

16 300627
2ej



UNIVERSIDAD LA SALLE

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

"DESARROLLO DE UN ALIMENTO PARA
INFANTES CON BASE EN AMARANTO
Y MEZCLAS TRIGO - SOYA."

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

P R E S E N T A :

MARTHA IRMA LAZCANO SANCHEZ



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 está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

I N D I C E G E N E R A L

		Página
I.-	RESUMEN.....	1
II.-	INTRODUCCION	2
	2.1 Antecedentes	
III.-	OBJETIVO.....	8
IV.-	GENERALIDADES.....	10
	4.1 Tecnología de Alimentos In- fantiles.	
	4.2 Importancia del Amaranto.	
V.-	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.	37
	5.1 Desarrollo Experimental	
	5.2 Métodos de Análisis	
	5.3 Materiales y Equipo	
VI.-	RESULTADOS Y DISCUSION.....	50
	6.1 Selección de las Materias - Primas	
	6.2 Obtención de las Harinas de Amaranto.	
	6.3 Caracterización de las Ma-- terias Primas	
	6.4 Selección de las Mezclas -- Base	
	6.5 Determinación de Factores - Antifisiológicos en las Mez- clas Base Seleccionadas.	

6.6	Desarrollo de Formulación.	
6.7	Envasado de los Productos Finales.	
6.8	Evaluación de los Productos Finales.	
6.9	Vida de anaquel.	
6.10	Cálculo del costo de los Productos Finales.	
VII.-	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
VIII.-	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	73
IX.-	ANEXOS.....	81

I.- RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue desarrollar un alimento tipo papilla para niños de 3 a 14 meses de edad con base en amaranto. Se utilizaron como materias primas amaranto germinado, integral y reventado, soya desgrasada y trigo. Dentro de la metodología se aplicó el método de Calificación Química para obtener mezclas base con un contenido de lisina, metionina, cistina y triptofano superior al 80% en relación al patrón FAO'73, un contenido de proteína mínimo de 24% y un costo no mayor a 1.9 pesos por gramo de proteína.

Las mezclas se adicionaron de ingredientes como: concentrado de fruta, agua, espesantes y acidulantes. Las fórmulas se envasaron en bolsas laminadas y se esterilizaron a 121°C durante 23 min. Los productos finales se evaluaron mediante análisis físicos, químicos, sensoriales y microbiológicos. Los productos presentaron un contenido de proteína 75% superior a un producto comercial similar. Su aceptación sensorial fue del 95% y su calidad microbiológica cumple con la norma de calidad para alimentos infantiles. La bolsa lamina esterilizable conservó durante cinco semanas, las características sensoriales y nutricias de los productos desarrollados.

II.- INTRODUCCION

El suministro inadecuado de los alimentos y - la injusta distribución de los mismos, son hoy en día dos de las principales causas de hambre y desnutrición en grandes sectores de la humanidad. El economista Malthus en 1890 (1) observó que existen dos tendencias una de ellas es que la producción - de alimentos presenta un incremento lineal a través del tiempo y la otra tendencia es que la población se incrementa exponencialmente, esto significa que cada vez existe mayor número de personas y - menos alimentos disponibles con que alimentarlas.- Sin embargo, el principal problema radica en que - estos alimentos están mal distribuidos; en particular en México diferentes estudios (2, 3) sobre la situación nutricia en el país, confirman la injusta dualidad con que el país vive; mientras un segmento minoritario de la sociedad disfruta de altos ingresos y dispone de alimentos en exceso, la mayoría de los mexicanos tienen un bajo poder adquisitivo y consumen una dieta pobre y monótona que - condiciona a un estado de desnutrición crónica con todos los efectos que esta trae consigo, como son: deficiencia en el desarrollo físico, mental y social del individuo, decaimiento en su capacidad de trabajo y vulnerabilidad a las infecciones entre - otros. El aporte de proteínas en la población del área rural y suburbana, según datos obtenidos mediante encuestas realizadas por el Instituto Nacio

nal de la Nutrición es de 50g/persona/día, siendo el 20% de origen animal; en el área urbana se consumen alrededor de 70 g de proteína/persona/día -- con menos del 30% de origen animal (2).

Esta situación dista mucho de ser óptima cuando se compara con las recomendaciones establecidas por la FAO de 83 g de proteína/persona/día para el hombre y 71 g para la mujer, de los cuales el 33% debe ser origen animal. De lo anterior resulta -- que sólo el 20% de la población mexicana tiene una dieta variada y aceptable constituyendo por tanto, este sector, el mercado real de los alimentos en México. El D.F. por ejemplo, dispone del 52 al -- 58% del total de alimentos producidos en el país -- dejando al margen el área rural.

Si se analizan los datos de producción recopilados por la SARH (3) en años recientes, se observa que existen tendencias descendentes en las disponibilidades básicas, tales como el maíz, trigo, frijol y arroz. La falta de producción aunada al crecimiento demográfico ha tenido que ser compensada con un increíble aumento en las importaciones. En el momento actual se puede considerar que el -- país es altamente dependiente en cuestión alimentaria.

Además de lo anterior, el alto costo de la vida y diversos problemas de índole socioeconómico, --

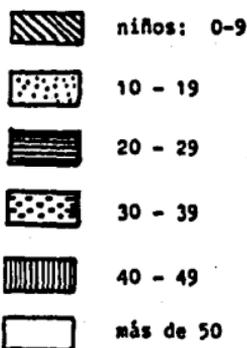
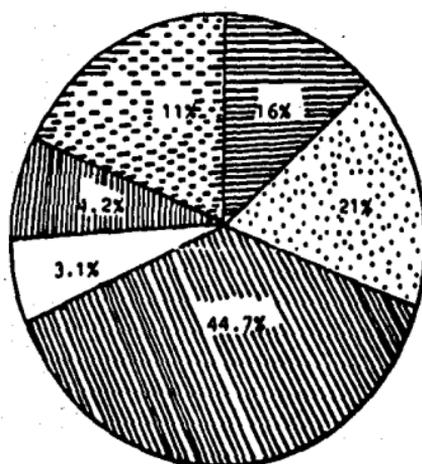
condicionan a que un gran sector de la población mexicana esté desnutrida y las consecuencias de la desnutrición son más pronunciadas en los grupos -- más vulnerables como son los niños. Un reflejo de este grave problema, son por ejemplo los índices - de mortalidad que para niños menores de doce meses en los últimos años fue de 58% y para niños entre- 1 y 4 años de un 8%. Los niños que sobreviven a - esta etapa se ven afectados en su desarrollo físico y lo que es más grave, en su desarrollo mental- y social.

Así se compromete el desarrollo socioeconómico del país si se considera que el 45% de la población total en México (fig. 1) está constituida por niños y si el 50% o más de estos niños están desnutridos esto implica que parte importante de la población que formará el sector productivo del país- en un futuro está desnutrida.

Se observa que, el problema principal radica- en que las necesidades nutricias de los niños quedan lejos de estar cubiertas aún antes del naci--- miento y principalmente en el período de ablacta--- ción (introducción de alimentos diferentes a la -- leche), ya que no cuenta con suficientes alimentos para que su organismo se desarrolle plenamente.

La leche materna es el alimento ideal para el recién nacido ya que contiene todos los nutrimen--

FIGURA 1
DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LA POBLACION DE MEXICO
(GRUPOS DE EDAD POR AÑOS)



fuentes: (5)

tos que el lactante necesita, además su aparato digestivo - al nacer no se encuentra completamente desarrollado y por - ello se alimenta únicamente de leche, pero a partir del - cuarto mes de vida se le deben administrar alimentos que - complementen a la leche, en un principio cereales y frutas - en forma de purés lo cual debe aportar alrededor del 30% de la ingestión energética del niño e ir poco a poco acostumb - brando a éste a una dieta mixta hasta sustituir el 65% de - la leche con estos alimentos a los 12 meses de edad (4).

En el medio rural, la madre sin recursos económicos y - por otro lado teniendo como único alimento "bueno" que ofre - cerle a su hijo, su leche, se la sigue dando hasta avanzada edad del niño; este destete tardío trae como consecuencia - una desnutrición seria en el niño ya que es durante el pri - mer año de vida en que el niño crece y se desarrolla con - mayor velocidad que en ninguna otra época y por tanto es - una de las etapas más importantes en cuanto a demanda de nu - trimentos.

En un estudio cuantitativo realizado en una comunidad - rural del Estado de México (5), se encontró que la alimenta - ción suplementaria comienza entre los 12 y 18 meses de edad y rara vez sobrepasa las 110 kcal y 3 g de proteína/día, se acostumbra administrar al niño atole de maíz, caldo de fri - jol y sopa de pasta. Estos alimentos no los administran ni en cantidades importantes ni en forma simultánea junto con - la leche.

Desafortunadamente estos alimentos tienen una calidad - proteínica pobre (utilización neta de la proteína de 31 a -

38) por lo que no es recomendable basar la dieta sólomente en uno de esos alimentos.

Existen varias alternativas con respecto al mejoramiento de la calidad y disponibilidad de las proteínas, una de ellas es el aprovechamiento de fuentes no tradicionales. - Es probable que las plantas y semillas que ocupan un cierto lugar en la dieta popular mexicana como son los quelites, - los mesquites y la semilla de amaranto entre otros, presenten pocos problemas de aceptación.

El amaranto es un cultivo que en los últimos años ha despertado el interés de diversos centros de investigación en todo el mundo. Por su valor nutritivo, comparable al de los cereales en cuanto a vitaminas, minerales y carbohidratos, pero superior a éstos en cuanto a su contenido de proteína y grasa en adición a sus características agronómicas (crecimiento rápido, resistencia a plagas, heladas y sequías) resulta muy atractivo para su utilización en la alimentación humana.

En México, el cultivo de amaranto disminuyó drásticamente durante la época de la conquista. Sin embargo, actualmente en algunas regiones se sigue cultivando y prácticamente sólo se utiliza para fabricar el dulce conocido como "alegría". No obstante varios investigadores (6, 7, - 8) están tratando de reincorporar este cultivo a la alimentación humana, para lo cual han desarrollado alimentos como: pastas para sopa, panes, galletas, tortillas, etc.

En particular dentro del programa de Tecnología de Alimentos que lleva a cabo el Instituto Nacional de la Nutri — ción, desde hace varios años se han venido desarrollando diversos alimentos infantiles con buenas características nutri — cias y sensoriales, esto motivó a seguir esta línea de inves — tigación y se planteó la posibilidad de aprovechar al amaran — to dentro de este contexto para diversificar el empleo ac — tual de esta semilla y contribuir de esta forma a ampliar el mercado para una materia prima regional de buen valor nutri — tivo y cierta aceptación tradicional.

III.- OBJETIVO

Desarrollar un alimento tipo papilla para infantes, — con base en amaranto (germinado, integral y reventado), soya y trigo, que reúna las siguientes características:

3.1 Composición

3.1.1 La mezcla base deberá aportar de 20 a 23 g de — proteína/100 g de mezcla y el producto final deberá — contener de 5 a 7 g de proteína/100 g de producto fi— nal.

3.1.2 La mezcla base deberá aportar de 15 a 22 kcal/g— de proteína, y la papilla final aportará una energía — de 30 a 40 kcal/g de proteína.

3.1.3 Un contenido de fibra cruda máximo de 2 g/100 g en la papilla final.

3.1.4 La mezcla base deberá contener de 2 a 4 g/100 g de lípidos.

3.1.5 La proteína presente en el producto deberá con— tener una relación de los aminoácidos: lisina, metioni— na + cistina y triptofano mínima del 80% con relación— al patrón provisional FAO/OMS 1973.

3.2 Características Fisiológicas

El producto desarrollado deberá presentar un pH entre 4.2 y 4.4, una actividad acuosa entre 0.93 y 0.95 y —

una viscosidad de 22 000 a 25 000 c.p.s.

3.3 Calidad Sanitaria

El producto deberá estar libre de microorganismos patógenos, y el máximo nivel de tolerancia para la cuenta - estándar será de 15 000 col/g y la cuenta de coliformes será menor a 10 col/g.

3.4 Estabilidad

El producto infantil deberá tener una vida de anaquel - no menor a 30 días bajo condiciones ambientales (22-25° C, 50% de humedad relativa).

3.5 Aceptación

El producto deberá tener una calificación mínima de 7 - en una escala hedónica de 9 puntos y deberá ser aceptado al menos por el 85% de los jueces.

3.6 Costo

El alimento infantil deberá ser un producto de bajo costo, considerándose en este caso del 30% del costo de la proteína de la leche con el objeto de que dicho alimento se encuentre dentro de las posibilidades económicas- de las familias de escasos recursos.

IV.- GENERALIDADES

4.1 Importancia de los cereales en la Alimentación Infantil

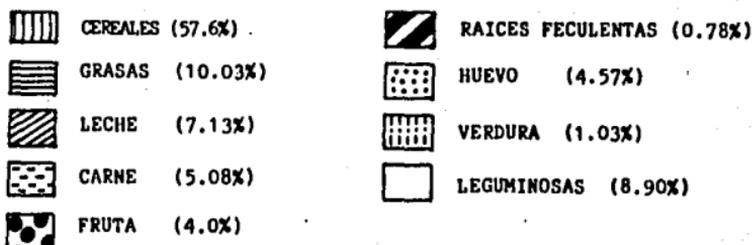
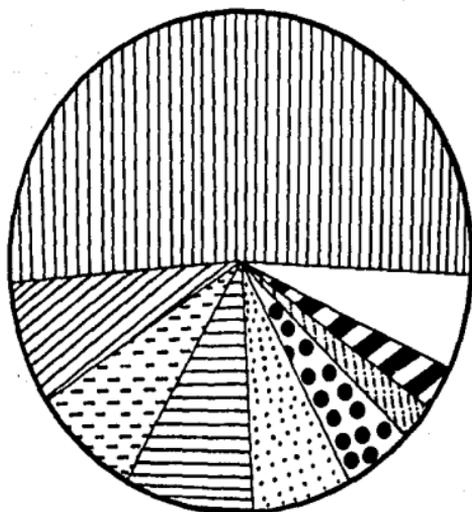
En general, los primeros alimentos que se administran al niño al iniciar el período de ablactación (introducir alimentos diferentes a la leche) son los cereales y las frutas en forma de purés, ya que constituyen el primer paso hacia un régimen dietario diversificado, por varias razones: la presencia de almidón en forma coloidal en el tracto gastrointestinal del infante facilita la digestión de la leche por dispersión de las micelas de caseína, lo que permite su coagulación fina. En el lactante, las secreciones diastásicas, casi inexistentes al nacer, se establecen progresivamente a través de la introducción de almidón en la alimentación, las cocciones "farináceas" resultan pues interesantes ya que desencadenan dichas secreciones. El almidón es un hidrato de carbono no fermentable, atraviesa la parte superior del tubo digestivo sin ser reabsorbido y permite conservar en el curso de la digestión un equilibrio de la flora intestinal. Al contrario de los monosacáridos, el almidón tiene un elevado peso molecular y no provoca un aumento de la presión osmótica que podría acelerar el tránsito intestinal.

Además de lo anterior, los cereales, desde tiempo inmemorial constituyen la base de la alimentación humana (fig. 2) Su papel en la dieta es el de ser fuente de energía en forma de almidón, como aporte secundario son fuente de vitaminas --

FIGURA 2

PRINCIPALES ALIMENTOS QUE CONSTITUYEN LA FUENTE DE ENERGIA Y PROTEINA
DE LA POBLACION MEXICANA

1984



Fuente: (2)

del complejo B. Por su producción los cereales son el principal producto agrícola (unos 1500 millones de toneladas al año) del mundo. Estas dos características (abundancia y bajo costo) y el hecho de que aportan energía, el nutrimento cuyo requerimiento es más urgente, hacen que algunos de los alimentos de este grupo sean la base 5 de la dieta de casi todos los pueblos de la tierra (9).

4.2 TECNOLOGIA PARA LA ELABORACION DE ALIMENTOS INFANTILES- TIPO PAPILLA A NIVEL INDUSTRIAL.

En Tecnología de alimentos se entiende por papilla o — puré (palabra que viene del francés pureé) a la pasta obtenida por molturación u otros métodos, de frutas, legumbres o — guisos con base en carne, los cuales fueron pasados por colador y conservados por procedimientos físicos (10).

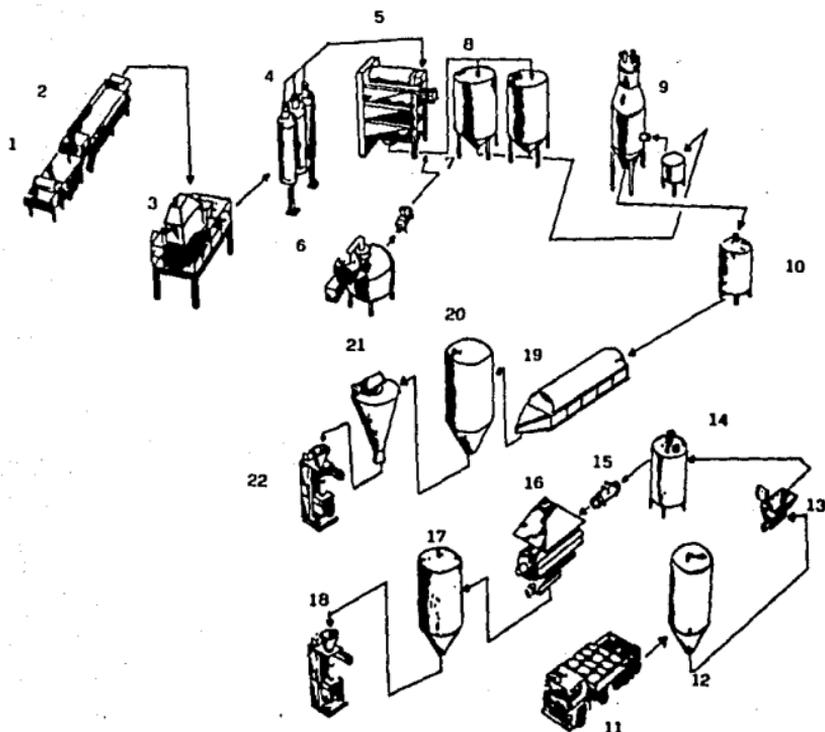
La línea de producción para la elaboración de cereales— en forma de papillas y adicionados de fruta se muestra en la figura 3. Se observa en dicha figura que el procedimiento — general se divide en tres líneas que finalmente se unen para dar el producto final; y son:

- 4.2.1 Línea de Procesamiento del Cereal.
- 4.2.2 Línea de Producción del Jarabe Azucarado.
- 4.2.3 Línea de Tratamiento del Fruto.

4.2.1 Línea de Procesamiento del Cereal.

Esta línea consiste en principio de una recepción y molienda de los cereales, en esta etapa los diferentes cereales se limpian y acondicionan para la molienda. También es frecuente que el cereal se reciba ya en forma de harina. Una vez — que el cereal se encuentra como harina se mezcla con agua y se cuece con vapor. Durante esta etapa los alimentos se gelatinizan es decir, los gránulos de almidón se hinchan y aumentan de tamaño por absorción de agua y rompimiento de enlaces intermoleculares por efecto del calentamiento. Esto proo

FIGURA 3



Línea de Tratamiento del Fruto

- 1 Lavado
- 2 Inspección
- 3 Deshuesado
- 4 Cocimiento
- 5 Despulpado

Línea de Producción del Jarabe Azucarado

- 6 Mezcla de Azúcar con agua, Calentamiento y Filtrado Control *Brix
- 7 Dosificación
- 8 Mezcla y calentamiento de la fruta con el jarabe de sacarosa
- 9 Equipo para la línea de Néctares
- 10 Tanque dosificador para la línea de cereales, Se combina la fruta con el cereal precocido

Línea de Tratamiento del Cereal

- 11 Recepción de los Cereales
- 12 Limpieza, Molienda y Tamizado
- 13 Limpieza, Molienda y Tamizado
- 14 Mezcla con agua
- 15 Cocimiento con vapor
- 16 Secado
- 17 Almacenamiento
- 18 Envasado (Alimento infantil en polvo)
- 19 Mezcla del cereal precocido con el concentrado de fruta
- 20 Tanque de almacenamiento (adición de vitaminas y minerales)
- 21 Envasado en vidrio y esterilización
- 22 Enfriamiento y embalaje (Papilla de cereal con fruta).

voca un aumento considerable en la viscosidad de la pasta, por lo cual es necesario adicionar agua para lograr esa consistencia "blanda" apropiada para que el infante pueda deglutir el alimento (22000-27000 cps). Sin embargo, esta dilución implica un decremento en la densidad energética y en el contenido de nutrimentos en el alimento, ya que la molécula de almidón retiene mucha agua y entonces la cantidad de kilocalorías por porción de alimento se ve disminuída. Por lo tanto, en esta etapa, es importante conocer perfectamente las propiedades funcionales de los almidones que se estén tratando a fin de aplicar las condiciones más adecuadas de proceso sin disminuir la densidad energética del alimento (Kcal/volumen) (11).

