta a los jueces una descripción de la sensación que les produce la muestra. Debe contener un número de puntos en una escala, donde se evalué el producto con valores positivos si la muestra es agradable o negativos si les disgusta. Debe incluir un punto neutro cuando la muestra no les agrada ni les desagrada. Existen escala de puntos de 3, 5, 7 o 9, añadiendo diversos grados de gusto o disgusto, tomando en cuenta el número de muestras (1).

iii. Prueba de Aceptación

Las pruebas de aceptación miden el deseo del consumidor en adquirir el producto que se está evaluando. No solo depende de la impresión agradable o desagradable que el consumidor reciba al probar el producto sino también de aspectos culturales. La prueba de aceptación puede abarcar a alguna de las otras dos (1).

b) Pruebas Discriminativas

Las pruebas de discriminación son aquellas en las que se desea conocer la diferencia entre dos o más muestras y, en algunos casos, la magnitud o importancia de esa diferencia.

Estas pruebas son utilizadas en control de calidad para evaluar si las muestras de un lote están siendo producidas con una calidad uniforme o si son comparables a los estándares.

Las pruebas discriminativas más comunes empleadas son:

*Prueba de comparación apareada simple, prueba triangular, prueba dúo-trío, de comparación apareadas de Scheffé, de comparaciones múltiples y de ordenamiento.*

#### c) Pruebas Descriptivas

En las pruebas descriptivas se trata de definir las propiedades del alimento y medirlas de la manera más objetiva posible. Se evalúa la magnitud o intensidad de los atributos del alimento.

Las pruebas descriptivas aportan mucha más información acerca del producto que las otras pruebas, sin embargo, son más difíciles de realizar y más laboriosas.

Entre las pruebas descriptivas se encuentran:

Calificación con escalas no estructuradas, calificación con escalas de intervalos, calificación con escalas estándar, medición de atributos sensoriales con relación al tiempo y relaciones psicofísicas. (1)

## **E. Elaboración de Pan en el Hospital Roosevelt.**

#### a) Información general del Hospital Roosevelt

El Hospital Roosevelt es una institución de salud de 3er nivel de atención. Tiene funciones de carácter técnico-administrativo, docente-asistencial de investigación y asesoría. Depende administrativa y económicamente del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Su objetivo principal es proporcionar atención médica integral a la población guatemalteca a través de sus servicios de hospitalización, diagnóstico y consulta.

b) Información general del Departamento de Alimentación y Nutrición.

El Departamento de Alimentación y Nutrición se encuentra en el sótano del Hospital Roosevelt, tiene como objetivo brindar alimentación especial a los pacientes según sus diferentes estados patológicos, aportando así adecuada cantidad de nutrientes para su recuperación.

i. Servicio de Alimentación

El servicio de Alimentación es el encargado de preparar y distribuir los diferentes tipos de dietas establecidas por el departamento de Alimentación y Nutrición.

Atiende a dos tipos de comensales, los pacientes los cuales son aproximadamente 700, y se les proporciona los 3 tiempos de comida y cierto grupo del personal que es aproximadamente de 400. El personal solo se le permite hacer un tiempo de comida

El Servicio de Alimentación incluye la panadería que es donde se elabora el pan que va ser consumido por los pacientes y por el personal del hospital. En la panadería trabajan 3 personas encargadas de la elaboración del pan.

De lunes a viernes, se elabora pan francés tipo desabrido, pan sandwich y pan dulce. El pan desabrido es consumido por el personal, y en algún tiempo de comida se le proporciona a los pacientes, el pan sándwich es proporcionado en su mayoría a los pacientes del hospital. Se elaboran aproximadamente 2400 unidades de pan dulce, 96 unidades piezas de pan tipo sándwich, para rodajear, de donde se obtienen 32 rodajas de cada uno, y 448 unidades de pan desabrido. A los pacientes se proporciona 2 rodajas de pan sándwich y un pan dulce, como parte del desayuno y de la cena.

La receta utilizada para la elaboración de pan y el diagrama de flujo del procedimiento de la elaboración del pan se encuentra el anexo 1.

## IV. JUSTIFICACION

En los últimos tiempos se han realizado investigaciones sobre la deficiencia de micronutrientes y se ha considerado como un problema de salud pública a nivel mundial.

