

287
3



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CUAUTITLAN

Amaranto (Alegria), una vieja semilla con
nuevas perspectivas alimenticias.

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el Título de:
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

p r e s e n t a

ANA GABRIELA LOYO GONZALEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

C O N T E N I D O

Introducción

I. Generalidades

II. Materiales y Métodos

III. Resultados y Discusión

IV. Conclusiones

V. Bibliografía

I N T R O D U C C I O N

Los amarantos se hallan distribuídos ampliamente en las regiones tropicales y templadas del mundo. Se han utilizado a través de la historia de la humanidad en diversas formas:

- alimentaria (hojas y granos: consumo humano y animal)
- medicinal (hojas y raíces; a veces con un sentido más bien mágico)
- fuente de obtención de:
 - colorante amaranto usado en la industria alimentaria
 - sal y jabón

y

- ornamental

Pero también algunos de ellos han sido combatidos -- por crecer silvestremente en campos de cultivo.

Con respecto al renglón de los alimentos, existen --- tres especies, ya olvidadas, de Amaranthus* promisorias -- para incrementar la producción de proteínas en países pobres.

- * 1. Amaranthus caudatus L. (Perú y Bolivia)
 - 2. A. cruentus L. (Guatemala)
 - 3. A. hypochondriacus (México)
- Familia: Amaranthaceae.

Se ha determinado la composición química de las hojas y semillas de los amarantos, teniendo las primeras - bajos porcentajes de grasa (2-6%), gran cantidad de celulosa (8-11%), un promedio de 33.5% de proteína en base - seca, abundancia de sales minerales (Ca y Fe) y vitaminas (caroteno, riboflavina y ácido ascórbico), (Grubben, 1975; Garcha, 1975).

En cuanto a la semilla, los autores coinciden en un alto porcentaje de proteína (15% en A. hypochondriacus y 19% en A. retroflexus, base húmeda) con un buen balance de aminoácidos. Uno de los llamados esenciales, la lisina, deficiente en la proteína vegetal, se halla en una - proporción del 10% en la proteína del A. hypochondriacus y las semillas del A. edulis contienen de 25 a 30% más - lisina que los maíces opaco-2 y harinoso-2, ambos con un alto contenido de lisina, (Rodale, 1977; Downton, 1973).

Los aceites de las semillas son ricos en ácidos grasos insaturados, (Badami, 1976; Daun, 1976).

El almidón es similar al de primera clase de maíz - ceroso, pues tiene 79.5% de amilopectina, pudiendo así, - introducirse al mercado de obtención de almidón prove- - niente de fuentes poco explotadas para diferentes usos - de la manufactura de alimentos, (Modi, 1975).

Aunque no resulta nada novedosa la presencia del amaranto en la dieta mundial, incluyendo a México, en el - presente trabajo se pretende rescatar la semilla, inte-

grándola a productos de consumo básico: pan y tortilla, y a otros como galletas y pastel, por medio de su combinación con harinas de trigo y maíz para obtener proteína de buena calidad. De este modo:

- se enriquecería nutricionalmente dichos productos y se mejoraría su sabor
- se explotaría el carácter de cereal de la semilla del amaranto y
- se le sacaría de su relegación de dulce.

I. GENERALIDADES

I. 1. RESEÑA HISTORICA

México.- Durante la Epoca Precolombina se cultivaba- Amaranthus hypochondriacus en el Imperio Azteca, donde -- poseía un poderoso significado mágico-religioso. En raras ocasiones se pulverizaba la semilla para elaborar una bebida (especie de pinole). Solamente en épocas de hambruna se le consumía (Siméon, 1977), pues preferían al maíz por ser de mayor volumen. Había predilección por la semilla - clara; en Michoacán se elaboraban tamales con semillas ne gras y claras, en muy contadas ocasiones.

En la Colonia, los españoles combatieron su cultivo- en su afán de exterminar el paganismo.

A finales del siglo XIX, en el Valle de México se - registraron técnicas de cultivo y la elaboración del dulce de semilla de amaranto. Pronto el nombre se generalizó para denominar tanto a la semilla como a la planta misma. Se seleccionaban las semillas claras, se secaban al sol,- se limpiaban, se tostaban (aumentando el volumen) y se -- les mezclaba con miel para unir las.

En mercados de Guaymas, Sonora (1896) se vendían hojas de A. palmeris con el nombre de quelite. No existía - intento de cultivarlo; se proveían de plantas silvestres.

Recientemente se reporta el cultivo y la manufactura de las alegrías en Tulyehualco y Milpa Alta.

De un modo general, se puede decir que el cultivo del amaranto se ha ido extinguiendo, y al dulce, por supuesto, se le ve cada vez menos. En algunos campos de cultivo de maíz, se puede observarle a manera de parches.

India.- Es otro país donde el A. hypochondriacus tiene importancia como cereal y carácter religioso. Se cultiva la semilla clara arriba de los 1 500 m de elevación, muy cerca de los límites superiores de la agricultura. En el estado de Gujarat crece como cosecha pura bajo un cultivo y una irrigación intensivos con un rendimiento de 1 ton/ha. La mayor parte es destinada a la confección de laddos, dulces como las alegrías de México y a la elaboración de chapatis (pan sin fermentación)----- (Sauer, 1950; 1967).

Existe noticia de la existencia de amarantos en: -- Estados Unidos de Norteamérica, Guatemala, Perú, Bolivia, Argentina, Irán, Afganistán y Europa (aquí como planta ornamental).

En las regiones tropicales del Africa se consume mucho las legumbres, entre las cuales se encuentran las hojas de los amarantos, cuyo valor nutritivo está entre el de la espinaca europea y la lechuga (Grubhen, 1975).

I.2. CARACTERISTICAS BOTANICAS Y AGRONOMICAS

El género típico de la familia de las amarántaceas es el Amaranthus. Este género consta de 60 especies - (Sauer, 1967) de plantas herbáceas, apétalas, principalmente crecen en países tropicales y son notorias por la gama de colores, del blanco al rojo, de sus flores.

La especie cultivada en México es:

Amaranthus paniculatus var. leucocarpus Saff. "Alegría" (Sánchez, 1978). Sin embargo, el nombre más reportado en la literatura es Amaranthus hypochondriacus L.

CLASIFICACION TAXONOMICA

Reino	Vegetal
Subreino	Metafita
División	Cormofita
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Dicotiledónea
Subclase	Apétala
Orden	Centrosperma o Quenopodial
Familia	Amaranthaceae
Género	Amaranthus
Especie	Hypochondriacus
Nombre científico	<u>Amaranthus hypochondriacus</u> L.

Este amaranto es una planta herbácea robusta de 1 a 1.50 m. Los tallos pueden ser erectos, estriados, rojizos o blanco-verdosos. Hojas alternas, largamente pecioladas, con el limbo oavado, de unos 8-9 cm de largo. Inflorescencia a veces mayor de 40-50 cm. Fig 1, (Sánchez, 1978).

La mayoría de las variedades, tanto cultivadas como silvestres, tienen semillas negras, no pudiéndose adoptar el criterio bajo el cual se designa a las primeras como productoras de semillas claras y a las últimas de semillas negras. El diámetro promedio de las semillas es de 1 milímetro, razón de la preferencia por granos mayores como el maíz.

Su zona de cultivo es Xochimilco y Mixquic, siendo su período de floración en septiembre. No existen estadísticas para cuantificar la producción para cada población por tratarse de una planta cuyo crecimiento se halla sin control y a veces se le encuentra en estado silvestre.

Investigadores de E. E. U. U. llevaron el A. hypochondriacus de México a Pennsylvania, donde germinó y creció exitosamente en latitudes de 30-31° y se le determinó su período de maduración.

Esta planta puede cultivarse a pequeña escala, en una superficie de 1 000 m², requiriendo simples herramientas de jardinería. Pero existen dos características merecedoras de atención por parte del cultivador. Las flores-



Fig. 1. Amaranthus hypochondriacus.

1. Inflorescencia 2. Hoja 3. Flor masculina, 1 tépalo removido 4. Flor femenina, con una caps. dehiscents. 5. Glomérulo 6. Semilla.

son terminales y se encuentran en las ramas laterales, como maduran progresivamente, pueden haber pérdidas significativas de semillas por el rompimiento de las partes precoces. Y en segundo término, el sistema de raíces tiende a ser débil.

Se puede mejorar la semilla por una simple selección por color y morfología.

En E. E. U. U. en 1975 se obtuvieron los siguientes rendimientos: en una población de 32 000 plantas, en una superficie de un poco menos de media hectárea, se logró 2.3 toneladas de semillas de Amaranthus hypochondriacus y en el estado de Gujarat, India, se obtuvo 1 ton/ha (Rodale, 1977).

El amaranto requiere de un suelo bien labrado y de lluvias moderadas. La semilla debe ser sembrada al voleo más esparcida posible, o transplantada como planta de vivero. Es necesario cortar la enorme cabeza del grano -- cuando empieza a madurar y por ende a caer. La trilla y el ventilado del grano requieren labor manual (Rodale, 1977).

I.3. COMPOSICION QUIMICA Y USOS,

En la tabla 1 se observa la composición química de dos especies de amaranto. En proteína solamente los supera la harina de soya. Los cereales poseen una mayor cantidad de carbohidratos. En grasa y minerales (Ca y P) los amarantos son superiores a los cereales y al frijol soya, excepto en fósforo en el caso de la soya.

Con respecto a los aminoácidos esenciales (tabla 2) el grano de amaranto posee mayor contenido de treonina, lisina, y fenilalanina, pero es deficiente en triptofano. Hamida Abdi y Maharaaj (1976) encontraron un alto contenido de lisina en A. hypochondriacus como se muestra en la tabla 3. En las semillas de los amarantos la mayor parte de lisina se halla en la albúmina, y ésta última constituye un 4.4% de la semilla seca y casi un 50% de la proteína. Esto resulta muy importante para países cuya dieta se fundamenta en granos.

Las semillas de los amarantos son ricas en ácidos grasos insaturados. El ácido linoleico es el componente mayor en las semillas de A. blitum (38.7%) y A. paniculatus (40.4%). El A. gangeticus es rico en ácido oleico (39.1%) El palmítico es el principal entre los ácidos saturados y le sigue el esteárico (Badami & Patil, 1976). También el ácido linoleico es el mayor componente de los ácidos grasos insaturados de la semilla A. retroflexus:

TABLA 1.
COMPOSICION DE LOS GRANOS: NUTRIMENTOS SELECTOS EN 100 GRAMOS.

	ENERGIA (cal)	HUMEDAD (%)	PROTEINA (g)	GRASA (g)	CARBOHI DRATOS INC. FI BRA (g)	FIBRA (g)	CENIZAS (g)	CALCIO (mg)	FOSFORO (mg)
<u>A. hypochon driacus. Gra no entero</u>	391	9.35	15.31	7.12	63.1	2.89	2.61	490	455
<u>A. retrofle- xus. Grano - entero</u>	426	10.93	15.84	9.46	63.1	10.75	2.38	490	455
Alforfón Grano entero	335	11.0	11.7	2.4	72.9	9.9	2.0	114	282
Maíz, amari- llo o blanco, molido, sin cernir	355	12.0	9.2	3.9	73.7	1.6	1.2	20	256
Centeno	334	11.0	12.1	1.7	73.4	2.0	1.8	(38)	376
Harina de Soya, baja en grasa	356	8.0	43.4	6.7	36.6	2.5	5.3	263	634
Harina In- tegral de Trigo Duros	333	12.0	13.3	2.0	71.0	2.3	1.7	41	372

Fuente: Composition of Foods, Handbook No. 8 USDA, y Food Composition Table para uso en Africa.