La industria alimentaria ha aplicado diversas tecnologías para modificar los almidones, con la finalidad de que estos proporcionen menor viscosidad y de esta manera no se vea afectada la densidad energética del alimento y se mejore el "volumen dietario", esto significa que con una menor ración de alimento se puedan satisfacer las necesidades energéticas del niño. Con tal finalidad se pueden utilizar directamente almidones modificados por procedimientos químicos o enzimáticos o bien se pueden efectuar ajustes durante su elaboración en las cuales se controla principalmente el tratamiento térmico para evitar llegar a la temperatura de gelatinización de los almidones, para producir los llamados "almidones pregelificados" para lo cual las harinas se cuecen y secan sobre rodillos, esto origina productos que se dispersan rápidamente en agua y se consiguen suspensiones estables. El secado va acompañado de alguna rotura de los-

gránulos y de cierto grado de retrogradación por lo que para producir la viscosidad que confiera la consistencia adecuada a la papilla se requiere de mayores cantidades de harina pregelificada que de harina no tratada (12). Dentro de estas mismas tecnologías se ha utilizado la extrusión, procedimiento mediante el cual la harina se humecta y fuerza a atravesar un tornillo sin fin el cual se calienta con vapor. El producto obtenido es un producto "inflado", esto es posible debido al cambio de presión que existe dentro de las condiciones del extrusor y el exterior. Con este procedimiento se logran también hacer modificaciones en los almidones obteniéndose los llamados cereales precocidos los cuales se someten a un posterior secado y se comercializan en esta forma adicionados de emulsificantes, educolorantes, vitaminas y minerales. Estos cereales precocidos pueden también ser reconstituídos con agua para obtener así la papilla de cereal.

4.2.2 Línea de Producción del Jarabe Azucarado.

En esta etapa se procede a la elaboración del jarabe de sacarosa el cual posteriormente se adicionará a la fruta con la finalidad de reducir al mínimo la oxidación de la misma. El jarabe ofrece también cierta protección contra la pérdida de ésteres volátiles de las frutas y contribuye al mismo tiempo a endulzar las frutas ácidas como las guayabas y los duraznos no maduros.

Esta línea intermedia de producción de jarabe azucarado consta (fig. 3) de un tanque en donde se mezclan el azú-

car y el agua. La disolución y pasteurización de la mezcla se produce en el pasteurizador Nº 6. El filtro Nº 6 elimina las impurezas presentes un control fija exactamente el porcentaje de azúcar deseado (grado Brix) del jarabe que se añade al puré de fruta en el tanque de mezcla.

4.2.3 Línea de Tratamiento del Fruto.

De la fig. 3 se observa que los frutos frescos (provenientes del propio huerto de la planta) se lavan y se inspeccionan visualmente. La lavadora de frutos es un tanque en cuyo interior va alojado un transportador de rodillos giratorios de aluminio y dispositivos para inyectar aire. Este equipo de lavado y selección lleva además una cinta transportadora para recoger los desechos y una cinta de selección de frutos.

Un elevador recoge los frutos y los lleva a las deshuesadoras y trituradoras. La fruta triturada se somete a una cocción elevando la temperatura a 85°C y manteniéndola así durante 10 min. El calentamiento se hace en unos aparatos verticales provistos de paletas que impulsan la masa evitando además que se pegue en las paredes.

Después de efectuada la cocción, se pasa la masa por unos tamices o pasadoras para eliminar las pepitas, pieles, pulpas, etc. Estos tamices son de acero inoxidable con luces de malla variables (0.6 mm, 1 mm, 2 mm, etc.) según el grosor de sólidos que se quiera obtener.

Algunas veces se coloca un tamiz antes de la etapa de cocción (fig. 3 Nº 3). Este tamiz tiene por objeto sacar la pulpa que queda adherida al hueso. Este tamiz es también de acero inoxidable y lleva patas móviles para regular su inclinación. La pulpa así recuperada puede pasar al cocedor con la masa triturada. El producto proveniente de estos tamices se envía a los tanques de mezcla y regulación (fig. 3 Nº 10) en donde el puré de fruta se combina con las otras dos líneas, es decir con el cereal precocido y el jarabe azucarado. Estos tanques son de acero inoxidable al cromo níquel (18/8) y van provistos de un agitador, termómetros e indicador de nivel. Su capacidad no tiene porque ser muy grande ya que están destinados a servir de pulmón para el resto de la línea y hacer en los mismos las correcciones y mezclas que se crean oportunas. Por ejemplo, para una línea de seis toneladas por hora de papilla de cereal y fruta, basta con poner tres tanques de 1000 a 3000 litros cada uno.

Como el producto está aún caliente en estos tanques ya que la fruta viene del cocedor a 85°C, no es necesario en la mayoría de los casos, el precalentador (fig. 3 Nº 8) ya que el producto en los tanques está a una temperatura de 65-75°C según el tiempo transcurrido desde la cocción. Sin embargo, es interesante disponer de este precalentador ya que la línea compuesta por los elementos 6, 7, 8, 9 y 10 de la fig. 3 puede servir también para la preparación de néctares y zumos a partir de concentrados diluidos.

El siguiente elemento en la línea es el deairador 10 -

(fig. 3). Su función es la de eliminar oxígeno ocluido en el producto que podría oxidarle, preservándose así el contnido de vitamina C.

La siguiente etapa consiste en envasar el alimento infantil en envases de vidrio termorresistentes de 130-170 ml de capacidad, los cuales tienen un cierre hermético (twist-off) el cual esta elaborado a partir de un plastisol de importación. Este envase es excelente para este tipo de productos, es transparente, resiste el tratamiento térmico por esterilización y garantiza la hermeticidad al crear vacío durante el tratamiento térmico. Sin embargo, este envase constituye hasta el 60% del costo de este tipo de productos.

Las papillas infantiles poseen una actividad acuosa — elevada (0.95) y no deben contener conservadores en su fórmula, por lo tanto su conservación se realiza principalmente por tratamiento térmico (esterilización).

Por regla general, los productos con pH de 4.6 ó menor pueden tratarse sin recurrir a temperaturas superiores a — las de ebullición del agua (13). Aquellos que tienen un pH mayor al indicado requieren una temperatura más elevada.

Por lo tanto el tratamiento por esterilización debe — ser el adecuado para garantizar la seguridad absoluta del — consumidor sin que el alimento sufra gran deterioro en sus características sensoriales y nutricias.

Los alimentos infantiles deben poseer una textura blan

da, y tomando en cuenta su viscosidad debe de garantizarse que el tratamiento térmico aplicado llegue hasta el punto - más frío del envase para destruir todo tipo de microorganismos patógenos tomando como referencia a Clostridium botulinum, que es uno de los patógenos más resistentes.

4.3 IMPORTANCIA DEL AMARANTO

Las contribuciones de Mesoamérica dentro del campo de la alimentación son muy grandes; basta mencionar que los productos que se han aportado al mundo tienen en la actualidad una importancia de tal magnitud que ya pertenecen al arte culinario de los cinco continentes; específicamente se pueden citar al tomate, la vainilla, el cacao, el maíz y el aguacate entre otros.

A pesar de las múltiples y valiosas aportaciones aún persisten muchas plantas, semillas y frutos no estudiados lo suficiente como para incrementar su producción en su propio lugar de origen.

En particular en México, dentro de la extensa flora con la que cuenta el país, una de las especies que paulatinamente está perdiendo su área de cultivo es la semilla de amaranto, mejor conocida como "alegría".

4.3.1 Antecedentes Históricos.

En los tiempos prehispánicos la semilla o grano de amaranto fue uno de los alimentos básicos de América, casi tan importante en la alimentación como el maíz y el frijol (14).

Los agricultores aztecas e incas utilizaban miles de hectáreas para cultivar el amaranto. Cerca de 20 000 toneladas de este producto se enviaban hacia Tenochtitlán (hoy ciudad de México) como tributo al emperador Moctezuma. (16)

La semilla era conocida por los antiguos mexicanos como "hauhtli" que en náhuatl significa huevo de pescado, la cual se llamó así por la semejanza de la semilla con éstos últimos.

Debido al color "sangre" con el que está matizada la planta de amaranto, ésta era considerada como una planta mística unida a la leyenda y al rito.

El calendario religioso azteca señalaba varios días en los que las mujeres molían la semilla y la mezclaban con miel y sangre humana, la pasta resultante la moldeaban conforma de pájaros, serpientes, montañas y dioses. Estas figuras servían de alimento durante las ceremonias de los grandes templos o de pequeños grupos familiares.

En la zona central del país las semillas de amaranto se consumían en forma de atole y tamales.

En Arizona, los indios Hopi, elaboraban unos ídolos de amaranto que utilizaban como amuletos.

Los tarascos festejaban a la diosa de la tierra confeccionando panes de amaranto que les denominaban "tuycen".

Algunos grupos indígenas sembraban los amarantos como fuente de pigmento para colorear las "hostias" ceremoniales que personificaban a sus dioses y que distribuían a las personas a manera de comunión durante sus danzas tradicionales.

El amaranto también se relacionó con rituales paganos y sacrificios humanos. Durante el principal festival del año de los aztecas dedicado a Huitzilopochtli (dios de la guerra), el centro de la ceremonia consistía en un enorme ídolo del dios confeccionado con masa de semilla de amaranto, miel y sangre humana, que se hacía pasar por la ciudad y los suburbios en una tarima, para ser finalmente despedazado por la gente (15).

La parte vegetativa de la planta también tenía un lugar importante en la alimentación, ya que con las hojas se elaboraban tamales denominados "huauhquiltamalli" para ofrecerlos al dios del fuego.

El nombre de "alegría" se adjudicó en el siglo XVI al dulce que se fabrica con la semilla "reventada" y luego, — por extensión a la planta entera. A Fray Martín de Valencia (1473-1534) se le ocurrió mezclarlo con miel de abeja. Cuentan los relatos de la época que uno por uno, los indígenas fueron probando el dulce, resultante y les pareció tan sabroso que empezaron a bailar y cantar de "alegría". — De ahí —dice la leyenda— surgió el nombre de este dulce.

De lo anterior se desprende que el "huauhtli" era la planta ceremonial más importante de los aztecas y otros — pueblos de México. Sin embargo, con la llegada de los españoles, los misioneros se encargaron de abolir las ceremonias religiosas, y por ende, limitar el cultivo de esta semilla (15).

4.3.2 Características y clasificación botánica

Reino:	Vegetal
División:	<u>Embryophyta Siphonograma</u>
Subdivisión:	Angiospermas
Clase:	Dicotelidóneas
Subclase:	Archiclomidae
Serie:	Centrospermae
Familia:	Amaranthaceae
Género:	<u>Amaranthus</u>
Especie:	<u>hypochondriacus</u>

La familia de las amarantáceas constutye un interesan te grupo de plantas que comprende al género amaranthus con - más de sesenta especies; las cuales están ampliamente distri buidas en el mundo en particular en las regiones tropica les, subtropicales y de clima templado (16).

Existen evidencias arqueológicas que indican que el - grano de amaranto es originario de América. Sin embargo, - estos datos acerca de su origen dan pauta para aseverar que- algunas especies son nativas de Europa, Asia, Africa y Aus- tralia. La evidencia arqueológica más antigua de las semi- llas de amaranto se refiere al A. cruentus el cual fue encon- trado en Tehuacán, Puebla (México), el cual data de 1000 - años antes de Cristo (14).

Los amarantos son plantas anuales que alcanzan fácil- mente hasta 2 m de altura. Presentan un sólo eje central -

con pocas ramificaciones laterales. El tallo es estriado, - con artistas fuertes, y es hueco en el centro en su etapa de madurez (fig. 4).

Sus hojas son largamente pecioladas y ovaladas y miden alrededor de 15 cm de largo y 10 cm de ancho, su nervadura - es central y gruesa.

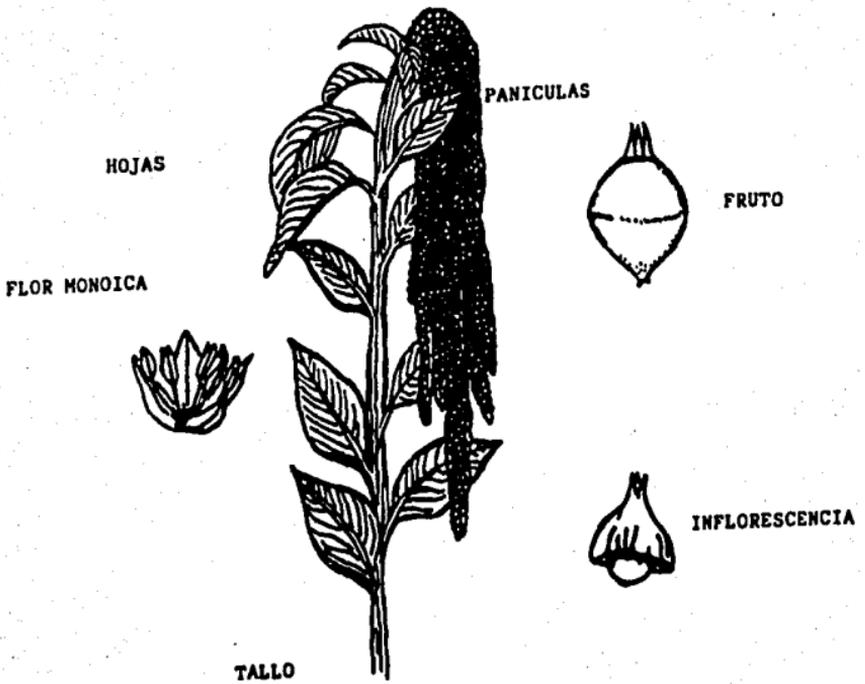
Estas plantas están generalmente matizadas con un pigmento rojizo llamado amarantina, algunas especies son intensamente coloreadas.

Las flores son unisexuales, monóicas o dioicas miden - de 80-90 cm de largo y forman densos racimos cimosos situados en las axilas de las hojas. Estas suelen presentar diversos colores y por ello se les utiliza como plantas de ornato. La anatomía de la inflorescencia y la morfología floral son datos muy importantes para diferenciación taxonomía (17).

El amaranto pertenece a un grupo común de plantas de - crecimiento rápido y fotosíntesis ultraeficiente. Su ruta - fotosintética se conoce ruta C_4 o de Hatch-Slack, que difiere básicamente de la fotosíntesis por la ruta de Calvin o - C_3 (que comúnmente se encuentra en la mayoría de las plantas) en que las primeras carecen de fotorespiración y el producto primario de la fijación de CO_2 en un ácido orgánico de cuatro carbonos, mientras que las plantas C_3 presentan fotorespiración y el producto primario de la fijación de CO_2 es un ácido orgánico de tres carbonos (18).

FIGURA 4

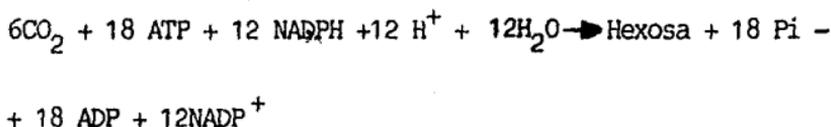
CARACTERISTICAS BOTANICAS DEL AMARANTO



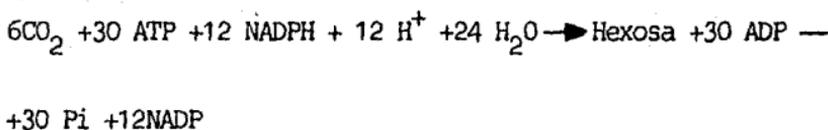
Así la muy poca o nula fotorespiración en las plantas-
C₄ las hacen considerablemente más eficientes, porque llevan
a cabo la fotosíntesis a concentraciones mucho más bajas de
CO₂ y a elevadas tensiones de oxígeno por la ruta de Hatch-
Slack que no es desviable por el oxígeno.

Si se comparan las ecuaciones globales de la produc—
ción fotosintética de hexosa por la plantas C₃ frente a las
plantas C₄:

Plantas C₃:



Plantas C₄ :



Se observa que las plantas C₄ requieren para sinteti—
zar una unidad de hexosa mucho más ATP que las plantas C₃,—
sin embargo, a pesar del exceso de ATP que consumen las —
plantas C₄ pueden sintetizar hexosa mucho más rápidamente y —
y funcionando eficazmente con intensidades lumínicas muy —
superiores a las plantas C₃. Estas plantas C₄ requieren —
menos de dos terceras partes de la humedad que absorben las
plantas corrientes C₃. Esta característica de la resis—

tencia a la sequía podría resultar muy valiosa en áreas donde la falta de agua limita permanentemente la producción agrícola (19).

4.3.3 Aspectos de Cultivo

Los amarantos crecen en una variedad de tipos de suelo que van desde muy ácidos y de alto contenido de aluminio, — hasta suelos alcalinos y salinos.

Entre los genotipos existe un amplio espectro de tolerancia a la sal. Están adaptados a tierras que fluctúan entre finas y toscas, siempre que estén bien drenadas.

Por ser una planta C_4 , el amaranto acusa su mejor comportamiento a temperaturas cálidas. Según se ha informado (20), las temperaturas para germinación óptima se encuentran entre 15–30°C, lo que lo hace comparable al maíz.

Bajo condiciones de humedad limitada, la cantidad de agua utilizada por la planta por unidad de rendimiento producido, es el criterio que se emplea para el estudio de las necesidades de agua de las plantas.

Ensayos comparativos efectuados con amaranto, sorgo y mijo realizados en zonas áridas bajo condiciones de irrigación, muestran que el amaranto rinde tanta semilla como el mejor mijo o sorgo a humedad limitada. Esto es alentador ya que el mijo es el grano de más alto valor en relación agua-utilizada-rendimiento. En Colorado (EUA), por ejemplo, el amaranto requiere la cuarta parte de irrigación que el maíz.

Aún cuando en el amaranto se han encontrado algunas plagas de insectos, son pocos los problemas graves informados a causa de los mismos.

En lo referente al rendimiento de la semilla, los agricultores norteamericanos informan mayores rendimientos con amaranto que con la siembra de mijo y trigo (400-500 Kg/Ha) Los cultivos de más alto rendimiento son los genotipos mexicanos de A. cruentus.

4.3.4 Morfología de la Semilla

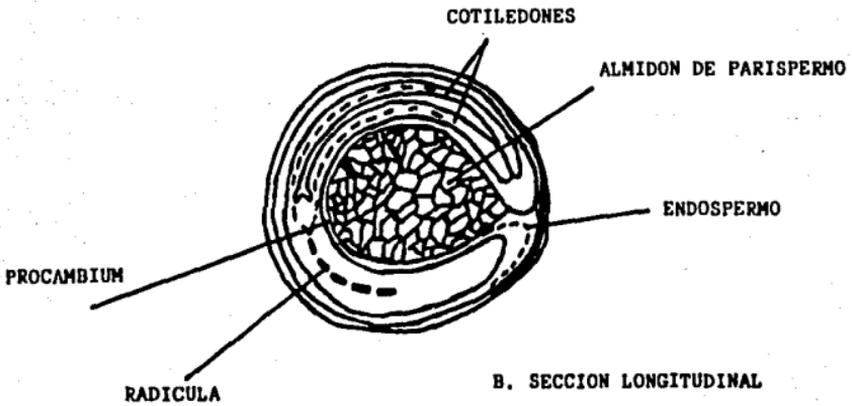
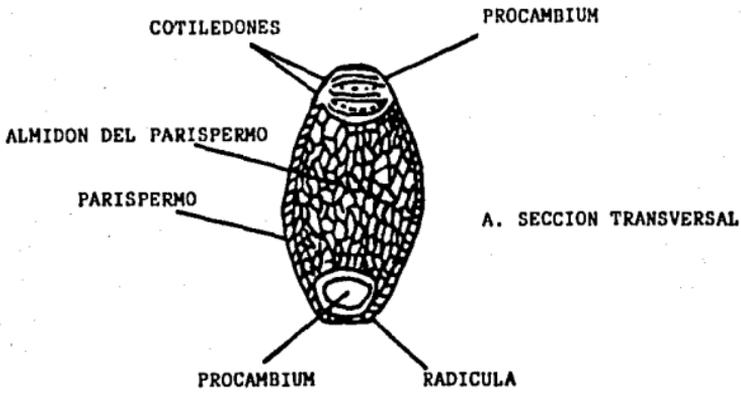
Con relación a la semilla de amaranto ésta es dicotiledónea, lisa, brillante y ligeramente aplanada, presenta forma lenticular. Mide de 1-1.5 mm de diámetro y tiene un peso de 0.6-1.0 g por cada 100 semillas, presenta coloraciones variadas según la especie: blanco, amarillo, rosado, pardo, rojizo y negro.

