

300627
19
24



UNIVERSIDAD LA SALLE

**ESCUELA DE QUIMICA
INCORPORADA A LA UNAM**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

T E S I S

**ELABORACION Y EVALUACION DE UNA PASTA
PARA SOPA A PARTIR DE LA MEZCLA
TRIGO-AMARANTO, ADICIONADA DE HIERRO**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO**

P R E S E N T A :

MARIO ROBERTO MONROY GONZALEZ

MEXICO, D. F.

ENERO 1990





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.

UNIVERSIDAD LA SALLE
ESCUELA DE QUIMICA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

TESIS

"ELABORACION Y EVALUACION DE UNA PASTA PARA SOPA A PARTIR DE LA MEZCLA
TRIGO-AMARANTO, ADICIONADA DE HIERRO."

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

PRESENTA:

MARIO ROBERTO MONROY GONZALEZ

DIRECTOR DE TESIS: D. IRENE MONTALVO VELARDE.

MEXICO, D.F. AGOSTO 1989

INDICE

Capítulo I.	Introducción	5
Capítulo II.	Objetivo	8
Capítulo III.	Generalidades	9
	III.1 Pastas para sopa	9
	III.1.1 Definición de pasta	9
	III.1.2 Materias primas	10
	III.2 El Amaranto	11
	III.3 El Hierro	17
	III.3.1 La función del hierro en el organismo	17
Capítulo IV.	Metodología	24
	IV.1 Desarrollo experimental	24
	IV.1.1 Formulación	24
	IV.1.2 Selección de materias primas	24
	IV.1.3 Preparación de las materias primas	24
	IV.1.4 Caracterización de las materias primas	25
	IV.1.5 Adición del hierro	25
	IV.1.6 Evaluación de las pastas	26
	IV.1.6.1 Apariencia	26
	IV.1.6.2 Aceptación	26
	IV.1.6.3 Vida de anaquel	26
	IV.1.7 Formulación de las pastas	29
	IV.1.8 Evaluación del producto final	29

	IV.2	Métodos de análisis	29
	IV.2.1	Análisis químico elemental	29
	IV.2.2	Análisis microbiológico	30
	IV.2.3	Pruebas físicas	30
	IV.2.4	Pruebas sensoriales	30
Capítulo V.	Resultados		31
	V.1	Selección de las materias primas	31
	V.2	Caracterización de las materias primas	31
	V.3	Adición de hierro	31
	V.3.1	Receta de harinas y sal de hierro (vía seca)	31
	V.3.2	Receta de harinas y sal de hierro (vía húmeda)	33
	V.4	Elaboración de las pastas	34
	V.5	Evaluación de las pastas	34
	V.6	Definición de la formulación de las pastas	37
	V.7	Caracterización de la pasta seleccionada	42
	V.7.1	Composición química	42
	V.7.2	Evaluación microbiológica	42
	V.8	Evaluación sensorial del producto final	42
	V.9	Vida de anaquel	43
Capítulo VI.	Conclusiones y recomendaciones		49
Capítulo VII.	Bibliografía		51
Apéndice		57

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro I.	Composición química aproximada de las semillas de amaranto	14
Cuadro II.	Contenido de nutrientes inorgánicos de la semilla de amaranto	14
Cuadro III.	Composición de aminoácidos del <i>Amaranthus cruentus</i>	15
Cuadro IV.	Composición de ácidos grasos del aceite de amaranto	16
Cuadro V.	Composición química aproximada de las materias primas	32
Cuadro VI.	Contenido de hierro en la mezcla trigo-amaranto	34
Cuadro VII.	Contenido de hierro en la masa antes y después de la extrusión	35
Cuadro VIII.	Resultados de las pruebas de cocción (parte 1)	37
Cuadro IX.	Resultados de las pruebas de cocción (parte 2)	40
Cuadro X.	Dalificaciones medias de consistencia al tacto por grupos de sal de hierro	41
Cuadro XI.	Evaluación sensorial de las pastas	43
Cuadro XII.	Composición química de la pasta	44
Cuadro XIII.	Resultados del análisis microbiológico comparados con la norma oficial	45
Cuadro XIV.	Resultados de la evaluación sensorial	47
Cuadro XV.	Resultados de las pruebas de vida de anaquel ..	48
Figura 1	Absorción de hierro en el intestino	21
Figura 2	Diagrama para la elaboración de pasta	27
Figura 3	Diagrama para la elaboración de pasta	28
Figura 4	Diagrama para la elaboración de pasta a nivel piloto	38

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Un gran porcentaje de mexicanos come mal debido a condiciones económicas precarias, agudizadas por la crisis actual (17). El problema se agudiza en zonas aisladas, donde sencillamente no llegan productos alimenticios variados y de buena calidad. Otro aspecto que se debe considerar son los prejuicios que llevan a no consumir determinados alimentos por considerarlos nocivos para la salud. Las situaciones anteriormente descritas han sido la causa de los problemas de desnutrición, anemia y enfermedades gastrointestinales, que padece la población y que se agudizan en la población infantil.

Es de sentido común comprender que debe adecuarse el consumo de alimentos conforme a la situación geográfica y social, para garantizar que la población de más bajos ingresos tenga acceso a una dieta variada, equilibrada, completa y barata. Cabe destacar que se debe dar prioridad a la alimentación humana sobre la animal y no como sucede con la soya, que se utiliza en mayor cantidad en alimentos balanceados.

La aplicación de la Tecnología de alimentos proporciona una alternativa para desarrollar productos que en su consumo mejoren la dieta de la población, faciliten el transporte y ayuden en la

conservación de los alimentos, además de otros beneficios.

Teniendo en cuenta lo anterior, resulta necesario aprovechar al máximo los alimentos regionales tradicionales, adecuar su uso a las necesidades actuales, equilibrar los nutrientes de la dieta y al mismo tiempo, darle la mayor variedad posible. La cocina mexicana se caracteriza por ser muy variada y los que se podrían denominar alimentos autóctonos, solamente se consumen en algunas regiones del país, como un alimento local sin ser muy difundidos y antes aún comercializados, muchos de ellos elaborados de manera artesanal.

Estos alimentos comienzan a cobrar interés tanto para investigar su aporte nutricional como sus posibles formas de comercialización e industrialización. Tal es el caso del amaranto, los quelites, quintoniles, mequites y otros (15,49,50) a los que con una mayor difusión, podrían convertirse en una alternativa para evitar que siga deteriorándose la dieta de los mexicanos. Si consideramos la dieta del mexicano en el área rural, tenemos que el consumo de los diferentes componentes de los alimentos es a penas de regular a bajo, es bajo el contenido de proteína y alta la cantidad de grasas (19). Estas variaciones en el consumo de los diversos componentes de los alimentos provocan diferentes estados patológicos, como pueden ser: desnutrición por el bajo consumo de proteínas, Obesidad por el alto consumo de grasas y carbohidratos, anemia por el bajo consumo de hierro y otras afecciones por deficiencia o exceso de algún componente de la dieta.

Se ha comprobado una prevalencia de la anemia ferropénica que afecta a la población de nuestro país de acuerdo a los siguientes

porcentajes:

Mujeres	20 al 30 %	
Niños	8 al 15 %	
Hombres	5 al 15 %	(45).

Estos porcentajes se dan a pesar de que según estudios realizados, el consumo de hierro en algunas zonas del país es aceptable (45).

El Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", tiene como uno de sus objetivos, promover la educación en nutrición y el mejoramiento de los hábitos y patrones de alimentación de los mexicanos, ha fomentado el estudio del problema de la deficiencia de hierro en la dieta y ha planteado diversas alternativas, como lo es el "enriquecimiento" de azúcar y la incorporación de alimentos a la dieta considerados hoy en día no tradicionales (41, 48).

En este trabajo se planteó el adicionar hierro a una pasta para sopa elaborada con base en una mezcla trigo-amaranto. Lo anterior está en función del consumo elevado que hace la población de las pastas (45) y como una propuesta para diversificar y ampliar el uso y mercado del amaranto.

CAPITULO II

OBJETIVO

Obtener una pasta para sopa, a partir de la semilla de trigo y alarante adicionada de hierro, que cumpla con los siguientes requisitos:

- 1) Un contenido de hierro, de por lo menos el 50% de la cantidad diaria ponderada, recomendada para los adolescentes (9 mg de hierro) (9).
- 2) Una aceptación sensorial de por lo menos el 85% en comparación con una pasta comercial.
- 3) Propiedades físicas como apariencia y textura similares o mejores en comparación con una pasta comercial.

CAPITULO III
GENERALIDADES

III.1.- Pastas para sopa.

Las pastas para sopa son un componente importante de la dieta de la población urbana en nuestro país, principalmente la de bajos recursos y en especial de los niños (65). La producción nacional de pastas alimenticias entre los años 1970 y 1984 se comportó de la siguiente manera: se incrementó de 84,900 toneladas en 1970 a 142,800 toneladas en 1979, en esos años el ritmo de crecimiento promedio anual alcanzó una tasa del 5.7 %. De 1979 a 1984 se ha mantenido una producción promedio anual de 144,000 toneladas, aun a pesar de la crisis económica (49), este producto tiene una gran aceptación dada sus características de bajo costo (tiene precio controlado) y larga vida de anaquel, además de su facilidad de preparación y gran variedad de presentaciones (formas y tamaños).

III.1.1.- Definición de pasta.

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana se entiende por pastas alimenticias "el producto elaborado por la desecación de las figuras obtenidas del amasado de semolina o harina de trigo, agua potable, ingredientes opcionales como huevo, sal yodada, cebolla, ajo, perejil, apio y aditivos permitidos por la Secretaría de Salud".

Las pastas adecuadas para el consumo, poseen un tono uniforme, son semitransparentes, duras, frágiles, con fractura casi vítrea; el color y el sabor son especiales de pasta no fermentada (40).

III-1.2.- Materias Primas.

Las materias primas utilizadas para elaborar las pastas alimenticias son: harina de trigo y semolina, siendo éstas diferentes grados de mollienda del trigo. Al mezclarse con los demás ingredientes y el agua, deben prestarse a un amasado fácil y a un procesamiento en las prensas y en los secadores eficiente, para rendir un producto suave y mecánicamente fuerte, de color uniforme. Cuando el producto se cuece en agua hirviendo, debe conservar su forma sin romperse o resquebrajarse. El agua de cocimiento debe quedar relativamente libre de almidón y el producto debe ser resistente a la desintegración debida al sobrecalentamiento.

Con la harina de trigo se logra una pasta seca, mecánicamente resistente al rompimiento, suave y de un color amarillito claro. La pasta seca elaborada de semolina no es tan fuerte mecánicamente y no tiene un color uniforme. El producto de la semolina toma más tiempo para el cocimiento y es más resistente al sobrecalentamiento que el producto elaborado con harina, y produce senos turbidos en el agua de cocimiento. Las pastas elaboradas con seccías de semolina y harina tienen propiedades intermedias a las elaboradas solamente con harina o semolina. La absorción de agua de la harina es mayor que la de semolina, de tal manera que los productos elaborados con harina requieren de un mayor tiempo de secado que los productos elaborados

con amolína. Hay mayor pérdida de velocidad de extrusión de la prensa continua cuando se usa harina, por lo que disminuye la producción con el empleo de esta (42).

El agua que se usa en la elaboración de pastas alimenticias tiene que ser potable, y deben descartarse las aguas duras que contengan tierra, sal y silicatos porque producen en la pasta oscurecimiento, desagradable sabor y las tornan deficientes y frágiles (11).

Hay que eliminar también las aguas salobres y que contengan cloruros de magnesio, porque, siendo higroscópicos, impiden la completa desecación de las pastas. Además, las pastas de este tipo, si bien llegan a secarse en un período de tiempo más largo, se corre el riesgo de que se favorezca el desarrollo de mohos (22).

Los aditivos que se le pueden agregar a las pastas para sopa son los permitidos por la Secretaría de Salud, dentro de los límites que señale y de acuerdo con el tipo de producto que se trate. Podemos mencionar entre los más empleados a:

-- Colorantes naturales o artificiales: El empleo de los colorantes, ya sean naturales o artificiales, se permite únicamente en las pastas que no presentan huevo en su formulación.

-- Fosfato Disdico: Utilizado para inhibir el enranciamiento en cantidad no mayor de 1% en el producto terminado. (40)

-- Monosteárate de glicerilo: Se le utiliza como surfactante, así como para mejorar la textura del producto. Evita la formación de grumos y confiere una apariencia muy agradable al producto terminado. La cantidad máxima el producto terminado es de 2% en peso. (40).

III.2.- El Aazaranto.

Los aspectos históricos del aazaranto se remontan a las épocas prehispánicas, el doctor Francisco Hernández comisionado por Felipe II para estudiar los recursos y productos de la Nueva España en 1570, incluyó en su informe el hueuhtli (aazaranto), refiriéndose a diferentes variedades de la planta tanto cultivadas como silvestres.

Las semillas de aazaranto, parecidas a las del ajonjolí, se secan y se maceraban con miel de agave, con la pasta obtenida se hacían pequeñas esferas llamadas *toalli* o *coale* (46), así como también *atole* y *tamales*.

Las principales semillas y frutos utilizados en las épocas prehispánicas por los mexicanos para elaborar pinolis eran: *safo*, *chfa* (*Salvia spp.*), y *huauhtli*. El pinole elaborado de *safo* se consume en la actualidad, ya sea seco, o bien, preparado con agua o leche en forma de *atole*. Los tarahumaras, *mayas*, *tepehuanos*, *yaquis* y otras tribus también sembraban el aazaranto y preparaban un producto llamado *we'e*. Los huicholes llamaban *sa-ve* al aazaranto y lo utilizaban en la fabricación de galletas con formas de animales, todas con fines religiosos. Uno de los usos más importantes del aazaranto se relacionaba con ciertas ceremonias religiosas y por ello el cultivo de la planta se prohibió durante la conquista y consecuentemente decayó durante la colonia. Actualmente el escaso aazaranto que se cultiva se consume en forma del dulce conocido como *alegría* (46).

