

300627 6
22/



UNIVERSIDAD LA SALLE

**ESCUELA DE QUIMICA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.**

**"VALOR NUTRITIVO DE CEREALES Y
DE ALGUNOS DE SUS PRODUCTOS
PROCESADOS"**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A N :
MARCELA CALVA MARTINEZ
VIRGINIA VILCHIS LICON



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	pág
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVO	3
III. ANTECEDENTES	
1. Aspectos generales sobre:	
1.1 Trigo	4
1.2 Maíz	16
1.3 Arroz	25
1.4 Procesamiento de cereales	33
2. Aspectos generales sobre vitaminas hidrosolubles:	
2.1 Tiamina	45
2.2 Riboflavina	49
2.3 Vitamina C	54
2.4 Daños por procesamiento	59
3. Aspectos generales sobre minerales:	
3.1 Sodio	62
3.2 Potasio	63
3.3 Calcio	65
3.4 Hierro	67
3.5 Cinc	70
3.6 Daños por procesamiento	71
IV. DESARROLLO EXPERIMENTAL	
1. Materiales	73

2. Metodología	
2.1 Determinación de humedad	76
2.2 Determinación de grasa cruda	76
2.3 Determinación de proteína cruda	76
2.4 Determinación de vitaminas	78
2.5 Determinación de minerales	85
V. RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS	
1. Determinación de proteína y grasa	91
2. Determinación de tiamina y riboflavina	95
3. Determinación de minerales	109
VI. CONCLUSIONES	136
VII. BIBLIOGRAFIA	138

I. INTRODUCCION:

En nuestra dieta diaria se incluye un grupo muy importante de alimentos: los cereales. Contamos con una gran variedad de ellos: trigo, maíz, arroz, avena, cebada, etc., de los que al ser procesados se obtienen productos tales como: el tradicional bolillo, las insustituibles tortillas, el pan de "dulce", galletas, atoles, entre otros.

¿Por qué son tan populares? Los cereales son un alimento muy versátil, pueden comerse solos o combinados con otros alimentos, transformados mediante diversos procedimientos industriales como la molienda, la cocción y la fermentación.

La preponderancia de los cereales como plantas alimenticias radica en su capacidad de adaptación a una extensa variedad de suelos y condiciones climáticas, a su alta rentabilidad y a que se conservan durante largo tiempo sin perder sus propiedades nutricias (21).

Los carbohidratos de los cereales constituyen la fuente más importante de energía en la dieta y también la más barata. También contienen proteínas, lípidos, fibra, sales minerales y vitaminas, siendo ricos en las del complejo B. Estos dos últimos nutrimentos se distribuyen principalmente en las capas externas de la semilla por lo que gran parte de ellos se eliminan en la molienda (39).

Ya que algunas vitaminas, sobre todo la tiamina y la riboflavina son muy inestables bajo ciertas condiciones resultarán afectadas en diversos grados durante los procesos involucrados en la manufactura de los diferentes productos como por ejemplo: la cocción, la nixtamalización, etc. Por eso en algunos casos es práctica común el adicionar dichos nutrimentos para compensar las pérdidas ocurridas.

Existe información del contenido de proteínas, lípidos y carbohidratos en alimentos procesados de cereales pero se conoce poco acerca de su contenido de vitaminas y minerales. A nuestro país llegan informes del contenido de vitaminas y minerales en productos elaborados en otros países con otros ingredientes bajo diferentes condiciones, que nos pueden servir como una pequeña guía, sin embargo es importante conocer el daño o merma de nutrimentos que sufren nuestros alimentos durante su elaboración industrial, por lo que este trabajo se enfocó a proporcionar un mejor conocimiento del valor nutritivo de los alimentos procesados a base de tres cereales: trigo, maíz y arroz(que son los más consumidos en nuestro país, así como sus productos elaborados) o del daño causado por el procesamiento en su contenido de vitaminas y minerales, además de comprobar si a los productos llamados "enriquecidos" realmente se les adicionan las vitaminas y minerales que se mencionan en la propaganda y lo que justificaría su precio más elevado.

II. OBJETIVO:

Determinar el contenido de proteína, grasa, minerales y vitaminas hidrosolubles en tres cereales: trigo, arroz y maíz así como en algunos de sus productos procesados enriquecidos y no enriquecidos.

III. ANTECEDENTES:

1. Aspectos generales sobre:

1.1 Trigo

La familia de las gramíneas destaca sobre todas las otras plantas utilizadas como fuente de alimentos. A los granos comestibles obtenidos de especies de esta familia se les llama cereales. De los cereales, el trigo, el maíz y el arroz son los más importantes (39).

* Planta de trigo y especies.

Todos los trigos silvestres y cultivados pertenecen al género Triticum. Existen 14 especies comúnmente reconocidas de Triticum, - las cuales están divididas en tres subgrupos (diploides, tetraploides y hexaploides) basados en el número de cromosomas presentes en sus células reproductivas. Casi todo el trigo en el mundo es hexaploide conocido botánicamente como Triticum aestivum, su grano puede tener una textura dura o suave y su color puede ser café rojizo o blanco. Los duros utilizados en la elaboración de panes y los suaves para - galletas, panes de dulce, etc. Un tipo tetraploide de trigo duro (Triticum durum) es adecuado para pastas y es de color ámbar o café rojizo (33).

* Condiciones de cultivo.

El trigo se cultiva prácticamente en todo el mundo, desde las proximidades de las tierras árticas hasta cerca del Ecuador.

Suelo. El trigo crece mejor en los pesados de marga y arcillas, aunque produce un rendimiento satisfactorio en los ligeros. La planta necesita un fuerte aporte nitrogenado.

Clima. El trigo florece tanto en los climas subtropicales como en los templados y en los fríos. Una lluvia anual de 230 a 760 mm cayendo más en primavera que en verano, parece ser la más apropiada.

La temperatura media del verano debe ser de 13°C o más.

Trigo de primavera y trigo de invierno. La semilla se siembra al final del otoño (trigo de invierno) o en primavera (trigo de primavera).

Trigo de invierno. El grano germina en el otoño y crece despacio hasta la primavera, al crecer en climas de temperatura y pluviosidad más constantes, madura más despacio, produciendo mayores rendimientos y un producto de menor contenido de proteína, más apto para la elaboración de galletas y pasteles.

Trigo de primavera. Las condiciones climáticas de los países donde se cultiva este trigo - máxima pluviosidad en primavera y comienzo del verano y máxima temperatura a mitad y final del verano - favorecen la producción de granos de maduración rápida con endospermo de textura vítrea y elevado contenido proteico, muy adecuados para panadería.

Almacenamiento. El trigo no debe almacenarse si tiene una humedad superior al 14% pues puede correr el riesgo de sufrir daños por gorgojos, rompimiento del grano por hongos y excesiva respiración del grano. El trigo para moler no se debe secar por encima de 65°C porque una temperatura mayor causa alteración de las proteínas rebajando su calidad panadera. Se recomienda cambiarlo de lugar o airearlo durante el almacenamiento.

* Clasificación.

Trigos vítreos y harinosos. La textura del endospermo puede ser vítrea o harinosa, este carácter está influenciado por las condiciones ambientales además de que es hereditario. El T. durum es una especie de estructura vítrea, mas los utilizados en elaboración de pan y galletas la tienen harinosa. El carácter harinoso se favo-

rece cuando hay pluviosidad elevada y suelos ligeros y arenosos; el vítreo se puede inducir abonando con abonos nitrogenados y está relacionado con un elevado contenido de proteína. Los granos vítreos son translúcidos y aparecen brillantes, mientras los harinosos son opacos y aparecen oscuros.

Trigos duros y blandos. Los trigos duros proporcionan una harina de tamaño grande, arenosa y fácil de cernir, formada por partículas de forma regular que son en su mayoría células enteras del endospermo y partículas planas que se adhieren unas a otras y tienden a obturar las aberturas de los cedazos. La dureza afecta a la facilidad con que el endospermo se separa del salvado. En los trigos duros las células del endospermo se separan con mayor limpieza y permanecen más intactas, mientras que en los trigos blandos las células periféricas del endospermo tienden a fragmentarse, unas se separan y otras quedan unidas al salvado.

Trigos fuertes y flojos. La fuerza del trigo está relacionada con sus propiedades panaderas o sea la capacidad de una harina para producir pan en piezas de gran volumen con miga de buena textura. Los trigos que poseen estas características generalmente tienen un elevado contenido de proteína y se les llama trigos fuertes, mientras que aquéllos de los que sólo se pueden tener pequeñas piezas panaderas con miga de estructura abierta (con un bajo contenido de proteína) se les denomina trigos flojos y su harina es ideal para la fabricación de galletas, pasteles, etc., pero no para pan. La harina de los fuertes se puede mezclar con cierta proporción de la de los flojos. Los granos vítreos tienden a ser duros y fuertes, los harinosos blandos y débiles pero la asociación no es invariable (38).

* Estructura.

El grano de trigo es una carióspside desnuda, consiste de una cubierta (pericarpio) y la semilla, la que está cubierta por una envoltura, además comprende el germen y el endospermo. Estas partes se distribuyen de la siguiente manera: pericarpio (5-8%), capa de aleurona (6-7%), endospermo (81-83%), germen (1-1.5%) y escutelo (1-2%); dichas estructuras pueden observarse en la figura no. 1.

Pericarpio. Alrededor del grano está el pericarpio, dividido en epidermis , epicarpio y endocarpio; es una pared de células rectangulares, delgadas y largas; sus capas externas frecuentemente se desprenden durante la limpieza, acondicionamiento o molienda.

Testa y capa hialina. La testa o cubierta de la semilla es una capa fina, sencilla o doble con estructura celular. La capa interior de la testa está pigmentada y da al grano su color característico. La capa hialina es incolora y no posee estructura celular. La capa impermeable es la testa.

Aleurona. Es una capa sencilla formada por células cúbicas de paredes gruesas, cuyo contenido está libre de almidón pero es rico en proteína y grasa, morfológicamente es la parte más externa del endospermo. Durante la molienda, las capas externas se remueven junto con la aleurona para dar la fracción llamada salvado.

Endospermo. Consiste de células empacadas en gránulos de almidón incrustados en una matriz proteica; las células cercanas a la aleurona son pequeñas y cúbicas y las del centro largas y poligonales. La parte externa tiene un contenido de proteína aproximadamente del 50% y la central del 8%.

Germen. Constituido por dos partes, el eje embriónico que se desarrolla hasta dar lugar a la planta y que está formado por la

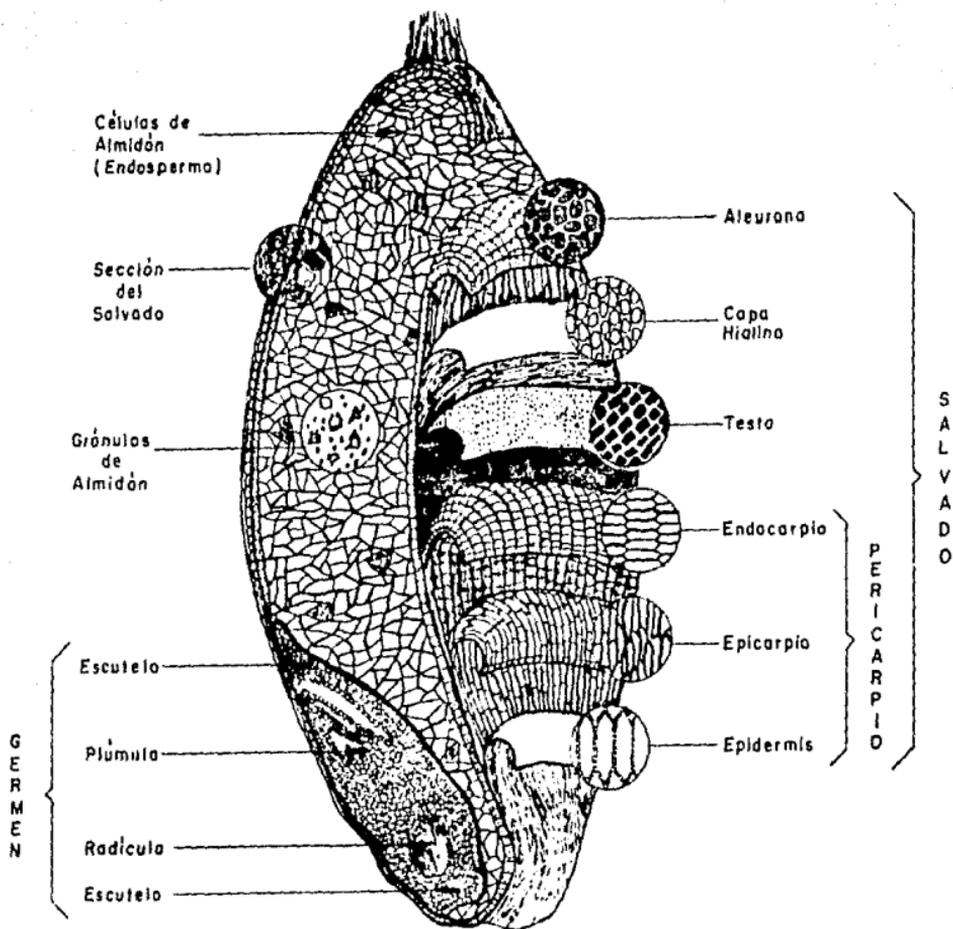


FIGURA No. 1
 ESTRUCTURA DEL GRANO DE TRIGO

Plúmula y la radícula; y el escutelo, órgano en forma de escudo situado entre el eje y el endospermo y que tiene como función movilizar - las reservas alimenticias almacenadas en el endospermo y enviarlas al embrión cuando el grano germina. El eje y el escutelo son ricos en - proteína y grasa (21,33,37,38).

En las semillas maduras el embrión (o germen) se encuentra en estado de vida latente durante el cual sus células no se dividen y apenas si efectúan la respiración y la nutrición, es decir la semilla seca se caracteriza por tener una velocidad de metabolismo muy pequeña debido al bajo nivel de hidratación de la semilla, pero tan pronto como ésta encuentra las condiciones propicias (agua, aire y temperatura adecuada) para germinar, dichas células comienzan una vida muy activa: la respiración se incrementa enormemente y comienzan a producirse una serie de cambios químicos de naturaleza compleja que son los siguientes: 1) rompimiento de materiales de reserva de la semilla como son carbohidratos, lípidos, proteínas (cuando la semilla se hidrata entra en acción una hormona, la giberelina que es secretada por las células del embrión y por cuya acción empieza a secretarse α amilasa que actúa hidrolizando el almidón del endospermo y convirtiéndolo a glucosa; también a partir de las reservas de aleurona se forman aminoácidos como por ejemplo: triptofano, a partir - del cual se forma ácido indol acético cuya acción hace que se alarguen las células y que el embrión crezca), 2) transporte del material de una parte de la semilla a otra, especialmente del endospermo al embrión o de los cotiledones a las partes en crecimiento y 3) finalmente la síntesis de nuevos materiales a partir de los elementos formados durante el rompimiento de las reservas. También las células embrionarias empiezan a sintetizar citocininas, las cuales producen una rápida división celular. Dentro de los materiales que se sinte-

tizan se encuentran las proteínas (10, 16, 18, 24, 40, 45, 55).

* Composición química.

En el siguiente cuadro se da la composición aproximada de los diferentes tipos de granos de trigo (cuadro no. 1).

CUADRO NO. 1

COMPOSICION APROXIMADA DE LOS GRANOS DE TRIGO

	humedad (%)	proteína (%)	grasa (%)	carb. totales (%)	fibra (%)	ceniza (%)
trigo rojo duro primavera	13.0	14.0	2.2	69.1	2.3	1.7
trigo rojo duro invierno	12.5	12.3	1.8	71.7	2.3	1.7
trigo suave invierno	14.0	10.2	2.0	72.1	2.3	1.7

Almidón. Es el más importante carbohidrato en todos los cereales, constituyendo aproximadamente el 60% del grano de trigo, cerca de un 23% de este almidón es amilosa; el almidón se encuentra en gránulos que a veces se rompen durante la molienda y que juegan un papel importante en la panificación.

Celulosa. Principal constituyente de las paredes celulares de los granos de cereales y forman en conjunto lo que se llama fibra, la que se distribuye en su mayoría en el salvado.

Azúcares. Entre los presentes en el trigo se encuentran: glucosa, fructosa, sacarosa y maltosa.

Proteínas. Estas se localizan en el endospermo en un 72%, en el salvado 20% y en el germen 8%. Dentro de las proteínas, las albúminas son las responsables de parte de las diferencias que se observan en la fabricación del pan entre distintas harinas. La gliadina y

y la glutelina forman con el agua y las sales la sustancia llamada gluten cuando se amasa la harina con agua. El gluten es elástico y se hincha, propiedades de gran valor en la preparación del pan y otros productos. En cuanto a su composición de aminoácidos, es notable el elevado contenido en ácido glutámico (probablemente en forma de glutamina en las proteínas intactas) y prolina y el bajo contenido de lisina.

Grasa. El grano de trigo está compuesto de diferentes lípidos tales como: triglicéridos, fosfo y glicolípidos, ácidos grasos, esteroides, mono y diglicéridos, los que se distribuyen en un 50% en el endospermo, 30% en el salvado y 20% en el germen.

Vitaminas. El trigo tiene un relativo alto contenido de tiamina y niacina comparado con otros cereales, bajo contenido de riboflavina y desprovisto de vitamina A, los tocoferoles abundan en el germen. En el cuadro no. 2, se da el contenido de vitaminas en el trigo duro y suave (19,38,50).

CUADRO NO. 2

CONTENIDO VITAMINICO DE LOS GRANOS DE TRIGO DURO Y SUAVE
(mg/100g)

Vitamina	Trigo duro	Trigo suave
Tiamina	0.40	0.29
Riboflavina	0.12	0.11
Niacina	7.00	5.00
Piridoxina	0.50	0.50
Acido fólico	100	100
Acido pantoténico	1.00	1.50

La tiamina se distribuye un 3% en el endospermo, 33% en el salvado y 64% en el germen; la riboflavina, 32% en el endospermo, 42% en el salvado y 26% en el germen; la niacina, 12% en el endospermo, 86% en el salvado y 2% en el germen.

El trigo contiene los tocoferoles $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ siendo su contenido total de 3.4 mg/100g.

Minerales. Un 95% de la materia mineral está formada por fosfatos y sulfatos de potasio, magnesio y calcio. El fosfato potásico es probable que se encuentre presente en forma de PO_4H_2K y PO_4HK_2 . Parte del fósforo se encuentra como ácido fítico. A continuación se da, en el cuadro no. 3, el contenido de minerales presentes en el trigo (21,35,38,50,64).

CUADRO NO. 3

CONSTITUYENTES MINERALES EN LOS GRANOS DE TRIGO (mg/100g)

Mayores:

K	453
P	380
S	196
Mg	157
Cl	76
Ca	51
Na	24
Si	12

Menores:

Fe	5
Zn	5
Mn	4
Cu	0.07

* Molienda.

Los granos maduros son la materia prima de la molienda que separa a éstos en fracciones de diferentes tejidos; la composición de estas fracciones depende de: la variedad, condiciones agronómicas de cultivo, tratamiento del grano después del cultivo, secado,

almacenamiento y transporte, así como de las operaciones de molienda.

Consta de las siguientes etapas:

Limpieza. El trigo pasa primero por unos separadores magnéticos que atraen fierros y piezas de acero; un aspirador saca las impurezas ligeras (pajas, insectos, polvo), el aire las elimina - mientras que la corriente de trigo pasa a través de una reja a un - separador de discos que atrapa a los granos individuales pero regresan a los muy largos o pequeños, luego los limpiadores lanzan violentamente a los granos a un tambor que los pule y rompe las barbas; - después los granos se sumergen en un baño de agua y se secan por centrifugación.

Acondicionamiento. Su objetivo es mejorar el estado físico del grano para la molienda (hace más correoso y menos quebradizo el salvado, aumenta la separabilidad del endospermo, mejora la disgregación del endospermo para que la harina sea más fácil de cernir). Lleva consigo la adición de humedad a los trigos demasiado secos o su disminución cuando están demasiado húmedos y frecuentemente el calentamiento o enfriamiento del grano durante períodos definidos - para que la humedad se reparta uniformemente. El contenido de humedad para la molienda dependerá del tipo de grano de que se trate. Existen varios métodos; mezclado de trigos (se mezclan trigos húmedos con secos), acondicionamiento frío (se le agrega agua fría y se deja en movimiento hasta que la absorba y después reposo por tres días, para que la humedad se difunda), acondicionamiento templado (trigo humedecido se acondiciona en 1-1.5 hr a temperatura de 46°C)

Obtención de harina. Los objetivos que se persiguen en la obtención de harina blanca son: 1) separar el endospermo lo más completamente posible del salvado y germen, de forma que la harina que-

de libre de escamas de salvado y de buen color con lo que se mejora la palatabilidad y digestibilidad del producto, así como su tiempo de almacenamiento, 2) reducir a harina fina la máxima cantidad posible de endospermo.

Los modernos sistemas de molienda con rodillos constan de dos partes. Los primeros pares de rodillos, llamados "quebradores" son - corrugados y quiebran al trigo desprendiéndose el salvado; a los rodillos sigue un cernidor y un purificador. Los cernidores son una serie de mallas con movimientos rotatorios, aquí el grano roto se cierne a través de mallas sucesivas de mayor finura; el material grueso del cernidor se vuelve a pasar por el siguiente rodillo de la quebradora; algo del material fino de cada cernidor se envía por un purificador donde por medio de corrientes de aire y mallas se separa el salvado y se clasifican las partículas de endospermo. Durante el proceso de quebrado se produce algo de harina. Cinco rodillos con superficies corrugadas cada vez más finas reducen al trigo hasta harina granular o "mediana". En la segunda parte, la harina mediana se muele todavía más en "rodillos de reducción" (lisos) que producen la harina final; también este sistema consta de varias fases y cada rodillo se ajusta para producir un aumento en la finura de la molienda, también se pasa el material por cernidores similares a los ya descritos.

Normalmente las corrientes del molino se combinan para obtener productos tales como: salvado, cubierta exterior de los granos (12% de fibra); "molienda media" que son partículas finas de salvado, cortos, germen y harina (9.5% de fibra); mezcla de trigo molido y salvado de buena calidad (9.5% de fibra); cortos, formados por - partículas de salvado, germen, harina y desperdicios del final del - molino (7% de fibra) y residuos, una combinación de desperdicios, algo de salvado, germen y harina (4% de fibra). Los subproductos

de la molienda (28% del trigo procesado) se venden como alimento para ganado; el germen de alta pureza puede utilizarse para el consumo humano.

Al mezclar todas las corrientes de harina de un molino en un sólo producto se obtiene la "harina directa" (72% del grano de trigo). En la figura no. 2, se muestran los rendimientos de los diversos grados de harina que se obtienen de la molienda del trigo.

FIGURA NO. 2

RENDIMIENTOS DE DIVERSOS TIPOS DE HARINAS QUE
RESULTAN DE LA MOLIENDA DE 100 Lb DE TRIGO

100 libras de trigo			
72% de trigo = 100% Directa, todas las corrientes		28% de trigo = subproductos	
40%	55%	Secundariamente Limpia	14% Salvado 14% Cortos
Harina de patente extra corta o preferente	Preferentemente limpia		
60%	25%		
Harina de patente corta o de primera	70%		
Harina de patente corta	80%		
Harina de patente media	90%		
Harina de patente larga	95%	16% Salvado 12% Cortos	
Harina directa	100%		

Los diferentes grados de harina encuentran usos en muy distintas aplicaciones. Las harinas de grado superior, generalmente se emplean en la fabricación de pan mientras que las de grado inferior son empleadas para elaborar pasteles y galletas. La harina de segunda es la materia prima de la cual se obtiene el gluten de trigo y - almidón (5,21,33,38).

Una harina integral es aquella con un coeficiente de extracción superior al 80-85% y una harina blanca aquella que tiene un límite de extracción entre 75-80%.

La harina integral se prepara por adición total (o parcial) de los productos secundarios a la harina blanca. Las partículas mayores del salvado generalmente se trituran antes de mezclarse con la harina y los subproductos finos (5,38).

1.2 Maíz.

Conocido botánicamente como Zea mays, planta verde que utiliza la energía solar, CO₂ y agua conteniendo minerales para producir una de las semillas más versátiles.

* Condiciones de cultivo.

Es un producto originario de América donde se cultiva ampliamente y de donde se extendió a África, India, Australia y a las partes más templadas de Europa.

Suelo. El suelo fino y suficientemente firme para un buen contacto semilla-suelo y así asegurar una rápida transferencia de humedad al grano y una rápida germinación.

Clima. Se cultiva en regiones que poseen un período libre de heladas no inferior a 90 días; requiere de temperatura moderada a templada, siendo las óptimas de 29.4-32.2°C. La pluviosidad necesaria para su cultivo varía entre 250 y 5000 mm anuales, existiendo tipos que pueden vegetar bien entre estos límites.

Almacenamiento. Puede guardarse para mayor facilidad desgranado o bien como elotes, siempre y cuando su humedad no exceda de 14%, si es superior a este valor puede ser atacado por hongos, bacterias e insectos, no debe secarse por arriba de 45°C. Se debe almacenar aireándolo.

* Clasificación.

Las principales clases de maíz son: dentado y duro, palomero, blando o harinoso, dulce y ceroso.

El maíz duro tiene granos muy duros como su nombre lo indica, esta característica se debe a que las capas de almidón y protefina (justamente debajo de la cáscara) son bastante gruesas. La mayoría de los granos de este tipo maduran pronto; se cultiva principalmente en Argentina y Africa.

Los granos de maíz dentado son duros pero no tanto como los de maíz duro; al madurarse los granos presentan una concavidad pronunciada debido al encogimiento del endospermo a medida que se pierden de humedad.

El maíz dulce difiere del duro y del dentado en que es mayor la cantidad de carbohidratos que está presente como polímeros de la glucosa de bajo peso molecular (dextrinas) más que como gránulos de almidón. En consecuencia estos granos retienen su textura blanda y succulenta y su sabor dulce por un período más largo durante su desarrollo. Los granos de maíz dulce, al madurar y secarse son tan duros como los duros y dentados aunque tienen una superficie arrugada.

El harinoso se cultiva en Sudamérica, América Central y México principalmente. Los granos son grandes y blandos y el endospermo se desmenuza con facilidad. Estas características permiten que el grano se muele fácilmente formando harina, lo que es ventajoso en los métodos de preparación domésticos.

El maíz ceroso no contiene cera pero debe su textura a las grandes cantidades de la fracción de amilopectina del almidón que están presentes.

El maíz palomero tiene la propiedad de que cuando se tuesta, revienta, tiene un mínimo de endospermo harinoso (21).

* Estructura.

El grano de maíz es una carióspside desnuda, compuesto de un pericarpio muy delgado que encierra a una sola semilla. El pericarpio es la pared del ovario maduro y comprende todas las capas externas de la célula hasta el recubrimiento de la semilla. A lo largo de su superficie interior se adhiere a la capa de la semilla; ésta última a su vez encierra el germen y al endospermo. Los granos maduros están compuestos de 4 partes; pericarpio (salvado, 5% del grano), germen (12%), endospermo (82%) y punta (1%). En la figura no. 3 se presentan las diferentes partes del grano de maíz.

Punta. El fragmento más pequeño remanente del tejido que conecta al grano con la mazorca; tiene células estrelladas adaptadas para una rápida absorción de humedad; sirve como mecanismo de sellado durante la maduración del grano.

Pericarpio. Compuesto de una capa externa de células que forman un tejido denso, después una capa de células tubulares que es continua con las células de la punta, luego la cubierta o testa.

Germen. Formado por el escutelo y el eje embrionario con sus 2 partes, plúmula y radícula.

Endospermo. Compuesto de regiones harinosas y de regiones duras, las harinosas son gránulos de almidón y una matriz proteica que durante el secado forma huecos, la matriz del endospermo duro es más gruesa y no se rompe durante el secado; junto se localiza la capa de aleurona donde se concentra aproximadamente 28% de proteína.

Los granos de maíz pueden ser blancos, amarillos o rojizos (34,38).

* Composición química.

En el cuadro no. 4 se da la composición aproximada de los granos de maíz (9,38,57).