La mayor parte de la semilla la ocupa el embrión el cual se enrolla en círculo (figura 5). La envoltura de la semilla y el perispermo están finamente unidos el uno al otro, pero son susceptibles de separar por molienda abrasiva. El revestimiento de la semilla es una capa delgada y única, cuya porción exterior contiene el pigmento que imparte color a la semilla (amarantina).

Los cuerpos proteínicos están ubicados en los tejidos embriónicos y del endospermo, pero el tamaño de la célula y del cuerpo proteínico varían. Los cuerpos proteínicos en la célula del endospermo miden entre 1.5-2.0 micrómetros de

FIGURA 5

MORFOLOGIA DE LA SEMILLA DE AMARANTO



Fuente: (19)

diámetro , y en las células del parénquima del embrión, éstos miden de 5 a 6 micrómetros. En el perispermo, la proteína se presenta en forma de depósitos entre los pequeños granulos amiláceos (20).

Las células del embrión se encuentran incluidas en una matriz lipóide. Las células del Procambium se encuentran — en grupos formando cilindros en el eje longitudinal del embrión y su diámetro transversal es más pequeño con relación a las otras células del embrión.

4.3.5 Composición Química.

En los últimos años se ha comprobado por medio de técnicas — analíticas modernas la alta calidad y cantidad de nutrimentos que contiene la semilla de amaranto, lo que ha llamado — la atención de los especialistas en alimentos (22).

La composición química-proximal de la semilla de amaranto (cuadro I) presenta valores de proteína, grasa, fibra cruda y cenizas, que están por arriba de lo que comúnmente se — presenta en la mayoría de los cereales (trigo, maíz, cebada etc).

Becker (21) informa que no existen cambios significativos en los valores del análisis químico-proximal de las semillas obtenidas bajo condiciones agronómicas diferentes, lo — cual confirma la gran adaptabilidad de este cultivo.

De esta información se desprende que la semilla de amaranto contiene más del doble de proteína que el trigo y de

CUADRO I

COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DEL AMARANTO EN COMPARACION CON OTROS CEREALES

	Proteína	Lípidos	Fibra Cruda (g/ 100g)	Cenizas	Hidratos de Carbono ¹
A. cruentus	13.2-17.6	6.3-8.1	3.4-5.3	2.8-3.6	60.4
A. hypochondriacus	13.9-17.3	4.8-7.7	3.2-5.8	3.3-4.1	63.1
Maíz blanco	7.9	3.9	2.0	1.2	73.0
Maíz amarillo	8.3	4.8	2.0	1.2	69.6
Arroz	6.7	0.4	0.3	0.5	78.8
Trigo	10.2	2.0	2.3	1.7	73.4
Cebada	9.7	1.9	6.5	2.5	75.4

1 Por diferencia

Fuente: (21)

tres a cuatro veces más que el maíz y el arroz.

En cuanto a la distribución de los nutrimentos en la semilla, Betschart y col (23) informan que éstos se encuentran homogéneamente distribuídos en la semilla. Por esta razón se hace evidente la necesidad de emplear la harina integral de amaranto para la elaboración de productos destinados a la alimentación humana.

4.3.5.1 Composición de la Proteína de la Semilla de Amaranto.

La composición de aminoácidos es una de las características que hacen de la semilla de amaranto un alimento superior respecto a los cereales.

Becker y col (21) observaron que la composición de aminoácidos de la proteína de amaranto se ve poco influenciada por características agronómicas ó genéticas.

La proteína de la semilla de amaranto está principalmente distribuída en el gérmen más la envoltura (65%), y en el perispermo amiláceo (35%).

Para el A.caudatus y el A.hipochondriacus, el factor de conversión de nitrógeno es 5.85; en otras especies de amaranto los factores de conversión a proteína varían entre 5.2 y 5.6. La proteína de la semilla contiene niveles más altos de aminoácidos azufrados y lisina que los granos convencionales (el doble de lisina que el trigo y el triple —

que el maíz) los que generalmente son limitantes en la mayoría de los cereales, lo que indica que la mezcla de harinas de cereales con la de amaranto se complementará adecuadamente.

El aminoácido esencial limitante de la proteína de amaranto es la leucina (aminoácido que se presenta en los cereales en niveles suficientes como para cubrir los requerimientos de un niño), seguido por valina y treonina. El cuadro - II muestra que el contenido de aminoácidos esenciales de esta semilla presenta valores muy similares al patrón provisional FAO/OMS ' 1973.

4.3.5.2 Lípidos.

El contenido total de lípidos de la semilla de amaranto varía de un 6.4 a 17g/ 100 g de materia seca y presenta un alto nivel de insaturación (alrededor del 75%). Presenta cantidades apreciables de ácidos grasos esenciales, tales como linoleico (C 18:2). oleico (C 18:1) y palmitoleico (C 16:0) con trazas de linolénico (cuadro III).

Lo que también ha llamado la atención respecto a la composición del aceite de amaranto es el porcentaje de escualeno presente en la semilla (6.7 g/100g de aceite), que normalmente se encuentra en menor cantidad en otros aceites, como por ejemplo, el aceite de germen de trigo o aceite de olivo, donde el porcentaje se encuentra entre 0.1-0.7 g/100g de aceite.

CUADRO I I

COMPOSICION DE AMINOACIDOS ESENCIALES DE VARIAS ESPECIES DE SEMILLA DE AMARANTO
(gramos de aminoácido/100 g de proteína)

Especies	Triptofano	Metionina más Cistina	Treonina	Isoleucina	Valina	Lisina	Fenilalanina más Tirosina	Leucina
A. cruentus	0.9-1.5	4.0-4.8	2.7-3.9	2.8-4.0	3.3-4.5	4.9-6.1	6.0-8.5	4.4-6.2
A. hypochondriacus	1.2-1.5	4.0-4.1	2.8-2.9	3.0-3.1	3.4-4.6	3.4-4.9	5.5-6.4	4.7-5.2
A. Caudatus	—	2.8	2.8-4.0	1.8-3.1	1.2-4.1	4.0-5.7	3.1-4.0	3.2-5.0
A. hybridus	—	0.7-1.5	2.7-3.7	3.0-3.7	—	4.5-6.3	15.2-18.2	6.0-7.1
A. edulis	1.1-4.0	4.0	3.8-4.0	4.0-4.1	4.5-4.7	5.9-6.4	8.1-8.6	6.1-6.3
FAD/OMS 1973	1.0	3.5	4.0	4.0	5.0	4.8	6.3	4.7

Fuente: (14)

CUADRO III

CONTENIDO DE ACIDOS GRASOS EN EL ACEITE DE AMARANTO

(porcentaje de peso de aceite crudo hidrolizado)

Acido Graso	<u>A.cruentus</u>	<u>A.edulis</u>
16:0	20.30	21.30
17:0	1.25	0.75
18:0	3.80	2.90
18:1	19.40	23.70
18:2	51.40	47.40
18:3	1.30	0.92
20:0	1.40	1.20
Residuo insaponificable	8.50	11.00
Escualeno ^a	4.6	6.7

a Por ciento de aceite.

Fuente: (21)

En el humano, el escualeno es precursor en la biosíntesis de esteroides (18).

4.3.5.3 Hidratos de Carbono.

El almidón es el carbohidrato más abundante en la semilla de amaranto y corresponde aproximadamente al 62% de su peso total. El contenido de amilosa en el almidón de amaranto es considerablemente menor que en el trigo, lo cual trae como consecuencia diferencias marcadas con relación a sus propiedades fisicoquímicas.

Okuno y col (24) informan que los gránulos de almidón de A. hypochondriacus están constituidos casi en un 100% por amilopectina.

Para el caso del almidón de trigo se observan valores altos de viscosidad cuando éste se calienta a 92°C y después se enfría a 35°C. Este fenómeno es consecuencia del alto contenido de amilosa, lo que favorece la formación de estructuras agregadas con el consiguiente incremento de la viscosidad. Sin embargo, el almidón de A. hypochondriacus muestra valores menores de viscosidad en relación con el almidón de trigo cuando éste se calienta y enfría bajo las mismas condiciones.

Los gránulos de almidón de amaranto, son muy pequeños (1-3 micras de diámetro) y presentan formas poligonales. Las propiedades fisicoquímicas de estos gránulos sugieren que

existe una masa homogénea íntimamente unida, pero susceptible al ataque de las amilasas. Algunas de las propiedades del almidón de amaranto se presentan en el cuadro IV.

Lorenz (25) informa también que comparada con el almidón de trigo, el almidón de A.hypochondriacus presenta un bajo poder de hinchamiento, una gran solubilidad, baja viscosidad anilográfica y una alta temperatura de gelatinización.

En lo referente a otros azúcares presentes en la semilla, los monosacáridos tales como glucosa y fructuosa sólo se presentan en cantidades menores (21).

La ausencia de monosacáridos libres es típica de los granos maduros (13). La sacarosa es el azúcar predominante en todas las muestras y se presenta al menos en concentraciones dos veces superiores a las normalmente observadas en el trigo, arroz, tritícale y mijo.

Los niveles de rafinosa son similares a los niveles de trisacáridos encontrados en el trigo, arroz y tritícale (26)

4.3.5.4 Cenizas

En el cuadro V se muestra el contenido de nutrimentos inorgánicos en la semilla de amaranto. Se destaca el contenido relativamente alto de calcio, fósforo, zinc, hierro y sobre todo magnesio que está en cantidades similares al calcio. La relación calcio/fósforo es de 0.6 como suele ocu—

CUADRO IV

**PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DEL ALMIDON DE TRIGO COMPARADO CON EL
ALMIDON DE A.hypochondriacus**

	Trigo	A.hypochondriacus
Grasa (%)	0.54	1.1
Proteína (%)	0.35	0.49
Viscosidades amilográficas (B.U)*		
en el pico :	350	320
a 92°C	270	260
Después de 30 min a 92°C:	340	260
enfriamiento a 35°C:	510	280
después de 30 min a 35°C:	810	320
Solubilidad (%)		
a 60°C:	1.67	9.12
a 70°C:	2.35	14.21
a 80°C:	2.48	32.76
a 90°C:	8.21	37.43
Capacidad de unir agua (%)	71.8	127.30
Intervalo de temperatura de gelatinización		
inicial:	52	62
intermedio:	55	64
final:	56	68
Capacidad de hinchamiento		
a 60°C:	4.47	1.02
a 70°C:	6.13	1.51
a 80°C:	8.28	3.44
a 90°C:	11.80	3.53

* B.U. = Unidades Brabender

Fuente: (14)

CUADRO V

CONTENIDO DE MINERALES EN LA SEMILLA DE AMARANTO

	Sodio	Potasio	Calcio	Magnesio (p p m)	Hierro	Zinc	Cobre	Manganesio	Niquel
A. cruentus	310	2900	1750	2440	174	37.0	12.1	45	1.8
A. hypochondriacus	160	3800	1700	2300	106	36.2	8.2	23	1.9
A. edulis	370	5800	1700	2890	84.2	40.0	8.0	22	2.4

Fuente: (21)

rrir con la mayoría de las semillas. También al igual que - otros granos, a pesar de contener una alta concentración de hierro, el amaranto contiene fitatos (2.2-3.4 mM / 100 g) - que posiblemente abatan su biodisponibilidad (21).

4.3.5.5 Vitaminas

Los niveles de las vitaminas tales como tiamina, ribo- flavina, niacina y vitamina C son aproximadamente iguales a la de otros cereales (Cuadro VI).

En cuanto a la distribución de vitaminas en la semilla, se han encontrado hasta tres veces más concentradas en la - fracción cáscara-embrión que en la semilla entera, consideran do que el perispermo contiene del 40-60% de los niveles en- contrados en la semilla íntegra.

4.3.6 EFECTOS DEL PROCESAMIENTO DE LA SEMILLA SOBRE SU CALI- DAD NUTRICIA

4.3.6.1 Tratamiento Térmico

Uno de los más comunes para transformar el amaranto es- el del "reventado" del grano, ya que la semilla "revienta ó- estalla" de manera similar al maíz palomero. Este tratamien- to no sólo le da una estructura atractiva al amaranto, sino- que también le desarrolla sabor. El reventado de la semilla de amaranto ha sido recomendado por Oke (26) para superar - los problemas de molienda originados por el pequeño tamaño -

CUADRO VI

CONTENIDO DE VITAMINAS EN LA SEMILLA DE AMARANTO
(mg de vitaminas/100g de harina seca)

	Riboflavina	Niacina	Acido ascórbico	Tiamina	beta-caroteno
A.cruentus	0.19	1.17	- - -	0.07	0
A.hypochondriacus	0.23	1.45	4.50	0.10	0

Fuente: (21)

y arenosidad de la semilla. El reventado de amaranto resulta en un incremento de volumen arriba de 1.05 veces.

Kalinowsky (27) informa que los valores de la relación de eficiencia de la proteína (REP) y de la utilización neta de la proteína (NPU) de una semilla que no ha recibido ningún tratamiento térmico equivale a cerca del 74% con relación a la caseína. Sin embargo, esto contradice el valor teóricamente previsto, calculado a partir de su contenido de aminoácidos esenciales, lo cual sugiere la presencia de ciertos factores antifisiológicos en la semilla cruda, ya que los valores de REP y NPU para una semilla tratada térmicamente son del 96% con relación a la caseína. Esto sugiere que existe una mejora de la calidad de la proteína de la semilla de amaranto, asociada principalmente al proceso de reventado.

Carpenter y col (28) informan que en la semilla reventada la proteína cambia de conformación y esta modificación hace más disponibles ciertos aminoácidos, además de que el tratamiento térmico destruye los factores antifisiológicos. La digestibilidad aparente del nitrógeno de la semilla tratada térmicamente es del 77%.

Carpenter y Tovar (28) informan que el reventamiento del amaranto ocasiona un decremento en el valor de lisina disponible.

Dipp Adla y Tena Flores (29) efectuaron un estudio rela

cionado con el tostado del amaranto, en el cual midieron el tiempo y la temperatura a la cual se llevaba a cabo dicho — tostado, tomaron en cuenta el contenido de lisina disponible y encontraron que el mejor tratamiento para tostar la semilla fue de 10 segundos a 168°C, ya que bajo estas condiciones la calidad de la proteína no se afecta.

4.3.6.2 Germinación

Gómez Ortiz (30) sometió a germinación a la semilla de amaranto y encontró que la concentración de algunos aminoácidos se ve incrementada particularmente la lisina.

La importancia de los germinados se debe a que durante este proceso, aumenta su valor nutritivo (30). La germinación se define como "la reanudación del crecimiento activo — en partes del embrión, que provoca la ruptura de los tegumentos seminales y el brote de una nueva planta" (31).

La semilla es una estructura en reposo, la cual está — deshidratada y compuesta de tejido de almacenamiento, en donde los procesos metabólicos están suspendidos o toman lugar muy lentamente, debido principalmente a la carencia de agua y oxígeno. El proceso de germinación es la reactivación del sistema, la absorción de agua y la iniciación del crecimiento.

Durante la germinación ocurre una serie de reacciones — complejas en su naturaleza, que causan el desdoblamiento de—

ciertos materiales que se encuentran en el endospermo y que posteriormente se transportarán hasta el embrión; todo esto es consecuencia de la activación de los componentes celulares de los sistemas de síntesis de proteínas que están funcionando para producir nuevas enzimas, materiales estructurales, compuestos reguladores, ácidos nucleicos, etc.

De lo anterior se puede visualizar que tanto la semilla de amaranto en su forma natural, así como la tratada térmicamente y la germinada constituyen una alternativa interesante para el aprovechamiento del amaranto.

4.3.7 PRODUCCION

En México, la producción de amaranto está muy limitada y este aspecto es el que ha impedido su utilización; lo que además trae como consecuencia que el costo de este producto sea elevado (2000 pesos por kilogramo), en comparación con los cereales que tienen un costo de 200 a 700 pesos por kilogramo ^{1/}

Uno de los principales problemas en cuanto a la producción de amaranto es el referente a la cosecha debido al pequeño tamaño de la semilla (1.0-1.5 mm), no obstante el amaranto presenta buenos rendimientos por hectárea y en el Instituto Rodale Press (20) han obtenido rendimientos hasta de 6560 Kg/Ha.

^{1/} A Agosto de 1987.

Entre las variedades de la misma especie se presentan - grandes diferencias en cuanto al tamaño del grano por lo que se dificulta la mecanización de la cosecha. Una de las formas más simples para cosechar el amaranto es la cosecha manual, sin embargo, esto representa un incremento en el costo del producto (20). Aunque el cultivo de amaranto declinó en México después de la conquista española aún existe un - gran número de comunidades que siguen sembrando a pequeña es- cala la semilla de amaranto, principalmente para elaborar el tradicional dulce conocido como "alegría" (Fig. 6). Esto - ocurre en ciertas zonas del D.F., circunscritas al área de - Tulyehualco, Mixquic, Milpa Alta y Xochimilco, así como en - algunas poblaciones comprendidas entre Cuautla, Morelos y - Jalapa, Veracruz. En ocasiones se observan sembradíos en - Guerrero y Oaxaca. Sin embargo, es Tulyehualco, D.F. la zo- na de cultivo más importante del país en donde el amaranto - es el cultivo principal después del maíz.

En México, la superficie cosechada de este cultivo para el año de 1984 fue de 60 hectáreas con un rendimiento de 0.7 toneladas por hectárea, lo que dió un total de cuarenta y - dos toneladas (3).

Para diversificar la alimentación es preciso que se re- conozca la importancia de cultivos como el amaranto. Hace - apenas un siglo, la soya, el girasol y el cacahuete, se con- sideraban productos de escaso valor nutritivo; hoy en día son de los más consumidos a nivel mundial. El amaranto también- puede alcanzar una posición similar. Por ello diversos gru- pos de investigadores nacionales e internacionales han em- prendido estudios tendientes a destacar su potencialidad (15).

FIGURA 6
DISTRIBUCION GEOGRAFICA DEL AMARANTO EN LA
REPUBLICA MEXICANA



- h *Amaranthus hypochondriacus*
- c *Amaranthus cruentus*
- r *Amaranthus retroflexus*

Fuente: (22)

V.- METODOLOGIA

5.1 Desarrollo Experimental

Un lote de 45 kg. se semilla de Amaranthus hypochondriacus se limpió con aire y se pasó a través de un tamiz del - Nº 20 para eliminar impurezas de mayor tamaño. Ya limpia la semilla se dividió en tres lotes de 15 Kg cada uno para obtener harinas de amaranto: reventado, integral y germinado, de acuerdo al diagrama que se presenta en la figura 7.