El cultivo del aazaranto no requiere de grandes cuidados, puede crecer en una amplia variedad de terrenos y se produce como un cultivo

menor en Centroamérica, Sudamérica, México y algunas partes de Asia y África (47). Su rápido crecimiento, su poca necesidad de atención, su gran resistencia y buenos rendimientos lo convierten en uno de los cultivos más prometedores en la actualidad. Según estudios realizados, se sabe que el amaranto contiene cerca del 15% de proteína, la que es alta en lisina, aunque la leucina es el aminoácido limitante; contiene cerca del 63% de almidón del denominado "WAXY" (almidón que se obtiene del maíz ceroso, básicamente utilizado en la industria de los almidones modificados). Además se observó que, de los azúcares presentes la sacarosa es la que se encuentra en mayor proporción, así mismo se encontraron inositol, estequiosa y maltosa en pequeñas cantidades, y también se determinaron enzimas como invertasa, amilasa y fitasa (4).

En el cuadro I, se presenta la composición química del amaranto; en el cuadro II el contenido de nutrientes inorgánicos; la composición de aminoácidos y la composición de ácidos grasos en el cuadro III y IV respectivamente. Estos datos, justifican el interés que el amaranto ha despertado nuevamente para su consumo humano.

Cuadro No. I. Composición química aproximada de las semillas de amaranto.

Componente	Contenido (g/100g)
Proteína	17.55
Extracto etéreo	7.71
Fibra Cruda	1.44
Cenizas	2.50
Hidratos de Carbono (por diferencia)	50.50

Fuente: Journal of Food Science, 48 (4):1170-1174, 1984.

Cuadro No. II. Contenido de nutrientes inorgánicos de la semilla de amaranto.

Componente	Contenido (mg/100g)
Sodio	31
Potasio	390
Calcio	178
Magnesio	244
Hierro	17
Cinc	3
Cobre	1

Fuente: Journal of Food Science, 48 (4):1170-1174, 1984.

Cuadro No. III. Composición de aminoácidos del Desmanthus crinitus.

Aminoácido	g/100g de Proteína
Isoleucina	4.0
Leucina	6.2
Lisina	6.0
Metionina	2.2
Cistina	3.4
Fenilalanina	4.4
Tirosina	3.5
Serina	6.1
Glicina	6.4
Treonina	10.2
Triptófano	0.9
Valina	4.4
Arginina	9.8
Histidina	3.0
Alanina	3.9
Acido aspártico	9.2
Acido glutámico	11.1
Prolina	4.3

Fuente: Journal of Feed Science. 46 (4):1170-1174. 1984.

Cuadro No. IV. Composición de ácidos grasos del aceite de amaranto.

Ácidos grasos	g/100g de aceite crudo hidrolizado
16:0 (Ácido palmítico)	19.18
17:0 (Ácido heptanoico)	1.28
18:0 (Ácido estearico)	3.40
18:1 (Ácido oleico)	19.40
18:2 (Ácido linoleico)	41.40
18:3 (Ácido linolénico)	1.30
20:0 (Ácido Eicosanoico)	1.20
Residuo insaponificable	8.30
Escualeno	4.60

Fuente: Journal of Food Science, 48 (4):1170-1174, 1984.

III.3.- El Hierro.

La deficiencia de hierro (anemia ferropénica) en contraste con otras enfermedades por deficiencia alimentaria, no está ligada al nivel socioeconómico de la población y prevalece tanto en los países subdesarrollados como en los altamente industrializados. Esto se debe principalmente a que la absorción de hierro por el organismo no depende solamente de la cantidad de hierro que se ingiera, sino que está regulada por muchos otros factores, estos pueden ser por ejemplo componentes de los alimentos, el estado nutricional y estados patológicos diversos.

III.3.1.- La función del hierro en el organismo.

El hierro desempeña un papel central en el proceso de la respiración, desde la distribución de oxígeno dentro del organismo, hasta las transformaciones de energía en cada célula, teniendo una función catalítica, ya que no aporta energía ni forma parte de la estructura celular (12).

El hierro tiene una notable capacidad para transportar oxígeno, de aquí se derivan los dos tipos de funciones que cumple dentro del organismo:

- 1) Como parte integrante de proteínas de gran importancia metabólica como son la hemoglobina, la mioglobina, los citocromos y algunas otras enzimas.
- 2) Como cofactor en reacciones enzimáticas (8).

No obstante su función vital en el organismo, se encuentra en pequeñas cantidades que varían en un intervalo de 2.5 a 5.0 g de

hierro para cada organismo, dependiendo del sexo, tamaño, hábitos en la alimentación del individuo y otros factores (2). Estas cifras representan en promedio 35 mg por kilogramo de peso en la mujer y 50 mg por kilogramo de peso en el hombre (2).

Se han encontrado diferencias en el contenido de hierro en la sangre entre diferentes grupos raciales, pero se demostró que esto se debe principalmente a variaciones en la cantidad de hierro ingerido. Cuando se compararon los valores obtenidos de personas que tenían un consumo adecuado y similar de hierro, no se encontraron diferencias significativas entre ellos (24).

El hierro se encuentra distribuido en el organismo aproximadamente de la siguiente manera:

40% se encuentra formando parte de la hemoglobina.

30% se encuentra en el hígado, bazo y médula ósea.

10% se encuentra formando parte de la mioglobina y otras enzimas como citocromos, peroxidasa, catalasa, etc. (26,42).

La cantidad de hierro en el organismo obviamente depende de la cantidad de hierro que se consume, del tipo de hierro ingerido y de la cantidad de hierro que se absorbe. La ingestión de hierro depende de factores como los hábitos de consumo de cada población (alimentos procesados o naturales) y de cada familia (lugar de origen o de residencia), además de la disponibilidad de ciertos alimentos, etc. (21). Es importante aclarar que existe una gran diferencia entre el tipo de hierro contenido en los alimentos de origen animal y el tipo

de hierro que se encuentra en los alimentos de origen vegetal. Al primero se le denomina hierro "heme" y es el hierro contenido en las proteínas de la sangre (hemoglobina y mioglobina) de los animales. Este tipo de hierro es más fácilmente absorbible, ya que no se libera de la proteína durante la digestión, absorbiéndose aproximadamente un 10% de la ingestión. El hierro no "heme" presente en los alimentos de origen vegetal, tiene una absorción menor (cerca del 7%) ya que se solubiliza en el jugo gástrico, difundiéndose y cuando los jugos gástricos cambian de pH en el intestino, ya no puede ser absorbido (31); por otra parte la presencia de sustancias como los fitatos y taninos inhiben la absorción y otras en cambio la favorecen tales como la vitamina C, ciertos monosacáridos y aminoácidos.

Como sucede con otros nutrientes, se puede pensar que durante una deficiencia de hierro, el mecanismo que regula la absorción se encuentra disminuido y esto facilita la entrada (32) del hierro, aunque esto no ocurre de una manera general. También se ha demostrado que no existe una relación entre la cantidad de hierro absorbido y la cantidad de hierro ingerido (33).

El mecanismo de absorción y regulación del hierro aún no es totalmente conocido, por lo que las investigaciones continúan y han dado lugar a ciertas polémicas sobre sus fundamentos (7).

Una de estas es que los resultados de los experimentos con animales, no pueden ser directamente aplicados a los hombres (8). A pesar de ello los estudios realizados en la actualidad van sobre la misma línea.

El transporte del hierro se efectúa a través de la mucosa del intestino delgado a los receptores en el borde ciliado de las células de la mucosa intestinal. El hierro pasa a través de la membrana celular al interior de la célula por un proceso energético. Dentro de la célula, el hierro probablemente se transporta como una molécula de bajo peso molecular a la superficie interior, tal vez unido con un aminoácido, en equilibrio con ferritina carente de hierro en el citoplasma. Parte del hierro en las células de la mucosa se transfiere a través de la membrana interior por un proceso no dependiente de energía y que involucra un enlace de la transferrina para el transporte en el plasma. El hierro residual en las células retorna al intestino cuando estas son desprendidas de los vellos, como se ilustra en la figura 1.