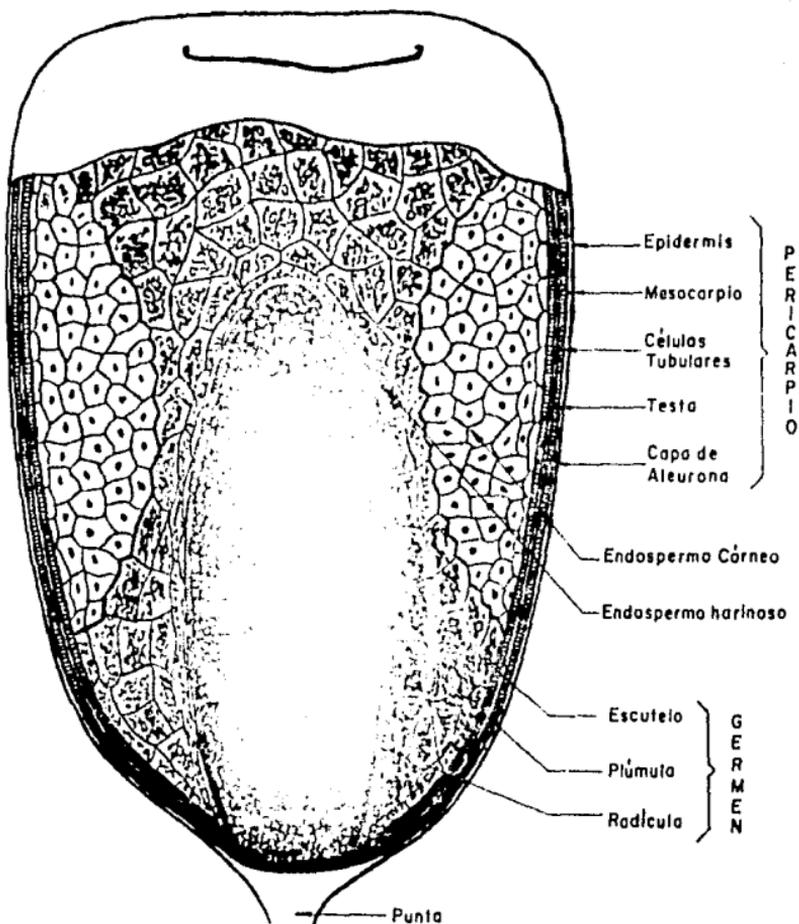


FIGURA No 3
ESTRUCTURA DEL GRANO DE MAIZ

CUADRO NO. 4

COMPOSICION APROXIMADA DE LOS GRANOS DE MAIZ

	humedad (%)	proteína (%)	grasa (%)	carb. totales (%)	fibra (%)	ceniza (%)
Maíz amarillo	10.6	9.4	4.3	74.4	1.8	1.3
Maíz blanco	11.5	8.3	3.9	73.4	1.7	1.2

Almidón, Gránulos compuestos de amilosa y amilopectina, representando la amilosa un 70-75%; su distribución es 98% en el endospermo y 2% en el germen.

Carbohidratos menores. Azúcares totales aproximadamente de 1 a 3%, siendo la sacarosa el principal pero también se encuentran glucosa, fructosa y rafinosa. También el grano contiene fibra cruda, correspondiendo un 41-46% de hemicelulosa en el pericarpio.

Proteínas. Estas se distribuyen de la siguiente manera: 75% en el endospermo, 23% en el germen y 2% en el salvado. La zeína (prolamina) es la fracción mayor. Y con respecto a su calidad, es deficiente en lisina y triptofano.

Grasa. Cerca del 84% de los lípidos del maíz están en el germen que comercialmente es la fuente de aceite, el 15% de encuentra en el endospermo y el 1% restante en el salvado; principalmente son triglicéridos de ácidos grasos; linoleico 59%, oleico 27%, palmítico 12%, esteárico 2%, linolénico 0.9% y araquidónico 0.2%, también contiene vitamina A y D, así como vitamina E (0.3-0.7 mg/g), xantofilas de 10 a 30 ppm.

Vitaminas. Todas las vitaminas hidrosolubles están presentes en el maíz, con excepción del ácido fólico y la cianocobalamina. La niacina sólo es disponible después del tratamiento alcalino de su com

plejo (nixtamalización). A continuación se presenta en el cuadro no. 5 el contenido de vitaminas en el maíz.

CUADRO NO. 5

CONTENIDO VITAMINICO DEL GRANO DE MAIZ

Vitamina	(mg/100g)
Tiamina	0.45
Riboflavina	0.09
Niacina	2.30
Acido pantoténico	0.46
Piridoxina	0.69
Biotina	0.01

El mayor contenido de tiamina y riboflavina se encuentra en el germen mientras que la niacina tiene una distribución más uniforme en el grano como puede observarse en el cuadro no. 6 (34,36).

CUADRO NO. 6

DISTRIBUCION DE LA NIACINA EN EL MAIZ

Parte del grano	% de niacina
Pericarpio, testa	2
Capa de aleurona	63
Endospermo	20
Germen (embrión)	2
Escutelo	13

Minerales. El germen tiene aproximadamente 80% de los minerales. Esencialmente todo el fitato en el maíz se encuentra en el germen, ordinariamente contiene 0.90% de fitato. En seguida se presenta en el cuadro no. 7, la composición aproximada de minerales en el grano de maíz (34,38,65).

CUADRO NO. 7

CONSTITUYENTES MINERALES DEL GRANO DE MAIZ
(mg/100g)

Mayores:		Menores:	
K	339	Fe	3.6
P	322	Zn	-
S	152	Mn	0.7
Mg	121	Cu	0.5
Cl	45		
Ca	29		
Na	36		
Si	-		

* Molienda.

Dependiendo de los productos que se quieran obtener, puede realizarse una molienda en húmedo o una molienda en seco.

Molienda de maíz en seco. Está basada en dos procesos básicos: métodos en los cuales se separa el germen y métodos en los que no se separa el germen:

a) El método de no desgerminación muele el maíz entero, convirtiéndolo en una harina de maíz rica en aceite que se utiliza en productos horneados; se utilizan molinos de rodillos, cernidores y aspiradores para procesar esta harina.

b) El proceso de desgerminación separa los elementos básicos: pericarpio, germen y endospermo antes de la molienda. Los productos resultantes son: maíz quebrado, hojuelas, harina, aceite y forraje los que se utilizan en la fabricación de cereales para desayuno, productos germinados, bocadillos, bebidas fermentadas (cerveza). Para la obtención de harina de maíz desgerminada existen dos métodos: las desgerminación con templado y un proceso en seco.

Método de desgerminación con templado. Se adiciona humedad en cantidades controladas al maíz antes de molerlo. Consta de varias etapas: a) Limpieza, en donde por medio de separadores de disco y aspiradoras se eliminan metales, polvo, insectos y granos fuera de las especificaciones de tamaño; también se incluye una limpieza en húmedo para que el almidón quede libre de suciedad y esporas de microorganismos, b) Templado, al maíz se le agrega agua fría o caliente o vapor, con lo cual se endurece el germen y el pericarpio, facilitando su separación del endospermo. Normalmente un templado de 3 hrs con la adición del 3 a 8% de humedad eleva ésta entre 18-27%, c) Desgerminación, se realiza en un cono rotativo que está provisto de protuberancias que desprenden el pericarpio y germen y rompen el endospermo en trozos. d) Secado, el producto desgerminado se seca hasta que tenga 15% de humedad en tubos rotatorios calentados por vapor a una temperatura de 60-70°C, enfriándolo luego a 32-38°C por aspiración con aire frío, e) Molienda, el producto desgerminado seco y frío está listo para reducir gradualmente su tamaño por medio de molinos de rodillos corrugados. Cada etapa implica el uso de un aspirador, un molino de rodillos y un cernidor; la humedad se controla para mantener el germen y pericarpio duro y flexible, lo que permite que el germen se mueva en placas a medida que el material pasa entre los rodillos, los fragmentos de germen, pericarpio y endospermo se separan por cernidores. Los productos finales se clasifican como gruesos, de tamaño regular, sémola gruesa, sémola fina, sémola en polvo, harina gruesa y harina fina, todos graduados por tamaño de partículas.

Molienda del maíz en húmedo. De ellas se obtiene: almidón, aceite, gluten, tortas de germen y productos de hidrólisis del almidón (glucosa y jarabe).

Este tipo se diferencia de la molienda seca en que consta de una maceración en la que tienen lugar transformaciones físicas y químicas en el almidón, proteína y sustancias de las paredes celulares del endospermo que dan lugar a una casi completa disociación del contenido de las células del endospermo con la consiguiente separación de los gránulos de almidón del enrejado proteico, mientras que durante la molienda seca, el endospermo se fragmenta sin que se separe el almidón de la proteína.

La molienda húmeda consta de las siguientes fases: a) Limpieza, por aspiración con vacío se eliminan materiales indeseables, - b) Maceración, el maíz con una humedad del 16% es ideal para macerar para lo cual se sumerge en ácido sulfuroso durante 28 a 48 hrs a 52°C, así se desintegra la proteína que retiene al almidón; el agua de maceración se concentra y se vende como alimento para ganado o como - fuente de nutrimentos en procesos bioquímicos, c) Separación del germen, la maceración reblandece el grano hasta un punto deseable (45% de humedad) y se lleva a cabo la separación del germen mediante una molienda gruesa que rompe el grano liberando a éste sin dañarlo; dicha molienda produce una pulpa que contiene germen, cáscara, almidón y gluten, que se hace pasar a través de un separador en donde se recupera el germen, el cual después se seca por vapor y está listo para la obtención de aceite, d) Molienda, el endospermo coriáceo y las cáscaras se muelen en molinos de impacto, la pasta molida resultante tiene almidón, gluten y cáscara y se hace pasar por tamices en donde las cáscaras se eliminan; éstas se envían al procesamiento de forraje donde lo mismo que el agua de maceración, la harina de germen y el gluten se mezclan y secan, e) Separación del gluten del almidón, la pasta de almidón que contiene del 5-8% de gluten se centrifuga a

una alta velocidad, primero se separa el gluten de buena calidad y se concentra en otra centrífuga; luego se filtra y se seca en secadores rotatorios; el almidón de la la. centrifugación todavía contiene un 2% de proteínas (gluten) y se centrifuga aún más, se lava a contracorriente y se seca en un horno, f) Productos de conversión del almidón, los jarabes se producen por hidrólisis parcial y la dextrosa - por hidrólisis completa ácida y/o enzimática (21).

1.3 Arroz.

El arroz Oryza sativa, ha sido uno de los granos de uso más común desde tiempos remotos. Es el alimento básico del mayor número de personas y de casi la mitad de la población mundial que lo consume como artículo principal de su dieta.

* Condiciones de cultivo.

Las diversas variedades de arroz reflejan la gran diversidad en las condiciones de cultivo; aunque casi siempre se piensa en él - como una cosecha tropical de las tierras bajas, se cultiva hasta en altitudes de 8000 o más pies.

Suelo. Aunque típicamente es un cereal propio de marismas y terrenos pantanosos, puede cultivarse tanto en terreno seco como -- bajo de agua, arcillosos o arenosos.

Clima. Los mejores rendimientos se obtienen en los climas sub tropicales de temperatura templada. El arroz no tiene que cultivarse en agua, pero ya que es una planta que tolera esta sustancia, la inundación de los campos arroceros es el método más eficiente para controlar las yerbas y los insectos. Los campos se inundan con agua hasta una profundidad de 10 cm y se mantienen así hasta 100 días hasta antes de la cosecha y después se drenan los campos para que las máquinas se puedan desplazar. Sus temperaturas óptimas son de 20-30°C

y la precipitación de 300-400 mm.

Almacenamiento. El arroz cosechado tiene aproximadamente un 20% de humedad y no puede almacenarse a este nivel de humedad, es necesario eliminar agua del grano hasta que su humedad sea del 12-13% o menos; esta operación se lleva a cabo en secadores que hacen pasar aire caliente a través de una columna de arroz en movimiento; el secado no puede ser demasiado rápido porque la temperatura excesiva o la eliminación rápida de agua daría por resultado el agrietamiento del grano. El arroz, con un contenido de humedad del 20% casi siempre requiere de 3 procesos de secado para reducir su humedad a un nivel en el que pueda almacenarse con seguridad (21,31,38,41).

* Variedades.

Existen muchas variedades (cerca de 7000) cada una de las cuales se adapta a una región especial. Las variedades de arroz pertenecen a los grupos:

Indica, en regiones tropicales de India, Vietnam, Filipinas, parte de E.U.A. y México.

Japónica, en regiones subtropicales de Japón, Corea, zona del Mediterráneo, Oeste de E.U.A. y parte de Sudamérica.

Javánica, en Birmania e Indonesia.

Las variedades de arroz se clasifican en base a la longitud del albumen (endospermo) en: largo (6-7 mm), medio (5-5.99) y corto (menor a 5 mm) (21,38).

* Estructura.

El grano de arroz consiste de una porción comestible (carióp sis) y de la cascarilla (del 18 al 28% del peso del grano), es decir se trata de una carióspside vestida. El fruto del arroz es una sola semilla unida a la pared del pericarpio (1 a 2% en base al -

arroz moreno, al que se le ha eliminado la cascarilla); además la semilla consta de aleurona + testa (4-6%), germen (2-3%) y endospermo (89-94%); dichas partes se pueden observar en la figura no. 4.

Pericarpio y tegmen. La cariópsis está envuelta por un pericarpio fibroso compuesto por 6 capas de proteína, hemicelulosa y celulosa. El tegmen son dos capas de células próximas al pericarpio y contiene lípidos.

Capa de aleurona. Que recubre al germen y endospermo, compuesta por proteínas, lípidos, minerales y vitaminas del complejo B.

Germen. Muy pequeño, localizado en la parte ventral de la cariópsis, contiene las hojas embriónicas (plúmula) y la radícula; el eje embriónico está unido en la parte interna por el escutelo, - formado por gránulos de proteína y glóbulos de grasa.

Endospermo. Formado por células delgadas con gránulos de almidón y algunos cuerpos proteicos (21,31,41).

* Composición química.

En el cuadro no. 8 se da la composición química de los granos de arroz moreno y pulido.

CUADRO NO. 8

COMPOSICION PROMEDIO DE ARROZ MORENO Y PULIDO

componente	moreno	pulido
humedad (%)	12.0	12.0
proteína (%)	7.5	6.7
grasa (%)	1.9	0.4
carbohidratos (%)	77.4	80.4
fibra (%)	0.9	0.3
ceniza (%)	1.2	0.5

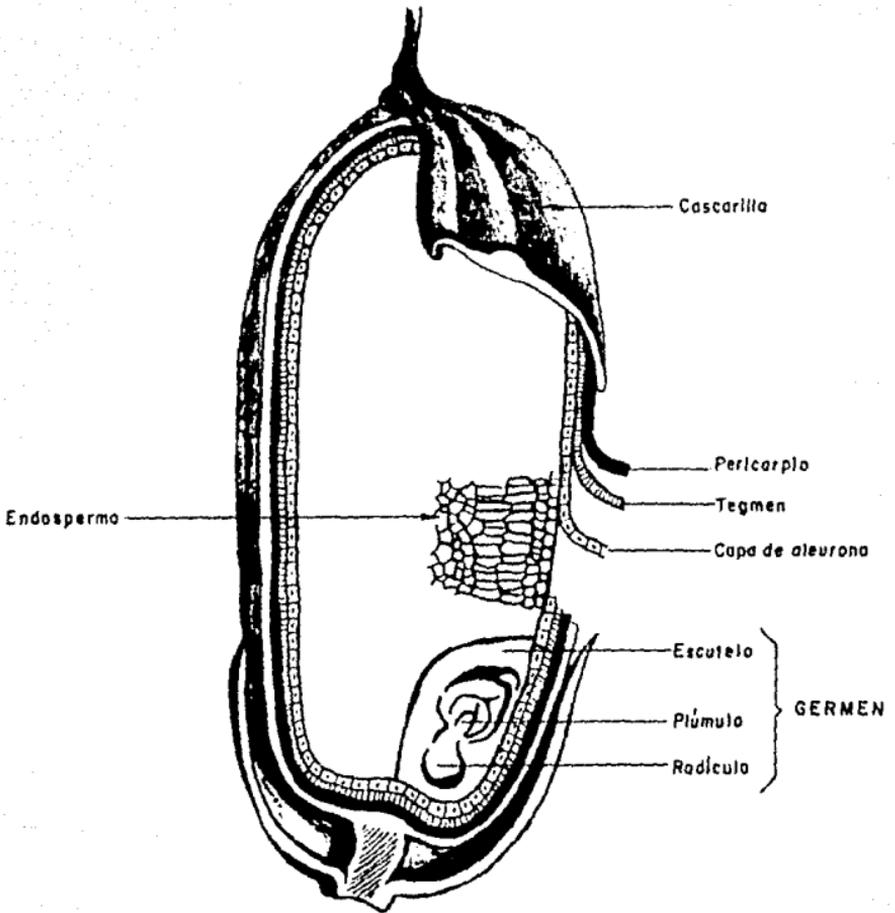


FIGURA No. 4
ESTRUCTURA DEL GRANO DE ARROZ

Almidón. Presente esencialmente en el endospermo del arroz moreno, es el mayor constituyente del arroz pulido.

Hemicelulosa. Salvado, pulimento y germen la contienen en mayor proporción que el arroz pulido; 43% de pentosanos en el salvado, 8% en el germen, 7% en pulimento y 42% en arroz pulido.

Celulosa. En arroz moreno es de 62% en salvado, 4% en germen, 7% en pulimento y 27% en arroz pulido.

Proteínas. Segundo constituyente más abundante en el arroz moreno, su distribución es: salvado 14%, germen 6%, pulimento 3% y arroz pulido 83%, lo cual varía dependiendo del grado de molienda y contenido de proteína. Dentro de su composición de aminoácidos, la lisina es el primer aminoácido limitante seguido de la treonina.

Lípidos. Aproximadamente 80% de éstos se localiza en el salvado y pulimento y un tercio de esta fracción en el germen; entre éstos se encuentran esteroides, alcoholes de alto peso molecular, hidrocarburos (escualeno), ácidos grasos como oleico, linoleico y palmítico.

Vitaminas. Presentes en niveles más altos en el moreno que en el pulido. La mayor proporción de estas vitaminas está localizada en la capa de aleurona (salvado y pulimento) y en el germen. El arroz contiene poca o nada de vitamina A, ácido ascórbico y vitamina D. Por cálculo: 65% de la tiamina del arroz integral está en el salvado, 13% en el pulimento y el resto en el arroz pulido. Para riboflavina 39% en el salvado, 8% en el pulimento y 53% en el arroz pulido. Para niacina, 54% en el salvado, 13% en el pulimento y 33% en el arroz pulido. Se reportó que el 34.5% de tiamina se localiza en el pericarpio, tegmen y aleurona, 47% en el escutelo, 10.8% en el eje embrionario y 8% en el endospermo; 82% de niacina en el arroz moreno

está en el pericarpio, tegmen y aleurona, 15% en el endospermo, 2% en el escutelo y 1% en el germen. Para riboflavina más del 80% es escutelo y aleurona. El contenido de vitaminas en las diferentes fracciones de la molienda del arroz se da en el cuadro no. 9 (31).

CUADRO NO. 9

CONTENIDO DE VITAMINAS EN ARROZ MORENO Y SUS FRACCIONES
(mg/100g)

vitamina	arroz moreno	arroz pulido	salvado	germen	pulimento
Vit. A	0.013	trazas	0.42	0.13	0.095
Tiamina	0.24-0.45	0.04-0.126	1.8-2.4	6.5	1.6-3.0
Riboflavina	0.035-0.086	0.011-0.037	0.2-0.34	0.5	0.14-0.34
Niacina	4.8-6,2	1.0-2.2	2.36-2.41	3.3	2.28-3.34
Piridoxina	0.94-1.12	0.037-0.62	2.5	1.6	2.0
Ac. pantoténico	1.46-1.86	0.63-0.77	2.77	0.3	3.33
Birotina	0.011-0.013	0.0034-0.006	0.06	0.058	0.057
Cianocobalamina	5×10^{-5}	1.6×10^{-5}	5×10^{-4}	1×10^{-3}	3×10^{-4}
Vit. E	1.31	trazas	14.92	8.73	6.29

Minerales. Las cenizas en el arroz moreno se encuentran en un 5% en el salvado, 10% en el germen, 11% en el pulimento y 28% en el arroz pulido. El Fe, P y K muestran una distribución similar a la de las cenizas. El Mg y el K están presentes en gran cantidad en el moreno y en el pulido, mientras que el Ca, Na y Fe también están presentes pero en menor cantidad. En el arroz pulido, el fitato se encuentra en un 40%. La composición mineral de las diferentes fracciones del grano de arroz se presenta en el cuadro no. 10 (31,41,49,64).

CUADRO NO. 10

CONSTITUYENTES MINERALES DEL ARROZ MORENO Y
SUS FRACCIONES (mg/100g)

Constituyente	arroz moreno	arroz pulido	salvado	germen	pulimento
Al	n.d.	0.073-0.723	5.35-36.9	n.d	n.d.
Ca	13.5-21.3	7.3-18.5	60-84.2	275	91.0
Cl	20.3-27.5	16.3-23.9	51.0-97.0	152	n.d.
Fe	2.6-4.6	0.18-1.36	19.0	13.0	28.0
Mg	37.9-117	23.9-37.4	977-1230	602-1527	568-759
Mn	1.3-4.2	0.99-1.36	40.6-87.7	12-14	6.5
P	252-383	111-185	1480	2100	2440
K	124-247	57.7-117	1770-2270	385-661	950-1110
Na	3.1-6.9	2.1-5.1	23-29	24-74	6.5-21
Zn	1.5-2.2	1.2-2.1	8.0	10-30	5-8

* Molienda.

El grano de arroz con hollejo y seco se conoce como arroz con cáscara o bruto. El primer paso en la molienda es eliminar el hollejo y preservar la mayoría de los granos enteros. El arroz bruto se vacía en tambores desde donde se lleva a través de una serie de máquinas en las cuales se corta, se cierne y revuelve con aire para eliminar piedras, suciedad y paja. El arroz bruto limpio pasa a una máquina de rodillos "descascaradora" donde fluye entre las superficies ahuladas de los rodillos que giran en direcciones opuestas a diferente velocidad. De las máquinas descascaradoras, el arroz se transporta a un "separador" donde se apartan los granos con hollejo de los que ya están limpios. El arroz descascarado es esta etapa se conoce como moreno, su color varía entre café y verde. En la siguiente etapa, el arroz moreno pasa a otras máquinas - que por fricción eliminan las capas exteriores de la cáscara y el germen de los granos de arroz. El salvado suelto y pequeños trozos de grano pasan a través de la malla de la máquina y se separan por

aspiración y cernido.

El salvado es un producto pulverizado de color café y sabor ligeramente dulce, se vende como alimento para ganado y es rico en lípidos, minerales y vitaminas del complejo B.

El grano de arroz molido tiene un tinte color crema y se conoce como arroz subprocesado, el cual pasa a los cepillos que eliminan la mayor parte del pulimento, éste es un polvo de sabor dulce, que tiene una proporción alta de carbohidratos y menos grasa y fibra que el salvado; también se vende como alimento para ganado. El arroz que sale de esta operación se conoce como arroz pulido, el cual está formado por el endospermo blanco y harinoso junto con fragmentos de aleurona. Varias máquinas llamadas clasificadoras, se paran los diferentes tamaños de granos. Los granos enteros y de tres cuartos se reúnen en una fracción conocida como "arroz de cabeza"; los de tamaño de un tercio a tres cuartos se clasifican como de "segunda" y los de un tercio a un cuarto de longitud se conocen como "residuos" y los fragmentos más pequeños como tamizado o cervecero. Los rendimientos de productos que se obtienen a partir del arroz bruto en el proceso de molienda son (21,38):

Cáscara	17.0-21.0
Salvado	8.0-14.0
Pulimento	1.8-4.0
Arroz de primera	37.0-65.0
Arroz de segunda	2.6-11.7
Residuos	3.1-11.0
Arroz cervecero	2.0-4.9
Pérdida y desperdicio	1.2-3.0

1.4 Procesamiento de cereales.

Pan. La proteína de la harina de trigo es única, ya que cuando la harina es mezclada con agua en ciertas proporciones, forma una masa elástica coloidal, la que puede contener gas que formara una estructura esponjosa al ser horneada. Esta característica además del trigo, sólo la presenta el centeno pero en menor grado.

Existen tres etapas en la elaboración de pan: amasado, fermentación de la masa y cocido de ésta en el horno. Los principales ingredientes son: harina de trigo, agua, levadura y sal; a veces se añaden otros tales como grasa, alimento para levadura, leche y gluten, etc. La harina debe proceder en gran proporción de trigos fuertes (38).

Pan blanco de caja. El agua, la levadura y alimento para levadura se mezclan en un tanque, luego son bombeados a un mezclador donde se mezclan con parte de la harina (del 50-75% del total) para formar una masa que tiene una temperatura de 25°C; esta masa se vacía en pailas engrasadas que se mantienen entre 3.5 y 5 hrs en un cuarto de fermentación a 27°C con humedad de 75-80%; posteriormente las pailas salen del cuarto, se elevan y descargan su contenido en otro mezclador donde el resto de la harina, agua y demás ingredientes se mezclan; después esta masa cae a una paila donde se fermenta de 20 a 30 min; pasa a un divisor donde se divide en pedazos de tamaño apropiado y es depositada en una banda que la lleva a un redondeador donde la masa se redondea para minimizar la difusión del gas después de que el divisor le dejó una superficie toscamente recortada; con estos dos últimos pasos la masa ha perdido CO₂ y su extensibilidad debido al abuso mecánico, para restaurar estas propiedades se les da un período de descanso de 8 a 12 min en unidades cerradas colocadas por arriba de las máquinas; luego se moldea en un

moldeador: cuando la masa sale del descanso es un esferoide plano, pasa primero por unos rodillos que la reducen a una lámina de 0.63 cm de grosor, luego se dobla y se extiende en longitud debido a la compresión entre una plancha y un tambor; las hogazas de pan se mandan a una caja de prueba donde se lleva a cabo la fermentación final por cerca de 1 hr a 35-40°C; después se hornea en hornos de túnel que pueden tener 4 secciones a diferentes temperaturas: 175, 200, 221 y 240°C para dar buenas características al pan que se hornea entre 18 y 21 min; posteriormente se enfría y se corta en rebanadas para luego empaquetarlo.

El pan blanco de caja es un producto que comúnmente está enriquecido con vitaminas y minerales como: tiamina, riboflavina, niacina y hierro. La adición de estos nutrimentos puede hacerse por vía seca como premezcla en la harina o vía tableta o paquete prepesado añadido a la masa. Es importante considerar que la riboflavina se disuelve lentamente y hay que evitar la aparición de puntos amarillos en el pan con el uso de partículas finas; la tiamina puede añadirse ya sea como clorhidrato o mononitrato, éste es preferido para mezclas secas porque es menos higroscópico. La niacina y la niacinamida tienen esencialmente el mismo peso molecular y biopotencia por lo que puede utilizarse cualquiera. El hierro se permite como sulfato ferroso.

ESTANDARES DE ENRIQUECIMIENTO (mg/100g)

tiamina	0.39
riboflavina	0.24
niacina	3.30
hierro	2.75

El pan negro de caja (o de centeno) se elabora de la misma forma que el pan blanco, sólo que como parte de sus ingredientes

se encuentra harina de centeno, que como ya se mencionó también tiene aunque en mucho menor grado la capacidad de formar una masa elástica cuando se combina con agua. Este producto generalmente no está adicionado de vitaminas y minerales (9,14,43,50).

Pan integral de caja.

Este producto está elaborado a partir de harina integral - aunque también se le adiciona harina blanca, sal, levadura, agua, la cual debe estar a tal temperatura que la masa una vez confeccionada esté a 26°C, la mezcla debe homogenizarse completamente y amasarse bien hasta que se endurezca, tiene que fermentar 1 hr y después de media hora se divide, se moldea y se cuece en un horno a 232°C (entre 35 y 50 min), el pan integral tiene que cocerse completamente por ello hay que dejarlo más tiempo que el pan blanco ya que de no hacerlo así, el centro quedaría crudo. La harina integral compuesta por la totalidad del grano de trigo contiene enzimas activas, por esto al lado de la levadura hay agentes poderosos que producen transformaciones en la masa durante la fermentación, también el salvado interfiere en la continuidad de las capas de gluten y por consiguiente la maduración es más rápida, si se deja reposar la masa más tiempo se obtienen piezas mayores con estructura fina y uniforme pero no resistiría el corte y no tendría buen sabor.

