

133  
2ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**

**ELABORACION DE UN PRODUCTO DE PANIFICACION  
CON MAYOR CONTENIDO DE PROTEINAS Y LISINA**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

P R E S E N T A:

PATRICIA V. TORRES DURAN

México, D. F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1991



## **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

|      |  |    |
|------|--|----|
| I    | INTRODUCCION.....  | 1  |
| II   | GENERALIDADES.....   | 3  |
|      | II.1 Productos del trigo y valor nutritivo.....  | 3  |
|      | II.2 Nutrición.....  | 3  |
|      | II.3 Selección de concentrados.....  | 10 |
| III  | DISEÑO EXPERIMENTAL.....   | 19 |
| IV   | MATERIALES Y METODOS.....  | 22 |
|      | IV.1 Materiales.....   | 22 |
|      | IV.2 Métodos.....  | 23 |
| V    | RESULTADOS.....  | 32 |
|      | V.1 Mezclas teóricas y cálculo de valores estimativos..                                      | 32 |
|      | V.2 Pruebas de panificación.....   | 32 |
|      | V.3 Análisis proximal de producto patrón, de<br>muestras comerciales y de materia prima..... | 33 |
|      | V.4 Extracción de concentrados.....  | 34 |
|      | V.5 Elaboración de productos de panificación.....  | 36 |
| VI   | COSTOS.....  | 37 |
| VII  | DISCUSION DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....  | 39 |
| VIII | BIBLIOGRAFIA.....  | 44 |

## I. INTRODUCCION

Quando se incursiona en estudios referentes a aspectos de un alimento específico, es necesario mencionar el estado general de nutrición de la población donde se realiza el estudio, se deben considerar que la economía, la educación y los hábitos alimenticios son los que determinan el grado de nutrición de una población, y a la vez la tecnología y la comercialización, van haciendo al individuo esclavo de una propaganda de consumo de productos procesados, generalmente con pocos nutrimentos esenciales.

La FAO reporta que el porcentaje de desnutrición mundial varía de 15% a 25% aproximadamente, y es más grave en algunos grupos étnicos, se calcula que la mitad de los niños de 6 años de países subdesarrollados se ven sometidos a riesgos de salud y de desarrollo total (11).

En México, muchas familias no alcanzan a satisfacer los requerimientos mínimos diarios, como lo muestran los datos de la Tabla No. 1 sobre encuestas de consumo de nutrientes en distintos lugares de la República Mexicana (19). Si estos datos se comparan con los requerimientos mínimos diarios necesarios, se confirma que el grado de nutrición, balance de nutrimentos y balance calórico son bajos en nuestro país (10,33).

También se observa un desbalance calórico-protéico, ya que

## CONSUMO DE NUTRIMENTOS POR PERSONA DIARIOS EN VARIAS POBLACIONES DE LA REP. MEXICANA

| NUTRIMENTOS   | Esqueda | Epotlán | Juchitán | Zinacatlán | Tlalpan | Requeri-<br>mentos |
|---------------|---------|---------|----------|------------|---------|--------------------|
|               | Son.    | Pue.    | Jal.     | Chis.      | D. F.   |                    |
| calorias      | 2.180   | 2.050   | 2.015    | 1.851      | 2.059   | 2.400              |
| prot. (g)     | 58      | 48      | 59       | 48         | 56      | 77                 |
| Ca (mg)       | 574     | 829     | 904      | 775        | 787     | 500                |
| Fe (mg)       | 20      | 17      | 14       | 14         | 17      | 17                 |
| Vit. A (mcg)  | 600     | 570     | 306      | 95         | 914     | 1.000              |
| Tiamina (mg)  | 1.7     | 1.0     | 1.8      | 1.8        | 1.7     | 2.4                |
| Ribofl. (mg)  | 0.76    | 0.5     | 0.75     | 0.65       | 0.7     | 1.2                |
| Niacina (mg)  | 19.9    | 16.1    | 16.7     | 15.2       | 16.7    | 21                 |
| Ac. Asc. (mg) | 17.0    | 19.2    | 36.4     | 34.8       | 34.5    | 50                 |

Ref. Encuestas Nutricionales en México. Vol II. Estudios  
CONACYT Pronal. Grupo de Nutrición. Mèx. D. F. 1978.  
Tablas de Valor Nutritivo de los Alimentos. INN. 1982

TABLA No. 1

el consumo promedio de proteínas es de 55.2 g, las que sólo aportan 221 calorías, el resto de éstas es suministrado por gran cantidad de carbohidratos y grasas. Estos datos también nos reflejan la dificultad de adquisición de alimentos ricos en otros nutrimentos y por otro lado la ignorancia en los hábitos alimenticios, por ejemplo el consumo de botanas, golosinas, refrescos, etc., especialmente en niveles socioeconómicos de pocos recursos.

