

2ej
114



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA

**"DESARROLLO DE PRODUCTOS A BASE DE AMARANTO"
Y "SUERO DE LECHE"**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
Químico Farmacéutico Biólogo**

P R E S E N T A:

LAURA ELIZABETH SAINZ LOPEZ

México, D.F.

1986



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

		Pág.
Capítulo I	OBJETIVOS	1
Capítulo II	INTRODUCCION	2
Capítulo III	GENERALIDADES	3
III.1	Suero de leche	3
	Propiedades físicas	3
	Producción anual en México	7
	Composicion General de diferentes tipos de suero (tabla N° III.1.1).....	7
III.2	Secado de suero de leche	8
	Composición de diferentes sueros comerciales en polvo (tabla N° III.2.2).....	9
	Proceso de secado del suero dulce (diagrama de bloques N° III.2.1).....	10
	Niveles de ácidos y pH en los diferentes tipos de suero de acuerdo a su procesamiento (tabla N° III.2.3).....	11
III.3	Composición y naturaleza del suero de leche en polvo	11
	Composición de algunos sueros comerciales líquidos y en polvo (tabla N° III.3.4).....	12
	Proteínas del suero de leche	13
	a) Albúminas	13
	b) Alfa-Lactoglobulina	13
	c) Globulinas	13
	d) Fracción proteosa-peptona y glicoproteínas.....	13
	Lactosa	14
	Valor energético del suero de leche en polvo y leche descremada deshidratada..	14
	Diferencia entre el suero de leche en polvo y leche descremada deshidratada..	15
	Composición de vitaminas de suero de leche y leche descremada deshidratada (tabla N° III.3.5).....	16
	Beneficios generales del suero de leche en polvo en la industria de panificación	16
	Usos del suero de leche	18
III.4	Semilla de amaranto	18
	Propiedades físicas	18

	Pág.
	18
	19
III.5	20
	21
	23
	24
	24
	26
III.6	27
	27
III.7	27
	27
	28
	28
	29
	29
	30
III.8	30
	30
	32
	32
	33
	33
	33
	33
III.9	35
	39
	39
	39
	40
	41
III.10	42
	42
	43

		Pág.
III.11	Caramelos Blandos	43
	Generalidades	44
	Materias primas principales	44
	Métodos de trabajo y de cocción.....	45
	Trabajo en mesa fría	47
	Operación con la estiradora de azúcar..	48
Capítulo IV	DESARROLLO EXPERIMENTAL	49
IV.1	Diagrama general de trabajo)Figura N° IV.1.1).....	49
IV.2	Materiales	50
	Diagrama global de trabajo experimental (figura N° IV.1.2)	51
IV.2.1	Materia prima proveedores	52
IV.2.2	Reactivos	52
IV.2.3	Equipos	52
IV.2.4	Experimentación	53
IV.2.4.1	Obtención de harina integral de amaranto	53
	Proceso de elaboración de harina integral de amaranto (Fig. N° IV.2.4.1)....	53
IV.2.5	Elaboración de pan	54
	Fórmula base	54
	Proporción en peso de las mezclas, suero de leche en polvo, harina de amaranto y harina de trigo, (tabla N° IV.2.5. 1).....	55
	Método de elaboración	55
	Diagrama de bloques. Elaboración de pan (Fig. N° IV.2.5.1).....	58
IV.2.6	Elaboración de galletas	58
	Fórmula base	58
	Proporción en peso de las mezclas, suero de leche en polvo, harina de amaranto y harina de trigo (tabla N° IV.2.6. 1).....	59
	Método de elaboración	60
	Diagrama de bloques. Elaboración de ga- lletas (Fig. N° IV.2.6.1).....	61
IV.2.7	Elaboración de bebida	62
	Fórmula base	62

	Pág.
Proporción en peso de las mezclas, suero de leche en polvo, harina de amaranto y harina de trigo (tabla N° IV.2.7.1)	63
Método de elaboración	63
Diagrama de bloques. Elaboración de bebida (Fig. N° IV.2.7.1)	64
IV.2.8 Elaboración de caramelo tipo chicloso	
Fórmula base	65
Proporción en peso de las mezclas, suero de leche en polvo y semilla de amaranto (tabla N° IV.2.8.1)	66
Método de elaboración	67
Diagrama de bloques. Elaboración de caramelo tipo chicloso (Fig. N° IV.2.8.1)	67
IV.2.9 Elaboración de Pudín	68
Fórmula base	68
Proporción en peso de las mezclas, harina de trigo, harina de amaranto y suero de leche en polvo (tabla N° IV.2.9.1)	69
Método de elaboración	69
Diagrama de bloques. Elaboración de Pudín (Fig. N° IV.2.9.1)	70
IV.2.10 Métodos analíticos	70
Análisis bromatológico de materias primas y productos desarrollados	70
IV.2.11 Análisis sensorial	71
Capítulo V RESULTADOS	74
Análisis bromatológico de materias primas (tabla N° V.1.1)	74
Análisis bromatológico de productos desarrollados (tabla N° V.1.2)	75
Fórmula desarrollada pan (tabla N° V.2.3)	75
Fórmula desarrollada galleta (Tabla N° V.2.4)	76
Fórmula desarrollada bebida (tabla N° V.2.5)	76
Fórmula desarrollada caramelo tipo chicloso (tabla N° V.2.6)	76

	Pág.
Fórmula desarrollada pudín (tabla N° - V.2.7).....	77
Intervalos de confianza de la media de población para un 99% de confiabilidad (tabla N° V.3.8).....	77
Capítulo VI DISCUSION DE RESULTADOS	78
Capítulo VII CONCLUSIONES	82
Sugerencias	82
Capítulo VIII ANEXOS	85
Métodos analíticos	85
Encuesta (tabla N° VIII.1).....	89
Análisis estadístico de productos (tabla N° VIII.2).....	90
Análisis estadístico de productos (tabla N° VIII.3).....	90
Encuesta (anexo N° VIII.4).....	91
Capítulo IX BIBLIOGRAFIA	92

A MIS PADRES

Con amor y ternura, a ustedes que han sido guías en mi vida y que con su amor y tenacidad me enseñaron a luchar hasta el final y alcanzar paso a paso la superación que como hija, estudiante y mujer he podido lograr gracias a ustedes.

A mis hermanos: Alma y Mario
Con cariño

A tí Carlos
Con Amor.

Agradezco la colaboración del Q.F.B.
Sergio Andrés Hernández, por brindar
me su asesoría para poder llevar a
cabo la realización de este trabajo.

Agradezco de manera muy especial
al I.Q. Federico Galdeano B. y
Sergio Covarrubias por su apoyo,
orientación y valiosas enseñan-
zas que contribuyeron a la reali-
zación de este trabajo.

CAPITULO I

OBJETIVOS

I.1 Desarrollar productos, a base de semilla de amaranthus spp, y suero de leche en polvo, atractivos al consumidor y de producción factible dentro de las industrias de:

- a) Panificación: Pan y Galletas.
- b) Lácteos: Bebida y Pudín.
- c) Confitería: Caramelo tipo chicloso.

I.2 Contribuir a la diversificación de uso del suero de leche en polvo y semilla de amaranto (Amaranthus spp.)

CAPITULO II

INTRODUCCION

Uno de los problemas principales que se presentan en el mundo en general es la desnutrición. Según estudios realizados en 1973 y 1975 no existe país alguno que no padezca este mal. (12) (20).

La desnutrición tiene estrecha relación con el desarrollo económico y social de un país, desde hace muchos años y hasta nuestros días, muchos estudios han demostrado la importancia de una buena dieta para el mantenimiento de la salud.

Otra situación que no podemos negar, es que la desnutrición influye desfavorablemente en el desarrollo mental, físico y productivo del hombre.

En años recientes los expertos legisladores que están en contacto directo con los problemas de los países en vías de desarrollo, como el nuestro, han cambiado su punto de vista respecto al problema de la desnutrición; lo que se creía que era un problema de salud, ha comenzado a considerarse como el principal obstáculo para el desarrollo.

La desnutrición, es un estado deficiente de la nutrición, que expresa todas las condiciones en las que existe un déficit en la ingestión, absorción o aprovechamiento de los nutrientes. (16) (35) (39).

Como consecuencia del problema de disponibilidad de proteínas se ha iniciado en todo el mundo la investigación y desarrollo de varios tipos de alimentos enriquecidos con proteínas y otros nutrimentos. Específicamente en Brasil y Estados Unidos se han hecho investigaciones importantes en bebidas. (30).

Además de la grave deficiencia de proteínas en la mayoría de las dietas, (31) existen serios problemas sobre el consumo de vitaminas, observados a nivel nacional. (34).

A partir de 1930 se inició en los Estados Unidos de América la adición de nutrimentos aislados convencionales, lo cual ha contribuido a reducir las enfermedades nutricionales, causadas por deficiencia de las mismas: de ahí la importancia del enriquecimiento y fortificación de los alimentos. (21)

Al llegar a la edad pre-escolar y escolar, el niño ingresa a una esfera más amplia de relaciones, en la que ade-

más, de los familiares, participan el maestro, los compañeros de clase y los miembros de la comunidad general. Estas relaciones le permiten experimentar diferentes situaciones y nuevos estímulos que pueden motivar cambios en sus prácticas alimentarias.

La aculturación del niño en relación a la alimentación, son aspectos del proceso de socialización. Las actitudes y prácticas que se relacionan con los alimentos reflejan el orden social y particular de tal sistema de valores. En nuestra sociedad, la importancia que se le atribuye a los hábitos alimentarios deriva lógicamente de dos hechos comprobados:

1. Un estado de nutrición adecuado es esencial para la salud del individuo y su bienestar.
2. La nutrición adecuada del individuo se da en la medida en que el alimento consumido provee a su organismo del tipo y cantidad de nutrimentos que requiera para su óptimo funcionamiento.

Una gran proporción de la población escolar mexicana, no ha logrado un estado de nutrición adecuado. De acuerdo con los estudios, "sobre el crecimiento físico y estado de la población que inicia la educación formal en el D.F.", rea-

lizados por la S.E.P. - CONACYT en el ciclo escolar 1981-1982, es posible afirmar que el 64% de los escolares mexicanos presentan problemas de desnutrición y que sobre este porcentaje, el 20% sufre desnutrición actual, (29).

Cobra particular importancia el consumo alimentario dentro del ámbito escolar; en especial cuando se observa que el 5.4% y el 16.4% de los escolares del turno matutino y vespertino respectivamente, asisten a la escuela sin haber probado alimento alguno, (29).

No deja ser una importante posibilidad el hecho de poder ofrecer a este sector de la población, nuevas alternativas que complementen su alimentación.

Por lo anteriormente descrito es evidente la necesidad, en un país como el nuestro, el impulsar toda investigación tendiente al desarrollo de nuevas alternativas, en cuya manufactura se utilice una adecuada selección de materias primas de tal modo, que las propiedades características de cada una de ellas, sean aprovechables de la mejor manera posible.

En el presente trabajo se utilizan materias primas principales: Suero de leche en polvo, semilla de amaranto spp., y harina de trigo, cuyas propiedades serán descritas en el capítulo siguiente.

CAPITULO III

GENERALIDADES

En este capítulo se mencionan las propiedades principales del suero de leche en polvo, semilla de amaranto (*Amaranthus spp.*) y harina de trigo, por ser éstas, las materias primas principales de los productos a desarrollar en el presente trabajo.

III.1 Suero de leche

Es la porción acuosa de la leche. Usualmente se obtienen coagulando la leche por medio del cuajo (o renina), en la industria del queso, también por acidificación o calentamiento. Durante la fabricación de estos productos, se producen aproximadamente 9 kg. de líquido por kg. de producto final.

Líquido opaco amarillo-verdoso con un contenido total de sólidos generalmente de 6.0-6.5% y una demanda de oxígeno biológico (BDO) de 32,000 ó más. (4).

El suero de leche es el segundo subproducto más im-

portante de la leche en términos de volúmenes de producción.

La producción anual en México de 1982 fué de 1,120 millones de litros de suero de leche proveniente de la industria del queso, dando un potencial de sólidos de 67,200 toneladas. Actualmente solo se industrializa el 33% (22,176 toneladas). Estudios de 1969 y 1977, señalan que el suero no industrializado se tira al drenaje y no hay indicios de que esto haya cambiado hasta hoy. (4) (28).

Para el aprovechamiento eficiente de la leche es importante la industrialización del suero que queda como desecho en la producción del queso, (28). En la tabla N° III.1.1 se muestra la composición general de diferentes tipos de suero, (28).

TABLA N° III.1.1

COMPOSICION GENERAL DE DIFERENTES TIPOS DE SUERO

	Solidos %	Proteínas %	Lactosa %	Cenizas %	Calcio %	Fósforo %
Suero líquido	6.9	0.9	5.0	0.7	0.05	0.04
Suero Condensado	63.0	8.7	47.0	6.4	0.38	0.58
Suero en Polvo	93.0	12.3	71.5	8.4	0.91	0.76

III.2. Secado del suero

El objetivo de la deshidratación del suero es producir un polvo no higroscópico y de alta dispersabilidad, el cual encuentra un gran uso en alimentos balanceados para becerros, cerdos y pollos. Se ha trabajado para mejorar su imagen como alimentos para humanos, pero estudios recientes de la deficiencia de lactosa en grandes grupos de la población (Rosenweig 1969) y el hipertensivo efecto de las sales en las dietas de los infantes (Tuthiere) tienden a limitar su uso como producto para consumo humano. No obstante, al suero en polvo desmineralizado, ahora se le encuentra usos en la fabricación de helados, postres congelados, productos de queso procesados, panificación, dulcería, etc.