Este producto también se enriquece con los mismos nutrimentos y de la misma manera que el pan blanco (14,38,59).

Bolillo.

Los ingredientes que toman parte en su elaboración son harina de trigo, agua, sal y levadura, los que se mezclan empleando agua a una temperatura tal que la masa quede a unos 27°C; la levadura se dispersa en una parte del agua y la sal se disuelve en otra; ambas porciones se mezclan con otra formada por la harina y el resto del

agua dejando que comience la fermentación, se deja 1-2 hrs a temperatura ambiente, después se amasa y se corta en pedazos y se le da forma, se dejan 30 min y se llevan a un horno donde se cuecen a una temperatura de 230-250°C durante 45 min con la ayuda de vapor.

Panes de dulce.

Los ingredientes empleados son: harina de trigo, manteca vegetal, azúcar, leche, huevo, levadura (para conchas y cuernos) y agentes leudantes (para el panqué). Para el adorno de la concha se utiliza azúcar, huevo y manteca. Se elaboran de la misma forma que el bolillo, sólo que se cuecen en el horno durante 30 min con calor seco.

Galletas.

En la elaboración de galletas intervienen varios materiales: 1) de unión o fuertes: harina blanca o integral, agua, sólidos de leche, claras de huevo o huevos enteros, 2) suavizantes: azúcar, -grasa, leudantes (bicarbonato de sodio y un ácido que reaccionan para dar CO₂, dependiendo de la velocidad con la que se necesite - que ocurra esta reacción, se selecciona tartrato de potasio o fosfatos), yemas de huevo.

La harina que se debe utilizar proviene de trigos flojos de bajo contenido proteico, se requiere de una harina que produzca una masa dotada de mayor extensibilidad pero menos elasticidad que la destinada a la producción de pan porque los trozos de masa conservan su tamaño y forma inalterables una vez que han sido troquelados.

La manufactura comercial de galletas está altamente mecanizada. La grasa y el azúcar se acreman juntos en una mezcladora, luego se agregan los huevos y otros líquidos y finalmente se adicionan la harina y los otros materiales secos, se mezclan formando una masa que pasa a la máquina formadora que le da diversas formas (según

lo que se desee) ya en piezas individuales; después una banda las lleva en forma continua a un horno, se utiliza una banda de metal para las masas suaves que se escurren en el horneado, las masas más duras se hornean en mallas de alambre, las que permiten tiempos de horneado menores porque promueven la evaporación de la superficie interna de la galleta. Los hornos tienen varias zonas de calentamiento (150-250°C) dependiendo del tipo de galleta se hornean entre 15-25 min (50,59,61).

Pasta comercial.

Se elabora a partir de semolina que se produce del endospermo del trigo durum (Triticum durum) y cuya granulación es fina para evitar problemas en el mezclado con agua y formar una masa uniforme para la extrusión. Las pastas que provienen de semolina de buena calidad se caracterizan por tener un color amarillo claro brillante, si presentan color gris oscuro o marrón se deberá a la presencia de partículas de salvado. Hay muchos tipos de pasta que difieren principalmente en el tamaño y forma pero también en la calidad de la mezcla que puede ser solo semolina y agua o enriquecida con harina de soya, huevo o con vitaminas (tiamina, riboflavina y niacina) y minerales (hierro), los que se añaden como premezcla seca a la harina.

ESTANDARES DE ENRIQUECIMIENTO (mg/100g)

tiamina	0.87-1.10
riboflavina	0.37-0.48
niacina	5.95-7.49
hierro	2.86-3.63

En la fabricación de las pastas existen las siguientes etapas: mezclado, se agrega agua a la semolina para que el contenido de humedad en la pasta sea del 31%; se aplica vacío a la masa formada para remover burbujas de aire ocluidas y luego pasa al gusano de ex-

trusión donde se amasa para formar una masa homogénea y además pasa por un dado donde por medio de presión aplicada adquiere la forma deseada (macarrón, spaghetti), al producto ya extruído se le aplica una corriente de aire caliente y se corta a una determinada longitud (aire a 65°C durante una hora y la humedad disminuye de 31 a 25%); entonces el producto entra al secador final, casi siempre es continuo con varias cámaras donde puede variarse la humedad relativa y la temperatura se mantiene constante a 54°C, por último el producto se enfría a la temperatura ambiente cortándose a la longitud adecuada para el empaque (33,49).

A continuación se presenta en el cuadro no. 11, la composición química de algunos productos de trigo (25,59,65).

Tortillas.

El maíz entero se coloca en tanques y se le adiciona cal y agua, luego se calienta a 94°C por media hora (para que al frotarlo con los dedos se desprenda el pericarpio); se deja reposar de 8 a 14 hrs, de esta manera se obtienen granos de textura suave (denominado nixtamal) y se decanta el sobrenadante (nejayote); el maíz cocido (nixtamal) se lava tres veces con agua fría y después se muele para obtener la masa; ésta se deposita en una tolva y luego pasa por los rodillos de metal que la laminan y después por un rodillo cortador que le da forma, posteriormente se cuecen a 180°C de 1 a 3 min (1,8,23,25).

Harina nixtamalizada (Minsa)

El maíz entero limpio (libre de olotes) se coloca en cocedores de flujo continuo, donde se lleva a cabo la maceración agregando agua en presencia de cal, se cuece y se deja en reposo (todos estos procesos comprenden un período de tiempo de 2 a 5 hrs); des-

CUADRO NO. 11

COMPOSICION QUIMICA DE PRODUCTOS DE TRIGO

	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	PIBRA	CENIZA	CARBO- HIDRATOS	TIAMINA mg/100g	RIBOFLA- VINA mg/100g	HIERRO mg/100g	CALCIO mg/100g
Pan de caja integral	34.10	8.1	0.6	1.20	2.0	54.0	0.31	0.18	0.70	41
Pan de caja blanco enriquecido	31.40	8.9	2.6	0.3	1.8	55.0	0.47	0.25	3.3	100
Bolillo	28.70	8.4	0.3	0.3	1.3	61.1	0.26	0.04	3.5	39
Pan de dulce	16.40	9.1	11.6	0.2	1.8	60.8	0.26	0.09	1.3	34
Galletas	7.5	7.5	10.7	0.5	2.8	71.0	0.20	0.04	2.0	22
Pastas	10.0	10.3	0.4	0.5	0.5	78.3	0.12	0.08	2.1	26
Harina de 75% de Extracción	12.0	11.8	1.2	0.4	0.5	74.5	0.12	0.07	1.4	20
Harina de 85% de Extracción	12.0	13.3	2.0	2.3	1.7	71.0	0.34	0.10	3.3	33

pués se lava y se peletiza el nixtamal en prensa extrusora (para disminuir el tiempo de secado); se seca y se desintegra en molinos de impacto; se cierne y se obtiene la harina en fracciones más finas (1,8,23,25).

Maizena y atoles en polvo.

Son productos elaborados con fécula de maíz, la que se obtiene como ya se mencionó, a partir de la molienda húmeda del maíz que separa los gránulos de almidón de los enrejados proteicos en que se encontraban englobados en el endospermo. Al atole de sabor, además se le agrega sal, sabores y colores artificiales.

Atole enriquecido.

Producto elaborado con harina de maíz, harina integral de soya, sabores y colores artificiales, además enriquecido con vitaminas.

Corn Flakes.

El maíz (grano entero, sémola o harina) se mezcla con colores, sabores y azúcar y se cocina con vapor a presión (1-2 hrs); la mezcla resultante tiene una humedad de 30-50% dependiendo de los materiales; se deja al ambiente donde se enfría y pierde humedad, luego es secado y temperado con lo que se reduce la humedad a 18%; después el grano cocinado es hojuelado en rodillos largos enfriados que aplanan y extienden las piezas para dar hojuelas de 2-4 mm; el tostado sigue al hojuelado y da lugar al sabor característico, textura quebradiza y superficie ampollada en las hojuelas, se hace en hornos tostadores con aire caliente a 150-250°C (de 1-4 min)

Este producto normalmente está enriquecido, las vitaminas (que se adicionan para minimizar pérdidas y reducción de sabores) y el mineral hierro (sulfato ferroso, forma más estable en este ca

so) se agregan como spray en emulsiones al cereal después del tos tado. Finalmente se enfría el cereal y se empaca. El calor protege a los taninos y no reaccionan con el hierro añadido, evitándose cam bios de coloración (15,28,29,56,60).

Fritos con sal.

Sémola de maíz desgerminado con una humedad entre 13-14.5% se introduce a un humedecedor donde adquiere humedad hasta un 20-30%, luego pasa a un extrusor que parcialmente la cocina y forma las tiras listas para freírse que son llevadas por bandas transportadores a una freidora continua (ocurre una pequeña expansión en el extrusor), la expansión final y secado ocurren durante el freído, el - cual elimina humedad dejando al producto seco, crujiente y duro; du rante el freído el producto absorbe de 20-25% de grasa y su humedad final es menor a 2%; cuando el producto aún está caliente y la superficie mojada aún con aceite se agregan polvos de sabores en seco y sal como spray en la superficie y luego pasan al empaquetado. El extrusor para fritos, calienta rápido el alimento a temperaturas - cercanas a 175°C (28).

A continuación se presenta el cuadro no. 12, donde se men ciona el valor nutritivo de algunos productos de maíz (25,59,65).

Harina de arroz.

No es un producto de la molienda convencional del arroz, se prepara por un interés especial; no compite con la de trigo pues no tiene gluten y por lo tanto no sirve para panadería, se utiliza en alimentos infantiles o para cereales para desayuno. Se obtiene de - granos rotos de arroz crudo común o de arroz hervido. Cuando se pre para a partir de este último, la harina resultante esencialmente es una harina precocida (31,41).

CUADRO NO. 12

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE PRODUCTOS DE MAÍZ

	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	FIBRA	CENIZA	CARBO- HIDRATOS	TIAMINA mg/100g	RIBOFLA- VINA mg/100g	HIERRO mg/100g	CALCIO mg/100g
Harina nixtama- lizada	10.3	8.2	5.8	3.2	1.8	70.9	0.37	0.10	2.6	140
Harina sin nixtamalizar	10.5	9.7	4.0	1.3	1.0	74.8	0.25	0.12	3.4	13
Tortillas	47.5	4.6	1.8	0.8	0.8	45.3	0.15	0.05	2.6	196
Corn Flakes	2.0	7.5	0.5	0.4	2.0	88.0	0.60	1.07	1.8	20

Arroz sancochado.

El arroz con cascarilla se somete a un prelavado por flotamiento en agua, luego se escurre, se remoja en agua a 60-70°C, se le aplica alta presión para disolver las vitaminas solubles en agua (complejo B) y otros constituyentes del grano que se encuentren en las capas externas y el germen para que pasen al endospermo; después se somete a la acción del vapor a 100°C; posteriormente se seca hasta una humedad final del 12-13% y por último se muele en máquina -descascaradora con discos de piedra.

Ventajas del sancochado: 1) el arroz cuando se calienta a temperaturas en que el almidón gelatiniza, se esteriliza y no puede germinar, 2) con las temperaturas alcanzadas, hongos e insectos se destruyen, 3) el ser compacto y duro incrementa su almacenamiento -haciéndolo más resistente a la perforación por insectos y menos capaz de absorber humedad, 4) la solubilización de vitaminas y minerales que migran hacia el interior del endospermo enriquece su valor nutritivo (lo que se explica porque dichos elementos con el agua y el calor migran y se mezclan dentro del endospermo, entonces la mayoría de ellos se salvan en la molienda la que se dificulta porque las capas externas se adhieren al endospermo y lo penetran , además de que los lípidos que se han salido del germen, provocan que los pulidores se resbalen (31,41).

Rice Krispis.

Para su elaboración se utiliza arroz moreno (y en ocasiones arroz molido) de grano corto, crudo, que se precalienta a 270-335°C antes del inflado; luego se colocan en un inflador que es un revólver caliente donde la humedad interna es sobrecalentada a temperaturas de 250-400°C y presiones de 6-15 atm; después se baja rápido la

CUADRO NO. 13

COMPOSICION QUIMICA DE PRODUCTOS DE ARROZ

	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	FIBRA	CENIZA	CARBO- HIDRATOS	TIAMINA mg/100g	RIBOFLA VINA mg/100g	HIERRO mg/100g	CALCIO mg/100g
Arroz sancochado	12.3	6.9	0.8	0.3	0.8	79.2	0.22	0.04	1.2	29
Harina de arroz	12.0	7.2	0.6	0.6	0.5	79.7	0.08	0.03	1.3	9
Rice Krispis	3.7	6.0	0.4	0.6	0.4	88.9	0.60	1.07	1.8	20

presión, los pelets se expanden cuando la humedad interna se vaporiza creando un producto de baja densidad teniendo de 3 a 6 veces su volumen original; finalmente se seca hasta tener un máximo de 3% de humedad.

Este producto se enriquece soplando una premezcla vitamínica y sulfato ferroso sobre la superficie del cereal después del inflado y secado (28,29,41).

ESTANDARES DE ENRIQUECIMIENTO (mg/100g)

tiamina	0.24-1.1
riboflavina	0.15-0.52
niacina	2.20-7.40
hierro	1.76-5.72

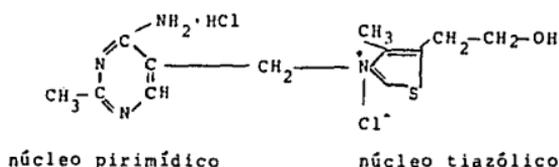
En el cuadro no. 13 se indica la composición química de algunos productos de arroz (39,59,65).

2. Aspectos generales sobre vitaminas hidrosolubles:

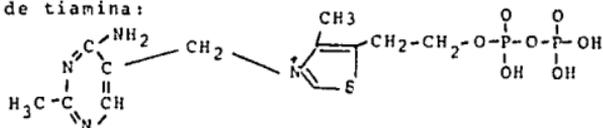
2.1 Tiamina.

* Características.

Es un material blanco cristalino con olor a nuez y a levadura. Es soluble en agua y en alcohol hasta un 70%. Su estabilidad es considerable en soluciones ácidas pero baja en condiciones neutras o alcalinas, en medio ácido inclusive puede calentarse a altas temperaturas sin que pierda su actividad, en cambio en soluciones neutras o alcalinas se destruye por ebullición aún por cortos períodos. Se aísla generalmente como vitamina libre cuya estructura es:



En tejidos animales y en la levadura se encuentra como pirofosfato de tiamina:



En la tiamina tratada en medio alcalino con oxidantes ligeros (ferricianuro de potasio) se forma un nuevo anillo, convirtiéndose en tiocromo, sustancia con fluorescencia azul cuya determinación sirve para su análisis (26).

* Metabolismo.

La tiamina se absorbe en el intestino delgado y experimenta fosforilación en la mucosa intestinal. Se encuentra en las células como monofosfato o pirofosfato. No es almacenada en el organismo, si bien en algunos tejidos como los del corazón, hígado y riñones se encuentra en concentraciones altas.

Es esencial en el metabolismo de los carbohidratos. El pirofosfato de tiamina participa como coenzima en los siguientes sistemas: 1) α cetoácido descarboxilasa, 2) α cetoácido oxidasa, 3) transcetolasa y 4) fosfocetolasa. En todas estas reacciones su lugar de acción es el C-2 del anillo tiazólico, sitio donde se unen los C=O de los cetoácidos atacados. La tiamina como tal es inactiva, debe recibir primero del ATP un grupo PPi para convertirse en pirofosfato o cocarboxilasa, que actúa como coenzima de diversos sistemas (ciclo de las pentosas). Los sitios metabólicos donde la tiamina en su forma de coenzima demuestra su mayor actividad es en los procesos descarboxilantes u oxidativos de ciertos cetoácidos como el pirúvico y el α cetoglutárico (ciclo de Krebs) (17).

* Funciones.

Es indispensable para el mantenimiento de la integridad anatómica y funcional del sistema nervioso periférico y del sistema nervio

so central.

En el metabolismo de carbohidratos permite la transformación del ácido pirúvico y libra al organismo de la acumulación de este producto, capaz de fijarse en el sistema nervioso y dar origen a polineuritis.

Tiene acción favorable sobre el apetito y la digestión por el mejor tránsito intestinal y por el aumento de la secreción de jugos gástricos.

Es un factor de crecimiento por la acción favorable sobre el metabolismo de carbohidratos y tal vez de los lípidos. Se cree tiene relación con funciones de la tiroides, suprarrenales e hipófisis (13,46)

* Deficiencia.

En el sistema gastrointestinal su deficiencia causa anorexia, indigestión, constipación severa y deficiencia en la secreción del ácido clorhídrico. Como las células de los músculos suaves y de las glándulas secretoras no son capaces de recibir energía suficiente de la glucosa, no pueden realizar su trabajo apropiado en la digestión para proporcionar más glucosa.

El sistema nervioso es extremadamente dependiente de la energía que proporciona la glucosa para su trabajo; como no hay tiamina se obstaculiza la actividad neuronal, disminuyen los reflejos y como resultado hay apatía y fatiga. Si la deficiencia continúa se produce degeneración de las envolturas de las fibras nerviosas y ocurre irritación nerviosa, si continúa puede haber hasta parálisis.

En el sistema cardiovascular, el músculo cardíaco se debilita pudiendo originar una falla cardíaca. El músculo blando del sistema vascular se afecta originando vasodilatación periférica, pudiéndose observar un edema en extremo. Cuando hay deficiencia grande se -

produce beriberi, el cual puede ser de tres tipos: a) beriberi húmedo: se presenta vasodilatación arterial y venosa, edema, lo que puede producir insuficiencia cardíaca y muerte, b) beriberi seco: ocurre polineuritis, disminución de reflejos, dificultad en mover los pies, ardor y adormecimiento, c) beriberi infantil: se presenta en niños de madres con deficiencia de esta vitamina durante el embarazo, se enfrían sus extremidades, pulso débil, dilatación del corazón, llorido ronco.

* Fuentes.

Son buenas fuentes las que contienen más de 1 mg/100 g, por ejemplo: germen de trigo, cascarilla del arroz, levadura, harina de soya. Fuentes con 0.1 a 1 mg/100 g: hígado, pasitas, todo tipo de frijoles, espárragos, maíz, lentejas, coliflor, avena, cacahuete, aguacate. Fuentes secundarias: carne de res, pollo, pescado, puerco, huevo, leche y mariscos (13,46).

* Requerimientos.

Están en estrecha relación con el metabolismo de los carbohidratos. La tiamina no se almacena en cantidades apreciables, de manera que son inútiles los excesos.

Se recomienda un mínimo de: 1 mg/1000 a 2000 cal.

Las recomendaciones para el consumo de tiamina se dan en el cuadro no. 14 (17,30,46).

CUADRO NO. 14

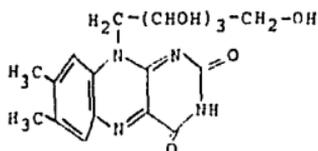
RECOMENDACIONES PARA EL CONSUMO DIARIO DE TIAMINA
(Para individuos normales con la dieta en las condiciones
de México) (10)

Edades (meses y años)	Peso teórico (kg)	Tiamina (mg)
niños ambos sexos		
0-3 meses		0.2
4-11 "		0.4
12-23 "	10.6	0.5
2-3 años	13.9	0.6
4-6 "	18.2	0.8
7-10 "	26.2	1.1
adolescentes masc.		
11-13	39.3	1.3
14-18	57.8	1.5
adolescentes fem.		
11-18	53.3	1.2
hombres		
18-34	65.0	1.4
35-54	65.0	1.3
55 y +	65.0	1.1
mujeres		
18-34	55.0	1.0
35-54	55.0	1.0
55 y +	55.0	1.0
embarazadas		+ 0.2
lactantes		+ 0.5

2.2 Riboflavina.

* Características.

Es un pigmento amarillo naranja que posee un D-ribitol (alcohol derivado de la ribosa) y una sustancia heterocíclica llamada - isoaloxacina.



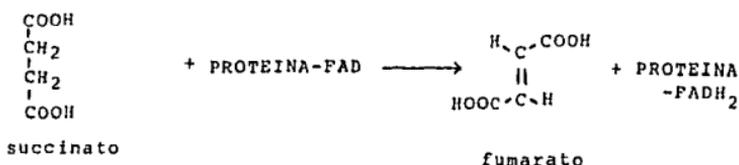
zimas) se llaman flavoproteínas (17,20).

* Metabolismo.

La riboflavina se absorbe por el intestino delgado en donde se combina con el ácido fosfórico y las proteínas. En el hígado se fija del 80 al 90% de la riboflavina absorbida y se combina con las proteínas. Sólo una pequeña parte se absorbe sin previa fosforilación y se fija en las proteínas de función biológicamente menor. La tercera parte se elimina por orina en forma fosforilada y las dos - terceras partes salen por heces separadas de las proteínas. Las formas metabólicamente activas de la riboflavina son las unidas a radicales fosfato como mononucleótido de riboflavina, componente básico de la enzima respiratoria amarilla de Warburg y distintas oxidasas como la amino-oxidasa o la citocromo C reductasa.

La reducción de las flavincoenzimas se hace en dos etapas y cada una incorpora un electrón. Si se produce la reacción añadiendo un electrón con su protón, se origina un intermediario llamado semiquinona.

Es difícil generalizar los tipos de reacción química en que participan las flavoproteínas. Funcionan aceptando átomos de hidrógeno de los piridín nucleótidos reducidos. Otra reacción oxidativa que ocurre en el metabolismo intermedio es la eliminación de dos - átomos de hidrógeno de carbonos adyacentes dando lugar a un doble - enlace (20).



* Funciones.

La riboflavina actúa como parte de un grupo de enzimas llamadas flavoproteínas que intervienen en el metabolismo de carbohidratos, grasas y proteínas.

Participa en varias reacciones químicas en la economía corporal por lo que es esencial para la conservación de los tejidos.

Es indispensable para el crecimiento. Su carencia produce crecimiento subnormal aunque estén presentes otras vitaminas, porque se reducen los procesos de oxidación.

Es la coenzima de varias enzimas respiratorias (las enzimas amarillas) y participa por tanto en fenómenos de redox. Es esencial para la liberación de energía intracelular. La flavina mononucleótida forma parte de los sistemas enzimáticos que eliminan el grupo amino de ciertos aminoácidos. Ayuda en la desaminación de la glicina - que es un aminoácido no esencial y en la oxidación de algunos de los ácidos grasos inferiores como el butírico. También actúa en uno de los sistemas de transferencia de H^+ en la oxidación celular. Este sistema se localiza en el ciclo de Krebs, entre el ácido succínico y el fumárico.

Participa en la normalidad del tejido epitelial (piel y mucosas). El aporte correcto de riboflavina ayuda a la buena digestión (13,20).

* Deficiencia.

Al igual que ocurre con otras vitaminas del complejo B, no se ha precisado en el hombre el efecto de la arriboflavinosis, pues es la deficiencia clínica (alimentaria) de este factor se acompaña casi invariablemente de deficiencia en los demás componentes del grupo. La lesión más común de la carencia de riboflavina es la estoma-

titis angular que afecta el epitelio cutáneo en los ángulos de la boca y da el aspecto de fisuras, además se acompaña en ocasiones de una denudación del epitelio de los labios en la línea de cierre llamada quillosis. La manifestación más grave de carencia es el síndrome urogenital, en donde también están invadidas uniones mucocutáneas del ano (13,17).

* Fuentes.

La más importante es la leche. Cada litro de leche contiene 2 mg de riboflavina que es más de lo que se requiere diariamente. Otras fuentes son las carnes de órganos activos: hígado, riñones, corazón, los chiles secos, las carnes en general, quesos, hongos y huevo; germen de gramíneas, leguminosas, nueces y levadura. Pobres en riboflavina son las frutas, pan, tortillas y cereales a menos que sean enriquecidos en los procesos comerciales (18).

* Requerimientos.

Está contenida en los alimentos en cantidades tan pequeñas que se hace necesario seleccionar correctamente los alimentos para obtener una dieta apropiada. Los requerimientos aumentan durante la época de crecimiento, embarazo y lactancia, así como cuando se desea una mayor utilización de las proteínas. La cantidad recomendada para un hombre adulto es de 1.6 mg. El requerimiento del cuerpo está relacionado tanto con la ingestión calórica total como con las dimensiones corporales, proporción de crecimiento, todas las cuales se relacionan con la ingestión de proteínas. Se recomiendan aproximadamente 0.6 mg/1000 cal.

En el cuadro no. 15 se dan las recomendaciones para el consumo de riboflavina (20,30).

CUADRO NO. 15

RECOMENDACIONES PARA EL CONSUMO DIARIO DE RIBOFLAVINA
(Para individuos normales con la dieta en las condiciones de
México) (30)

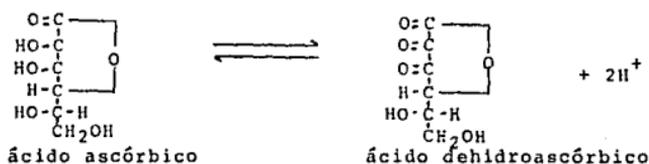
Edades (meses y años)	Peso teórico (kg)	Riboflavina (mg)
niños ambos secos		
0-3 meses		0.4
4-11 "		0.5
12-23 "	10.6	0.6
2-3 años	13.9	0.8
4-6 "	18.2	0.9
7-10 "	26.2	1.3
adolescentes masc.		
11-13	39.3	1.6
14-18	57.8	1.8
adolescentes fem.		
11-18	53.5	1.4
hombres		
18-34	65.0	1.7
35-54	65.0	1.5
55 y +	65.0	1.4
mujeres		
18-34	55.0	1.2
35-54	55.0	1.2
55 y +	55.0	1.2
embarazadas		+ 0.3
lactantes		+ 0.7

2.3 Vitamina C.

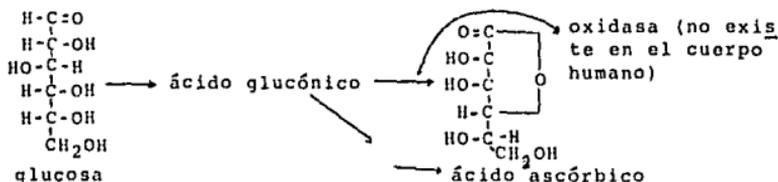
* Características.

Es un polvo blanco cristalino e inodoro, soluble en agua; ácido inestable que se oxida fácilmente y que el oxígeno, los álcalis y las altas temperaturas pueden destruir. Reacciona con los

álcalis y las altas temperaturas pueden destruir. Reacciona con los iones metálicos de hierro y cobre. Se presenta en los alimentos en dos formas, reducida (ácido ascórbico) y oxidado (ácido dehidroascórbico), ambos tienen actividad fisiológica y se encuentran en tejidos. Sus propiedades ácidas provienen de la ionización de los hidrógenos de los hidroxilos enólicos. Al oxidarse se convierte en ácido dehidroascórbico, que si pasa a ácido dicetoglucónico, pierde sus propiedades antiescorbútcas (26).



La glucosa es el precursor natural de la vitamina C, las plantas efectúan la conversión de glucosa para producir la vitamina. El hombre no puede elaborarla pues carece de la enzima oxidasa necesaria para efectuar la conversión del ácido glucónico a ácido ascórbico por lo cual el material se desvía a otros metabolitos. A causa de la carencia de esta enzima y de un gen específico, se origina un defecto en el metabolismo de los carbohidratos, pudiéndose decir que el escorbuto es una enfermedad de origen genético.



* Metabolismo.

Se absorbe por el intestino delgado, de ahí es llevado por la sangre a los tejidos. No se almacena en algún depósito de los te-

tidos en particular sino que se distribuye generalmente a todos los tejidos, variando la concentración en éstos; órganos con concentraciones altas son las glándulas suprarrenales, hipófisis, cerebro, - páncreas, riñones, hígado, bazo. Cualquier exceso se elimina por orina (13).