Al parecer, el nivel de hierro en el organismo de cada individuo regula su proceso de absorción, pero existen otros factores todavía desconocidos, particularmente a nivel de la transferencia a través de la superficie de la célula hacia el plasma sanguíneo, por lo que no puede cuantificarse con exactitud. Además, el hierro puede pasar en dirección contraria del plasma a la célula de la mucosa para entrar a la mitocondria y estimular la formación de ferritina (33).

Se ha descrito cómo se absorbe el hierro y qué factores alteran su absorción, pero ¿cuánto hierro necesita el organismo para realizar sus funciones? Realmente las pérdidas de hierro no son grandes y no se han podido cuantificar con exactitud, no se conoce con certeza un mecanismo que elimine el hierro del organismo, por lo que puede

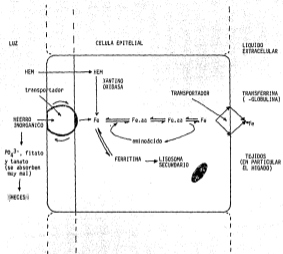


Fig. 1 Absorción de hierro en el intestino.

decirse que la cantidad de hierro en el organismo permanece casi invariable cuando el hombre alcanza su madurez (25). Las pérdidas de hierro no son apreciables en el hombre, ocurren a través de la descamación de la piel y de las mucosas; también existen pérdidas de hierro a causa de las hemorragias. Esto último es de gran importancia, sobre todo en la mujer, ya que dentro de la edad "reproductiva", a causa del sangrado menstrual pierde alrededor de 30 mg de hierro por periodo (37).

Durante el crecimiento, el niño al desarrollarse requiere de cantidades de hierro especiales y estas necesidades son mayores en cuanto la velocidad de crecimiento del niño es mayor, aunque estas varían en cada individuo de acuerdo con su metabolismo. Los adolescentes también tienen un crecimiento acelerado y sus necesidades son aproximadamente dos veces más a las de un hombre adulto (49); las adolescentes requieren aún más, pues se suman el crecimiento y la menstruación.

Durante el embarazo también aumenta la demanda ya que la madre debe aportar las reservas de hierro para el bebé, además de que el volumen sanguíneo de la madre aumenta (29).

Ahora bien, como se ha dicho, la ingestión de hierro no es igual a su absorción, por lo que se deberá ingerir una cantidad de hierro superior a la requerida, aunque queda la duda: ¿Cuánto? Algunos autores (35) recomiendan 1.5 mg de hierro diarios, otros (27) cantidades variables dependiendo del sexo y la edad, considerando que se absorbe el 10% de lo que se ingiere, pero la realidad es que el

cuerpo ejerce un control muy estricto sobre el hierro y conviene tratar de satisfacer los requerimientos del grupo que lo demande más, puesto que el que no lo demande tanto, ajustará su absorción para evitar un exceso.

Bourges y colaboradores (109), por ejemplo, recomiendan una ingestión diaria de hierro de 10 mg para infantes, 18 mg para adolescentes (hombres y mujeres) y mujeres en edad reproductiva y 25 mg para mujeres embarazadas y en los primeros 3 meses de lactancia. Para adultos del sexo masculino y mujeres en periodo postmenopáusico, recomiendan 10 mg al día.

CAPITULO IV

METODOLOGIA

IV.1.- Desarrollo Experimental.

IV.1.1 Formulación.

La fórmula a partir de la cual se agregará el hierro es:

Trigo	59.99%
Amaranto	39.99%
Estearil-2-Lactilato de Sodio	0.02%

IV.1.2 Selección de materias primas.

Se experimentaron sales de hierro como Etilendiamino tetra acetato de hierro, Sulfato ferroso, Sulfato férrico, Lactato ferroso, Fosfato férrico, Citrato férrico de amonio y polímeros Hidroxilados de hierro, todas ellas biodisponibles. La selección final se realizó con base en su costo y disponibilidad.

Para la elaboración de las pastas se utilizaron:

- 1) SEMOLA DE TRIGO, del molino EL BUENO, S.A.
- 2) AMARANTO, procedente de comerciantes al menudeo de la zona de Tulyehualco.
- 3) ESTEARIL-2-LACTILATO DE SODIO, de Arancia, S.A.

IV.1.3 Preparación de las materias primas.

Amaranto.- Limpieza de la semilla y molinda integral hasta

obtener una harina cuyo tamaño de partícula pase por una malla de 0.5 mm.

IV.1.4 Caracterización de las materias primas.

Las materias primas y una pasta comercial, se caracterizaron por medio del análisis químico proximal, además de determinar el contenido de hierro en la pasta.

IV.1.5 Adición del hierro.

Se estableció un diseño experimental para determinar la vía más conveniente para la adición de hierro, y lograr la mayor homogeneidad posible en la pasta, tomando como base los procesos descritos en las figuras 1 y 2. Para la ruta de adición en seco de la sal de hierro, fue necesario realizar una mezcla homogénea de ingredientes. Se utilizó una mezcladora de paletas y se establecieron diferentes tiempos de mezclado (de 1 a 17 minutos). Posteriormente se tomaron muestras cada minuto durante los primeros 5 minutos, y después cada 2 minutos hasta completar 17 minutos, determinándose analíticamente el contenido de hierro, con base en los resultados, se seleccionó el tiempo óptimo de mezclado y se preparó un lote de 6 kg. En este lote se analizó el contenido de hierro tanto en la etapa de amasado como en el producto final.

En el caso de la adición de la sal de hierro en húmedo, se supuso que al disolver la sal en el agua de amasado, se obtendría una pasta con un contenido de hierro homogéneo, por

lo que la determinación de hierro se realizó en la etapa de asado.

Posteriormente a las determinaciones del contenido de hierro en estas etapas del proceso, se realizó un análisis de contenido de hierro en la masa estruñida.

IV.1.6 Evaluación de las Pastas.

IV.1.6.1.- Apariencia.

Las pastas obtenidas se evaluaron sensorialmente, tomando como referencia una escala de acuerdo a Santín (48) y se llevaron a cabo con un grupo de 30 jueces no entrenados.

IV.1.6.2.- Aceptación.

La aceptación del producto cocido se evaluó en comparación con una pasta comercial formulada con hierro, preparando ambas de acuerdo a una receta casera. Se utilizó para calificar una escala hedónica que senalo preferencia y se llevó a cabo con 30 jueces no entrenados tipo consumidor.

IV.1.6.3.- Vida de Anaquel.

Se evaluó los posibles cambios en el producto después de elaborado; principalmente se evaluaron las características físicas como la apariencia general, y se hicieron comparaciones con patrones de color del tipo de los utilizados en pinturas y pruebas de cocimiento como el tiempo de desintegración. Las condiciones a las que se

Figura 1. Diagrama para la elaboración de masa livia seca.