Con base en estas observaciones se pensó en la adición de concentrados protéicos para la elaboración de productos de consumo popular, a base de harina de trigo, que permitieran mejorar la calidad de la dieta.

De los diversos productos se seleccionó pan blanco tipo bolillo, por su gran consumo y por ser el de menor costo dentro de los productos de panificación y repostería, asimismo se pensó que el enriquecimiento del bolillo serviría, de base para poder enriquecer otros productos de panificación, de tal forma que este trabajo tiene como objetivos principales:

- a) La elaboración de un producto de panificación con mayor contenido de proteínas y lisina.
- b) Establecer la metodología que permita aplicar la utilización de concentrados protéicos a otro tipo de productos de panificación y de repostería.

## II. GENERALIDADES

### II.1 Productos del trigo y valor nutritivo

El trigo, uno de los principales cultivos mundiales se comercializa principalmente en forma de harina de trigo, como se observa en la Tabla No. 2.

Por otro lado el 65% de la harina de primera es captada por empresas panaderas y pasteleras, el 18% en fabricación de pastas y galletas y 1% se dirige a grupos industriales; el 16% restante se encausa directamente al mercado de consumidor y/o compradores de harina para el comercio directo. De los productos de las empresas panaderas, el bolillo es el producto de mayor consumo (59).

En la Tabla No. 3 se muestran algunos tipos de productos elaborados con harina de trigo y los ingredientes básicos que los hacen característicos. Como se puede observar el pan blanco es el producto que contiene únicamente ingredientes básicos para darle el volumen y sabor característico (66), a comparación de los demás que contienen saborizantes, colorantes, rellenos, conservadores, etc., lo que facilita variar cada vez más los ingredientes y por lo tanto los precios.

### II.2 Nutrición

La nutrición humana, a través de los siglos ha buscado

## DISTRIBUCION EN EL COMERCIO DE LOS PRODUCTOS DE MOLIENDA DEL TRIGO

|                        |     |
|------------------------|-----|
| Harina de Primera----- | 70% |
| Harina de Segunda----- | 4%  |
| Harina integral-----   | 3%  |
| Salvado-----           | 16% |
| Grano entero-----      | 5%  |

Ref. Serie de productos básicos. Análisis  
y especulativas 1981. S.P.P. Dep. de Pesca.

TABLA No. 2

## PRODUCTOS DE LA HARINA DE TRIGO

| PRODUCTO                   | VARIETADES                                      | INGREDIENTES BASICOS<br>adicionados                             |
|----------------------------|---|---|
| Pan blanco                 | bolillo, telera,<br>pan de caja, ba-<br>quette. | levadura, agua y<br>sal.  |
| pan dulce espon-<br>joso   | conchas, moños,<br>cuernos.                     | levadura, azucar, gra-<br>sa, saborizantes.                     |
| bizcochos y golo-<br>sinas | panques, garibal-<br>dis, pastelitos<br>tartas. | grasa, azucar, huevos<br>saborizantes,<br>emulsificantes.       |
| galletas finas             | polvorones, navi-<br>deñas, holandesas          | azucar, alto contenido<br>de grasa, adornos, sa-<br>borizantes. |
| galletas saladas           | cocteleras                                      | sal, grasa, saborizan-<br>tes.                                  |
| galletas económi-<br>cas   | tipo Marias, ani-<br>malitos.                   | mieles, emulsifican-<br>tes, vainilla.                          |
| masa hojaldrada            | mil hojas, volo-<br>vanes.                      | grasas solidas, relleno-<br>nes.                                |
| pastas alimentici-<br>as   | spaguetti, talla-<br>rin, canelones.            | sal, huevo, colorantes  |

Ref.-Flores G. 'Apuntes de Técnicas Culinarias', ESDAI, 1981  
- Encuesta a personal especializado en repostería.