La deficiencia de micronutrientes representa una de las causas principales de enfermedades que afectan a grandes sectores de la población, principalmente a niños y mujeres en edad fértil. El origen de la deficiencia de micronutrientes en Guatemala es por una dieta poco balanceada y básicamente vegetariana, donde no se llenan los requerimientos mínimos.

Por esta razón es necesario implementar intervenciones que ayuden a mejorar la situación nutricional, siendo la fortificación de alimentos uno de los programas más exitosos para la prevención de estas enfermedades y que se garantice el consumo de un micronutriente en la dieta de las personas.

Al fortificar el pan elaborado en el Hospital Roosevelt con cinc se ayuda a suplementar la dieta del paciente que tiene sus requerimientos nutricionales aumentados debido a su enfermedad y que la dieta regular no logra cubrir.

El Hospital Roosevelt presenta las condiciones adecuadas y los medios necesarios para introducir la fortificación del pan que consumen los pacientes, por lo que se plantea el presente estudio con el objetivo de fortificar el pan con cinc y probar la aceptabilidad del mismo en los pacientes.

## V. OBJETIVOS

### Objetivo General:

Producir pan fortificado con cinc, para consumo de pacientes internos en el Hospital Roosevelt.

### Objetivos Específicos:

1. Definir la cantidad de cinc a utilizar como agente fortificante del pan blanco.
2. Proponer el proceso de elaboración del pan fortificado con cinc.
3. Probar la aceptabilidad del pan fortificado con cinc en pacientes del Hospital Roosevelt.
4. Determinar la cantidad de cinc presente tanto en el pan fortificado como en el no fortificado.

## VI. MATERIALES y METODOS

### A. Universo

Ingredientes para la panificación disponibles en el Hospital Roosevelt.

### B. Muestra

#### Para la elaboración de pan

150 lbs de Harina de trigo dura fortificada , 3.3 lbs de levadura fresca, 27 lbs de manteca vegetal, 5 lbs de azúcar blanca, 1½ lbs de sal, 3 cubetas de agua de donde se obtiene 3456 rodajas de pan sandwich y 448 panes desabridos..

#### Para la elaboración de pan de Fortificado

150 lbs de Harina de trigo dura fortificada, 3.3 lbs de levadura fresca, 27 lbs de manteca vegetal, 5 lbs de azúcar blanca, 1½ de sal, 3 cubetas de agua y 19.7 g de sulfato de cinc heptahidratado de donde se obtiene 3456 rodajas de pan sandwich y 448 panes desabridos.

#### Para el estudio de aceptabilidad

Para el estudio de consumo se entrevistó a 100 pacientes adultos internos en el hospital Roosevelt y para realizar la prueba hedónica se tomó en cuenta la respuesta de 30 pacientes entrevistados.

### C. Tipo de Estudio

Descriptivo

### D. Materiales

#### 1. Instrumentos

a) Formulario de evaluación de la aceptabilidad del pan blanco fortificado con cinc (Anexo 3).

b) Material de oficina

- i. Computadora Toshiba Satélite 460 CDT.
- ii. Impresora Hewlett Packard model deskjet 300.
- iii. Material de oficina como calculadora, lapiceros, lápices.

## 2. Recursos

### a) Humanos

- i. Personal encargado de la Panadería del Hospital Roosevelt.
- ii. Encargado de bodega
- iii. Jefe del Departamento de Alimentación y Nutrición. (Licda. Lourdes Ochaeta. )
- iv. Asesora de la Investigación ( Licda. Julieta de Ariza)
- v. Jueces sensoriales no capacitados ( Integrado por los pacientes internos en el hospital Roosevelt).

### b) Materiales

- i. Harina de Trigo, levadura fresca, manteca vegetal, azúcar blanca, sal, agua.
- ii. Sulfato de Cinc heptahidratado, con una pureza de 99 %.
- iii. Balanza semianalítica
- iv. Horno
- v. Mortero
- vi. Mezcladoras
- vii. Batidora
- viii. Latas para horneado y moldes
- ix. Mesa de madera 190 x 70x180 cms.

