

300627



UNIVERSIDAD LA SALLE

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

FORMULACION Y EVALUACION DE UNA MEZCLA
ELABORADA A PARTIR DE AMARANTO Y MAIZ
PARA LA OBTENCION DE UN PRODUCTO SIMILAR
A LAS HOJUELAS DE CEREAL PARA DESAYUNO

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A N :
ANA ELENA BETANCOURT BUCHELI
SILVIA VAZQUEZ - MELLADO CANTON



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 esta 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.

INDICE

	Pág.
CAPITULO I. Introducción	1
CAPITULO II. Objetivos.....	4
CAPITULO III. Generalidades.....	6
III.1. Los cereales y su industrialización.....	7
a) Trigo.....	10
b) Arroz.....	11
c) Cebada, avena y centeno.....	12
d) Maíz.....	12
III.2. Maíz. Origen e importancia.....	14
III.3. Amaranto. Origen e importancia.....	17
III.4. Mejoramiento protefnico a base de una comple- mentación.....	20
III.5. Elaboración de cereales para desayuno.....	23
CAPITULO IV. Diseño experimental.....	25
IV.1. Diagrama general de trabajo.....	26
CAPITULO V. Métodos de análisis.....	27
V.1. Análisis químico proximal.....	32
a) Determinación de nitrógeno.....	32
b) Determinación de extracto etéreo.....	32
c) Determinación de humedad.....	33
d) Determinación de cenizas.....	33
e) Determinación de fibra cruda.....	34

Pág.

f) Determinación de hidratos de carbono.....	34
V.2. Análisis microbiológicos.....	34
a) Cuenta de bacterias mesofílicas aerobias.....	35
b) Cuenta de hongos y levaduras.....	35
c) Cuenta total de coliformes.....	35
V.3. Análisis fisicoquímicos.....	36
a) Índice de absorción de agua.....	36
b) Índice de solubilidad en agua.....	36
V.4. Determinación de la relación de eficiencia protéica (PER) y Digestibilidad.....	37
V.5. Determinación del aporte energético.....	39
V.6. Evaluación sensorial.....	40
CAPITULO VI. Resultados y Discusión.....	43
CAPITULO VII. Conclusiones.....	65
CAPITULO VIII. Recomendaciones.....	68
CAPITULO IX. Anexos.....	70
CAPITULO X. Bibliografía.....	77

CAPITULO I.

INTRODUCCION

INTRODUCCION

Las poblaciones tienden a crecer más rápidamente que los víveres y su consecuencia inmediata es un desequilibrio entre el balance de la población y la provisión de alimentos; la grave escasez mundial se hace sentir particularmente en materia de proteínas de buena calidad, por lo que urge descubrir nuevos alimentos ricos en ellas y fomentar la producción de los ya conocidos para aliviar esta carencia.

Las necesidades de eficiencia en la producción y conservación de alimentos se hace cada vez mas aguda; estas necesidades en la industria proveedora de alimentos exige mayores desarrollos tecnológicos que permitan mejorar las operaciones, disminuir los costos e incrementar la producción.

Los países desarrollados del mundo son autosuficientes y exportadores de alimentos; sin embargo, los países subdesarrollados no pueden tener esperanzas de industrializarse ni elevar su nivel de vida sin un aumento y una mejoría en el sustento, ya que su dieta está restringida casi en su totalidad a granos de cereales sin que éstos proporcionen los requerimientos necesarios para una buena nutrición, debido a que su contenido de proteínas es bajo, encontrándose deficiencias en algunos de sus aminoácidos esenciales, fundamentalmente en li sina y triptofano; esta deficiencia puede superarse si se les combina con semillas que tengan mayor contenido de estos ami-

noúcidos, mejorándose así su calidad proteínica por efectuarse una complementación entre ellos.

El consumo de granos en México es elevado, y de ahí la importancia de desarrollar una producción cada vez más eficiente.

En el caso específico del maíz, no puede decirse que su aporte nutritivo sea adecuado, sin embargo, su demanda se debe a causas económicas, culturales y sociales, por lo que se hace necesaria una complementación de sus nutrimentos en forma tal que se eleve su valor nutritivo.

La semilla de amaranto se presenta como una alternativa para efectuar una complementación con cereales debido a su calidad y contenido de proteínas; su cultivo concuerda exactamente con las condiciones que prevalecen en el mundo en vías de desarrollo. La enumeración de productos tradicionales del amaranto no ha sufrido ninguna modificación esencial en su elaboración. Las hojuelas de amaranto preparadas con granos de maíz y semillas de amaranto aventajarían a las hojuelas para desayuno a base de maíz listos para el consumo.

CAPITULO I I .

OBJETIVOS

OBJETIVOS:

- 1.- Desarrollar nuevos aprovechamientos de la semilla de amaranto.
- 2.- Proponer una tecnología para formular una mezcla a base de semillas de amaranto (*Amaranthus sp.*) y granos de --- maíz (*Zea mays*) para la elaboración de hojuelas de ce--- real para desayuno.
- 3.- Ajustar la formulación para que cada 100 g. de hojue-- las aporte entre 13 y 16% del requerimiento total de pro-- teínas diarias.
- 4.- Lograr un producto que brinde atributos sensoriales acep--
tables por los consumidores.

C A P I T U L O I I I .

GENERALIDADES

GENERALIDADES

III.1. LOS CEREALES Y SU INDUSTRIALIZACION.

Se conoce con el nombre de cereales a los frutos de algunas plantas herbáceas pertenecientes a la familia de las gramíneas.

En el mundo entero, los cereales constituyen la fuente más importante de calorías, aportando alrededor del 70% de las calorías requeridas por el organismo ya que poseen un alto contenido de hidratos de carbono, además de proporcionar proteínas y vitaminas. (11). Se consumen en forma natural o ligeramente modificada como artículos básicos de la dieta, convirtiéndose mediante el procesamiento en un gran número de ingredientes adicionales empleados en la fabricación de otros alimentos.

Entre los principales cultivos de cereales se encuentran el trigo, la avena, la cebada, el arroz, y el maíz, siendo este último, con mucho, el más importante en cuanto a producción.

Referente a su estructura comparativa, los cereales tienen en común algunos rasgos característicos importantes en los cuales se basan la molienda y demás operaciones de procesamiento subsecuentes. Todos ellos son semillas de plantas y como tales, contienen en su centro un gran endospermo feculo-

so, también rico en proteínas; capas exteriores protectoras - como la cáscara y el salvado que, en su mayor parte, no pueden ser dirigidos por el hombre; un embrión o germen situado generalmente cerca del extremo inferior y que, bajo condiciones determinadas, tiende a producir rancidez en el grano; así puede verse que lo que se aprovecha básicamente es el endospermo, constituido por almidón y proteínas. (20)

Sin embargo, existen también aplicaciones en que no se elimina nada del grano, sino que se utiliza entero, sin moler, siendo el forraje para animales un ejemplo de ello.

En el Cuadro No. 1 se muestran los principales componentes de los cereales más importantes.

Aunque éstos son índices típicos, las composiciones pueden variar ligeramente de acuerdo con las variedades del cereal en cuestión, las condiciones geográficas y otros factores.

Como puede observarse, todos los cereales contienen grandes cantidades de hidratos de carbono, en su mayor parte en forma de almidón que, en forma natural, es insoluble, insípido e indigerible para consumo humano. El proceso de cocción - que se realiza en el hogar o en la industria durante su elaboración, lo vuelve digerible y agradable al paladar. (20). Sin embargo, su contenido de proteínas es bajo, encontrándose

deficiencias en algunos de los aminoácidos esenciales, fundamentalmente en lisina y triptofano.

Cuadro No. 1

COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL					
Grano	Humedad (%)	Proteína (%)	Extracto etéreo (%)	Hidratos de carbono (%)	Fibra cruda (%)
Trigo	11	13	2	69	3
Avena	13	10	5	58	10
Sorgo	11	12	4	70	2
Cebada	14	12	2	63	6
Centeno	11	12	2	71	2
Arroz	11	8	2	65	9
Maíz	11	10	4	72	2

FUENTE: La Ciencia de los Alimentos. (20).

Los cereales más utilizados son el trigo, el arroz, la cebada, el centeno, la avena y el maíz.

a) Trigo.

Como sucede en el caso de todos los cereales, existen diversas variedades de trigo cultivadas de modo que se tenga un alto rendimiento, gran resistencia a diferentes condiciones de clima, insectos y enfermedades, y una composición óptima para usos especiales en alimentos.