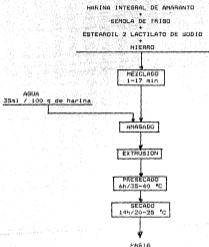
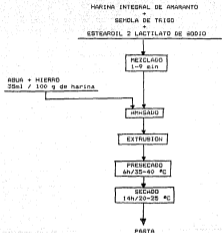


Figura 2. Diagrama para la elaboración de pasta (vía húmeda).



espetic la pasta fueron las del medio ambiente, almacenadas en una bolsa de polietileno durante el periodo otoño-invierno.

IV.1.7 Formulación de las pastas.

Las Pastas se elaboraron con Sulfato ferroso, Citrato férrico de amonio, Lactato ferroso y Fosfato férrico en diferentes concentraciones que cumplan respectivamente con el 14, 33, 66 y 100 % de la recomendación para adolescentes de sexo femenino por 100 g de mezcla de harinas.

Se definió la formulación final tomando como criterio al

- Las calificaciones en cuanto a apariencia.
- El contenido de hierro en su formulación.
- Problemas en la adición.
- Sabor de la pasta.

IV.1.8 Evaluación del Producto Final.

Se realizó la caracterización de la pasta obtenida por medio del análisis químico proximal y de contenido de hierro, además de realizar pruebas de cocimiento y análisis microbiológico.

IV.2.- Métodos de análisis

Los métodos utilizados para evaluar las características de las pastas fueron los siguientes:

IV.2.1 Análisis químico proximal :

- Kjeldhal para la determinación de nitrógeno total (3).

- Extracto etéreo por extracción continua (3).
- Fibra cruda por hidrólisis alcalina y ácida (3).
- Humedad por el método de la estufa de secado (3).
- Cenizas por incineración (3).
- Hierro total por el método de la orto-fenantrolina (28).

IV.2.2 Análisis microbiológico (14):

- Bacterias mesófilas aerobias con agar cuenta estándar.
- Hongos con agar de papa dextrosa acidificado con ácido tartárico.
- Levaduras con agar de papa dextrosa.
- Coliformes totales con caldo lauril sulfato.

IV.2.3 Pruebas físicas (apéndice 1):

- Tiempo de cocimiento.
- Tiempo de desintegración.
- Volumen de la pasta cocida.
- Peso de la pasta cocida.
- Sólidos en el agua de cocción.

IV.2.4 Pruebas Sensoriales.

- Consistencia al tacto (48).
- Evaluación de preferencia (48).
- Tratamiento estadístico de los datos por el método de análisis de varianza (10).

CAPITULO V

RESULTADOS

De acuerdo con la metodología precedente, los resultados de cada uno de los diferentes pasos es el siguiente:

V.1.- Selección de las materias primas.

Las sales seleccionadas con base en su disponibilidad y aprobación para su uso en alimentos fueron:

Citrato férrico de amonio, fumarato ferroso, fosfato férrico y sulfato ferroso.

V.2.- Caracterización de las materias primas.

El resultado de la caracterización de las materias primas se presenta en el cuadro No. V, en el que se destaca que los contenidos de proteína del trigo y del amaranto se encuentran en los niveles promedio informados en la literatura para estas semillas (40).

V.3.- Adición de hierro.

V.3.1.- Mezcla de harinas y sal de hierro (vía seca).

Los resultados se presentan en el cuadro VI y muestran los contenidos de hierro de la mezcla trigo-amaranto a diferentes intervalos de tiempo durante el seciado.

De esta información se seleccionó como tiempo óptimo de seciado, un tiempo de 15 minutos ya que, a un tiempo de seciado

Cuadro No. V. Composición química aproximada de las materias primas.
 (g / 100 g de pasta húmeda)

Determinación	Sémola de Trigo	Harina Integral de Amaranto
Proteína +	9.76	16.13
Extracto etéreo	2.34	5.60
Fibra Cruda	3.72	2.50
Humedad	10.45	9.11
Cenizas	2.10	3.50
Hidratos de Carbono (por diferencial)	71.63	64.00

+ Sémola de trigo N x 5.70 (48)

Harina Integral de Amaranto N x 5.85 (48)

mayor las harinas tienden a separarse por su diferente tamaño de partícula; por otra parte el contenido de hierro es similar a los 15 y 17 minutos de secado.

La cantidad de Sulfato Ferroso añadida al inicio del secado, teóricamente aumentaría el contenido de hierro de la mezcla a un valor de 22 mg / 100 g de mezcla obteniéndose solamente un valor máximo de 17 mg /100g de mezcla, lo que indica que no hay homogeneidad en el contenido de hierro en la mezcla.

El secado de las desés sales de hierro no se llevó a cabo ya que las cantidades de hierro necesarias para realizar el secado son cantidades menores a 1 g, lo que dificultó la adición. Se tomaron los resultados de la adición de Sulfato Ferroso como válidos para las restantes, dado que las otras tres sales de hierro poseen una granulación más fina y por lo tanto requerirían un tiempo mayor para su integración.

V.3.2.- Mezcla de harinas y sal de hierro (vía húmeda).

Los resultados se presentan en el cuadro VII y muestran el promedio de los resultados de la determinación del contenido de hierro en las pastas elaboradas por el procedimiento de vía húmeda.

Se hace notar que prácticamente no existe diferencia en los procesos de las determinaciones antes de la extrusión y después de la extrusión, lo que confirma la homogeneidad de la muestra.

No se determinó el contenido de hierro en las mezclas adicionadas con Fosfato Ferroso y Fosfato Férrico, ya que estas mezclas

Cuadro VI. Contenido de hierro en la mezcla trigo-amaranto (vía seca).

Tiempo de mezclado minutos	Contenido de hierro (mg/100 g)
1	7.62
2	7.62
3	10.73
4	11.07
5	11.29
7	11.86
9	14.25
11	15.43
13	17.22
15	17.66
17	17.29
Después del amasado	19.48
Después de la extrusión	16.23

1 Cantidad adicionada: 18 mg/100 g mezcla.

Cuadro VII. Contenido de hierro en la masa antes y después de la extrusión (vía húmeda).

Sal de hierro utilizada	Contenido de hierro en la masa (mg / 100 g de masa)	
	Antes	Después
Sulfato Ferroso	21.40	21.36
Citrato Férrico de Amonio	21.70	21.49

i Cantidad adicionada: 10 mg / 100 g de masa.

presentaron problemas de solubilidad.

V.4.- Elaboración de las pastas.

En la Figura 3 se presenta el método establecido para la elaboración de la pasta adicionada de hierro. Los porcentajes de harina de trigo y harina de amaranto se establecieron tomando como referencia el trabajo de Santín y colaboradores (40). Se prefirió la adición de la sal de hierro en el agua de amasado debido a que a nivel industrial es más fácil el manejo de soluciones y además se obtiene una masa homogénea en un tiempo menor.

V.5.- Evaluación de las pastas.

En el cuadro VIII y en el cuadro IX se muestran los resultados de las pruebas de cocimiento, además, en el cuadro IX se muestran las calificaciones obtenidas para cada formulación después de su evaluación de consistencia al tacto (calificaciones promedio).

Los resultados en el volumen de la pasta, indican que, la pasta elaborada en este estudio aumenta su volumen aproximadamente 10% más en comparación con una pasta elaborada solamente con trigo.

Este fenómeno posiblemente se deba a las características del almidón tipo "waxy" del amaranto, ya que tiende a retener mayor cantidad de agua que el almidón de trigo. Los valores encontrados para los sólidos en el agua de cocimiento y los tiempos de cocimiento y de desintegración, se encuentran dentro de lo establecido por la norma oficial.