* Funciones

Participa en la formación de colágena, sustancia proteínica que conserva las células unidas. La colágena contiene los aminoácidos hidroxiprolina e hidroxilisina que son formados principalmente en el organismo a partir de prolina y lisina, donde la vitamina C es necesaria para esta conversión. Cuando se trastorna la síntesis de colágena, la cicatrización de heridas se retarda. El papel de esta vitamina como unión de la sustancia básica del tejido de apoyo lo convierte en agente de curación de heridas sobre todo en regeneración extensa de tejidos (quemaduras).

Participa en el metabolismo de los aminoácidos fenilalanina y tirosina.

En la formación de hemoglobina y en la maduración de los glóbulos rojos, influye en la remoción del hierro de la ferritina, particularmente en las células retículo endoteliales del hígado, bazo y de la médula de los huesos.

También influye en la conversión que se efectúa en el hígado del ácido fólico de lo cual resulta el ácido folínico, que es el factor citovororum, utilizado en el tratamiento de la anemia megaloblástica. Los procesos infecciosos agotan los almacenes de ella, por lo que se necesita una ingestión adicional.

Cualquier tensión corporal, lastimadura, fractura, enfermedad en general, hace acopio de los depósitos de vitamina C en los tejidos.

Esto parece indicar la gran concentración de ella en el tejido adrenal (6,17).

* Deficiencia

El escorbuto es una enfermedad originada por una deficiencia nutritiva, directamente asociada con la carencia de vitamina C; se desarrolla después de que el depósito de esta vitamina en los tejidos se ha agotado; ya que el ácido ascórbico efectúa funciones concernientes a la formación de colágena y a integridad de paredes capilares, las manifestaciones clínicas favorecen la alteración de los tejidos y los cambios de origen hemorrágico de los siguientes elementos:

Piel: Se vuelve seca, áspera y con color castaño oscuro, - alrededor de folículos pilosos hay escanaciones y hemorragias foli-culares en piernas y brazos. Se produce decoloración rojiza que apa-rece como contusión primero en las extremidades inferiores y de ahí para arriba, estas hemorragias producen manchas rojas, las cuales se juntan y cuando son muy grandes se les denomina ekimosis.

Músculos: Las hemorragias profundas de los tejidos muscu-lares pueden producir áreas carnosas que resultan del endurecimien-to y engrosamiento del tejido y a esto puede seguir flebotrombosis (obstrucción de venas).

Articulaciones: Hemorragias dentro de las cavidades de las articulaciones (gran ardor, inflamación e inmovilidad), hemartro-sis, lo que hace que los niños adopten una posición con las rodillas parcialmente flexionadas, posición supina.

Encías: Se vuelven esponjosas y muy inflamadas, sangran fá-cilmente, coloración azul rojiza; dientes flojos, frecuentes infeccio-nes. Cualquier trauma produce áreas ulceradas.

Anemia: Acompaña al escorbuto, se debe paralelamente a la pérdida de sangre, junto con las interrelaciones metabólicas erróneas de la vitamina C con el ácido fólico y con el hierro.

El escorbuto en adultos se caracteriza por: debilidad general, laxitud, irritabilidad, dolores en músculos y en articulaciones de extremidades inferiores. Pérdida de peso y disnea.

El escorbuto infantil difiere en que los huesos largos se ven afectados con fracturas microscópicas, hemorragias en el espacio subperióstico, esto progresa hasta malformaciones ya que el cartílago calcificado que no se ha destruido en el proceso normal se acumula en la zona de calcificación provisional, esto da lugar a huesos en forma de macana, también malformaciones en costillas (6,13).

* Fuentes.

A causa de la facilidad con que se oxida, hay que considerar la preparación y el procesamiento de cualquier alimento que la contenga y que pueden causar detrimento de sus cualidades.

Buenas fuentes son las frutas y verduras, tales como cítricos, fresas, melón, tomates, verduras foliáceas crudas. Otras fuentes: col, pimientos verdes, pimientos picantes, guayabas, piña, nabos, brócoli y espárragos (6,13).

* Recomendaciones.

Las recomendaciones utilizan como base la utilización tisular promedio del adulto (21.5 mg) más dos desviaciones estándar - (16.2 mg) para cubrir a la mayoría de la población y un margen de seguridad del 30%, todo lo cual da 50 mg diarios para adolescentes y adultos.

Las cantidades recomendadas para el consumo de vitamina C se presentan en el cuadro no. 16 (6,30).

CUADRO NO. 16

RECOMENDACIONES PARA EL CONSUMO DIARIO DE VITAMINA C

(Para individuos normales con la dieta en las condiciones
de México)⁽³⁰⁾

Edades (meses y años)	Peso teórico (kg)	Vitamina C (mg)
niños ambos sexos		
0-3 meses		40
4-11 "		40
12-23 "	10.6	40
2-3 años	13.9	40
4-6 "	18.2	40
7-10 "	26.2	40
adolescentes masc.		
11-13	39.3	50
14-18	57.8	50
adolescentes fem.		
11-18	53.5	50
hombres		
18-34	65.0	50
35-54	65.0	50
55 y +	65.0	50
mujeres		
18-34	55.0	50
35-54	55.0	50
55 " +	55.0	50
embarazadas		80
lactantes		80

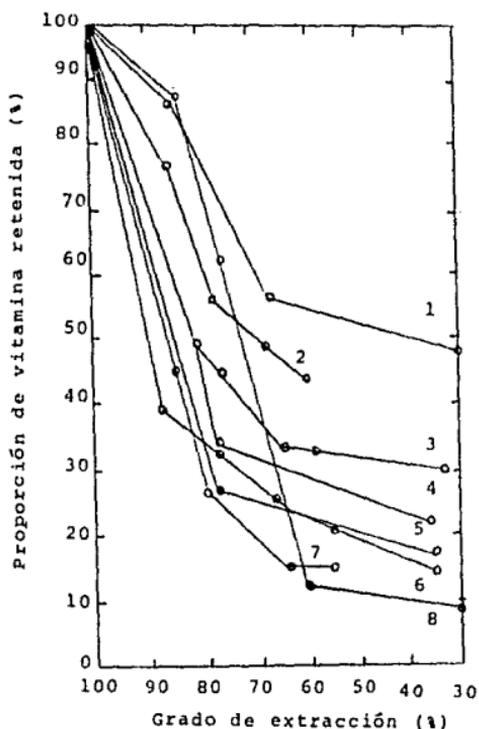
2.4 Daños por procesamiento.

Todos los alimentos sometidos a un procesamiento están expuestos en mayor o menor grado a pérdidas de su contenido de vitaminas y minerales. En general se procura que se realicen los proce

dimientos de modo que se minimicen las pérdidas de nutrimentos y se optimice la seguridad del producto.

El procesamiento de los cereales puede comprender diferentes etapas que son las siguientes:

Molienda. Todos los cereales sometidos a una molienda experimentan pérdidas importantes de vitaminas cuyo grado dependerá de la eficacia con que se separe el endospermo de las cubiertas externas (salvado) y del germen, donde se localizan las - vitaminas en mayor proporción. Cada vitamina tiene una pérdida característica (siendo las hidrosolubles las que se pierden en gran proporción) como puede observarse en la figura no. 5, en - el caso del trigo, donde los productos de la molienda son harinas de diferentes grados de extracción (26).



- 1.- Vitamina E
- 2.- Acido pantoténico
- 3.- Riboflavina
- 4.- Acido fólico
- 5.- Acido nicotínico
- 6.- Biotina
- 7.- Piridoxina
- 8.- Tiamina

FIGURA NO. 5

Relación entre el grado de extracción y la proporción total de vitaminas del grano retenidas en la harina de trigo

Calentamiento. Durante esta etapa que forma parte de la elaboración de panes, galletas, botanas, cereales para desayuno, se han reportado pérdidas de vitaminas dependiendo de la sensibilidad de éstas y de la intensidad del tratamiento. Ya que la tiamina es la más sensible, se ha encontrado que durante la elaboración de pan se pierde aproximadamente un 20%, las pérdidas de riboflavina no son representativas, la vitamina C se añade a las harinas como coadyuvante y es muy inestable a las temperaturas de horneado, mientras que durante la elaboración de cereales para desayuno se ha demostrado que la tiamina se destruye en mayor cantidad como lo confirman las siguientes cifras de porcentajes de retención: para tiamina 54, riboflavina 92. Como puede observarse la riboflavina es más estable al calor, siendo la más estable de todas la niacina.

Cuando al calentamiento se le suma el efecto causado por un pH alcalino como es el caso de la nixtamalización, es de esperarse que la tiamina y la riboflavina que son muy lábiles en estas condiciones, se destruyan en determinado grado dependiendo de la intensidad de los factores manejados (33,44).

Tratamiento húmedo. Aquellos procesos que involucran lavados con agua como la nixtamalización dan origen a que se pierdan sustancias solubles como la tiamina, la riboflavina y la niacina. Dichas pérdidas dependerán del número de lavados y del período de permanencia del grano en el agua (1,23,25).

Empaque. El empaque de productos procesados a base de cereales es importante, ya que existen nutrimentos que son sensibles a la luz como la riboflavina (27).

La tiamina y la riboflavina están consideradas como las más inestables dentro de las vitaminas usadas para enriquecer ha-

rinas o pastas; estos nutrimentos sufren degradaciones durante el procesamiento y también cuando se someten a las diferentes condiciones de tiempo-temperatura-humedad manejadas en su distribución y almacenamiento. Pastas y cereales pueden permanecer en distribución y almacén hasta 36 meses después de su manufactura y esto trae como resultado pérdida significativa de estas vitaminas (36).

3. Aspectos generales sobre minerales:

3.1. Sodio

* Características.

El sodio es un metal alcalino, ligero y de color blanco plateado. Se oxida fácilmente al aire húmedo y reacciona violentamente con el agua formando hidróxido de sodio, al reaccionar con el oxígeno forma una flama amarilla. Su punto de fusión es de 97.8°C y su punto de ebullición de 881.4°C (32,66).

Aproximadamente el 50% de sodio dentro del cuerpo se presenta en el fluido extracelular, el 40% en los huesos y el 10% en el fluido intracelular. En términos de concentración, el contenido de sodio del plasma sanguíneo es aproximadamente 14 veces el del fluido intracelular.

* Metabolismo.

La absorción del sodio en el tracto gastrointestinal es rápida y prácticamente completa, quedando sólo pequeñas cantidades en las heces. La excreción del sodio está regulada principalmente por la hormona adrenocortical aldosterona. Al aumentar la producción de aldosterona aumenta la reabsorción de sodio y la disminución de la secreción de esta hormona permite una mayor excreción de sodio.

* **Funciones.**

El sodio es el principal electrolito en el fluido extracelular para mantener la presión osmótica normal y el equilibrio de agua. Es el más importante componente de la base extracelular total y proporciona la alcalinidad a las secreciones del tracto gastrointestinal. Sus funciones son mutuas con algunos iones y antagonicas con otros, al mantener la irritable normal de las células nerviosas y la contracción de los músculos y al regular la permeabilidad de la membrana celular (54).

* **Deficiencia.**

Cualquier perturbación en la concentración de sodio en los fluidos extracelulares tiene un serio efecto sobre la presión osmótica y sobre el equilibrio ácido-base.

* **Fuentes.**

La fuente principal es el cloruro de sodio, otros alimentos ricos son la leche, el huevo, la carne, las aves y el pescado, algunos vegetales como la espinaca, acelgas, apio y hojas de betabel.

* **Requerimientos.**

Los requerimientos exactos no se conoce, pero en ausencia de transpiración visible, las necesidades son muy bajas (54).

3.2 Potasio.

* **Características.**

El potasio es un metal alcalino ligero, blanco plateado, se vuelve quebradizo a bajas temperaturas. Reacciona vigorosamente con el oxígeno dando una flama violeta. Reacciona al contacto con el bromo y el yodo. Tiene un punto de fusión de 63.2°C y un punto de ebullición de 765.5°C (32,66).

Cerca del 97% del potasio del cuerpo se encuentra dentro de los tejidos celulares, estando el resto distribuido en el fluido extracelular.

* Metabolismo.

Bajo condiciones de síntesis de proteínas, formación de glicógeno y de hidratación celular, el potasio se elimina rápidamente de la circulación. El exceso de potasio es excretado por el riñón. La secreción de la aldosterona aumenta la excreción de potasio. Aún en ausencia de cualquier consumo de potasio y con bajos niveles en los tejidos, las pérdidas urinarias pueden ser de 15 a 30 mEq diarios.

* Funciones.

Debido a que parte del potasio está unido a proteínas, la síntesis de proteínas está acompañada por la entrada a la célula, mientras que el catabolismo de los tejidos se encuentra acompañado por pérdidas proporcionales de nitrógeno y potasio.

El potasio se requiere para las reacciones enzimáticas que se realizan dentro de la célula. Parte de este elemento está unido al fosfato que se requiere para la conversión de glucosa a glicógeno; este potasio se libera durante la glicogenólisis. La pequeña concentración de potasio en el fluido extracelular es esencial para la transmisión de impulsos nerviosos y la contracción de las fibras musculares (54).

* Deficiencia.

Los niveles bajos de potasio en el plasma producen hipocalcemia, los síntomas incluyen náusea, vómito, desmayo, debilidad muscular, hipotensión, taquicardia, arritmia. El corazón puede detenerse en diástole. El exceso de potasio es una complicación frecuente de los trastornos renales y se le llama hipercalemia que se caracteriza por parestesias del cráneo, cara, lengua y extremidades; de-

bilidad muscular, respiración defectuosa, arritmia cardiaca. Puede sobrevenir una falla cardiaca, deteniéndose el corazón en sístole.

* Fuentes.

Las carnes, aves y pescados son buenas fuentes. Las frutas, las verduras y los cereales de grano entero son fuentes importantes de potasio. Otros alimentos con un contenido alto en potasio son el plátano, papas, tomate, apio, jugo de naranja, toronja.

* Requerimientos.

Los requerimientos exactos no se conocen, pero en base a las pérdidas obligadas se estima que es suficiente el consumo de 1 a 3 mEq/Kg de peso diarios (54).

3.3 Calcio.

* Características.

El calcio es un metal alcalino-térreo, blanco plateado, difícilmente atacado por el ácido nítrico concentrado. Es más duro que el sodio pero menos reactivo que éste. Reacciona con el oxígeno dando flama color rojo. Su punto de fusión es de 850°C y su punto de ebullición de 1440°C.

El 99% del calcio presente en el cuerpo (1200g) está combinado en forma de sales que dan dureza a los huesos y dientes. El 1% restante (10 a 12g), está distribuido en los fluidos corporales donde lleva a cabo muchas funciones.

* Metabolismo.

Los factores que influyen en su absorción son:

a) Forma química del calcio: las sales de calcio son mas solubles en soluciones ácidas.

b) Sexo del sujeto: el hombre absorbe más calcio que la mujer .

c) Edad del sujeto: en la niñez se absorbe más calcio.

d) Exposición al sol: el calciferol se forma por la exposición al sol.

e) Sustancias presentes en la dieta: los aminoácidos lisina y arginina, la lactosa y posiblemente los antibióticos favorecen la absorción. En cambio, el alcohol, la soya, la cocoa y los fitatos inhiben la absorción del calcio.

f) La relación Ca/P: el exceso de fósforo abate la absorción de calcio.

g) Otros factores: el hidróxido de aluminio, la inmovilidad, el "estress", la tirosina y los corticoides afectan la absorción.

La mayor parte del calcio se absorbe en el duodeno. Una vez que se ha mezclado la bilis y el jugo pancreático con que quimo, la absorción se reduce. La vitamina D facilita la entrada de calcio a las células mucosas y también mejora la absorción, así como los fosfatos, el ácido oxálico y exceso de grasas en la dieta reducen la absorción.

Dos hormonas controlan los niveles de calcio en el plasma, la hormona paratiroidea, la cual se libera cuando el contenido de calcio es bajo y su función es estimular el paso del calcio del hueso al plasma y la hormona calcitonina se produce cuando el calcio plasmático es alto y su función es favorecer el depósito de calcio en el hueso (54).

* Funciones.

La función extraesquelética tiene funciones muy variadas, interviene en:

1) La coagulación de la sangre. 2) Activación de varias enzi-

mas. 3) Trasmisión de impulsos nervios. 4) Mecanismo de secreción de algunas hormonas. 5) En la capacidad de adhesión de unas células con otras. 6) En el mantenimiento y funcionamiento de las membranas celulares. 7) En la contracción muscular.

En la fracción esquelética, el calcio se combina con el fósforo formando un complejo el cual precipita y da rigidez a los huesos y dientes (11).

* Deficiencia.

La deficiencia de calcio puede causar en los niños retardo en la calcificación de los huesos y dientes. La deficiencia aguda no puede observarse a menos que también exista deficiencia de vitamina D y fósforo. La deficiencia de calcio en adultos causa osteoporosis y osteomalacia.

* Fuentes.

Las fuentes más importantes son la leche y sus productos derivados, algunos vegetales de hojas verdes, la naranja.

* Requerimientos diarios (11,54).

En niños de un año de edad es de 0.7 g.

En niños de 10 años de edad es de 1.0 g.

En niños de 10-12 años es de 1.2 g.

En niños de 12 a 18 años es de 1.3 g.

En niñas de 12 a 18 años es de 1.4 g.

En mujeres durante el embarazo es de 1.2 g.

En mujeres durante la lactancia es de 1.4 g.

En adultos es de 0.8 g.

3.4 Hierro.

* Características.

El hierro es un metal blanco plateado o gris, dúctil ma-

leable, magnético. Estable en aire seco pero se oxida con aire húmedo formando óxido. Es atacado rápidamente por ácidos minerales diluidos y atacado y disuelto por ácidos orgánicos (32,66).

La cantidad de hierro en el organismo del hombre adulto es aproximadamente de 5 mg/kg de peso, en la mujer de 35 mg/kg de peso. Aproximadamente del 70 al 80% de hierro está funcionando y el resto se conserva almacenado como ferritina o hemosiderina en el hígado, bazo y la médula del hueso. En los hombres sanos, la reserva de hierro es de aproximadamente de 1000 mg, pero en las mujeres durante la menstruación, no llega a a 200-400 mg.

Del hierro que funciona, el 80% está en forma de hemoglobina y el resto en la mioglobina y en las enzimas que se encuentran constituidas de este elemento. El hierro circula en el plasma enlazado a la β -globulina transferina (también conocida como siderofilina).

* Metabolismo.

La cantidad de hierro absorbido está gobernada por:

a) La necesidad corporal, b) Las condiciones que existen en el lumen intestinal y c) La mezcla de alimentos que se ingiera.

En el medio ácido del estómago y duodeno superior se reduce el ión férrico a ferroso, una forma más soluble que se absorbe rápidamente. La reacción alcalina del jugo pancreático reduce la solubilidad del hierro, de manera que casi no se efectúa ninguna absorción en el yeyuno y en el ileón.

Las pérdidas de hierro en el organismo son por descamación que es el desprendimiento continuo e inevitable de las células de la piel y las mucosas. En el adulto se pierde de esta forma alrededor de 1 mg de hierro. Las hemorragias son pérdidas considerables de hierro debido a que cada ml de sangre contiene aproximadamente

0.5 mg de hierro. Las pérdidas durante la menstruación son de 0.3 a 1.0 mg en una base diaria, pero cerca del 5% de las mujeres tienen pérdidas superiores a 1.4 mg diarios. La mayor parte del hierro en las heces representa el hierro no absorbido de la dieta, o sea el 90% del consumo,

* Funciones.

La hemoglobina es el componente principal de glóbulos rojos y concentra la mayor parte del hierro del cuerpo. Actúa como transporte del oxígeno de los pulmones a los tejidos e indirectamente pro picia el retorno del dióxido de carbono a los pulmones.

La mioglobina es un complejo de proteína-hierro que se encuentra en el músculo donde se almacena algo de oxígeno para ser utilizado de inmediato por la célula. Las enzimas como las catalasas, los citocromos en el transporte del ión hidrógeno y la oxidasa xantina, contienen hierro como parte integral de la molécula. Se requiere de hierro como cofactor de otras enzimas (12,54).

* Deficiencia.

La deficiencia de hierro produce anemia ferropénica en la cual el número y el tamaño de los glóbulos rojos disminuye, la concentración de hemoglobina y el hierro circulante disminuyen también.

La hemosiderosis es un desorden del metabolismo del hierro en donde se forman grandes depósitos de hierro en el hígado y en el sistema retículo endotelial, también se presenta cuando hay una de strucción anormal de los glóbulos rojos como en la anemia hemolítica.

* Fuentes.

Algunas fuentes de hierro importantes son las carnes magras, la moronga, el hígado, otras carnes de vísceras, verduras de hojas verde oscuro y cereales y panes de grano entero. Las semillas de leguminosas y la yema de huevo tienen una cantidad considerable de -

hierro (12).

* Requerimientos (12,55).

Hombres normales y mujeres fuera del período de menstruación	10 mg/día
Mujeres dentro del período de menstruación	18 mg/día
Mujeres embarazadas	18 mg/día
Adolescentes	18 mg/día
Niños	10-15 mg/día
Infantes	6-15 mg/día

3.5 Cinc.

* Características.

El cinc es un metal blanco azulado, medianamente maleable y dúctil a 110-150°C, a 210°C se pulveriza. Reacciona con el oxígeno dando una flama verde-azulosa. Al reaccionar con hidróxidos alcalinos hay desprendimiento de hidrógeno y formación de cincatos. Su punto de fusión es de 419.5°C y su punto de ebullición de 908°C (32,66).

El cuerpo humano contiene entre 35 y 50 mg/kg de peso y aunque se encuentra en la mayoría de los tejidos, predomina en las gónadas masculinas y en la coroides ocular.

* Metabolismo.

El cinc se absorbe en el intestino y la mayor parte del cinc consumido se excreta por las heces. Un alto consumo de calcio y fitatos interfiere en la absorción del cinc, aparentemente debido a la formación de complejos de calcio con el cinc y el fitato formando un complejo insoluble (52).

* Funciones.

El cinc es necesario para el metabolismo de los ácidos nucleicos, la síntesis de proteínas, el crecimiento de la célula y para -

la existencia de niveles normales de la hormona de crecimiento. El cinc es el grupo prostético de numerosas enzimas, como las peptidasas del páncreas, la anhidrasa carbónica, la carboxipeptidasa, algunas deshidrogenasas, etc. (35).

* Deficiencia.

La deficiencia de cinc es rara en humanos, aunque se produce rápidamente en animales causando retraso en el crecimiento, dermatitis, queratinización de los epitelios, mala cicatrización y atrofia testicular.

* Fuentes.

Las mejores fuentes de cinc son la carne de res y de guajolote, el pollo, el pescado, el huevo y la leche.

* Requerimientos.

Se recomienda la ingestión diaria de 3-5 mg en lactantes, 10 mg para los niños mayores y 15 mg para adolescentes y adultos. Se aconseja agregar 5 mg en el caso de mujeres embarazadas y 10 mg en las madres lactantes (35,52,58).

3.6 Daños por procesamiento.

Se ha comprobado que los minerales desde un punto de vista nutricional no son afectados por calor, luz, tensión de oxígeno, y pH por lo que las condiciones referentes a estos parámetros que se manejan en los diversos procesos de manufactura de los productos procesados no causarán pérdida de los mismos (2,7,44,51).

Existe información de las pérdidas de estos nutrimentos durante la molienda de diversos granos; dependiendo del grado de extracción de las harinas será el porcentaje de pérdida pues debemos recordar que la mayor parte de casi todos los minerales se localiza en las capas externas.

En el caso del trigo sólo 30% del cinc y hierro presentes en el grano entero se retiene en la harina de 70% de extracción, mientras que el calcio que se distribuye un poco más en todo el grano se reduce a la mitad (47).

Se encontró que en la harina de maíz desgerminada sólo se retiene 1/5 del cinc presente en el grano y la concentración de calcio y hierro se reduce a la mitad (48).

Con respecto al arroz, sólo 28% del hierro contenido en el moreno se retuvo en el pulido; ya que el calcio y el cinc se distribuyen más en todo el grano se reducen a la mitad (49).

También durante aquellos procesos que involucren lavados como la nixtamalización o cuando los granos se ponen a germinar (generalmente se les pone en agua y se les cambia varias veces, esto a nivel comercial) podría suponerse pérdida de algunos minerales dependiendo de la solubilidad de éstos. Se ha encontrado que durante la nixtamalización se decrecientan todos los nutrientes con excepción de las sales minerales de calcio y fósforo (1,25).

IV. DESARROLLO EXPERIMENTAL:

1. materiales:

Para la elaboración de este trabajo se utilizaron tres cereales y sus productos procesados. Dentro de los productos procesados, algunos indicaban estar enriquecidos con vitaminas y/o minerales.

Las muestras se dividieron en tres grupos dependiendo de la materia prima, por lo que se hizo la siguiente clasificación:

a) Trigo y sus productos procesados:

<u>Producto</u>	<u>Ingredientes</u>
Trigo en grano	
Trigo germinado	
Harina de trigo blanca "Tres Estrellas"	Sin enriquecer
Harina de trigo integral "Tres Estrellas"	Sin enriquecer
Pan de caja blanco "Bimbo"	Harina trigo, azúcar, levadura, manteca, sal, alimento para levadura, conservador, enzimas. ENRIQUECIDO: tiamina, riboflavina y sulfato ferroso.
Pan de caja integral "Bimbo"	Harina integral y blanca trigo, azúcar, levadura, manteca, sal, alimento para levadura, conservador, enzimas. ENRIQUECIDO: tiamina, riboflavina, y sulfato ferroso.

Pan de caja de trigo y centeno "Sunbeam"	Harina trigo, harina centeno, azúcar, levadura, manteca, sal, alimento para levadura, <u>conser</u> vador, enzimas. Sin enriquecer.
Bolillo	Harina trigo, levadura, sal. Sin enriquecer.
Concha	Harina trigo, leche, huevo, <u>le</u> vadura, manteca, azúcar. Sin enriquecer.
Cuerno	Harina trigo, leche, huevo, <u>le</u> vadura, manteca, azúcar. Sin enriquecer.
Panqué	Harina trigo, leche, huevo, - manteca, azúcar, <u>agentes leuda</u> ntes. Sin enriquecer.
Galletas Marías "Lara"	Harina trigo, azúcar, grasa, - sal, <u>leudantes</u> , sabor y <u>color</u> artificiales. Sin enriquecer.
Galletas de animalitos "Lara"	Harina trigo, azúcar, grasa, - sal, <u>leudantes</u> , sabor y <u>color</u> artificiales. Sin enriquecer.
Galletas Digesta "MacMa"	Harina trigo integral, avena, miel, manteca, huevo, leche, - sabor y color artificiales. Sin enriquecer.
Galletas Abanico "MacMa"	Harina trigo, azúcar, manteca, huevo, leche, sabor y <u>color ar</u> tificiales. Sin enriquecer.

Pasta comercial "Mayrán"	Sémola trigo, color artificial.
Pasta enriquecida "Triggonni"	Sémola trigo, huevo. ENRIQUECI DA: tiamina, riboflavina, nia- cina y hierro.

b) Maíz y sus productos procesados:

<u>Producto</u>	<u>Ingredientes</u>
Maíz en grano	
Harina de maíz nixtamali- zada "Minsa"	Sin enriquecer.
Tortillas	Harina de maíz nixtamalizada. Sin enriquecer.
Fécula de maíz "Maizena"	Sin enriquecer.
Atole comercial de sabor "Cremaíz"	Fécula de maíz, sal, sabor y - color artificiales. Sin enrique- cer.
Atole enriquecido de sa- bor "Nutrimex"	Harina maíz, harina integral so- ya, sabor y color artificiales. ENRIQUECIDO: tiamina, ribofla- vina y niacina.
Atole de masa elaborado en casa	Masa de maíz nixtamalizada. Sin enriquecer.
Fritos sin chile "Sabritas"	Harina maíz, aceite, sal. Sin enriquecer.
Corn Flakes "Kellogg's"	Maíz, azúcar, sal, color arti- ficial. ENRIQUECIDO: tiamina, riboflavina, niacina, piridoxi- na, vitamina A y hierro.

c) Arroz y sus productos procesados:

<u>Producto</u>	<u>Ingredientes</u>
Arroz pulido "61"	
Arroz Moreno o Integral "Verde Valle"	
Arroz Sancochado "Cristal"	
Harina de arroz "Nutrimex"	Harina arroz, harina soya. ENRIQUECIDA: tiamina, riboflavina y niacina.
Rice Krispis "Kellogg's"	Arroz, azúcar, sal. ENRIQUECIDO: tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina, vitamina A y hierro

2. Metodología:

Los análisis realizados en las muestras se hicieron de acuerdo a las técnicas del A.O.A.C. (3,4). Para hacer estas determinaciones, se molieron las muestras en un molino "Thomas Whiley", modelo #4, haciéndolas pasar por una malla número 40.