## E. **Métodos**

### 1. Pruebas para determinar la cantidad de cinc a incorporación a la masa del pan

Se realizó una prueba piloto para determinar la cantidad de cinc a agregar. Se hicieron porciones de masa con 3 mg, 6 mg, 9 mg y 15 mg de cinc elemental por 100 gr de harina y el pan elaborado con dicha masa fue evaluado por la investigadora, la jefe del departamento de Alimentación y Nutrición del Hospital Roosevelt y el personal de panadería quienes opinaron respecto al pan con el formulario que se presenta en el Anexo 1.



2. Para elaborar el diagrama de flujo para incorporar el cinc a la masa.

Una vez determinada la cantidad de cinc a agregar a la masa, se elaboró un diagrama de flujo donde se especifica en que momento y en que condiciones se debe agregar el cinc a la masa.

3. Para la implementación del diagrama de flujo

Se presentó y se discutió el diagrama de flujo al grupo de panaderos del Hospital Roosevelt y se les solicitó que lo pusieran en práctica tres veces. Al final de este proceso los panaderos presentaron algunas sugerencias y recomendaciones al diagrama de flujo, las cuales fueron incorporadas.

4. Para la producción del pan fortificado

Una vez incorporado las sugerencias y recomendaciones al diagrama de flujo, se coordinó con el panadero y la jefe del departamento de Nutrición y Alimentación para producir la cantidad de pan fortificado y no fortificado necesario para la investigación con pacientes, así también se determinó un procedimiento de control para entregar el pan a los pacientes, que consistía en codificar el pan fortificado con la letra A y el no fortificado con la letra B.

5. Para evaluar la aceptabilidad del pan

La aceptabilidad del pan se evaluó utilizando dos métodos: el primero fue por observación directa del consumo del pan fortificado, a cada uno durante el desayuno se le sirvió una rodaja de pan fortificado y otra sin fortificar; A los pacientes que consumieron menos del 100% del pan, se les preguntó la razón de ello. Para el efecto se utilizó el instrumento presentado en el anexo 3. El segundo método consistió en entrevistar a 30 pacientes solicitándoles que evaluarán cada muestra de pan con una escala hedónica de tres puntos (anexo 4).

6. Cuantificación del cinc en el pan fortificado y sin fortificar

La cuantificación del contenido del cinc en las rodajas de pan fortificado y sin fortificar, se realizó por medio de espectrofotometría de absorción atómica . Se utilizó dos muestras del pan fortificado y dos del pan sin fortificar, tomadas en dos diferentes días de producción.

7. Para la tabulación y análisis de datos

Los datos obtenidos de aceptabilidad se analizaron por porcentajes de ocurrencia y el contenido de cinc en las muestras, se analizó por promedios.

## VII. RESULTADOS

### A. Determinación de la cantidad de cinc como agente fortificante del pan blanco elaborado en la panadería del Hospital Roosevelt.

La concentración de cinc a utilizar como agente fortificante del pan elaborado en la panadería del hospital Roosevelt es de 9 mg de cinc elemental (19.79 mg. de sulfato de cinc heptahidratado) por 100 gramos de harina utilizada. Esta concentración se determinó tomando en cuenta los resultados obtenidos en la prueba piloto y es equivalente a 1 ½ cda de sulfato de cinc heptahidratado. Esta cantidad de cinc provee más del 50% de las recomendaciones dietéticas diarias de una persona adulta.