A nivel industrial, la harina de trigo es empleada para la elaboración de pan (trigos duros) ya que este tipo es rico en proteínas y conviene para la fabricación de estos productos a fin de retener el volumen logrado por la fermentación. También se emplea para la elaboración de pasteles y otros productos similares (trigos blandos) que, aunque poseen menor cantidad de proteínas, convienen más para la elaboración de estos productos por formar masas más débiles.

Así mismo, se emplea para la elaboración de cereales para desayuno, salsas de carne, sopas, confitería y su segunda aplicación en orden de importancia después del uso en productos horneados, es en la preparación de pastas alimenticias como macarrones, tallarines y otros, que difieren de las masas para productos horneados en que no contienen levadura

b) Arroz.

Es la cosecha más importante del mundo como alimento para consumo humano. A diferencia del trigo, que en su mayor parte se convierte en harina, la mayoría del arroz se consume en forma de granos desprovistos de la cáscara y el germen, disminuyendo con ello el contenido de vitaminas y minerales. Esto es particularmente grave tratándose del arroz ya que constituye el artículo básico de la dieta de poblaciones enteras, por lo que es conveniente enriquecer este grano, principalmente con nutrientes como tiamina, niacina y hierro, los cuales son particularmente efectivos para reducir la incidencia de beriberi.

El arroz también puede molerse para convertirlo en harina, utilizada sobre todo por personas alérgicas a la harina de trigo, actuando como una fuente de almidón. También puede hacerse arroz de cocimiento rápido o casi instantáneo; esto se logra mediante el precocimiento que gelatiniza el almidón. Las cáscaras, el salvado y el germen se aprovechan como alimento para ganado.

c) Cebada, avena y centeno.

Todos estos granos se utilizan en alimento para ganado, -- aunque tambien tienen aplicaciones en la industria de alimentos para consumo humano. La harina de centeno, después de la eliminación de salvado y de germen, se emplea en combinación con la de trigo en la producción de pan de centeno, y en combinación con la cebada constituyen fuentes de hidratos de carbono fermentables en licores destilados. La cebada también se utiliza para la producción de malta (cebada germinada-seca) - empleada en la industria cervecera para ayudar a la conver-- sión de material feculento en azúcares a fin de acelerar la - fermentación lograda por la levadura, así como para mejorar - el sabor de esta bebida. La avena es empleada también en la - elaboración de cereales para desayuno.

d) Maíz.

Es el cereal más importante en cuanto a volúmenes de cosecha, aunque la mayor parte se emplea como forraje para animales. Como alimento pa ra humano se consume como vegetal fresco, pero en su mayoría se somete a la molienda y se consume en forma de una fracción específica o modificada del cereal original. Al igual que los otros granos, se le muele para eliminar la cáscara y el ger-- men, los cuales se dan al ganado. Del resultado de la molienda se obtienen productos tales como el almidón de maíz; la -- fracción de proteína se emplea comunmente como alimento para gana

do, aunque también tiene aplicaciones industriales, entre los cuales se encuentra la de servir como ingrediente de otros alimentos fabricados o bien se convierte en jarabe de maíz. Del germen se extrae aceite y del endospermo no solo el almidón, sino algunos derivados como glucosa, dextrina, cola vegetal y alcohol. La harina más fina y desengrasada constituye la maicena. El licor de maíz macerado se emplea en la producción de antibióticos. (20).

Mucho se ha hablado de las mezclas de cereales con leguminosas o con semillas como alternativa de mejoramiento de fuentes de proteínas de origen vegetal por medio de procedimientos de fortificación, que se lleva a cabo entre dos o más proteínas de tal forma que el valor nutritivo de la mezcla resultante sea mejor al de cada proteína por separado. Este tipo de mejoramiento requiere que los alimentos con que se realice no sean deficientes en el mismo aminoácido.

Se ha recomendado en el caso de maíz (deficiente en lisina y triptofano) que la mejor complementación es aquella en que tanto la semilla como el cereal aporten cada uno el 50% de proteína de la dieta, que corresponden aproximadamente al 70% en peso del maíz. (5).

III.2. MAÍZ. Origen e importancia.

La humanidad depende de las cosechas de cereales en lo concerniente al 70% en el consumo de granos, que son precisamente los nutrientes considerados como más importantes dada su demanda. En México, uno de estos alimentos básicos es el maíz.

El origen del maíz es un enigma que quizá no llegue a delarse nunca. No existe ninguna especie silvestre conocida que pueda considerarse como su antepasada: lo cierto es que nuestro país lo ha hecho suyo, considerándose como una aportación de México a la agricultura mundial.

A nivel nacional es el principal cultivo por numerosos factores de orden agrícola, económico y social, pues es un alimento de consumo diario que tradicionalmente ha formado parte de la dieta del mexicano. (21). Representa el 52.7% de la producción agrícola y ocupa el 54.77% de la superficie destinada a la agricultura. Se calcula que de la producción total de maíz, el 81% se destina a consumo humano. (6).

No obstante, el maíz es una fuente pobre de proteínas para el hombre. Su proteína no sólo es baja en cantidad (alrededor del 10%), sino también en calidad. En el maíz, aproximadamente un 50% de su proteína es la zeína, que no puede ser digerida por un animal no rumiante. El hombre, tampoco puede aprovecharla.

La más importante deficiencia de este cereal en lo que respecta al valor nutritivo es su bajo contenido en lisina y triptofano, aminoácidos esenciales, lo cual hace que tenga un valor bajo en función a su proteína, como puede verse en el cuadro No. 2.

Cuadro No. 2

ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DEL GRANO DE MAÍZ	
Determinación	%
Humedad	11.72
Proteína	8.51
Extracto Etéreo	5.51
Cenizas	1.56
Fibra Cruda	1.75
Hidratos de Carbono	70.95

FUENTE: Potencialidad Agroindustrial del Amaranto. (24).

Las proteínas nutritivas del grano de maíz se clasifican en cuatro categorías de acuerdo a su solubilidad.

- 1.- Albúminas, solubles en agua.
- 2.- Globulinas, solubles en soluciones salinas.

- 3.- Prolaminas, solubles en alcohol moderadamente fuerte.
- 4.- Glutelinas, solubles en soluciones alcalinas diluidas.

De estas fracciones, las dominantes en el maíz común son las prolaminas, que incluyen la zeína, y comprenden de un 40 a 55% de la proteína total; y la glutelina, que constituye de un 30 a 35% de la proteína total y tienen toda o casi toda la lisina del endospermo. (10).

Las deficiencias en la calidad de proteína de este cereal pueden superarse si se le combina con semillas que tengan un mayor contenido de los aminoácidos esenciales deficientes. (22).

El consumo de maíz en México es elevado, y quizá sea debido a que es uno de los cultivos más rentables y más tradicionales, aún cuando no proporciona en sí mismo los nutrientes básicos para una alimentación adecuada.

El maíz es entre los cereales, aquel que ha experimentado un mayor crecimiento en su producción y ello se debe no tanto a la extensión de los cultivos como al aumento constante de los rendimientos, como puede observarse en el cuadro --
No. 3.

Cuadro No. 3

PRODUCCION NACIONAL DE MAIZ DE LOS AÑOS 1982 A 1985	
Año	Toneladas
1982	12 215 330
1983	13 240 399
1984	13 831 333
1985	13 726 000

FUENTE: Producción Agrícola Nacional. Anuario Estadístico. -- SARH, 1982-1985. (19).

III.3. AMARANTO. Origen e Importancia.

Una familia de vegetales, la Amaranthaceae (alegría), - constituye un interesante grupo de plantas conocidas en la -- terminología vulgar como "pseudocereales", quizá porque producen grano o semilla del tipo común de los cereales, pero de -- tamaño más pequeño.

En dicho grupo está comprendido el género Amaranthus, -- con más de cincuenta especies, cuyo grano y aún sus hojas poseen valiosos componentes químicos que lo sitúan entre los -- alimentos naturales más nutritivos. (24).

La "alegría" o amaranto es una especie originaria de México; en otros tiempos tuvo mucha difusión y constituyó un cultivo místico para incas y aztecas por igual, y durante la época precolombina fue uno de los cultivos básicos más importantes en la alimentación humana. Sin embargo, lentamente ha sido abandonado por el mundo entero, cayendo casi en la oscuridad.

Actualmente se cultiva en una superficie aproximada de 1500 hectáreas ubicadas en los estados de Morelos, Tlaxcala, Puebla y en el Distrito Federal. La utilización que se le da a la producción de esta semilla es casi exclusivamente para la elaboración de golosinas, aunque ya se promueve su inclusión en la dieta del pueblo mexicano. (15).

La producción nacional de amaranto no representa un valor significativo en los datos de producción de la Dirección General de Economía Agrícola (SARII), ya que solamente se producen 150 toneladas anualmente.