2.1 Determinación de humedad: 10.084

2.2 Determinación de grasa cruda: 7.048

2.3 Determinación de proteína cruda: 47.021

A esta determinación se le hicieron algunas modificaciones. El método seguido se describe a continuación.

Equipo:

Aparato Micro-Kjeldahl. Digestor y destilador.

Reactivos:

Mezcla digestiva: A 300 ml de ácido sulfúrico concentrado se le adicionan 100 ml de ácido ortofosfórico y 3 g de -

sulfato cúprico, se mezclan completamente hasta la total disolución.

Solución de ácido bórico al 0.5% con indicadores: En un matraz aforado de 2000 ml se disuelven 10 g de ácido bórico en 1000 ml de agua destilada, se agregan 70 ml del indicador (a) y 20 ml del indicador (b), se agrega más agua hasta cerca del aforo, se ajusta el color a un café rojizo con unas gotas de NaOH 0.5N y se afora con agua destilada.

Indicador (a): Solución de fenolftaleína al 0.1% en alcohol etílico.

Indicador (b): 33 mg de verde de bromocresol y 66 mg de rojo de metilo se disuelven y aforan a 100 ml con etanol al 95%.

Procedimiento:

Se pesan aproximadamente 0.1 g de muestra y se colocan en un matraz Kjeldahl de 35 ml, se adiciona 0.1 g de mezcla reactiva de selenio (catalizador), piedras de ebullición y 3 ml de mezcla digestiva. Se colocan los matraces en el digestor y se calientan a 400°C durante una hora.

Transcurrido el tiempo de la digestión, se dejan enfriar los matraces, se les agrega 30 ml de agua destilada fría, se agitan y se dejan en reposo, después se colocan en el destilador y se les adiciona 10 ml de NaOH al 60% fría (resbalándola por las paredes). El destilado se recibe en 30 ml de ácido bórico al 0.5% con indicadores que se encuentra en un matraz de 125 ml conectado a la salida del destilador. Posteriormente se titula el contenido del matraz con HCl 0.02N.

Al mismo tiempo de la determinación se hace también el análisis de un blanco de reactivos.

Cálculos:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(A - B) \text{ NHCl} \times \text{meq. N} \times 100}{\text{peso de la muestra}}$$

Donde:

A = ml de HCl 0.02N usados para titular la muestra.

B = ml de HCl 0.02N usados para titular el blanco.

$$\% \text{ Proteína cruda} = \% \text{ Nitrógeno} \times \text{Factor}$$

Donde:

Factor para trigo y sus productos procesados: 5.70

Factor para maíz y sus productos procesados: 6.25

Factor para arroz y sus productos procesados: 5.95

2.4 Determinación de vitaminas:

Para la determinación de vitaminas (tiamina, riboflavina y vitamina C) se molieron las muestras en un molino "Thomas Whiley", modelo #4, haciéndolas pasar por una malla número 40. Posteriormente se secaron en un horno "Precisión" a 90°-100°C para tenerlas en igualdad de condiciones. Ya que estaban secas las muestras se procedió a desengrasarlas en un aparato "Gold-Fish" siguiendo las técnicas del A.O.A.C. (3), para eliminar interferencias por grasa durante la determinación.

* Determinación de Tiamina (Vitamina B₁) (62)

Equipo:

Autoanalizador Technicon II.

Reactivos:

Buffer de ácido metafosfórico pH 4.3: Disolver 30 g de

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

ácido metafosfórico en 2 litros de agua destilada. Agregar 100 ml de acetato de sodio para ajustar el pH a 4.3

Solución lavadora: Ajustar el pH a 2 litros de HCl 0.1 N a 4.3 con acetato de sodio 1.25 N. Agregar ácido metafosfórico - pH 4.3 para diluir la solución a 4 litros.

Solución de Brij-35: Pesar 50 g de Brij 35 y agregarle - 200 ml de agua destilada, calentar a 60°C hasta que se disuelva.

Solución de α -amilasa (para la preparación de la muestra): Pesar 5 g de α -amilasa y transferir cuantitativamente a un matraz aforado de 100 ml color ámbar. Disolver y diluir al volumen con - buffer de ácido metafosfórico pH 4.3.

Solución Stock de Tiamina, 100 μ g/ml: Pesar exactamente - 10 mg de clorhidrato de tiamina y disolver aproximadamente 80 ml de agua destilada en un matraz aforado de 100 ml. Aforar con agua destilada. La solución debe ser almacenada en refrigeración.

Solución Stock de Tiamina diluida, 1 μ g/ml: Pipetear 1 ml de la solución stock de tiamina (100 μ g/ml) en un matraz aforado de 100 ml. Aforar con HCl 0.1N. Debe almacenarse en refrigeración.

Preparación de la curva estándar:

Solución Stock (1 μ g/ml)	HCl 0.1N	Concentración final
(ml)	(ml)	(μ g/ml)
0.5	49.5	0.01
1.0	49.0	0.02
1.5	48.5	0.03
3.0	47.0	0.06
4.5	46.5	0.09
6.0	44.0	0.12
7.5	42.5	0.15
9.0	41.0	0.18
10.0	40.0	0.20

Procedimiento:

Pesar una cantidad de muestra que contenga alrededor de 10 μg de tiamina. Transferir la muestra pesada a un matraz erlenmeyer de 125 ml y agregar 50 ml de HCl 0.1N, meter la mezcla a la autoclave (Autoclave "AESA", modelo 300) por 30 minutos a 15 psi (121°C). Dejar que los matraces se enfríen a temperatura ambiente. Agregar acetato de sodio 1.25N para ajustar el pH a 4.3 ± 0.1 . Agregar 5 ml de solución de α -amilasa, tapar los matraces e incubar toda la noche a 37°C (Incubadora "MAPSA", modelo EC-669) aproximadamente 24 hrs.

Dejar enfriar los matraces a temperatura ambiente y aforar con buffer de ácido metafosfórico pH 4.3. Agitar las muestras y filtrarlas por papel Whatman #1.

Cálculos:

$$\frac{\mu\text{g/ml} \times \text{aforo}}{\text{peso de la muestra}} \times 100 = \frac{\mu\text{g}/100 \text{ g}}{1000} = \frac{\text{mg de Tiamina}}{100 \text{ g muestra}}$$

En la figura no. 6, se puede observar el diagrama de flujo para la determinación de tiamina.

* Determinación de Riboflavina (Vitamina B₂) (53).

Equipo:

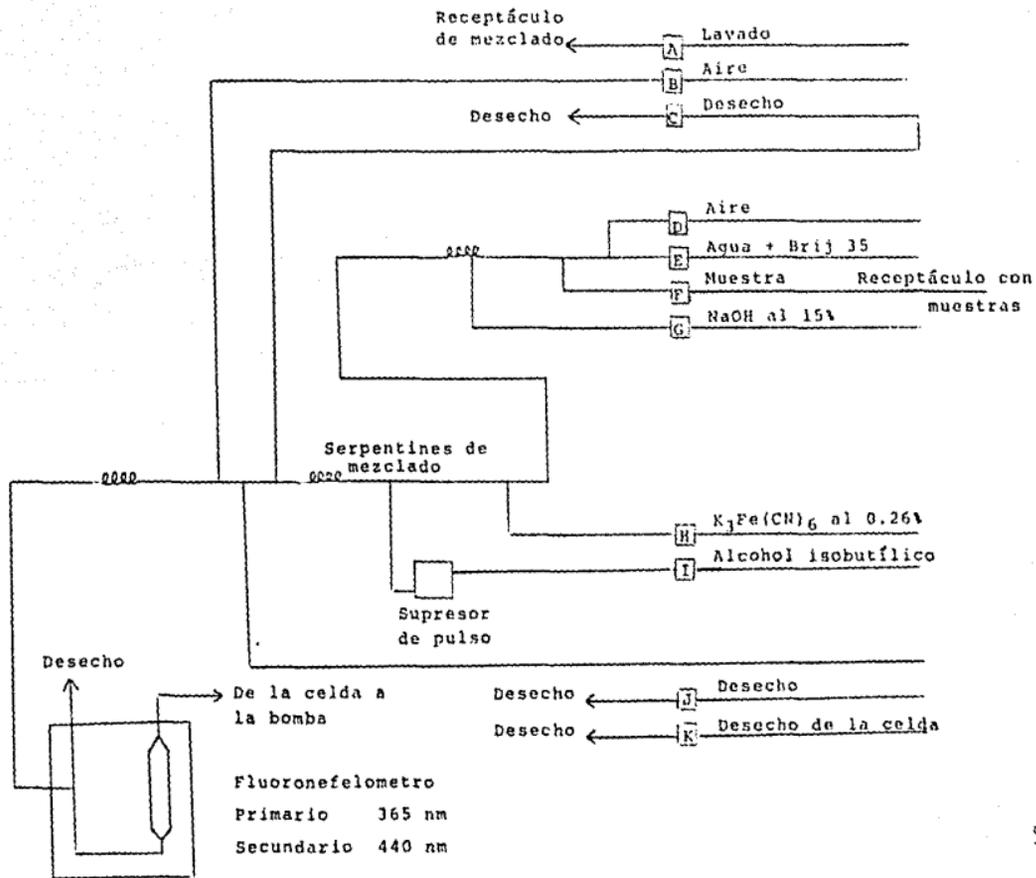
Autoanalizador Technicon II.

Reactivos:

Acido metafosfórico: Diluyente de muestras: Dissolver 15g de ácido metafosfórico en un litro de agua destilada. Ajustar el pH a 1.9 con acetato de sodio. Agregar 30 g de cloruro de sodio y 1 ml de solución de Brij 35.

Solución lavadora IV: Ajustar el pH a 2 litros de HCl 0.1N

FIGURA NO. 6
DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA
DETERMINACION DE TIAMINA



a 4.3 con acetato de sodio 1.25N. Aforar a 4 litros con buffer de ácido metafosfórico pH 4.3.

Solución Stock A, 100 µg/ml: Disolver 10 mg de estándar de riboflavina en 3 ml de ácido acético glacial (calentar suavemente hasta disolver). Enfriar y diluir a 100 ml con agua destilada.

Solución Stock B, 10 µg/ml: Pipetear 10 ml de la solución stock A en un matraz aforado de 100 ml y aforar con agua destilada.

Preparación de la curva estándar:

Solución Stock (10 µg/ml) (ml)	HCl 0.1N (ml)	Concentración final (µg/ml)
0.4	49.6	0.08
0.8	49.2	0.16
1.2	48.8	0.24
1.6	48.4	0.32
2.0	48.0	0.40

Procedimiento

Pesar una cantidad de muestra que contenga alrededor de 0.1 mg/ml y transferirlo a un matraz erlenmeyer de 250 ml, agregar 50 ml de HCl 0.1N y agitar vigorosamente, meter la mezcla a una autoclave (Autoclave "AESA", modelo 300) a 121°-123°C por 30 min y enfriar. Ajustar el pH a 6.5 con una solución de NaOH, agregar inmediatamente HCl diluido hasta que no haya más precipitación (el pH de la solución es de 4.5 aproximadamente).

Diluir la muestra a un volumen conocido que contenga ≥ 0.1 mg de riboflavina/ml y filtrar por papel Whatman #1. Tomar una alícuota del filtrado y checar si hay precipitación de proteínas con HCl diluido:

a) Si no hay precipitación, agregar solución de NaOH has

ta alcanzar un pH de 6.8. Diluir la solución a un volumen conocido el cual contenga aproximadamente 0.1 µg de riboflavina/ml.

b) Si hay precipitación, ajustar nuevamente el pH de la solución hasta el punto máximo de precipitación (pH 4.5), diluir la solución a un volumen conocido que contenga 0.1 mg de riboflavina/ml y filtrar. Tomar una alícuota y proceder como se indica en el inciso (a).

Cálculos:

$$\frac{\mu\text{g/ml} \times \text{aforo}}{\text{peso de la muestra}} \times 100 = \frac{\mu\text{g}/100 \text{ g}}{1000} = \frac{\text{mg de Riboflavina}}{100 \text{ g muestra}}$$

En la figura no. 7, se puede observar el diagrama de flujo para la determinación de riboflavina.

* Determinación de Vitamina C (Acido Ascórbico) (63).

Equipo:

Autoanalizador Technicon II.

Reactivos:

Solución de N-Bromosuccinamida (NBS) al 0.05%: Disolver 0.5 g de N-Bromosuccinamida en 900 ml de agua destilada. Agregar 1 ml de solución Brij-35 y aforar a un litro con agua destilada.

Reactivo de Blanco #1: A 50 ml de la solución stock de ácido bórico al 5%, agregar 50 ml de la solución stock de acetato de sodio al 50%. Mezclar vigorosamente y checar el pH; si es necesario ajustar el pH de la solución entre 8-8.5 usando una solución stock de acetato de sodio al 50%. Agregar 0.1 ml de solución de Brij-35 y mezclar vigorosamente.

Solución Stock de Vitamina C, 1 mg/ml: Disolver 0.1 g en 100 ml de ácido oxálico al 0.5%.

Preparación de la curva estándar:

Solución Stock (1 mg/ml) (ml)	Acido oxálico 0.5% (ml)	Concentración final (mg/ml)
0.5	49.5	0.01
1.0	49.0	0.02
2.0	48.0	0.04
3.0	47.0	0.06
4.0	46.0	0.08

Procedimiento:

Pesar la cantidad necesaria de muestra para que el contenido de ácido ascórbico este dentro del rango (0.002-0.1 mg/ml) y homogenizar en un mezclador por 3 a 5 minutos en presencia de un volumen conocido de ácido oxálico al 0.5%. Filtrar por papel Whatman #1, descartando los primeros mililitros del filtrado.

Pipetear 50 ml de extracto en un matraz erlenmeyer de 250 ml y agregar 2 g de carbón activado para oxidar el ácido ascórbico reducido a ácido dehidroascórbico. Agitar la mezcla vigorosamente por 2-3 minutos y filtrar en papel Whatman #1 descartando los primeros mililitros del filtrado.

Cálculos:

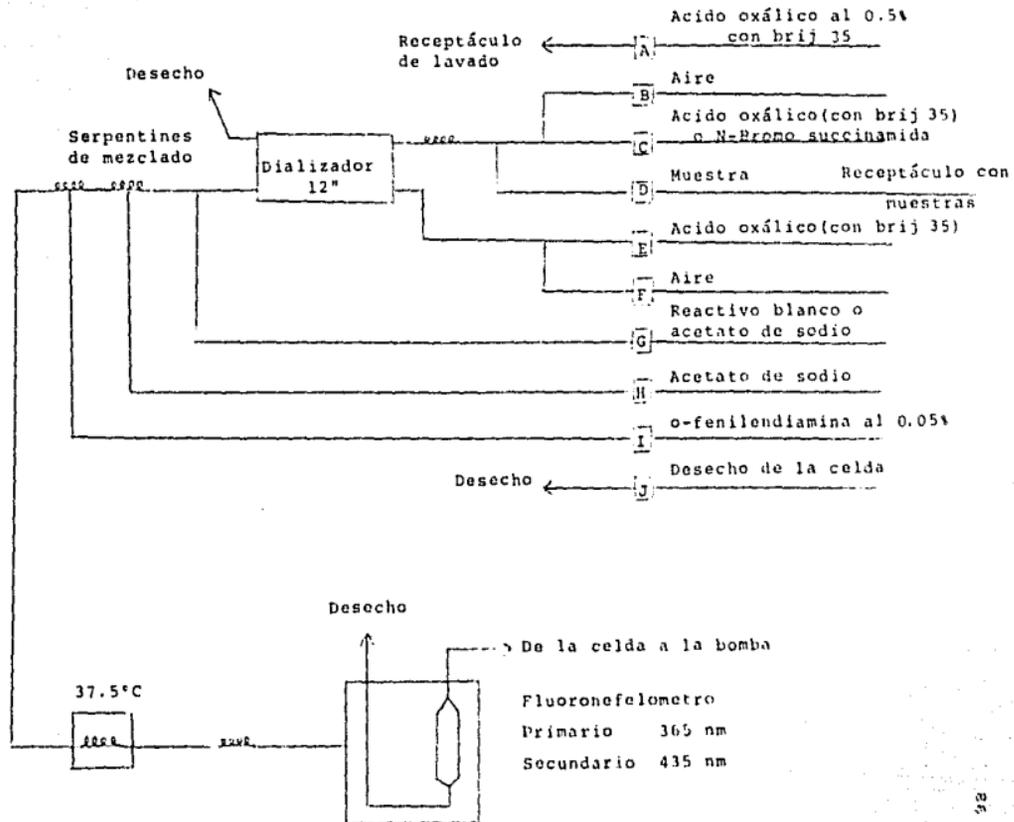
$$\frac{\text{mg/ml} \times \text{aforo}}{\text{peso de la muestra}} \times 100 = \frac{\text{mg de Vitamina C}}{100 \text{ g de muestra}}$$

En la figura no. 8, se puede observar el diagrama de flujo para la determinación de Vitamina C.

2.5 Determinación de minerales (42).

Para la determinación de minerales (sodio, potasio, calcio, hierro y cinc) se molieron las muestras en un molino "Thomas Wiley", modelo #4, haciéndolas pasar por una malla número 40. Pos

FIGURA NO. 8
 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA
 DETERMINACION DE VITAMINA C



teriormente se secaron en un horno "Precision" a 90-100°C para tenerlas en igualdad de condiciones.

El material se lavó con HNO_3 al 10% (v/v) y se enjuagó 3 veces con agua desmineralizada con el objeto de eliminar las impurezas minerales.

Procedimiento:

Pesar de 4 a 6 g de muestra en un crisol y carbonizar en el mechero. Colocar el crisol en la mufla a 550°C (Mufla -- "Thermolyne", modelo F-D1525 M). Calcinar la muestra hasta obtener cenizas blancas. Si las cenizas están oscuras, agregar unas gotas de HNO_3 diluido y meter nuevamente a la mufla.

Enfriar, agregar 5 ml de HNO_3 al 20% (v/v) al crisol y - disolver las cenizas, calentar si es necesario, aforar a 100 ml con agua desionizada y filtrar las cenizas a través de papel - Whatman #42.

Cálculos:

$$\text{Elemento } \mu\text{g/ml} = \frac{\mu\text{g/ml en solución de muestra}(\text{d.f.})(100)}{\text{peso de la muestra en gramos}}$$

Donde:

$$\text{d.f.} = \frac{\text{volumen de la muestra en ml}}{\text{volumen de la alícuota tomada para la solución en ml}}$$

En el cuadro no.17 se pueden observar las condiciones de trabajo utilizadas en el Espectrofotómetro Perkin Elmer 5000, Serie X00 para la determinación de sodio, potasio, calcio, hierro y cinc por absorción atómica.

CUADRO NO. 17

CONDICIONES DE TRABAJO USADAS EN EL ESPECTROFOTÓMETRO
DE ABSORCIÓN ATÓMICA

	SODIO	POTASIO	CALCIO	HIERRO	CINCO
Longitud de onda (nm)	589	766.6	423	248.3	213.8
Corriente mínima (mA)	8	12	10	30	15
Slit	0.4	0.4	0.3	0.2	0.7
Energía alcanzada	67-68	69-70	68	53-55	56-57
Matriz	KCl	NaCl	La ₂ O ₃	agua desionizada	agua desionizada
Flama: aire	30	30	30	30	30
acetileno	20	20	20	20	30

Preparación de las curvas estándar de cada mineral:

* Curva estándar de Sodio:

Solución Stock A, 1000 µg/ml: Disolver 2.542 g de NaCl en un litro de agua desionizada.

Solución Stock B, 100 µg/ml: Pipetear 10 ml de la solución stock A (1000 µg/ml) en un matraz aforado de 100 ml. Aforar con agua desionizada.

Solución Stock (100 µg/ml) (ml)	KCl (1500 p.p.m.) (ml)	Concentración final (µg/ml)
1.0	500	0.2
3.0	500	0.6
4.0	500	0.8
5.0	500	1.0

El KCl se usa debido a que el sodio es parcialmente ionizado en una flama de aire-acetileno. Los efectos de la ionización pueden ser minimizados por la adición de un exceso (1000-2000 µg/ml) de otro álcali al estándar y a las muestras.

* Curva estándar de Potasio:

Solución Stock A, 1000 µg/ml: Disolver 1.907 g de cloruro de potasio en un litro de agua desionizada.

Solución Stock B, 100 $\mu\text{g/ml}$: Pipetear 10 ml de la solución stock A (1000 $\mu\text{g/ml}$) en un matraz aforado de 100 ml. Aforar con agua desionizada.

Solución Stock (100 $\mu\text{g/ml}$) (ml)	NaCl (1500 p.p.m.) (ml)	Concentración final ($\mu\text{g/ml}$)
1.0	250	0.4
3.0	250	1.2
5.0	250	2.0

El NaCl se usa para minimizar los efectos de ionización debido a la flama aire-acetileno.

* Curva estándar de Calcio:

Solución Stock A, 1000 $\mu\text{g/ml}$: Pesar 2.458 g de carbonato de calcio, agregar 50 ml de agua desionizada. Agregar por goteo, un volumen mínimo de HCl (aproximadamente 10 ml). Diluir a un litro con agua desionizada.

Solución Stock B, 100 $\mu\text{g/ml}$: Pipetear 10 ml de la solución stock A (1000 $\mu\text{g/ml}$) en un matraz aforado de 100 ml. Aforar con agua desionizada.

Solución Stock (100 $\mu\text{g/ml}$) (ml)	La_2O_3 0.1% (ml)	Concentración final ($\mu\text{g/ml}$)
2.0	100	2.0
4.0	100	4.0
5.0	100	5.0

El La_2O_3 (óxido de lantano) se utiliza con el objeto de inhibir las posibles interferencias causadas por aniones o cationes presentes en la solución los que disminuyen la sensibilidad.

* Curva estándar de Hierro:

Solución Stock A, 1000 $\mu\text{g/ml}$: Disolver 1.0 g de hierro en 50 ml de HNO_3 . Diluir a un litro con agua desionizada.

Solución Stock B, 100 $\mu\text{g/ml}$: Pipetear 10 ml de la solución stock A (1000 $\mu\text{g/ml}$) en un matraz aforado de 100 ml. Aforar con agua desionizada.

Solución Stock (100 $\mu\text{g/ml}$) (ml)	Agua desionizada (ml)	Concentración final ($\mu\text{g/ml}$)
5	500	1.0
15	500	3.0
25	500	5.0

* Curva estándar de Cinc:

Solución Stock A, 1000 $\mu\text{g/ml}$: Disolver 1.0 g de cinc metálico en un volumen mínimo de HCl y diluir a un litro con HCl 1% (v/v).

Solución Stock B, 10 $\mu\text{g/ml}$: Pipetear 1 ml de la solución stock A (1000 $\mu\text{g/ml}$) en un matraz aforado de 100 ml. Aforar con agua desionizada.

Solución Stock (10 $\mu\text{g/ml}$) (ml)	Agua desionizada (ml)	Concentración final ($\mu\text{g/ml}$)
15	500	0.3
25	500	0.5
25	250	1.0

V. RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS.

1. Determinación de proteína y grasa.

De acuerdo a las tablas no. 1, 2 y 3 donde se indican los valores de proteína y grasa en trigo, maíz y arroz y en sus productos procesados se observa que entre los cereales, el mayor contenido de proteína lo presenta el trigo, seguido del arroz y por último el maíz; entre los productos procesados solamente la harina de arroz fue superior al grano. El trigo germinado presentó el mayor contenido de proteína en base seca de todos los alimentos analizados lo que puede explicarse de la siguiente forma: cuando el embrión empieza a germinar, también se inicia la división celular y es muy acelerada, hay más células, se forman sus diferentes partes y entonces es capaz de iniciar la síntesis de proteínas para su mantenimiento (22). Aunque es importante recordar que la ingestión de este producto se realiza en base original, es decir con un 90% aproximadamente de agua, lo que hace que la cantidad de proteína sea pequeña.

El cereal que tuvo el contenido más alto de grasa cruda fue el maíz, seguido del trigo y por último el arroz. Dentro de los productos procesados, observamos que con excepción de los panes de dulce, las galletas finas y los fritos con sal, en los cuales el contenido de grasa fue alto, los demás productos son alimentos con bajo contenido de grasa.

TABLA No.1

CONTENIDO DE HUMEDAD, PROTEINA Y GRASA
EN TRIGO Y SUS PRODUCTOS PROCESADOS

	HUMEDAD %	PROTEINA %		GRASA CRUDA %	
		b.h.	b.s.	b.h.	b.s.
Trigo entero	11.7	10.3	11.7	1.1	1.2
Harina de trigo blanca	10.3	9.9	11.0	1.1	1.2
Harina de trigo integral	10.6	10.9	12.2	1.6	1.8
Trigo germinado	93.9	1.6	26.2	0.1	1.1
Pan de caja blanco	29.9	6.7	9.6	2.2	3.1
Pan de caja integral	32.9	8.1	12.1	2.3	3.5
Pan de caja de centeno	31.0	8.9	12.9	1.1	1.6
Bolillo	18.9	8.4	10.4	0.9	1.1
Concha	10.8	7.3	8.2	21.6	24.2
Cuerno	16.6	6.8	8.1	32.7	39.2
Panqué	21.3	5.3	6.7	20.3	25.8
Galletas Marías	4.5	7.1	7.4	7.8	8.2
Galletas de animalitos	6.6	8.4	9.0	4.1	4.4
Galletas MacMa digesta	3.3	8.7	9.0	20.3	21.0
Galletas MacMa abanico	2.1	7.3	7.5	12.8	13.1
Pasta comercial	11.0	10.3	11.6	0.2	0.2
Pasta enriquecida	10.1	10.2	11.3	0.7	0.8

TABLA No. 2

CONTENIDO DE HUMEDAD, PROTEINA Y GRASA
EN MAIZ Y SUS PRODUCTOS PROCESADOS

	HUMEDAD %	PROTEINA %		GRASA CRUDA %	
		b.h.	b.s.	b.h.	b.s.
Maíz en grano	11.4	7.4	8.4	3.7	4.2
Harina Minsa	10.6	8.2	9.2	3.9	4.4
Maizena	10.8	0.0	0.0	0.2	0.2
Atole comercial	11.0	0.0	0.0	0.1	0.1
Atole enriquecido	10.2	6.0	6.7	0.1	0.1
Atole de masa casero	84.8	0.8	5.3	0.3	1.9
Tortillas	42.1	5.8	9.0	1.1	1.9
Fritos con sal	0.8	5.3	5.3	36.2	36.5
Corn Flakes	3.9	8.1	8.4	3.5	3.6

TABLA No. 3

CONTENIDO DE HUMEDAD, PROTEINA Y GRASA
EN ARROZ Y SUS PRODUCTOS PROCESADOS

	HUMEDAD %	PROTEINA %		GRASA CRUDA %	
		b.h.	b.s.	b.h	b.s.
Arroz pulido	12.7	8.5	9.7	0.6	0.7
Arroz sancochado	8.7	9.6	10.5	0.9	1.0
Arroz moreno	11.1	8.6	9.7	1.9	2.1
Harina de arroz	8.3	12.0	13.1	2.7	2.9
Rice Krispis	2.6	7.7	7.9	0.3	0.3

2. Determinación de tiamina y riboflavina.

Trigo:

En la tabla no. 4 se indican los valores obtenidos de tiamina y riboflavina para trigo y sus productos procesados; no se presentan los resultados de vitamina C, ya que se obtuvieron cantidades muy pequeñas con lo que se puede comprobar que son productos muy pobres en esta vitamina y por esta razón se consideraron valores de cero.