### B. Proceso de fortificación del pan con cinc.

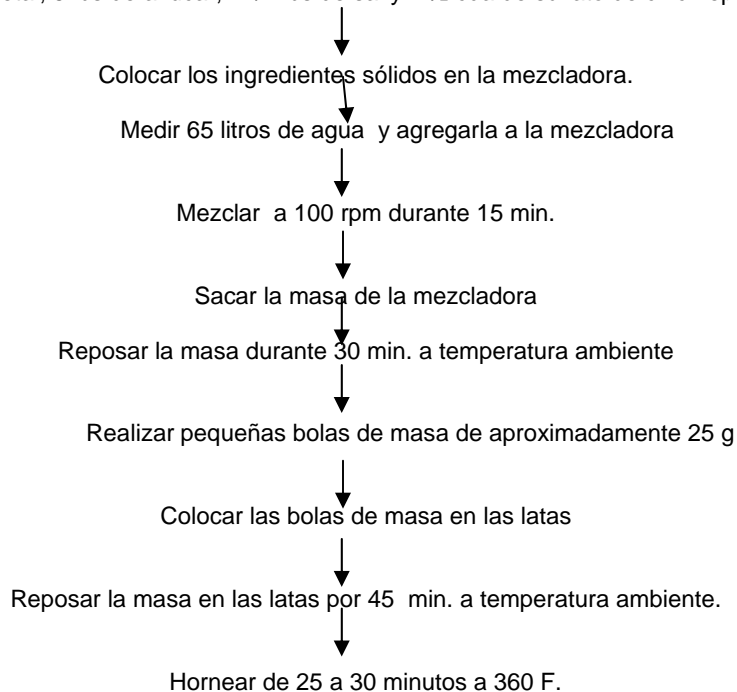
La fortificación del pan en el hospital Roosevelt se realiza de acuerdo a el siguiente diagrama de flujo.



Los panaderos realizan este proceso con mucha destreza por la practica que han adquirido, no requieren de un esquema formal porque tienen experiencia.

**DIAGRAMA DE FLUJO DE LA FORTIFICACIÓN  
DEL PAN TIPO DESABRIDO CON CINCO EN EL HOSPITAL ROOSEVELT.**

Pesar los ingredientes sólidos:: 150 lbs de harina de trigo, 3.3 lbs de levadura fresca, 27-30 lbs de manteca vegetal, 5 lbs de azúcar, 11/2 lbs de sal y 1 ½ cda de sulfato de cinc heptahidratado .



Los panaderos elaboran las bolas de masa para hacer el pan desabrido sin pesar cada una ya que cuentan con practica para calcular el peso aproximado de cada una.

**C. Aceptabilidad del pan fortificado con cinc en pacientes del hospital Roosevelt.**

**1. Evaluación de la aceptabilidad del pan blanco fortificado con cinc por medio de la observación directa**

En el cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos al evaluar el pan fortificado con cinc en 100 pacientes internos en el Hospital Roosevelt.

### Cuadro 1

**EVALUACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD DEL PAN BLANCO FORTIFICADO CON CINC EN EL HOSPITAL ROOSEVELT POR MEDIO DE OBSERVACION DIRECTA.  
Guatemala, Diciembre 2004**

OBSERVACIÓN	Si		No	
	No. pacientes	%	No. Pacientes	%
Consumo del 100 % del pan fortificado con cinc	85	85	15	15
Razones por las que no consumió el pan:	No. de pacientes		%	
No tiene hambre :	8		8	
No acostumbra a comer pan sándwich	5		5	
Es mucho pan	2		2	
Total	15		15	

Se puede observar que la mayoría de los pacientes que fueron entrevistados el 85% se comió el 100% del pan y los pacientes que dejaron el pan se debió a que no tenían hambre.

## **2. Evaluación de la aceptabilidad del pan blanco fortificado con cinc por medio de una escala hedónica.**

Los resultados de la prueba de aceptabilidad utilizando una escala hedónica realizada a 30 pacientes internos en el hospital Roosevelt se presentan a continuación en el cuadro 2 y en la gráfica 1.

Cuadro 2

**EVALUACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD DEL PAN BLANCO FORTIFICADO CON CINC EN EL HOSPITAL ROOSEVELT POR MEDIO DE UNA ESCALA HEDÓNICA.**