TABLA 2.
BALANCE DE AMINOACIDOS. GRAMOS POR 100 GRAMOS DE
AMINOACIDOS ESENCIALES EN CADA ALIMENTO

	TREONI NA	VALINA	LEUCI- NA	ISOLEU- CINA	LISINA	METIONI NA	FENIL- ALANINA	TRIP- TOFANO	CALIFI- CACION PROTEICA
Proteína IDEAL	11.1	13.9	19.4	11.1	15.3	9.7	16.7	2.8	100
Trigo Entero	8.9	13.5	20.4	10.0	8.7	12.3	22.9	3.3	56.9
Frijol 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
Grano de AMARATO	11.4	10.6	14.8	10.2	16.6	11.2	23.1	2.1	75.0

Fuente: Laboratorio de Análisis de Indiginous Foods Consultants, Inc. Ann Arbor,
Michigan (Responsable: Rodale R & D.)

TABLA 3.
CONTENIDO DE PROTEINA Y LISINA EN SEMILLAS DE AMARANTO

ESPECIES DE AMARANTO	PROTEINA* %	% DE LISINA EN LA PROTEINA
<u>Amaranthus hypochondriacus</u>	15.00	10.0
<u>A. caudatus</u> var. albiflora	16.25	8.2
<u>A. caudatus</u> var. alopecurus	19.37	7.9
<u>A. caudatus</u> var. Ag-5	16.88	7.5
<u>A. metagazzinnus</u> Ag.-16	14.38	9.9
<u>A. 21 BB</u>	17.50	7.8
N. G. Lko.- Ae 19	15.62	7.9

* La proteína fue calculada usando el factor 6.25 y reportada en base seca.
Fuente: Abdi & Maharaj (1976)

A PARTIR
DE ESTA
PAGINA

FACIA
DE
ORIGEN.

61.51 (tabla 4) (Daun & Tkachuk, 1976). Los amarantos son más ricos en grasa y tienen mayor porcentaje de ácidos grasos insaturados que el trigo.

La planta al ser muy grande y desarrollar gran cantidad de hojas, se convierte en una fuente potencial de producción de forraje y biomasa. Marten y Andersen (1975) determinaron la palatabilidad del anterior amaranto en ovejas, obteniendo una calificación de 80, en valor de forraje consumido. Además este amaranto posee buena digestibilidad y una composición química bastante aceptable.

La semilla clara es capaz de inflarse después del tostado (popping) y tiene un sabor agradable, por lo cual se le selecciona para la manufactura del dulce. Esta semilla debe cultivarse para la obtención del grano. La negra carece de las cualidades anteriores y se le cultiva, por tanto, como hortaliza, planta forrajera (plantas fuertes y leñosas) u ornamental.

La semilla de amaranto posee una calidad proteica muy cercana a la de la soya y un alto contenido de lisina (10% de la proteína, Abdi & Maharaj, 1976), pero la ventaja en calidad panadera y no imparte sabor desagradable al producto. La harina del amaranto es viscosa, a semejanza del trigo y su sabor es suave, parecido al de la nuez. Esto es muy importante, pues simultáneamente se obtienen productos de panificación enriquecidos y sa

TABLA 4.
COMPOSICION DE ACIDOS GRASOS EN ALGUNAS SEMILLAS DE AMARANTOS Y TRIGO

	Contenido de Aceite %	Composición de Acidos Grasos (porcentaje de a. grasos totales)						
		CI4:0	CI6:0	CI8:0	C20:0	C22:0	CI8:I	CI8:2
<u>A. blitum</u>	5.6	0.6	17.1	5.3	1.4	1.6	35.3	38.7
<u>A. gangeticus</u>	7.9	0.5	22.1	8.6	2.6	1.8	39.1	25.3
<u>A. paniculatus</u>	6.8	0.5	18.7	5.2	1.9	2.6	30.7	40.4
<u>A. retroflexus</u> *	7.2	0.5	9.7	2.0	0.5	-	23.3	61.5
<u>Triticum aestivum</u> **	2.0	0.1	24.5	1.0	-	-	11.5	56.3

Fuente: Badami & Patil (1976); * Daun & Tkachick, (1976); ** Nelson et al. (1963)

brosos (Rodale, 1977).

II. MATERIALES Y METODOS

II. 1. OBTENCION Y PREPARACION DE LAS MUESTRAS

La semilla de Amaranthus hypochondriacus, cosecha de 1978, calidad comercial, fue adquirida en el pueblo de Tulyehualco, delegación de Tlahuac. El precio del cuartillo, - aproximadamente medio kilo, fue de \$20.00 M.N.

Como se contaba con equipo de limpieza para trigo y la semilla de amarantos demasiado pequeña, no hubo limpieza de ésta; por lo tanto la semilla fue llevada tal cual a molienda.

Se obtuvieron dos tipos de harina:

a) harina integral, la semilla fue molida en el molino CeCoCo.

b) harinas blancas, se trabajó con el molino Buhler. Las seis harinas obtenidas proceden de las reducciones y trituraciones de la semilla, con exclusión de granillo y salvado.

Se llevó a cabo el Análisis Bromatológico de cada harina, en total siete, y del salvado y granillo. Posteriormente se elaboraron los productos: pan, galletas, pastel y tortillas.

EQUIPO UTILIZADO:

Molino CeCoCo, tipo S.C. Mig. No. 21230

Molino Buhler No. 113933

Balanza para determinar humedad Cenco (luz infrarroja)

Balanza Analítica Sauter D-7470

Estufa Blue M (convección forzada)
Nufia Blue M
Digestor para Fibra Cruda Lab Conco
Digestor para Micro-Kjeldahl Lab Conco
Destilador para Micro-Kjeldahl Lab Conco
Bomba de Vacío
Parrilla Eléctrica Thermolyne (con temperatura regula
da)
Lámpara de Luz de Día National
Batidora Sunbeam
Mezcladora National
Fermentador Bailey
Horno Despatch
Determinador de Volumen de Hogazas. Semillas de Nabo
National Manufacturing Company
Vernier
Planímetro
Máquina manual para elaborar tortillas

II. 2. ANALISIS BROMATOLOGICO

II. 2. 1. Determinación de Humedad Y Materia Seca

Se utilizó la balanza Cenco con lámpara de rayos infrarrojos, pesando cinco gramos de muestra. Se lee directamente en la escala cuando ya no hay ninguna variación en la misma. La materia seca se obtiene restando la humedad a cien.

II. 2. 2. Determinación de Cenizas y Materia

Orgánica

Se pesa en la balanza analítica de dos a tres gramos de muestra, se colocan en un crisol, previamente puesto a peso constante, a 500°C. Se carboniza lentamente con el mechero, cuando haya cesado el desprendimiento de humo, se mete el crisol a la mufla (500-550°C); al ponerse las cenizas blancas o grises, se saca el crisol de la mufla, pasándolo a la estufa, posteriormente al desecador y se pesa. Se vuelve a repetir el procedimiento (desde la mufla), hasta obtener peso constante. Una vez logrado esto, se determina el porcentaje de cenizas y de materia orgánica por medio de las siguientes fórmulas:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{g muestra calcinada}}{\text{g muestra}} \times 100$$

$$\% \text{ Materia Orgánica} = \frac{\text{g muestra} - \text{g muestra calcinada}}{\text{g muestra}} \times 100$$

II. 2. 3. Determinación de Extracto Etéreo.

Método Soxhlet.

Se pesa en la balanza analítica un cartucho limpio y seco (secado en la estufa a 100°C), se deposita dentro del cartucho 5-10 g de muestra seca y se tapa con un pedazo de algodón, previamente desengrasado con éter. Se pone a peso constante el matraz de bola. Se coloca el cartucho dentro del extractor del aparato; se le añade suficiente éter de petróleo al matraz. Se monta el aparato, primero el refrigerante, luego el extractor con el cartucho, después el matraz de bola con el éter y finalmente una fuente de calor. Se inicia el calentamiento, obteniéndose un goteo continuo (dados a tres gotas por segundo). Se continúa el calentamiento hasta no obtener una extracción completa (aproximadamente 4-8 horas) según la cantidad de lípidos se crea contener la muestra. Una vez terminada la extracción, se para el calentamiento. Se separa el matraz, el extractor y el condensador, se retira el cartucho con unas pinzas cortas para crisol, se quita el algodón. Se vuelve a montar el aparato (ya sin el cartucho) y se vuelve a calentar con el fin de recuperar el solvente, evitando se haga sifón. Una vez eliminado el solvente del matraz, se seca en la estufa a 80-90°C, poniéndolo a peso constante.

Fórmula:

$$\% \text{ Extracto Etéreo} = \frac{(\text{peso matraz} + \text{residuo}) - \text{peso matraz}}{\text{g muestra}} \times 100$$

II. 2. 4. Determinación de Nitrógeno Total y - Proteínico. Método Micro-Kjeldahl

Se pesa cuidadosamente en la balanza analítica de 10 a 100 mg de muestra. Se les transfiere a un matraz micro-Kjeldahl de 30 ml. Se agrega 0.1-1.9 g de sulfato de potasio, 10-40 mg de óxido mercúrico y 0.1-2.0 ml de ácido sulfúrico. Si la muestra es mayor de 15 mg, se añade 0.1 ml adicional de ácido sulfúrico por cada 10 mg de muestra mayor de 15 mg. El matraz se coloca en el digestor, añadiéndole perlas de ebullición. Se inicia el calentamiento, se mantiene la ebullición por dos horas, aclarándose la muestra. Se deja enfriar el matraz, se transfiere su contenido al receptor del aparato destilador. Se lava el matraz de cinco a seis veces, con agua destilada. Se coloca un matraz erlenmeyer de 125 ml debajo del condensador, conteniendo cinco ml de una solución saturada de ácido bórico y dos a cuatro gotas de metil-azul de metileno. En el receptor se va añadiendo 8-10 ml de solución de hidróxido de sodio-tiosulfato de sodio pentahidratado. Se recolecta 50 ml de destilado en el matraz con el ácido bórico. Se titula con ácido clorhídrico 0.02 N, parando la titulación con la aparición de un color violeta. Se hace un blanco. Se efectúan los cálculos.

Fórmula:

$$\% \text{ Nitrógeno Total} = \frac{(\text{ml HCl} - \text{ml blanco}) \times N \text{ HCl} \times 14}{\text{mg muestra}} \times 100$$

donde:

ml de HCl = ml gastados en la titulación de la muestra

ml blanco = ml gastados en la titulación del blanco

N HCl = normalidad del ácido clorhídrico

14 = equivalente del nitrógeno

$\% \text{ Nitrógeno Proteínico} = \% \text{ Nitrógeno Total} \times F$

donde: F = factor de conversión = 6.25

II. 2. 5. Determinación de Fibra Cruda

Se pesa en la balanza analítica dos gramos de muestra previamente desengrasada y seca. Se les coloca en un vaso Berzelius de 600 ml de ácido sulfúrico 0.255 N. Se conecta el condensador del aparato y se hierve por 30 minutos. Pasado este tiempo, se enfría a temperatura ambiente y se filtra mediante un embudo Buchner, usando una manta de lino y matraz Kitazato, al vacío. Se lava el precipitado con tres porciones de 250 ml de agua destilada caliente para eliminar el ácido (esto se comprueba con papel pH). Se pasa el precipitado al vaso Berzelius y se agrega 200 ml de hidróxido de sodio 0.313 N caliente. Se hierve nuevamente por 30 minutos en el aparato digestor. Se filtra al vacío usando un papel filtro de cenizas conocidas (o sin ellas). Se lava la muestra con 750 ml de agua destilada caliente. Se seca el precipitado en la estufa a 100-110°C para obtener

ner un peso constante. (El papel debe estar también a pe
so constante antes de usarlo).