* Tiamina:

Dentro de este grupo, el grano entero presentó el mayor contenido de tiamina. Con respecto a las harinas, en la elaboración de la harina integral ocurre una pérdida del 25% aproximadamente - mientras que para la harina blanca la pérdida fue de 64%, lo que puede atribuirse a la eliminación de las capas externas durante el proceso de la molienda. El efecto del procesamiento en los panes de caja no se pudo apreciar ya que están enriquecidos y por ello los valores fueron mayores que para las respectivas harinas. En los panes de dulce el contenido de tiamina es menor en aproximadamente un 50% en relación con la harina blanca debido al tratamiento térmico utilizado y a la adición de una elevada proporción de grasa que diluye dicho contenido. Dentro de las galletas, las de animalitos presentaron el valor más elevado. En relación a las pastas, la comercial tuvo un contenido de tiamina similar al de la harina blanca y la pasta denominada enriquecida fue superior en un 79% con lo cual se comprueba que a este producto verdaderamente se le añade esta vitamina, tal y como se menciona en el empaque. El contenido de tiamina en el trigo germinado es bajo, mientras que en base seca -

TABLA NO. 4

CONTENIDO DE TIAMINA Y RIBOFLAVINA EN
TRIGO Y SUS PRODUCTOS PROCESADOS

	HUMEDAD %	TIAMINA mg/100g		RIBOFLAVINA mg/100g	
		b. h.	h. s.	b. h.	b. s.
Trigo entero	11.7	0.335	0.378	0.183	0.207
Harina de trigo blanca	10.3	0.121	0.135	0.056	0.063
Harina de trigo integral	10.6	0.250	0.280	0.120	0.134
Trigo germinado	93.6	0.108	1.370	0.049	1.188
Pan de caja blanco	29.9	0.149	0.229	0.187	0.270
Pan de caja integral	32.9	0.318	0.500	0.360	0.537
Pan de caja de centeno	31.0	0.318	0.459	0.352	0.512
Bolillo	18.9	0.111	0.136	0.087	0.108
Concha	10.8	0.083	0.093	0.201	0.226
Cuerno	16.6	0.054	0.064	0.118	0.142
Panqué	21.3	0.058	0.074	0.086	0.110
Galletas Marías	4.5	0.128	0.134	0.169	0.176
Galletas de animalitos	6.6	0.150	0.160	0.133	0.143
Galletas MacMa Digesta	3.3	0.139	0.144	0.139	0.143
Galletas MacMa abanico	2.1	0.142	0.145	0.113	0.115
Pasta comercial	11.0	0.128	0.144	0.087	0.097
Pasta enriquecida	10.1	0.230	0.255	0.030	0.034

se incrementa mucho el valor debido al elevado contenido de agua, este contenido se atribuye al hecho de que esta vitamina es necesaria junto con una hormona, la citocinina para la activación y mantenimiento de la división celular y como ésta se acelera durante la germinación, se requiere una cantidad elevada de tiamina, - la que ya es sintetizada por la semilla (55). Estos mismos valores se presentan en la gráfica no. 1, en donde se pueden apreciar en forma más clara los resultados obtenidos.

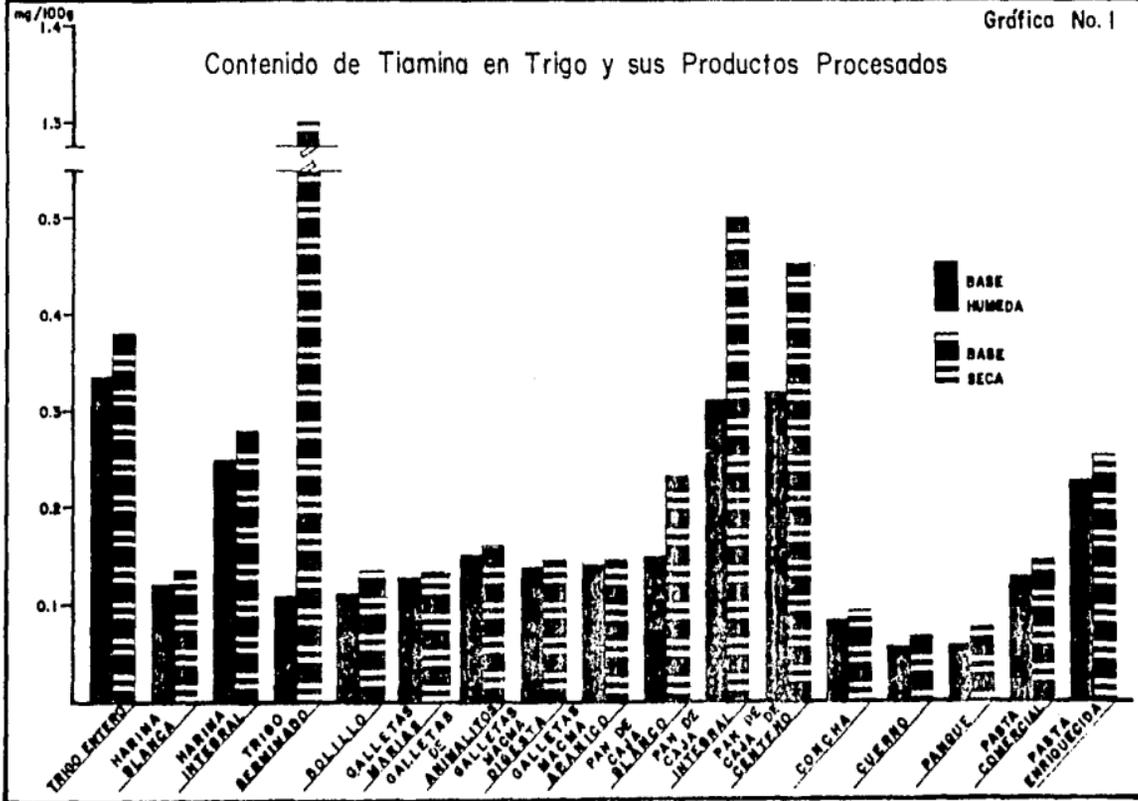
• Riboflavina:

De igual forma, en la gráfica no. 2 se muestra que los panes de caja al igual que para tiamina, volvieron a tener valores de riboflavina más elevados que sus respectivas harinas ya que - también están adicionados de esta vitamina. El contenido de riboflavina en los panes no enriquecidos y en las galletas resultó - ser mayor que en la harina blanca, lo que puede atribuirse a la - contribución de riboflavina de ingredientes tales como leche, hue - vo, levadura, además de que dicha vitamina es menos sensible al - calor. En el caso de las pastas, se encontró una cantidad menor - para la enriquecida debido quizás a un error de manipulación du - rante la preparación de la muestra o debido al empaque transparen - te de este producto ya que esta vitamina es fotosensible. En el - trigo germinado, la riboflavina participa en las mismas funciones que la tiamina por lo que los valores obtenidos se explican de la misma manera que para la tiamina (55).

Maíz:

En la tabla no. 5, se presentan los valores obtenidos de tiamina y riboflavina para maíz y sus productos elaborados, igual que en el caso anterior, las cantidades de vitamina C obtenidas -

Contenido de Tiamina en Trigo y sus Productos Procesados



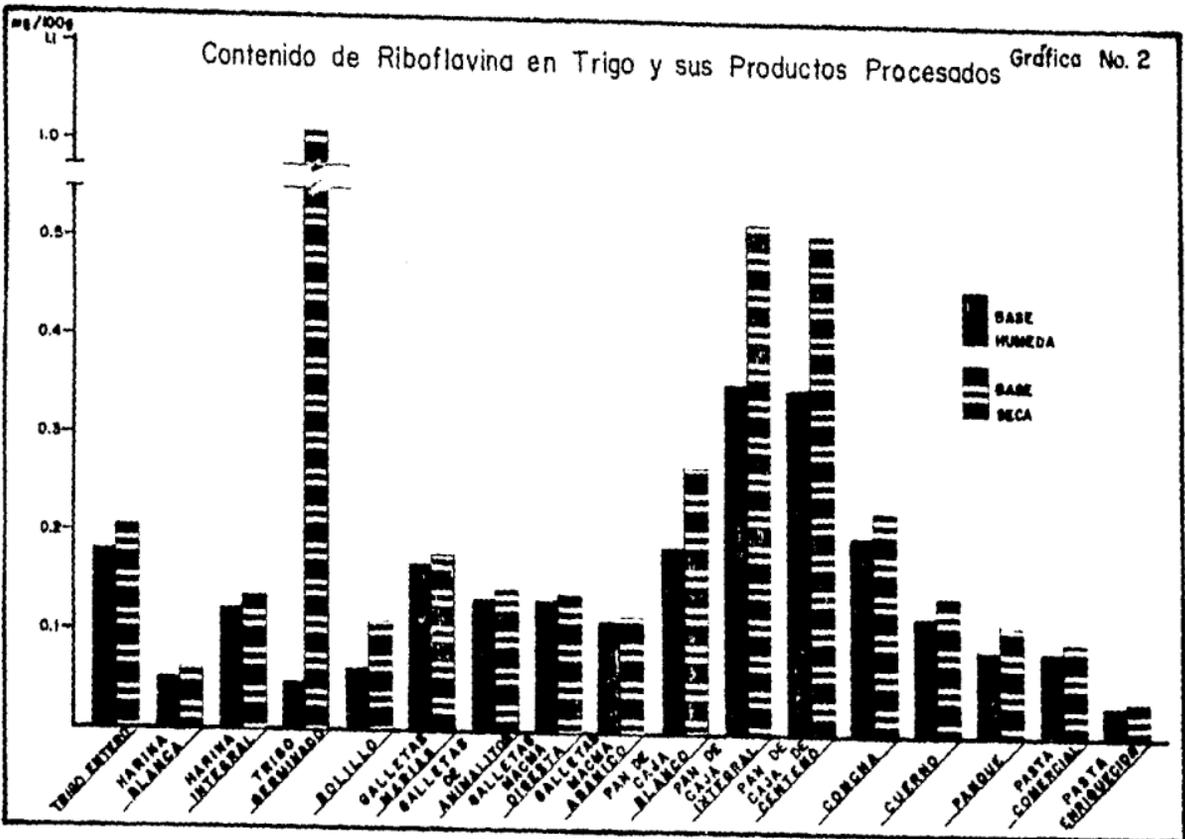


TABLA NO. 5

CONTENIDO DE TIAMINA Y RIBOFLAVINA EN
MAIZ Y SUS PRODUCTOS PROCESADOS

	HUMEDAD %	TIAMINA mg/100g		RIBOFLAVINA mg/100g	
		b.h.	b.s.	b.h.	b.s.
Maíz en grano	11.4	0.350	0.395	0.086	0.097
Harina Minsa	10.6	0.349	0.390	0.138	0.154
Maizena	10.8	0.014	0.016	0.008	0.009
Atole comercial	11.0	0.022	0.025	0.020	0.022
Atole enriquecido	10.2	0.231	0.256	0.050	0.055
Atole de masa casero	84.8	0.021	0.142	0.012	0.078
Tortillas	42.11	0.098	0.167	0.035	0.081
Fritos con sal	0.8	0.054	0.055	0.144	0.146
Corn Flakes	3.9	0.431	0.448	1.055	1.098

para estos productos fueron casi despreciables.

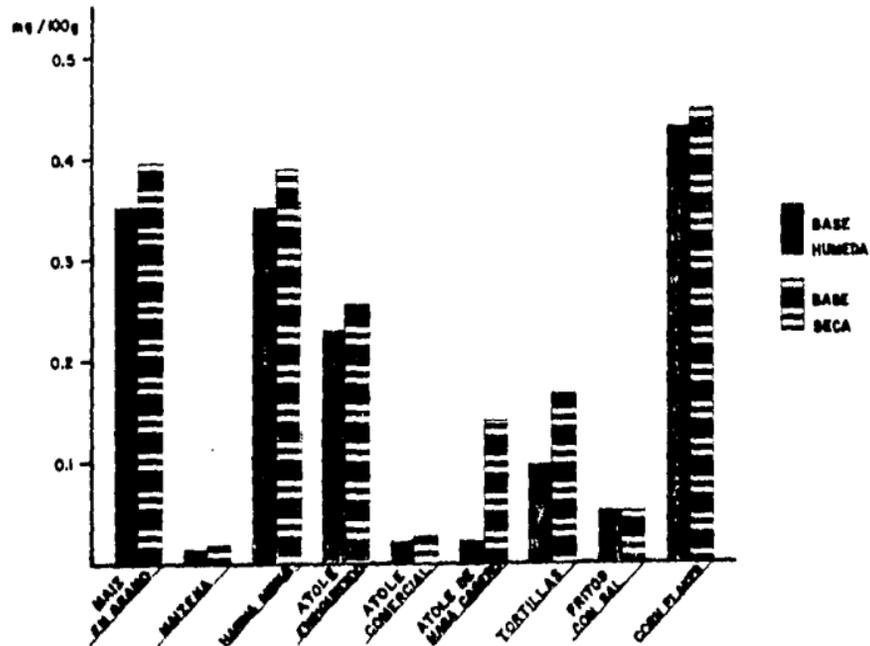
* Tiamina:

Como se puede apreciar en forma más clara en la gráfica no. 3, el contenido de tiamina en el grano entero y en la harina Minsa es mayor que en las tortillas, lo cual aparentemente indica que durante el proceso industrial de nixtamalización para la harina Minsa no se afecta esta vitamina, en cambio en las tortillas se ve una disminución del 70% debido quizás a que en el proceso tradicional de nixtamalización se elimina una buena porción de vitaminas hidrosolubles por los lavados del grano además del tratamiento de cocción de las tortillas. En los atoles comerciales en polvo, el enriquecido tuvo alto contenido, en tanto que en el no enriquecido se pudo observar que lo analizado fue solo fécula o almidón de maíz siendo ésta baja en nutrimentos con excepción de carbohidratos. El atole de masa también dio un valor bajo, probablemente hubo daño térmico de esta vitamina. Se confirmó que la temperatura utilizada en la elaboración de los fritos resultó excesiva para mantener el contenido de tiamina ya que el valor disminuyó drásticamente comparado con el del maíz en grano, además que la absorción de un 36% de grasa durante el freído diluyó su contenido. El alto valor de tiamina registrado para los Corn Flakes confirma que se trata de un producto adicionado de esta vitamina.

* Riboflavina:

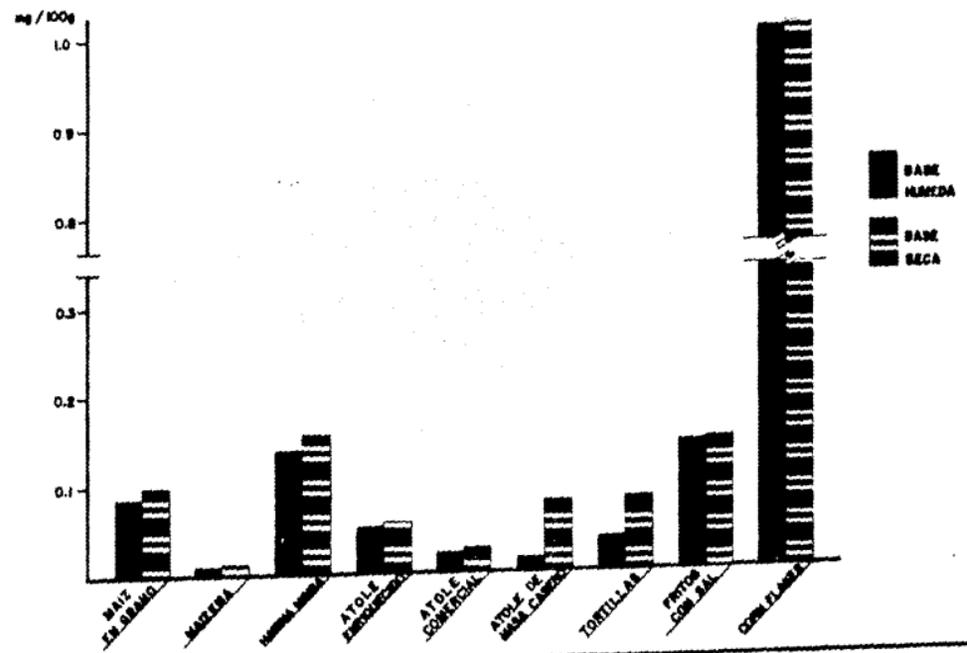
Tal y como se observa en la gráfica no. 4, en las tortillas el contenido de riboflavina bajó con respecto al maíz en grano debido al proceso de nixtamalización. Aunque el valor para la harina Minsa se ve ligeramente más alto, hay que tomar en -

Contenido de Tiamina en Maíz y sus Productos Elaborados



Gráfica No. 4

Contenido de Riboflavina en Maíz y sus Productos Elaborados



cuenta de que no se partió de la misma muestra por lo que puede ser debido a las diversas variedades de granos utilizados. Entre las tortillas y la harina Minsa la explicación más lógica para la diferencia en sus resultados podría ser en base a solubilidad o sea por los lavados efectuados que son menos drásticos o menos abundantes en el proceso industrial. En los atoles comerciales los valores son inferiores con respecto al maíz en grano ya que son productos elaborados con fécula de maíz y en este caso el atole enriquecido probablemente no fue adicionado de riboflavina. Para los fritos se encontraron valores similares a la harina Minsa lo que comprueba en cierta forma que esta vitamina no se afecta o se afecta muy poco por las altas temperaturas de procesamiento. Los Corn Flakes presentaron un alto contenido de riboflavina comprobándose así su enriquecimiento.

Arroz:

Los resultados de tiamina y riboflavina en arroz y sus productos procesados se muestran en la tabla no. 6, con respecto a la vitamina C sucede lo mismo que en el caso del trigo y el maíz.

* Tiamina:

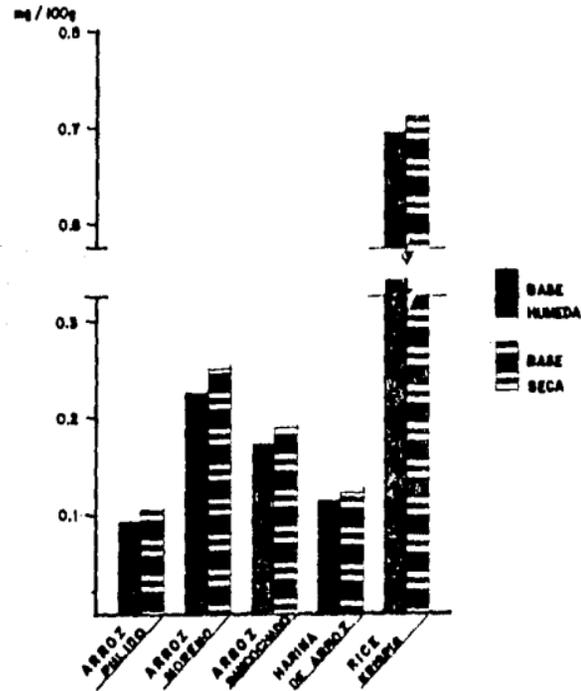
En forma más clara se puede observar en la gráfica no. 5 que en los arroces pulido, sancochado y moreno se encontraron contenidos crecientes de tiamina respectivamente, comprobándose que durante la molienda se perdió el 60% de esta vitamina y que el proceso de sancochado incorpora al grano parte de las vitaminas de las capas externas. El contenido de tiamina en la harina de arroz sólo fue ligeramente mayor que el del arroz pulido a pesar de que está enriquecida con este nutrimento. Con respecto a los Rice Krispis no se pudo observar el efecto del procesamiento de-

TABLA NO. 6

CONTENIDO DE TIAMINA Y RIBOFLAVINA EN
ARROZ Y SUS PRODUCTOS PROCESADOS

	HUMEDAD %	TIAMINA mg/100g		RIBOFLAVINA mg/100g	
		b.h.	b.s.	b.h.	b.s.
Arroz pulido	12.7	0.092	0.106	0.027	0.030
Arroz sancochado	8.7	0.173	0.190	0.039	0.042
Arroz moreno	11.1	0.225	0.254	0.071	0.079
Harina de arroz	8.3	0.112	0.123	0.030	0.033
Rice Krispis	2.6	0.693	0.712	1.337	1.372

Contenido de Tiamina en Arroz y sus Productos Elaborados



bido a que están enriquecidos con una cantidad elevada de tiamina.

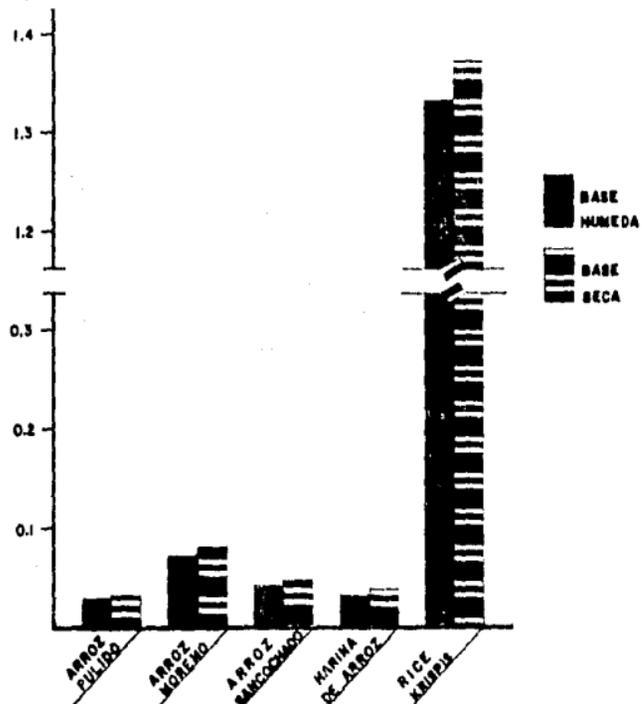
• Riboflavina:

Se observa en la gráfica no. 6, que el valor de riboflavina es mayor para el arroz moreno, seguido nuevamente del sancochado y finalmente el arroz pulido, lo cual indica que la molienda - elimina una porción de este nutrimento y que durante el sancochado esta vitamina migra hacia el endospermo, observándose que es mayor la eficiencia de migración en el caso de la tiamina. El contenido de riboflavina en la harina de arroz es prácticamente igual que el del arroz pulido lo cual significa que si se añadió esta vitamina se perdió por exposición a la luz, ya que es muy sensible a esta condición. También para el caso de la riboflavina, los Rice Krispis son un producto al que se le añade una gran cantidad de dicha vitamina.

Contenido de Riboflavina en Arroz y sus Productos Procesados

Gráfica No. 6

mg / 100g



3. Determinación de minerales.

Trigo:

En la tabla no. 7 se presentan los valores de los minerales analizados: Fe, Zn, Na, K y Ca en trigo y sus productos procesados.

*Hierro:

En este grupo, el trigo entero es el que contiene más hierro mientras que en las harinas disminuye considerablemente siendo la causa la eliminación de las capas externas durante el proceso de la molienda. Dentro de los panes de caja, el integral presentó el valor más bajo a pesar de que el empaque se menciona estar enriquecido con dicho mineral. El contenido de hierro en el bolillo es ligeramente superior al de la harina blanca debido a la contribución de hierro por parte de la levadura, en cambio en los panes de dulce, la cantidad de dicho mineral es menor a pesar de la adición de ingredientes que pueden contribuir con hierro al producto, pero también existen otros ingredientes en mayor proporción como la grasa y el azúcar que disminuyen el contenido de este mineral. Las galletas de animalitos presentaron un valor elevado debido a que están elaboradas con recortes de diferentes tipos de galletas y de igual manera las galletas MacMa digesta tienen un elevado contenido entre las galletas, ya que son elaboradas con harina de trigo integral. Comparando los valores de la pasta comercial con la pasta enriquecida se puede observar que la segunda está adicionada con dicho nutrimento. En el caso del trigo germinado no se detectó presencia de hierro debido a que cuando se inicia la germinación se incrementa la respiración y por tanto la semilla requiere de hierro para llevar a cabo esta importante función y lo re-

TABLA NO. 7

CONTENIDO DE MINERALES EN TRIGO Y SUS PRODUCTOS PROCESADOS

(mg/100 g. de muestra)

HUMEDAD %	HIERRO		CINCO		SODIO		POTASIO		CALCIO		
	b.h.	b.s.	b.h.	b.s.	b.h.	b.s.	b.h.	b.s.	b.h.	b.s.	
Trigo entero	11.7	4.23	4.79	3.47	3.93	21.41	24.24	359.77	407.44	61.78	69.97
Harina de trigo blanca	10.3	1.41	1.57	1.20	1.34	6.13	6.85	167.73	186.98	31.69	35.45
Harina de trigo integral	10.6	2.45	2.74	2.70	3.03	6.12	6.84	295.58	330.62	39.67	44.37
Trigo germinado	93.9	-	-	0.0031	0.052	7.35	120.60	110.12	1805.25	3.00	49.26
Pan de caja blanco	29.9	1.59	2.27	1.47	2.10	625.39	892.15	145.87	208.09	66.24	94.49
Pan de caja integral	32.9	1.15	1.71	1.58	2.35	625.82	932.68	210.61	313.88	63.55	94.71
Pan de caja de centeno	31.0	1.40	2.04	1.11	1.61	687.44	996.30	142.30	206.24	63.52	92.06
Bolillo	18.9	1.49	1.64	1.55	1.91	460.39	567.69	178.37	219.94	35.99	44.88
Concha	10.8	1.26	1.41	1.28	1.44	309.00	346.42	132.27	148.29	42.46	47.60
Cuerno	16.6	1.06	1.28	2.02	2.42	409.10	490.53	113.88	136.55	59.12	70.89
Panqué	21.3	1.19	1.51	7.60	9.66	232.77	295.78	99.55	126.50	92.77	117.88
Galletas Marías	4.5	1.22	1.28	0.94	0.98	547.45	573.24	107.67	112.74	35.94	37.63
Galletas de animalitos	6.6	1.52	1.62	1.37	1.46	381.27	408.21	119.42	127.85	31.74	33.98
Galletas Macha digesta	3.3	1.50	1.55	2.44	2.53	230.48	238.34	54.59	56.45	113.56	117.01
Galletas Macha abanico	2.1	0.99	1.02	0.92	0.94	183.83	187.23	147.89	151.06	74.77	76.37
Pasta comercial	11.0	0.86	0.96	1.38	1.55	4.63	5.20	203.00	228.08	29.08	32.67
Pasta enriquecida	10.1	1.48	1.65	1.15	1.28	7.42	8.25	167.47	186.28	106.77	118.77

quiere en gran cantidad, por lo que en un principio la semilla - utiliza el hierro que tenía de reserva, pero llega un momento en que éste se agota si no se le suministra en la cantidad necesaria para cumplir con sus funciones; además de que cuando la semilla - se puso a germinar, posiblemente se haya perdido determinado porcentaje de este elemento por lixiviación (22,55). Estos resultados pueden observarse más claramente en la gráfica no. 7.