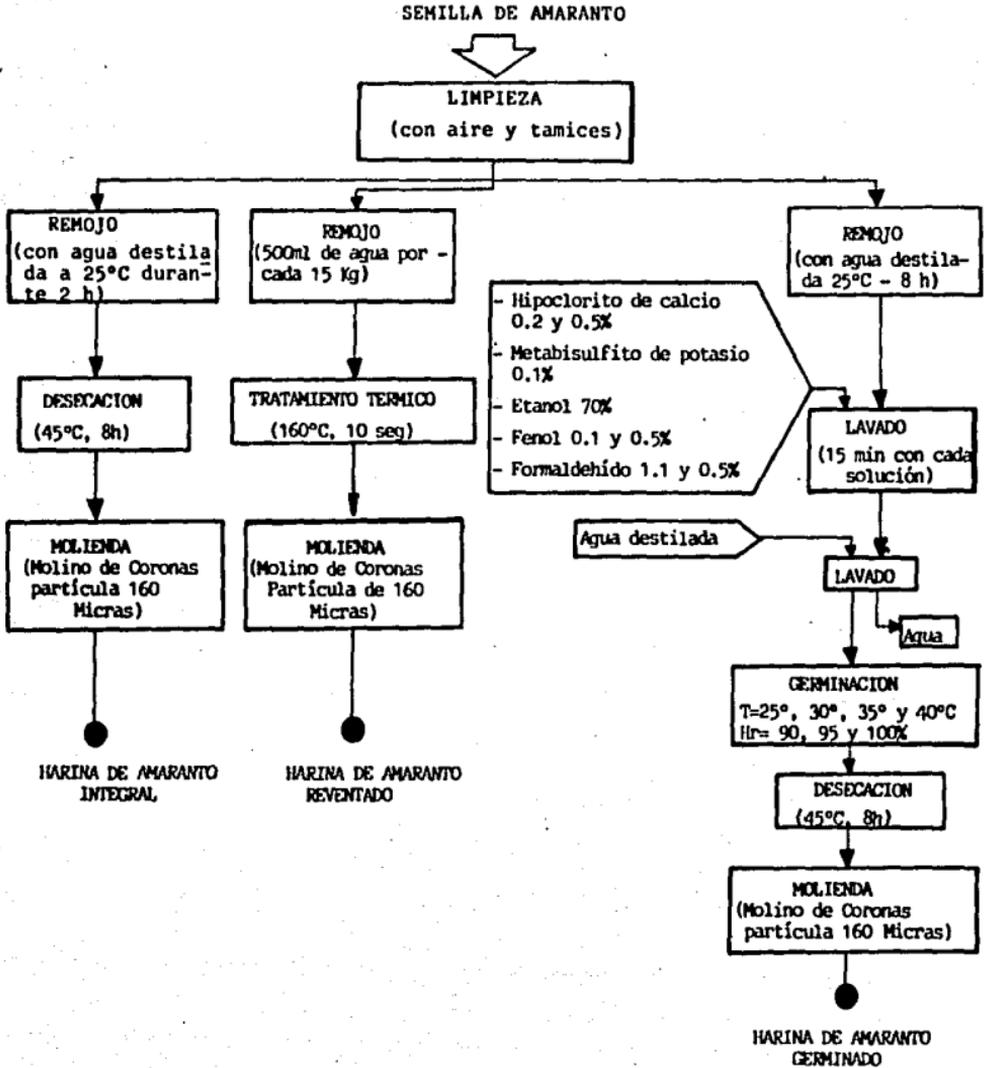
En el caso de la obtención de la harina de amaranto — germinado se estudiaron diferentes tratamientos con la finalidad de disminuir la cuenta bacteriana de la semilla antes de la germinación. Se probaron los tratamientos recomendados por DesiKachar y Mosha (12, 42). Dichos tratamientos consistieron en un remojo de las semillas con diferentes soluciones: etanol (70%), metabisulfito de potasio (0.01 y 0.05) fenol (1 y 5%), hipoclorito de calcio (1 y 5%), formaldehído (0.5 y 0.1%). Paralelamente se evaluó la capacidad germinativa de la semilla con los diferentes tratamientos y bajo diferentes condiciones de humedad relativa y temperatura.

El contenido de proteína de las semillas se analizó a intervalos de 12 horas durante toda la etapa de germinación.

Las harinas de amaranto obtenidas de los diferentes tratamientos así como las harinas de soya desgrasada y la harina de trigo se caracterizaron mediante análisis químico —

FIGURA 7

PROCEDIMIENTO SEGUIDO PARA LA OBTENCIÓN DE LAS HARINAS DE AMARANTO
(INTEGRAL, REVENTADO Y GERMINADO)



proximal y microbiológico.

Mediante el método de Calificación Química se obtuvieron las "mezclas base" a partir de la combinación de harina de — amaranto (en sus tres presentaciones) con harina de soya desgrasada y trigo ^{1/}. Estas mezclas debería reunir las siguientes especificaciones: una relación de lisina, triptofano y aminoácidos azufrados mínima del 80% respecto al Patrón Provisional FAO/OMS 73, un contenido de proteína de entre 20 y 23 g/100 g de mezcla, de 15 a 20 kcal/g de proteína, un mínimo de 4g/100 g de extracto etéreo y un costo no mayor a 1.9 pesos/g de proteína^{2/}

Las mezclas base se adicionaron de diferentes ingredientes tales como: agua, acidulantes, espesantes y concentrado de frutas de 60° Brix (sabores durazno y manzana). Las formulaciones se desarrollaron tanto a nivel laboratorio como de planta-piloto de acuerdo al procedimiento que se presenta en la figura 8.

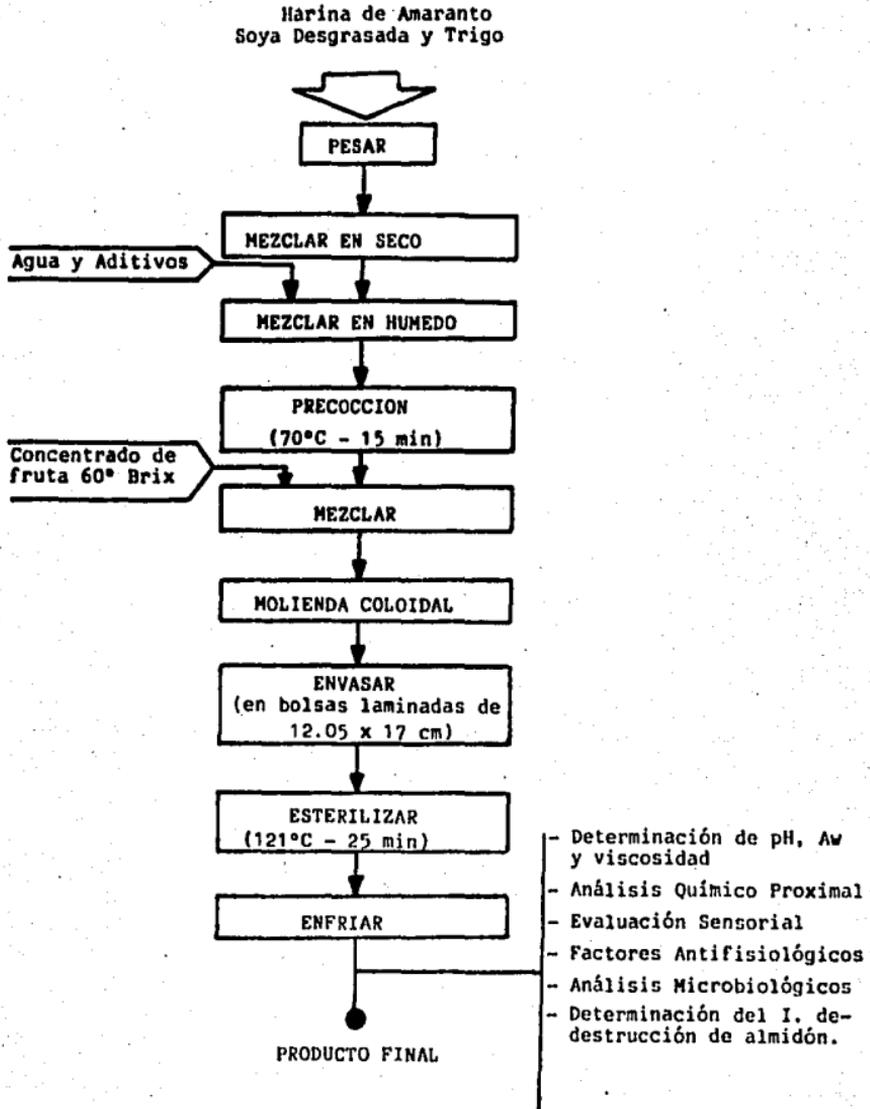
Inicialmente se elaboraron formulaciones sin espesante y con 30, 35 y 40 g/100 g de mezcla base con el objeto de conocer en que nivel de mezcla base se requería de la adición de —

1/ Se utilizó un programa de computadora diseñado en el Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos del Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", — para la obtención de mezclas proteínicas. Este programa fue desarrollado en una HP 3000.

2/ Marzo de 1986

FIGURA 8

PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION DEL ALIMENTO INFANTIL TIPO PAPILLA



Fuente: (32)

Paralelamente se elaboraron cincuenta y cuatro formulaciones de acuerdo al diseño matricial de 18 por 3 (cuadro - VII) en el cual se observa que las concentraciones de los diferentes ingredientes se variaron dentro de los siguientes límites:

Mezcla base:	30-40%
Concentrado de fruta:	30-50%
Goma Guar:	0.05-0.1%
Goma de algarrobo:	0.05-0.1%
Maltodextrinas:	0.1-0.5%

Para seleccionar las formulaciones se estableció que el producto final debería presentar: un pH entre 4.1 y 4.5, una viscosidad entre 22 000 a 24 000 cps (33), una composición y una aceptación sensorial de acuerdo con los objetivos del estudio y que las fórmulas no contuvieran colorantes, saborizantes ni conservadores, de manera que todos los ingredientes utilizados en la formulación fueran los permitidos para alimentos infantiles por la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos) ^{1/}.

Se eligió la mejor formulación para cada presentación de harina de amaranto. Los productos seleccionados se envasaron en bolsas laminadas ^{2/} de 12.06 x 17.7 cm y se esterilizaron a 121°C durante 23 min de acuerdo a lo informado por Morales y col (32) en una autoclave Hizaka Works ^{3/}.

1/ Food and Drug Administration

2/ Donativo de la Cía. Celloprint.

3/ Instalada en los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial (LANFI)

CUADRO VII

DISEÑO PROPUESTO PARA LA FORMULACION DE LA PAPILLA DE FRUTAS

MEZCLA BASE (g/100 g DE PAPILLA)																		
GRAMOS DE CONCENTRADO DE FRUTA	30						35						30					
	GOMA GUAR		GOMA ALGARROBO		MALTO DEXTRINAS		GOMA GUAR		GOMA ALGARROBO		MALTO DEXTRINAS		GOMA GUAR		GOMA ALGARROBO		MALTO DEXTRINAS	
	0.05	0.1**	0.05	0.1	0.1	0.5	0.05	0.1	0.05	0.1	0.1	0.5	0.05	0.1	0.05	0.1	0.1	0.5
50	1	2*	3	4	5	6	19	20	21	22	23	24	37	38	39	40	41	42
45	7	8	9	10	11	12	25	26	27	28	29	30	43	44	45	46	47	48
40	13	14	15	16	17	18	31	32	33	34	35	36	49	50	51	52	53	54

* La numeración dentro de los cuadros indica el número de fórmula

** Los números debajo de cada espesante indican el porcentaje en peso de cada aditivo que se empleó en esa formulación.

Las fórmulas desarrolladas se evaluaron mediante análisis químico proximal, fisicoquímicos (actividad acuosa, viscosidad, pH) presencia de factores antifisiológicos, índice de destrucción de almidón, evaluaciones sensoriales y determinación de la presencia de residuos de desinfectante para el caso de la papilla elaborada con amaranto germinado. A todos los productos finalmente seleccionados con base en los objetivos del estudio se les determinó su estabilidad durante el almacenamiento mediante un estudio de vida de anaquel.

5.2 METODOS DE ANALISIS

5.2.1 Evaluación de la Capacidad Germinativa de la Semilla

Para determinar la viabilidad de la semilla de amaranto se colocaron 100 semillas en cajas petri bajo diferentes condiciones (cuadro VIII). En cada una de estas condiciones se realizó el conteo total de las semillas que germinaron en cada una de las cajas petri a las 24 y 48 horas. El número de semillas germinadas es directamente proporcional al porcentaje de germinación (31).

5.2.2 Análisis Bromatológico

Nitrógeno Total: Determinación de nitrógeno total. Método Kjeldahl Nº2.049 AOAC (34); en un aparato digestor LAB-CON-CO. Mod. 2123501.

Extracto Etéreo: Por el método de extracción continua.

CUADRO VIII

DISEÑO EXPERIMENTAL PARA DETERMINAR LAS CONDICIONES DE HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA PARA LA GERMINACION DE LA SEMILLA DE AMARANTO..

Temperatura (°C)	H u m e d a d R e l a t i v a (%)		
	90	95	100
25	X	X	X
30	X	X	X
35	X	X	X
40	X	X	X

Método Oficial Nº 7.045 AOAC (34); en un aparato LAB-CON-CO Mod. 35001.

Fibra Cruda: Por el método de hidrólisis ácida y alcalina. Método Oficial Nº 7.054 AOAC (34); en un aparato con condensador para fibra cruda LAB-CON-CO. Mod. 30001.

Humedad: Por medio de una estufa de secado. Método Oficial Nº 14.004 AOAC (34); en una estufa de precisión. — Mod. 27.

Cenizas: Por incineración. Método Oficial Nº 14.006 AOAC (34).

5.2.3 Análisis Microbiológicos

Cuenta total en placa de microorganismos mesofílicos aerobios. Técnica Nº 5 del Manual de la S.S.A. (35).

Cuenta de hongos y levaduras. Técnica Nº 9 del manual de la S.S.A. (35).

Coliformes totales y fecales. Se utilizó el Método — del Número más probable en una serie de tres tubos incubados a 25°C durante 48 h en caldo lauril sulfato de sodio — para el caso de coliformes totales. Para la determinación de coliformes fecales los tubos se incubaron a 45°C durante 48 h en caldo EC (Escherichia Coli). (35).

Salmonella. Se utilizó la técnica Nº 11 del Manual de la S.S.A. (35); el cual consiste en un preenriquecimiento — con agua peptonada y un enriquecimiento en caldo selenito cistina y caldo tetratiónato, con un posterior aislamiento en agar verde brillante. Se incubó en todos los casos a 35°C — durante 24 h.

Staphylococcus aureus. Por el método de Baird Parker — (35) incubado a 35-37°C durante 24-48 h; se practicó la — prueba de coagulasa en caldo infusión cerebro corazón incubado a 35°C durante 24 h y posteriormente se agregó plasma — diluido en solución salina (NaCl) para observar la formación de un coágulo en un intervalo de 1-6 horas.

Termófilos y mesófilos anaerobios. La muestra se inocu — la en tubos que contengan caldo de tioglicolato creando la — anaerobiosis estricta con una capa de agar. Para la determina — ción de los organismos termofílicos los tubos se incubaron — por un período de 3 días a 55°C y a 35°C para los mesofíli — cos (36).

5.2.4 Factores Antifisiológicos

Presencia de hemaglutininas o lectinas: Se determinó — por el Método de Werner y Jafeé (37). En esta técnica se — utilizan tres muestras de sangre: conejo, bovino y humano. — Se informa la mayor dilución a la que un extracto de 1 g de muestra diluida en cloruro de sodio al 1% produce aglutina — ción (en cada una de las muestras de sangre).

Inhibidor de Tripsina: Se utilizó el Método Oficial de la AACC (38). En este se mide, espectrofotométricamente, la pérdida de coloración de la muestra en contacto con una solución de tripsina de actividad conocida. Esta decoloración es directamente proporcional al porcentaje de inhibición de la enzima.

5.2.5 Porcentaje de Almidón Dañado

Se utilizó el Método Oficial de la AACC (38); en el cual se trata a la muestra con una solución enzimática de la enzima alfa amilasa de Aspergillus Orizae de actividad conocida. Esta solución se deja en contacto con la muestra durante una hora y posteriormente, se mide el contenido de azúcares sencillos en la muestra por el Método del Ferricianuro de potasio.

5.2.6 Determinación de Residuos de Formaldehído

Se utilizó el Método Oficial de la AACC (34); en el cual la muestra se destila, al destilado se le adiciona una solución de acetyl acetona que produce una coloración verde cuya intensidad se mide espectrofotométricamente y es proporcional al contenido de formaldehído en la muestra.

5.2.7 Sensoriales

La evaluación sensorial incluyó tres etapas. La primera de ellas consistió en aplicar una prueba preliminar de -

aceptación para cada una de las cincuenta y cuatro formulaciones elaboradas a nivel laboratorio, con el objeto de seleccionar a las tres mejores fórmulas de cada presentación de harina de amaranto. Dicha prueba se realizó por medio de un cuestionario (anexo A) en el cual los jueces expresaron su opinión acerca de los siguientes atributos: sabor, consistencia y apariencia general del producto. De esta manera se obtuvieron las nueve mejores formulaciones.

En la segunda etapa, se evaluaron las nueve fórmulas — previamente seleccionadas para lo cual se aplicó una prueba de preferencia con una escala hedónica de nueve puntos en la cual se evaluó el sabor y la consistencia de las muestras — (Anexo B). También se aplicó la prueba de ordenamiento descrita por Larmond (52) con la finalidad de seleccionar la mejor fórmula de cada trio.

La tercera y última etapa consistió en evaluar y comparar entre sí las tres formulaciones finalmente seleccionadas. Se aplicó una prueba de preferencia por ordenamiento y una aceptación con una escala hedónica de nueve puntos para evaluar el sabor y la consistencia.

Participaron treinta jueces no entrenados que fueron — particularmente madres de niños cuya edad fluctuaba entre — los tres y veinticuatro meses.

Los resultados se evaluaron por medio de un análisis de varianza a un nivel de confianza del 95% (39,40). Se apli-

có además un cuestionario (anexo C) en el cual se les preguntó a las madres si estarían dispuestas a alimentar a sus hijos con los productos desarrollados y si comprarían el producto en caso de encontrarlo en el mercado.

5.2.8 Métodos Fisicoquímicos

Viscosidad aparente: Se determinó con un aparato Brookfield Mod. RV a 22°C, spin Nº 7 y 10 r.p.m.; ajustando el aparato con glicerol (99.9% Q.P.).

Actividad acuosa: Se determinó con el aparato Novasina Mod. DAL 20 a 22°C, ajustando el aparato con un estándar de NaCl de 75.3% de humedad relativa.

pH: Se determinó en un potenciómetro Beckman Mod. — Zeromatic II a 22°C, ajustando a pH de 7 con una solución — estándar de fosfatos.

5.2.9 Vida de Anaquel

Para esta determinación, los productos finales se envasaron en bolsas laminadas selladas y esterilizadas, las cuales se colocaron en una cámara climática que se mantuvo bajo condiciones de temperatura y humedad relativa promedio de la Ciudad de México (50% de humedad y relativa y 23°C). Durante sesenta días permanecieron en dicha cámara setenta bolsas conteniendo cada una aproximadamente 200 g del producto elaborado. Cada semana se tomó una muestra al azar para llevar

a cabo evaluaciones sensoriales, análisis microbiológicos y determinaciones de actividad acuosa y viscosidad. La evaluación sensorial en esta etapa incluyó la comparación de las muestras almacenadas con las muestras recién elaboradas. — Para esta determinación se utilizó una prueba de aceptación con escala hedónica de nueve puntos (anexo B)

5.2.10 MATERIAS PRIMAS

Semilla de Amaranto variedad A. HIPOCHONDRIACUS.

Se compró en el mercado de Tulyehualco a un precio de 2000-pesos por kilogramo ^{1/}. Esta es la especie de amaranto más-disponible en México.

Harina de trigo semifina.

Se compro en el "Molino El Duero" a 400 pesos por kilogramo.
1/

Harina de soya desgrasada.

Se compró en Industrial de Alimentos a 350 pesos por kilogramo.^{1/}

Maltodextrinas con 33% de dextrosa equivalente (Maltrin 30), goma guar y goma de algarrobo de 97% de pureza.

Se compraron en Arancia Polibásicos a un precio de 320 pesos por kilogramo para el caso de las maltodextrinas y a 1750 a-1800 por kilogramo para el caso de las gomas guar y algarrobo respectivamente. ^{1/}

1/ Precios en la Ciudad de México con fecha a Agosto de —
1987.

Acido cítrico de 99.9% de pureza.

Se compró en técnica Química a 1920 pesos por kilogramo 1/

Concentrados de frutas de 60 grados brix (sabores pera y durazno).

Donativo de la Compañía Internacional Flavors and Fragances.-
(IFF).

1/ Precios en la Ciudad de México con fecha a Agosto de -
1987.

5.2.11 EQUIPO

- Mezcladora en "V"
Peterson Kelly and Co. Mod. L8-8607.
- Batidora Hobart Mod. A-200
- Molino Coloidal
Probst & Class Mod. N/60/S
- Marmita con Chaqueta de vapor
Poli-Ingenieros
- Autoclave horizontal con termistores de punta
Hisaka-Work, Mod. CT RCS-4CRTG
- Molino de Coronas marca Remo tipo FM1
Nº12610 de 3000 rpm
- Balanza Analítica Sartorius 2001, MP2 (capacidad 170g)
- Estufa de secado Teisa National Appliance Co.
Mod. 5510 (secador con corriente de aire).
- Estufa para incubación J.M. Ortiz, Serie 15575, E-503
(para bacteriología)
- Autoclave Teisa
- Aparato digestor Kjeldahl Lab-Con-Co (capacidad 12 ma--
traces
- Extractor Goldfish de Grasa Lab-Con-Co. Serie 68903
- Condensador de Fibra Cruda Lab-Con-Co. Serie 55496
- Espectrofotómetro Bauch and Lomb. Serie 6279 Kz
- Potenciómetro IV PH Meter. Zeromatic II, Beckman
- Mufla Dubque IV, Thermolyne Corp. Type 10 500 furance.
Mod. F-1520 P

- Licuadora Osterizer Ciclomatic.
- Viscosímetro de Brookfield RVF, Mod. Sychro-Lectric - Viscosimeter. Serie 40728
- Cribas (mallas Nº 20, 30 y 80). Serie Tyler.
- Molino Ciclón. Sample 1000.
- Cámaras Climáticas Nihon Rigaku, Kogioco Ltd., Nº3138-3
- Molino Coloidal Westfalia Separator M. Sordi (capacidad 50 litros).
- Computador Digital HP 3000.