Fórmula:

$$\% \text{ Fibra Cruda} = \frac{P_1 - P_2}{\text{g muestra}} \times 100$$

donde:

P₁ : peso del papel filtro + muestra (precipitado)

P₂ : peso del papel filtro

II. 2. 6. Determinación de Extracto No Nitrogenado

Se suman todos los valores determinados anteriormente: humedad, cenizas, fibra cruda, extract etéreo y proteína, y este valor se le resta a 100, determinándose así el porcentaje de carbohidratos o Extracto Libre de Nitrógeno.

Cada determinación se hizo por triplicado, descartando se los valores muy dudosos. Los resultados reportados son la media aritmética de dichas determinaciones.

II. 3. ELABORACION DE LOS PRODUCTOS Y SUS DETERMINACIONES FISICAS

Una vez realizado el análisis bromatológico de las -- siete harinas de amaranto, integral y blancas, se procedió a la elaboración de los siguientes productos:

- ___ pan de caja
- ___ galletas
- ___ pastel y
- ___ tortillas,

trabajándose con harinas comerciales de trigo y de mafz.- Sustituyéndolas en ciertos porcentajes, por dos tipos de - harina de amaranto:

___ harina integral

___ harina blanca, mezcla de las harinas de los cajones 4, 5 y 6.

A cada producto se le determinó diferentes propiedades físicas.

II. 3. 1. Pan de Caja

Definición: pan de caja es el alimento resultante de la cocción de una masa formada por harina de trigo, agua potable, sal yodada y leudantes.

Ingredientes para un pan de 100 gramos:

100 g de harina comercial de trigo

50 ml de solución de levadura compresada al 2%

10 ml de solución de sal al 1.5%

3 g de manteca vegetal

4 g de leche descremada

0.25 g de malta de cebada

agua. la necesaria para la óptima consisten
cia de la masa

Procedimiento.- Se mezclan los ingredientes sólidos-
con los líquidos. Se amasa por el --
tiempo necesario para lograr la óptima consistencia (aquí
se le va agregando el agua). Se coloca la masa en el fer-
mentador a 30°C y 75% de humedad por 180 minutos. Durante
la fermentación se realizan los fresados* (punchs) a ci
ertos intervalos. Después de la fermentación se moldea la -
masa, laminándola con ayuda de rodillos, posteriormente -
se le da forma de cilindro y se le mete al fermentador -
en moldes durante 25 minutos. Luego se le introduce al -
horno (previamente calentado) por espacio de 25 minutos a
232°C.

Se elaboró pan con los siguientes porcentajes de ha-
rinas, quedando inalterable los demás ingredientes:

* estrujamiento de la masa con las manos durante más
o menos 15 movimientos para expulsar el bióxido de
carbono y homogeneizar los ingredientes.

Harina Integral de Amaranto	Harina Comercial de Trigo
0	100
5	95
10	90
15	85
Harina Blanca de Amaranto	
0	100
5	95
10	90
15	85

II. 3. 1. 1. Determinaciones Físicas

para Pan de Caja

Una vez elaborado el pan, se determina su calidad -- por medio de sus propiedades físicas:

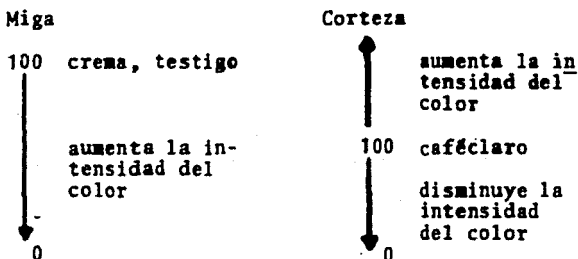
- a) peso del pan. Se le saca del horno, del molde, se deja enfriar y se pesa.
- b) volumen. Su determinación se hace por medio del - determinador de hogazas, el cual consta de una probeta de 1 000 ml y en la base hay una caja, la cual es llenada con semillas de nabo, de modo que la probeta en forma vertical de una lectura de cero ml. Se voltea la probeta, vaciando la caja de la semilla y se mete en la caja la hogaza, se endereza la probeta y se lee el volumen que ocupa la semilla de nabo por desplazamiento.
- c) color de miga.- Se rebana el pan, y se le coloca debajo de la lámpara de luz de --

día y se le califica el color de acuerdo al del pan-testigo (100% harina comercial e trigo).

Escala: los límites son cero y cien. Este último corresponde al color crema de la miga del pan-testigo y conforme se oscurece el color, se va descendiendo en la escala, teniéndose una calidad menor de acuerdo al testigo.

c) color de corteza. - Aquí el cien corresponde a un color café claro. Si se intensifica los valores serán superiores a 100 (calidad superior, hasta cierto límite), y si se aclara serán inferiores a 100.

Escala de Color para:



e) textura. - A cada rebanada de pan se le toca con las yemas de los dedos, ejerciendo cierta presión, se compara con el testigo, cuya calificación es de 100, excelente. Las calificaciones menores de 100 - corresponderán a una mayor dureza.

Escala para Textura:

100	Excelente
99-90	Muy Bien
89-80	Bien
79-60	Pobre
59- 0	Muy pobre

II. 3. 2. Galletas

Definición: galleta es el producto alimenticio obtenido por amasamiento y cocimiento de masa preparada con harina, agua potable, mantequilla y/o grasa vegetal, azúcares permitidos (sacarosa, azúcar invertido, miel de abeja, extracto de malta y otros), adicionados o no de huevo, leche, almidones, féculas, polvos de hornear, levadura para panificación, sal y aditivos permitidos de acuerdo con el producto que se trate.

Ingredientes:

- 224 g de harina
- 130 g de azúcar granulada
- 64 g de manteca vegetal
- 2 g de sal
- 3 g de polvo de hornear
- 1 huevo fresco
- 64 ml de leche

Procedimiento.- Acrémese la manteca y el azúcar. Añada el huevo (ligeramente batido) y acreme bien. Añadir la leche (con la sal), alternando con las harinas. Laminar la masa con el rodillo, cortar -

las galletas con un molde al gusto, se ponen en láminas engrasadas. Se meten al horno, calentanda a 400°F o 205°C por 25 minutos o al gusto.

Lor porcentajes utilizados en la elaboración de galletas fueron:

Harina Integral de Amaranto {	Harina Comercial de Trigo {
0	100
5	95
10	90
15	85
20	80
Harina Blanca de Amaranto {	
0	100
5	95
10	90
15	85
20	80

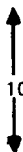
II. 3. 2. 1. Determinaciones Físicas

para Galletas

a) color. Se tomaron las cinco mejores galletas de cada concentración de harinas integral y blanca de amaranto y se les colocó bajo la lámpara de luz de día junto con otras cinco galletas-testigo (100% harina comercial de trigo). La calificación de 100 corresponde a éstas últimas. Los colores más oscuros tendrán una calificación arriba de 100 (calidad superior, hasta cierto límite) y los más claros, abajo de 100 (calidad infe-

rior).

Escala para color:



color más intenso

100 café

color menos intenso

b) factor galleta. - A las mismas galletas se les mide diferentes diámetros (longitud

dinal, transversal y diagonal), usando un vernier y se saca la media aritmética. La suma de los cinco promedios es igual a W. Para determinar la longitud, L, se les coloca en una especie de camita de madera, una tras otra, horizontalmente. L es igual a la longitud de las cinco galletas en conjunto.

Fórmula para el Factor Galleta, F. G.

$$F. G. = W/L$$

II. 3. 3. Pastel

Ingredientes:

350 g de harina

250 g de mantequilla

100 g de azúcar

2 cucharaditas de polvo para hornear

8 yemas de huevo

8 claras de huevo

1 lata de leche condensada

Procedimiento.- Acrémesese la mantequilla y agregue el azúcar poco a poco, incorporando las yemas de huevo, una a una, sin dejar de batir. Añadir la leche condensada, alternando con las harinas, previamente cernidas tres veces, con el polvo de hornear, y por último las claras de huevo batidas a punto de turrón. Se vacía a un molde engrasado y enharinado para hornear 70 minutos, caliente a 400°F o 205°C.

Las concentraciones de las harinas de amaranto, integral y blanca, fueron 5 y 20%. Sólo se elaboró un pastel-testigo, 100% harina comercial de trigo.

II. 3. 3. 1. Determinaciones Físicas para Pastel

Para llevar a cabo las determinaciones físicas se recortan rebanadas más o menos iguales de cada pastel, incluyendo al testigo y se les coloca debajo de la lámpara de luz de día.

- a) color de miga. La escala de calificación es la misma utilizada en pan de caja.
- b) color de corteza. Idem.
- c) textura. Idem.
- d) área. Cada rebanada se dibuja en un papel y se le mide su área con un planímetro. Se hace por triplicado, sacando la media aritmética.

II. 3. 4. Tortillas

Ingredientes:

harina de maiz nixtamalizada, Minsa

harina comercial de trigo

agua tibia

Procedimiento.- Se mezclan las harinas. Se va agregando agua y amasando hasta no obtener la óptima consistencia de la masa. Se deja reposar -- por 15 minutos. Se toma cierta cantidad de masa y se le coloca en la máquina para hacer tortillas, se presiona, se saca la tortilla y se pone en el comal, previamente calentado. Cuando cambia de color (se oscurece) se voltear y al minuto se vuelve a voltear. Se saca del comal cuando se forma la ampolla (se infla la tortilla).

Las proporciones de las harinas son:

Harina Integral de Amaranto	Harinas de Maíz y Trigo (proporción 2:1)
0	100
5	95
10	90
15	85
20	80
Harina Blanca de Amaranto	
0	100
5	95
10	90
15	85
20	80
Semilla Nixtamalizada de Amaranto	
0	100
5	95
10	90

Semilla Nixtamalizada de Amaranto	Harinas de Maíz y Trigo (proporción 2:1)
%	%
15	85
20	80
25	75
30	70
40	60

II. 3. 4. 1. Determinaciones Físicas
para Tortillas

a) formación de ampolla. Cuando se está haciendo la tortilla se observa si existe alguna formación de ampolla (se infla). La forma en hacerlo se calificó de acuerdo a la siguiente escala:

xxx Excelente. Formación de ampolla en toda la tortilla.

xx Muy Bien. Formación de ampolla en media tortilla

x Bien. Formación de pequeñas ampollas.

No Mal. No hay formación de ninguna ampolla.

b) doblado de la tortilla fresca.- El doblado se efectúa en for-

ma de taco y se califica de acuerdo a la siguiente escala:

xxx Excelente. Ninguna resistencia al doblado

xx Muy Bien. Algo de resistencia

x Bien. Con bastante resistencia, pero sin rompimiento.

No Mal. No hay doblado: se rompe la tortilla.

c) doblado de la tortilla no fresca.- Se guarda la -

tortilla en una bolsa de plástico y se le califica el do-
blado después de 24 horas. La escala es la misma que la -
anterior.

II. 4. EVALUACION SENSORIAL DE LOS PRODUCTOS

A todos los productos: pan, galletas, pastel, y tortillas, se les aplicó la misma evaluación sensorial: Prueba Triángulo Direccional, (Yepes, 1979), la cual consiste en presentar simultáneamente tres muestras, dos iguales y una desigual, a 18 jueces (en este caso tomados al azar). Una de las muestras es el producto a evaluar, es decir el elaborado con harina integral o blanca de amaranto, y la otra es el testigo (100% harina comercial de trigo y en caso de las tortillas, 100% mezcla de harinas de maíz y trigo). A nueve de los jueces se les proporcionan para su evaluación dos muestras del producto con amaranto y la tercera es el producto testigo. A los nueve restantes se les presentan dos muestras-testigo y una con amaranto. La pregunta es: ¿Cuál es la muestra diferente o "non" ? También se hacen preguntas con respecto a los atributos de los productos: sabor, color (miga y corteza), apariencia y suavidad*.