En el comercio se encuentran diferentes tipos de suero de acuerdo al proceso de secado, tabla N° III.2.2.

Para la industrialización del suero de leche, ya sea ácido o dulce puede ser secado, fermentado, deslactozado, desmineralizado y desproteínizado, con diversos métodos como son: ultrafiltración, ósmosis inversa, intercambio iónico y electrodialisis. (28).

TABLA N° III.2.2

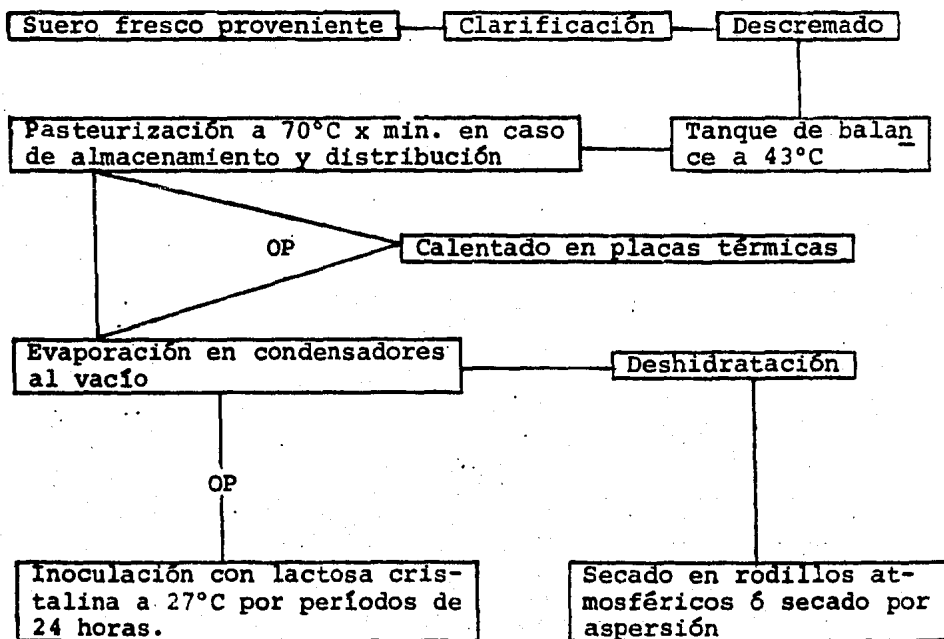
VALORES DE DIFERENTES TIPOS DE SUEROS COMERCIALES EN POLVO

	Suero Extra secado por asperción.	Suero Estandar secado por asperción.	Suero Extra secado por rodillos.	Suero Estandar secado por rodillos.
Humedad	2.0	2.0	4.0	5.0
Grasa	1.5	2.0	1.5	2.0
Proteína (N x 6.38)	12.0	11.0	11.0	10.5
Cenizas	7.3	8.0	8.0	9.0
Lactosa	75.6	75.0	73.9	71.5
Ac. Láctico	1.6	2.0	1.6	2.0
Fibra Cruda	0.0	0.0	0.0	0.0
Part. quemadas mg.	15.0	20.0	20.0	32.5
Indice de solubilidad en ml.	2.0	5.0	10.0	15.0
Peso específico g/lt.	550.0	550.0	650.0	650.0
Mallas	200.0	200.0	90.0	90.0
Color	Crema	Amarillo	Amarillo	Am.-Café
Cuenta estándar/g.	30,000	50,000	30,000	100,000
Hongos y levaduras/g.	20	50	50	50
E. coli/col./g.	Neg	Neg	Neg	Neg
Coliformes/col./g.	Neg	Neg	Neg	Neg

Datos tomados de folletos publicados por los fabricantes de suero de leche en polvo, en México.

El suero condensado tiene aplicaciones limitadas para humanos, pero se usa ampliamente, para alimento para aves y becerros. El tipo de suero que se utiliza para consumo humano, es el suero dulce obtenido por cuajadas de renina. Puede ser secado con el mismo equipo usado para la leche descremada en polvo. El proceso de secado del suero dulce se muestra en el diagrama de bloques N° III.2.1

Diagrama de bloques N° III.2.1
PROCESO DE SECADO DEL SUERO DULCE



Dependiendo del origen de la leche, tipo de queso y variaciones en su procesamiento se producen diferentes clases de suero. Una clasificación esta basada en la ácida del suero como lo muestra la tabla N° III.2.3, (28).

Tabla N° III.2.3
NIVELES DE ACIDEZ Y pH EN LOS DIFERENTES TIPOS DE SUERO

CLASE	ACIDEZ	pH
Dulce	0.12 a 0.20	5.8 a 6.6
Medio ácido	0.20 a 0.40	5.0 a 5.8
Acido	0.40 a 0.60	4.0 a 5.0

III.3 Composición y naturaleza del suero de leche en polvo.

El suero de leche en polvo varía en composición, especialmente entre suero dulce y suero ácido, como se muestra en la tabla N° III.3.4.

Es una buena fuente de proteínas, vitaminas y lactosa, ya que contiene el 52% de los nutrientes de la leche entera, (28).

Tabla N° III.3.4.
 COMPOSICION DE ALGUNOS SUEROS COMERCIALES
 LIQUIDOS Y EN POLVO

Compo nente	Suero Dulce Líquido	Suero Acido Líquido	Suero de Ca seína Líquido	Suero Con- densa do	Suero Dulce Polvo	Suero Acido Polvo
Sólidos totales	6.35	6.5	6.55	64.0	96.5	96.0
Humedad	93.65	93.50	93.45	33.5	3.5	4.0
Grasa	0.30	0.04	0.10	0.6	0.8	0.6
Proteí- na total	0.80	0.75	1.00	7.6	13.1	12.5
Lactosa	4.53	4.90	4.65	34.9	75.0	67.4
Cenizas	0.60	0.80	0.70	8.2	7.3	11.8
Acido láctico	0.12	0.40	0.10	12.0	0.2	4.2

Datos del J. Dairy Sci. 1135, 1973, (28).

El valor nutritivo de las proteínas del suero, de acuerdo con algunos autores, es más alto que todas las otras proteínas, con excepción de las proteínas del huevo. Las proteínas del suero, se precipitan casi en su totalidad, con ácido tricloroacético al 12%. En forma general estas proteínas son:

- a). Albúminas: Se encuentran dos de éstas y ambas son haloproteínas (alfa-lactoalbúminas), de bajo peso molecular y contenido bajo de triptofano. La seroalbúmina parece ser idéntica a la proteína del suero sanguíneo, el mismo peso molecular, la misma movilidad electroforética e iguales propiedades inmunológicas.
- b). Alfa-Lactoglobulina: Principal proteína del suero, constituye alrededor de la mitad de ellas. Posiblemente existen tres variedades genéticas A, B y C.
- c). Globulinas: Existen dos que presentan gran analogía con las gama-globulinas del suero sanguíneo, contiene una parte prostética glicífica y poseen las propiedades inmunológicas de las gama globulinas.
- d). Fracción proteosa-peptona y glicoproteínas: Contiene glúcidos en forma notable y fósforo.

Dichas proteínas son ricas en grupos disulfuro y sulfuros provenientes de los aminoácidos de metionina, cisteína y cistina. Estos grupos juegan un papel muy importante en la formación de puentes intermoleculares que dan estabilidad a la proteína, (37).

La lactosa es el componente soluble más abundante de la leche, y constituye la mayor parte del extracto seco de los sueros. Es un disacárido que por hidrólisis de una molécula de alfa o beta glucosa y una beta galactosa, (4) (37). Tiene un débil sabor dulce, y su poder endulzante es seis veces menor que el del azúcar ordinaria.

Desde el punto de vista biológico, la lactosa se distingue de los azúcares comunes, por su estabilidad a través del tubo digestivo y por el hecho de no ser simplemente un glúcido energético. Para los seres humanos y para numerosos animales la lactosa es, la única fuente de galactosa.

Como ya se ha dicho anteriormente, el suero, como derivado láctico, contiene algunos de los componentes alimenticios de la leche. El contenido de agua y de grasa es similar. El valor calórico del suero en polvo y la leche descremada es de 350 y 359 k cal/100 gramos respectivamente. El he

cho de que los dos productos tengan el mismo valor calórico, se debe a las proteínas y carbohidratos, que tienen el mismo valor calórico (4 k cal/gramo); y estos componentes se encuentran, en los dos productos en una concentración del 86 al 87%.

La mayor diferencia entre estos dos productos es el contenido de lactosa. El alto nivel de este azúcar en el suero, puede crear serios problemas en el humano, debido a la falta de lactasa (enzima que hidroliza la lactosa en sus componentes, glucosa y galactosa). El contenido de proteínas del suero en polvo es solamente un tercio del de la leche descremada.

La tabla N° III.3.5 muestra la composición de vitaminas del suero de leche y la leche descremada. Aquí se puede observar que el suero de leche en polvo, es una buena fuente de vitaminas del complejo B, principalmente, de riboflavina. La cantidad de grasa de los dos productos es muy baja, el contenido de vitaminas liposolubles, por ejemplo vitamina A, es bajo también, (28).

Tabla N° III.3.5

COMPOSICIÓN DE VITAMINAS DEL SUERO DE LECHE Y LECHE DES-CREMADA DESHIDRATADA.

VITAMINAS	SUERO EN POLVO mg/100 g.	LECHE DESCREMADA DESHIDRATADA mg/100 g.	REQUERIMIENTOS DE VITAMINAS POR 10 - kg DE PESO EN NIÑOS mg/día
Tiamina	0.50	0.35	0.4
Riboflavina	2.81	1.78	0.6
Niacina	0.80	0.90	6.0
Vitamina B-6	--	0.40	0.5
Biotina	0.04	0.025	--
Acido Pantoténico	4.80	3.20	5.0
Acido Fólico	0.09	0.06	0.1
Colina	200.0	200.0	--
Vitamina A (UI)*	50.0	30.0	1,500.0

* UI.- (Unidades Internacionales)

Beneficios generales del suero de leche en polvo en panificación. El uso de suero, mejora el sabor, color, porosidad y consistencia del pan, aumentando su volúmen.

1. Realza el sabor. La lactosa ha sido conocida a lo largo del tiempo como realizador de sabores, cuando esta combina

da con lactoalbúminas, como es el suero de leche, aparece un mejor sabor, (4).

2. Suavidad. El suero da una suavidad natural a muchos productos. La lactosa y lactoalbúmina, aumentan la suavidad en pasteles, pies, pan, etc., (4)(37).
3. Flexibilidad. El uso del suero mejora en la elaboración de masas dando a éstas, una flexibilidad mayor y menor dureza, con más elasticidad (pasteles que contengan levaduras), por lo que puedan pasar a través de rodillos, (4)(37).
4. Color. La lactosa y las proteínas del suero, permiten un acabado más rápido de todos los productos horneados, (4)(37).

No obstante otras formas de azúcares y proteínas tienden a producir un color desigual, desde caramelizado oscuro hasta tonos muy ligeros de color, (37).

Este mejora el pan nutricionalmente, además de que tiene cierta capacidad de regular el pH manteniéndolo alrededor de 4.7, con lo que reduce el peligro de contaminación por micro-organismos, mejora el sabor, color, porosidad y consistencia del pan aumentando su volumen, suavidad y flexibilidad (4)(11).

Se ha utilizado como sustituto de leche descremada deshidratada en la industria de la confitería. Una característica del suero de leche en polvo que hay que notar, es que no solamente, se incrementa el valor nutritivo del dulce, sino también imparte un sabor ligeramente ácido similar a frutas críticas, (4).

III.4 Semilla de Amaranto (*Amaranthus* spp.)

La planta de amaranto tuvo gran importancia, tanto en la economía, alimentación y en los diferentes usos de carácter religioso, de los primeros habitantes del continente. Esta planta posee valiosos componentes químicos que lo sitúan entre los alimentos naturales más nutritivos. Además de ser una buena fuente de almidón, tiene cantidades apreciables de proteínas, vitaminas y minerales. Entre los aspectos más interesantes del amaranto están los de su buen sabor, notables propiedades alimentarias, su consumo actual como semilla y hortaliza en muchas partes del mundo, su calidad proteínica comparable a la soya, levadura y aún semejante a la carne, (36).

La importancia de la semilla de amaranto radica en que las dietas basadas en cereales y/o leguminosas en general

son deficientes en aminoácidos "lisina y metionina", no obstante en ésta, donde se encuentran cantidades considerables de dichos aminoácidos, (2) (36). Además de su facilidad de mezclarse con otras harinas, especialmente cereales, obtienen dose apreciable mejoría de las cantidades nutritivas de la mezcla y productos con características organolépticas y bromatológicas muy buenas. Además de que ésta, puede almacenarse sin que sufra pérdidas notables como sucede en otros cereales (36) (2).

Un estudio realizado por el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT) y Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), sobre costos de producción, midiendo rendimientos e insumos necesarios para cultivar la planta de amaranto, estimando el precio al que se cotiza, revela que aún en las condiciones económicas del país, es posible la industrialización de éste, dada su calidad bromatológica y facilidad de procesamiento, (36).

El amaranto spp. en México se encuentra distribuido ampliamente en Chihuahua, Sinaloa, Jalisco, Michoacán, Tlaxcala, Morelos, Guerrero, Oaxaca y D.F. De 720 kg. de semilla sembrada se obtienen más de 10 toneladas de grano en la cosecha o sea, un rendimiento de 1,130 kg/ha. Existen más de 300

variedades de amaranto de las cuales, la semilla de amaranto más usada en la elaboración de alegrías, es la de "Amaranthus hypocondriacus", la cual es de color castaño, de forma lenticular, mide aproximadamente un milímetro de diámetro, la confección de éste dulce consiste en cubrir la semilla de amaranto tostado junto con jarabe, (2) (36).