VI.- RESULTADOS Y DISCUSION

6.1 Obtención y caracterización de las Materias Primas.

En el cuadro IX se observa la capacidad germinativa y la cuenta bacteriana que presentaron las semillas sometidas a los diferentes tratamientos. Fue evidente que el tratamiento con etanol (70%) inhibió completamente la capacidad germinativa de la semilla. El etanol es una sustancia deshidratante y desnaturalizante de las proteínas por lo que se considera que afectó el mecanismo enzimático de las semillas impidiendo de esta manera su germinación.

Los tratamientos con metabisulfito de potasio y fenol proporcionaron capacidades germinativas bajas (20 y 50%), además durante la germinación se presentó crecimiento de mohos. Se observó que los tratamientos con los que se obtuvieron mejores resultados fueron hipoclorito de calcio al 5% y formaldehído al 0.5%, en estos tratamientos la cuenta bacteriana disminuyó de 8 000 000 de colonias/g a 32 000 y 37 000 colonias/g respectivamente, sin embargo, se observó que en el tratamiento con hipoclorito de calcio (5%) se disminuyó la capacidad germinativa de la semilla a un 50%, mientras que con la solución de formaldehído (0.5%) la capacidad germinativa fue de 87%. Por lo anterior este último tratamiento fue el que se seleccionó para continuar con el estudio.

En el cuadro X se muestra la relación entre la capacidad germinativa de la semilla de amaranto y las condiciones

CUADRO IX

EFFECTO DE DIVERSOS TRATAMIENTOS SOBRE LA FLORA MICROBIANA Y LA CAPACIDAD GERMINATIVA DE LA SEMILLA DE AMARANTO.

Tratamiento	Cuenta estándar (col/ g)	Hongos (col/g)	Capacidad Germinativa (%)
	8 000 000	150 000	45
Etanol al 70% *	600 000	55 000	0
Metabisulfito de potasio al 0.01%	4 300 000	90 000	20
al 0.05%	3 200 000	65 000	25
Fenol*			
al 1%	700 000	50 000	50
al 5%	300 000	25 000	15
Hipoclorito de calcio **			
al 1%	67 000	200	50
al 5%	32 000	90	43
Formaldehído *			
al 0.5%	37 000	250	85
al 1.0%	30 000	100	60

* ml/100 ml de agua

** g/100 ml de agua

CUADRO X

CONDICIONES DE HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA Y SU EFECTO SOBRE LA
CAPACIDAD GERMINATIVA DE LA SEMILLA DE AMARANTO.

Humedad Relativa (%)	Temperatura (°C)	Capacidad Germinativa (%)
90	25	45
90	30	55
90	35	70
90	40	60
95	25	50
95	30	65
95	30	83
95	40	75
100	25	60
100	30	73
100	35	97
100	40	80

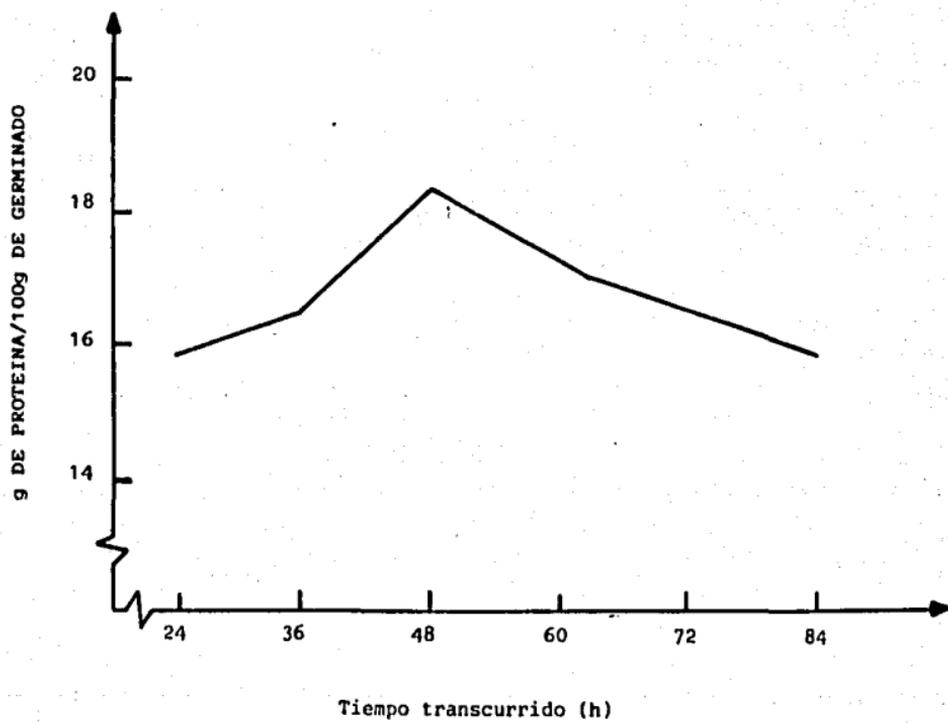
de humedad relativa y temperatura a las que se llevó a cabo la germinación.

Se observó que las condiciones más favorables para la germinación de la semilla fueron: 100% de humedad relativa y una temperatura de 30°C. Se observó también que a temperaturas superiores a 35°C algunas radículas presentaron coloraciones amarillentas, asimismo, las semillas que no germinaron desarrollaron olores similares a los que presentan los productos fermentados.

Mayer (31), informa que las semillas son una unidad metabólica latente, la cual, se encuentra deshidratada y compuesta de materiales de reserva. Los procesos metabólicos dentro de esta estructura se encuentran suspendidos, o bien toman lugar muy lentamente. Durante la germinación se produce una reactivación de este sistema que se inicia con la absorción de agua, en este momento por medio de diferentes cambios bioquímicos, los componentes de la semilla se liberan con el objeto de que sean asimilados por el embrión que dará origen a la nueva planta.

Para el caso del amaranto en la presente investigación se encontró a los dos días de germinación se obtiene la máxima concentración de proteína, después de este tiempo decrece (fig. 9). A este tiempo (42 h de germinación) la radícula presentó una longitud de 0.5 mm y la germinación se detuvo mediante un secado de las semillas (45°C, 8h).

FIGURA 9



CONTENIDO DE PROTEINA DE LA SEMILLA DE AMARANTO EN
DIFERENTES TIEMPOS DE GERMINACION

Durante el transcurso de la germinación se observó la aparición de un pigmento rojizo conocido como amarantina. Se considera que este pigmento se produce como una respuesta a la luz. El control de la síntesis de este pigmento es compleja y están involucradas algunas hormonas del tipo de las giberelinas (30). El punto en el cual empezó a manifestarse la coloración rojiza coincidió con el punto más alto de contenido de proteína.

Los análisis para la determinación de residuos de formaldehído en el germinado de amaranto mostraron resultados negativos.

Una de las características interesantes de la semilla de amaranto es que al someterla a un proceso térmico en seco los granos revientan, aumentando hasta tres veces su volumen. Así mismo, cambia de sabor (29).

El tratamiento térmico que se aplicó para la obtención del lote de semilla "reventada" fue el recomendado por Tena-Flores y Dipp Adla (29). Dichos autores informan que bajo estas condiciones (168°C, 10 seg) se mejora la digestibilidad y el radio de eficiencia de la proteína, ya que al desnaturar la proteína mediante el tratamiento térmico, ciertos aminoácidos se hacen más disponibles.

Para el caso de la obtención de la harina de amaranto integral se observó que la semilla debe acondicionarse a una humedad de 13.5-15% para que de esta manera el grano se —

ablande y se facilite la molienda.

El cuadro XI presenta el análisis químico proximal de todas las harinas empleadas durante el desarrollo experimental. Se destaca principalmente el mayor contenido de proteína de la harina de amaranto germinado (18.3g/100g) en relación con las harinas de amaranto reventado e integral. Además las harinas de amaranto presentaron un mayor contenido de lípidos con relación a las harinas de trigo y soya.

Los resultados del control microbiológico de las materias primas se presentan en el cuadro XII. En dicho cuadro se observa que tanto la harina de trigo como la de soya desgrasado cumplieron con la norma de calidad (43) en lo que se refiere a la cuenta total, sin embargo, la harina de trigo no cumplió en cuanto a las especificaciones establecidas por dicha norma para la cuenta de hongos. Debido a que no existe una norma de calidad microbiológica para la harina de amaranto se tomó como referencia a la norma para harina de trigo y soya observándose que la harina de amaranto integral presentó una cuenta bacteriana total de 300 000 colonias, que es superior a lo que establece la norma. Por esta razón tanto la harina de trigo como la harina de amaranto integral se sometieron a un tratamiento térmico en una autoclave (121°C a una presión de 0.7 kg/cm², 10 min) previo a su utilización (44).

Después de este tratamiento todas las harinas cumplieron con la norma de calidad (43).

CUADRO XI

ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LAS MATERIAS PRIMAS
(g / 100 g)

MATERIAS PRIMAS	HUMEDAD	PROTEINA CRUDA	LIPIDOS	FIBRA CRUDA	CENIZAS	HIDRATOS DE <u>4/</u>
HARINA DE SOYA DESGRASADA <u>1/</u>	8.1	42.2	1.7	3.3	5.0	30.7
HARINA DE TRIGO <u>2/</u>	11.8	10.2	0.6	1.3	0.5	75.3
HARINA DE AMARANTO INTEGRAL <u>3/</u>	9.5	15.3	6.3	3.5	2.8	62.6
HARINA DE AMARANTO GERMINADO <u>3/</u>	11.8	18.3	6.2	3.7	2.7	57.3
HARINA DE AMARANTO REVENTADO <u>3/</u>	7.2	15.2	6.0	3.2	2.7	65.7

1/ % N x 5.71

2/ % N x 5.70

3/ % N x 5.85

4/ % por diferencia

CUADRO XII
 RESULTADOS DE LOS ANALISIS MICROBIOLÓGICOS DE LAS MATERIAS PRIMAS

		H A R I N A					NORMA DE CALIDAD PARA HARINA	
		AMARANTO INTEGRAL	AMARANTO GERMINADO	AMARANTO REVENTADO	SOYA DESGRASADA	TRIGO	SOYA DESGRASADA	TRIGO
CUENTA ESTANDAR	1*	300 000	37 000	150 000	75 000	50 000	175 000	50 000
HONGOS	1*	600	180	100	300	170	500	120
LEVADURAS	1*	0	0	0	0	0	500	50
COLIFORMES TOTALES	2*	240	6.2	3.6	9.1	6.1	500	500
COLIFORMES FECALES	2*	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3

6.2 Selección de las Mezclas Base.

De todas las posibles combinaciones de mezclas proteínicas calculadas mediante la computadora, nueve de ellas, cumplieron con los objetivos del presente estudio (cuadro XIII) Se observó que con la misma proporción de ingredientes, las mezclas que contenían amaranto germinado, presentaron un contenido de proteínas mayor en relación con las otras dos presentaciones de harina de amaranto. También fue evidente que al aumentar la proporción de amaranto en cualesquiera de sus tres presentaciones, el contenido de proteína, lípidos y de los aminoácidos, lisina, metionina más cistina y triptofano también se eleva.

Becker (21) informa que el aminoácido limitante de la semilla de amaranto es la leucina, sin embargo, la harina de soya es una buena fuente de este aminoácido por lo que al — combinarla con harina de amaranto la calificación química de la mezcla mejora sensiblemente (fig. 10) Además, al incrementar la proporción de soya en la mezcla el contenido de — proteína también se eleva. La calificación química de todas las mezclas, principalmente las que contenían amaranto germinado superó a los objetivos del presente estudio, presentando una calificación superior al 80% para lisina y superior — al 100% para metionina y triptofano.

El contenido de proteína de estas mezclas varió de un — 22.5 a un 24.4 g/100g y su costo fue en promedio de 1.83 pesos/g de proteína. Sin embargo, se eligieron las mezclas de mayor proporción de amaranto (una para cada presentación de—

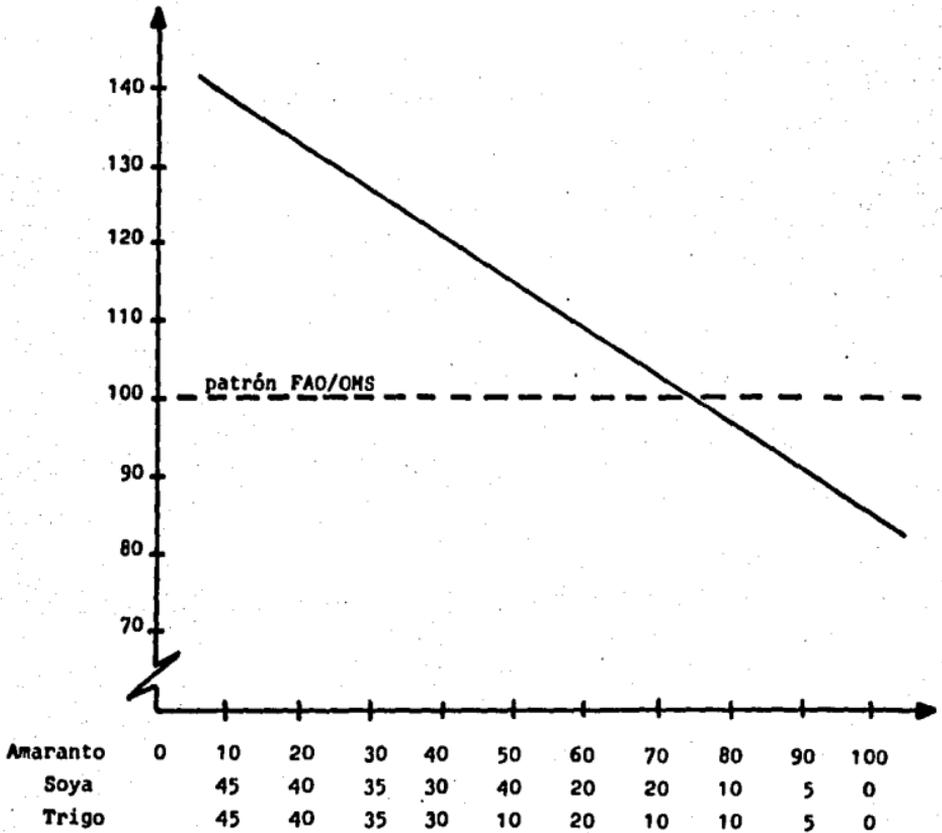
CUADRO XIII

MEZCLAS BASE QUE ALCANZARON LOS OBJETIVOS DEL ESTUDIO

MEZCLA BASE	Aportación Proteinica (%)	Proteína (g/100g)	Lípidos	Energía (Kal)	Calificación Química respecto al patrón provisional FAO/OMS'73			Costo (\$/g proteína)	
					Lisina Met + Cis	Triptofano			
A	Amaranto integral Soya Desgrasada Trigo	45 32 23	22.6	4.02	380	95	110	107.3	1.71
B	Amaranto integral Soya desgrasada Trigo	65 28 7	23.2	5.50	392	98	113	102.5	1.84
C	Amaranto integral Soya desgrasada Trigo	70 20 10	23.0	5.70	402	113	121	101.0	1.90
D	Amaranto reventado Soya desgrasada Trigo	60 30 10	23.4	5.84	404	102	118	102.6	1.87
E	Amaranto reventado Soya desgrasada Trigo	70 20 10	23.2	5.80	404	92	102	118.5	1.90
F	Amaranto reventado Soya desgrasada Trigo	68 24 8	22.5	5.80	400	92	117	104.4	1.87
G	Amaranto germinado Soya desgrasada Trigo	45 32 23	23.9	3.72	354	103	138	108.0	1.71
H	Amaranto germinado Soya desgrasada Trigo	65 28 7	24.4	5.31	354	102	141	105.4	1.84
I	Amaranto germinado Soya desgrasada Trigo	70 20 10	24.2	5.48	366	102	143	102.7	1.90

FIGURA 10

CALIFICACION QUIMICA PARA EL AMINOACIDO LEUCINA DE LA MEZCLA
 AMARANTO-TRIGO-SOYA



harina de amaranto) con el objeto de que este ingrediente — fuera el principal aporte de proteína y lípidos (cuadro XIV)

6.3 Determinación de Factores Antifisiológicos en las Mezclas Base Seleccionadas.

Calderón, Koepe y col (45, 46) informan que en la semilla de amaranto cruda existen factores antifisiológicos como el inhibidor de tripsina y las lectinas o hemaglutininas. — Las lectinas son proteínas con afinidades específicas hacia determinados residuos de azúcar localizados en la superficie de la mayoría de las células (glicolípidos y glicoproteínas) de manera que poseen múltiples sitios de unión mediante los cuales se interconectan varias células adyacentes entre sí, — ocasionando la formación de redes intercelulares de éstas. — La reacción de hemaglutinación (formación de redes celulares empleando eritrocitos como modelo), es el efecto más fácilmente observable de esta unión (fig. 11).

Las lectinas disminuyen la digestibilidad de la proteína presente en la semilla debido a la unión de éstas con las células epiteliales del intestino delgado interfiriendo con la absorción de nutrimentos a través de la pared intestinal.

El cuadro XV muestra los resultados de la actividad hemaglutinante de las mezclas base seleccionadas para la preparación del alimento infantil. En dicho cuadro se observa — que tanto la mezcla base que contenía harina integral de amaranto así como la de amaranto germinado presentaron niveles—

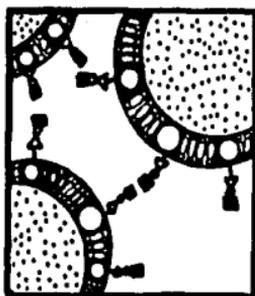
CUADRO XIV

MEZCLAS BASE SELECCIONADAS

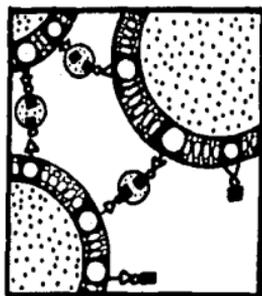
Mezcla Base	Ingredientes	Aporte Proteínico (%)	Proteína Cruda	Extracto Etereo	Energía (Kcal/100g)	Lisina	Met+ Cist. (% con relación al Patrón) FAO 1973	Triptofano	Costo (pesos/g prot)
A	Amaranto rev. Soya desgrasada Trigo	70 20 10	23.3	5.6	404.1	94.2	118.5	102.6	1.9
B	Amaranto Integral Soya desgrasada Trigo	70 20 10	23.0	5.7	402.3	95.0	121	101.5	1.9
C	Amaranto germinado Soya desgrasada Trigo	70 20 10	24.2	5.4	356.6	102.1	143.2	102.7	1.9

FIGURA 11

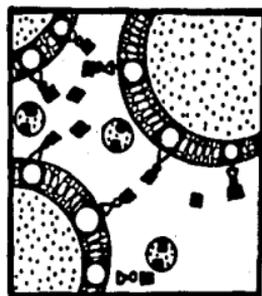
MECANISMO DE AGLUTINACION CELULAR POR LECTINAS



A) Células en suspensión.



B) Células aglutinadas por una lectina.



C) Inhibición de la aglutinación celular por carbohidratos.

CUADRO XV

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE HEMAGLUTINAS DE LAS MEZCLAS BASE

Tipo de sangre	Tipo de Mezcla		
	Amaranto integral	Amaranto reventado	Amaranto germinado
Humano	1*	1	1
Conejo	5	5	1
Bovino	0	0	0

- * Se indica aquí la mayor dilución a la que un extracto - de 1g de las muestras diluida con 10 ml de NaCl al 1% - produce aglutinación visible en 1h.

relativamente importantes de aglutinación en sangre de conejo al comparar con muestras de soya cruda, las cuales aglutinan hasta la dilución seis. Fue evidente la ausencia de lectina tóxicas puesto que no se presentó aglutinación en ninguna dilución de la sangre de bovino. Se encontraron niveles menores de lectinas en la mezcla base que contenía amaranto-reventado lo cual indica que el tostado es un tratamiento — efectivo para inactivar los factores antifisiológicos.

En lo referente al inhibidor de tripsina factor que — como su nombre lo indica inhibe a la proteasa tripsina impidiendo de esta manera el desdoblamiento de las proteínas y por lo tanto la absorción de las mismas en el tracto gastrointestinal.

El primer paso de la interacción entre el inhibidor y la tripsina consiste en la ruptura del enlace arginin-isoleucina que se encuentra entre los dos puentes disulfuro del inhibidor (47). Aparentemente se forma una unión éster entre el resto de serina de la porción activa de la molécula de — tripsina y el carbono terminal que aparece en el resto de arginina del inhibidor modificado.