El objeto de esta prueba es la determinación de la existencia de una diferencia significativa entre el pro-

* A continuación se anexa la hoja presentada a los jueces.

ducto de amaranto y el testigo, y si la hay, ver la tendencia de los jueces para cada uno de ellos (Hurley, 1979). Esto se llevó a cabo con las pruebas de Hipótesis Unilateral y Bilateral de la Proporción Poblacional según G. W. Snedecor y W. G. Cochran.

PRUEBA TRIANGULO

NOMBRE _____

FECHA _____

PRODUCTO _____

MUESTRAS PRESENTADAS _____

DOS DE LAS MUESTRAS SON IDENTICAS, UNA ES DIFERENTE O "NON". PRUEBELAS PARA DETERMINAR LA MUESTRA "NON". SI NO ESTA SEGURO TRATE DE ADIVINAR. CONTESTE LA SIGUIENTES PREGUNTAS:

LA MUESTRA DIFERENTE O "NON" ES LA _____

¿CUAL TIENE MEJOR SABOR? MUESTRA PAR () MUESTRA NON ()

¿CUAL TIENE MEJOR COLOR DE CORTEZA?* M. PAR () M. NON ()

¿CUAL TIENE MEJOR COLOR DE MIGA?* M. PAR () M. NON ()

¿CUAL TIENE MEJOR APARIENCIA? M. PAR () M. NON ()

¿CUAL ES MAS SUAVE? M. PAR () M. NON ()

*Las preguntas de color se reducen a una para el caso de tortillas.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

III.1 HARINAS

Datos de Molienda.- Utilizando 2 000 g. de semilla de A. hypo - chondriacus se obtuvieron los siguientes productos del molino Buhler:

MALLAS PARA CERNIR		HARINAS BLANCAS CAJONES*	PORCENTAJE
Trituraciones	Reducciones		
30	10	1	0.85
36	10	2	2.00
40	10	3	1.50
40	9 x x	4	17.25
40	10 x x	5	10.80
40	10 x x	6	11.10
		TOTAL	43.50
		GRANILLO	48.00
		SALVADO	6.45
		MERMAS	2.05
		TOTAL	100.00

Hora de Entrada: 10:10 horas.

Hora de Salida: 10:30 horas.

*Las harinas se obtienen divididas en diferentes cajones, correspondientes a diversas mallas en la trituración y reducción. En adelante se hará referencia a cada harina blanca según el número de cajón al cual pertenece.

Fórmula para obtener el Rendimiento:

$$R = \frac{(100 - \text{humedad final}) \times \text{peso final}}{(100 - \text{humedad inicial}) \times \text{peso inicial}} \times 100$$

Rendimiento para las seis harinas blancas:

peso inicial del grano: 2 000 g

peso final total de las harinas: 870 g

humedad inicial: 8%

humedad final promedio de las seis harinas: 10.96%

RENDIMIENTO: 42.09%

La harina integral es la más oscura de las siete, estos se debe a que la extracción fue total, es decir 100 x 100, teniendo todas las partes constituyentes de la semilla.

De las seis restantes, el color es más claro, pero no tanto como la harina comercial de trigo: las harinas de los tres primeros cajones fueron las más blancas, lo cual se deberá a una menor extracción y por tanto a un menor contenido de cenizas.

El público consumidor tiene la tendencia a escoger -- las harinas blancas sin tomar en cuenta sus características nutricionales: de acuerdo a este criterio, las harinas de amaranto contarían con esta desventaja del color oscuro, siendo esto puramente de carácter subjetivo.

El rendimiento total de las seis harinas blancas de--

amaranto fue bajo (42.09%), mientras que para una mezcla de trigos duros, se obtiene un rendimiento aproximado de 60%. El granillo y el salvado, por consiguiente un rendimiento mayor del 50%. Como subproductos que se encuentran en mayor proporción es aconsejable su utilización, ya sean productos de consumo humano, por ejemplo galletas que resisten un contenido cercano al 20% de salvado o de consumo animal.

También los datos anteriores nos llevarían a preferir la harina integral de alegría, sin embargo como más adelante se verá, su calidad panadera es menor que la de las harinas blancas.

Por lo tanto, toda elección del tipo de harina, integral o blanca, dependerá de los fines de consumo y de los costos.

Análisis Bromatológico.- En la tabla 5 se muestran los resultados del análisis bromatológico realizado en los diferentes productos de la molienda de la semilla de amaranto.

Los valores encontrados de los diferentes nutrimentos en las harinas blancas tienen muy poca diferencia. En cenizas el límite superior es 2.17 y el inferior 1.77. En fibra cruda se tienen valores menores de la unidad, excepto para la harina del cajón 1 (1.45%). Los valores oscilaron entre 7.42 y 4.82% para grasa. Los valores están alrededor de un 14% para proteína en las harinas blancas. Los datos obteni-

TABLA 5.

COMPOSICION BROMATOLOGICA DE LAS HARINAS Y DEMAS FRACCIONES DE LA MOLIENDA
DE LA SEMILLA DE AMARANTO. GRAMOS EN 100 GRAMOS. BASE SECA

MUESTRA	CENIZAS	FIBRA CRUDA	GRASA	NITROGENO TOTAL	PROTEINA F= 6.25	EXTRACTO LIBRE NITROGENO. (Carbohidra-- tos).
Harina Inte- gral.	2.35	3.02	7.36	2.61	16.31	70.96
1	1.77	1.45	7.27	2.38	14.88	74.63
2	2.17	1.07	6.73	2.41	15.06	74.87
3	2.05	1.21	7.42	2.28	14.25	75.07
4	1.75	1.88	5.83	2.35	14.69	76.85
5	2.12	0.49	4.82	2.18	13.63	78.94
6	2.07	0.73	6.27	2.05	12.81	78.12
Granillo	3.15	18.74	3.04	3.26	20.38	54.69
Salvado	10.94	37.03	16.80	4.35	27.19	8.04

TABLA 6,
 DESVIACION STANDARD DE LAS DETERMINACIONES DEL ANALISIS BROMATOLOGICO
 DE LAS HARINAS DE AMARANTO Y FRACCIONES

Muestra	Cenizas	Fibra	Cruda	Extracto Etéreo	Extracto No Nitrogenado
Harina Inte gral.	0.03	0.18	0.16	0.16	0.35
Cajones					
1	0.13	0.30	0.03	0.08	0.27
2	0.19	0.29	0.04	0.06	0.32
3	0.23	0.32	0.16	0.03	0.34
4	0.06	0.34	0.02	0.02	0.21
5	0.16	0.20	0.04	0.09	0.14
6	0.02	0.19	0.18	0.09	0.03
Granillo	0.19	0.23	0.10	0.15	0.26
Salvado	0.08	0.10	0.17	0.02	0.39

dos en carbohidratos (extracción libre de nitrógeno) son menores que las de harina blanca de trigo, (79.4%), (Watt, 1975).

En términos generales, los valores de cenizas, fibra cruda, grasa y proteína disminuyeron en comparación de la harina integral: en cambio en salvado y granillo, aumentaron. El extracto libre de nitrógeno se incrementó en las harinas, disminuyendo para los dos anteriores.

Las cantidades obtenidas en la composición de la harina integral (Tabla 5) concuerdan con la bibliografía consultada, (Rodale, 1977; Mayer, 1974; Grubben, 1975).

Debido a la composición bromatológica muy semejante de las seis harinas blancas, el criterio para mezclarlas y así trabajar con una sola harina blanca, fue el rendimiento, por lo tanto se mezclaron las harinas de los cajones 4, 5 y 6, aunque no son las más blancas como antes se había señalado.

III. 2. PAN DE CAJA

Harina Integral de Amaranto.- La tabla 7 muestra las determinaciones físicas hechas a los panes elaborados con harina comercial de trigo y harina integral de amaranto, a diferentes concentraciones. La cantidad de agua para la óptima consistencia de la masa fue de 5 cc, tanto para la masa con 100% de trigo, (testigo) como para las masas con 5, 10 y 15% de harina integral de amaranto. Al necesitarse la misma cantidad de agua, las harinas tendrán posiblemente la misma proporción de gránulos dañados.

El tiempo de amasado para la masa-testigo fue de 3.6 minutos; después al agregar un 5% de amaranto aumentó, disminuyendo con porcentajes de 10 y 15%. El menor valor correspondió a la masa con 15% y es muy parecido al testigo. O sea que fue más fácil integrar la harina integral de amaranto a porcentajes mayores de 5.

Una vez que se había efectuado la integración de la harina de alegría a la masa, no existió ninguna diferencia en textura entre todas las masas con distintas concentraciones de amaranto, todas eran suaves al tacto. Y lo más importante es que esta suavidad era la misma detectada en la masa con 100% harina comercial de trigo.

Referente a los panes, exceptuando a un pan elaborado con 5% de harina integral de amaranto (890 cc), el de ma--

TABLA 7.

INFORME DE PANIFICACION. PAN DE CAJA ELABORADO CON HARINA
COMERCIAL DE TRIGO Y HARINA INTEGRAL DE AMARANTO

Harina Comer- cial de Trigo	Harina Integral de Amaran- to	Agua C.C.	Amasado minutos	Consis- tencia Masa	Peso Pan Gramos	Volumen Pan C.C.	Color Miga	Color Corteza	Textura (Suavi- dad)
Testigo:									
100	0	5	3.60	suave	154	885	100	100	100
95	5	5	4.60	suave	154	830	95	110	95
95	5	5	4.00	suave	156	855	95	110	95
95	5	5	4.00	suave	156	865	95	110	95
95	5	5	4.00	suave	156	865	95	110	95
95	5	5	4.00	suave	156	890	95	110	95
90	10	5	3.90	suave	156	850	90	115	90
90	10	5	3.90	suave	156	835	90	115	90
90	10	5	3.90	suave	156	825	90	115	90
90	10	5	3.90	suave	155	790	90	115	90
90	10	5	3.90	suave	156	830	90	115	90
85	15	5	3.80	suave	156	745	85	120	80
85	15	5	3.00	suave	156	750	85	120	80
85	15	5	3.80	suave	156	765	85	120	80
85	15	5	3.80	suave	160	780	85	120	80
85	15	5	3.80	suave	155	760	85	120	80

yor volumen fue el pan testigo (100% de harina comercial - de trigo con 885 cc). En términos generales se puede deducir que el volumen es indirectamente proporcional al porcentaje de harina integral de amaranto. A mayor concentración de ésta, menor volumen y viceversa. Esto posiblemente pueda deberse a dos cosas:

- a) la masa no es lo suficientemente elástica para retener el bióxido de carbono, producido durante la fermentación de la masa, y por tanto el volumen de crementa, o
- b) de alguna manera la producción del gas se obstaculiza por la presencia del amaranto. Esto es importante si se considera el alto contenido de cenizas de la harina integral (2.35%). Sin embargo, el peso aumentó al incrementarse la proporción de amaranto. El pan testigo pesó -- 154 g y un pan con 15% de amaranto pesó 160 g.

El color crema del pan testigo se consideró el mejor para miga (parte interior blanda del pan). Este color se intensificó al incrementarse el porcentaje de amaranto. Esto es lógico tratándose de harina integral y mucho más obscura que la harina blanca de trigo. Esto, aunque resulta una desventaja comercialmente hablando, no tendría ninguna importancia, si de alguna manera se fuera acostumbrando al público consumidor a preferir un color de miga más oscuro y no estilo pan blanco comercial. Por supuesto que sucedió lo mismo con el color de la corteza. Quizá se deba a

un mayor oscurecimiento de tipo no enzimático (reacción - de Maillard). La intensidad del color fue mayor que en el caso de la miga. A manera de dato extra-evaluativo, durante la realización de las pruebas de evaluación sensorial, los jueces preferían una corteza más oscura (panes con amaranto) que una clara (pan de trigo). Los panes más semejantes en color al testigo fueron los elaborados con la menor proporción de harina integral de amaranto, obteniendo una calificación de color de miga de 95, frente al 100 del testigo y superior, 110 en corteza. Los demás panes tuvieron un color mucho más oscuro que el testigo.