Para los valores de consistencia al tacto, las calificaciones menores a 5 indican que las pastas no son aptas para la

cosercialización y presentán una mala apariencia, sin embargo, como se trata en este caso de una pasta con una mezcla de trigo y avena, las calificaciones obtenidas servirán como referencia para seleccionar la mejor.

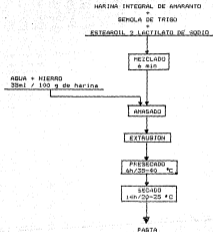
El análisis estadístico de los datos, no muestra una diferencia significativa a un nivel de confianza del 99% entre los procesos de las calificaciones de consistencia al tacto de todas las pastas evaluadas entre sí, aunque existe una diferencia significativa a un nivel del 99% entre los datos obtenidos para el Sulfato Ferroso en sus diferentes concentraciones. En el cuadro I se muestran las medias aritméticas de las calificaciones de consistencia al tacto de las pastas elaboradas con las respectivas sales de hierro, por grupo de sales.

Tomando en cuenta éstas calificaciones se seleccionaron las siguientes sales de hierro: Citrato Ferrico de Amonio y Sulfato Ferroso. Estas sales no presentan problemas para su adición, ya que tienen una mayor solubilidad que el fumarato y el fosfato y los procesos de calificaciones por grupos no son diferentes a un nivel de significancia del 99%.

4.6.- Definición de la formulación de las Pastas.

Para la formulación final, se seleccionaron aquellas pastas que tenían una concentración de la sal de Hierro de 18g/100g de pasta. Los resultados de la evaluación sensorial de los productos se presentan en el cuadro II. El análisis estadístico de los datos, mostró que existe diferencia significativa entre los resultados a

Figura 3. Diagrama para la elaboración de pasta a nivel piloto.



Cuadro VIII. Resultados de las pruebas de cocción.

Sal contenida en la formulación : concentración de hierro en mg/100 g	Volúmen de la pasta (ml)	Peso de la pasta (g)	Sal (iones en el agua de cocción) (g)
Testigo	14.1	14.4	0.5265
Citrato 3	14.9	14.8	0.5423
Citrato 6	13.8	13.6	0.5533
Citrato 12	14.0	14.3	0.5474
Citrato 18	14.9	15.0	0.4786
Sulfato 3	16.5	16.5	0.4874
Sulfato 6	17.4	16.7	0.4683
Sulfato 12	16.9	16.5	0.4604
Sulfato 18	15.9	16.2	0.4756
Fosfato 3	16.0	15.5	0.5342
Fosfato 6	18.0	17.8	0.5324
Fosfato 12	16.5	17.8	0.4532
Fosfato 18	16.0	15.0	0.4545
Fosfato 3	16.0	15.6	0.4828
Fosfato 6	18.0	17.3	0.5763
Fosfato 12	17.5	16.7	0.5838
Fosfato 18	14.2	15.0	0.4856
Máximo permisible*	14.0	13.5	0.5600

- Los resultados están dados con base en una muestra de 5 g de pastas crudas.

* Datos tomados de Santín y col. (48).

Cuadro IX. Resultados de las pruebas de cocción.

Formulación concentración en mg/100g	Tiempo de cocimiento (min)	Tiempo de Desintegración (min)	Calificación procedio Consistencia al tacto
Testigo	5	40	5
Citrato 3	5	40	4
Citrato 6	5	41	5
Citrato 12	5	43	5
Citrato 18	5	42	5
Sulfato 3	5	43	4
Sulfato 6	5	41	4
Sulfato 12	5	40	5
Sulfato 18	5	44	5
Fumarato 3	5	43	3
Fumarato 6	5	42	3
Fumarato 12	5	41	5
Fumarato 18	5	43	5
Fosfato 3	5	44	5
Fosfato 6	5	41	5
Fosfato 12	5	43	5
Fosfato 18	5	43	4
	Máximo* 10	Mínimo* 15	

* Datos de NCH-F-235 (40)

Cuadro 3. Calificaciones medias de consistencia al tacto por grupos de sal de hierro.

Sal de hierro	Calificación media
Citrato Férrico de amonio	4,75
Sulfato Férrico	4,75
Fumarato Férrico	4,00
Fosfato Férrico	4,75

un nivel de significancia del 99 %, favoreciendo a la pasta elaborada con Sulfato Ferroso.

Por otra parte y de los comentarios de los jueces se observó que el 80 % mencionaron que la pasta adicionada de Citrato Ferrico Amoniacal tenía un sabor a tierra. Por lo que la pasta seleccionada fué; Sulfato Ferroso en concentración de 1b eq / 100 g de harina.

V.7.- Caracterización de la pasta seleccionada.

V.7.1.- Composición Química.

En el cuadro XII se presentan los resultados de la composición química de la pasta elaborada. Cabe hacer notar que para la determinación de hierro se realizó una digestión de la muestra y no se realizó a partir de las cenizas obtenidas como lo indica la técnica.

V.7.2.- Evaluación microbiológica.

En el cuadro No. XIII se presentan los resultados de las determinaciones microbiológicas. De esta información se concluye que, las pastas tienen una calidad sanitaria que las hace aptas para el consumo humano, de acuerdo a la Norma Oficial NOM F 235.

V.8.- Evaluación sensorial del producto final.

Los resultados se presentan en el cuadro XIV y muestran las calificaciones obtenidas por la pasta comercial y la pasta de trigo-aunanto. Cabe hacer mención de que la calificación obtenida por la pasta comercial servirá como referencia para estimar la aceptación de la pasta adicionada de hierro.

Cuadro II. Evaluación sensorial de las pastas.

Pasta adicionada con	Calificación promedio	Comentarios
Sulfato Ferroso 10 mg / 100 g harina	3.8	Ninguno
Citrato Ferriico de Amonio 10 mg / 100 g harina	2.8	Sabe a tierra

Cuadro XII. Composición Química de la pasta para sopa a partir de la mezcla trigo-amaranto, adicionada de Sulfato ferroso. (Formulación final).

Determinación	g / 100 g de pasta
Proteína	13.3
Extracto Etéreo	3.6
Fibra Cruda	2.0
Humedad	10.7
Cenizas	2.2
Hidratos de Carbono (por diferencial)	67.4
	<u>100.0</u>
Hierro	0.020

$$1 \text{ N} \times 0.6 \times 5.70 + \text{N} \times 0.4 \times 5.85 \text{ (66)}$$

Existe una diferencia significativa entre las calificaciones obtenidas por la pasta testigo y la pasta adicionada de hierro lo que puede deberse al sui generis sabor del hierro. La pasta desarrollada no disgustó a ninguno de los jueces, sin embargo la preferencia fué para la pasta testigo.

V.9.- Vida de anaquel.

Los resultados de las determinaciones realizadas a intervalos de un mes para determinar la vida de anaquel del producto se presentan en el cuadro XV. No se encontraron diferencias significativas entre los resultados de las determinaciones en seis meses por lo que se puede afirmar que el producto es de buena calidad.

Cuadro XIII. Resultados del análisis microbiológico, comparación con la Norma Oficial.