En el caso particular del amaranto (A. hypochondriacus) Koepe y col. (46) encontraron trece diferentes inhibidores de tripsina los cuales fueron identificados por electroforesis, tres de ellos también son inhibidores de la quimitripsina.

En el cuadro XVI se muestran los resultados de la acti-

CUADRO XVI

ACTIVIDAD DEL INHIBIDOR DE TRIPSINA DE LAS MEZCLAS BASE

TIPO DE MEZCLA	Unidades de Inhibidor de Tripsina por gramo
Amaranto integral	3215
Amaranto germinado	3200
Amaranto reventado	1760

vidad de inhibidor de tripsina en las mezclas base seleccionadas para la presente investigación. Se observó que dicha actividad fue baja si se compara con la soya cruda, la cual contiene de 70 000 a 100 000 unidades de inhibidor por gramo. Se observó que el valor más bajo de actividad de inhibidor se presentó en la mezcla que contenía amaranto reventado, — confirmándose una vez más que el tostado es un procedimiento adecuado para eliminar los factores antifisiológicos.

6.4 Desarrollo de Formulación.

La mayoría de las formulaciones elaboradas (fig. 8) presentaron una consistencia harinosa o "granulosa" según lo informaron los jueces en la evaluación sensorial preliminar — (anexo A) lo que dió lugar a modificar el procedimiento inicialmente propuesto (32). Esta modificación consistió en — hacer pasar la mezcla de harinas precocidas y aditivos por — una doble molienda coloidal con la finalidad de obtener un — tamaño de partícula menor (160 micras), con lo cual se mejoró notablemente la consistencia del producto.

Las formulaciones con amaranto reventado así como las — de amaranto integral, presentaron comportamientos similares: a una concentración de mezcla base del 40% los valores de — viscosidad de los productos oscilaron entre los 45 000 a 49-000 cps, siendo los valores más altos para las papillas elaboradas con amaranto reventado. Estos valores fueron superiores al objetivo establecido (22 000- 25 000 cps) mientras que, a niveles de 35 y 30 g/100 g de mezcla base se requirió

de la adición de espesantes ya que los valores de viscosidad oscilaban entre los 16 000 a 19 000 cps.

De las 57 formulaciones desarrolladas (cuadro VII) se eliminaron las formulaciones con 40% de mezcla base en ambas presentaciones de harina de amaranto (reventado e integral) por no alcanzarse el objetivo propuesto para viscosidad.

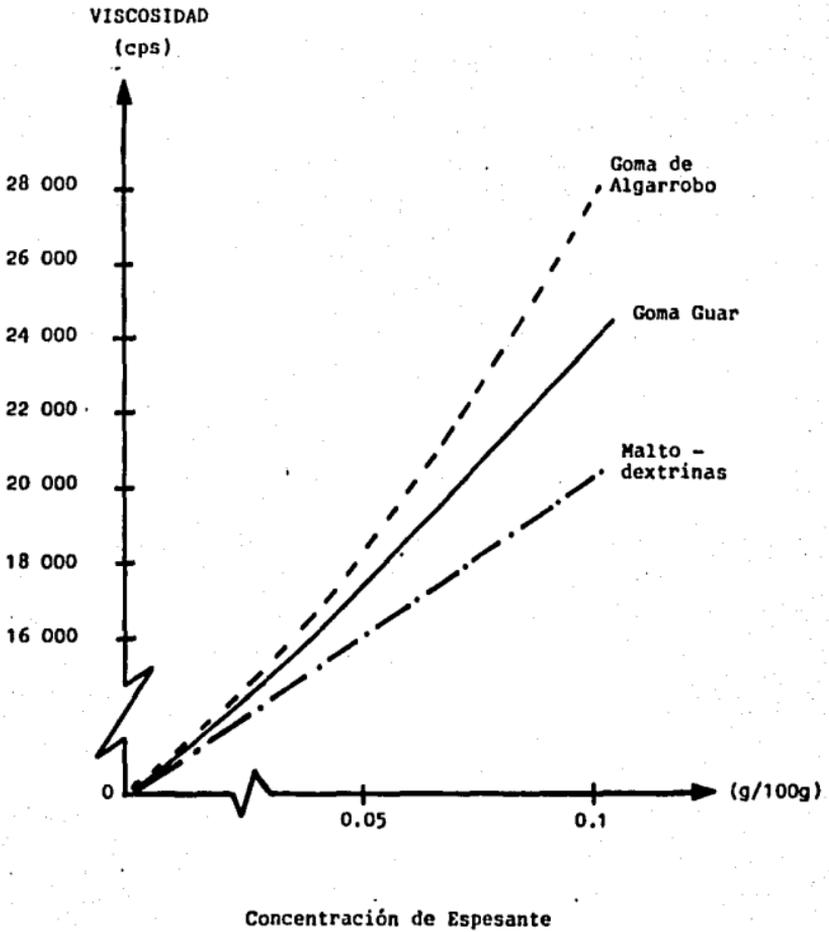
En la fig. 12 se presenta la relación entre la viscosidad de las papillas y los diferentes espesantes utilizados en la formulación. Se observa que con la goma guar se obtuvieron valores de viscosidad de acuerdo a los objetivos, — mientras que con la goma de algarrobo y las maltodextrinas (33 % D.E.) estos valores fueron superiores e inferiores respectivamente a lo establecido por lo cual se seleccionó a la goma guar como espesante en las formulaciones con amaranto reventado e integral.

De la evaluación sensorial preliminar se observó que — fueron cuatro las fórmulas que más agradaron a los jueces: — dos de ellas contenían 35% de mezcla base y 40 y 45% de concentrado de frutas respectivamente, las otras dos contenían los mismos niveles de concentrado de frutas pero 30% de mezcla base (en el cuadro VII aparecen con los números 26, 32, 44 y 50).

Los resultados de la evaluación sensorial de las formulaciones anteriores se muestran en el cuadro XVII. Se observó que tanto para el sabor como para la consistencia de las-

FIGURA 12

RELACION ENTRE LA VISCOSIDAD DE LAS PAPILLAS Y EL TIPO DE
ESPESANTE UTILIZADO EN LA FORMULACION



CUADRO XVII

RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DE LAS CUATRO FORMULACIONES SELECCIONADAS PARA LAS PAPILLAS
CON BASE EN AMARANTO INTEGRAL

Carcterística a Evaluar	F O R M U L A			
	-35% Mezcla Base -45% Fruta (a)	-35% Mezcla Base -40% Fruta (b)	-30% Mezcla Base -45% Fruta (c)	-30% Mezcla base -40% Fruta (d)
SABOR <u>1</u> /	5.7-1.5(ab) ² ³	6.0-1.3(ab)	7.0-1.2 (cd)	7.5-0.6 (cd)
CONSISTENCIA <u>1</u> /	7.7-0.7(ab)	7.7-0.8(ab)	7.7-0.9 (cd)	7.7-0.8 (cd)

1/ Escala Hedónica 1-9 puntos

2 Desviación Estándar

3 El promedio de los valores con las letras que aparecen en común no son significativamente diferentes a $p \leq 0.05$, pero si lo son con las letras que no tienen en común.

cuatro formulaciones existió diferencia significativa a un nivel de significancia del 5% por lo que se procedió entonces a compararlas por pares (39).

Los resultados de estos análisis mostraron una diferencia significativa entre las fórmulas con diferente contenido de mezcla base, pero no así entre las fórmulas con el mismo contenido de mezcla base, lo que indica que la cantidad de mezcla base utilizada en la formulación es importante para lograr las características sensoriales más agradables y se observó que la calificación tanto para sabor como para consistencia fue más alta a menores concentraciones de mezcla base.

La prueba de preferencia por ordenamiento demostró que la fórmula que más agradó fue la que contenía: 30% de mezcla base, 0.1% de goma guar y 40% de concentrado de frutas (fórmula Nº 50 del cuadro VII). Esta fórmula fue calificada en "Gusta Mucho" por el 93% de los jueces y por lo tanto fue la seleccionada para continuar con el estudio. Estos resultados fueron similares tanto para las formulaciones elaboradas con harina de amaranto integral como las elaboradas con harina de amaranto reventado (cuadros XVII y XVIII)

El amaranto germinado presentó un comportamiento diferente en relación a lo encontrado para las papillas elaboradas con amaranto reventado e integral. La formulación sin espesante y con 40% de mezcla base presentó una viscosidad de 22 300 cps mientras que, las fórmulas sin espesante y —

CUADRO XVIII.

RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DE LAS CUATRO FORMULACIONES SELECCIONADAS PARA LAS PAPILLAS
CON BASE EN AMARANTO REVENTADO.

Características a Evaluar	F O R M U L A			
	-35% Mezcla Base -45% Fruta	-35% Mezcla Base -40% Fruta	-30% Mezcla Base -45% Fruta	-30% Mezcla Base -40% Fruta
SABOR <u>1</u> /	6.3-1.6 ² (ab) ³	6.5-1.02(ab)	8.0-0.82(cd)	8.7-0.9(cd)
CONSISTENCIA <u>1</u> /	7.8-0.89(ab)	7.6-0.70(ab)	8.0-0.80(cd)	8.5-0.83(cd)

1/ Escala Hedónica 1-9 puntos.

2 Desviación Estándar

3 El promedio de valores con las letras que aparecen en común no son significativamente diferentes a $p \leq 0.05$ pero si son con las letras que no tienen en común.

con 30 y 35% de mezcla base presentaron valores de 16 400 y 17 500 cps respectivamente, lo cual permitió aumentar el contenido de mezcla base en la formulación sin alterar la viscosidad del producto final (fig. 13). Consecuentemente se logró un mayor aporte proteínico en la formulación y una mayor densidad energética por unidad de volumen. Este comportamiento se explica ya que la viscosidad de los productos desarrollados depende principalmente de las propiedades fisicoquímicas de los almidones, esto es, durante el calentamiento de los almidones se observa un fenómeno denominado "gelatinización" es decir, los gránulos de almidón se hinchan y chocan entre si produciendo gran fricción en la solución y portanto un aumento en la viscosidad (48). Desikachar y Mosha (11, 42), observaron que se pueden realizar modificaciones - en la viscosidad de productos amiláceos con un adecuado ajuste de las condiciones de procesamiento (extrusión, tratamiento enzimático, precocción) o bien por la utilización de almidones modificados.

En la presente investigación, los almidones se modificaron durante la etapa de germinación del amaranto ya que en ésta se activan diversas enzimas principalmente las amilasas, las cuales rompen los enlaces glucosídicos produciendo las llamadas "dextrinas límite" (fig. 14) y consecuentemente la viscosidad producida por estos azúcares es menor que la alcanzada por la molécula de almidón debido a que las moléculas de polisacáridos hidratadas y abiertas ocupan aproximadamente espacios esféricos cuando giran en solución, produciendo gran fricción en ésta, pero para moléculas más pequeñas y

FIGURA 13

VISCOSIDAD DE LAS PAPILLAS EN RELACION CON EL CONTENIDO DE MEZCLA BASE

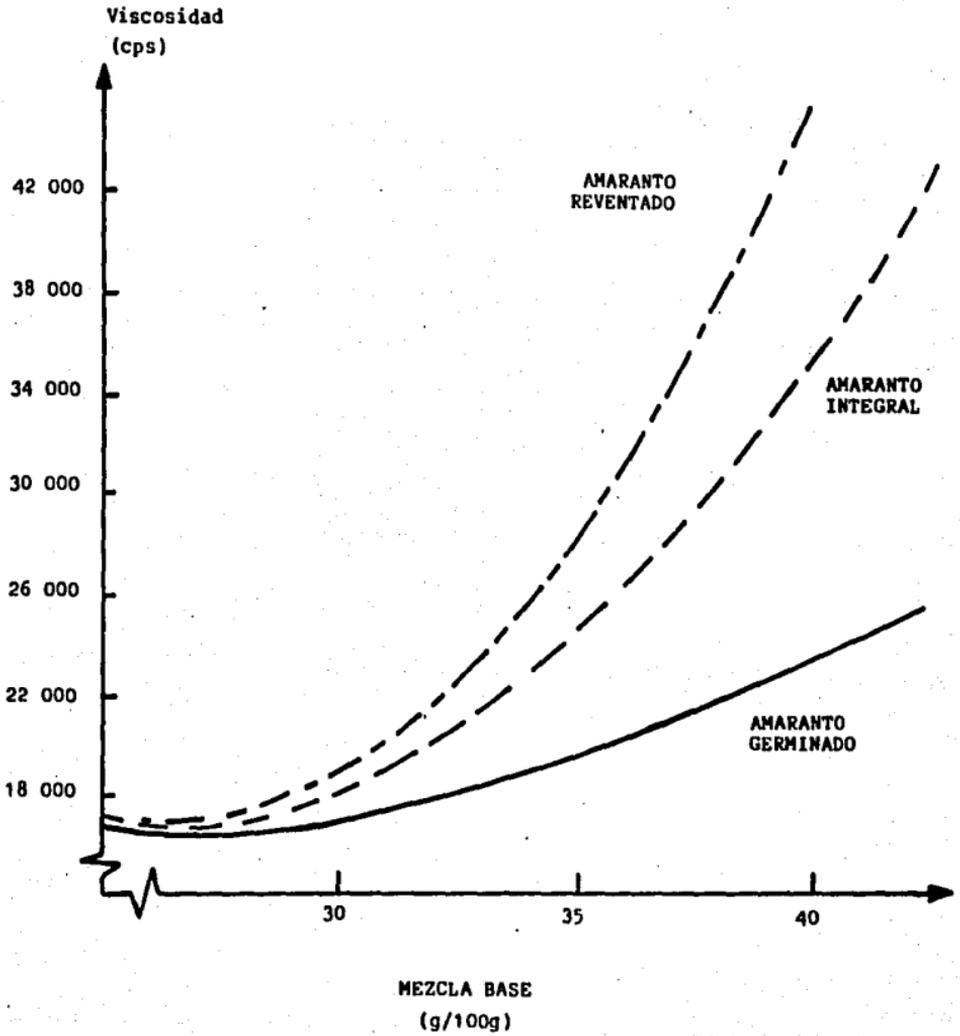
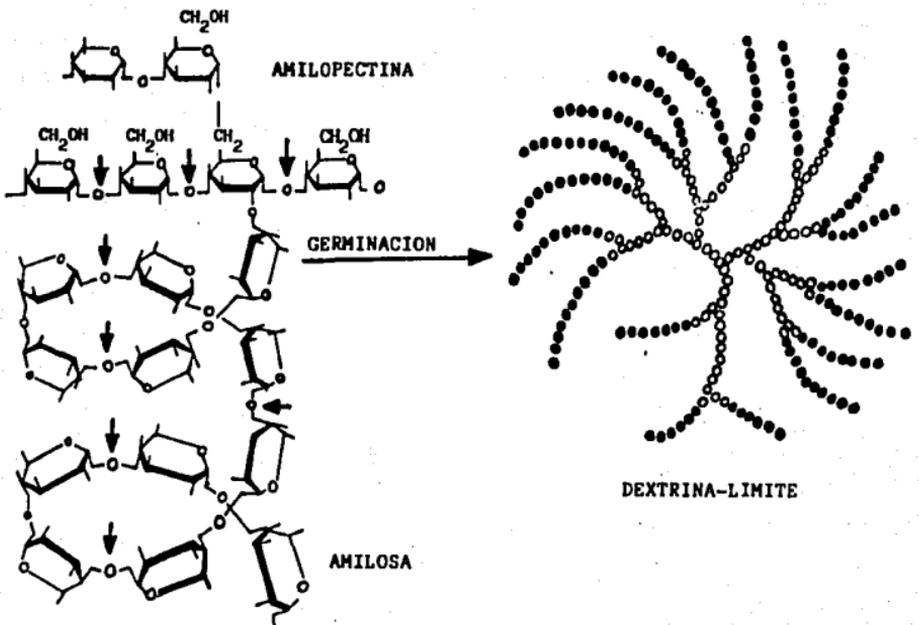


FIGURA 14

ACCION DE LA ALFA-AMILASA SOBRE EL ALMIDON



ramificadas (como las dextrinas) el volumen efectivo ocupado por éstas es más pequeño y por lo tanto la fricción producida en la solución es también menor con la consiguiente reducción de la viscosidad (fig. 15).

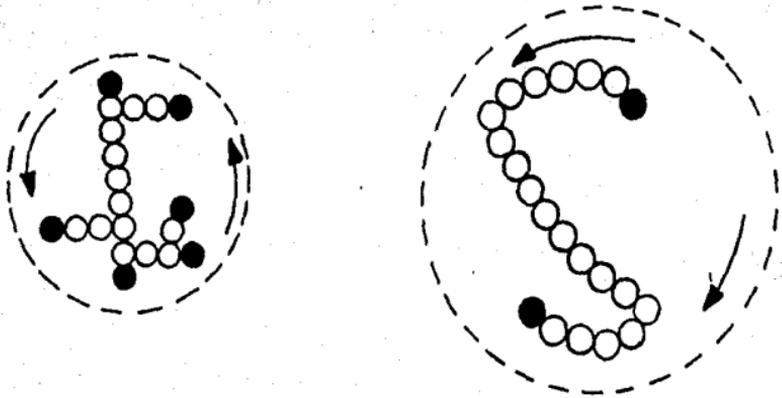
Esta modificación en los almidones mediante un procedimiento sencillo y económico como es la germinación (comparada por ejemplo con un tratamiento en el cual se adicionen enzimas amilolíticas resultó en una ventaja respecto a esta presentación de harina de amaranto ya que hace posible incrementar el contenido de mezcla en la formulación sin que se altere la viscosidad del producto final lo que significa un mayor aporte proteína y de energía por unidad de volumen en relación a las otras dos presentaciones de harina de amaranto.

La prueba preliminar de aceptación sensorial para las papillas de amaranto germinado demostró que de las cincuenta y cuatro formulaciones elaboradas, las que más agradaron fueron dos: una con 35% de mezcla base, 0.1% de goma guar y 45% de concentrado de fruta y la otra fue el testigo (sin espesante), con 40% de mezcla base y 40% de concentrado de fruta.

Al comparar ambas formulaciones se observó que a un nivel de significancia del 95% no existió diferencia entre las dos muestras ni en lo referente a consistencia ni a sabor. En el cuadro XIX se observa que la media de calificación estuvo entre 7 y 8 que corresponde según la escala utilizada-

FIGURA 15

VOLUMENES RELATIVOS OCUPADOS EN SOLUCION POR POLISACARIDOS DE CADENAS DE IGUAL LONGITUD PERO DIFERENTE GRADO DE RAMIFICACION



● PUNTO DE GIRO DE LA MOLECULA

CUADRO XIX

RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DE LAS DOS FORMULACIONES SELECCIONADAS
PARA LAS PAPANAS CON BASE EN AMARANTO GERMINADO

Características a evaluar	F O R M U L A S	
	-Testigo 40% Mezcla Base -40% Fruta	-35% Mezcla Base -45% Fruta
Sabor ^{1/}	7.4 - 0.75 ^{2/} (ab)	5.5 - 1.20 (ab)
Consistencia ^{1/}	8.0 - 0.50 ^{3/} (ab)	7.9 - 0.65 (ab)

^{1/} Escala Hedónica 1-9 puntos

^{2/} Desviación estándar

^{3/} El promedio de valores con las letras que aparecen en común no son significativamente diferentes a $p \leq 0.05$.

a "Gusta Moderadamente" y "Gusta Mucho" respectivamente (anexo B), por lo que los criterios de selección fueron con base en sus características físicas y químicas y en cuanto al análisis químico proximal de ambas formulaciones (cuadro XX) Como se observa en dicho cuadro la formulación testigo presentó un contenido de proteína superior a la formulación con 30% de mezcla base y además sus características sensoriales y fisicoquímicas estuvieron de acuerdo a los objetivos establecidos por lo que fue la formulación testigo la que se seleccionó para continuar con el estudio.

Durante el desarrollo de las formulaciones se observó - que en cualquiera de las formulaciones elaboradas con cualquier presentación de harina de amaranto la concentración de mezcla base presentó una relación inversa con la actividad acuosa (A_w), ya que ésta es una medida indirecta del agua disponible para llevar a cabo diversas reacciones a las que están sujetos los alimentos y la adición de solutos la disminuye (fig. 16). Asimismo, en los tres tipos de formulaciones la proporción de concentrado de frutas en la fórmula no afectó a la viscosidad del producto (fig. 17) pero si al pH disminuyendo éste al aumentar el contenido de concentrado de frutas (fig. 18). Además a niveles de 50% de concentrado de frutas la calificación sensorial respecto al sabor disminuyó ($X = 4-5$) ya que era muy dulce según informaron los jueces.