Guatemala, Diciembre 2004

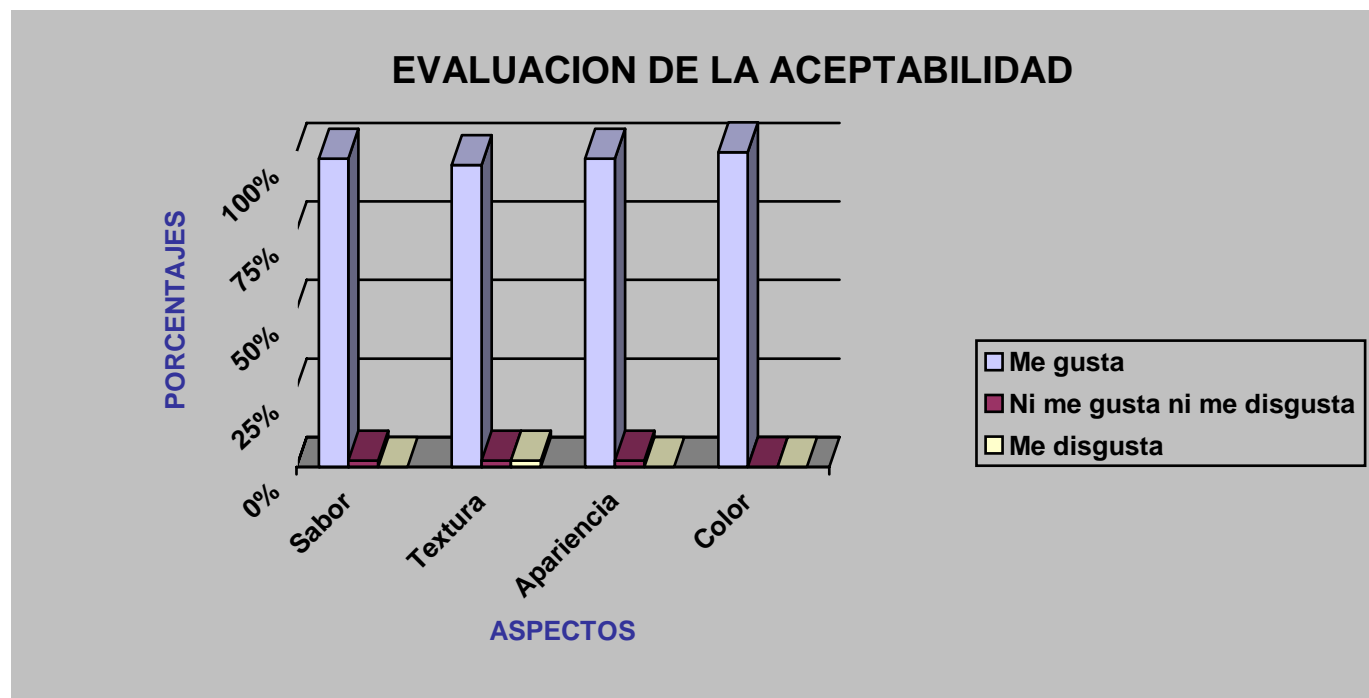
Escala	Sabor		Textura		Apariencia		Color	
	No.	%	No	%	No	%	No	%
Me gusta	29	98	28	96	29	98	30	100
Ni me gusta ni me disgusta	1	2	1	2	1	2	0	0
Me disgusta	0	0	1	2	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>100</b>

En el cuadro 2 se observa que los pacientes entrevistados aceptaron el sabor, textura, apariencia y color del pan fortificado con cinc.

GRAFICA 1

**EVALUACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD DEL PAN BLANCO FORTIFICADO CON CINC POR MEDIO DE UNA ESCALA HEDÓNICA.**

Guatemala, Diciembre 2004



#### D. Determinación de la cantidad de cinc presente en el pan fortificado con cinc y sin fortificar.

En el cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos de la espectrofotometría de absorción atómica realizadas a las muestras de pan tipo sandwich fortificado con cinc y sin fortificar.

**Cuadro 3**

#### CONTENIDOS DE CINCO EN LAS MUESTRAS DE PAN FORTIFICADO Y SIN FORTIFICAR.

Guatemala, marzo del 2005

Tipo de pan	mg de cinc por rodaja de pan * (teórico)	mg de cinc por rodaja de pan *(experimental)	mg de cinc en 100 g de masa de pan
Pan fortificado	2.400	2.400	8.57
Pan sin fortificar	0.264	0.264	0.94
Diferencia de cinc	<b>2.100</b>	<b>2.100</b>	<b>9.10</b>

\* 28 g /rodaja

Como se puede observar en el cuadro 3 se determinó la cantidad de cinc presente en el pan fortificado y sin fortificar, con esto se comprobó que el cinc no se pierde durante el horneado.