Determinación	Pasta	Norma Oficial (máximo)
Mesófilas aerobias	370,000 col/g	500,000 col/g
Hongos	50 col/g	100 col/g
Levaduras	18 col/g	20 col/g
Coliformos totales	NEGATIVO	NEGATIVO
Coliformos fecales	NEGATIVO	NEGATIVO

1. NOM-F-238 (38).

Cuadro XIV. Resultados de la evaluación sensorial de la pasta.

Tipo de pasta	Calificación promedio ¹	Aceptación (porcentaje)
Testigo (100% trigo)	7.74	100.00
Trigo-Amaranto 60%-40%	5.90	74.74

1. Escala hedónica de 10 puntos.

Cuadro IV. Resultados de las pruebas de Vida de Anaquel (procedidos de 8 determinaciones).
 Pasta adicionada con Sulfato Ferroso en una concentración de 10 mg / 100 g de pasta.

Determinación	Inicio	1	2	3	4	5	6
Volumen de la pasta (ml)	16.8	16.7	16.7	16.7	16.8	16.7	16.7
Peso de la pasta (g)	16.6	16.5	16.7	16.5	16.4	16.7	16.8
Sólidos en el agua de cocimiento (g)	0.4836	0.4850	0.4843	0.4820	0.4822	0.4875	0.5003

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Por lo que se refiere a la adición de hierro, la manera de incorporarse a la masa es de suma importancia y es preferible hacerlo por medio de una solución que es una premezcla de harinas. El tipo de sal de hierro también fue determinante, ya que aunque se han utilizado todas ellas en productos alimenticios y se ha visto que tienen una biodisponibilidad similar (32), algunas no pueden homogeneizarse en el producto (como el Sulfato Férrico y el Fosfato Férrico) y otras leparan un sabor desagradable (como el Citrato Férrico de Amonio).

Confrontando los resultados a los objetivos planteados en el proyecto, se observa que se cumplió con el contenido de hierro de 10 mg por 100 g de pasta, que en una porción de 50 g de pasta equivale al 50% de la recomendación diaria ponderada (9).

También se cumplió con el objetivo de obtener un producto con apariencia y textura similares a un producto comercial. Aunque el objetivo de tener una aceptación del 85 % no se alcanzó, se puede recomendar que se elabore la pasta como pasta corta, en forma de "estrella", "lenteja" o "unión", ya que la pasta elaborada con sarrento no permite realizar pastas largas. Las evaluaciones demuestran que en forma de pasta larga, la apariencia de las pastas una vez cocinadas no es buena, si se compara con una pasta comercial

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

elaborada con trigo 100%; sin embargo, se presume que, dado el tipo de preparación que en México se da a la pasta corta (en caldo), muy posiblemente el porcentaje de aceptación de la pasta desarrollada aumentará.

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Acosta, R.; Abar, R.; Cambiuth-Szaffarc, S.; Dillman, E.; Fossil, R.; Gongora-Bianchi, R.; Grese, B.; Hertrampf, E.; Kremenchusky, S.; Layrissa, R.; Martínez-Torres, C.; Nardo, C.; Pizarro, F.; Reynafarje, C.; Stekel, A.; Villavicencio, D.; Zúñiga, H. 1986. Iron Absorption from Typical Latin American Diets. *American Journal of Clinical Nutrition*. 39 (6): 933-942.
- 2.- Ashe, J.; Schofield, F.; Gran, M. 1979. The Retention of Calcium, Iron, Phosphorus and Magnesium during Pregnancy: The adequacy of prenatal diets with and without supplementation. *American Journal of Clinical Nutrition*. 32 (2): 286-292.
- 3.- Association of Official Analytical Chemists. 1984. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists, INC., 14a. Edición. Virginia, U.S.A.
- 4.- Becker, R.; Wheeler, E.; Lorenz, K.; Stafford, A.; Grosjean, D.; Betschart, A.; Saunders, R. 1984. A compositional study of amaranth grain. *Journal of Food Science*. 48 (6) : 1170-1174.
- 5.- Beltrán-Drocco, J.; Gallardo-Navarro, A. —1986. — Desarrollo tecnológico de pastas para sopa suplementadas con proteínas de origen láctico. *Tecnología de Alimentos (Méx.)*. 21 (1) : 7-15.

- 6.- Berner, L., Hiller, D., Van Caepen, D. 1983. Availability to rats of iron in Ferric Hydroxide Polymers. *Journal of Nutrition*. 15 (8):1042-1049.
- 7.- Björn-Rassussen, E. 1983. Iron Absorption: Present Knowledge and Controversies. *The Lancet*. 23 (43): 914-916.
- 8.- Bourges, H. 1983. El Hierro. *Cuadernos de Nutrición*. 6 (7): 3-12.
- 9.- Bourges, H.; Chávez, A.; Arroyo, S. 1970. Recomendaciones de Nutrientes para la población mexicana. Publicación L-17. División de Nutrición. Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán". México.
- 10.-Canavos, B. 1986. Probabilidad y Estadística. Aplicaciones y Métodos. Cap 12 Diseño y Análisis de experimentos Estadísticos. 1a. Edición. Mc Graw-Hill, México.
- 11.-Cervantes, R.; Fiorentini, L. 1980. Empleo del aislado de proteína de soya en la elaboración de una pasta alimenticia. Tesis de Licenciatura. Universidad La Salle. Escuela de Química.
- 12.-Cook, J. 1977. Absorption of Food Iron. *Federation Proceedings*. 36 (7): 2028-2032.
- 13.-Sullivan, P. 1982. Manifestations of iron deficiency. *Seminars in Hematology*. 19 (1): 31-41.
- 14.-Davenport, R. 1976. A digest of digestion. p 93-97. Year Book. Medical Publishers INC., Chicago, U.S.A.
- 15.-Del Valle, F.; Escobedo, R.; Muñoz, M.; Ortega, R.; Bourges, H. 1983. Chemical and nutritional studies on Mesquite beans (*Prosopis juliflora*). *Journal of Food Science*. 68 (3): 914-919.

- 16.-De la Madrid, M. Cuarto Año 1986. Las Razones y las Ocas, Gobierno de Miguel de la Madrid, Cronica del Sesenio 1982-1988. 240-244 y 460-486. Fondo de Cultura Economica / Presidencia de la Republica, Mexico.
- 17.-Deschart, A.; Wood, D.; Sheppard, A.; Saunders, R. 1981. Coccuranthus cruentus milling characteristics, distribution of nutrients within seed components and the effects of temperature on nutritional quality. Journal of Food Science. 46 (4) : 1161-1167.
- 18.-Direccion General de Laboratorios de Salud Publica. 1979. Técnicas generales para el análisis microbiológico de los alimentos. Secretaría de Salud, México.
- 19.-Flores, M. 1988. El Escándalo de la Desnutrición. ICYT, Septiembre 10 (144):37-40
- 20.-Fritts, J.; Fla, H. 1975. Iron for Enrichment. The Baker's Digest, April (41): 46-49.
- 21.-Hallberg, L. 1982. Iron Nutrition and Food Fortification. Seminars in Hematology. 19 (1): 31-41.
- 22.-Hoskins, F. 1970. Macaroni production. Capítulo 7. En: Cereal Technology. The AVI Company INC. Newpont, Connecticut, U.S.A.
- 23.-Hurrell, R. 1984. Bioavailability of different iron compounds used to fortify formulas and Cereals: Technologicals problems. p 147-155. En Iron Nutrition in Infancy and Childhood. A. Stekel, Nestlé, Vevey / Raven Press., New York, U.S.A.