En cuanto a la concentración de acidulante (ácido cítrico) ésta se mantuvo constante (0.7%) debido a que en la evaluación sensorial preliminar se demostró que por debajo de -

FIGURA 16

EFFECTO DE LA CONCENTRACION DE MEZCLA BASE CON LA ACTIVIDAD ACUOSA DE LAS PAPILLAS

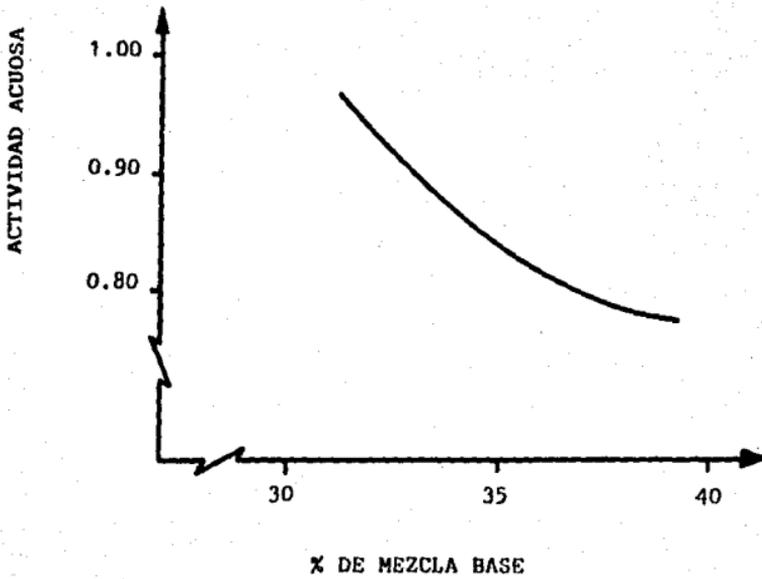
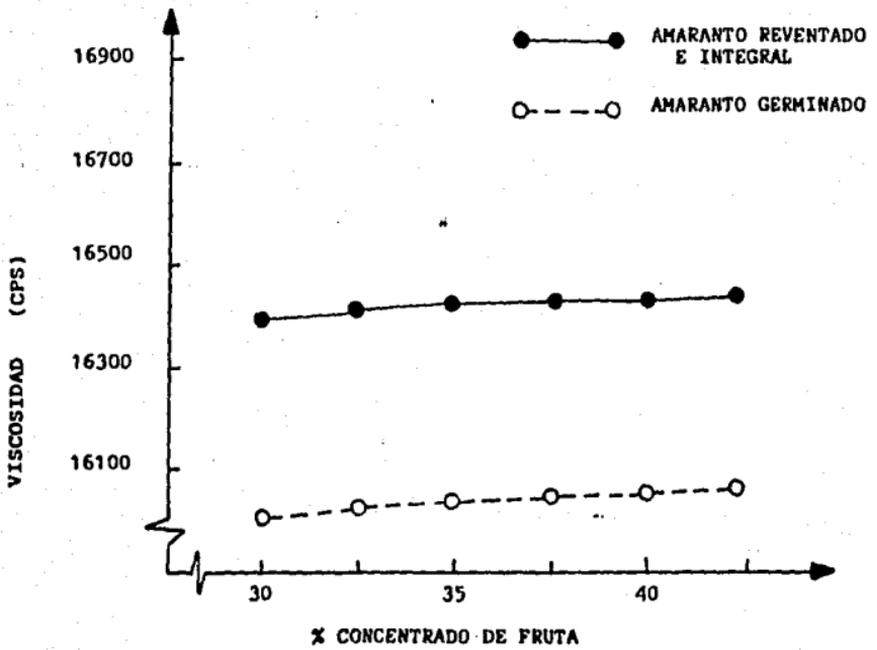


FIGURA 17

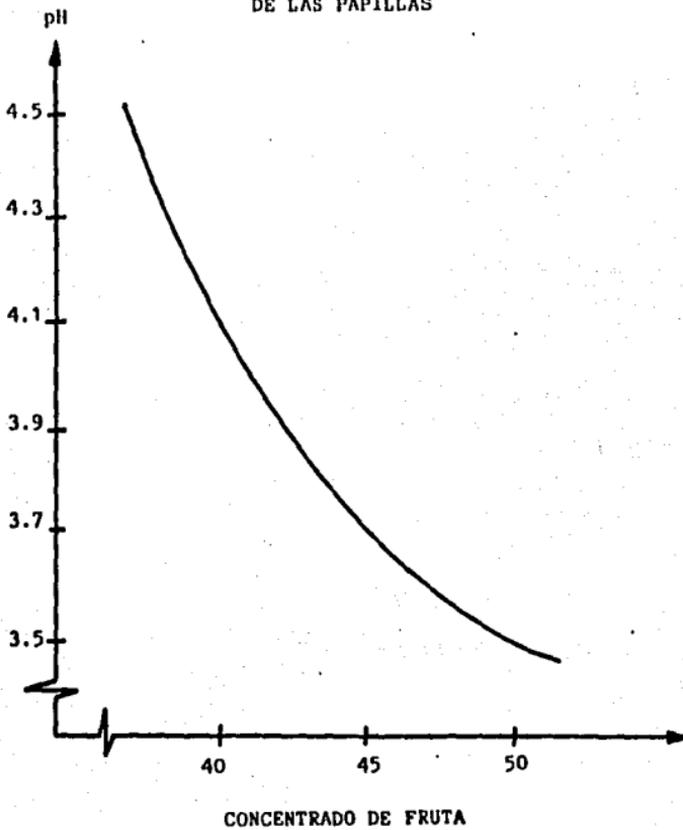
RELACION ENTRE EL CONTENIDO DE CONCENTRADO DE FRUTA Y LA VISCOSIDAD DE LA PAPILA.



FORMULAS ELABORADAS CON 30% DE MEZCLA BASE SIN ESPESANTE

FIGURA 18

EFFECTO DE LA ADICION DE CONCENTRADO DE FRUTA (60°BRIX) SOBRE EL pH DE LAS PAPILLAS



un valor de pH de 4.3 (1.5% de ácido cítrico) los jueces de tectaron un sabor fuertemente ácido.

Con base en lo anteriormente expuesto las tres formulaciones seleccionadas para continuar con el estudio se presentan en el cuadro XXI, éstas presentaron una actividad acuosa de 0.95, un pH de 4.3 y una viscosidad de 23 000 cps, lo que está de acuerdo a lo establecido.

6.5 Envasado y Tratamiento Térmico de los Productos Finales.

El 50% de las bolsas laminadas selladas bajo las condiciones recomendadas por Morales y col (32) presentaron apertura del sello en el momento de la esterilización, por lo que fue necesario modifcar dichas condiciones (cuadro XXII) con lo cual se logró un sellado hermético.

Sin embargo, aún bajo estas condiciones el 25% de los envases restantes presentaron aperturas en el sello lateral lo que indicó un defecto en el sellado por parte del proveedor.

Las condiciones de termosellado y la longitud del sello juegan un papel muy importante ya que son las responsables de la hermeticidad del envase (49). Es importante señalar que la longitud del sello en cualquiera de los lados debe ser como mínimo de 0.6 cm. según el establecido la FDA (Food and Drug Administration) y las condiciones de termosel

CUADRO XXI

FORMULACIONES DE LAS PAPILLAS DESARROLLADAS
(g / 100 g)

FORMULACION CON BASE EN:	MEZCLA BASE <u>1/</u>	CONCENTRADO DE FRUTA <u>2/</u> 60° Bx.	ACIDO CITRICO	GOMA DE ALGARROBO	AGUA
AMARANTO REVENTADO	30	20.0	0.7	0.1	49.2
AMARANTO INTEGRAL	30	21.2	0.7	0.1	48.0
AMARANTO GERMINADO	40	18.0	0.7	—	41.3

1/ MEZCLA BASE: AMARANTO-SOYA-TRIGO (70:20:10)

2/ AMABLEMENTE PROPORCIONADOS POR LA CIA. INTERNATIONAL FLAVORS AND FRAGRANCES (IFF).

CUADRO XXII

CONDICIONES DE SELLADO DE LAS BOLSAS LAMINADAS ESTERILIZABLES PROPORCIONADAS POR CELLOPRINT
(12.06 x 14 cm) Y RESULTADO DE LAS PRUEBAS DE TRATAMIENTO TERMICO

Tiempo (seg)	CONDICIONES DE CERRADO		PROMEDIO DE LONGITUD DEL CIERRE (cm)	TIPO DE ESTERILIZACION	TRATAMIENTO TERMICO		PORCENTAJE AVERIADO	DEFECTOS
	Presión (Kg/cm ²)	Temperatura (°C)			T (°C)	t (min)		
<u>1/</u> 1.5	2.1	148	0.8	Corriente de agua	121	25	50	- Apertura del sello - Separación de la capa - externa - Se opaca - el brillo de la bolsa
<u>2/</u> 4.0	3.0	177	1.2	corriente de vapor	121	25	25	- Apertura del sello - Se opaca el brillo de la bolsa.

1/ Condiciones recomendadas por Morales (32)

2/ Condiciones establecidas.

llado deben ser de 4 seg, 2.9 kg/cm^2 y una temperatura de -176°C ya que si el termosellado se realiza en condiciones diferentes a las anteriores se corre el riesgo de tener un sellado deficiente con la consecuente pérdida de hermeticidad del envase.

Con relación al tamaño adecuado de la bolsa, la FDA ha sugerido para envasar cantidades de 112 a 168 g bolsas de 12.1×17.7 por lo que éstas fueron las que se utilizaron en la presente investigación. Para esterilizar los productos una vez empacados se utilizó originalmente agua caliente, sin embargo varios de los envases se dañaron y fue necesario emplear vapor de agua (fig. 19). La sobre presión a la que se trabajó, es decir la fuerza por unidad de área que se aplicó a los sellos laterales durante la esterilización fue de 1.5 kg/cm^2 .

En un estudio sobre penetración de calor (32) en alimentos infantiles para este tipo de envase (bolsas laminadas 17.7×12.1) demostró que a una temperatura de 121°C y 23 min el daño químico evaluado como porcentaje de tiamina retenido es solamente de 8.66%, por lo que fue este tratamiento el que se aplicó en la presente investigación.

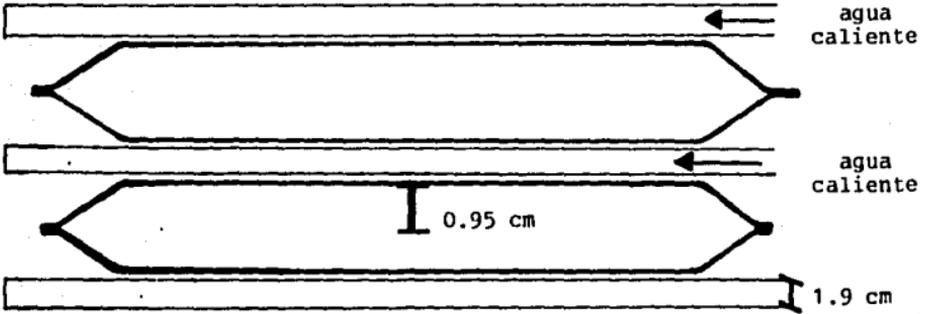
6.6 Evaluación de los Productos Finales

6.6.1 Análisis Químico Proximal y Microbiológico.

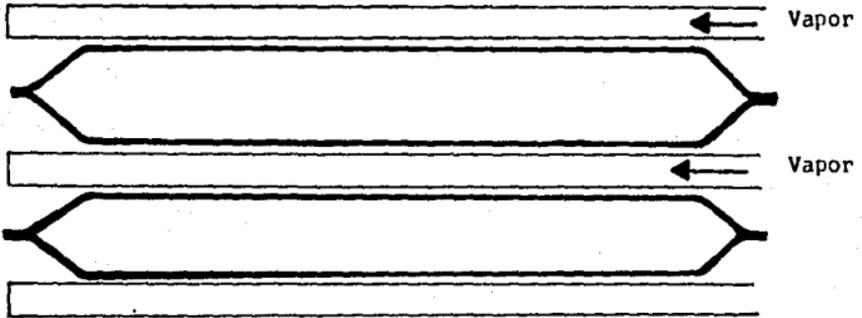
El análisis químico proximal de los productos desarro-

FIGURA 19

ESTERILIZACION CON CORRIENTE DE AGUA



ESTERILIZACION CON CORRIENTE DE VAPOR



llados se muestra en el cuadro XXIII. Se observa que los — productos presentaron un contenido de proteína por arriba — del objetivo propuesto, destacándose principalmente la papilla elaborada con amaranto germinado. Los valores de fibra cruda, cenizas y lípidos se encontraron también dentro del — objetivo establecido. Al comparar los productos desarrollados con una papilla comercial (cuadro XXIII) se comprueba — que el contenido de proteína es hasta cuatro veces superior — en las papillas desarrolladas.

La recomendación diaria de proteína y energía para un — niño entre cuatro y doce meses de edad es de 2.5 g/kg de peso/día y de 110 Kcal/Kg de peso respectivamente. Una ración diaria de 130 g de los productos desarrollados cubre por tan to, aproximadamente el 40% de las recomendaciones de proteí — na y energía (10.4 g de proteína y 400 Kcal) para un niño — mexicano de 11 meses de edad. Los análisis microbiológicos — (Cuadro XXIV) demostraron que los productos no presentaron — microorganismos patógenos y que las cuentas bacterianas con — cuerdan con lo establecido por la norma de calidad para ali — mentos dirigidos a la población infantil (51). Además los — productos se encontraron libres de factores antifisiológicos lo cual indicó que el tratamiento térmico al cual fueron so metidas las papillas (23 min, 121°C) fue adecuado para elimi — nar dichos factores y por lo tanto los productos son aptos — para la alimentación infantil.

CUADRO XXIII

ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LAS PAPILLAS DESARROLLADAS Y UN PRODUCTO COMERCIAL
g/100 g)

DETERMINACION	Papilla con base en Amaranto germinado	Papilla con base en Amaranto Integral	Papilla con base en Amaranto Reventado	Papilla Comercial (Cereal Proteinado, con Manzana)
PROTEINA	9.20	7.50	7.80	2.20
LIPIDOS	0.80	0.82	0.81	0.40
CENIZAS	2.00	1.80	1.70	0.40
FIBRA CRUDA	0.50	0.42	0.38	0.20
HUMEDAD	50.00	50.30	50.50	63.90
CARBOHIDRATOS DE CARBONO <u>1/</u>	37.50	39.16	38.81	32.90

1/ Por diferencia

6.6.2 Determinación del Porcentaje de Almidón Hidrolizado.

Los resultados mostraron que las papillas de amaranto-reventado e integral presentaron un 57% de almidón hidrolizado mientras que, para el caso de la papilla con amaranto-germinado este porcentaje aumenta a un 73%. Las maltodextrinas producidas durante la germinación son productos de fácil asimilación y no son fermentables, lo que evita la formación de ácidos y gases en el intestino del niño (50).

6.7 Evaluación sensorial.

La calificación de la evaluación sensorial de los productos presentó valores entre 7 y 8 tanto para sabor como para consistencia. Estos valores corresponden según la escala seleccionada, a "Gusta Mucho". Sin embargo, la prueba de preferencia por ordenamiento indicó que la papilla de amaranto reventado fue la que más agradó a los jueces. No se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en cuanto a sabor entre las papillas de amaranto germinado e integral pero si entre éstas y la de amaranto reventado. En lo referente al sabor de los productos se observó que, la preferencia fue para el sabor durazno.

Las papillas en general, fueron aceptadas por el 90% de las madres que probaron el producto las cuales opinaron que se las darían a sus hijos si encontraran el producto en el mercado.

Las madres también informaron que se les hacía extraño el tipo de empaque en el que se les presentó el producto, -

pero les parecia práctico. Algunas de ellas quisieron que les gustaria más un envase transparente para poder apreciar la apariencia del producto. El 20% de las mujeres comentó que preferirían el envase de vidrio y la seguridad de la tapa "twist-off" ya que para ellas representa una seguridad el hecho de escuchar el ruido de la tapa al abriarla.

6.8 Vida de anaquel

En la fig. 20 se muestra la calificación de la satisfacción sensorial tanto de los productos recién elaborados (testigo), así como de los productos almacenados. Se otorgó una calificación de "Gusta mucho" durante las primeras cuatro semanas y durante este período no existió diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre las muestras y el testigo.

Sin embargo, a partir de la sexta semana la calificación de la evaluación sensorial descendió en comparación con las muestras recién elaboradas, de tal forma que en la quinta semana se asignó una calificación de cuatro que equivale de según la escala a "Disgusta ligeramente". Los jueces se formaron que a este tiempo detectaron un "resaca amargo".

En la fig. 21 se observa que la cuenta bacteriana total se incrementa desde la primera hasta la sexta semana, primero lentamente y después en proporción logarítmica, esto es porque en un principio se presentó una etapa de adaptación ya que el medio no es favorable para el crecimiento de la mayoría de las bacterias (pH 4.0 y 4.5). Sin embargo,

FIGURA 20

CALIFICACION DE LA EVALUACION SENSORIAL DURANTE LA VIDA DE ANAQUEL
DE LAS PAPILLAS DESARROLLADAS

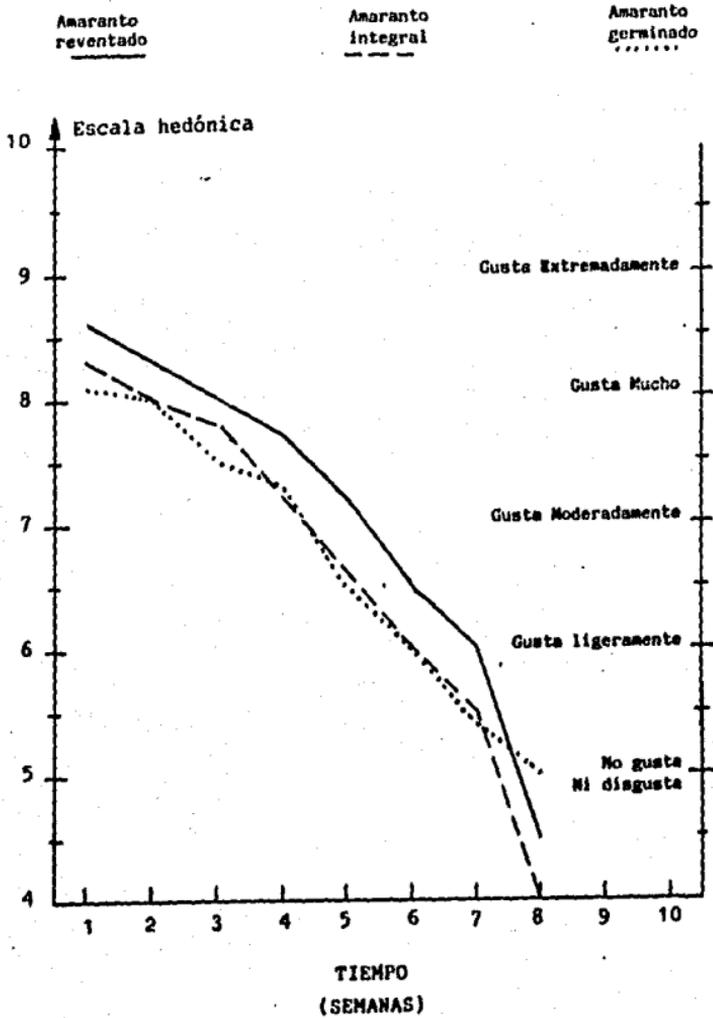
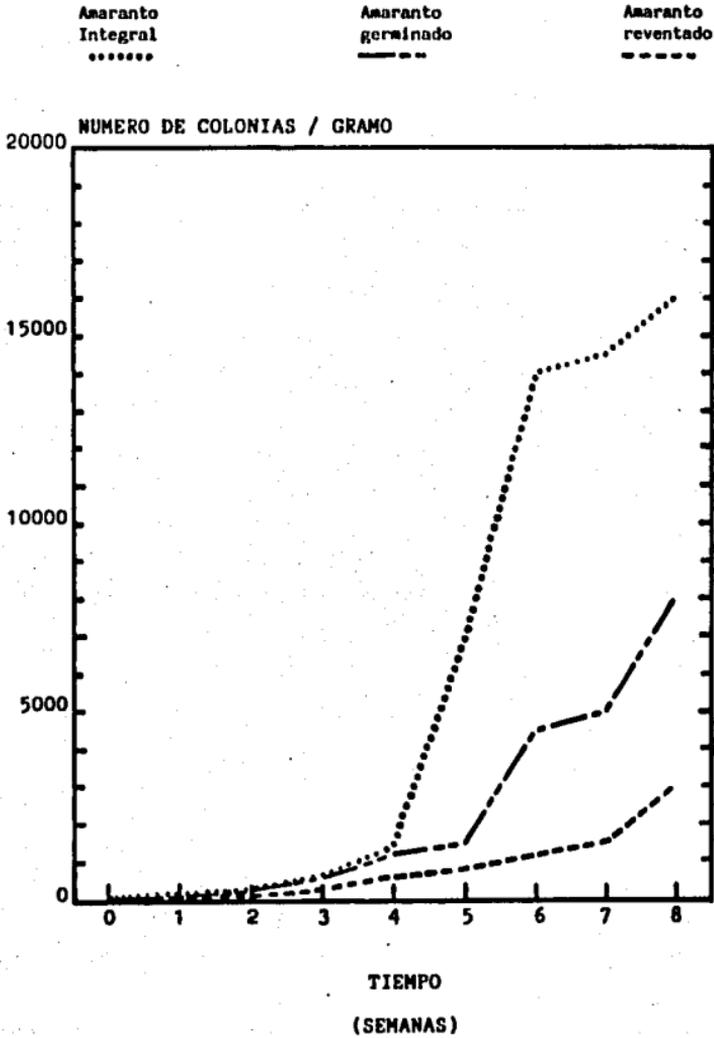


FIGURA 21

CUENTA BACTERIANA TOTAL DURANTE LA VIDA DE ANAQUEL DE LAS PAPILLAS



se observó que, en la octava semana los productos ya no cumplieron con la calidad microbiológica que establece la norma (51). No obstante, en el cuadro XXV se observa que el producto siempre estuvo libre de microorganismos patógenos así como de organismos coliformes. En el mismo cuadro se hace evidente que el producto se encontró libre de microorganismos anaerobios pero estuvieron presentes microorganismo mesófilos aerobios, a pesar que este tipo de envase proporciona condiciones anaerobias lo cual sugiere que el cierre del envase no fue hermético o bien no se logró una completa evacuación del aire en el momento de llenado. También se puede pensar en la presencia de organismos esporulados (ya que el producto está elaborado con base en harinas) o bien en organismos anaerobios facultativos dado que las condiciones del envase deberían de ser anaerobias estrictas. De lo anterior se deduce que en promedio los productos desarrollados presentaron una vida de anaquel de cinco semanas siendo ligeramente mayor para la papilla de amaranto reventado.