Las familias Amaranthaceae son plantas dicotiledonia que comprenden hierbas anuales, con hojas simples, enteras, estipuladas, cuneiformes ó lanceoladas en la base y decurrentes en los pecíolos. Las plantas de amaranto son fáciles de cultivar, éstas usan unidades de C_4 para su fotosíntesis. Todas las especies inician su floración en verano y la continúan hasta el invierno.

III.5 Composición química de la semilla de amaranto.

La composición química de la semilla de amaranto ha recibido gran atención en los últimos años, comparándola con otros cereales, leguminosas y diferentes semillas como se muestra en la tabla N° III.5.6.

La importancia de la proteína de la semilla de ama

Tabla N° III.5.6. COMPOSICION QUIMICA DE SEMILLAS DE AMARANTO Y OTRAS

SEMILLAS	CALORIAS	HUMEDAD %	PROTEINA g%	GRASA g%	HIDRATOS DE C. g%	FIBRA g%	CENIZAS g%	TIAMINA g%	RIBOFLA VINA mg%	NIACI NA mg%	ACIDO ASCOR BICO mg%
Amaranthus spp.	382.8	11.3	14.5	7.5	60.4	7.5	2.9	0.14	0.32	1.0	3.0
Amaranthus spp.	356.0	12.7	14.0	6.0	63.1	9.4	4.2	--	--	--	--
A. caudatus	358.0	12.3	12.9	7.2	65.1	6.7	2.5	0.14	0.32	1.0	3.0
A. Hypochondria cus	391.0	9.4	15.3	7.1	62.7	2.9	2.6	--	--	--	--
Chenopodium - quinoa	388.0	10.8	14.6	9.0	59.7	3.2	2.7	--	--	--	--
Cebada	348.0	10.5	9.7	1.9	75.4	6.5	2.5	0.38	0.20	7.2	huellas
Mafz amarillo	361.0	10.6	9.4	4.3	74.4	1.8	1.3	0.43	0.10	1.9	huellas
Ávena	390.0	8.3	14.2	7.4	68.2	1.2	1.9	0.60	0.14	1.0	0
Arroz	360.0	12.0	7.5	1.9	77.4	0.9	1.2	0.34	0.05	4.7	0
Frijol (negro o bayo)	339.0	11.2	22.3	1.5	61.2	4.4	3.8	0.55	0.20	2.2	--
Lentejas	340.0	11.1	3.4	1.1	60.1	3.9	3.0	0.37	0.22	2.0	--
Soya	403.0	10.0	34.1	17.7	33.5	4.9	4.7	1.10	0.31	2.2	--

ranto, radica en su riqueza de aminoácidos esenciales, incluyendo a la lisina lo cual, como es bien sabido, tiene una proporción que limita al valor biológico de los cereales. La eficiencia de la proteína es comparable con el de la caseína, (36).

En la tabla N° III.5.7, se puede apreciar el balance de aminoácidos, comparando la semilla de amaranto con otros alimentos importantes.

Las semillas que representan la parte más valiosa industrialmente, porque pueden utilizar en forma directa en confitería ó someterse a molienda para obtener harinas y estas pasar a industrias específicas de panadería, pastas alimenticias, galletas y mazapanes, etc.

A nivel rural, lo más conveniente y urgente es inducir mejoras para la separación de la semilla con objeto de reducir los costos de operaciones ahorrando tiempo y mano de obra. Existe un modelo de separadora de semilla, de fácil operación, bajo costo, manufactura sencilla y eficiencia comprobada, que permite disminuir el precio final de la semilla hasta un valor equivalente al del trigo y más bajo que el de la soya, por lo cual la diferencia ahora existente desapare-

Tabla N° III.5.7. CONTENIDO DE AMINOACIDOS ESENCIALES EN DIVERSOS ALIMENTOS (GRAMOS/100 GRMOS)

	Treonina	Valina	Leucina	Isoleucina	Lisina	Met.	Feh	Trip	Cont. de Prot.
Proteína ideal	11.1	13.9	19.4	11.1	15.3	9.7	16.7	2.8	100.0
Trigo entero	8.9	13.5	20.4	20.0	8.7	12.3	22.9	3.3	56.9
Soya	9.8	12.2	19.8	11.6	16.2	6.6	20.6	3.3	68.0
Leche de vaca	9.4	12.3	20.2	10.0	16.5	7.0	21.5	3.0	72.2
Amaranto (semilla)	11.4	10.6	14.8	10.2	16.6	11.2	23.1	2.1	75.0

Fuente: Análisis de laboratorio efectuados por Indigenous Food Consultation INC, ANN Arbor Michigan (patrocinados por Rodale Research and Development), (36).

cería, al reducir considerablemente las operaciones durante la cosecha. Si a esto se une la práctica de aumentar los rendimientos de la semilla mediante selección de especies, y variedades mejoradas y cambios adecuados a los métodos de cultivo, la industrialización del amaranto como elemento competitivo del trigo y maíz para la producción de harinas y sus derivados estaría sustentada sobre bases firmes, (36).

El proyecto de industrialización de amaranto, vía harinas, resulta muy atractiva si se toma en cuenta, que el amaranto puede complementar ventajosamente, dada su calidad alimenticia, a la del maíz, que en México se está desarrollando de manera eficiente con un objetivo social muy claro por su amplio uso en la elaboración de la tortilla, elemento básico de la alimentación popular, (36) (2).

Se han realizado estudios, para el uso de la harina de amaranto en productos horneados, como son: pan y galletas, donde se reporta que es factible su elaboración, siempre y cuando se utilice, la harina de amaranto en proporciones adecuadas de harina de trigo. Obteniéndose productos de buena calidad, (36).

Usos del amaranto.- Anteriormente el amaranto se

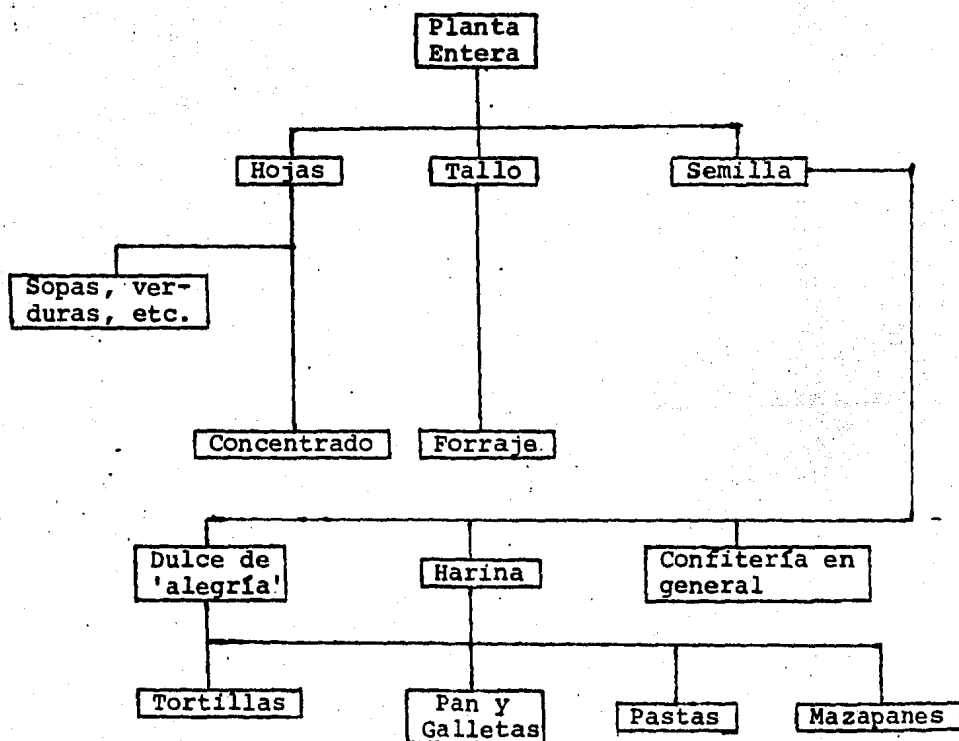
utilizaba en la elaboración de atole, pinole y tamales. Posteriormente, se realizaron nuevos productos como la elaboración de pan, galletas, tortillas, pero actualmente únicamente se utiliza para la elaboración de alegrías, esto se puede deber a la producción tan limitada que existe y que esta poca producción es acaparada por los productores de alegrías, y como alimento para animales, (2) (36).

Para la elaboración de nuevos productos a base de amaranto, es preciso adaptar y modificar las tecnologías de elaboración de los productos derivados de las semillas y hojas de amaranto, para que su utilización a escala industrial sea posible dentro de los límites de calidad y economía impuestos por el tipo de consumidores de la época.

Si se pretende modificar las condiciones de pobreza que todavía imperan en las zonas donde se practican los cultivos hoy en día, y si se desea que las tecnologías modernas, auxilien a los pequeños productores en tal forma, que lleguen a obtener mayores ganancias y se contribuya así a mejorar su ingreso y que participen de manera organizada en la elaboración más racional y eficiente de productos novedosos, ó por lo menos más atractivos y comercialmente más aptos que los que se elaboran en la actualidad, (36).

Ante todo se requiere la obtención de las harinas de amaranto mediante métodos más apropiados y procedimientos que tiendan a mejorar sus usos en confitería y otras líneas, como se muestra en la figura N° III.4.1, (36).

Figura N° III.4.1
UTILIZACION INTEGRAL DE LA ALEGRIA



III.6 Trigo

Trigo es el nombre vulgar de las especies del género *triticum*, de espigas dísticas con raquis articulado, espiguilla.

III.7 Composición del trigo

Los hidratos de carbono son cuantitativamente los componentes más importantes (83% aproximadamente, de la materia seca total del trigo), constituyéndolo el: almidón que predomina, celulosa, hemicelulosa, pentosanas, dextrinas y azúcares. La proteína se encuentra entre el 6-16% del grano entero (embrión, testa y aleurona más que en el endospermo) formado por albúmina, globulina y gluten. La gliadina (fracción soluble en alcohol diluido) y la glutenina (el residuo insoluble en alcohol), forman con el agua el gluten, el cual es elástico y extensible, propiedades de gran valor en panificación, (23).

Proteínas

El contenido de proteínas es usualmente reportado, refiriéndose al contenido de nitrógeno determinado por Kjeld-

dahl, multiplicado por el factor 5.7

El contenido de proteína del trigo varía desde un 7-18% y aproximadamente un 80% de esta proteína lo constituye el gluten, la cual es la porción insoluble en agua, (25).

Lípidos.

Los lípidos del trigo son localizados a lo largo del germen y consisten en aceites, fosfátidos como la lecitina y material insaponificable conocido como citosterol. La fracción insaponificable del aceite del germen de trigo es particularmente alta en el tocoferol, el cual posee actividad de vitamina E. Los aceites consisten grandemente en glicéridos de ácidos oléico y linoléico.

Minerales.

La mayor parte de las sustancias inorgánicas del trigo están contenidas, en el salvado y la aleurona. Un contenido alto de estas cenizas indica, que hay un contenido de salvado alto. Por lo tanto, el contenido de las cenizas el por ciento de extracción. El contenido de cenizas varía de un 3-14.

Vitaminas.

El trigo, así como otros cereales, contiene cantidades apreciables de vitaminas del grupo B, pero casi completamente carente de vitaminas C y D. A pesar, que el trigo contiene carotenoides, todas ellas son xantofilas que no son precursores de la vitamina E, (25).

El trigo se puede clasificar de acuerdo a la textura, dureza y fuerza del grano. La textura está relacionada con la apariencia vitra y harinosa. La dureza es una característica de tipo molinero, es la forma que se rompe el endospermo, durante la molienda, con la subclasificación: extradu^{ro}, duro, medio y blando. En base a la fuerza, los trigos fuertes son aquellos que van a dar un pan excelente, de acuerdo a los términos: buena miga, uniforme y cerrada, de volumen bueno para el pan y un alto contenido de proteínas; los trigos suaves levantan poco, de miga abierta y de bajo contenido de proteínas, bueno para la elaboración de galletas, (9).

Las propiedades de los trigos comerciales varían de acuerdo al tipo de trigo y la región en la que se ha cultivado, los trigos pueden ser catalogados genéricamente, en dos grandes categorías: duros y blandos. Los trigos duros incluyen al trigo duro de primavera, al trigo duro de invierno y

la especie de *Triticum durum*, (9) (23).

Para la elaboración de pan, se prefieren los trigos duros de primavera e invierno, los cuales se prestan a la molienda para la obtención de una buena calidad de harina con alto contenido de proteínas, de la cual se pueden elaborar una masa fuerte y elástica, con un buen desarrollo. Estos trigos se cultivan en pisos de arcilla, de climas templados y utilizan fertilizantes, si son aplicados antes de la floración dan un cultivo abundante, y si son después de la floración el contenido de proteína del grano es mayor. Los granos del trigo son de forma ovoide, redondeados en ambos extremos, en donde encontramos por un lado el germen, por otro, finos pelos. A lo largo de la cara del grano, un repliegue de aleurona y de todas las capas envolventes, que complican el proceso de molienda, ya que el objeto es separar el endospermo de las capas que lo envuelven, (23).

III.8 Harina de trigo.

La fabricación de harina a partir del trigo requiere de un proceso complejo en el cual intervienen muchas etapas de molienda y tamizado.