La baja producción de esta semilla es debido a una gran cantidad de factores tales como su tamaño, falta de tecnología, monopolización del mercado, etc. Todo ello se refleja en altos costos de producción y venta, competencia de cultivos más rentables y falta de conocimientos acerca de esta semilla.

No obstante, la semilla de amaranto es una fuente potencial de proteína de buena calidad. Es comparable a los cereales en su contenido de hidratos de carbono, pero superior a ellos en su contenido de lípidos y proteínas. (24), presentando un mejor equilibrio de sus aminoácidos esenciales, fundamentalmente lisina y triptofano, aminoácidos que limitan el valor nutritivo de los cereales. (12).

El cuadro No. 4 muestra el análisis químico proximal de la semilla de amaranto.

Cuadro No. 4

ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LA SEMILLA DE AMARANTO	
Determinación	%
Humedad	8.4
Proteína	15.3
Extracto Etéreo	7.1
Cenizas	2.3
Fibra Cruda	2.9
Hidratos de Carbono	64.0

FUENTE: Potencialidad Agroindustrial del Amaranto. (24).

Entre los aspectos más importantes del amaranto están su buen sabor, sus notables propiedades alimenticias, su calidad proteínica elevada y su facilidad de mezclarse con otras harinas, especialmente de cereales con apreciable mejoría de las cualidades nutritivas de las mezclas. (24).

Otro punto importante con respecto al amaranto es la característica de esta semilla no depende estrictamente de la disponibilidad de sistemas de riego ni de fertilización abundante o del uso masivo de insecticidas y fungicidas. En otros términos, su cultivo concuerda con las condiciones que prevalecen en el mundo en vías de desarrollo, lo cual lo distingue de otros cultivos con exigencias tecnológicas más estrictas. (23).

Poder desarrollar productos a base de amaranto se presenta como una alternativa para ampliar su uso y mercado, en consideración a su calidad nutritiva y a la aceptación que tiene dentro de la población que tiene acceso a ella.

III.4. MEJORAMIENTO PROTEINICO A BASE DE UNA COMPLEMENTACION.

Las deficiencias de aminoácidos en una proteína pueden ser corregidas por tres técnicas:

La primera se lleva a cabo por adición de aminoácidos -- sintéticos en cantidades apropiadas para llegar a los niveles

requeridos por un sujeto, según los patrones establecidos, y se le conoce con el nombre de fotificación.

La segunda técnica se basa en la adición de pequeñas cantidades de proteína rica en el o los aminoácidos deficientes de otra proteína; esta técnica es conocida como suplementación proteínica.

Finalmente, la tercera técnica se realiza por la combinación de las diferentes fuentes de proteína, de modo que se establezca mutuamente un balance entre cada uno de ellos, denominándose como complementación. (4).

Los cereales por sí solos poseen baja calidad en su proteína debido a que generalmente presentan como limitante alguno de los aminoácidos esenciales y, en consecuencia, no se da un aprovechamiento integral de la proteína. Al combinarse con otras semillas mejora su calidad proteínica por efectuarse -- una complementación entre sus aminoácidos.

De acuerdo a los datos teóricos presentados en el cuadro No. 5.

Al combinarse las semillas de amaranto con los granos de maíz, se obtiene un mejor equilibrio de aminoácidos que en el maíz solo. Esto indica un incremento en la calidad de los productos elaborados a base del cereal de mayor consumo nacional y el amaranto.

Cuadro No. 5

COMPARACION DE AMINOACIDOS ESENCIALES DE MAIZ Y AMARANTO CON EL PATRON FAO/1973 (g. de aminoácido/100 g. de proteína)			
Aminoácido	Amaranto	Maíz	FAO/1973
leu	6.0	6.7	7.0
ileu	3.8	5.2	4.0
lis	7.4	4.0	5.5
val	4.0	5.2	5.0
treo	4.6	3.7	4.0
trp	1.0	0.7	1.2
tir	8.0	4.7	6.0
fen-ala	8.0	4.7	6.0
met	9.4	2.5	5.5
cis	9.4	2.5	5.5
limitante'	leu	lis.	
		trp.	

FUENTE: Elaboración de una pasta para sopa a base de alegría.
(17).

'Dos cultivos olvidados de importancia agroindustrial:
el amaranto y la quinua. (23).

Del mismo modo, esta mezcla tiene un contenido de grasas y proteínas más alto que el maíz individualmente, por lo tanto, al elaborarse productos de esta naturaleza se proporcionará un alimento más rico en nutrimentos sin elevar considerablemente los costos de producción. (24).

III. 5. ELABORACION DE CEREALES PARA DESAYUNO.

Los cereales para desayuno han tenido gran aceptación debido a su facilidad de preparación. En general, se han clasificado en dos categorías:

- a) Los cereales precocidos, los cuales requieren un cocimiento antes de ser servidos, como es el caso de las hojuelas de harina de avena.
- b) Los cereales listos para consumo, que son los que no requieren ninguna preparación antes de ser servidos, como las hojuelas de maíz.

En la elaboración de los cereales listos para consumo, la materia prima requiere de dos pasos principales:

- 1.- Reducción del tamaño de la partícula, llevada a cabo por medio de la fragmentación de los granos de cereal entre rodillos.
- 2.- Eliminación del salvado y del germen con el fin de redu-

cir el tiempo de cocimiento y mejorar la digestibilidad.

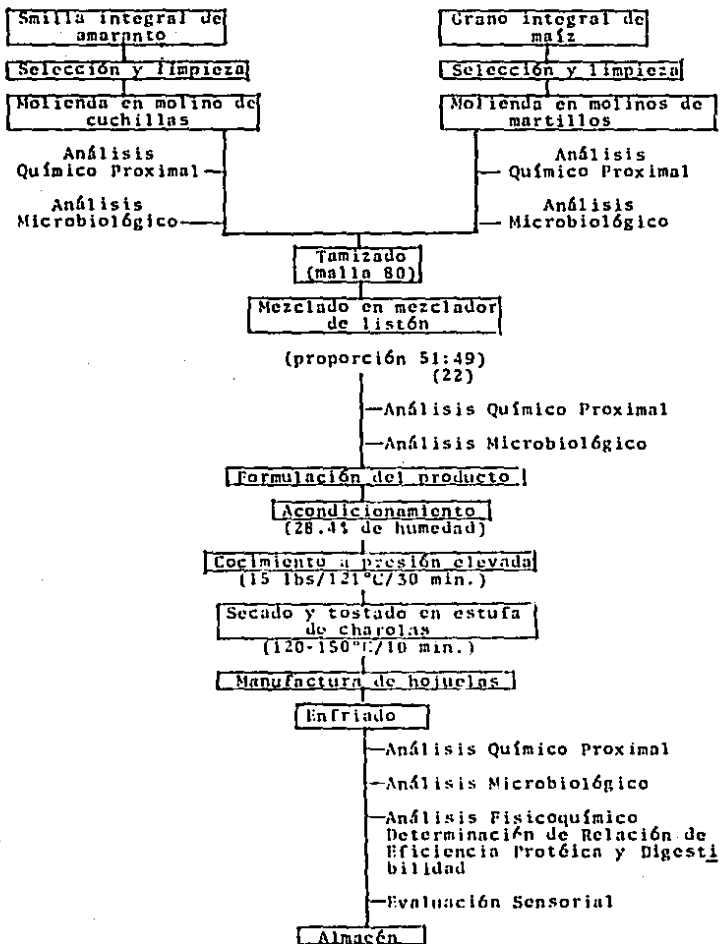
Una vez que se tiene la materia prima en esta forma, se procede a la formación del cereal en la manera tradicional, cumpliendo con los principios básicos siguientes:

- Gelatinización del almidón.
- Tostado de las partículas, debida a la interacción de azúcares y proteínas.
- Inhibición de reacciones enzimáticas.
- Dextrinización y caramelización de los azúcares como resultado de las altas temperaturas.
- Obtención de una textura quebradiza como consecuencia de la disminución en el contenido de humedad. (16).

C A P I T U L O I V .

DISEÑO EXPERIMENTAL.

IV.1. DIAGRAMA DE FLUJO



CAPITULO V.

METODOS DE ANALISIS

METODOS DE ANALISIS

Las hojuelas se elaboraron a partir de semillas de amaranto y granos de maíz, los cuales fueron sometidos en forma manual a la operación de selección y limpieza con el fin de eliminar impurezas, basuras, granos dañados y toda materia extraña; una vez limpios se sometieron a molienda en la siguiente forma:

- Maíz. Se utilizó un molino de martillos (Burrows Equipment Co. Serial U-7), con una criba de 1.0 mm. de apertura.
- Amaranto. Se usó un molino de cuchillos (Thomas-Wiley, Laboratory Mill. Model 4), con una criba de 0.5 mm. de apertura.