En cuanto a la textura (suavidad) del pan testigo fue calificada con 100. Calificaciones menores corresponden a los panes con amaranto, 95 para el pan con 5% de harina integral de amaranto, 90 para el de 10% y 80 para el de 15%. La suavidad es inversamente proporcional al porcentaje de amaranto. El pan con amaranto más aceptable, por lo tanto es el elaborado con 5% y el de 10% puede incluirse, pero no el de 15% con una calificación menor que la del testigo --- (20 unidades).

Considerando todas las determinaciones discutidas líneas arriba, capacidad de absorción de agua, tiempo de amasado, consistencia de la masa, peso, volumen, color de miga y de corteza, y textura, el pan con harina integral de amaranto respecto al testigo más aceptable es el de 5%. Resultando nocivo cualquier aumento de harina integral de ama--

ranto en la calidad panadera.

Evaluación Sensorial.- Aplicando la prueba triángulo para encontrar la diferencia significativa entre el pan elaborado con 100% harina comercial de trigo y los panes con 5, 10 y 15% de harina integral de amaranto se obtuvieron los datos mostrados en la tabla 8.

El número de jueces que escogieron correctamente la muestra diferente o "non" al evaluar el pan con un 5%, fue de 7, lo cual indica la no existencia de alguna diferencia significativa entre éste y el testigo. Los jueces que escogieron correctamente la muestra "non", lo hicieron al azar y no porque hallan detectado verdaderamente la diferencia. Al no encontrarse una diferencia significativa, no fue necesario analizar las preferencias de los jueces en los atributos de los panes.

Con respecto al pan de un 10% de harina integral de amaranto, un número altamente significativo de jueces (14, $p < 0.005$) detectaron la muestra diferente. Sin embargo, no hubo significancia en los atributos, sabor, color de miga y corteza, textura (suavidad) y apariencia. Aunque por los datos de calificación de color de corteza se puede inferir la distinción entre pan con un 10% de amaranto y el testigo (100% trigo), pues el primero posee un color de corteza más oscuro.

TABLA 8.

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA PRUEBA TRIANGULO PARA PAN DE CAJA

	Harina Integral			Harina Blanca		
	5	10	15	5	10	15
A	7 n. s.	14 ***	12 **	4 n. s.	6 n. s.	10*
B	11	4	6	14	12	8
C	18	18	18	18	18	18

Número de jueces (A) que Favorecieron los Sigüientes Atributos:

	T	AM	T	AM	T	AM	T	AM	T	AM	T	AM
Sabor	2	5	5	9 n.s.	3	9 (p=0.10)	2	2	2	4	3	7 n.s.
Color Corteza	3	4	6	8 n.s.	5	7 n.s.	1	3	4	2	2	8 (p=0.10)
Color Miga	5	2	7	7 n.s.	8	4 n.s.	4	0	3	3	4	6 n.s.
Apariencia	2	5	7	7 n.s.	7	5 n.s.	1	3	4	2	5	5 n.s.
Suavidad	4	3	7	7 n.s.	5	7 n.s.	3	1	2	4	5	5 n.s.

A= número de jueces que detectaron la muestra "non", B= número de jueces que no la detectaron C= número total de jueces. T= pan testigo. AM= pan con amaranto. n.s.= no significativo. * = $p < 0.05$ ** = $p < 0.01$ *** = $p < 0.005$.

Se acepta la hipótesis de la existencia de una diferencia significativa entre el pan de trigo y el elaborado con un 15% de harina integral de amaranto (12 jueces-acertaron, $p/ 0.01$). Al analizar la significancia de los atributos, el único significativo fue el de sabor. Los jueces prefirieron al pan de amaranto (9, $p=0.1$).

En la fig. 2 se puede observar el número de jueces que detectaron la diferencia entre el pan-testigo y los de distintos porcentajes de amaranto (harinas integral y blanca). Al aumentar la concentración de harina integral de amaranto, se eleva el número de jueces que detectaron la diferencia. La curva atraviesa la zona de significancia, con límites de confiabilidad de 5% (10 jueces) y 1% (12 jueces), a concentraciones mayores del 5%.

Haciendo una inspección general de los panes con harina integral de amaranto, tanto de las determinaciones físicas como las organolépticas, el mejor pan fue el elaborado con un 5%, con una buena calidad panadera y no teniendo ninguna diferencia con el testigo.

Nota.- En el caso del pan con un 15%, hubo diferencia con respecto al testigo, pero esto resultó favorable para el pan con amaranto, pues los jueces lo preferieron.

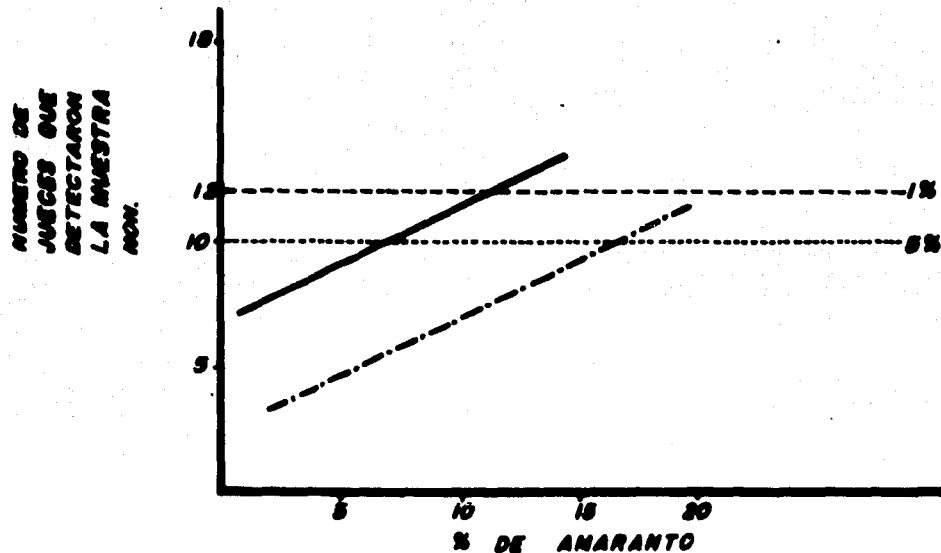


FIGURA Nº 2
PAN DE GAJA, EFECTO DEL AUMENTO DE PORCENTAJE DE HARINAS INTEGRAL Y BLANCA DE AMARANTO EN LA DETECCION DE LA MUESTRA DIFERENTE O "NON".
LIMITES DE CONFIABILIDAD: 5 Y 1%.
 - - - - - LA BLANCA ————— LA INTEGRAL

Harina Blanca de Amaranto.- En la tabla 9 podemos observar los valores obtenidos de las diversas determinaciones físicas de amaranto -- con tres diferentes concentraciones 5, 10 y 15%.

Las cantidades de agua para la óptima consistencia de la masa fueron disminuyendo donforme se fue incrementando el porcentaje de harina blanca de amaranto. Habiendo una diferencia de 2 cc entre el testigo y el pan con 15% de amaranto. El tiempo de amasado también sufrió una disminución con el amaranto. Esto es ventajoso, indicándose la facilidad de la integración del amaranto en la masa para elaborar pan. Para reforzar lo anteriormente dicho, la suavidad fue muy semejante entre la masa con 5, 10 y 15% de harina blanca de alegría; no hubo formación de grumos, ni otro tipo de materia que obstaculizara el amasado. Esto habla bien de la harina blanca de amaranto.

En términos generales el peso de todos los panes, incluyendo el testigo se mantuvo constante.

El mayor volumen obtenido fue con porcentajes de 5% de amaranto. En este caso, si resulta exitosa la introducción del amaranto en la elaboración de un pan. Los panes con un 10% tuvieron volúmenes un poco menores al de pan testigo. Sin embargo es una concentración que puede tolerar el pan. Y definitivamente el porcentaje de un 15% resulta desventajoso, pues se obtuvieron volúmenes mucho menores que el volumen del pan testigo (en promedio 30 cc).

TABLA 9.

INFORME DE PANIFICACION. PAN DE CAJA ELABORADO CON HARINA
COMERCIAL DE TRIGO Y HARINA BLANCA DE AMARANTO

Harina Comercial de Trigo %	Harina Integral de Amaran-- ranto %	Agua C.C.	Amasado minutos	Consis-- tencia Masa	Peso Pan Gramos	Volumen Pan C.C.	Color Miga	Color Corteza	Textura (Suavi-- dad)
Testigo:									
100	0	6	4.50	suave	156	845	100	100	100
95	5	5	3.60	suave	154	925	100	100	100
95	5	5	3.60	suave	155	890	100	100	100
95	5	5	3.60	suave	154	890	100	100	100
95	5	5	3.60	suave	156	900	100	100	100
95	5	5	3.60	suave	155	880	100	100	100
90	10	5	3.55	suave	156	830	95	105	95
90	10	5	3.55	suave	156	840	95	105	95
90	10	5	3.55	suave	155	855	95	105	95
90	10	5	3.55	suave	156	800	95	105	95
90	10	5	3.55	suave	156	830	95	105	95
85	15	4	3.50	suave	157	780	95	110	85
85	15	4	3.50	suave	157	770	95	110	85
85	15	4	3.50	suave	160	785	95	110	85
85	15	4	3.50	suave	157	770	95	110	85
85	15	4	3.50	suave	156	795	95	110	80

Del color de miga y de corteza se puede decir que se intensificó gradualmente con el amaranto, pero no tanto como la harina integral, esto se puede explicar por el menor contenido de cenizas en las harinas blancas. Los panes elaborados con un 5% fueron los mejores, pues obtuvieron la misma calificación que el pan testigo: 100. Sin embargo es preciso anotar que, si bien los panes con 10 y 15% de harina blanca de alegría fueron más oscuros en miga y corteza, no es tanta la diferencia con el testigo, sobre todo tratándose de la miga.

La suavidad se decrementó a partir de una concentración del 10% obteniéndose valores de 85 para pan con un 15%. El amaranto por consiguiente tiene compuestos responsables del aumento de dureza.

De todo lo anterior se deduce que el mejor pan, claro comparándolo con el de trigo, fue el elaborado con un 5% de harina blanca de alegría, de hecho obtuvo las mismas calificaciones en atributos, excepto en volumen donde lo superó.

Evaluación Sensorial.- Con respecto a la evaluación sensorial (prueba triángulo, tabla 3) no se acepta la hipótesis de alguna diferencia entre pan de trigo y panes con 5 y 10% de harina de amaranto. Si se encontró diferencia significativa entre el pan testigo y el de 15% de harina blanca de amaranto ($p < 0.05$) el atributo diferente fue el color ($p = 0.10$) para corteza. Los jueces favorecieron al a

maranto (15%).

En la fig. 2 se puede observar la tendencia a detectar la diferencia conforme aumenta el porcentaje de harina blanca de amaranto y las zonas en donde hay diferencia significativa. Alcanzando significancia los porcentajes mayores de 15.

Comparando los panes elaborados con ambos tipos de harina de amaranto, los de harina blanca tienen mejor calidad panadera y la detección de amaranto por los jueces es menor. Y de éstos el elaborado con un 5% es, por no decir igual, el más semejante al testigo.