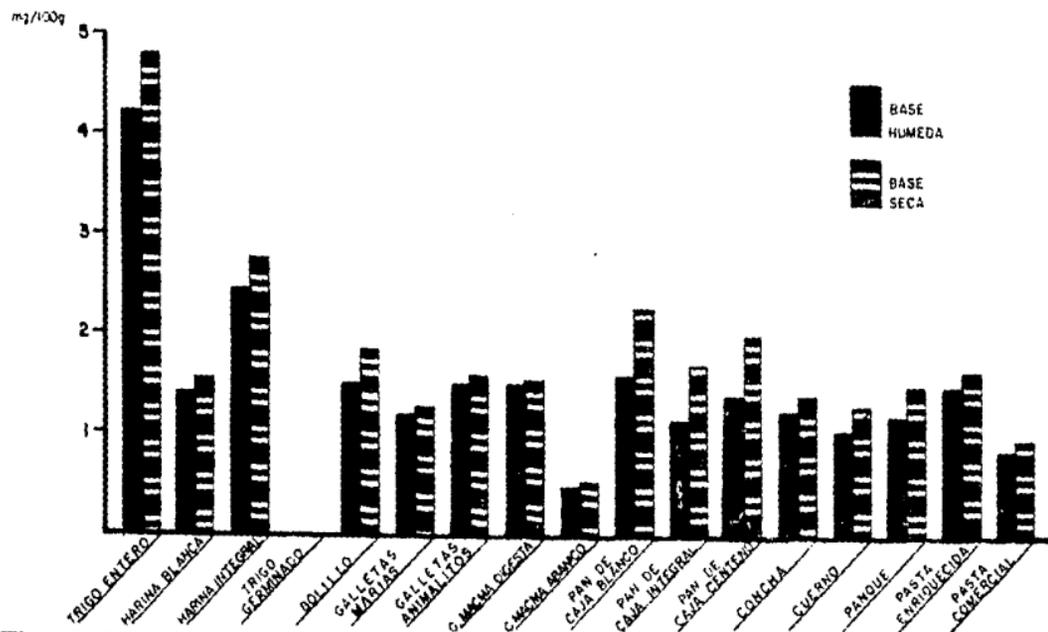
* Cinc:

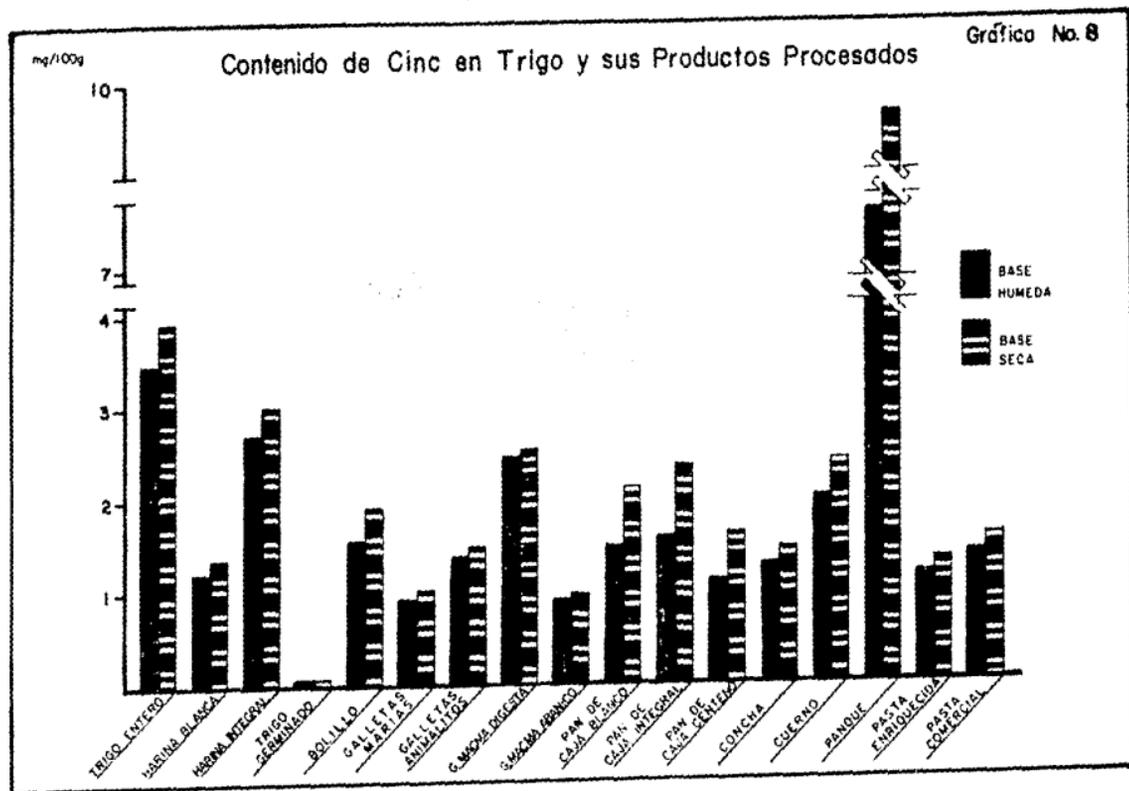
Como se puede apreciar en la gráfica no. 8, al igual que para el hierro, el trigo entero presentó el contenido más alto de cinc mientras que en las harinas disminuye dependiendo del grado de extracción de las mismas. En los panes de dulce observamos valores muy elevados con respecto a las harinas estudiadas y esto - puede ser atribuido a una posible contaminación del equipo utilizado durante su elaboración. Dentro del grupo de las galletas, las Macma digesta tienen el valor más alto ya que en su manufactura se utiliza harina de trigo integral así como otros ingredientes - que contribuyen con cinc. Los panes de caja y las pastas presentan valores semejantes a la harina con que se prepara. Los valores obtenidos para el trigo germinado demuestran que posiblemente ya se ha utilizado una gran parte de la reserva de cinc para cumplir con la función de formar ácido indolacético a partir de triptofano, el cual es necesario para el alargamiento celular, proceso que es acelerado durante la germinación, además de una probable pérdida por lixiviación (40).

* Sodio:

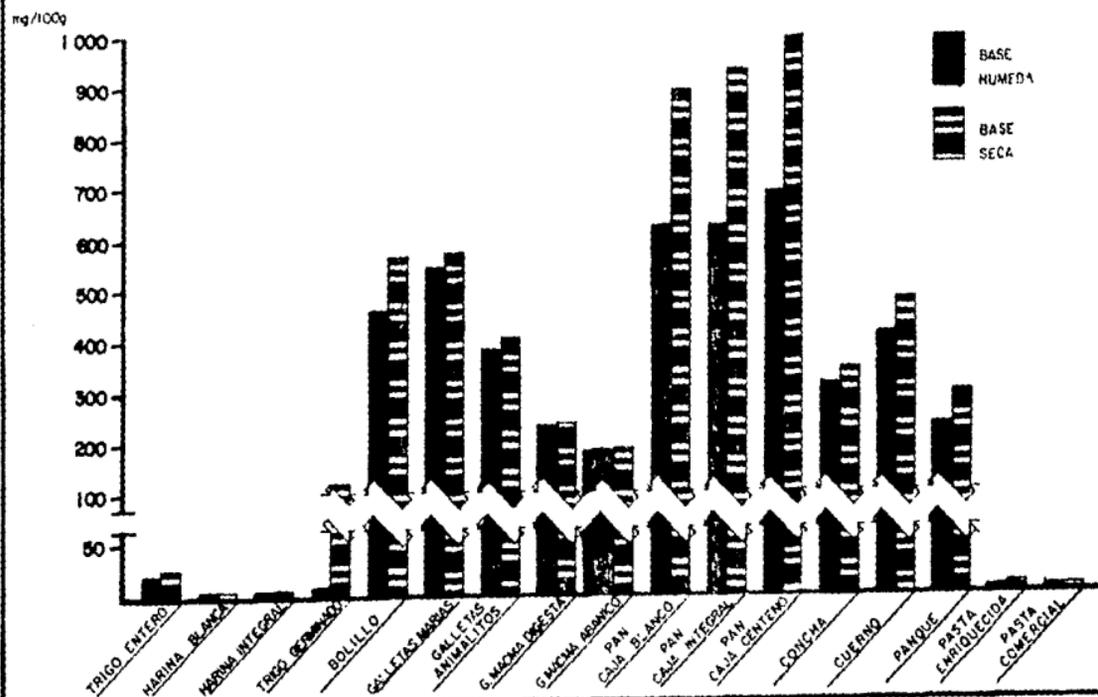
En la gráfica no. 9 podemos observar que los productos de trigo con excepción de las pastas presentaron valores altos debi-

Contenido de Hierro en Trigo y sus Productos Procesados





Contenido de Sodio en Trigo y sus Productos Procesados

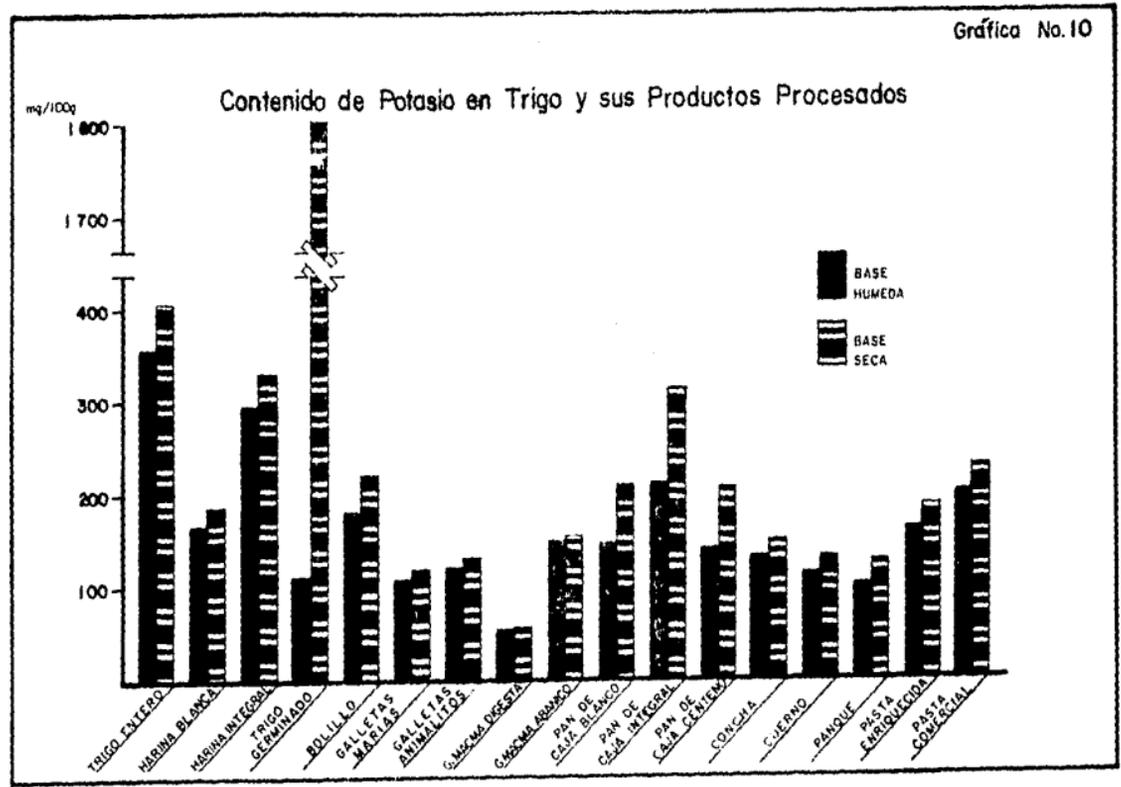


do a que en su elaboración se utilizan ingredientes tales como sal yodada, alimento para levadura, conservadores, agentes leudantes, que contribuyen con grandes cantidades de sodio, las que varían dependiendo del tipo de producto de que se trate. Las pastas presentan un contenido bajo ya que sólo están constituidas de semolina y agua. El valor del trigo germinado en base seca es más elevado que el del trigo sin germinar ya que el sodio es un elemento fundamental para la célula porque mantiene junto con el potasio el equilibrio osmótico y como la división celular es acelerada durante la germinación, entonces el requerimiento de estos minerales es grande, por lo que asumimos que el agua utilizada para la germinación de la semilla contenía elevadas cantidades de sodio y potasio que asimiló el embrión (18,22).

* Potasio:

Nuevamente el trigo entero presentó como puede observarse en la gráfica no. 10, el contenido más alto de potasio dentro de su grupo y como era de esperarse, en las harinas se obtuvieron valores decrecientes dependiendo del grado de extracción. El contenido de potasio en el pan de caja blanco y en el bolillo es ligeramente mayor que el de la harina blanca debido a la contribución de ingredientes tales como agentes leudantes y alimento para levadura, en cambio en el pan integral se observa un valor menor al de la harina integral pero mayor al de la harina blanca ya que el pan se elabora con una mezcla de ambas harinas. En los panes de dulce el contenido de potasio disminuye con respecto a la harina blanca debido a la cantidad de grasa que contienen. Dentro de las galletas, las Macma digesta presentaron el valor más pequeño debido a su alto contenido de grasa mientras que en las demás galletas

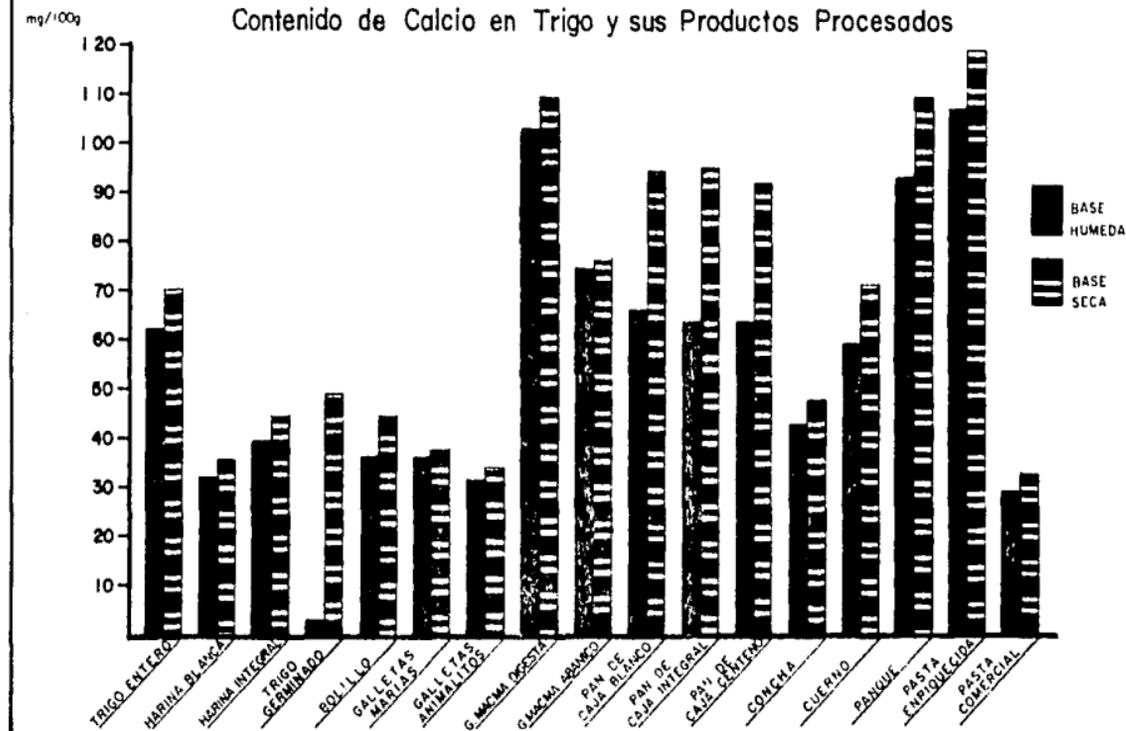
Gráfica No. 10



tas presentaron valores similares a los de la harina con que se fabrican. Las pastas presentaron valores parecidos al de la harina, aunque el valor de la comercial se ve un poco aumentado. El contenido de potasio en el trigo germinado en base seca es muy elevado ya que como se mencionó con anterioridad, interviene en el equilibrio osmótico así como en el metabolismo de carbohidratos y en la síntesis proteica, por lo que sus requerimientos son mayores que los del sodio, habiéndose cubierto con la utilización de agua rica en este mineral (18,22).

* Calcio:

Los valores de calcio para el grupo del trigo se muestran en la gráfica no. 11, en la cual podemos ver que el trigo entero tiene un valor elevado en relación a las harinas debido a que el calcio se distribuye en mayor proporción en las capas externas del grano y éstas son removidas en diversos grados durante la molienda. En los panes de caja, los valores obtenidos superan a los de las harinas debido al calcio que aportan ingredientes tales como levadura, alimento para levadura (sales de calcio, etc). También en los panes de dulce y en las galletas finas, los valores son elevados ya que durante su elaboración se añaden leche y huevo que son fuentes importantes de calcio, mientras que en las galletas Marías y de animalitos, los valores son bajos porque dentro de su formulación no se encuentran ingredientes que puedan proporcionar este mineral. Como puede observarse, el valor de la pasta enriquecida fue más alto que el de la pasta comercial ya que a la primera se le añade huevo. Con respecto a los valores obtenidos para el trigo germinado, se puede ver que son menores que los presentes en el grano sin germinar, esto probablemente se deba al hecho de que



el calcio lo requiere el embrión para cumplir con su actividad meristemática porque lo utiliza como constituyente de las paredes celulares y por tanto disminuye al valor al haber mayor número de células, además de que aparentemente el agua en que se llevó a cabo la imbibición de la semilla no era un agua dura, por lo que no hubo gran aporte de calcio del exterior (10,24).

Maíz:

En la tabla no. 8 se presentan los valores de los minerales analizados: Fe, Zn, Na, K y Ca en maíz y sus productos procesados.

* Hierro:

Dentro del grupo del maíz, la harina Minsa tiene un contenido de hierro mas elevado que el grano y esto se debe posiblemente a una contaminación con hierro proveniente de los molinos ya que durante la molienda se produce fricción, de igual manera se explica el valor elevado en las tortillas. En el caso de la maizena y el atole comercial, los valores son muy bajos ya que son productos elaborados a base de almidones. Para los Corn Flakes el valor es similar al del maíz en grano lo cual nos hace suponer que están elaborados con otra variedad de maíz cuyo contenido de hierro sea menor o que la cantidad de Hierro agregada sea pequeña o que no están enriquecidos. Estos resultados pueden verse de manera más clara en la gráfica no. 12.

* Cinc:

Asimismo en la gráfica no. 13 podemos ver que dentro del grupo del maíz, la harina Minsa tiene el valor más alto aunque no difiere mucho del obtenido para el maíz en grano lo que hace suponer que se trata de variedades diferentes, Ya que la maizena y el atole comercial son elaborados con fécula de maíz (almidones) el

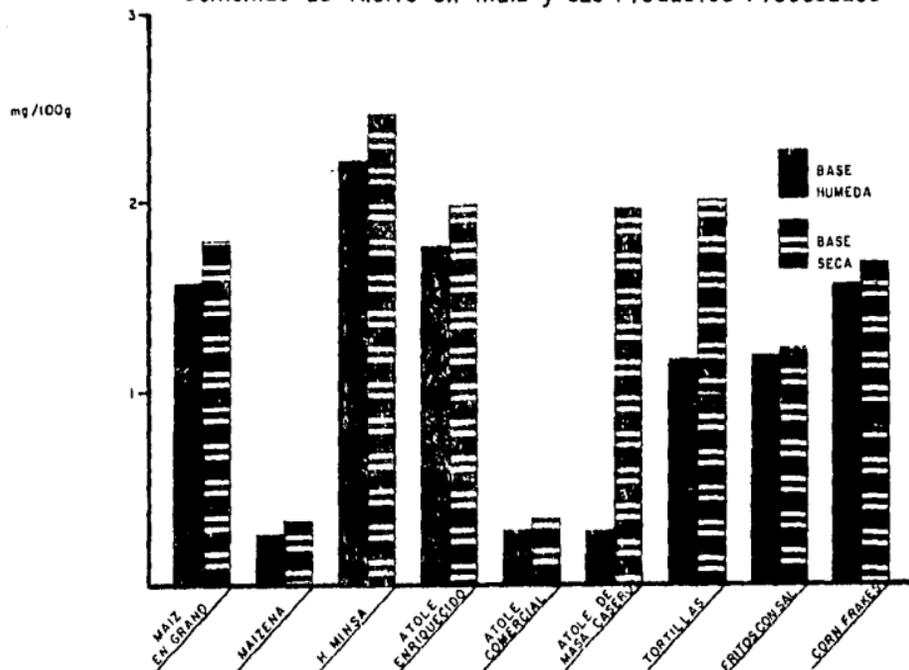
TABLA NO. 8

CONTENIDO DE MINERALES EN MAIZ Y SUS PRODUCTOS PROCESADOS

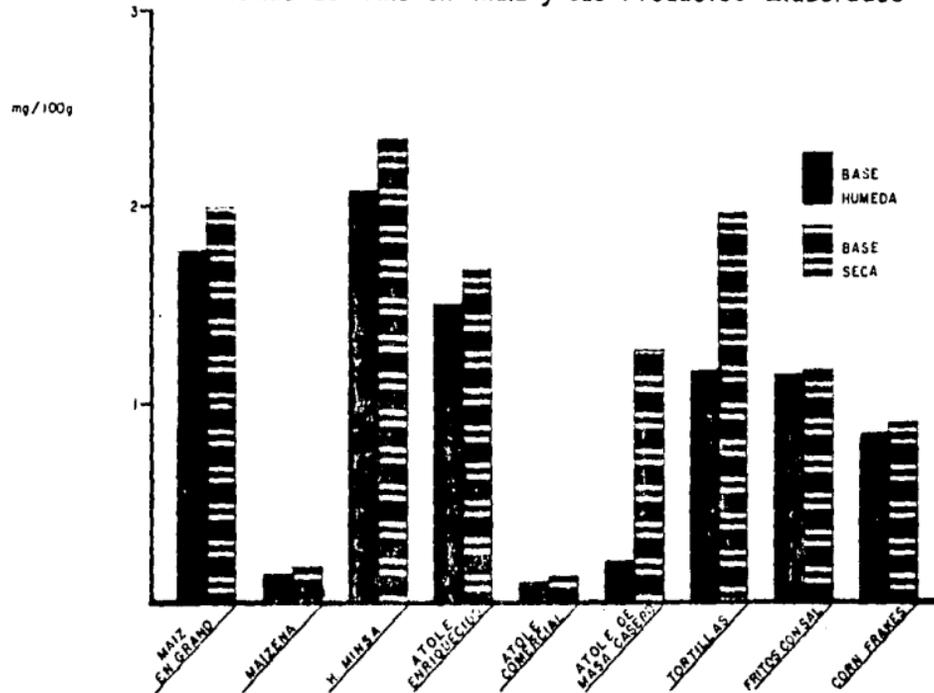
(mg/100 g. de muestra)

	HUMEDAD	HIERRO		CINC		SODIO		POTASIO		CALCIO	
		✓	b.h.	b.s.	b.h.	b.s.	b.h.	b.s.	b.h.	b.s.	b.h.
Maíz en grano	11.4	1.57	1.77	1.77	2.00	4.64	5.24	403.34	455.23	5.12	5.78
Harina Minsa	10.6	2.22	2.48	2.09	2.34	8.79	9.84	286.95	320.97	183.63	205.40
Maizena	10.8	0.26	0.29	0.11	0.12	12.34	13.83	16.86	18.90	2.36	2.65
Atole comercial	11.0	0.28	0.32	0.08	0.09	16.62	18.67	6.17	6.93	4.92	5.53
Atole enriquecido	10.2	1.77	1.97	1.50	1.67	7.22	8.04	337.51	375.84	41.98	46.75
Atole de masa casero	84.8	0.29	1.97	0.19	1.27	13.45	88.51	21.04	138.48	43.64	287.10
Tortillas	42.1	1.16	2.01	1.16	1.96	4.05	7.00	165.98	286.68	188.99	326.41
Fritos con sal	0.8	1.18	1.19	1.14	1.15	646.39	651.60	121.16	122.13	141.45	142.59
Corn Flakes	3.9	1.60	1.66	0.86	0.90	993.41	1033.72	121.43	126.35	21.27	22.14

Contenido de Hierro en Maíz y sus Productos Procesados



Contenido de Cinc en Maíz y sus Productos Elaborados



contenido de cinc es muy bajo, en cambio el atole enriquecido - tiene un valor alto debido a que está elaborado con harina de - maíz y con harina de soya. En el caso de los fritos, el contenido de este mineral disminuye considerablemente debido a la presen - cia de un alto contenido de grasa y a la presencia también de un elevado contenido de sodio, esto último también se aplica para el caso de los Corn Flakes.

* Sodio:

En el grupo del maíz, como podemos ver en la gráfica no. 14 los productos presentaron bajo contenido de sodio con excepción de los fritos y los Corn Flakes a los que se les adiciona sal yodada durante su manufactura y el atole de masa que posiblemente sufrió contaminación durante su manipulación.

* Potasio:

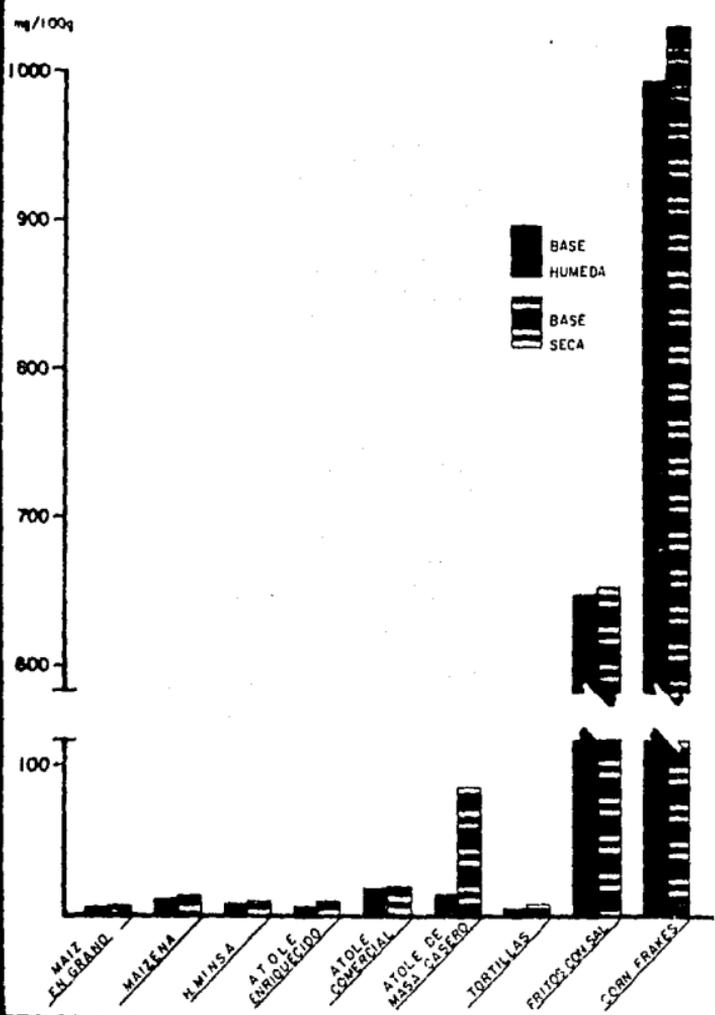
Con respecto al grupo del maíz, el grano entero presentó el valor más alto de potasio como puede observarse en la gráfica no. 15 y las tortillas presentaron un valor menor que la harina - Minsa ya que durante el proceso de nixtamalización de las primeras hay mayor número de lavados. El atole enriquecido presenta un valor elevado con respecto a los otros atoles debido a que contie - ne harina integral de soya. Los fritos y los Corn Flakes presentan valores más pequeños que el maíz en grano ya que se les adiciona una gran cantidad de sal que diluye el contenido de potasio.