Posteriormente ambas harinas se pasaron por una malla 80 (apertura 0.177 mm.) en un tamiz Mont. Inox. CENCO-Mainzer., para obtener harinas gruesas (semi-integrales). A cada una de éstas se les efectuaron los siguientes análisis.

- Análisis Químico Proximal.
- Análisis Microbiológico.

Por otra parte, se determinó la proporción de amaranto y maíz que habría de emplearse para una complementación en forma balanceada del contenido de proteínas de la materia prima, en base a los datos obtenidos por Sánchez-Marroquín, A. (22),

y se procedió al mezclado quedando una proporción de 51% de -
harina de amaranto y 49% de harina de maíz, efectuándose en
un mezclador de listón Erweka Appartebeu-G. mbu . tipo LKS.
AR400. A la mezcla así obtenida se le realizaron los análisis
químico proximal y microbiológico, con el fin de conocer su -
composición y grado de contaminación (métodos descritos más -
adelante). Una vez que se tiene la certeza de que el grado de
contaminación no era elevado, se procedió a la formulación --
del producto, quedando ésta como sigue:

Mezcla de Harinas	56.81%
Agua	28.40%
Azúcar Invertido	14.20%
Sal	0.59%
(8).	

Dicha formulación se acondicionó por 24 horas a 28.4% de
humedad y a temperatura ambiente; se coció la mezcla a 15 lbs.
de presión (121°C/30 min.), y se llevó a cabo la elaboración
de las hojuelas, presionando la mezcla con un rodillo con el
fin de obtener una película delgada que posteriormente se cor-
taron las hojuelas (2.0 cm X 1.0 cm, con un espesor de 1.0 --
mm.), se secaron en una estufa de charolas MAPSA. Modelo HDP-
433, reduciéndose el contenido de humedad a 8%, para su tosta
do, (120-150°C/20 min.).

Al producto final se le realizaron los análisis siguientes:

- Análisis químico proximal.
- Análisis microbiológico.
- Análisis fisicoquímicos.
 - a) Índice de absorción de agua.
 - b) Índice de solubilidad en agua.
- Determinación de la relación de eficiencia proteica -- (PER).
- Determinación de digestibilidad.
- Evaluación sensorial.

Utilizando para esta etapa los siguientes métodos y técnicas:

V.1. ANALISIS QUIMICO PROXIMAL.

- a) Determinación de nitrógeno. (Método MicroKjeldahl). (1, 13).
- b) Determinación de extracto etéreo por extracción con disolventes. (Método Soxhlet). (13).
- c) Determinación de humedad. (Método indirecto). (13).
- d) Determinación de cenizas. (Método indirecto). (13).
- e) Determinación de fibra cruda. (Método de hidrólisis áci-

da o alcalina). (13).

f) Determinación de hidratos de carbono. (Obtenidos por diferencia). (13).

V.2. ANALISIS MICROBIOLOGICO.

a) Cuenta de bacterias mesofílicas aerobias. (14).

b) Cuenta de hongos y levaduras. (14).

c) Cuenta total de coliformes. (14).

V.3. ANALISIS FISICOQUIMICOS.

a) Índice de absorción de agua. (17).

b) Índice de solubilidad en agua. (17).

V.4. DETERMINACION DE RELACION DE EFICIENCIA PROTEICA (PER), Y DIGESTIBILIDAD. (Método biológico de evaluación proteica y absorción.). (13).

V.5. EVALUACION SENSORIAL. (Método objetivo de escala descriptiva compuesta). (9).

V.6. DETERMINACION DEL APORTE ENERGETICO. (Método indirecto).

V.1. ANALISIS QUIMICO PROXIMAL.

a) Determinación de nitrógeno.

Método MicroKjeldahl. (1, 13).

Fundamento.

Las proteínas y demás material orgánico son oxidadas por ácido sulfúrico, y el nitrógeno que se encuentra en forma orgánica se fija como sulfato de amonio; esta sal se hace reaccionar con una base fuerte, desprendiéndose amoniaco que se destila y se recibe en un volumen conocido de ácido valorado. Por titulación del ácido no neutralizado, se calcula la cantidad de amoniaco desprendido y así la cantidad de nitrógeno -- contenido en la muestra, que multiplicada por el factor correspondiente da la cantidad de proteína.

Factores.

Amaranto: 5.2 (3)

Maíz: 6.25 (24)

b) Determinación de extracto etéreo con disolventes.

Método Soxhlet. (13).

Fundamento.

Se le da el nombre de grasa cruda porque no sólo se obtiene grasa, sino todo aquello que sea soluble en éter, cloroformo o benceno, por medio de una extracción continua, tales

como aceites esenciales, colesterol, ceras, pigmentos, etc., y se reporta como fracción soluble en éter, extracto etéreo o grasa cruda.

c) Determinación de humedad.

Método indirecto. Método en estufa de secado. (13).

Fundamento.

Se mide la pérdida de peso cuando la muestra ha sido expuesta a una fuente de calor. Esta técnica no se recomienda para muestras que tengan compuestos que se volaticen a la temperatura empleada.

d) Determinación de cenizas.

Método indirecto. Método de calcinación. (13).

Fundamento.

Las cenizas corresponden al residuo inorgánico que queda cuando la materia orgánica ha sido quemada o calcinada, aunque no corresponde exactamente a la composición del material mineral de la muestra presente, pues a la temperatura empleada puede presentarse pérdida por la volatilización de algunos constituyentes.

e) Determinación de fibra cruda.

Método de hidrólisis ácida o alcalina. (13).

Fundamento.

La fibra cruda se determina en forma empírica y se define como el residuo orgánico que no es digerido en una hidrólisis ácida o alcalina en condiciones estandarizadas.

f) Determinación de hidratos de carbono asimilables.

Obtenidos por diferencia (13).

V.2. ANALISIS MICROBIOLÓGICOS.

Incluyen las determinaciones basadas en técnicas generales para análisis microbiológicos de alimentos según la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial en la Norma Oficial Mexicana (NOM-F-350-1980). Para cada prueba se necesitan diferentes medios de cultivo, los cuales deben esterilizarse en autoclave a 121°C durante 15 minutos.

- Preparación de las disoluciones de la muestra.

Se toman 10 g. de muestra y se le adicionan 90 ml. de agua peptonada. Se homogeniza y se hace la secuencia de diluciones a preparar, dependiendo del número esperado de microorganismos en la muestra. En este caso se emplearon las diluciones 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} en base a los resultados de análisis previos.

a) Cuenta de bacterias mesofílicas aerobias. (14).

Se utiliza un medio de cultivo de agar nutritivo. La cuenta total o flora aeróbica total se determina con el fin de conocer el grado de contaminación del producto y compararlo con las normas de salubridad, NOM-F-350-1980. (18).

La prueba consiste en incubar cajas Petri con diferentes diluciones de la muestra e incubarlas a 37°C. Después de 48 horas se cuentan las colonias aisladas en las cajas y el resultado se relaciona a 1g. de muestra original. La lectura se toma de las cajas que presenten entre 30 y 300 colonias en el medio de cultivo.

b) Cuenta de hongos y levaduras. (14).

Esta cuenta se hace con el fin de conocer el grado de contaminación por hongos y levaduras del producto. Se utiliza agar-Subirán-dextrosa como medio de cultivo; las cajas Petri se incuban invertidas a 25°C durante 72 horas y la lectura se toma como en el caso anterior.

c) Cuenta total de coliformes. (14).

La presencia de colibacterias indica contaminación de tipo fecal. Estos microorganismos provocan infecciones intestinales muy comunes en el organismo; la determinación se hace en base a una prueba presuntiva y una confirmativa.

- Prueba presuntiva.

Utiliza como fuente de hidratos de carbono que las colibacterias fermentan produciendo gas y cambios en el color, obteniéndose entonces una prueba positiva de su presencia.

- Prueba confirmativa.

Usa como medio de cultivo de agar-cosina-azúl de metileno, el cual se inocula y se incuba con la muestra a 37°C durante 48 horas. Si se observan colonias con brillo metálico, la prueba es positiva, y se cuentan estas igual que en los casos anteriores.

V.3. ANALISIS FISICOQUIMICOS. (17).

Para estos análisis se determinaron los índices de absorción de agua e índice de solubilidad en agua, ambos a partir de la misma muestra.

Una vez obtenida esta última, se pesan 2.5 g. y se añaden 30 ml. de agua destilada a 30°C. Se mezcla y se agita por 30 minutos, se centrifuga a 3000 G y se decanta. El gel es pesado por diferencia en un tubo de centrifuga y entonces el índice de absorción de agua (IAA) se calcula como:

$$\text{IAA} = \text{g. del gel/g. de muestra seca.}$$

El sobrenadante se pasa a un crisol previamente tarado y se evapora; se pesa el crisol y por diferencia se obtiene el índice de solubilidad en agua (ISA) que se calcula como:

ISA = % de muestra seca en una capa de agua.