La eficiencia de la molienda depende de la efectividad del acondicionamiento o templado del trigo y también del flujo adecuado de materiales a través del molino. Cuando se muele el trigo que se ha acondicionado en forma adecuada, el grano endurecido y el germen, se desprenden en trozos relativamente grandes, y las partículas molidas del endospermo pueden separarse con facilidad de ellos. En general, cerca del 72% del grano de trigo se recupera como harina y el 28% restante, como alimentación para el molino, (9) (23).

Es un ingrediente en el cual, distingue a los productos de panadería como el pan, rollos, galletas, macarrones y merengues. La harina de trigo da una textura única y apariencia característica a muchos de los artículos en que se usa, que harinas de otro tipo de cereales, como el arroz, maíz, sorgo, cebada, etc.

El valor nutritivo del trigo y de los productos del trigo, se ha reconocido que constituye una fuente principal de alimento para el humano. En promedio, la harina de trigo se compone aproximadamente de 74% de carbohidratos, 11% de proteínas, 1.25% de lípidos, 0.4% de materia mineral y diversas cantidades de vitamina B. El balance de proteína - aminoácido del trigo y de los productos del mismo es bueno. El

aminoácido limitante es la lisina, pero la ingestión de 228 gramos de harina al día satisfacería esta deficiencia de lisina en la dieta promedio. La harina de trigo es la única entre otro grupo de cereales que puede dar masas elásticas, cuando es mezclada con agua bajo condiciones apropiadas. Debido a sus propiedades físicas, (9).

Dentro de los productos horneados, se encuentra el pan, que no solamente es uno de los productos más antiguos elaborados por el hombre, sino también, es uno de los productos que más se consumen en la actualidad, (9).

El proceso de panificación se puede resumir en dos pasos fundamentales:

1. La producción de gas provoca la distensión ó esponjamiento de la masa.
2. La coagulación de la masa expandida por acción del calor, para que el gas quede retenido.

El objetivo es obtener un producto final esponjoso de masa, con alveolos pequeños de manera de ser fácilmente masticado y digerido, (15).

Los ingredientes básicos y más que similares que se emplean en la fabricación del pan son los siguientes:

- Harina
- Agua
- Levadura
- Sal

Cuando estos ingredientes se mezclan en las proporciones adecuadas, se inician dos procesos:

1. La hidratación de las proteínas de la harina para formar un material denominado gluten, el cual posee propiedades especiales.
2. La producción de dióxido de carbono (CO_2) debido a la acción catalítica de las enzimas presentes en la harina y en la levadura.

Las enzimas más importantes en la fermentación panaria, son las que actúan sobre los glúcidos (carbohidratos ó hidratos de carbono), las que son:

1. Alfa y Beta amilasas, a las que en conjunto se les denomina diastasa.
2. Maltasa
3. Invertasa
4. Complejo Zimasa (formado por catorce enzimas).

El almidón de la harina, se transforma en maltosa por la acción de las amilasas. La maltosa se desdobla en glucosa, por la intervención de la maltasa. La invertasa ejerce acción catalítica sobre la sacarosa obteniéndose glucosa y fructuosa y éstas se fermentan convirtiéndose en CO_2 y alcohol, bajo la acción del complejo zimasa.

Estas masas retendrán los gases de la mezcla (levadura) a través de varios procesos para la elaboración de pan y rollos, y ellos pueden hacer que la producción terminada, den masas de baja densidad con buena estructura celular uniforme, una masa floja de elasticidad chiclosa. Harinas y alimentos hechos de arroz, cebada, avena y sorgo dan masas con mucho menos elasticidad y extensibilidad, ellos no retienen los gases de la mezcla y tienden a la producción de productos terminados compactos y poco finos.

Ambas, la calidad del trigo y las condiciones de mezclado a la cual se sujeta indican las diferencias en el uso de la harina, (5) (23).

Los productos de horneado requieren características de un trigo que sea enteramente satisfactorio para hacer harinas para pan, que son totalmente diferentes a las harinas para

pasta, (5) (23) (15). Los límites de molienda de la calidad del trigo es afectada por las condiciones de crecimiento, prácticas culturales y el tratamiento del trigo durante y después de la cosecha, (5) (23).

III.9 Elaboración del pan.

La fabricación comercial del pan, es un proceso que debe tender a obtener un producto final que reúna las siguientes características:

- Volumen adecuado
- Aspecto atractivo en forma y color
- Miga finamente alveolada y suficiente blanda para facilitar su digestión.
- Firmeza suficiente para facilitar el corte en rebanadas, (15) (23).

La calidad del pan obtenido depende de las propiedades de los ingredientes y de la técnica empleada en su elaboración, (9) (15).

El proceso tradicional de esta masa compuesta por: harina, agua, levadura y sal se estaciona a una temperatura

alrededor de 27°C y el tiempo necesario para que se produzca la fermentación panaria y madure el gluten. Finalmente se cuece en horno, (15).

La retención del gas es una propiedad característica de las proteínas de la harina de trigo, (15) (23).

El gluten, además de ser suficientemente extensible como para permitir la subida del pan, debe ser lo suficiente fuerte, como para evitar que el gas escape con demasiada facilidad, (15) (23).

Además de las enzimas que actúan sobre los glúcidos existen en la harina y en la levadura muchos otros tipos, de los cuales puede tener importancia en panificación, las enzimas proteolíticas, la levadura contiene estas enzimas pero por permanecer dentro de las células no ejercen acción alguna sobre el gluten, (15).

Por otro lado, en la harina se encuentran presentes proteasas, por cuya intervención se libera nitrógeno amínico. En masa con levadura, la liberación del nitrógeno amínico es menor, (15).

La cantidad de alfa amilasa aumenta notablemente durante la germinación de la semilla de trigo, por lo que las harinas provenientes de granos brotados, poseen un alto contenido de esta enzima, (15). En algunos casos, esto llega a ser tan pronunciado que llega a ser desfavorable, de modo tal que durante la panificación se transforma demasiada cantidad de almidón en sustancias de tipo dextrínico, las que pueden conferir a la miga, características de debilidad y pegajosidad, (15) (5).

Al adicionar agua a la harina, se produce una fuerte absorción de aquella por parte de las proteínas y el almidón. Esta absorción de agua es directamente proporcional al contenido de proteínas y de granulos de almidón dañados, (15).

Es importante que esta absorción de agua se mantenga en un nivel uniforme y adecuado para lograr masas de consistencia adecuada, (15).

El porcentaje de granulos dañados depende de la intensidad de la molienda y de la dureza del endospermo, alcanzándose un promedio de nueve por ciento en harinas panarias. Si la cantidad de granos dañados es excesiva, como resultado de una molienda severa, la calidad del pan se ve afectada ad

versamente: aumenta la absorción de agua, el pan disminuye en volumen y el aspecto de éste es menos atractivo, (15).

La cantidad de azúcares presente en la harina es pequeña y no alcanza a satisfacer las necesidades de la levadura, la cual depende entonces, de los azúcares producidos por la acción diastásica sobre el almidón, (15).

El color de la corteza probablemente se deba a una reacción no enzimática de tipo Maillard, en las que las proteínas reaccionan con los azúcares reductores solubles, (5) (15).

La fermentación es el proceso del cual se obtiene CO_2 y alcohol. Gran parte del alcohol elaborado durante la fermentación se pierde en el horneado. El pan recién obtenido según Kent (1971), contiene aproximadamente 0.3% de alcohol, (15) (23).

La producción de gas durante la fermentación depende de la cantidad de azúcares solubles presentes en la harina del poder diastásico de ésta y su granulación.

Es más fácil corregir la baja producción de gas de

una masa debido al pobre contenido de maltosa, por medio de la adición de harina de trigo germinado ó de malta, que a la excesiva producción de CO_2 , que puede provenir de un gran deterioro del almidón durante la molienda o de una elevada actividad de alfa amilasa dando un producto de baja calidad, (15).

Las enzimas que participan en la fermentación panaria, provienen de la harina, la levadura y aditivos que pueden ser agregados a la masa como mejoradores, (9) (15).

Las características más importantes de los cuatro ingredientes básicos empleados en panificación:

1. Harina. Es la materia más importante de la cual depende en gran medida la calidad del pan. Debe de proceder de trigos fuertes (9), y las características con las que debe contar son las siguientes:
 - 1.1. Proteína con cierta cantidad y calidad satisfactoria.
 - 1.2. Fuerza y estabilidad.
 - 1.3. Buena actividad amilásica.
 - 1.4. Adecuado contenido de humedad, no mayor al 14%.
 - 1.5. Buen color, (15).
2. Agua. La función básica que cumple es facilitar la formación de una masa, además de brindar un medio propicio pa-

ra el ataque enzimático, (15). La cantidad de agua que se adiciona dependerá del producto final buscado, (galletas, pan, obleas, etc.) y la fuerza de la harina empleada, (9) (15).

Con respecto a este último punto, mayor ha de ser la cantidad empleada cuando se utilizan harinas provenientes de trigos fuertes y menor la que se usará con los obtenidos de trigos débiles, (15).

Generalmente en panificación la relación de agua es de 10.6, (15).

3. Levadura. Las levaduras usadas en panificación son distintas a las empleadas en cervecería. Estas deben ser frescas y activas. Aunque corresponde a la misma especie (*Saccharomyce cerevisae*), las empleadas en panificación son denominadas de "alta", que fermentan un tercio del disacárido de rafinosa. La cantidad de levadura es inversamente proporcional al tiempo de fermentación y a la temperatura de la masa. A temperaturas de 53°C, la levadura se destruye y a temperaturas mayores de 43°C la actividad de esta comienza a disminuir en forma apreciable, (15).

La levadura resumiendo, cumple básicamente dos fun-

ciones importantes:

- 3.1. Produce gas que esponja la masa.
- 3.2. Ayuda a la maduración de la masa, (15).
4. Sal. Las funciones de la sal, en panificación son las siguientes:
 - 4.1. Proporciona sabor al pan
 - 4.2. Confiere aspecto atractivo al pan terminado
 - 4.3. Contrae y estabiliza al gluten de la harina haciendo que la miga no se desmorone al corte.
 - 4.4. En fermentaciones largas, hace que la levadura trabaje más lentamente.
 - 4.5 Ayuda a mantener la humedad de la pieza luego horneada.

La adición de sal debe calcularse en cuenta a la cantidad de líquido necesario para amasar una cantidad de harina. Con harina corriente se deben usar porcentajes cercanos al 3.5% de sal con respecto al agua, en fermentaciones hasta de seis horas y en fermentaciones cortas, la cantidad de sal debe disminuir estando en orden de 1.5%, (15).

Ya que se obtuvo una masa uniforme y refinada finalmente se le agrega un mejorador químico, como: Bromato de Potasio, en una cantidad de 0.08 gramos por 1 kg. de harina, (9)

(23) (15), que se diluye con 10% del agua restante y cuya función es optimizar la función del gluten, (5) (15) (19) (23).

III.10 Elaboración de galletas.

Existen muchos tipos de galletas para los cuales requieren tipos especiales de harinas. Estas harinas se obtienen generalmente a partir de trigos flojos de bajo contenido proteico. La harina para galletas casi siempre de molindas de mezclas de trigos blandos de invierno y trigos blancos blandos, (9) (23).

No se ha identificado con claridad que constituye la calidad en la harina para galletas. Sin embargo, es posible hacer algunas generalizaciones. El contenido de proteína es la más importante, que varía desde 7 a 10%, (9) (23).

Para galletas, parece ser importante la propiedad de enlace en la harina. Al fraccionar harinas blandas en gluten, almidón principal, residuos de almidón y solubles en agua, la capacidad de hidratación de los residuos de almidón, es importante para determinar la calidad de las galletas. En base a las diferencias observadas en las propiedades de hidratación de la harina, se ha desarrollado la prueba de capacidad de re

tención de agua en medio alcalino. Esta ha sido una guía confiable para el desarrollo de galletas. La capacidad de enlace en agua es la característica decisiva de la harina para determinar la calidad de la galleta, esta propiedad también se relaciona al tamaño de la partícula en la harina, el grado de descomposición del almidón, la proteína y la gelatinización del almidón durante el horneado. La molienda es responsable de los primeros dos factores, mientras que la gelatinización del almidón tiene influencias de los otros constituyentes de la masa, especialmente el azúcar (9).

Para la elaboración de galletas, se tiene como marco principal la harina. Los ingredientes para endurecer y suavizar deben balancearse cuidadosamente, dependiendo del efecto que la harina tenga sobre el endurecimiento. Cuando este se sigue, los procedimientos de mezclado y horneado pueden elaborarse satisfactoriamente cualquier tipo de galletas, (9) (11) (23).

Es necesario hacer notar que la utilización de aditivos en este campo es muy amplia y por lo cual, se hace necesario definir el tipo de producto a elaborar y de ahí, su correcta aplicación, (23) (9).

III.11 Caramelos blandos.

Bajo este concepto se entiende, un artículo de consistencia blanda o cremosa, que deberá tener buenas propiedades de conservación aún al almacenarse durante mucho tiempo. Dentro de esta clase se encuentran: caramelos blandos, chicloso, caramelos de leche o crema de fabricación y gusto diferente.

Las materias primas principales son: azúcar, jarabes de glucosa y las grasas sólidas. Además se emplea leche condensada endulcorada y sin endulcorar, leche fresca, crema y mantequilla, al igual que diferentes aromas.

El azúcar cristal refinado y el azúcar en forma de sémola son tipos de azúcares duros que permiten, un contenido elevado de jarabe de glucosa, mientras que al operarse con clases finas de azúcar, habrá de tener precaución por la posibilidad de formación de espuma durante la cocción. Azúcares duros y blandos como jarabe de glucosa se emplean por lo general de una calidad alta: 43 Bé ó 45 Bé.