6.9 Cálculo del Costo de los Productos Finales.

Considerando solamente el costo de las materias primas y los envases (anexo D) se estimó el costo de los productos desarrollados en 65* pesos para el producto envasado en bolsa laminada esterilizable, y en 90* pesos para el producto-

* A Diciembre de 1986.

CUADRO XXV

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LOS PRODUCTOS DESARROLLADOS DURANTE SU ALMACENAMIENTO

Tiempo (días)	Tipo de papilla	Cuenta estándar	Levaduras	Hongos	Mesofílicos anaerobios (col/g)	Termofílicos anaerobios	Sta. aureus	Salmonella	Organismos Coliformes Totales (IMP ¹ /g)	Organismos Coliformes Fecales
0	Amaranto Integral	50	20	0	Neg.	Neg.	0	Neg.	-3	-3
8	Amaranto Integral	170	80	0	Neg.	Neg.	0	Neg.	-3	-3
15	Amaranto Integral	280	120	0	Neg.	Neg.	0	Neg.	-3	-3
22	Amaranto Integral	620	230	20	Neg.	Neg.	0	Neg.	-3	-3
30	Amaranto Integral	1400	300	0	Neg.	Neg.	0	Neg.	-3	-3
45	Amaranto Integral	14000	600	0	Neg.	neg.	0	Neg.	-3	-3
60	Amaranto Integral	17000	800	10	Neg.	Neg.	0	Neg.	-3	-3
0	Amaranto Reventado	30	10	0	Neg.	Neg.	0	Neg.	-3	-3
8	Amaranto Reventado	80	50	0	Neg.	neg.	0	Neg.	-3	-3
15	Amaranto reventado	110	90	10	Neg.	Neg.	0	Neg.	-3	-3
22	Amaranto Reventado	630	210	0	Neg.	Neg.	0	Neg.	-3	-3
30	Amaranto Reventado	1200	350	0	Neg.	Neg.	0	Neg.	-3	-3
45	Amaranto Reventado	2500	400	0	Neg.	Neg.	0	Neg.	-3	-3
60	Amaranto Reventado	13200	600	0	Neg.	Neg.	0	Neg.	-3	-3
0	Amaranto Germinado	40	10	0	Neg.	Neg.	0	Neg.	-3	-3
8	Amaranto Germinado	130	60	0	Neg.	Neg.	0	neg.	-3	-3
15	Amaranto Germinado	250	120	0	Neg.	Neg.	0	Neg.	-3	-3
22	Amaranto Germinado	650	230	0	Neg.	Neg.	0	Neg.	-3	-3
30	Amaranto Germinado	13000	700	0	Neg.	Neg.	0	Neg.	-3	-3
45	Amaranto Germinado	16000	900	0	Neg.	Neg.	0	Neg.	-3	-3
60	Amaranto Germinado	18700	960	0	Neg.	Neg.	0	Neg.	-3	-3

envasado en frascos de vidrio termorresistente ambos en presentación de 130 gramos.

Como se observa, el costo del alimento envasado en un frasco de vidrio termorresistente incrementa el costo del producto en un 27.64% en relación al producto envasado en bolsa laminada esterilizable.

En el mercado, este tipo de productos se comercializan en envases de vidrio termorresistente con un contenido neto de 130 g.

Si el producto desarrollado en la presente investigación se comercializara con el mismo peso neto y se considerara además el costo de comercialización el producto envasado en bolsa laminada esterilizable costaría 115* pesos.

El costo de un producto comercial es de 120* pesos, es decir, el producto desarrollado valdría solamente 5 pesos - menos, esto se debe principalmente a la baja disponibilidad del amaranto en nuestro país. Sin embargo, si se considera el costo por gramo de proteína de ambos productos, resulta más económico el producto desarrollado ya que de acuerdo con el análisis químico proximal, el contenido de proteína de las papillas desarrolladas es en promedio de 8 g/110 g y el de un producto comercial con base en cereales y frutas es de 2.6g/100g. Por lo tanto, el costo por gramo de proteína considerando el costo de venta al público resulta de 10.8* pesos y 35.5* pesos para la papilla desarrollada en este estudio y para el producto comercial, respectivamente.

* A Diciembre de 1986.

CONCLUSIONES

1) Se desarrollaron papillas infantiles con base en amaranto, las cuales presentaron una composición de acuerdo con -- los objetivos establecidos.

Se encontró que el contenido de proteína de las papillas fue cuatro veces superior al de los productos comerciales, -- lo cual indicó que el amaranto es una adecuada fuente de proteína para el desarrollo de este tipo de productos.

2) Una ración diaria de 130 g de las papillas desarrolla-- das cubre el 40% de las recomendaciones de energía y proteína de un niño mexicano de 11 meses de edad.

3) La aceptación sensorial de los productos fue favorable-- siendo aprobados por el 95% de las madres, las cuales indicaron que comprarían el producto si éste se encontrara en el -- mercado.

4) La calidad sanitaria de los productos coincide con la -- Norma de Calidad para alimentos destinados a la población -- infantil (51).

5) La vida de anaquel de los productos envasados en bolsas laminadas esterilizables fue de cinco semanas bajo condiciones de temperatura y humedad relativa promedio de la Ciudad-- de México (23°C y 50% H_R).

6) El costo por gramo de proteína de los productos desarrol

llados* fue un 13% más económico que el costo por gramo de - proteína de la leche.

7) La adición de amaranto germinado a la formulación presenta las siguientes ventajas:

- Permite incrementar el contenido de mezcla base sin a-
fectar la viscosidad de los productos, lo que proporciona un mayor aporte de proteína.
- Se incrementa el contenido de azúcares de bajo peso mo-
lecular lo que produce un alimento más digerible.

8) Se estableció el procedimiento para la elaboración de - papillas infantiles.

* A Diciembre de 1986.

RECOMENDACIONES

- 1) Se considera necesario realizar una evaluación biológica y una determinación de digestibilidad de las tres mezclas proteínicas utilizadas como base para la elaboración del alimento infantil (amaranto reventado, germinado e integral).
- 2) Es conveniente comparar el valor de la relación de eficiencia de la proteína (REP) del germinado seco, tostado y sin tostar.
- 3) Es deseable realizar la evaluación sensorial de los productos desarrollados a nivel de comunidad rural.
- 4) Efectuar un análisis de los costos de producción de los alimentos infantiles desarrollados.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) Malthus, R.T. (1977). Principios de Economía Política.- Fondo de Cultura Económica. 1a. Reimpresión. México.
- (2) Ramírez Hernández J., Chávez A. (1980). Un examen de los Abastecimientos de Alimentos en México. División de Nutrición. Instituto Nacional de la Nutrición.
- (3) SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos) (1984). Dirección General de Datos: Información Sectorial.
- (4) Escudero, J.L., Flores, M.J., Ysunza, O.A. (1984). — Proyecciones de las Necesidades Nutricionales y de Alimentación en México. Publicación L-66 de la División de Nutrición. México, D.F. Instituto Nacional de la Nutrición.
- (5) Chávez, A., Martínez, C. (1979). Nutrición y Desarrollo Infantil. Ed. Interamericana. Instituto Nacional de la Nutrición. 1a. edición.
- (6) Bressani, R. (1983). El Amaranto y su Potencial. Boletín Nº 1.

- (7) Necoechea, M.H., Camacho, C.J.L. y Pérez-Gil, F. — (1982). Elaboración de una Pasta para Sopa a base de Alegría (*Amaranthus leucocarpus* S. Wats). Rev. Tecnol Aliment. Méx. Vol. XVII Nº 4.
- (8) Rico, N.N., Morales, L.J., Suárez, N.L. Elaboración de una Galleta con base en Mezclas Trigo-Amaranto. Rev. Tecnol. Aliment. Méx. En Prensa.
- (9) Morales, L.J. (1981). La Nutrición y los Alimentos - en el Encuentro de dos Mundos. Rev. Cuadernos de Nutrición. Vol. 5 Nº 2.
- (10) Madrid Vicente A. (1981). Alimentos Infantiles. Rev. Industrias Lácteas. Vol. 3 Nº 3.
- (11) Desikachar, H.R.S. (1980). Development of Weaning — Foods with High Caloric Density and Low-Hot Paste Viscosity Using Traditional Technologies. Food and Nutrition Bulletin Vol. 2 Nº 4.
- (12) Desikachar, H.S.R. (1982). Technology Options for — Formulating Weaning Foods for the Economically Weaker-Segments of Populations in Developing Countries. Food and Nutrition Bulletin. Vol. 4 Nº 4.
- (13) Potter, N.N. (1978). La Ciencia de los Alimentos. - Ed. EDUTEX. Méx. D.F. 1a. edición.

- (14) Teutónico, R.A., Knorr, D. (1985). AMARANTH. Composition Properties and Applications of a Rediscovered — Food Corp. Food Technology Vol. 39 Nº 4.
- (15) Santín, H.C., Lazcano, S.M., Morales, L.J. (1986). — Pasado, Presente y Futuro del Amaranto. Vol. 9 Nº 1- rev. Cuadernos de Nutrición.
- (16) Aguilar, J., Alatorre, G.F. (1980). Monografía de la Planta de Alegría. Centro de Estudios Económicos y — Sociales del Tercer Mundo. Méx.
- (17) Kurien, P.P. (1983). EL AMARANTO: El Pequeño Gigante. Boletín Nº 2, publicado por la Oficina Editorial de Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Guatemala.
- (18) Lehninger, A. (1981). Bioquímica. Ediciones Omega, — S.A. Barcelona, España. 4a. Reimpresión.
- (19) Vietmeyer, N.D. (1984). AMARANTH: Modern Prospects — for an Ancient Crop. National Academy Press. Washington, D.C. 1st. edition.
- (20) Grubben, G.J.H. (1985). Cultivation Methods and — Growth Analysis of Vegetable Amaranth. Proceedings of the Second Amaranth Conference Emmaus, Pennsylvania, — Rodale Press. Publicado por la Oficina editorial de — Archivos Latinoamericanos de Nutrición.

- (21) Becker, R., Wheeler, E.L., Lorenz, A.E., Stafford, — O.K., Grosjean, A.A., Betschart, A. and Saunders, — R.M. (1981). A Compositional Study of Amaranth Grain. Journal of Food Science Vol. 46 Nº 4.
- (22) Sánchez, M.A. (1980). Potencialidad Agroindustrial-del Amarantho. Centro de Estudios Económicos del Tercer Mundo. Méx.
- (23) Betschart, A., Wood, D.I., Saunders, J. (1981). — Morphological Studies on Amaranthus cruethus. Journal of Food Science. Vol. 46 Nº 4.
- (24) Okuno, K. and Sakagauchi, S. (1981). Glutinous and-Non-Glutinous Starches in Perisperm of Grain Amaranths Cereal Res. Commun 9.
- (25) Lorenz, K. (1981). Amaranthus hypochondriacus Characteristics of the Starch and Baking Potencial of — the Flour. Starch 33.
- (26) Oke, O.L. (1980). Amaranth in Nigeria. "Proceedings-of the Second Amaranth Conference" Rodale Press, — Emmaus P.A.
- (27) Kalinowsky, S.L. (1970). Amaranthus Retroflexus. — Cereal Chem. 44:1.
- (28) Carpenter, K.J., Tovar, L.R. (1983). Supplementation of Corn with Amaranth Seed. Arch. Latinoamer. Nutr. 32

- (29) Tena Flores, J.A., Dipp Adla, J. (1980). Optimización del proceso de Tostado de la Semilla de A. hypochondriacus y Diseño de un Prototipo de Tostadora — IPN-Unidad Durango.
- (30) Gómez Ortiz, S. (1980). Cambios en la Concentración de Lisina durante la germinación del Amaranto. IPN—Méx. Tesis
- (31) Mayer, A.M., Poljakofv-Mayber, A. (1975). The Germination of Seeds. 2a. ed. Oxford Pergamon.
- (32) Morales, L.J., Gálvez, M.A., Leyva, C.F. (1986). — Pasteurización y Esterilización de un Alimento Infantil tipo Papilla en Diferentes Materiales de Envase y su Evaluación. Rev. Tecnol. Aliment. Méx. En Prensa.
- (33) Whitehouse, Ch. S. (1977). Procedimiento para la — Elaboración y Evaluación de un Alimento Infantil tipo Papilla. Tesis U.I.A.
- (34) Association of Analytical Chemists (A.O.A.C.) (1975) Official Methods of Analysis 12th Ed. Washington D.C.
- (35) Secretaría de la Salud. (1978) Técnicas Generales — para el Análisis Microbiológico de Alimentos. Méx. — D.F. Dirección General de Laboratorios de Salud Pública.

- (36) Kramer, A. and Twingg, B. (1970). Quality Control.- Vol. 1 3ed. edition. AV Publications Westport, Conn - U.S.A.
- (37) Werner, G., Jaffé., Levy, A., González, D. (1974). - Isolation and Partial Characterization of Bean Phytohemagglutinins. Phytochemistry 13.
- (38) American Association of Cereal Chemists. (1969) --- Approved Methods of the A.A.C.C. The Association St. - Paul Minn.
- (39) Hirsh, N.L. (1977). Sensory Panel Test Desings with Data Evaluation Procedures. The Coca Cola Company. Foods División. Texas, U.S.A.
- (40) Bruning, J.L., Kints, B.L. (1977). Computational Hand Book of Statistics. 2nd. ed. Scott Foresman Company Glenview Illinois.
- (41) Danone de México. (1976). Indice de Consumo. Datos de México, S.A.
- (42) Mosha, C.A. (1983). Preparation of Weaning Foods with High Nutrient Density Using Flour of Germinated Cereals. Food and Nutrition Bulletin. Vol. 5 Nº 2
- (43) NOM-F-7 (1982). Norma Oficial Mexicana para harina de Trigo. Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial. Dirección General de Normas.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- (44) Graue, W.R.L. (1984). Desarrollo a Nivel Piloto de un Producto de Preparación Instantánea a base de Yoghurt,- Trigo y Soya y Evaluación de su Aceptación en una Comunidad Rural. Tesis U.I.A.
- (45) Calderón de la Barca, A.M., Ochoa, A.M., Ochoa, J.L. — and Valencia, M.E. (1985). Effect of the Extraction of Hemagglutinin on the Nutritive Value of Amaranthus — leucocarpus Seed. Journal of Food Science Vol. 50 Nº 5
- (46) Koeppe, S.J., Rupnow, J.H., Walker, C.E. and Davis, A.— (1985). Isolation and Heat Stability of Trypsin Inhibitors in Amaranthus (A. hypochondriacus). Journal of Food Science Vol. 50 Nº 5.
- (47) Linder, E. (1979). Toxicología de los Alimentos. Ed. Acribia, barcelona, españa.
- (48) Fennema, O.R. (1982). Introducción a la Ciencia de los Alimentos. Ed. Reverté, S.A. Vol. 1 Barcelona, España.
- (49) López, A. (1981). A Complete Course in Canning Trade. Baltimore, Maryland U.S.A. Vol. 1
- (50) Jeansen, R.G. (1980). A Consideration of Allowable — Fibre Levels in Weaning Foods. Food and Nutrition Bulletin Vol. 2 Nº 4.

- (51) CAC/RS 72/74. (1976). FDA Normas Internacionales -- Recomendadas para Alimentos para Niños de Pecho y Niños de Corta Edad. Programa Conjunto FAO/OMS.
- (52) Larmond, E. (1977). Laboratory Methods for Sensory - Evaluation of Food research Branch. Canada Department of Agriculture. Pub. 1637.

ANEXO A

PRUEBA PRELIMINAR DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Fecha: _____ Producto: _____

Expresar su opinión respecto a los atributos que se indican - en cada columna.

No. de Fórmula	Sabor	Color	Consistencia	Apariencia General
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

Esta prueba fue como un control interno en donde se preguntaba a los jueces su opinión respecto a cada atributo para cada formulación desarrollada.

ANEXO B

EVALUACION SENSORIAL

Producto: _____

Fecha: _____

INSTRUCCIONES: Pruebe las muestras que a continuación se le presentan e indique que tanto le gusta o le disgusta cada muestra, según la escala presentada a continuación.

Marque con una cruz su grado de preferencia
Tome agua después de probar cada muestra.

ESCALA	Nº muestra	Nº muestra	Nº muestra
Gusta Extremadamente	_____	_____	_____
Gusta Mucho	_____	_____	_____
Gusta Moderadamente	_____	_____	_____
Gusta Ligeramente	_____	_____	_____
No Gusta ni Disgusta	_____	_____	_____
Disgusta Ligeramente	_____	_____	_____
Disgusta Moderadamente	_____	_____	_____
Disgusta Extremadamente	_____	_____	_____

Ahora, ordene las muestras de acuerdo a su —
preferencia total.

Primera elección: _____

Segunda elección: _____

Tercera elección: _____

COMENTARIOS: _____

ANEXO C

CUESTIONARIO DIRIGIDO A LAS MADRES EN RELACION CON EL
ALIMENTO INFANTIL

Fecha: _____ Nombre: _____
Producto: _____

1.- ¿Le gusta la apariencia general del producto?

SI _____ NO _____

Porque: _____

2.- ¿Le gusta el sabor del producto?

SI _____ NO _____

Porque: _____

3.- ¿Le gusta el color y la consistencia?

SI _____ NO _____

Porque: _____

4.- ¿Le gusta el empaque en el que está presentado el producto?

SI _____ NO _____

Porque: _____

5.- ¿Lo compraría si lo encontrara en el mercado o en la tienda?

SI _____ SI _____ NO _____

Porque: _____

6.- ¿Se lo daría a su niño?

SI _____ NO _____

Porque: _____

ANEXO D

CALCULO DEL COSTO DE LOS PRODUCTOS FINALES

INGREDIENTES	COSTO (Pesos/100g)	CANTIDAD REQUERIDA EN LA FORMULA (g)	COSTO (Pesos/canti- dad requeri- da).
Mezcla Base	34.00	30.00	10.91
Concentrado de fruta	90.00	20.00	18.00
Acido Cítrico	192.00	0.70	1.34
Goma Guar	180.00	0.10	0.18
Agua	—	49.20	—
TOTAL			30.43*

Costo del envase de vidrio termoresistente = \$ 65.00*

Costo sel envase (bolsa laminada esterilizable) = \$35.00*

* A Diciembre de 1986.