V.4. DETERMINACION DE LA RELACION DE EFICIENCIA PROTEICA --- (PER) Y DIGESTIBILIDAD.

Método biológico de evaluación protéica y absorción. --- (13).

Estos métodos se basan en los cambios de peso corporal de ratas en función a la cantidad de proteínas consumidas durante 28 días, proporcionando así a cada animal un total de 10% de proteína en su dieta. La absorción (digestibilidad) es medida en base a la diferencia que se observa entre la cantidad de nitrógeno consumido y el nitrógeno fecal.

Las características que deben reunir los animales son:

- Especie: Rata Blanca.
- Cepa: Wistar.
- Sexo: Macho.
- Edad: Recién destetados (21-22 días de nacidos).
- Peso: 35-40 g.

Se usaron 5 animales para caseína como control y 10 animales para el producto de prueba. (13).

Al producto a evaluar se le determinó el contenido de -- proteínas, grasa (extracto etéreo) y fibra; en base a ello se calcula la dieta con 10% de proteína, siendo las dietas las siguientes:

Cuadro No. 6

	DIETA TIPO (g)	DIETA PATRON (g)	DIETA PROBLEMA (g)
Proteína	10.0	62.89	67.88
Sacarosa	20.1	8.19	6.00
Glucosa	19.0	7.10	4.10
Dextrina	25.0	13.10	1.03
Manteca	8.0	0.37	6.76
Aceite de maíz	6.0	0.30	4.77
Vitaminas y minerales	6.0	2.06	2.44
Celulosa la suficiente para completar 100 g.		5.99	2.06

Se recomienda una temperatura ambiental de 22 a 24°C y una humedad relativa de 50 a 60%. La recolección de las heces para el cálculo de la digestibilidad se hizo diariamente en forma individual. Para esta determinación se tomó en cuenta

la ganancia de peso de los animales experimentales, así como, los gramos de proteína consumida.

La evaluación de la digestibilidad de las dietas es aparente, debido a que no se corrió una dieta libre de nitrógeno.

Fórmula. (PER).

$$\text{PER} = \frac{\text{Ganancia de peso del animal}}{\text{Proteína consumida (g.)}}$$

$$\text{Proteína consumida} = \frac{(\text{g. de muestra consumida})(\% \text{ proteína en dieta})}{100}$$

Fórmula para digestibilidad.

$$\text{Digestibilidad} = \frac{\text{Nitrógeno ingerido} - \text{Nitrógeno fecal} \times 100}{\text{Nitrógeno ingerido}}$$

V.S. APORTE ENERGETICO. (4).

Esta determinación se lleva a cabo indirectamente por cálculos matemáticos, según el aporte de energía de los nutrientes, en donde éstos aportan las siguientes calorías:

- Proteínas 4 cal/100 g.
- Lípidos 9 cal/100 g.
- Hidratos de carbono 4 cal/100 g.

El aporte energético de las dietas fue el siguiente:

	DIETA PATRON (cal/100 g.)	DIETA PROBLEMA (cal/100 g.)
- Proteína	$62.89 \times 4 = 251.56$	$67.88 \times 4 = 271.52$
- Lípidos	$14.00 \times 9 = 126.00$	$15.10 \times 9 = 135.90$
- Hidratos de carbono	$64.10 \times 4 = 256.40$	$56.65 \times 4 = 226.60$
- Calorías totales:	<u>633.96</u>	<u>634.02</u>

V.6. EVALUACION SENSORIAL. (9).

Para esta evaluación se usa un método de escala descriptiva compuesta, que consiste en comparar un producto con otros similares de marca conocida para evaluar la aceptación del primero en función de los productos comerciales, así como para conocer sus atributos sensoriales con ayuda de jueces no entrenados en base a una escala numérica (1 al 5).

Análisis estadístico de los resultados obtenidos en la evaluación sensorial.

Los resultados obtenidos para cada atributo de las hojas de amaranto y maíz comparadas con dos marcas comerciales

de hojuelas para desayuno elaboradas a base de maíz, fueron evaluados estadísticamente a través de la "Prueba de hipótesis respecto a varianza", con el fin de comparar dos conjuntos de datos para determinar así el nivel de significancia entre ellos, y los límites de confianza correspondientes.

Las hipótesis planteadas para este diseño experimental son las siguientes:

1. La varianza del primer conjunto de datos es igual a la varianza del segundo conjunto de datos, y no hay diferencia esencial entre los grupos.

$$H_0: S_1^2 = S_2^2$$

$$S_3^2 = S_2^2$$

Siendo: S_1^2 la varianza de la muestra control A,

S_2^2 la varianza de la muestra problema B.

S_3^2 la varianza de la muestra control C.

2. La varianza de los dos conjuntos de datos son diferentes y existe diferencia entre los grupos.

$$H_1: S_1^2 \neq S_2^2$$

$$S_3^2 \neq S_2^2$$

El nivel de significancia fijado (α) es de 0.95 como -- margen de aceptación y 0.05 de rechazo, siendo sus niveles de confianza de 1.69 y 0.591 respectivamente.

Se calculó F (Fisher) para la comparación de las dos varianzas utilizando las siguientes fórmulas:

$$F_1 = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad F_2 = \frac{S_3^2}{S_2^2}$$

Se comparó la F calculada y los valores reportados para los niveles de significancia correspondiente, para establecer los niveles de confianza según las tablas de valores críticos de Dixon & Massey (7), de tal manera que se pueda aceptar o rechazar una de las hipótesis planteadas de acuerdo al siguiente criterio:

Si F calculada es mayor que el nivel máximo de confianza (1.69) y si es menor que el nivel mínimo de confianza (0.591), H_0 se rechaza y se concluye que existe diferencia significativa entre los grupos de datos.

C A P I T U L O V I .

RESULTADOS Y DISCUSION

RESULTADOS Y DISCUSION

En base a las harinas semi-integrales usadas durante el trabajo experimental y cuyo término de manejo es malla 80, -- los resultados obtenidos fueron:

1. Análisis Químico Proximal.

Estos análisis se efectuaron tanto a las dos harinas obtenidas en malla 80 de amaranto y maíz individualmente como en su mezcla y en el producto terminado. Los resultados de estos análisis en las materias primas se discuten en base al -- contenido de macronutrientes, como se muestra en el cuadro -- No. 7.

Observándose que existen algunas variaciones entre las -- dos harinas obtenidas, siendo la más significativa la relación con la proteína que además de ser de buena calidad presenta un alto contenido de las mismas en comparación a la de maíz, por lo que se consideró conveniente hacer una mezcla para obtener un producto con mayor valor nutritivo. También se presentan diferencias en cuanto al contenido de hidratos de -- carbono y grasa cruda (extracto etéreo); lo cual se debe a -- que las semillas generalmente contienen una proporción más -- elevada de estos nutrientes en relación a los cereales, en -- los que sucede lo contrario.

Cuadro No. 7

ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LAS HARINAS DE AMARANTO Y MAÍZ		
Determinación	Harina de amaranto (%)	Harina de maíz (%)
Humedad	10.95	10.84
Proteína	15.05 ^a 18.10 ^b	7.39
Extracto etéreo	7.15	5.57
Cenizas	1.96	1.17
Fibra cruda	2.70	1.75
Hidratos de carbono	62.19	73.27

a) multiplicado por el factor 5.2

b) multiplicado por el factor 6.25

Obtenidos por diferencia

El contenido de fibra cruda en la harina de amaranto también es superior al observado en el maíz.

El análisis químico proximal en la mezcla de harinas de amaranto y maíz se presentó como lo indica el cuadro No. 8.

Cuadro No. 8

ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LAS HARINAS DE AMARANTO Y MAÍZ (Proporción 51:49%)	
Determinación	Mezcla de harinas de amaranto y maíz (%)
Humedad	13.40
Proteína X 6.25	15.46
Extracto etéreo	5.32
Cenizas	1.73
Fibra cruda	2.49
Hidratos de carbono ¹	58.71

¹ Obtenidos por diferencia.

En donde en el que el contenido de proteínas de la mezcla de harinas aumentó en comparación al obtenido en las harinas en forma individual, debido a que el valor obtenido en la mezcla se multiplicó por un factor mayor al usado para el de la harina de amaranto, satisfaciendo así los requerimientos propuestos; así mismo, se muestra que el contenido de humedad aumentó debido a que las condiciones de almacenamiento no fueron las adecuadas.