Para controlar la calidad del artículo, se hace por medio de papel indicador, si se torna violeta la calidad del artículo es buena, mientras que si se colorea de rojo habrá

que reducir el porcentaje de jarabe de glucosa.

En la leche utilizada habrá que tener cuidado en que la misma, se almacene en condiciones de gran limpieza y bien fresca. En particular leche fresca, la leche de botes no endulcorada y la crema tienen tendencia a agriarse en las fábricas.

Para evitar este fenómeno será conveniente probar una muestra al recibir el suministro y añadir enseguida dos gramos de hidróxido de sodio por litro. Cuando se opere con leche concentrada endulcorada no será preciso añadir hidróxido de sodio, ya que el espesor debido al azúcar garantiza una conservación muy larga.

Las grasas utilizadas se emplean por lo general en estado sólido, y habrán de tener un punto de fusión entre 28 y 30°C teniendo que ser inodoras e insípidas.

Métodos de trabajo y de cocción.

Los métodos de cocción están siempre en función de la formulación. El método de cocción normal para todos los

caramelos blandos (con adición de leche) es el siguiente:

El agua, la grasa de leche y el azúcar se mezclan intensamente durante 10 minutos en la mezcladora, después se calientan lentamente a 70-80°C, mientras se mueve constantemente hasta obtener una mezcla bien homogénea. Una vez obtenida esta masa, se hacen tres atmósferas de vapor y se lleva a cocción a 110-120°C, se le añade el jarabe de glucosa que debe estar previamente calentado. Se continúa la cocción a la presión máxima, o sea, hasta quedar 2 ó 3°C bajo el grado de cocción final, para que la masa no continúe cociéndose. La estructura deseada de los caramelos blandos depende del grado de cocción y este varía entre 123 y 127°C.

Cuando la masa no ebulla más, se le adicionarán ingredientes tales como: aromas, almendras, bloques de cacao ó de manteca (esta podrá añadirse cuando falten todavía unos dos grados hasta llegar al final de cocción).

Una variante al método anterior es tener cocinadoras-mezcladoras universales, donde el grado final de cocción queda entre 110-115°C. Otra variante se obtiene al utilizarse agentes espumantes como: clara de huevo pulverizada, se hace primeramente una espuma, añadiendo azúcar en polvo y agua. La mezcla compuesta de azúcar y de jarabe de glucosa

se cuece por separado y enseguida se vierte un chorro fino sobre la espuma antes citada. Finalmente, se añadirán la grasa y los sabores.

Al producir chiclosos sin adición de leche habrá que ligar la grasa por adición de gelatina ó lecitina. Para ligar 1 kg. de grasa se requieren 1.5 kg. de leche condensada endulcorada, ó 20 gramos de gelatina ó 2 gramos de lecitina.

Trabajo en mesa fría.

Sobre la mesa fría deberá aplicarse una capa muy fina de aceite que podrá ser recubierta con una capa muy fina de azúcar pulverizada, para absorber posibles condensaciones de humedad. La mezcla de azúcar deberá reposar tan solo cinco minutos y enseguida se trabajarán los bordes, tras lo cual se dividirá en dos a cuatro bloques o piezas, según sea el tamaño de la mezcla y el proceso de trabajo.

Hasta entonces se añadirán los aromas, ácidos y similares, tras lo cual se amasarán las diferentes fracciones obtenidas, pasándolas en caso necesario a la máquina estiradora. Las caras frías deberán quedar hacia el interior.

Operación con la estiradora de azúcar.

Aquí se trata particularmente de que las masas lleguen en el momento deseado y de que observan estrictamente los tiempos fijados para el estiraje, para que no se presenten cambios en la estructura, que pueden acarrear problemas sobre todo a lo que se refiere al peso unitario. Antes de pasar la masa a la abastonadora deberá reposar un poco, una vez temperizada se descargará a la abastonadora vertical u horizontal, así no se originarán reventamientos ni colgajos filamentosos, bajo la cuchilla de corte de la máquina envolvedora.

El bastón obtenido a mano por la abastonadora pasará a la máquina cortadora-envolvedora. Después del proceso de envoltura, el artículo deberá dejarse reposar durante cierto tiempo, para evitar deformaciones. Para este reproceso podrán utilizarse cajones o transportadores -enfriadores. Los caramelos ya fríos deberán ser almacenados en locales fríos y secos, (26).

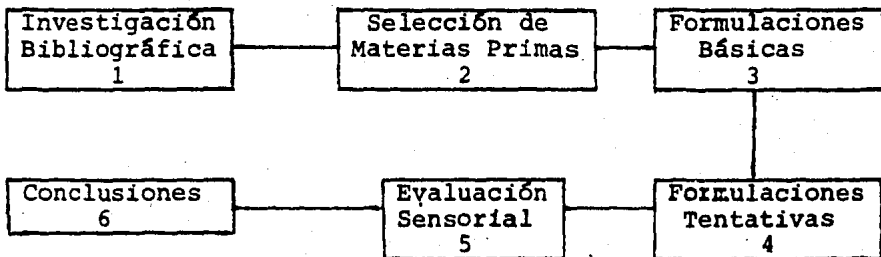
CAPITULO IV

DESARROLLO EXPERIMENTAL

Como se mencionó en el primer capítulo, el objeto de este trabajo, es el desarrollo de productos a base de semilla de amaranto y suero de leche en polvo.

En la figura N° IV.1.1 se muestra el diagrama general de trabajo.

Figura N° IV.1.1
DIAGRAMA GENERAL DE TRABAJO



En el primer bloque de la figura N° IV.1.1, comprende la revisión bibliográfica de las propiedades de las materias primas, los métodos a seguir para obtener el tipo de pro

ductos especificados en los objetivos, (panificación, lácteos, confitería), así como los métodos analíticos. Una vez obtenida esta información se procede a la selección de materias primas complementarias, (bloque 2). Así como las formulaciones básicas (bloque 3). En este punto comienza lo que es el desarrollo de los productos, ya que partiendo de la formulación base se realizarán diferentes ensayos con el fin de obtener la formulación más adecuada de cada uno de los productos, (bloque 4), en su evaluación sensorial (bloque 5), para finalmente llegar a las conclusiones (bloque 6).

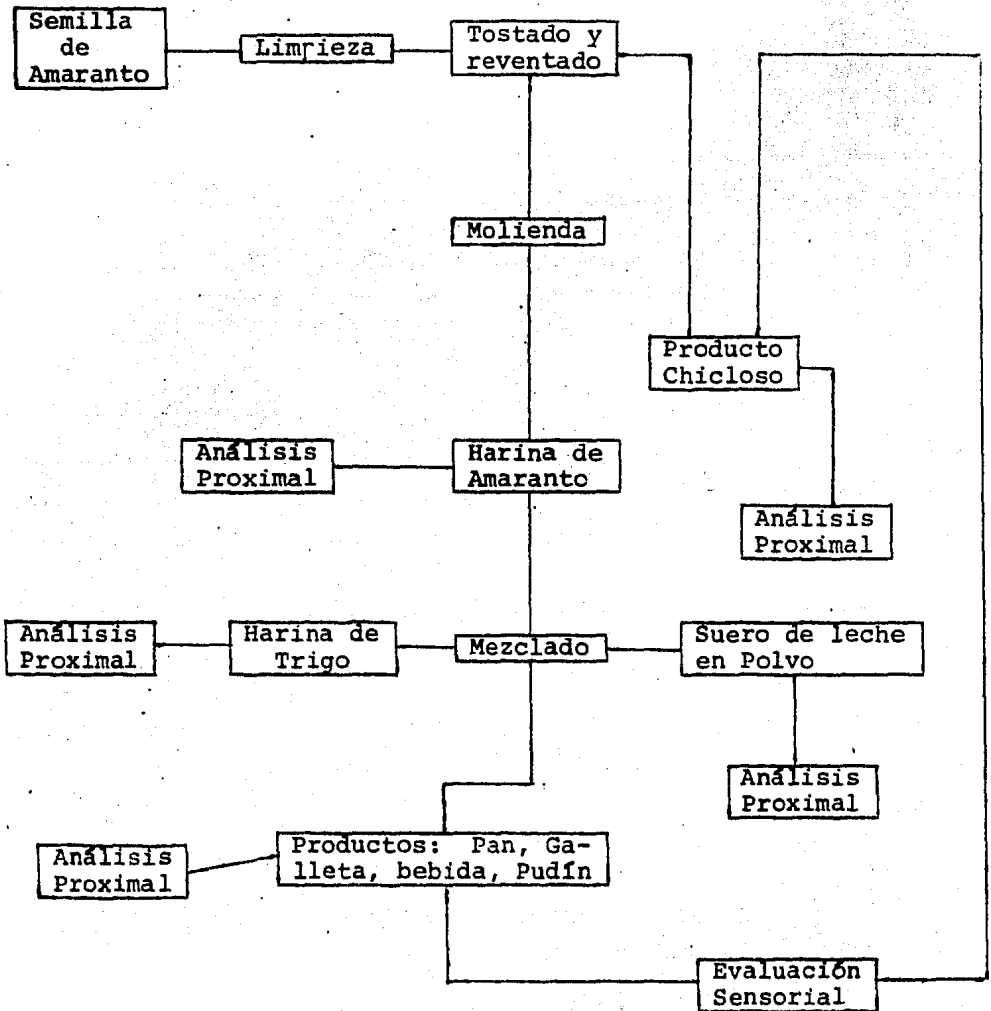
En la figura N° IV.1.2 se muestra el diagrama global de trabajo experimental.

IV.2 Materiales

Los productos obtenidos como resultado de este trabajo se elaboraron a partir de harina integral de amaranto, suero de leche en polvo, harina de trigo y semilla de amaranto.

Figura N° IV.1.2.

DIAGRAMA GLOBAL DE TRABAJO EXPERIMENTAL



IV.2.1 Materia prima. Proveedores.

El suero de leche en polvo fué adquirido en Lexco, S.A., la harina de trigo en Harinera "La Espiga", S.A., la harina de trigo para galleta fué donada por Gamesa, S.A., y la semilla de amaranto fué adquirida en el poblado de Tulyelhualco.

IV.2.2 Reactivos

Los reactivos usados para los análisis químicos en este estudio, estan de acuerdo con las especificaciones exigidas para los métodos de análisis, (3).

IV.2.3 Equipos.

Además del equipo de uso común en el laboratorio se utilizó los siguientes:

- Molino de granos Cecoco
- Gabinete de Fermentación National MFG Co Mo 505-ss
- Batidora Hobart Mo N° 50
- Laminadora Pastalinda Mo Extra
- Horno eléctrico Despatch Ind Mo 152 Rotary H
- Termostato

- Higrometro

IV.2.4 Experimentación

IV.2.4.1 Obtención de harina integral de amaranto.

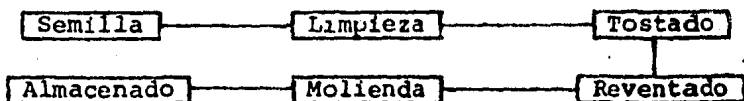
Para la obtención de harina integral de amaranto, la semilla fué sometida en forma manual a operaciones de selección y limpieza, con el fin de eliminar impurezas, basura y material extraño, se tosto, reventó y fué molida en un molino de granos "CeCoCo", como se muestra en la figura IV.2.4.1.

El objeto de utilizar una harina integral fué para obtener un mayor rendimiento.

De acuerdo a Sánchez Marroquín, (36). Se lleva a cabo el reventado de la semilla, con objeto de lograr una mayor digestibilidad, así como el mejorar las propiedades organolépticas en el producto final.

Figura IV.2.4. 1

PROCESO DE ELABORACION DE HARINA INTEGRAL DE AMARANTO



IV.2.5. Elaboración de pan.

La elaboración de pan se realizó por el método de masa directa, con las especificaciones del método 10-10 del A.A. C.C., partiendo de la siguiente fórmula base:

FORMULA BASE

Ingredientes	% en peso
Harina de Trigo	50.0
Levadura	1.5
Grasa	7.5
Huevo	5.0
Azúcar	8.4
Leche	27.5
Sal	0.1

Se experimentó con varias formulas tentativas en las cuales se substituye diferentes concentraciones de harina de amaranto y suero de leche en polvo, por harina de trigo. Estos ensayos se representan en la tabla N° IV.2.5.1

Se realizó la evaluación sensorial de cada uno de los ensayos, y se encontró que entre las muestras 4 y 5 presentaron las mejores características sensoriales, por lo cual se propusieron nuevos ensayos, con objeto de optimizar la formulación con proporciones de harina integral de amaranto y suero de le-

Tabla N° IV.2.5.1

N° Ensayo	Suero de leche en polvo Peso	Harina de Ama ranto Peso	Harina de Tri go Peso
1	0	0	100
2	5	5	90
3	15	5	80
4	10	10	80
5	5	15	80
6	15	15	70
7	20	10	70
8	6	17	77

Nota: El % en peso se hace de acuerdo a la fórmula base, par
tiendo que el 50% de harina de trigo es el 100% de la
mezcla (ensayo N° 1) que se utilizó como referencia.

che en polvo, ubicadas entre estos dos ensayos, llegando al
ensayo N° 8, que resultó ser la fórmula más adecuada, en su
evaluación sensorial. La fórmula desarrollada se presenta en
la tabla N° V.2.3.

Método de elaboración del pan

Agua	Optima para la muestra
a) Tiempo de amasado	Óptimo para la muestra
b) Ira. fermentación	150 minutos a 30°C y 75% de hu- medad relativa.