III. 3. GALLETAS

Harina Integral de Amaranto.- A partir de los datos de color (tabla 10) se nota el incremento de la intensidad de éste al elevarse el contenido de harina integral de amaranto a partir de una concentración del 10%, con una calificación de 110, valor superior que el obtenido por el testigo (100). El color puede controlarse con un menor tiempo de cocción o temperaturas más bajas, cuidando que no quede cruda la galleta.

Uno de los serios problemas en producción de galletas es la extensión de la galleta, en especial cuando el empaque se hace pro máquinas, en donde no debe haber error de tamaño de la galleta. Muchas veces puede pasarse por alto el sabor, apariencia o textura, pero no la extensión de la galleta (Matz, 1978). Una medida que involucra a la extensión es el factor galleta (W/L). Los valores para galletas con 100% harina comercial de trigo, 5, 10, 15 y 20% de harina integral de amaranto se enlistan en la tabla 11. Para las galletas testigo (100% harina comercial de trigo) se obtuvo un factor galleta igual a 4.22. Este factor fue elevado con la presencia del amaranto, alcanzando su máximo valor (4.78) con una concentración de 15% y descendió a 4.07 con un 20%.

Aunque no se haya determinado la textura y el agrietamiento, es preciso señalar la dureza y el no agrietamiento

TABLA 10.

GALLETAS ELABORADAS CON HARINA COMERCIAL DE TRIGO, HARINA INTEGRAL Y
BLANCA DE AMARANTO. CALIFICACION DE COLOR.

Harina Comercial de Trigo %	Harina Integral de Amaranto %	Harina Blanca de Amaranto %	Calificación de Color
100	---	---	100
95	5	---	100
90	10	---	110
85	15	---	110
80	20	---	110
95	---	5	100
90	---	10	100
85	---	15	105
80	---	20	110

TABLA 11.

GALLETAS ELABORADAS CON HARINA COMERCIAL DE TRIGO Y HARINA INTEGRAL DE AMARANTO. DETERMINACION FACTOR GALLETA W/L,*

Harina Comercial de Trigo %	Harina Integral de Amaranto %	\bar{x} De los Tres Diámetros de Cada Galleta	Longitud de las 5 Galletas	Factor Galleta W/L
100	---	62.50		
100	---	63.50		
100	---	65.10		
100	---	62.80		
100	---	65.10		
	Total = W =	319.06	75.6	<u>4.22</u>
95	5	64.06		
95	5	61.93		
95	5	67.13		
95	5	63.73		
95	5	64.10		
	Total = W =	320.96	72.6	<u>4.42</u>
90	10	67.13		
90	10	64.50		
90	10	63.53		
90	10	66.80		
90	10	64.33		
	Total = W =	326.29	73.0	<u>4.46</u>
85	15	66.90		
85	15	67.66		
85	15	64.90		
85	15	65.56		
85	15	67.23		
	Total = W =	332.26	69.4	<u>4.78</u>

....

Continuación.

TABLA 11.

GALLETAS ELABORADAS CON HARINA COMERCIAL DE TRIGO Y HARINA INTEGRAL DE AMARANTO. DETERMINACION FACTOR GALLETA W/L, *

Harina Comercial de Trigo %	Harina Integral de Amaranto %	\bar{x} De los Tres Diámetros de Cada Galleta	Longitud de las 5 Galleta	Factor Galleta W/L
80	20	66.00		
80	20	61.70		
80	20	66.53		
80	20	66.83		
80	20	63.53		
	Total = W =	324.59	79.6	<u>4.07</u>

* W = \bar{x} Diámetros, L = Longitud de las galletas.

como factor común en todas las galletas elaboradas, incluyendo a las testigo, por lo cual estos defectos no pueden atribuirse al amaranto. En la formación de las galletas, uno de los ingredientes presentes fue la leche, posible -- responsable de la dureza y el no agrietamiento se debe a un alto nivel de azúcar (Matz, 1978). Para confirmar lo anterior es necesario realizar las pruebas convenientes.

Evaluación Sensorial.- A pesar de la elaboración de galletas a cuatro diferentes concentraciones, la prueba triángulo sólo se aplicó a galletas con la mínima y máxima concentraciones (5 y 20%) debido a la falta de disponibilidad de jueces, (tabla 12).

Tanto para las galletas elaboradas con un 5% como para las de un 20%, el número de jueces que identificaron correctamente la muestra "non" fue de 8, lo cual indica la no diferencia significativa entre estas galletas con amaranto y las testigo. Por tanto se debe a cosas del azar.

Según la fig. 3 no hay proporcionalidad directa entre el número de jueces que detectaron la diferencia y el porcentaje de harina integral de amaranto existente en las galletas. Lo cual reafirma la presencia del factor azar.

Haciendo el análisis de las pruebas físicas y organolépticas el amaranto (harina integral) puede estar presente hasta en un 15% sin afectar la calidad de la galleta y muy al contrario, mejorándola.

Harina Blanca de Amaranto.- Observando los datos de -

TABLA 12.

ANALISIS DE RESULTADOS DE LA PRUEBA TRIANGULO PARA GALLETAS

	Harina Integral		Harina Blanca	
	5	20	5	20
A	8 n. s.	8 n. s.	9 n. s.	5 n. s.
B	10	10	9	13
C	18	18	18	16

Número de Jueces (A) que Favorecieron los Siguientes Atributos:

	T	AM	T	AM	T	AM	T	AM
Sabor	1	7	1	7	2	7	1	4
Color Corteza	2	6	3	5	2	7	2	3
Color Miga	3	5	6	2	4	5	2	3
Apariencia	2	6	4	4	5	4	2	3
Suavidad	2	6	4	4	5	4	2	3

A= número de jueces que detectaron la muestra "non". B= número de jueces que no la detectaron C= número total de jueces. T= galleta testigo. AM= galleta con amaranto. - - n. s. = no significativo * = $p \leq 0.05$ ** = $p \leq 0.01$ *** = $p \leq 0.005$.

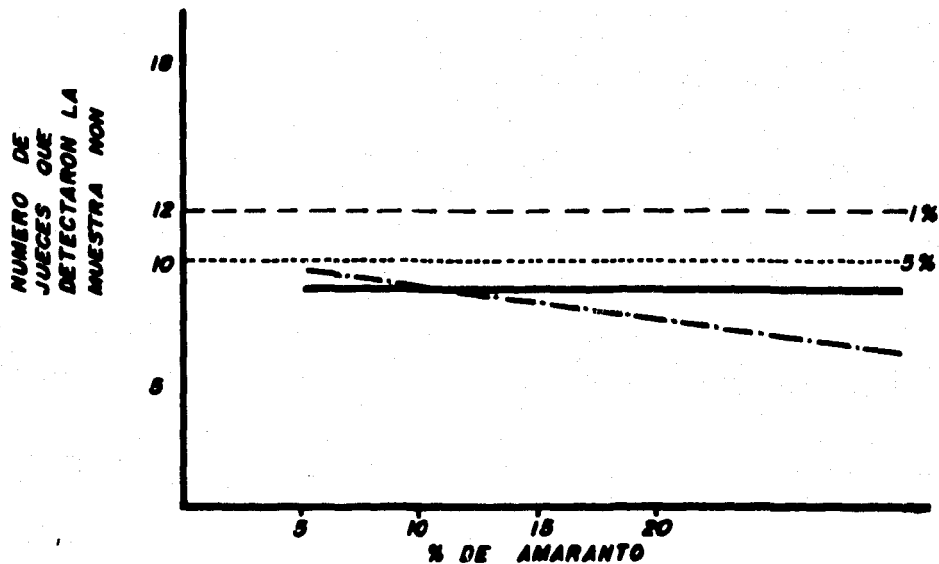


FIGURA N° 3
GALLETA. EFECTO DEL AUMENTO DE PORCENTAJE DE HARINAS INTEGRAL Y
BLANCA DE AMARANTO DE LA DETECCION DE LA MUESTRA DIFERENTE O
NON. LIMITES DE CONFIABILIDAD: 9 Y 12.

————— HARINA INTEGRAL DE AMARANTO
 - · - · - · - · - HARINA BLANCA DE AMARANTO

color y comparándolos con los de harina integral éstos resultaron poco diferentes al testigo (tabla 10). El incremento del amaranto intensifica el color café de la galleta siendo esto en mayor proporción en el caso de la harina in gral que en el de la blanca.

Con respecto al factor galleta, la mejor concentración fue 10% de harina blanca, teniendo una calificación ligeramente superior al valor de la galleta-testigo. A --- concentraciones mayores descienden los valores del factor-galleta.

Evaluación Sensorial.- Las galletas con un 5% de harina blanca de amaranto no fueron significativamente diferentes a las galletas-testigo, (tabla 12). Esto mismo sucedió con las galletas con un 20%. Lo curioso del caso es que el número de jueces descendió al aumentar la concentración de harina blanca de amaranto. Esto no tiene importancia desde el punto de vista estadístico, pues ninguno de los porcentajes obtuvo la significancia.

Haciendo una inspección general, la harina integral, fue la más idónea para la elaboración de galletas tomando como referencia principal el factor galleta, cuyo valor máximo fue de 4.78 a un 15%; y además no hubo diferencia significativa con el testigo.

Nota.- Aquí también se observó dureza y no agrieta -- miento.

TABLA 13.

GALLETAS ELABORADAS CON HARINA COMERCIAL DE TRIGO Y HARINA BLANCA DE
 AMARANTO. DETERMINACION FACTOR GALLETA W/L, *

Harina Comercial de Trigo %	Harina Integral de Amaranto %	\bar{x} De los Tres Diámetros de Cada Galleta	Longitud de las 5 Galletas	Factor Galleta W/L
95	5	62.26		
95	5	62.43		
95	5	61.76		
95	5	63.53		
95	5	62.96		
		Total = W =	312.94	76.50
				<u>4.07</u>
90	10	63.83		
90	10	64.43		
90	10	60.76		
90	10	66.26		
90	10	63.06		
		Total = W =	318.34	75.00
				<u>4.24</u>
85	15	63.76		
85	15	62.43		
85	15	63.33		
85	15	64.23		
85	15	61.86		
		Total = W =	315.61	76.20
				<u>4.14</u>
80	20	60.50		
80	20	60.50		
80	20	60.53		
80	20	62.06		
80	20	62.03		
		Total = W =	305.62	76.00
				<u>4.02</u>

* $W = \bar{x}$ diámetros, L = longitud de las 5 galletas. Para el testigo ver Tabla 11.

III. 4. PASTEL

Harina Integral de Amaranto.- La tabla 14 recoge los datos de las siguientes determinaciones físicas: color de miga y de corteza, textura y área de la rebanada.

En cuanto a color se refiere sucedió exactamente lo mismo que con pan de caja elaborado con harina integral de amaranto: al aumentar el porcentaje de harina de amaranto se intensificó el color de miga y de corteza.

En corteza puede ser que no sea problema, pero en miga sí, pues el color preferido es un amarillo-huevo, no blanco pero tampoco oscuro como queda con amaranto. Esto, lo vuelvo a repetir es puramente de carácter subjetivo.

Tanto el pastel elaborado con un 5 como el de 20% de harina integral de amaranto tuvieron la misma calificación en color de corteza (110), pero no en miga, notándose el color más oscuro con la concentración mayor (20%), por lo cual es mejor una concentración del 5%.

Textura.- Hubo disminución de suavidad, 100 para el testigo y 90 para los de 5 y 20% de amaranto. Aunque no fue mucha la diferencia y además se podían comer, no es ventajoso introducir el amaranto.

La menor concentración (5%) es la más aceptable, aunque no está muy mal usar una concentración del 20%.

No fue exitosa la introducción del amaranto en cuanto

TABLA 14.