- 24.-Jackson, A., Sauberlich, H., Skala, J., Kretsch, M., Nelson, R., 1983. Comparison of Hemoglobin Values in black and white male U.S. Military Personnel. *Journal of Nutrition*, 113 (1): 165-172.
- 25.-Jacobs, A., 1977. Serum Ferritin and Iron Stores. *Federation Proceedings*, 36 (7): 2024-2027.
- 26.-Kaufer, M., Casanueva, E., 1984. Anemia por deficiencia de Hierro. *Cuadernos de Nutricion*, 7 (4): 3-6.
- 27.-Keenclaire, M.; Clydesdale, H., 1979. Iron sources used in food fortification and their changes due to food processings. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Febrero (2): 117-133.
- 28.-Kenneth, L.; Clydesdale, F., 1979. Quantitative determination of the elemental ferrous, ferric soluble and complex iron in foods. *Journal of Food Science*, 44 (2): 549-554.
- 29.-Knock, E., Keen, A., Hegenauer, S., Saltman, H., Hurley, T., Lønnerdal, D., 1984. Retention and Distribution of iron added to Cow's Milk and Human Milk as various salts and chelates. *Journal of Nutrition*, 114 (8): 1454-1461.
- 30.-Lang, S., 1957. *Tratado de Nutricion*, p 165-169. Editorial Aguilar, Madrid, España.
- 31.-Layrisse, M., 1969. Iron absorption from food. *Iron Metabolism and Anemia*, OPS 164: 38-42.
- 32.-Leiville, L., 1984. Food Fortification, opportunities and pitfalls. *Food Technology Special Report*, 1 (1): 58-63.

- 33.-Linder, M.; Munro, H. 1977. The Mechanism of Iron Absorption and its Regulation. Federation Proceedings. 36 (7): 2017-2023.
- 34.-Lusk, B. 1974. The Science of nutrition. pp 461-484. Academic Press INC., Florida, U.S.A.
- 35.-Martinez-Torres, C.; Rosano, E.; Ranci, M.; Layrisse, M. 1979. Fe (III)-EDTA Complex as Iron Fortification. Further Studies. American Journal of Clinical Nutrition: 32 (4): 809-816.
- 36.-Matz, S. Cereal Technology. First Edition, 388. Westport, Conn.:The AVI Publishing Company Inc. 1970.
- 37.-Monsen, E; Cook, J. 1979. Food Iron Absorption in human Subjects. The American Journal of Clinical Nutrition. 32 (4): 804-808.
- 38.-Mortosa, J. Bill, T. Vernon, R. 1980. Absorption of Iron in young men studied by monitoring excretion of stable iron isotope (56 Fe) in feces. Journal of Nutrition. 110 (11): 2190-2197.
- 39.-Munro, H. 1977. Iron Absorption and Nutrition. Federation Proceedings. 36 (7): 2018-2016.
- 40.-Norma Oficial Mexicana. "Pasta de Harina de trigo y/o Semolina para sopa y sus variedades". NOM-F-23-S-1979. Dirección General de Normas. Secretaría de Comercio.
- 41.-Necochea, H. Elaboración de una pasta para sopa a base de alegría. Tesis de Maestría. Universidad Iberoamericana, México, 1981.
- 42.-Nogara, S. Elaboración de Pastas Alimenticias. 3a Edición, 142. Barcelona, España: Editorial Sintet. 1964

- 43.-Olson, E.; Isaksson, B.; Norrby, A.; Sölvell, L. 1976. Food Iron Absorption in Iron Deficiency. *American Journal of Clinical Nutrition*. 31 (1): 106-111.
- 44.-Draa, M. 1985. Elaboración de una pasta para sopa, utilizando diferentes aditivos químicos alimenticios. Tesis de Licenciatura. Universidad La Salle. Escuela de Química.
- 45.-Pérez Hidalgo, O.; Chavez, A.; Madrigal, H. 1971. El Problema Nutricional del Hierro en México. *Salud Pública de México*. XIII (1): 71-77.
- 46.-Sánchez-Harroquin, A.; Domingo, M. 1980. Potencialidad Agroindustrial del Aaranto. Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo, México.
- 47.-Sánchez-Harroquin, A.; Domingo, M.; Maya, S.; Saldaña, C. 1985. Amaranth flour blends and fraction for baking applications. *Journal of Food Science*. 50 (3) : 789-795.
- 48.-Santín, C.; Morales, J.; Ibañez, L. Desarrollo a nivel piloto de una pasta para sopa con base en una mezcla de amaranto-trigo. *Tecnología de Alimentos (Mex.)*. 22 (3) : 35-39.
- 49.-SPP, SPM, SC, Departamento de Pesca. 1981. Serie Productos Básicos I. Alimentos, Análisis y Expectativas. Presidencia de la República, Coordinación de Programas de Productos Básicos. México.
- 50.-Wood, J.; Betschart, A.; Saunders, R. 1981. Morphological studies on *Amaranthus cruentus*. *Journal of Food Science*. 46 (4) : 1175-1180.

APENDICE I

Las características que se utilizan para determinar la calidad de los productos de pasta son:

alcolor

Los productos de pasta deben tener aspecto transparente, suave y libre de burbujas, el color varía de amarillo intenso a café obscuro o a un blanco grisáceo, dependiendo de la calidad de la harina o semolina.

Una pasta de color amarillo intenso se obtiene de semolina con un elevado contenido de carotenos y una baja actividad de lipoxidasa, conforme se utilizan harinas menos refinadas (integrales), el color se vuelve cada vez más pardo.

Una pasta de color blanco grisáceo se obtiene con una semolina de bajo contenido de carotenos y elevada actividad de lipoxidasa, que se ha sometido a una molienda de alto o medio grado de extracción. Harinas o seolinas con estas características generales se obtienen a partir de algunos trigos duros y de la mayoría de los trigos panaderos.

Resistencia de las pasta a la ruptura

La prueba de resistencia de las pastas a la ruptura, se realiza generalmente en forma manual siendo por lo tanto una prueba subjetiva. Diversos autores describen la aplicación de maquinaria especial para registrar la resistencia a la ruptura, sin embargo, dada la pobreza en cuanto a la reproductibilidad de los resultados de este tipo de prueba, su uso se limita a establecer una relación entre los

resultados de la prueba de resistencia a la ruptura y otros factores, de secado, daño al gluten durante el asado y forado y granulometría.

Una pasta elástica y fuerte, indica por lo general que el producto fué bien procesado y de relativamente alto contenido de proteínas. Calidad de cocimiento de las pastas.

La prueba para evaluar la calidad de cocimiento de las pastas, generalmente se realiza utilizando una cantidad determinada de pasta seca y agua, manteniéndose una temperatura constante, hasta la total desintegración de la pasta.

La prueba implica la medición del porcentaje de "hinchamiento", de sedimento y del tiempo de cocimiento. Esta última característica se determina examinando muestras del producto tomadas a diversos tiempos presionándolas entre dos vidrios de reloj hasta la desaparición de la veta opaca central o hidratación total del almidón. A este tiempo se determina el porcentaje de hinchamiento y sedimento. Posteriormente se determina el sobrecocimiento o el tiempo de desintegración de la pasta (46).