**Cuadro 4**

#### CONTENIDOS TEORICO DE CINCO EN LAS MUESTRAS DE PAN FORTIFICADO Y SIN FORTIFICAR.

Guatemala, marzo del 2005

Tipo de Harina	Mg de cinc en 100 g de masa para pan
Harina fortificada	10.5
Harina sin fortificar	1.3
Diferencia en el contenido de cinc	9.2

Como se observa en el cuadro 3 y 4, los cálculos teóricos de cinc agregado al momento de la fortificación fue de 9 mg de cinc elemental en 100 g de masa para pan fortificada, se conserva luego del proceso. La harina utilizada para la elaboración del pan ya contiene cinc pero al fortificarla a nivel de hospital, aumenta la cantidad de cinc presente.

#### **D. Costo de la fortificación del pan con cinc en el Hospital Roosevelt**

Diariamente en el Hospital Roosevelt se utilizan 150 lbs de harina para producir 3456 panes de rodaja y 448 panes “desabridos” esto se fortifica con 19.7 g de sulfato de cinc heptahidratado, un kilogramo de sulfato de cinc heptahidratado tiene un precio para clientes mayoristas como sería el Hospital Roosevelt de Q. 44 por kilo, por lo que la fortificación de la producción de pan en el Hospital Roosevelt es de 87centavos de quetzal por día.



## VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### A. Determinación de la cantidad de cinc como agente fortificante del pan blanco elaborado en la panadería del Hospital Roosevelt.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en la prueba piloto realizada, al probar distintas concentraciones de cinc en la elaboración de pan, se determinó utilizar la concentración de 9 mg de cinc elemental por 100 gramos de harina empleada., lo que equivale a 19.79 mg de sulfato de cinc heptahidratado en 100 gramos de harina, equivalente a 2.5 mg de cinc elemental en una rodaja de pan que pesa 28 gramos. Al consumir las dos rodajas de pan fortificado con cinc que le son servidas, cubre más del 50% de las recomendaciones dietéticas diarias, de cinc.

### B. Proceso de fortificación del pan fortificado con cinc.

Luego de que se estableció la concentración de cinc a utilizar, fue necesario establecer el proceso de fortificación y luego implementarlo, para esto fue de gran ayuda las indicaciones y recomendaciones de los panaderos. Aquí se determinó agregar el sulfato de cinc a los ingredientes secos y luego mezclarlos con el líquido. También fue necesario de estandarizar una medida que pudieran ellos emplear para agregar el compuesto de cinc sin tener que pesar cada vez . La medida establecida fue de 1 ½ cda por cada 150 libras de harina utilizadas Se determinó que la fortificación solo agrega un paso al proceso que normalmente realizan.

### C. Aceptabilidad del pan fortificado con cinc en pacientes del hospital Roosevelt.

Por medio de una escala hedónica se evaluó el sabor, apariencia, textura y color del pan blanco fortificado. Para esto se entrevistó a 30 pacientes internos en el hospital Roosevelt. Los resultados indican que el pan fortificado tiene una aceptabilidad de 96-100%. Información adicional obtenida de los pacientes, indican que, sobre todo el día lunes, el pan se encuentra húmedo, lo cual se debe a que el fin de semana no se hornea, y se utiliza el pan del día viernes, esto afecta la textura del pan y causa cierto rechazo, pero en este caso no tiene relación con la fortificación realizada.

#### **D. Determinación del contenido de cinc en el pan fortificado y sin fortificar.**

A pesar que se sabe que los minerales son estables al procesamiento, se determinó el contenido de cinc con el objeto de verificar lo ya conocido al respecto de la estabilidad, así como para verificar las cantidades de cinc y la forma de incorporación a la masa fue correcto. Los resultados obtenidos indican que el pan tiene el nivel de fortificación esperado.

El método de espectrofotometría de absorción atómica es confiable, rápido y relativamente económico; por lo que se podría utilizar para hacer el control de calidad del pan fortificado en el hospital Roosevelt.

#### **E. Costo de la fortificación del pan con cinc en el Hospital Roosevelt.**

La fortificación de pan realizada en el hospital Roosevelt, tiene un costo muy bajo, el costo es un factor importante para que este proceso se lleve a cabo, se puede decir que no hay ninguna limitación para que la fortificación se lleve a cabo, con lo que los pacientes reciben un beneficio.