- c) Manejo de la masa 1er. fresado (rompimiento de ma
sa), sacándolo del gabinete de
fermentación.
- 2° fresado (rompimiento de ma-
sa).180 minutos después del ama
sado.
- d) Moldeo Se realiza después del amasado.
- e) 2da. Fermentación 90 minutos a 30°C y 75% de hume
dad relativa.
- g) Cocción 20 minutos a 200°C.
- a) Amasado

El total de los ingredientes fueron amasados en una batidora Hobart modelo N° 50, en un tiempo óptimo de amasado, para obtener una masa homogénea que no quede dura, ni chiclosa, ya que de esto depende en gran parte el volumen del pan.

b) Fermentación

Una vez lista la masa, se llevó al gabinete de fermentación, manteniéndolo a una temperatura de 30°C y un humidificador con su respectivo higrómetro para operarlo a 75% de humedad, evitando así que se resequen las masas.

c) Manejo de la masa.

Los fresados ó rompimientos de la masa se hicieron con objeto de eliminar el gas producido durante la fermentación.

d) Moldeo de la masa

Se efectuó en forma manual, pesando para cada pan 35 gramos de masa y se procedió a bolear, colocando cada pieza de masa boleada en charolas previamente engrasadas.

e) Fermentación secundaria.

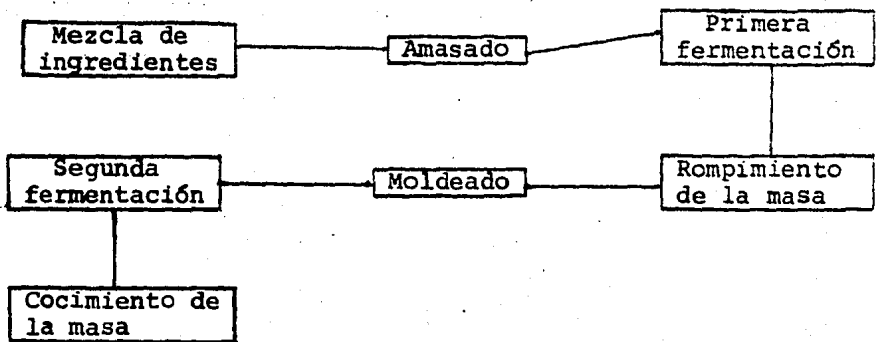
Una vez colocada la masa en charolas, se regresó al gabinete de fermentación, con la finalidad de darle un reposo después de haber sido sometida al trabajo manual.

g) Cocimiento de la masa.

El cocimiento de la masa se efectuó a 200°C durante 20 minutos.

El procedimiento anteriormente descrito se muestra en la figura IV.2.5.1.

Figura IV.2.5.1
 DIAGRAMA DE BLOQUES
 ELABORACION DE PAN



IV.2.6 ELABORACION DE GALLETAS

La elaboración de galletas, se realizó de acuerdo al método oficial del A.A.C.C., 10-5 D., (1) se partió de la siguiente fórmula base:

FORMULA BASE

Ingredientes	% en peso
Harina de trigo	45.00
Grasa vegetal	27.00
Azúcar	22.00
Claros de huevo	6.00

Se propusieron varias fórmulas tentativas substituyendo diferentes concentraciones de harina de trigo, por harina integral de amaranto y suero de leche en polvo, dichos ensayos se muestran en la tabla IV.6.1.

Tabla N° IV.6.1

N° Ensayo	Suero de leche en Polvo Peso	Harina de Amaranto Peso	Harina de Trigo Peso
1	0	0	100
2	5	5	90
3	15	5	80
4	10	10	80
5	5	15	80
6	15	15	70
7	20	10	70
8	10	20	70
9	15	30	55
10	11	24	65

Nota: El porciento en peso se hace de acuerdo, a la fórmula base, partiendo que el 45% de la harina de trigo es el 100% de la mezcla, (ensayo N° 1) que se utilizó como referencia.

Se realizó una evaluación sensorial de cada uno de los ensayos y se encontró que los ensayos 8 y 9 presentaron las mejores características sensoriales, con lo cual se propusieron nuevos ensayos con objeto de optimizar la formulación, con proporciones de harina de amaranto y suero de leche en polvo, ubicadas entre estos dos ensayos, llegando a la formulación final (ensayo N° 10), con las mejores características sensoriales, la cual se muestra en la tabla N° V.2.4.

Método de elaboración.

Se mezcló el azúcar, bicarbonato de amonio y grasa vegetal, durante tres minutos, luego se agregó el huevo (ligemente batido) y se mezcló por tres minutos más. Se añadió la mezcla de harinas, suero de leche y agua alternándolos, mezclando hasta que la masa quedara uniforme y las características físicas deseables por la acción mecánica: se utilizó para el mezclado batidora Hobart Modelo N-50.

b) Reposo

Se dejó reposar la masa en el cuarto frío durante 30 minutos con objeto de hacerla más manejable para el siguiente paso.

c) Laminado

Se pasó la masa por una laminadora con objeto de dejarlas del mismo grosor las galletas.

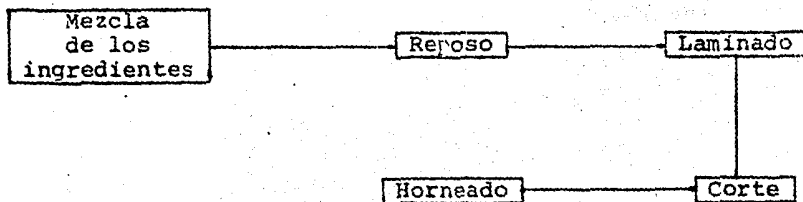
d) Corte

Se cortaron las galletas de la forma deseada y se colocaron en láminas ligeramente húmedas.

e) Horneo

Las galletas se cocieron a una temperatura de 180°C durante 12 minutos. El proceso de elaboración se muestra en la figura IV.2.6.1

Figura IV.2.6.1
DIAGRAMA DE BLOQUES
ELABORACION DE GALLETAS



IV.2.7 Elaboración de Bebida.

La elaboración de bebida, sabor chocolate, se realizó siguiendo el método tradicional de elaboración de un atole. Se partió de la siguiente fórmula base:

FORMULA BASE

Ingredientes	% en peso
Harina de Trigo	26.17
Azúcar	69.63
Cocoa	3.50
Carragenina	0.35
Sabor artificial	0.35

Se propusieron varias fórmulas tentativas, substituyendo diferentes concentraciones de harina de trigo, por harina de amaranto y suero de leche en polvo. Estas formulaciones se muestran en la tabla N° IV.2.7.1.

Se realizó la evaluación sensorial de cada uno de los ensayos y se encontró que entre las muestras 7 y 8 fueron las que mejores características sensoriales presentaban con lo cual se propusieron nuevos ensayos, con objeto de optimizar la formulación con proporciones de harina integral de amaranto y suero de leche en polvo, ubicadas entre estos dos en-

Tabla N° IV.2.7.1

No Ensayo	Harina de Trigo Peso	Harina de Amaranto Peso	Suero de leche en Polvo Peso
1	100	0	0
2	90	5	5
3	80	15	5
4	70	20	10
5	60	25	15
6	35	25	40
7	15	25	60
8	5	25	70
9	10	20	70

Nota: El porcentaje en peso se hace de acuerdo a la fórmula base partiendo que el 26.17% de harina de trigo es el 100% de la mezcla (ensayo N° 1) que se utilizó como referencia.

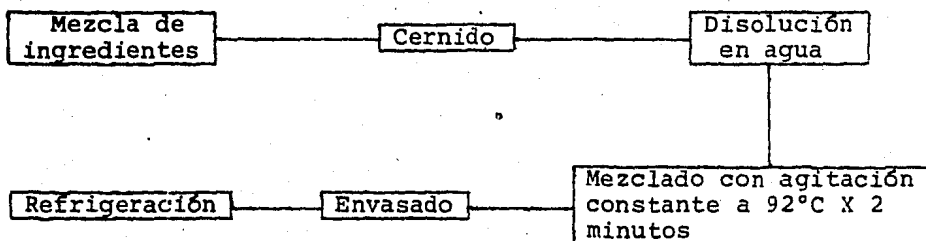
sayos, llegando a la formulación final (ensayo N° 9), con las mejores características sensoriales, la cual se muestra en la tabla NO V.2.5.

Método de elaboración

Los ingredientes se mezclan, ciernen, se disuelven en 10 mililitros de agua, agregar esta mezcla a un recipiente-

te conteniendo el agua a punto de ebullición y mezclar constantemente durante dos minutos, envasar y refrigerar. El proceso de elaboración se muestra en la figura IV.2.7.1.

Figura IV.2.7.1
DIAGRAMA DE BLOQUES
ELABORACION DE BEBIDA



IV.2.8 Elaboración de caramelo tipo chicloso

La elaboración de caramelo tipo chicloso, se realizó siguiendo el método de elaboración de caramelos blandos a base de leche, (26). Se partió de la siguiente fórmula base:

FORMULA BASE

Ingredientes	% en peso
Leche condensada	28.74
Lecitina	0.13
Agua	6.00
Sorbitol 70% U.S.P.	2.32
Sal	0.20
Azúcar invertido	5.32
Azúcar	15.30
Glucosa 43° D.E.	25.28
Grasa de coco	6.65
Monoesterato de glicerilo	0.20
Grenetina 270° Bloom	0.54
Azúcar extrafina	5.32
Arroz cocido inflado	4.00

Se propusieron diferentes ensayos, substituyendo diferentes concentraciones de leche condensada y arroz cocido inflado, por suero de leche en polvo y semilla de amaranto tostada y reventada. Estas formulaciones se muestran en la tabla N° IV.2.8.1.

Tabla N° IV.2.8.1

No Ensayo	Suero de leche en Polvo Peso	Semilla de Amaranto Peso
1	100	0
2	95	5
3	90	10
4	85	15
5	80	20
6	75	25
7	70	30
8	65	35
9	60	40

Nota: El porciento en peso se hace de acuerdo a la fórmula base partiendo que el 13.48% de leche condensada y arroz inflado y cocido es el 100% de la mezcla.

Se encontró que los ensayos 7 y 8 fueron los que mejores características sensoriales presentaban, por lo cual se propusieron nuevos ensayos con objeto de optimizar la formulación con proporciones intermedias de suero de leche en polvo y semilla de amaranto tostada y reventada, obteniendo el (ensayo N° 9), el cual es la formulación final que se muestra en la tabla N° V.2.6.

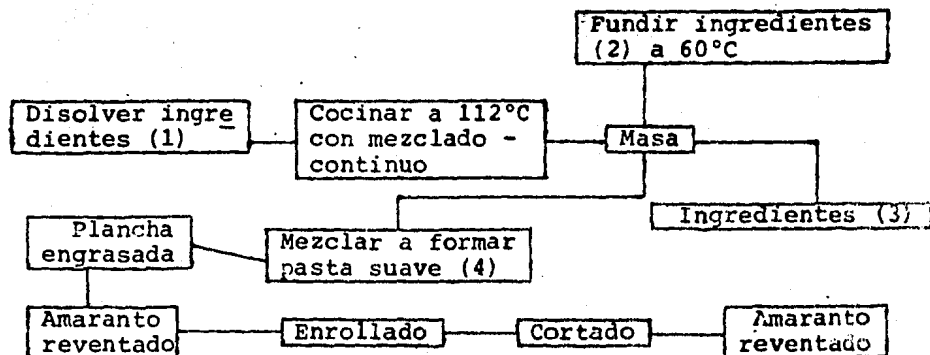
Método de elaboración

Disolver los ingredientes: suero de leche en polvo, agua, azúcar, azúcar invertido, glucosa, lecitina, sal y sorbitol (1), cocinar a una temperatura de 112°C, mezclando continuamente.

A la masa formada, agregar la grasa de coco y el monoesterato de glicerilo, previamente fundidos a 60°C (2), y la grenetina disuelta (3), mezclar hasta formar una pasta suave y adicionar el azúcar extrafino (4).

Passar a una charola previamente engrasada, agregar la semilla de amaranto tostado y reventada, doblar y cortar. El proceso de elaboración se muestra en la figura N° IV.2.8.1.

Figura N° IV.2.8.1
DIAGRAMA DE BLOQUES
ELABORACION DE ÇARAMELO TIPO CHICLOSO



IV.2.9 Elaboración de Pudín

La elaboración del pudín, sabor chocolate, se realizó siguiendo el método de elaboración de pudín. Se partió de la siguiente fórmula base:

FORMULA BASE

Ingredientes	% en peso
Harina de trigo	34.70
Azúcar	61.60
Cocoa	3.23
Sabor artificial	0.30
Carragenina	0.17

Se propusieron varias fórmulas tentativas, substituyendo diferentes concentraciones de harina de trigo, por harina integral de amaranto y suero de leche en polvo. Estas formulaciones se muestran en la tabla N° IV.2.9.1.

Se realizó la evaluación sensorial de cada uno de los ensayos, y se encontró que entre los ensayos 6 y 7 fueron los que mejores características sensoriales presentaba, con lo cual se propusieron nuevos ensayos con el fin de optimizar la formulación, con proporciones de harina de amaranto y suero de leche en polvo ubicadas entre estos dos ensayos, llegan

TABLA N° IV.2.9.1

No Ensayo	Harina de Amaranto Peso	Suero de leche en Polvo Peso	Harina de Tri go Peso
1	0	0	100
2	5	5	90
3	10	10	80
4	20	15	65
5	30	15	55
6	40	20	40
7	45	25	30
8	50	30	20

Nota: El porcentaje en peso se hace de acuerdo a la fórmula base partiendo que el 34.70% de harina de trigo es el 100% de mezcla, (ensayo N° 1), que se utilizó como referencia.