El contenido de macronutrientes encontrados en el producto terminado se reportan en el cuadro No. 9.

Cuadro No. 9

ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DEL PRODUCTO ELABORADO COMPARADO CON LA NORMA OFICIAL MEXICANA PARA HOJUELAS DE MAÍZ			
Determinación	Producto elaborado (%)	Norma Oficial ¹⁾ (%)	
		Mín.	Máx.
Humedad	8.25		7.0
Proteína X 6.25	14.74	7.0	
Extracto etéreo	5.27	3.5	4.0
Cenizas	2.41		5.0
Fibra Cruda	2.28	1.1	1.5
Hidratos de carbono	67.05		

¹⁾ Obtenidos por diferencia.

²⁾ Norma Oficial Mexicana para hojuelas de harina de maíz. --
(NOM-F-350-S-1980). (18).

Como puede observarse, el contenido de proteína en las hojuelas de amaranto y maíz supera en más del doble (14.74%) al establecido como mínimo por la Norma Oficial Mexicana --- NOM-F-350-S-1980, (7.0%).

En cuanto al contenido de fibra cruda y extracto etéreo del producto terminado, también se supera el valor estableci-

do en la misma norma (3.5-4.0%), debido al tipo de materia -- prima utilizada, ya que el amaranto, como semilla posee mayor contenido de grasas, además de que las harinas empleadas para la elaboración de las hojuelas son semi-integrales, contienen por lo tanto un mayor contenido de salvado y germen, lo -- cual elevó la proporción de los mencionados macronutrientes en el producto terminado.

2. Análisis Microbiológico.

Se llevó a cabo tanto en las materias primas individualmente, como en el producto terminado.

El grado de contaminación del amaranto y del maíz como - materias primas se muestran en el cuadro No. 10.

Cuadro No. 10

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS MATERIAS PRIMAS		
Determinación	Harina de amaranto (col/g.)	Harina de maíz (col/g.)
Bacterias mesofli- cas aerobias.	140	180
Organismos colifor- mes	60	40
Hongos y levaduras	75	120

En el que hay una contaminación ligeramente mayor en la harina de maíz en comparación a la de amaranto en lo que respecta a la cuenta de bacterias mesofílicas aerobias debida -- tal vez a un deficiente almacenamiento, lo cual también repercuta en la cuenta de hongos y levaduras.

De la misma forma, puede observarse un mayor número de colonias de organismos coliformes en la harina de amaranto, lo cual indica una contaminación de tipo fecal quizá debida a las aguas de riego, malos manejos en los productos, deficiencias en cuanto a higiene, presencia de roedores, etc.

El cuadro No. 11 muestra el análisis microbiológico de las hojuelas de amaranto y maíz, así como las condiciones microbiológicas establecidas por la Norma Oficial Mexicana. --- (18).

En donde los datos obtenidos muestran que el producto -- elaborado posee una buena calidad microbiológica en comparación a los datos establecidos por la mencionada norma. Esto -- indica que el cocimiento de las harinas favoreció la disminución en las cuentas bacterianas mesofílicas aerobias, y de -- hongos y levaduras observadas en las harinas en forma individual; igualmente puede decirse que la técnica empleada fue la adecuada ya que se eliminó la presencia de organismos coliformes, mismos que no son permitidos en la citada norma.

Cuadro No. 11

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO TERMINADO COMPARADO CON LA NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-F-350-1980) PARA HOJUELAS DE MAÍZ (col/g.)		
Determinación	Producto terminado	Norma oficial"
Bacterias mesofílicas aerobias	230	10 000
Organismos coliformes	negativo	negativo
Hongos y Levaduras	47	50

" Norma Oficial Mexicana. (18).

3. Análisis Físicoquímicos.

Estos análisis se efectuaron tanto a las hojuelas de amaranto y maíz (producto terminado) como a un producto comercial. En el cuadro No. 12, se presentan los resultados obtenidos.

Como se puede apreciar, el producto terminado tiene menor absorción y solubilidad de agua con respecto a la marca comercial, lo cual puede deberse al tamaño de las partículas de las harinas de amaranto y maíz, que son más gruesas en comparación a la harina del producto comercial, así como al relativamente elevado contenido de fibra cruda (2.28%) de la

mezcla elaborada en relación a la marca comercial, (1.34) ya que para la producción de las hojuelas de amaranto y maíz se emplearon harinas semi-integrales.

Cuadro No. 12

ANALISIS FISICOQUIMICOS DEL PRODUCTO TERMINADO COMPARADO CON HOJUELAS DE MAIZ COMERCIALES		
Determinación	Producto terminado	Hojuelas de maíz comerciales
Indice de absorción de agua	1.82	1.90
Indice de solubili- dad en agua	0.52	0.59

4. Determinación de la relación de eficiencia protéica (PER) y digestibilidad.

Estas evaluaciones se llevaron a cabo exclusivamente en el producto terminado.

En el cuadro No. 13, se muestran los resultados obtenidos durante las cuatro semanas del experimento.

Cuadro No. 13

DETERMINACION DE LA RELACION DE EFICIENCIA PRÓTEICA DEL PRODUCTO TERMINADO					
	Semana				Totales
	1°	2°	3°	4°	
Producto terminado					
Ganancia de peso (g)	3.1	3.5	3.9	4.14	14.64
Consumo de alimento (g)	23.9	24.0	24.5	25.1	97.50
Caseína					
Ganancia de peso (g)	6.4	6.6	6.8	7.0	26.80
Consumo de alimento (g)	28.6	29.1	29.4	29.8	116.90

El cuadro No. 14, muestra los resultados obtenidos, comparados con los reportados en la bibliografía. (3).

El valor experimental obtenido para caseína es confiable en relación al reportado en teoría, por lo que también se considera confiable el obtenido para las hojuelas de amaranto y maíz; puede observarse que este último valor se encuentra den

tro de los rangos teóricos reportados para el amaranto, aunque no se alcanza el máximo debido a que la calidad proteínica del maíz es muy baja, como puede observarse en su valor teórico.

Cuadro No. 14

RELACION DE EFICIENCIA PROTEICA (PER) DEL PRODUCTO TERMINADO EN COMPARACION AL DE CASEINA Y A LOS VALORES TEORICOS	
Producto	Valores experimentales
Hojuelas de amaranto y maíz	1.502
Caseína	2.314
	Valores teóricos ¹
Amaranto (para diferentes sp. mexicanas)	1.45-2.10
Maíz	1.15
Caseína	2.50

¹ El amaranto y su potencial. (3).

Comparando con los valores de caseína, puede decirse que la eficiencia proteínica de las hojuelas de amaranto y maíz es aceptable.

En lo que respecta a la digestibilidad, los resultados obtenidos se reportan en el cuadro No. 15.

Cuadro No. 15.

DETERMINACION DE LA DIGESTIBILIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO DURANTE LAS 4 SEMANAS DE TRATAMIENTO				
Producto	Alimento consumido (g)	Proteína consumida (g)	N ₂ ingerido (g)	N ₂ fecal (g)
Mezcla				
Amaranto-				
Maíz	97.50	9.75	1.56	0.66
Caseína	116.90	11.69	1.87	0.45

El cuadro No. 16, presenta una comparación de la misma prima y del producto terminado con respecto a un patrón (caseína).

Cuadro No. 16.

DIGESTIBILIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO EN COMPARACION A LA DE CASEINA Y A LA DE AMARANTO Y MAIZ	
Producto	Valores experimentales
Hojuelas de amaranto y maiz	57.23%
Caseína	75.80%
Valores teóricos ¹	
Amaranto (para dife- rentes sp. mexicanas)	53-65%
Maiz	50%
Caseína	80.4%

¹ Fuente: Química de los alimentos. (2).

Dos cultivos olvidados de importancia agroindus-
trial: el amaranto y la quinua. (23).

Potencialidad agroindustrial del amaranto. (24).

5. Evaluación sensorial.

Esta evaluación se llevó a cabo tanto en el producto terminado como en dos productos de marca comercial, elaborados a base de maíz.

Se aplicaron 45 cuestionarios intentando hacer un muestreo representativo de la población total por edades, siendo 20 cuestionarios (44.4%) aplicados a niños de 3 a 13 años y los 25 restantes (55.5%) a adultos de más de 15 años, siendo todos los jueces no entrenados y representativos de la clase media-alta, ya que se observó que son los consumidores de este producto dentro del mercado. (Ver anexos).

Para cada respuesta se obtuvieron los siguientes datos:

Cuestionario aplicado a niños.

Pregunta No. 1.

Se observó que de la población infantil, al 100% le agradan los cereales para desayuno y de ellos, el 80% los consume por su sabor y el resto porque se los sirven.

Pregunta No. 2.