## IX. CONCLUSIONES

1. La cantidad de cinc adecuado para la fortificación del pan blanco en el hospital Roosevelt es de 9 mg de cinc elemental por 100 g de harina utilizada.
2. La fortificación del pan con cinc en las condiciones descritas en el presente estudio aporta 2.5 mg de cinc por rodaja.
3. El proceso de elaboración del pan fortificado con cinc en el hospital Roosevelt no altera significativamente el diagrama de flujo que aplican los panaderos de dicha institución.
4. La aceptabilidad del pan fue de 96-100% en los pacientes hospitalizado y no manifestó ninguna alteración en el sabor, color, textura y apariencia del pan fortificado con cinc.
5. Con base en un consumo promedio de 2 rodajas de pan fortificado con cinc por día, un paciente puede cubrir hasta el 50 % de las recomendaciones dietéticas diarias de cinc.

## X. RECOMENDACIONES

1. Identificar otros alimentos que sirvan de vehículo para la fortificación con sulfato de cinc heptahidratado, y que exista una mayor variedad de alimentos fortificados con cinc en el Hospital Roosevelt.
2. Determinar la aceptabilidad del pan utilizando el acetato de cinc como agente fortificante ya que presenta un sabor más agradable, al ser menos metálico.
3. Realizar un estudio comparativo entre personas que consumen alimentos fortificados con cinc y otros que no los consuman, para establecer la diferencia en las concentraciones sanguíneas de este micronutriente
4. Realizar estudios para conocer la biodisponibilidad de los alimentos fortificados con cinc.
5. Implementar el proceso de fortificación del pan con cinc de forma inmediata en el Hospital Roosevelt.

## XI. BIBLIOGRAFÍA

1. Anzaldúa-Morales, Antonio. 1994. *La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la teoría y la Práctica*. España, Editorial Acribia. pp. 67-113.
2. Bennion, Edmund. 1967. *Fabricación de Pan*. España, Editorial Acribia. pp. 18-29, 41-55.
3. Bowman, Russell. 2001. *Conocimientos Actuales Sobre Nutrición*. 8a ed. USA, OPS/OMS (Publicación Científica y Técnica No. 592) (sp).
4. Charley, H. 1989. *Tecnología de Alimentos: Procesos Químicos y Físicos de la preparación de alimentos*. México, Editorial Limusa. pp. 207-208,215.
5. Fox, Brian. Camerón A. G. 1992. *Ciencia de los Alimentos Nutrición y Salud*. México, Editorial Limusa. 73 p.
6. INTECAP. (Instituto Técnico de Capacitación y Productividad, GT). 1993. *El germen de Trigo*. Guatemala, INTECAP (Boletín Técnico). 5 p.
7. \_\_\_\_\_. 1996. *Manual del Panadero*. Guatemala, INTECAP. 7 p.
8. Jellinek, G. 1985. *Sensory Evaluation of Food, Theory and Practice*. USA, Ellis Horwood Series in Food Science and Technology, Chichester 287 p.
9. Kent, C.C. 1971. *Tecnología de los Cereales*. España, Editorial Acribia. (sp).
10. Kolsteren, P. Rahaman, S.R, Hilderbrand, K. 1999. *Treatment for iron deficiency anaemia with cobined supplementation of iron, vitamin A and zinc in Woman of Bangladesh*, European Journal of Clinical Nutrition. US, 53: 102-106.
11. Kubena, K.S. Mc Murray, D.N. 1996. *Nutrition and Immune system: A review of nutrient-nutrient interactions*. *Journal of the American Dietetic Association*. (US), 96: 1156-1163.