* Calcio:

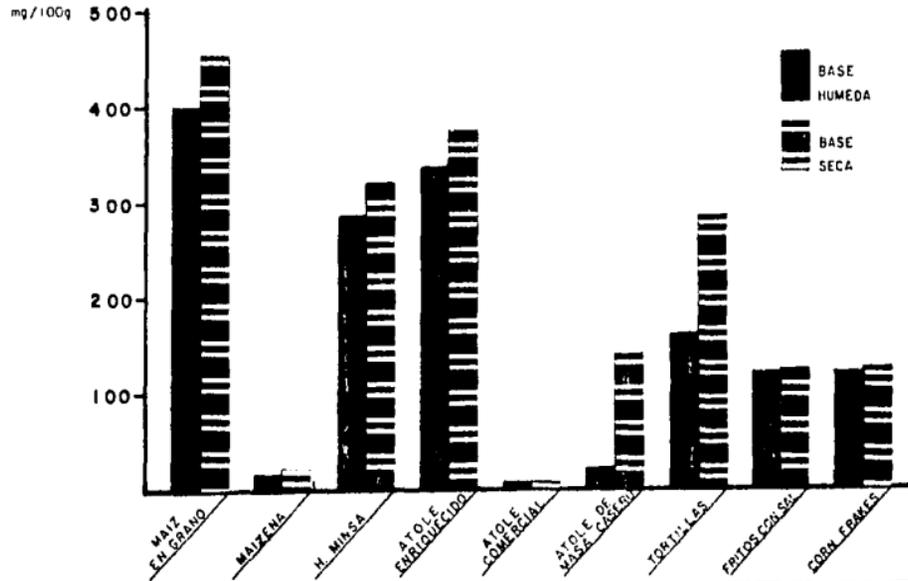
En la gráfica no. 16 se dan los resultados de calcio para el grupo del maíz, en la que podemos ver que tanto la harina Minsa como las tortillas tienen un valor muy elevado debido a que el proceso de nixtamalización se basa en un tratamiento alcalino uti

Gráfica No. 14

Contenido de Sodio en Maíz y sus Productos Procesados



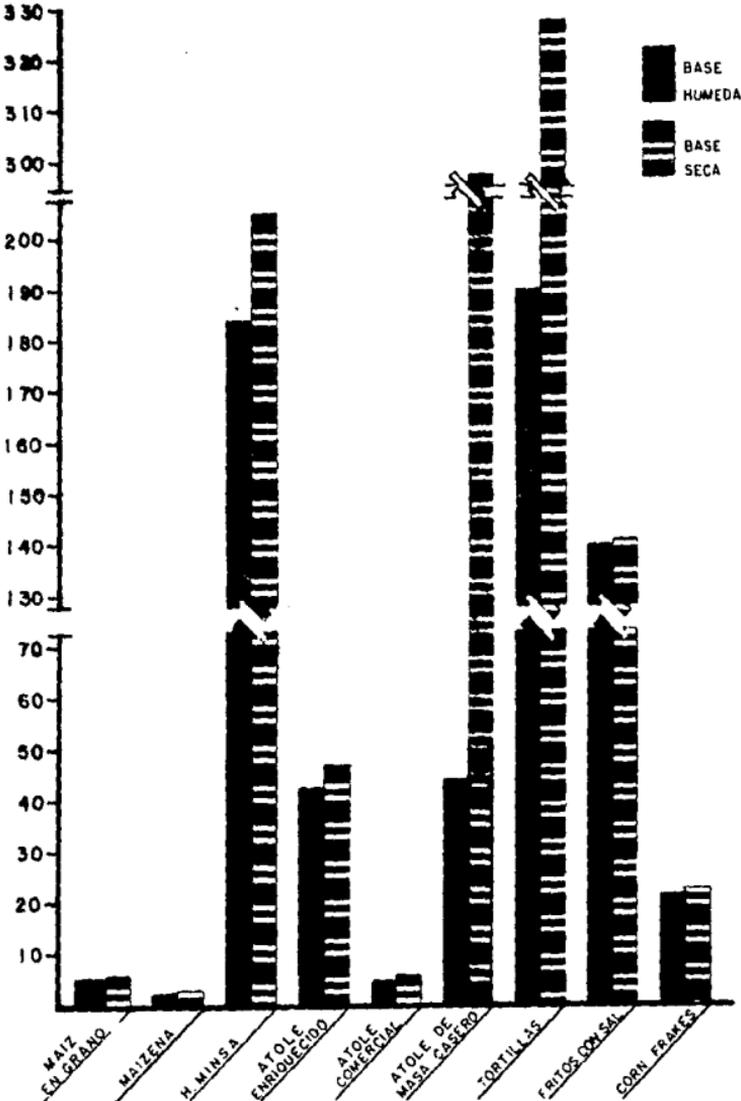
Contenido de Potasio en Maíz y sus Productos Procesados



Gráfica No.16

Contenido de Calcio en Maíz y sus Productos Procesados

mg/100g



lizando $\text{Ca}(\text{OH})_2$, aunque en el caso de las tortillas dicho tratamiento es más prolongado. Dado el valor elevado de los fritos, podría pensarse que se utiliza harina nixtamalizada a pesar de que en su manufactura no se describe este procesamiento, el alto contenido de grasa diluye un poco el valor de este mineral con respecto a la harina Minsa. Con respecto al atole de masa el valor es muy bajo debido a la gran cantidad de agua que tiene, pero en base seca el valor es similar al de las harinas nixtamalizadas.

Arroz:

En la tabla no. 9 se presentan los valores de los minerales analizados: Fe, Zn, Na, K y Ca en arroz y sus productos procesados.

* Hierro:

El arroz moreno tuvo un valor mayor que el arroz pulido, demostrándose que este mineral se localiza en las capas externas del grano, las que son removidas durante la molienda, se esperaba que el arroz sancochado tuviera un valor intermedio entre estos - dos, sin embargo fue menor aún que para el pulido. La harina de arroz presenta un valor elevado por estar enriquecida con harina de soya. Los Rice Krispis al tener un valor superior al del arroz pulido y semejante al del moreno demuestran que están enriquecidos con este mineral o que se elaboran con el grano entero es decir a partir del arroz moreno. Estos resultados se pueden ver claramente en la gráfica no. 17.

* Cinc:

En la gráfica no. 18 pueden observarse los resultados para el grupo del arroz, en el que la harina tuvo el mayor contenido de cinc ya que está enriquecida con harina de soya que contri-

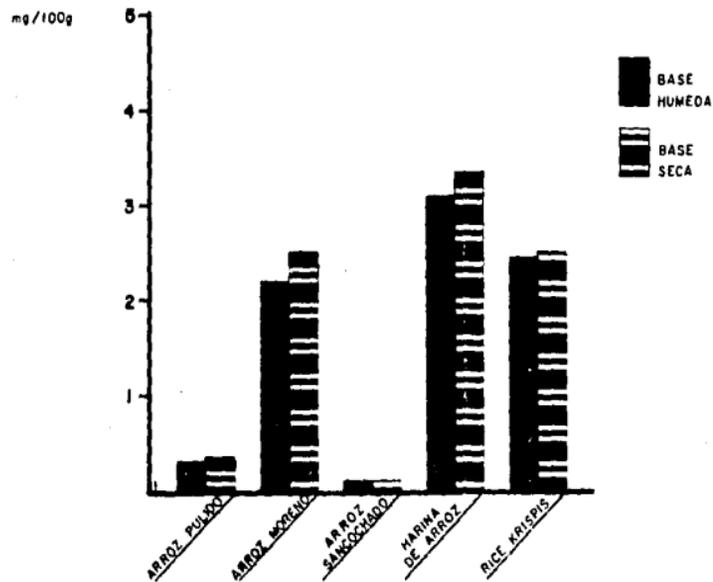
TABLA NO. 9

CONTENIDO DE MINERALES EN ARROZ Y SUS PRODUCTOS PROCESADOS

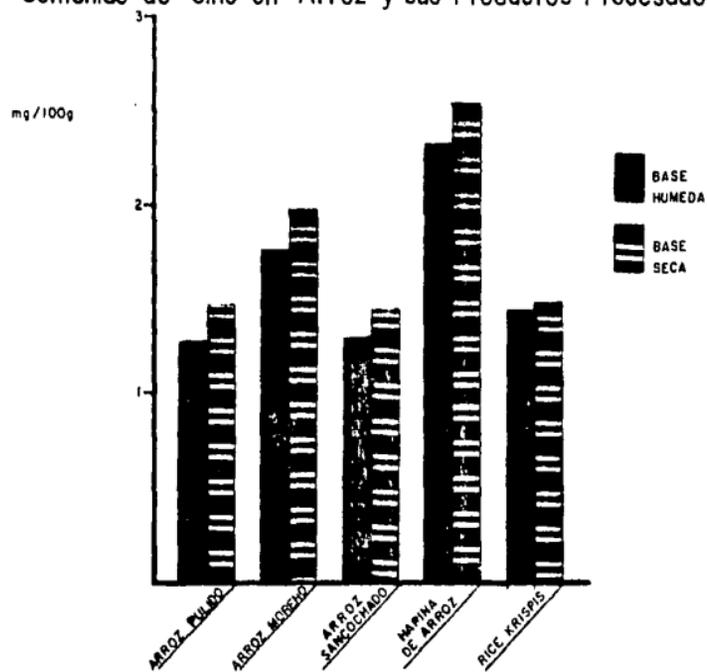
(mg/100 g. de muestra)

	HUMEDAD	HIERRO		CINC		SODIO		POTASIO		CALCIO	
		%	b.h.	b.s.	b.h.	b.s.	b.h.	b.s.	b.h.	b.s.	b.h.
Arroz pulido	12.7	0.29	0.34	1.29	1.48	3.73	4.27	96.89	110.98	4.97	5.70
Arroz sancochado	8.7	0.11	0.12	1.30	1.42	10.77	11.79	134.41	147.21	8.97	9.85
Arroz moreno	11.1	2.23	2.51	1.77	1.99	10.93	12.30	281.52	316.67	29.03	32.65
Harina de arroz	8.3	3.09	3.37	2.35	2.56	8.10	8.84	337.51	368.05	25.35	27.64
Rice Krispis	2.6	2.44	2.51	1.44	1.48	1138.44	1188.82	166.14	170.57	20.82	21.38

Contenido de Hierro en Arroz y sus Productos Procesados



Contenido de Cinc en Arroz y sus Productos Procesados



buye con una cantidad considerable de este nutrimento. Como en el hierro, se comprobó que el cinc se encuentra en las capas externas del grano por lo que el arroz moreno tuvo el valor más elevado seguido del arroz pulido, en cambio el arroz sancochado presentó un valor similar al del arroz pulido, lo cual nos indica que en este caso el proceso de sancochado no incrementó su valor. Los Rice Krispis presentan un valor similar al del arroz pulido.

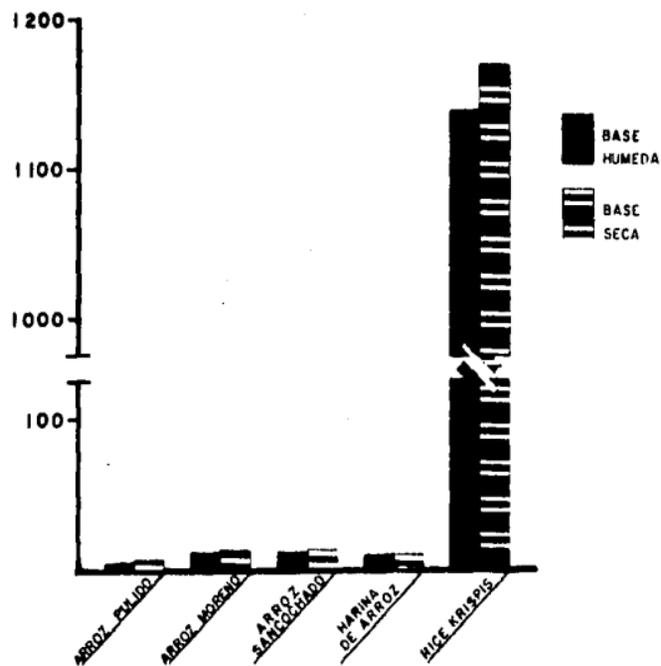
* Sodio:

Para el grupo del arroz, los resultados se dan en la gráfica no. 19 y se puede ver que los Rice Krispis tuvieron un valor muy elevado ya que durante su manufactura se les agrega gran cantidad de sal yodatada. Con respecto al arroz pulido, podemos observar que el contenido de sodio es menor que el del arroz moreno debido a que este mineral se encuentra en las capas externas las que son removidas en la molienda, en cambio en el arroz sancochado el contenido de sodio es ligeramente menor que el del arroz moreno ya que durante el proceso de sancochado existe una migración del sodio hacia el interior del grano. La harina de arroz presenta un valor más elevado que el del arroz pulido ya que se elabora con harina de soya.

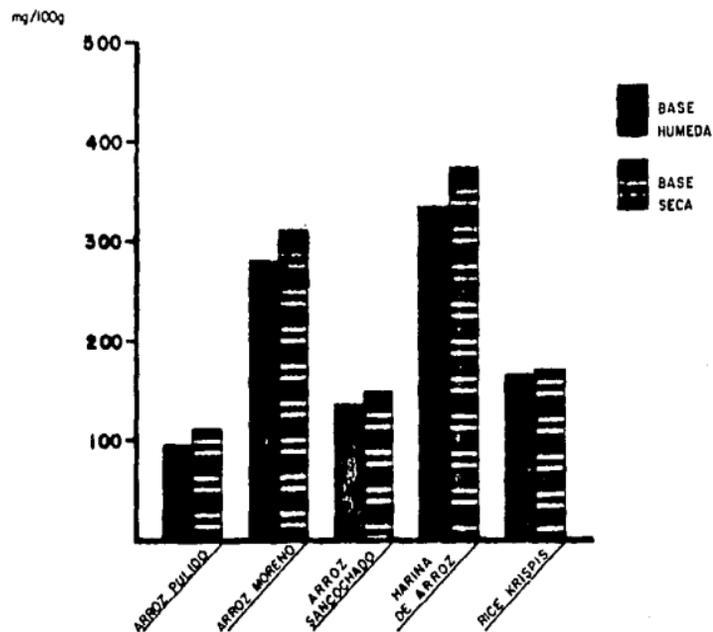
* Potasio:

Dentro de los arroces, el moreno presentó el valor más alto seguido del sancochado en el cual ocurre una migración del potasio hacia el interior del grano y por último el arroz pulido en el cual hay pérdida de este mineral durante la molienda como se puede ver en la gráfica no. 20. La harina de arroz tiene un alto contenido de potasio ya que está enriquecida con harina de

Contenido de Sodio en Arroz y sus Productos Procesados



Contenido de Potasio en Arroz y sus Productos Procesados



soya. Los Rice Krispis presentaron un valor mayor al del arroz pulido ya que durante su elaboración se utiliza arroz moreno, además que el elevado contenido de sodio diluye el contenido de potasio.

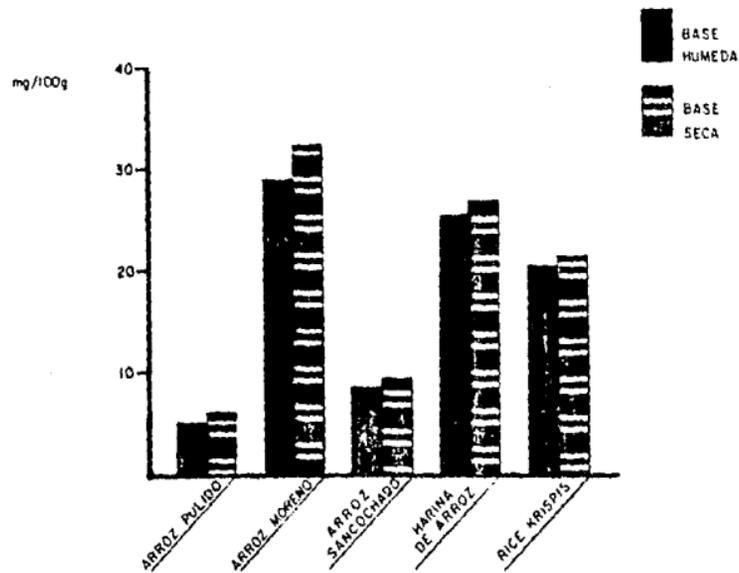
* Calcio:

Con respecto al grupo del arroz, los valores obtenidos se presentan en la gráfica no. 21, en la que se puede observar que el arroz moreno tuvo el valor más alto seguido del sancochado y finalmente el arroz pulido. En la harina, observamos un valor alto dado la harina de soya que contiene. Los Rice Krispis presentaron un valor mayor que el del arroz pulido ya que se elaboran con granos enteros (arroz moreno), pero el alto contenido de sodio diluye el contenido de calcio un poco.

* Al comparar los valores obtenidos durante la realización de este trabajo, tanto de tiamina, riboflavina, hierro y calcio con los citados en los cuadros no. 11, 12 y 13 de composición de los tres cereales y de algunos de sus productos procesados (mencionados en los antecedentes) se encontraron variaciones debidas a los siguientes factores:

- 1) Diferentes variedades de granos analizadas.
- 2) Dentro de los productos procesados existe una gran cantidad de marcas comerciales, los que nos habla de diferentes formas de manufactura.
- 3) Diferentes técnicas analíticas empleadas.

Contenido de Calcio en Arroz y sus Productos Procesados



VI. CONCLUSIONES.

Con base en los resultados obtenidos en este trabajo podemos concluir que:

* Dentro de los cereales estudiados, el trigo presentó el mayor contenido de proteína y el maíz el mayor contenido de grasa. En general las materias primas y los productos procesados presentaron un bajo contenido de grasa, con excepción de los panes de dulce, las galletas finas y los fritos, ningún producto procesado superó en proteína a los granos enteros, con excepción de la harina de arroz ya que es un producto enriquecido.

* Podemos decir que las materias primas tuvieron un buen contenido de tiamina, superior al de los productos procesados no enriquecidos, en los que disminuyó por el proceso térmico aunque para riboflavina, sólo disminuyó por la molienda ya que el tratamiento térmico no la afectó tanto como a la tiamina.

* La adición de estas dos vitaminas a los productos procesados incrementó el contenido a niveles superiores al de las materias primas.

* Entre las diversas materias primas, el arroz tuvo el menor contenido de ambas vitaminas con relación al trigo y al maíz.

* Los cereales no contienen vitamina C y la que pudiera existir en sus productos procesados por contribución de algunos ingredientes, se destruye durante el proceso de manufactura.

* El contenido de minerales en los tres cereales es mayor que en sus productos procesados con excepción del sodio y el calcio, lo que forman parte de algunos ingredientes.

* En la molienda se eliminan cantidades considerables de minerales por estar distribuídos principalmente en las capas externas del grano.

* Los tratamientos térmicos utilizados en la elaboración de los diferentes productos no afectan a los minerales.

* El sancochado es un proceso eficiente para vitaminas y minerales, excepto para hierro y cinc, los que no se difundieron bien probablemente por tener una menor solubilidad o mayor peso que el sodio, el potasio y el calcio.

VII. BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Alcántara, L. ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA TEXTURA DEL GRANO DE MAIZ DURANTE SU PROCESAMIENTO PARA LA OBTENCION DE NIXTAMAL. Tesis. IPN. 1981
- 2.- Anderson, R.H. EFFECTS OF PROCESSING AND STORAGE ON MICRONUTRIENTS IN BREAKFAST CEREALS. Food Technol 30(2): 110-114, 1976.
- 3.- Association of Official Analytical Chemists. A.O.A.C. OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS. 11a ed. Washington, U.S.A., 1970.
- 4.- Association of Official Analytical Chemists. A.O.A.C. OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS. 14aed. Washington, U.S.A., 1984.
- 5.- Appolonia, B.L. USES OF NON FLOUR FRACTIONS OF WHEAT. Cereal Foods World 24(8): 326-327, 1979.
- 6.- Ayala Valdés, D. ACIDO ASCORBICO O VITAMINA C. Cuadernos de Nutrición 5(1): 93-100, 1980.
- 7.- Bechtel, D.B. and Pomeranz, Y. IMPLICATIONS OF THE RICE KERNEL IN STORAGE, MARKETING AND PROCESSING. J. Food Sci. 43(5): 1538-1547, 1978.
- 8.- Bedolla, S. COOKING MAIZE FOR MASA PRODUCTION. Cereal - Foods World 27(5): 219, 1982.
- 9.- Bennion, B.C. FABRICACION DE PAN. Acribia. Zaragoza, España, 1980.

- 10.- Bollard, E.G. MINERAL NUTRITION OF PLANTS. Ann. Rew. Plant Physiol 17:77, 1969.
- 11.- Bourges, R.H. CALCIO Y FOSFORO. Cuadernos de Nutrición 6(9): 3-10, 1983.
- 12.- Bourges, R.H. EL HIERRO. Cuadernos de Nutrición 6(7): 3-12, 1983.
- 13.- Braverman, J.B. INTRODUCCION A LA BIOQUIMICA DE LOS - ALIMENTOS. Omega. Barcelona, España, 1977.
- 14.- Brooke, C.L. ENRICHMENT AND FORTIFICATION OF CEREALS AND CEREAL PRODUCTS WITH VITAMINS AND MINERALS. J. Agr. Food Chem 16: 163-164, 1968.
- 15.- Clark, J.P. TEXTURIZATION PROCESSES IN THE CEREAL FOODS INDUSTRY. Food Technol 40(3): 91-92, 1986.
- 16.- Clarson, J. and Janson, A., MINERAL NUTRITION IN PLANTS. Ann. Rew. Plant Physiol 17: 100-102, 1969.
- 17.- Cantarow, A. y Shepartz, B., BIOQUIMICA. Interamericana. México, 1979.
- 18.- Cronquist, A. INTRODUCCION A LA BOTANICA. CECSA. México, 1977.
- 19.- Davis, K.R. and Peter, L.J. VARIABILITY OF THE VITAMIN CONTENT IN WHEAT. Cereal Foods World 29(6): 364-366, 1979.
- 20.- De la Sierra, V.A. RIBOFLAVINA O VITAMINA B₂. Cuadernos de Nutrición 5(1): 27-35, 1980.
- 21.- Desrosier, W.N. ELEMENTOS DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. CECSA. México, 1983.

- 22.- Douglas, F. THE GERMINATION OF SEEDS. Mc Graw Hill.
New York, U.S.A., 1980.
- 23.- Durán, A.P. APROVECHAMIENTO DE NEJAYOTE DE NIXTAMAL
POR METODOS MICROBIOLOGICOS. Tesis. UNAM. 1981.
- 24.- Epstein, E. THE ESSENTIAL ROLE OF CALCIUM IN SELECTIVE
CATION TRANSPORT BY PLANT CELLS. Plant Physiol. 36:
437-44, 1971.
- 25.- Estrada, H.O., Herrerero, S.M. y Lara Ch. A. HARINA DE
MAIZ NIXTAMALIZADA. ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE EL PRO-
CESO TRADICIONAL Y EL PROCESO POR EXTRUSION. Tesis.
ULSA. 1986.
- 26.- Fennema, R.O. INTRODUCCION A LA CIENCIA DE LOS ALIMEN-
tos. Reverté. Vol I, Barcelona, España, 1982.
- 27.- Furuya, E.M. and Warthesen, J.J. PACKAGING EFFECTS ON
RIBOFLAVIN CONTENT OF PASTA PRODUCTS IN RETAIL MARKETS.
Cereal Chem. 61(5): 399-402, 1984.
- 28.- Harper, J.J. EXTRUSION OF FOODS. CRC. Vol II, Colorado
U.S.A., 1981.
- 29.- Hepburn, J.F. STATUS REPORT ON FNB PROPOSALS FOR CEREAL
FORTIFICATION. Cereal Foods World 21(8): 362, 1976.
- 30.- Hernández, M., Chávez, A. y Bourges, H. VALOR NUTRITIVO
DE LOS ALIMENTOS MEXICANOS. INN. México, 1983.
- 31.- Houston, D.F. RICE: CHEMISTRY AND TECHNOLOGY. AACC.
Minnessota, U.S.A., 1972.
- 32.- Index Merck. 10a ed. U.S.A., 1983.
- 33.- Inglett, E.G. WHEAT: PRODUCTION AND UTILIZATION. Avi.
U.S.A., 1974.

- 34.- Inglett, E.G. CORN: CULTURE, PROCESSING AND PRODUCTS. Avi. U.S.A., 1980.
- 35.- Jones, H.J. TRACE ELEMENTS IN HUMAN NUTRITION: THE CONTRIBUTION OF CEREALS. Cereal Foods World 22(11): 573-578.
- 36.- Kamman, J.F., Labuza, T.P. and Warthesen, J.J. EFFECTS OF THIAMIN AND RIBOFLAVIN LOSS IN PASTA AS A FUNCTION OF CONSTANT AND VARIABLE STORAGE CONDITIONS. J. Food Sci. 46(5): 1457-1458, 1981.
- 37.- Kansas Wheat Commission. KERNEL OF WHEAT. Food Technol. 40(2): 121, 1986.
- 38.- Kent, N.L. TECNOLOGIA DE LOS CEREALES. Acribia, España, 1971.
- 39.- Lachance, A.P. THE ROLE OF CEREAL GRAIN PRODUCTS IN US. DIET. Food Technol. 35(3): 49-58, 1981.
- 40.- Leopold, A.C. PLANT GROWTH AND DEVELOPMENT. Mc Graw Hill. New York, U.S.A., 1980.
- 41.- Luh, S.B. RICE: PRODUCTION AND UTILIZATION. Avi. U.S.A., 1980.
- 42.- Manual de Métodos analíticos para espectrofotometría de Absorción Atómica. Productos Alimenticios. Perkin Elmer.
- 43.- Matz, S.A. BAKERY TECHNOLOGY. Avi. U.S.A., 1981.
- 44.- Muller, H.G. NUTRITION AND FOOD PROCESSING. Avi, U.S.A., 1980.
- 45.- Oronoz, Y.R. BOTANICA. ECLALSA. México, 1979.

- 46.- Paredes, R.S. TIAMINA O VITAMINA B₁. Cuadernos de Nutrición 5(1): 17-25, 1980.
- 47.- Pedersen, B. and Eggum, O.B. THE INFLUENCE OF MILLING ON THE NUTRITIVE VALUE OF FLOUR FROM CEREAL GRAINS. 2. WHEAT. Qual Plant Plant Foods Hum. Nutr. 33(1): 51-61, 1983.
- 48.- Pedersen, B. and Eggum, O.B. THE INFLUENCE OF MILLING ON THE NUTRITIVE VALUE OF FLOUR FROM CEREAL GRAINS. 5. MAIZE. Qual Plant Plant Foods Hum. Nutr. 33(4): 299-311, 1983.
- 49.- Pedersen, B. and Eggum, O.B. THE INFLUENCE OF MILLING ON THE NUTRITIVE VALUE OF FLOUR FROM CEREAL GRAINS. 4. RICE. Qual Plant Plant Foods Hum. Nutr. 33(4): 267-278.
- 50.- Pomeranz, Y. WHEAT: CHEMISTRY AND TECHNOLOGY. AACC. U.S.A., 1978.
- 51.- Ranhotra, G.S., Gelroth, J.A., Novak, F.A. and Mathews, R.H. RETENTION OF SELECTED MINERALS IN ENRICHED PASTA PRODUCTS. Cereal Chem. 62(2): 117-119, 1985.
- 52.- Reinhold, J.F. Faraj, B. and Akadi, P.I. DECREASED - ABSORPTION OF CALCIUM, MAGNESIUM, ZINC AND PHOSPHORUS BY HUMANS DUE TO INCREASED FIBER AND PHOSPHORUS. J. Nutr. 106:493, 1976.
- 53.- RIBOFLAVIN IN FOOD PRODUCTS. Technicon Autoanalyzer II. Industrial Method No. 140-71A.
- 54.- Robinson, H.C. FUNDAMENTOS DE NUTRICION NORMAL. CECSA. México, 1979.

- 55.- Rojas, G.M. FISILOGIA VEGETAL APLICADA. Mc Graw Hill. México, 1979.
- 56.- Rubin, S.H., Emodi, A. and Scralpi, L. MICRONUTRIENTS ADDITIONS. CEREAL GRAIN PRODUCTS. Cereal Chem. 54: 895-897, 1977.
- 57.- Saldaña, G. and Brown, E.H. NUTRITIONAL COMPOSITION OF CORN AND FLOUR TORTILLAS. J. Food Sci. 49(4): 1202-1204, 1984.
- 58.- Sandstead, H.H. REQUIREMENT OF ZINC IN HUMAN SUBJECTS. Journal of the American College of Nutrition 4: 73-82, 1985.
- 59.- Scade, J. CEREALES. Acribia, Zaragoza, España, 1981.
- 60.- Steele, J.C. CEREAL FORTIFICATION TECHNOLOGICAL PROBLEMS. Cereal Foods World 21(10): 538-540, 1976.
- 61.- Tanilla, H.V. CHARACTERISTICS OF WHEAT AND FLOUR FROM COOKIE AND CRACKER PRODUCTION. Cereal Foods World 21(12): 631-632, 1983.
- 62.- THIAMINE IN FOOD PRODUCTS. Technicon Autoanalyzer II. Industrial Method No. 479-77A.
- 63.- TOTAL VITAMIN C IN FOOD PRODUCTS. Technicon Autoanalyzer II. Industrial Method No. 365-75A.
- 64.- Wolnik, A.K. ELEMENTS IN MAJOR RAW AGRICULTURAL CROPS IN THE UNITED STATES. J. Agric. Food Chem, 31(6): 1244-1248, 1983.
- 65.- Woot-Tsue, W.L. and Flores, M. TABLA DE COMPOSICION DE ALIMENTOS PARA AMERICA LATINA. INCAP. Guatemala, 1961.
- 66.- Vogel, I. QUIMICA ANALITICA CUALITATIVA. Kapeluz, Argentina, 1974.