La frecuencia en el consumo de cereales para desayuno es relativamente alta, ya que el 75% de la población total los consume regularmente, el 20% lo hace diario y el 5% casi nun-

ca, mostrándose que es un producto de consumo habitual.

Pregunta No. 3.

El mayor consumo de cereales para desayuno, por amplio margen, es con leche (80%), comparativamente con el 5% de la población que los consume solos y el 15% restante en ambas formas. La población infantil desconoce otras formas de consumo.

Pregunta No. 4.

La marca comercial que se prefiere es Kellogg's (80%) observándose que esto se debe principalmente a que son los únicos que conocen (45%) y a que son los que se compran en casa (25%), más que a su sabor (30%).

Pregunta No. 5.

La mayoría de la población infantil (95%) desconoce la forma de elaboración de los cereales para desayuno, y el 5% suponen que es con maíz.

Pregunta No. 6.

De la población total, se observó que el 60% de los menores consumen cereales para desayuno por gusto, y todos los demás lo hacen porque se los sirven en casa.

Pregunta No. 7.

La mayoría de los niños prefieren los cereales que tienen color (75%), siendo el amarillo, rojo y rosa los más demandados. El resto no menciona algún color especial.

Pregunta No. 8.

El 80% del grupo de niños tiene preferencia por algún sabor especial, siendo el de chocolate, fresa y limón los más solicitados, mientras que el 20% restante no prefiere un sabor especial.

Cuestionario aplicado a adultos.

Pregunta No. 1.

Al 100% de la población de jóvenes y adultos le agradan los cereales para desayuno, al 40% de ellos por su valor nutritivo y los consideran ligeros, el 32% porque son rápidos de preparar, al 20% por su sabor y al 8% por cambiar la rutina de desayuno.

Pregunta No. 2.

De esta población se observa que el 72% consume cereales para desayuno regularmente, 16% lo hace diario y el 12% casi nunca, por lo que puede considerarse un producto de consumo regular.

Pregunta No. 3.

Al igual que la población infantil, la mayoría de los jóvenes y adultos consumen cereales para desayuno con leche -- (88.0%) mientras que solamente el 8% los consume solos o en otras formas (4%).

Pregunta No. 4.

El 96% de esta población prefiere como marca comercial a Kellogg's y de entre ellos el 48% los menciona como los únicos conocidos, el 36% los prefiere por su sabor y el 12% por la variedad que se ofrece.

Pregunta No. 5.

De esta población, el 64% considera saber como se elaboran los cereales para desayuno y dentro de ellos, el 62.5% -- menciona el maíz, el 25% a los cereales en general y el resto al trigo. El 36% del total de la población no sabe cómo se elaboran.

Pregunta No. 6.

Con respecto al valor nutritivo de los cereales para desayuno, el 68% de esta población mencionan conocerlo, y el -- 32% restante lo ignora.

Pregunta No. 7.

El amaranto es poco conocido dentro de la población de jóvenes y adultos (68%), encontrándose que el resto (32%) lo conoce en forma de dulce ("alegrías").

Pregunta No. 8.

La mayoría de la población ofrece aceptación por un cereal para desayuno a base de amaranto y maíz (76%), mencionándose que debe ser sabroso (42.1%) o nutritivo (42.1%) o por presentar una nueva opción (15.8%). El resto de la población no aceptaría este producto ya que desconocen lo que es el amaranto y existe incertidumbre con respecto al sabor.

Se pudo comprobar que los cereales para desayuno son aceptados por la población estudiada. En base a esto, se hizo la evaluación sensorial entre dos productos comerciales elaborados a base de maíz y el producto de prueba elaborado con una mezcla de amaranto y maíz, por medio de una escala descriptiva compuesta, de acuerdo al cuestionario No. 3, dado en el anexo.

Los cereales se evaluaron sin preparar, o sea, sin la adición de leche. Siendo la muestra "A" las hojuelas de maíz marca Kellogg's, la muestra "B" las hojuelas de amaranto-maíz y la muestra "C" las hojuelas de maíz marca Maizoro.

En el cuadro No. 17, se dan los resultados obtenidos de la evaluación sensorial que corresponden a la suma de cada uno de los atributos dados en los 45 cuestionarios.

Estos mismos resultados los podemos ver de manera más clara en la gráfica No. 1, dado en el anexo.

En donde se muestra que las hojuelas de amaranto y maíz presentan desventajas en cuanto a textura y color en comparación a los productos comerciales. Dichas desventajas se deben a que el producto de prueba tiene mayor granulometría (tamaño de la partícula) lo que lo hace tener una textura diferente. En lo que respecta al color, la desventaja se debe a que la harina de amaranto tiende a oscurecerse durante el proceso de cocción.

Cuadro No. 17.

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA EVALUACION SENSORIAL CORRESPONDIENTE A LA SUMA DE CADA UNO DE LOS ATRIBUTOS DE LAS DIFERENTES MUESTRAS			
Atributos	Muestras		
	A	B	C
- Color	193	120	177
- Olor	175	136	166
- Sabor	199	156	173
- Textura	197	124	178

En cuanto al sabor, el producto de prueba presenta una buena aceptación en relación a los ya conocidos, por lo que puede decirse que es competitivo con los mencionados; en el olor tampoco se observan marcadas diferencias.

5.1. Análisis estadístico de cada atributo evaluado.

Para cada atributo se obtuvieron los siguientes resultados:

- COLOR.

$$S_1^2 = 0.3920$$

$$S_2^2 = 0.5000$$

$$S_3^2 = 0.3818$$

Por lo tanto:

$$F_1 = 0.7839$$

$$F_2 = 0.7635$$

Como se observa, estos datos se encuentran dentro del rango establecido para los niveles de confianza, por lo que se concluye que no existe una diferencia significativa entre los datos.

- OLOR.

$$S_1^2 = 0.9192$$

$$S_1^2 = 0.8403$$

$$S_3^2 = 0.9465$$

Por lo tanto:

$$F_1 = 1.0939$$

$$F_2 = 1.1262$$

Puede observarse que los datos obtenidos se encuentran dentro del rango estipulado según los niveles de confianza, por lo que no se considera significativa la diferencia.

- SABOR.

$$S_1^2 = 0.3858$$

$$S_2^2 = 1.1182$$

$$S_3^2 = 0.5434$$

Por lo tanto:

$$F_1 = 0.3450$$

$$F_2 = 0.4859$$

Se observa que los datos obtenidos para F no se localizan dentro del rango establecido según los niveles de confianza y por lo tanto la diferencia se considera significativa.

- TEXTURA.

$$S_1^2 = 0.4618$$

$$S_2^2 = 0.9488$$

$$S_3^2 = 0.4980$$

Por lo tanto:

$$F_1 = 0.4867$$

$$F_2 = 0.5248$$

La diferencia se considera significativa debido a que -- los valores obtenidos para F no se encuentran dentro del rango establecido para los niveles de confianza.

6. Aporte energético.

En base al contenido de macronutrientes en el producto elaborado se calculó el aporte energético por método matemático de la siguiente manera:

Grasas	5.27%	X 9 cal =	47.43 cal.
Proteínas	14.74%	X 4 cal =	58.96 cal.
Hidratos de carbono	67.05%	X 4 cal =	268.20 cal.

Teniendo un aporte total de 374.59 cal/100 g.

CAPITULO VII.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se concluye:

- 1.- Se alcanzaron los niveles proteínicos esperados (de 13 a 16%), mismos que pueden considerarse elevados con respecto a un producto comercial elaborado a base de maíz.
- 2.- Debido a que el contenido de fibra cruda en las hojuelas de amaranto y maíz es superior al establecido por la Norma Oficial Mexicana, se espera un producto de mediana digestibilidad.
- 3.- Con el consumo de 100 g. de hojuelas se aportan 374.59 calorías de las 2500 requeridas por un individuo adulto, lo que significa un 14.98% del aporte energético diario.
- 4.- Las pruebas biológicas que determinan los efectos reales de las hojuelas elaboradas, demuestran que las proteínas aportadas son de buena calidad nutricional, ya que se obtuvo un producto con mejor equilibrio de aminoácidos esenciales que uno elaborado con maíz solamente.
- 5.- Del análisis sensorial practicado al producto, se comprobó que es aceptado en lo que respecta a su sabor y olor; sin embargo, presenta desventajas en cuanto a textura y color comparativamente con los productos ya existentes.

- 6.- Se logró elaborar el producto con la tecnología que se propuso y también se encontró una formulación adecuada para el desarrollo de este trabajo.
- 7.- En suma, los resultados experimentales permiten concluir que los productos industriales obtenidos de las semillas de amaranto ofrecen amplias perspectivas para su futura utilización en países en vías de desarrollo, donde su uso resultaría muy valioso para mejorar el valor nutritivo de las dietas tradicionales.