12. Mahan L.k. & Escott-Stump S. 1996 *Krause Food: Nutrition and Diet Therapy*. 9 th. ed. US, W.B Saunders Co. 1194 p.
13. MC Nulty Eaton-Evan,J. Cran, G. et. al. 1996. *Nutrient intake and impact of fortified breakfast cereals in schoolchildren*. Archives of Disease in Chidhood. (US), 75: 474-78.
14. Mertz, W. 1997.*Food fortification in the United States*. Nutrition Reviews. (US), 55: 44-49.
15. Pamplona, Jorge. 2002. *Enciclopedia de los Alimentos y su Poder Curativo*. España, Editorial Safeliz. pp. 147-148
16. Penfield M, Campbell, A.M. 1990. *Experimental food Science*. 3th ed. USA, Academic Press. pp 52-73.
17. Piggott, J.R. 1984. *Sensory Analysis of foods*. England, Elsevier Applied Science Publishers 313 p.
18. Potter, Norman. 1973. *La Ciencia de los Alimentos*. México, Editorial Harla. pp 509-516.
19. Prasad, A.S. 1998. *Zinc and Immunity*. Molecular And Cellular Biochemistry. (US), 188: 63-69.
20. Pyler, E.J. 1988. *Cake Baking Technology. Baking Science Technology*, 3a. ed. USA, Soosland Publishing Company. pp. 979-989.
21. Salgueiro, M.J. Zubillaga, M. Lysionek,A. 2000. *Zinc as an essential micronutrient: a review*, USA, Nutrition Research. pp. 737-755.
22. Sandstead, H.H. 1991. *Zinc deficiency, a public health problem ?* American Journal of Disease Child. (US), 145: 853-860.

23. Skipper, A. 1998. *Dietitian Handbook of Enteral and Parenteral Nutrition*. 2nd ed. USA, Aspen Publisher, Inc. 595 p.
24. Solomons N.W. 1997 *Zinc and iron interaction: Concepts and perspectives in the developing world*. USA, Nutrition Research. pp. 177-185.
25. Torun, B. Menchú M.T. 1996. *Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP*. Guatemala, Publicación INCAP, 137 p.
26. UNICEF. (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, USA). 2001. *Situación de los Alimentos Fortificados*. Guatemala, UNICEF, CONAFOR, INCAP, OPS. pp. 5-9

## XII. Anexos

### Anexo 1

#### Prueba Preliminar

Instrucciones: Por favor evaluar el siguiente producto y darle una calificación según sea su gusto.

3 mg de cinc/ 100 gr. de harina.

Me gusta	3
Ni me gusta ni me disgusta	2
Me disgusta	1

	Puntuación
Sabor	
Textura	
Apariencia	
Color	

6 mg de cinc/ 100 gr. de harina.

Me gusta	3
Ni me gusta ni me disgusta	2
Me disgusta	1

	Puntuación
Sabor	
Textura	
Apariencia	
Color	



9 mg de cinc/ 100 gr. de harina.

Me gusta 3  
 Ni me gusta ni me disgusta 2  
 Me disgusta 1

	Puntuación
Sabor	
Textura	
Apariencia	
Color	

15 mg de cinc/ 100 gr. de harina.

Me gusta 3  
 Ni me gusta ni me disgusta 2  
 Me disgusta 1

	Puntuación
Sabor	
Textura	
Apariencia	
Color	

## **Anexo 2**

### **Receta utilizada para la elaboración de Pan en el Hospital Roosevelt**

#### **Ingredientes**

150 libras de Harina dura  
4 lbs de levadura fresca  
27 lbs de manteca  
6 lbs de azúcar  
1 ½ de Sal  
6 cubetas de agua

#### **Procedimiento**

Se mezclan todos los ingredientes en una mezcladora junto con el agua, durante 15 minutos aproximadamente; se saca de la mezcladora y se deja reposar la masa por 1 ½ hora hasta que haya actuado la levadura. Se llenan los moldes y se deja hornear aproximadamente 40 minutos.

### Anexo 3

#### Evaluación de la Aceptabilidad del pan fortificado.

Se comió el pan fortificado si \_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

Si se observa que el paciente no comió el pan fortificado, se investigará las razones por medio de las siguientes preguntas:

Por que razón no se comió el pan:

1. no tiene hambre \_\_\_\_\_

2. es mucho pan \_\_\_\_\_

3. no acostumbra comer pan \_\_\_\_\_

4. no le gustó \_\_\_\_\_ Que fue lo que no le gusto\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Otras Razones\_\_\_\_\_

### Anexo 4

#### Prueba Hedónica

Instrucciones: Pruebe esta rodaja de pan y dígame cuanto le gusta por medio de las siguientes expresiones.

Me gusta	3
Ni me gusta ni me disgusta	2
Me disgusta	1

	Puntuación
Sabor	
Textura	
Apariencia	
Color	