PASTELES ELABORADOS CON HARINA COMERCIAL DE TRIGO, HARINAS INTEGRAL
Y BLANCA DE AMARANTO. CALIFICACION DE COLOR DE MIGA,
CORTEZA Y TEXTURA. DETERMINACION DE AREA.

Harina Comercial de Trigo %	Harina Integral de Amaranto %	Color Miga	Color Corteza	Textura	Area \bar{x} cm ²
100	---	100	100	100	62.76
95	5	90	110	90	58.03
80	20	85	110	90	57.86
	Harina Blanca de Amaranto %				
95	5	95	100	95	69.20
80	20	90	100	90	55.33

al área, el pastel con 5 y 20% de harina integral de amaranto obtuvieron un valor menor que el testigo.

Evaluación Sensorial.- Para pastel con 5% de harina integral de amaranto, el número de jueces que detectaron la diferencia entre éste y el de 100% de harina comercial de trigo fue de cuatro, o sea que se rechaza la hipótesis de la existencia de alguna diferencia significativa (tabla 15). Al aumentar el amaranto el número de jueces aumentó a 8, pero no alcanzó un valor de significancia. Por lo cual ninguno de los atributos se analiza, ya que todo fue seleccionado al azar.

Según la fig. 4, al observar la curva para harina integral, se nota una tendencia clara por alcanzar la significancia a concentraciones mucho mayores de 20%.

Dicho lo cual, los panes elaborados con harina integral de amaranto no ofrecen ninguna diferencia significativa respecto al pan con 100% de harina comercial de trigo y pueden ser consumidos sin notarse algo extraño en su elaboración.

Harina Blanca.- La harina blanca de amaranto no afectó mucho el color de la miga, la intensidad fue menor que la obtenida con harina integral, pero mayor que la de pastel con 100% de harina comercial de trigo.

El color de corteza, tanto para un 5 como para 20% de harina blanca de amaranto fue igual al del pastel testigo.

TABLA 15

ANALISIS DE RESULTADOS DE LA PRUEBA TRIANGULO PARA PASTEL

	Harina Integral		Harina Blanca	
	5	20	5	20
A	4 n.s.	8 n.s.	6 n.s.	6 n.s.
B	14	10	12	12
C	18	18	18	18

Número de Jueces (A) que Favorecieron los Sigüientes Atributos:

	T	AM	T	AM	T	AM	T	AM
Sabor	0	4	2	6	3	3	2	4
Color Corteza	1	3	1	7	3	3	2	4
Color Miga	1	3	1	7	3	3	3	3
Apariencia	1	3	1	7	2	4	2	4
Suavidad	2	2	4	4	3	3	2	4

A= número de jueces que detectaron la muestra "non", B= número de jueces que no la detectaron, C= número total de jueces. T= pastel testigo, AM= pastel con amaranto. - - - n.s.= no significativo. * = $p \leq 0.05$ ** = $p \leq 0.01$ *** = $p \leq 0.005$.

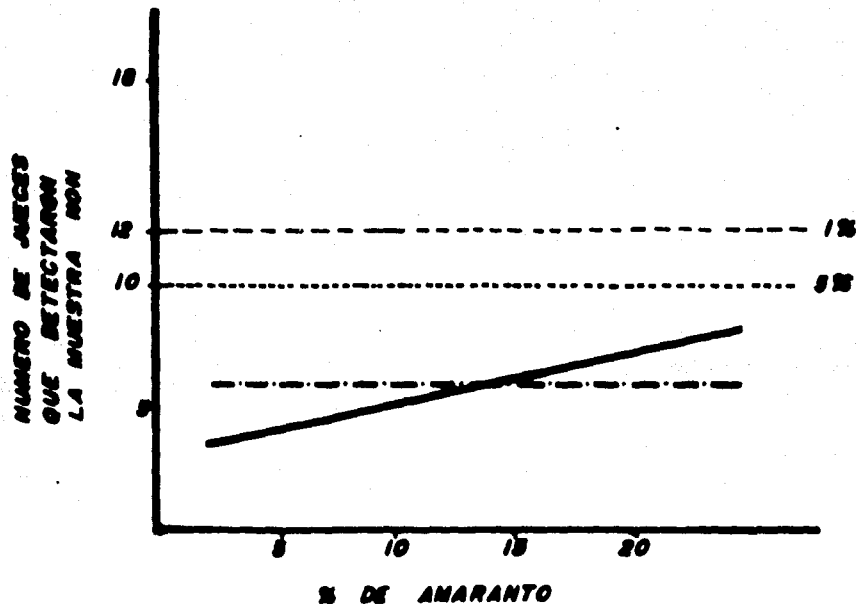


FIGURA N° 4
PASTEL. EFECTO DEL AUMENTO DE PORCENTAJE DE HARINAS INTEGRAL Y
BLANCA DE AMARANTO EN LA DETECCION DE LA MUESTRA DIFERENTE O "NON."

————— HARINA INTEGRAL DE AMARANTO
 - - - - - HARINA BLANCA DE AMARANTO

Esto es bueno aunque se tenga la desventaja del color de miga, (tabla 14).

La textura fue más semejante a la del pastel-testigo que la de los pasteles con harina integral.

Y el área de rebanada aumentó más a una concentración de 5% de harina blanca que la obtenida con 100% de trigo y se decrementó con un porcentaje mayor. Y por supuesto también fue mayor el área de rebanada con harina blanca que con la integral. Otra vez la harina blanca de amaranto supero a la integral y esto es comprensible teniendo en cuenta que la última contiene cenizas y otro tipo de materiales que afectan considerablemente la calidad panadera del producto.

Evaluación Sensorial.- Aquí el número de jueces que detectaron la diferencia entre pastel-testigo y pastel con harina blanca de alegría fue el mismo, 6, tanto para un 5% y 20% (tabla 15). Por ende a ninguna concentración se puede aceptar la hipótesis de la diferencia significativa. Los pasteles pueden pasar muy bien por unos elaborados con 100% de trigo.

Según la fig. 4, se observa la tendencia de que un mayor número de jueces detecten la muestra "non", al aumentar el porcentaje de alegría.

Haciendo un análisis comparativo de los dos tipos de harina de amaranto, integral y blanca, ésta última tuvo una mejor calificación para pastel:

- no obscureció la miga ni la corteza
- no aumento la dureza tanto como la -
integral
- a una concentración de 5% se obtuvo
una mayor área de rebanada que la -
del papel testigo
- y no existe diferencia significati-
va con este último.

III. 5. TORTILLAS

Harina Integral de Amaranto.- El porcentaje de harina integral de amaranto -- que obtuvo una formación de ampolla similar a la de la tortilla testigo (minsa - harina comercial de trigo, 2:1) fue de 15% (tabla 16). El doblado de la tortilla fresca también obtuvo la misma calificación que la testigo (Mb). Las tortillas con porcentajes de 5, 10 y 20 obtuvieron calificaciones inferiores.

Con respecto al doblado después del almacenamiento de 24 horas ninguna tortilla se pudo doblar, pues había rompimiento. Por tanto el amaranto no es responsable de este defecto.

Evaluación Sensorial.- En la tabla 17 se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba triángulo aplicada a tortillas elaboradas con harina integral de amaranto. A ninguna concentración hubo diferencia significativa: el número de jueces -- que identificaron la muestra "non" fue menor de 10. Se omitió la concentración de un 20% debido al poco éxito y a la falta de jueces. Las preferencias por las tortillas con amaranto y la testigo en los diferentes atributos no poseen ninguna validez estadística, o sea fueron hechas al azar.

Según la fig. 5, la curva indica el aumento del número de jueces que detectan la muestra "non" se debe al au -

TABLA 16.

TORTILLA ELABORADA CON HARINA COMERCIAL DE TRIGO, HARINA INTEGRAL Y
 BLANCA DE AMARANTO. CALIFICACION DE: FORMACION DE AMPOLLA.
 DOBLADO Y DOBLADO DESPUES DE UN ALMACENAMIENTO DE 24 HRS.

Harina de Mafz y Harina Comercial de Trigo (2:1)	Harina Integral de Amaranto. %	Ampolla	Doblado (en fco.)	Doblado después DE 24 HRS.
100	---	xxx	xx	No
95	5	xx	x	No
90	10	xx	xx	No
85	15	xxx	xx	No
80	20	x	x	No
	Harina Blanca de Amaranto %			
95	5	xx	x	No
90	10	x	x	No
85	15	x	x	No
80	20	No	No	No
	Semilla Nixtamalizada y Molida de Amaranto- %			
95	5	xx	x	No
90	10	xx	x	No
85	15	xxx	xx	No
80	20	x	x	No
75	25	x	No	No
70	30	x	No	No
60	40	x	No	No

TABLA 17.

ANALISIS DE RESULTADOS DE LA PRUEBA TRIANGULO PARA TORTILLAS

	Harina Integral			Harina Blanca		
	5	10	15	5	10	15
A	7 n. s.	8 n. s.	8 n. s.	4 n. s.	7 n. s.	6 n. s.
B	11	10	10	14	11	12
C	18	18	18	18	18	18

Número de Jueces (A) que Favorecieron los Sigüientes Atributos:

	T	AM	T	AM	T	AM	T	AM	T	AM	T	AM
Sabor	2	5	1	7	5	3	1	3	0	7	2	4
Color	3	4	0	8	4	4	0	4	3	4	1	5
Apariencia	1	6	2	6	3	5	0	4	2	5	2	4
Suavidad	2	5	3	5	4	4	1	3	4	3	0	6

A= número de jueces que detectaron la muestra "non". B= número de jueces que no la detectaron C= nuero total de jueces. T= tortilla con Amaranto. n. s. = no significativo.
 * = $p \leq 0.05$. ** = $p \leq 0.01$. *** = $p \leq 0.005$.

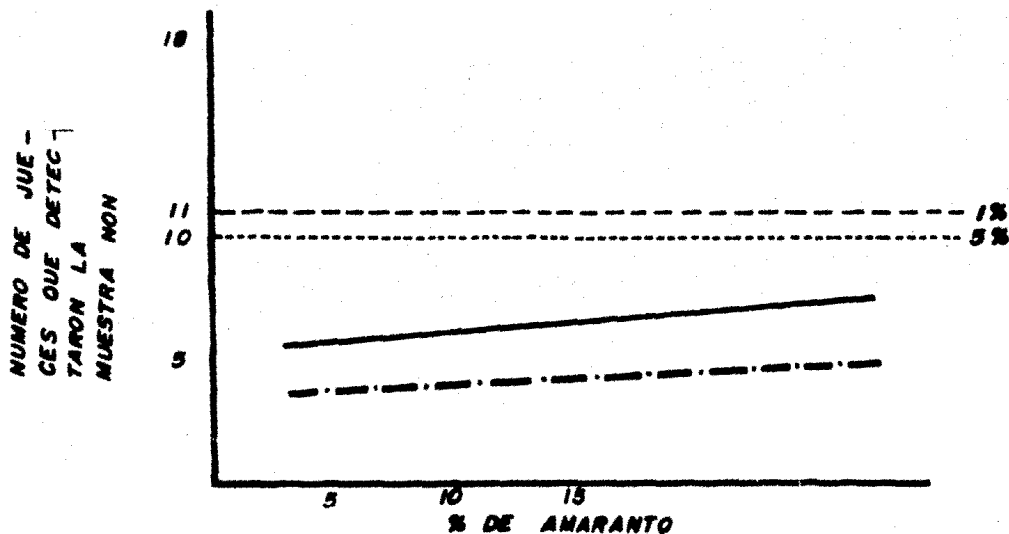


FIGURA N° 5

BOJILLA. EFECTO DEL AUMENTO DE PORCENTAJE DE HARINAS INTEGRAL Y BLANCA DE AMARANTO EN LA DETECCIÓN DE LA MUESTRA DIFERENTE O NON. LÍMITES DE CONFIABILIDAD: 5 Y 1%

————— HARINA INTEGRAL DE AMARANTO
 - - - - - HARINA BLANCA DE AMARANTO

mento de la proporción de la harina integral de amaranto.