CAPITULO VIII.

RECOMENDACIONES

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

69.

RECOMENDACIONES

Con el fin de mejorar las características de este tipo de productos se recomienda:

- 1.- La combinación de semillas de amaranto con otros cereales para un mejor aprovechamiento y utilización de esta semilla.
- 2.- El uso de una molienda más fina para disminuir el contenido de fibra cruda en las hojuelas y así mejorar la digestibilidad y textura.
- 3.- La adición de aditivos alimentarios, tales como colorantes artificiales para lograr mejorar las propiedades del producto y obtener una presentación más adecuada para la comercialización del mismo.
- 4.- Determinar el tiempo de vida de anaquel para estudiar la necesidad del uso de conservadores en el producto.

CAPITULO IX.

ANEXOS

ANEXOS

Cuestionario. (Exclusivamente niños).

Subrayar la respuesta que corresponda.

Edad: _____

1.- Te agradan los cereales para desayuno?

a) Sí

b) No

por qué? _____

2.- Con qué frecuencia los consumes?

a) Diario

b) Regularmente

c) Casi nunca

d) Nunca

3.- Cómo los consumes?

a) Con leche

b) Sólo

c) Ambos

d) Otros

4.-Cuál es la marca comercial de tu preferencia? _____

por qué? _____

5.- Sabes con qué se elaboran?

a) Sí

cómo? _____

b) No

6.- Los consumes:

a) Por gusto

b) Te los sirven

7.- Prefieres los cereales con algún color especial?

a) Sí

cuál? _____

b) No

8.- Prefieres los cereales con algún sabor especial?

a) Sí

cuál? _____

b) No

Cuestionario. (Exclusivamente adultos).

Subrayar la respuesta que corresponda.

Edad: _____

1.- Le agradan los cereales para desayuno?

a) Sí

b) No

por qué? _____

2.- Con qué frecuencia los consume?

a) Diario

b) Regularmente

c) Casi nunca

d) Nunca

3.- Cómo los consume?

a) Con leche

b) S6los

c) Ambos

d) Otros

4.- Cuál es la marca comercial de su preferencia? _____

por qué? _____

5.- Sabe con qué se elaboran?

a) Sí

cómo? _____

b) No

6.- Conoce su valor nutritivo?

a) Sí

b) No

7.- Ha probado alguna vez el amaranto?

a) Sí

en qué forma? _____

b) No.

8.- Aceptaría un cereal para desayuno elaborado con amaranto y maíz?

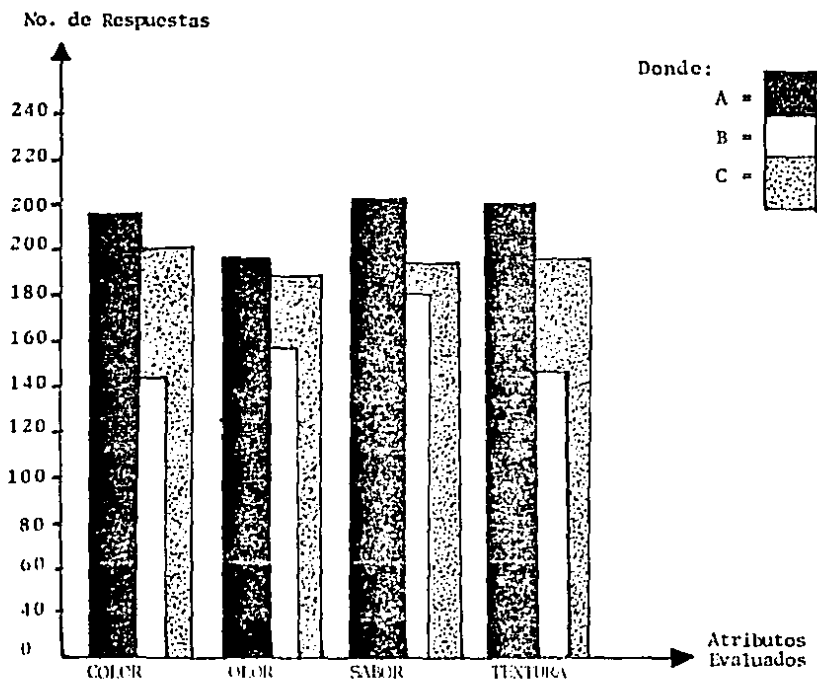
a) Sí

b) No

por qué? _____

Gráfica No. 1

COMPARACION DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL ENTRE
DOS PRODUCTOS COMERCIALES Y EL PRODUCTO COMERCIAL Y EL
Y EL PRODUCTO DE PRUEBA



EVALUACION DE ATRIBUTOS

Evaluar los atributos para cada una de las muestras con la siguiente escala:

- 1.- Pésimo
- 2.- Malo
- 3.- Regular
- 4.- Buena
- 5.- Excelente

Atributos	Muestras		
	"A"	"B"	"C"
- Color	()	()	()
- Olor	()	()	()
- Sabor	()	()	()
- Textura	()	()	()

CAPITULO X.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1. Association of Analytical Chemists. (AOAC). Official methods of analysis; 13a. edition. Washington, D.C. USA. 1980.
2. Badui, S. Química de los Alimentos. Ed. Alhambra, 1a. edición. 1981.
3. Becker, R. "El amaranto y su potencial". Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Boletín No. 1. (Marzo, 1984).
4. Bodwell, C. Evaluation of proteins for humans. The Avi Publishing Co. Inc., 1a. edición. Westport, Connecticut. USA. 1977. pp. 177-231.
5. Bressani, R. "Mejoramiento Nutricional del Maíz". INCAP. Guatemala. 1972.
6. Comisión Nacional de la Industrialización del Maíz para consumo humano. CONAIM. Industria del maíz. México, D.F. ---- (1970-1976).
7. Dixon & Massey. Introduction to Statistical Analysis. Mc. --- Graw Hill Book Co. Inc. 1a. edición. New York, N.Y. USA. 1979. pp. 476-485.
8. Harper, J. Extrusion of foods. Ed. CRC Press Inc. 2: 67-86. - USA. 1981.

9. Hirsh, N. Manager of sensory evaluation. The Coca Cola Co., - Food Division. Houston, Texas. USA. (November, 1977).
10. Hoff, J. Los Alimentos. Cuestiones de Bromatología. H. Blume ediciones, 1a. edición. Selecciones de Scientific American. Madrid, España. 1978. pp. 216-238.
11. Kent, L. Tecnología de los cereales. Ed. Acribia, 1a. edición. Zaragoza, España. 1971. pp. 194-197.
12. Kindway, H. "Nutritive value of some common plants" J. of --- Food S. 30:241-249. 1969.
13. Manual de Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos. Publicación L-63. Depto. de Ciencia y Tecnología de Alimentos. División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos, 2a. edición. INNSZ México, D.F. 1985. pp. 97-152.
14. Manuales para educación agropecuaria. Control de Calidad de - Productos Agrícolas. Ed. Trillas, 1a. edición. Area Industrias Rurales 33. México, D.F. 1982. pp. 89-98.
15. Martínez, V. "Una alimentación alegre y rica". Mundo Agropecuario. Ed. Tierra Nueva. 1-(1):28-31. México. 1986.
16. Matz, S. Cereal Technology. The Avi Publishing Co. Inc., 1a. edition. Westport. Connecticut. USA. 1970. pp. 221-245.

17. Necoechea, H. Elaboración de una pasta para sopa a base de --
alegría. Tesis de Tecnología de Alimentos. UNAM. México.
1982.
18. Norma Oficial Mexicana para Hojuelas de Harina de Maíz. (NOM-
F-350-S-1980). Dirección General de Normas. Secretaría -
de Patrimonio y Fomento Industrial. México, D.F. 1980.
19. Producción Agrícola Nacional. Anuario Estadístico SARH. -----
(1982-1985).
20. Potter, N. La Ciencia de los Alimentos. Ed. Edutex, 2a. edi-
ción. México, D.F. 1978. pp 509-535.
21. Resumen de las Ponencias del Simposio Nacional de la investi-
gación. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.
SARH. México, D.F. 1981.
22. Sánchez-Marroquín, A. "Amaranth flour blends and fractions --
for baking applications". J. of Food S. 50:789-794. ----
1981.
23. Sánchez-Marroquín, A. "Dos cultivos olvidados de importancia
agroindustrial: el amaranto y la quinua". Ed. CEESTEM. -
33(1):11-29. México, D.F. 1983.
24. Sánchez-Marroquín, A. Potencialidad Agroindustrial del Ama---
ranto. Ed. CEESTEM, 1a. edición. México, D.F. 1980.