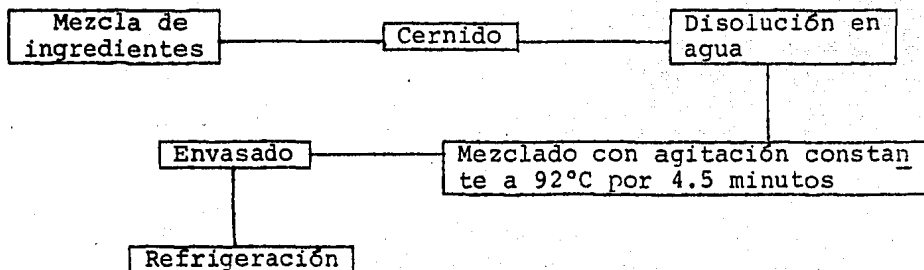
do a la formulación final, (ensayo N° 8) con las mejores características sensoriales, la cual se muestra en la tabla N° V.2.7.

Método de elaboración.

Los ingredientes se mezclan, ciernen, y se disuelven en 20 mililitros de agua, se agrega a un recipiente que contenga 980 mililitros de agua a punto de ebullición y mez-

clar con continua agitación durante 4.5 minutos. El proceso de elaboración se muestra en la figura N° IV.2.9.1.

Figura N° IV.2.9.1.
DIAGRAMA DE BLOQUES
ELABORACION DE PUDIN



IV.2.10 Métodos analíticos

Se realizó un análisis bromatológico, tanto a materias primas principales, así como a los productos desarrollados con el objetivo de evaluar algunos de los aspectos necesarios para su correcta evaluación siguiendo las técnicas descritas en el A.O.A.C., (3).

Las técnicas de análisis bromatológicos utilizados para evaluar materias primas y productos desarrollados, son las siguientes:

% Humedad	(14.003) y (31.005)
% Cenizas	(30.006)
% Grasa cruda	(44.176)
% Proteínas	(30.010)
% Fibra cruda	(7.065)
% Carbohidrato por diferencia	

Los resultados obtenidos para materias primas se muestran en la tabla N° V.1.1, y para los productos seleccionados en la tabla N° V.1.2.

IV.2.11 Análisis sensorial

Se realizó un previo análisis sensorial de cada uno de los ensayos de los diferentes productos, con un grupo formado por 25 personas para determinar cual de los distintos ensayos tenía mejor aceptación en cuanto a sus características sensoriales, seleccionando la formulación más aceptada para cada producto.

Obtenido este resultado, se procedió a efectuar otro análisis sensorial para cada uno de los productos seleccionados anteriormente, en el que se sometieron 240 jueces (niños en edad pre-escolar y escolar) con objeto de dar sig-

nificancia a la aceptación de los productos, por medio de una entrevista directa. El cuestionario se muestra en la tabla N° VIII.1; en la cual se utilizó una escala hedónica con los siguientes valores:

- +2 Me gusta mucho
- +1 Me gusta
- 0 Ni me gusta ni me disgusta
- 1 Me disgusta
- 2 Me disgusta mucho

El tamaño de muestra fue de 240 niños con edades comprendidas entre los 3 y 12 años de edad.

La evaluación de estos productos se realizó proporcionándole a la población un producto por semana de la siguiente forma:

- a). Pán. Se preparó 8.5 kg. de masa para la elaboración de piezas de 35 gramos \pm 1 gramo.
- b). Galleta. Se preparó 4 kg. de masa para la elaboración de piezas de 15 gramos \pm 1 gramo.
- c). Chicloso. Se preparó 3.5 kg. de pasta para la elaboración de piezas de 12 gramos \pm 1 gramo.

Estos productos se empaquetaron en bolsas de polipropileno, para dar una mejor presentación y fácil manejo.

- d). Bebida. Se preparó 6 litros de bebida, se enfrió y se les proporcionó en vasos, una cantidad de 25 mililitros \pm 5 mililitros.
- e). Pudín. Se preparó 6 litros de pudín, se llenaron vasos con una cantidad de 25 mililitros \pm 5 mililitros y se enfrió.

Las encuestas fueron realizadas en:

- a). Jardín de niños "Mazatl", ubicado en Matanzas, Esq. con Av. La Rioja, Col. Zacatenco.
- b). Escuela Primaria "Alejandro de Humboldt", ubicada en Sa lavery, Esq. Catamarca, Col. Zacatenco.

Las escuelas citadas se encuentran ubicadas en la zona noroeste del D.F., en donde los niños son de bajos recursos económicos y ocasionalmente se presentan a la escuela sin haber probado alimento alguno.

De los resultados obtenidos de la evaluación sensorial se utilizaron los estadísticos, media y desviación estándar, obteniéndose un intervalo de confianza de un 99%, entre cuyo rango de datos se deben encontrar la media de aceptación de la población.

CAPITULO V

RESULTADOS

El capítulo presente está dividido en tres secciones. La primera parte está enfocada al análisis bromatológico de las materias primas y de los productos desarrollados, la segunda a las formulaciones de los productos y la tercera al análisis sensorial de los mismos.

Tabla N° V.1.1.

ANALISIS BROMATOLOGICO DE LAS MATERIAS PRIMAS

Materia Prima	Humedad %	Proteínas %	Grasa Cruda %	Fibra Cruda %	Cenizas %	Carbohidratos por diferencia %
Harina de trigo del molino La Espiga	11.86	10.68	0.85	0.40	0.50	75.71
Harina de Amaranto (integral)	12.05	13.87	6.84	5.29	3.08	58.87
Harina de Amaranto (integral, tostado y reventado)	3.78	16.02	7.24	4.80	3.01	65.15
Harina de trigo para elaboración de galletas (Ganesa)	12.18	11.17	1.17	0.30	0.63	74.55
Suero de leche en polvo	5.80	11.71	1.28	—	9.10	72.11

Tabla N° V.1.2.

ANALISIS BROMATOLOGICO DE LOS PRODUCTOS DESARROLLADOS

Producto	Humedad %	Proteínas %	Grasa Cruda %	Fibra Cruda %	Cenizas %	Carbohidratos por diferencia %
Pan	15.34	11.85	10.28	1.00	1.35	59.68
Galleta	2.82	7.90	28.70	0.78	0.96	58.84
Bebida	9.00	16.01	4.81	1.07	7.03	62.08
Caramelo tipo chico	7.69	3.73	*	*	*	*
Pudín	9.78	17.92	4.99	1.05	6.21	60.05

Nota: Al caramelo tipo chico, no se le determinaron los análisis marcados con (*), debido a que la humedad es uno de los parámetros más susceptibles a alterarse como producto terminado que se utiliza en la Industria como rutina de control de calidad.

Las fórmulas desarrolladas fueron varias para cada producto pero solo se seleccionó una en base a atributos sensoriales.

Tabla N° V.2.3

FORMULA SELECCIONADA DEL PAN

Ingredientes	% en peso
Harina de Trigo	38.50
Harina de amaranto integral	8.50
Suero de leche en polvo	3.00
Grasa	8.00
Huevo	5.00
Azúcar	9.30
Agua	26.10
Levadura	1.50

Tabla N° V.2.4.

FORMULA SELECCIONADA DE LA GALLETA

Ingredientes	% en peso
Harina de Trigo	29.25
Harina integral de amaranto	10.80
Suero de leche en polvo	4.95
Azúcar	22.00
Huevo	6.00
Grasa vegetal	27.00
Bicarbonato de amonio	0.16

Tabla N° V.2.5

FORMULA SELECCIONADA DE LA BEBIDA

Ingredientes	% en peso
Harina de amaranto	5.23
Harina de trigo	2.62
Suero de leche en polvo	18.32
Azúcar	69.63
Cacao	3.50
Carragenina	0.35
Sabor artificial	0.35

Tabla N° V.2.6

FORMULA SELECCIONADA DE CARAMELO TIPO CHICLOSO

Ingredientes	% en peso
Suero de leche en polvo	8.09
Lecitina	0.13
Agua	12.47
Sal	0.20
Azúcar	27.08
Sorbitol 70% U.S.P.	2.32
Azúcar invertido 43 D.E.	5.32
Glucosa	25.28
Grasa de coco	6.65

Monoesterato de glicerilo	0.20
Grenetina 270° Bloom	0.54
Agua	1.00
Azúcar extrafino	5.32
Semilla de amaranto tostada y reventada	5.40

Tabla N° V.2.7.

FORMULA SELECCIONADA DEL PUDIN

Ingredientes	% en peso
Harina de amaranto	17.35
Harina de trigo	6.94
Suero de leche en polvo	10.41
Azúcar	61.60
Cocoa	3.23
Sabor artificial	0.30
Carragenina	0.17

Tabla N° III.8

Intervalos de confianza de la media de población para un 99% de confiabilidad.

Pan	$\bar{x} = 1.95$ 1.93	$z = 2.58$ $\mu = 1.96$ $1.93 \leq \mu \leq 1.966$	$S\bar{x} = 0.0063$
Galleta	$\bar{x} = 1.97$ 1.96	$z = 2.58$ $\mu = 1.97$ $1.967 \leq \mu \leq 1.973$	$S\bar{x} = 0.0013$
Bebida	$\bar{x} = 1.82$ 1.79	$z = 2.58$ $\mu = 1.85$ $1.79 \leq \mu \leq 1.85$	$S\bar{x} = 0.0125$
Caramelo tipo chicloso	$\bar{x} = 1.85$ 1.82	$z = 2.58$ $\mu = 1.88$ $1.82 \leq \mu \leq 1.88$	$S\bar{x} = 0.012$
Pudín	$\bar{x} = 1.82$ 1.81	$z = 2.58$ $\mu = 1.85$ $1.79 \leq \mu \leq 1.85$	$S\bar{x} = 0.0125$

CAPITULO VI

DISCUSION DE RESULTADOS

En este capítulo se discuten los resultados obtenidos durante el desarrollo experimental.

Los resultados obtenidos del análisis bromatológico de materias primas se encuentran en la tabla N° V.1.1, en comparación con los resultados reportados en la bibliografía, el amaranto, suero de leche en polvo y harina de trigo, se encontró una similitud entre los datos obtenidos y los reportados.

En la tabla NO V.1.2 se encuentran los resultados del análisis bromatológico de los productos donde el contenido de proteínas es aceptable, si se comparan con otros productos similares, así como los otros macronutrientes.

I. Pan

La elaboración es factible de acuerdo a la selección del porcentaje de mezcla entre harina de amaranto, harina de trigo y suero de leche en polvo.

La textura y aspectos sensoriales excelentes.

No se requiere, la adición de ningún tipo de aditivo específico que tenga por objeto mejorar la calidad del

producto.

El contenido de proteína en comparación con lo reportado (17), es mayor que el de un pan dulce.

II. Galleta.

Elaboración factible, se realizaron varios ensayos, de optimización en las mezclas de harina de amaranto, harina de trigo y suero de leche en polvo, llegando a la formulación final, tabla N° V.2.4, donde esta mezcla presenta características sensoriales buenas.

La adición de bicarbonato de amonio se hace con objeto de ajustar el pH de la masa a 7.4.

III. Bebida.

Elaboración factible con características sensoriales buenas.

Se recomienda para la elaboración de este producto usar sabores u colores, tales que enmascaren, el aspecto que dan la harina de amaranto, suero de leche polvo y harina de trigo.

Se observó estabilidad a temperatura ambiente de 72 horas, después de las cuales se observó separación de fases, pudiendo ser recomendable, evaluar diversos estabilizantes, pudiendo así mejorar significativamente el producto.

La mezcla en seco de azúcar y cocoa evita la formación de grumos, que dan aspecto poco agradable al producto.

IV. Caramelo tipo Chicloso.

En la elaboración de este producto, es conveniente que la temperatura de cocción se alcance en tres minutos, además que no pase de 115°C para obtener la consistencia y textura adecuadas.

No se podía controlar la temperatura de trabajo en la masa fría por lo que se recomendaría trabajar en caliente, la formación de éste o bien, vaciando a moldes engrasados y enfriando posteriormente.

V. Pudín

Elaborando una fase con alto porcentaje de harina de amaranto y harina de trigo, 24.29% como se muestra en la tabla N° V.2.7 se obtenía gran estabilidad en el producto. De características sensoriales buenas.

Las formulaciones base fueron consideradas de acuerdo a información de empresas del ramo específico de producto, las cuales son utilizadas únicamente como promoción, sin ser éstas de orden confidencial para ellas (Marca de México, Givaudan).

La evaluación inicial para la selección del producto que se sometió posteriormente a niños en edad escolar, se llevó a cabo de acuerdo a la hoja de cuestionario ver anexo N° VIII.4, en las cuales se determinaba por preferencia el producto más adecuado a considerar dándole especial atención a atributos como sabor, textura, color, apariencia.

Las diferencias notables en extremo entre un ensayo y otro dieron un criterio para aceptación ó rechazo de la muestra en evaluación.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

Se lograron desarrollar cinco productos en los que es factible, desde el punto de vista tecnológico, incorporar a sus formulaciones, mezclas de semilla de amaranto, suero de leche en polvo dentro de las diferentes industrias.

Es de esperarse que los productos de estas características, tengan gran aceptación con niños en edad escolar y pre-escolar, de acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba sensorial practicada para conocer la preferencia del consumidor.

Los productos desarrollados, abrirán la gama de usos de suero de leche en polvo y semilla de amaranto.

SUGERENCIAS PARA TRABAJOS FUTUROS

Estudiar la planta de amaranto como una alternativa que ayude a resolver deficiencias proteicas de la población mexicana, realizando estudios para su incorporación de ésta, en estos alimentos de alto valor nutricional.