Por todo lo anterior la mejor tortilla con harina integral de amaranto fue la elaborada con 15%, teniendo la misma calidad que la testigo y no hubo diferencia significativa con ellas.

Harina Blanca de Amaranto.- La tortilla elaborada con un 5% de harina blanca de amaranto tuvo una calificación de Mb en doblado, siendo la más parecida a la testigo. Un incremento de amaranto disminuye la calidad de la tortilla. El doblado después de 24 horas fue muy malo para todas las tortillas (incluyendo a la testigo, tabla 16).

Evaluación Sensorial.- Tanto para tortillas con 5, 10 y 15% de amaranto, se rechaza la hipótesis de la existencia de una diferencia significativa entre éstas y la testigo (tabla 17). Aquí también se omitió la de un 20%.

La curva (fig. 5) muestra la tendencia a detectar la muestra diferente con mayor facilidad al incrementarse las proporciones de harina blanca de amaranto, aunque en menor grado que en el caso de la harina integral.

Semilla nixtamalizada.- A pesar de la buena calificación de ampolla, Excelente, para la tortilla elaborada con 15% de semilla nixtamalizada de amaranto, no tiene caso llevar a cabo una nixtamalización, si se obtienen los mismos resultados con la harina

integral a la misma proporción. Por lo tanto a estas tortillas no se les aplicó prueba triángulo para su evaluación sensorial.

La harina integral resultó mejor que la blanca, con una calidad semejante (por no decir igual) a la tortilla elaborada con minsa y trigo a un porcentaje de 15% y sin -- presentar diferencia significativa.

IV. CONCLUSIONES

Si consideramos el poco cultivo existente de amaranto, sus requerimientos especiales de cultivo, su cosecha manual, y por ende su elevado precio (\$ 80.00 el Kg - en La Merced y \$ 20.00 el cuartillo en Tulyehualco), no es aconsejable su empleo en productos de panificación --- (pan, galletas y pastel) y tortillas, pues su costo se -- incrementaría enormemente. Ahora bien, si se considera -- su cultivo potencial en mayor proporción, con sistemas - de riego y cultivo adecuados, su valor nutritivo (alto -- contenido de proteína y lisina) y el uso de la harina integral (acostumbrando al público a su consumo), o bien, - si se emplean las harinas blancas, encontrar mercados para el granillo y el salvado, a parte del de alimento para ganado, sería más rentable la introducción del grano y de la planta misma de amaranto. Esto está llevándose a cabo con bastante éxito en la India, (Rodale, 1977).

Hablando ya, de los productos elaborados en el presente trabajo, con lo que respecta al pan de caja y pastel, la mejor harina de amaranto fue la blanca, pues su calidad panadera fue muy semejante a la harina comercial de trigo. En cambio, para galletas la mejor harina fue la integral, incrementando considerablemente el factor galleta. La concentración ideal fue de un 15%.

El análisis estadístico para determinar la diferencia significativa entre las muestras testigo (100% trigo) y las a evaluar con diferentes concentraciones de harinas

integral y blanca, arroja datos concluyentes: no existe diferencia significativa entre los productos de trigo y los de amaranto, excepto para pan de caja, en donde si la hay en concentraciones de 10 y 15% de harina integral y un 15% de harina blanca, con una ligera tendencia a preferir los panes con amaranto.

La harina de mejor calidad para hacer tortillas fue integral, con una óptima concentración de 15%. Formándose ampolla y con doblado similar a la tortilla testigo. No hubo diferencia significativa entre las tortillas con amaranto y las elaboradas con una mezcla de maíz y trigo. Y aunque no es válido estadísticamente hablando, hubo preferencia por el sabor de las tortillas con amaranto.

La masa para la elaboración de los cuatro productos no presentó formación de grumos, lo cual indica la fácil incorporación del amaranto a dichos productos.

Por medio de las gráficas, en términos generales, se puede observar la tendencia a elevarse el número de jueces que detectaron la muestra diferente conforme al aumento de las proporciones de harinas integral y blanca de amaranto. Siendo ésto más notorio con la primera.

Cabe mencionar que para futuros trabajos es preciso realizar un aminograma para cada producto, con el fin de determinar la cantidad de lisina presente en cada uno de ellos y comparar con los productos testigo.

Para finalizar:

el amaranto puede integrarse técnicamente a pan,

galleta, pastel y tortillas, habiendo una mejoría nutricional y en sabor con su producción, pero es preciso reducir sus costos de alguna manera.

V. BIBLIOGRAFIA

- ABDI, H., K. Maharaj S. (1976) Distribution of lysine in different legumes and some species of Amaranthus seeds. Journal of Food Science and Technology. 13:5, 237-239.
- ASANOVIC, S. (1977) Propiedades culinarias del amaranto. Correspondencia personal, carta dirigida a Nancy N. Bailey. Wilton, Connecticut, mayo 15.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTIC CHEMISTS (1975) Official Methods of Analyses of the AOAC. 12 ed. Washington, William Horwitz, editor.
- AYRES, G. H. (1970) Quantitative Chemical Analyses. 2 ed. New York, Harper and Row Publishers Inc.
- BADAMI, R. C., K. B. Patil. (1976) Studies on vegetable oils of genus Amaranthus. Journal of Oil Technologists Association of India. 8:4, 131.
- BAILEY, N. N. (1940) Notes on the use of various species of amaranth and Chenopodium album. 287
- BAILEY, N. N. (1977) Amaranth. Memorandum to Ted Black, Alex Curdard, John Haberer .../et al./, march 21.
- BEHARI, M. C., C. K. Anandhiwat. (1976) Chemical examination of Amaranthus spinosus Linn. Current Science. 45:13, 481-482.
- BORTY, B. (1977) Service of Bibliography of Amaranth. Indiginous Foods Consultants, Inc.
- CASTILLA, F. CH. (1979) Recetario de Productos de Panificación. Publicación Interna. Dpto. Farinología. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). SAHR. Chapingo, Edo. de México. p 5.
- DAUN, J. K., R. Tkachuck. (1976) Fatty acid composition of oils extracted from canadian weed seeds. Journal of American Oil Chemists' Society. 53:10, 661-662.
- DEVADAS, R. P., R. Ch. Usha. (1977) Biological evaluation of ragi-based low cost indiginous diet mixture on albino rats. Indian J. Nutr. Diet. 14:9, 253-259.
- DICCIONARIO ENCICLOPEDICO U.T.E.H.A. (1951) México, Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana, vol. I
- DOWNTON, W. J. S. (1973) Amaranthus edulis, a high lysine amaranth. World Crop. 25:1, 20.

- ERWIN, B. R. (1955) Alegria, a popping seed used in Mexico as a substitute for popcorn. *Iowa State Col J. Science.* 9, 657--665.
- FARIAS, J. G. (1976) Legislación sanitaria aplicada a los comestibles. *Tecnología de Alimentos.* 11:3, 132-139.
- GARCHA, J. S., D. S. Wagle. (1975) Chemical composition of leaf residue of various crops and their in vitro utilization by rumen microflora. *Indian J. of Animal Science.* 45:4, 197-200.
- GRIDGEMAN, N. T. (1955) Taste comparisons: two samples or three?. - *Food Technology.* 9, 148.
- GRIDGEMAN, N. T. (1961) A comparison of some taste-test methods. - *Journal of Food Science.* 26, 171.
- GRUBBEN, G. J. H. (1975) La culture de l'amarante, légume-feuille-tropical avec référence spéciale au Sud-Dahomey. *Mededelingen Landbouwhoschool. Wageningen, Nederland.* p 75-76.
- HARROLD, R. L., J. D. Nalewaja. (1977) Proximate mineral and amino-acid composition of 15 weed seeds. *Journal of Animal Science.* 44:3, 389-394.
- HENNESSY, E. F., O. A. A. M. Lewis (1971) Anti-pellagragenic properties of wild plantas used as dietary supplements in Natal (South Africa). *Plant Foods of Human Nutrition.* 2:2, 75-78.
- HURLEY, D. P. (1979) "Comunicación Personal". ENEP- Cuautitlán-UNAM Sección de Estadística. Edo. de México.
- INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS. COMITEE ON SENSORY EVALUATION. -- (1964) Sensory testing guide for panel evaluation of foods and beverages. *Food Technology.* 18, (1135) 25.
- JOSLIN, H. A. (1970) *Methods in Food Analyses.* 2 ed. London, Academic Press.
- JONES, V. H. (1953) Review of the grain amaranths. *America Anti-quity.* 19, 90-92.
- KENT, N. L. (1971) *Tecnología de los Cereales.* Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- KRAMER, A., B. A. Twigg. (1970) *Quality Control for the Food Industry.* 3 ed. Westport, Connecticut, The AVI Publishing Company Inc., vol. I y II.

- MARDEN, G. C., R. N. Andersen. (1975) Forage nutritive value and palatability of 12 common annual seeds. *Crop Science*. 15:6, -821-827.
- MATZ, S. A., T. D. Matz. (1978) *Cookie and Cracker Technology*. 2 - ed. Westport, Connecticut. The AVI Publishing Company, Inc.
- MAYER, A., editor (1974) *New Protein Foods Technology*. Food Science and Technology, a Series of Monographs. New York and London, Academic Press. vol. IA.
- MODI, J. D., P. R. Kulkarni. (1975) In vitro digestability of starches. *Journal of Food Science and Technology*. 13:1, 47-48.
- NELSON, J. H., Glass, R. L. & Geddes, W. F. (1963), the triglycerides and fatty acids of wheat. *Cereal Chemistry*. 40, 343.
- RODALE PRESS INC., ed. (1977) *Amaranth round-up*. Por Robert Rodale. J. Sauer.../et al./ Pennsylvania, Rodale.
- RODALE PRESS INC., ed. (1975) *Modern-day Johnny Appleseeds*. Introduce new high protein grain. Por Ted Black. Pennsylvania.
- SANCHEZ, O. (1978) *La Flora del Valle de México*. 4 ed. México, Editorial Herrero. p 589.
- SAUER, J. (1950) The grain amaranths: a survey of their history -- and classification. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 54, 103-107.
- SAUER, J. (1967) The grain amaranths and their relatives: a revised taxonomic and geographic survey. *Annals of the Missouri Bot. Garden*. 54, 103-137.
- SCULLIN, M. (1968) The grain amaranths and chenopods as components--south american agriculture. *S. l.*, 7.
- SIMEON, R. (1977) *Diccionario de la Lengua Nahuatl o Mexicana*. México, Siglo Veintiuno editores, S. A., p 783
- SNEDECOR, G. W., W. G. Cochran. (1977) *Statistical Methods*. 6 ed.-Iowa State University Press, p 593.
- SOLLARS, W. F. (1959) Effects of the water-soluble constituents of wheat flour on cookie diameter. *Cereal Chemistry*. 36, 498-513
- WATT, B. K., A. L. Merrill et al. (1975) *Handbook of the Nutritional-Contents of Foods*. U. S. A. Department of Agriculture. New - York, Dover Publications, Inc.

- WHITAKER, T. W., H. C. Cutter. (1966) Food plants in a Mexican market. Economic Botany. 20, 6-16.
- WINTON, A. L., K. B. Winton. (1947) The Analyses of Foods. London, - John Wiley & Sons, Inc.
- YEPES, C. I. (1979) "Comunicación Personal". ENEP-Quautitlán-UNAM.- Sección de Alimentos. Edo. de México.