Desarrollar un estudio agronómico de la planta para determinar su comportamiento con otros cultivos, así como las técnicas de producción de bajos insumos y altos rendimientos.

Hacer énfasis en el aprovechamiento de suero de leche, en la elaboración de diversos productos, como alternativa de este subproducto.

Realizar estudios usando aditivos que mejoren la calidad sensorial y nutritiva de los productos, así como hacer determinaciones de lisina disponible, eficiencia proteica y digestibilidad.

Realizar pruebas microbiológicas, así como pruebas de estabilidad para establecer la vida de anaquel.

Llevar a cabo estudios experimentales a nivel planta piloto, estudiando las variables de los procesos de cada uno de los productos, realizado un estudio comparativo de costos con objeto de observar si el (los) producto(s), puedan participar en forma competitiva en el mercado.

En la elaboración de productos horneados, realizar

la substitución de harina de amaranto, sin que se alteren las propiedades sensoriales de éstos, para con ello, impulsar el cultivo y producción del mismo.

CAPITULO VIII

ANEXOS

Técnicas de análisis (A.O.A.C), (3).

1). % Humedad (14.003)

Se pesa la muestra (2 gramos más o menos de cada una), en pesa filtro puesto a peso constante, se seca en la estufa a 100-110°C durante tres horas, se enfría desecador y se pone a peso constante, pesar de nuevo y calcular el % de humedad.

2). % Cenizas (30.006)

Se pesan 5 gramos de muestra en un crisol puesto a peso constante a 500°C. Para ello primero se carboniza la muestra, con mechero y se mete a la mufla. Se suspende el calentamiento cuando las cenizas esten blancas. Se enfría en desecador y se calcula el % de cenizas.

3). % Proteínas (30.010)

Las proteínas y demás materias orgánicas son oxidadas por el ácido sulfúrico; el nitrógeno que se encuentra en forma orgánica se fija como sulfato de amonio. Al hacer reaccionar esta sal con una base, se desprende amoníaco que se

destila y se recibe en un volumen conocido de ácido valorado. Por titulación el ácido no neutralizado se calcula la cantidad de amoníaco y así la cantidad de nitrógeno de la muestra. El % de nitrógeno multiplicado por el factor 6.26, 6.38 y 5.7 según sea el caso, y se obtiene el % de proteínas.

4). % Grasa (44.176)

En esta determinación se usa un extractor soxhlet, la muestra se pesa en cartucho, (3 gramos más o menos), se coloca el cartucho con la muestra en el extractor, se conecta al matraz puesto a peso constante y el refrigerante al extractor. Se agrega éter sulfúrico por el refrigerante, y se ca-lienta en una parrilla, después de ocho horas, calentar el matraz con el extracto etéreo hasta total evaporación del éter y llevar a la estufa a 100°C, hasta peso constante y calcular el % de grasa por diferencia.

5). Fibra cruda (7.065)

La fibra curda es el componente orgánico de los alimentos, insolubles en ácido sulfúrico y sosa hirvientes al 1.25%.

Pesar 2 gramos más o menos de la muestra desengrasa da y colocar en un vaso digestor; añadir 0.5 gramos de asbes-to preparado y 200 mililitros de solución de H_2SO_4 hirviente

al 1.25%. Calentar de inmediato (debe de empezar a hervir antes de un minuto), hervir a reflujo durante 30 minutos, filtrar a través de papel seda, lavar con agua destilada caliente hasta que no de reacción ácida al rojo de metilo. El residuo que quedó sobre la tela se pasa con una espátula al vaso digestor ya limpio y se repite la operación con solución hirviente de sosa al 1.25%.

Después de hervir a reflujo, los 30 minutos, se filtra nuevamente sobre la tela, se lava con agua destilada caliente hasta que no de reacción alcalina. Pasar cuantitativamente el residuo a un vaso de precipitados lavando con agua, filtrar sobre un gooch que ha sido preparado con asbesto y calcinado a 900°C, lavar con alcohol y llevar a la estufa a 100°C durante dos horas, enfriar y pesar.

Llevar a la mufla y calcinar a 900°C, enfriar y pesar. La diferencia de peso nos da el contenido de fibra cruda.

6). % Carbohidratos (por diferencia).

Sumar los cinco porcentajes obtenidos anteriormente, restar de 100, el resultado, la diferencia se reporta como el porcentaje de carbohidratos asimilables.

7). % Humedad (31.005)

Determinación del contenido de agua; método de estufa de vacío.

Pesar con precisión 5 gramos de muestra, en una cápsula metálica, provista de una tapa hermética, previamente tarada, introducir a la estufa, durante 2 horas a 70-60°C, no mayor de 70°C y una presión no mayor de 50 mm. Hg, retirar la cápsula de la estufa, enfriar en el desecador. Pesar tan pronto como alcance la temperatura ambiente, devuélvase a la estufa y continuar la desecación durante una hora. Repetir la operación hasta que la pérdida de peso entre dos períodos no sea mayor a 2 miligramos.

Tabla N° VIII.1
 CUESTIONARIO DE EVALUACION
 SENSORIAL

PRODUCTO _____ EDAD _____ SEXO _____

No. de PERSONAS	TE GUSTA EL PRODUCTO		ESCALAS DE ACEPTACION	LO COMERIAS DIARIO	
	SI	NO		SI	NO
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					
16.					
17.					
18.					
19.					
20.					
21.					
22.					
23.					
24.					
25.					
26.					
27.					

Tabla N° VIII.2
ANALISIS ESTADISTICO DE PRODUCTOS

X	PAN			GALLETA			BEBIDA		
	F	Fx	Fx ²	F	Fx	Fx ²	F	Fx	Fx ²
+2	234	468	936	235	470	940	204	408	816
+1	4	4	4	5	5	5	30	30	30
0	1	0	0	0	0	0	6	0	0
-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2	-1	-2	4	0	0	0	0	0	0
	<u>240</u>	<u>470</u>	<u>944</u>	<u>240</u>	<u>475</u>	<u>945</u>	<u>240</u>	<u>438</u>	<u>874</u>

CHICLOSO			PUDIN		
F	Fx	Fx ²	F	Fx	Fx ²
214	428	856	204	408	816
18	18	18	30	30	30
8	0	0	6	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
<u>240</u>	<u>446</u>	<u>874</u>	<u>240</u>	<u>438</u>	<u>874</u>

Tabla N° VIII.3
ANALISIS ESTADISTICO DE PRODUCTOS

Pan	Galleta	Bebida	Chicloso	Pudín
$\bar{x} = 1.95$	$\bar{x} = 1.97$	$\bar{x} = 1.82$	$\bar{x} = 1.85$	$\bar{x} = 1.82$
S = 0.098	S = 0.0204	S = 1.95	S = 0.189	S = 0.195

ANEXO N° VIII.4
CUESTIONARIO DE EVALUACION

De las muestras que se proporcionan, ordenar cual
le agrada más en cuanto a _____.

De acuerdo a la siguiente escala:

- +2 Me gusta mucho
- +1 Me gusta
- 0 Ni gusta ni me disgusta
- 1 Me disgusta
- 2 Me disgusta mucho

L Y C S A

La muestra preferida es: _____

Comentarios: _____

CAPITULO IX

BIBLIOGRAFIA

1. A.A.C.C. Cereal Laboratory Methods
American Association Cereal Chemistry
St. Paul M.N., USA (1962)
2nd. Edition.
2. Aguilar, Jasmine y Alatorre, Gerardo
Monografía de la Planta de Amaranto
Revista: Grupos de Estudios Ambientales
México, Agosto 1978
Págs. 157-162.
3. A.O.A.C. Official Methods of Analysis of Association
of Official Analytical Chemists.
7th. Edition, Washington, 1970.

A.O.A.C. Official Methods of Analysis of Association
of Official Agricultural Chemists
13th. Edition, Washington, 1980.
4. Badui Dergal, S.
Propiedades y usos del suero de leche
Revista: Tecnología de Alimentos
Vol. XII, N° 1
Enero-Febrero 1977
Págs. 132-136.
5. Campos, José
Aspectos Generales de la Panificación
Revista: Pan
Junio-84, Núm. 368
Págs. 46-70
6. Carpenter, K.J. and Bjarnanson, J.
Nutritional Evaluation of protein by chemical methods
School of agriculture, University of Cambridge.
Págs. 161-164.
7. Chávez, Adolfo
La Alimentación y los problemas nutricionales
Publicación L-39, División de Nutrición, INN
1982.

8. Chávez, Adolfo
Perspectivas de la nutrición en México
División de nutrición de comunidad, INN
Revista Alimentación y Nutrición Vol. 1, N° 1
México, Octubre 1982.
9. Desrosier, N.W.
Elementos de tecnología de alimentos
Ed. Limusa 1980, México
Págs. 468-484.
10. Domínguez de Díez Gutiérrez, B.
Los niños y la alimentación
Revista Natura N° 22 y 23
Enero-Febrero 1979.
11. Elizalde Valencia, Laura Elena
Tesis Desarrollo de Galletas Dietéticas a base de suero
Lácteo. México 1976.
Fac. de Química, U.N.A.M.
12. FAO
Tercera Encuesta alimentaria mundial
Estudio Básico II
Campaña Mundial contra el Hambre
1973.
13. George E. Inglett
Cereal for food and beverages
Recent Progress in Chemistry
Academic Press, 1980.
14. George E. Inglett
Wheat production and utilization
the A.V.I. Publishing Company, I.N.C.
1974.
15. Gronchi Carlo
Por qué conviene comer más pan
Revista: Pan
Junio-84, Núm. 368
Págs. 72-74.
16. Gyorgy, P.Y., Kline D.L.
Malnutrition is a problem ecology
S. Kargel Basel
New York, 1970.

17. Hernández, M., Chávez, A., Bourges, H.
Valor nutritivo de los alimentos mexicanos
Tablas de uso práctico
División de nutrición, INN
8a. Ed., México, 1980.
18. Hernández, M., Sotelo, A.
Nutritional evaluation of cereal cheese whey mixtures
Journal of Food Science
Vol. 47, 1981
Págs. 81-83.
19. Hugunin, A.C.
Suero de leche para la industria de panificación
Bakers Digest, Vol. 54, N° 4
Agosto, 1982
Págs. 8-14.
20. Iturbide Zabaleta I.
Estudio de la nutrición, obesidad y diabetes en México
N° 1046
México, 1975.
21. Johnson A., H. and Peterson M.S.
Encyclopedia of Food Technology
The A.V.I. Publishing Company, Inc.
Vol. 2, 1974
Págs. 160 y 370
22. Kapoor and Gupta
Soy-Whey weaning food, I. Method of manufacture
Division of dairy technology, National Dairy
Research Institute
Pág. 55
23. Kent, N.L., (M.A. Ph. D. (cantab))
Tecnología de los cereales
Ed. Acríbia, Zaragoza, España 1971.
24. Madrid, Vicente Antonio
Produzione di Baby foods
Industrie alimentari
Ottobre, 1981
Pág. 701.
25. Matz, Samuel
Bakery Technology and Engineering gord
Tomo I
The A.V.I. Publishing Company Inc. 1972
Págs. 1-22

26. A. Meiners, H. Joice
Silecia Confiserie Munual N° 1
Manual para la industria de Confitería
West Germany, 1969
Págs. 568-579.
27. Mendoza, E.
El valor de las mezclas proteicas en la alimentación humana.
Revista: Tecnología de alimentos 4, (3)
1969
Págs. 4-13.
28. Molina B., Eduardo
Suero y alimentos de suero. Producción e Industrialización.
Revista: Industria Alimentaria
Vol. 6, N° 1
Enero-Febrero 1984
Págs. 5-14
29. Monge Puron, L., E.
Cooperativas escolares: reorientar los hábitos alimentarios.
Cuadernos de nutrición, Vol. 6, N° 7
Enero-Marzo, 1983
Págs. 36-41.
30. Mustakas, G.C.
A new soy lipid-protein concentrate for bevarages
Cereal Science today 19 (2); 1974.
Pág. 64
31. Nagy S. Tebls Z., Hall N.T. and Berry, R.C.
Potencial food uses for protein from tropical and subtropical plant leaves.
J. Agric food Chem. 26 (5); 1978.
Pág. 1016
32. Osborne Vougt
The nutrient analysis of food
Academic Press, 1978.
33. Pérez Hidalgo, C.
Encuestas nutricionales en México
Vol. III. Estudios de 1963 a 1974
División de Nutrición, INN
México, D.F. 1976
Pág. 29

34. Pérez Hidalgo, Chávez A., y Madrigal H.
Recopilación sobre el consumo de nutrimentos en diferentes zonas de México. II Consumo de Vitaminas y Minerales.
La desnutrición y salud de México. Recopilación de investigaciones epidemiológicas realizadas en el medio rural.
División de nutrición, INN
Publicación 134, México 1978.
Pág. 57.
35. Ramírez J., Arroyo P., Chávez A.
Aspectos socioeconómicos de los alimentos y comercio exterior
Vol. XXXI, N° 8
División de nutrición, INN
Agosto 1971.
36. Sánchez Marroquín, A.
Potencialidad agroindustrial del amaranto
Centro de Estudios económicos y sociales del tercer mundo.
México, 1980
Págs. 111-173.
37. Vega, A.
Tesis: Valor nutritivo del suero de leche
1980, Fac. de Química, U.N.A.M.
38. Wood Irving, A.A. Betschart and Saunders R.M.
Morphological studio on *Amaranthus cruentus*
Journal of Food Science 46, (4).
1981
Pág. 1170
39. Zubirán, S., Chávez, A.
La desnutrición del mexicano
Colección de testimonios del Fondo de Cultura Económica
D.F., 1974.
Pág. 32.