TABLA No. 3

mejores condiciones de vida, salud y rendimiento, desde el núcleo familiar hasta las grandes industrias, procurando facilitar una dieta mejor balanceada, que comprenda la combinación de los grupos alimenticios y con éstos elaborar menús con un mejor balance protéico-calórico (12).

Así, el hombre a lo largo de los años ha utilizado los cereales para su alimentación, descubrió la propiedad energética y de reserva al comprobar que el rendimiento de su trabajo diario era mayor cuando consumía este tipo de alimentos.

En el año 5,000 a.c., en Egipto se inventó la elaboración del pan, como primer producto de la harina de trigo: al mezclar la harina con agua formando una masa compacta, cubriéndola con ceniza y haciéndola reposar, se produjo una masa esponjosa, de olor característico, de mayor volumen y a la que a temperatura ambiente o templada se le formaba una costra; posteriormente se observó que al someterla al calor, esa masa se hacía más esponjosa, firme, y de buen sabor (12).

Ahora bien, al pan se le define como el producto obtenido de la mezcla de harina, sal, agua y levadura biológica sometida a fermentación y posteriormente a la acción del calor en horno (60).

En el proceso de fermentación se producen sustancias químicas, como aldehídos, cetonas, ácidos orgánicos, etc., obtenidos por el metabolismo de las levaduras sobre los carbohidratos, proteínas y enzimas que contiene el harina (4), en la Tabla No. 4 se enlistan algunos de estos metabolitos producidos durante la fermentación y los contenidos finalmente en el pan, los cuales dan el sabor y olor característico.

# PRODUCTOS QUIMICOS SINTETIZADOS DURANTE LA FERMENTACION Y LA COCCION DEL PAN

| C o m p u e s t o | En la fermentación | En el pan |
|-------------------|--------------------|-----------|
| Formaldehido      | +                  | +         |
| Acetaldehido      | +                  | +         |
| Propionaldehido   | -                  | +         |
| Butiraldehido     | +                  | -         |
| Isobutiraldehido  | +                  | -         |
| n-valeraldehido   | +                  | +         |
| 2-metilobutanal   | +                  | +         |
| n-hexaldehido     | +                  | +         |
| Piruvaldehido     | -                  | +         |
| Furfural          | -                  | +         |
| Metilonal         | -                  | +         |
| Acetona           | +                  | +         |
| 2-butanona        | +                  | -         |
| 2-hexanona        | -                  | +         |
| 3-heptanona       | +                  | +         |
| Diacetilo         | +                  | +         |
| Acetoina          | +                  | +         |

Ref. Badui, D. "Química de los alimentos" Ed. Alambra Mexicana, Prim. Ed. 1961

TABLA No. 4

El pan como producto de un cereal, contiene de 62% a 70% de carbohidratos, los cuales provienen principalmente del endospermo y del salvado del grano, en forma de carbohidratos complejos (50). El grano de trigo contiene además grasas, que principalmente se encuentran en el germen, como fosfolípidos y vitaminas liposolubles A, D y E (60).

En general el contenido de vitaminas y minerales en el pan blanco es bajo, pues durante la molienda y refinamiento del trigo y durante la cocción del pan, son eliminados o descompuestos, la Tabla No. 5 muestra el contenido de algunos nutrimentos, en el grano de trigo, en harina refinada y en pan blanco. En lo que se refiere a las proteínas bajan ligeramente en el pan, se observa que existe pérdida de vitaminas en la harina refinada y se recuperan una parte por la presencia del metabolismo de las levaduras (50).

Un punto muy importante es el contenido y calidad de las proteínas del trigo, pues de éstas depende las características del producto que se requiera (4). El trigo suave contiene 10% y el fuerte o duro 13%, el pan blanco es elaborado con harina de trigo fuerte, obteniéndose un producto con 10% de proteínas totales (45). Los demás productos de repostería son elaborados con harinas de menor contenido de proteína, como se muestra en la Tabla No. 6 (30).

Las proteínas del trigo han sido estudiadas según su solubilidad, una fracción insoluble que es extraída por acción mecánica o manipulación en presencia de agua corriente simple o solución salina, si se requiere mayor pureza, a esta fracción se

## COMPOSICION NUTRITIVA DEL TRIGO, HARINA REFINADA Y PAN BLANCO

| Nutrientes         | Trigo | Harina | Pan blanco |
|--------------------|-------|--------|------------|
| % Humedad          | 11.6  | 12.4   | 28.6       |
| % Proteína         | 9.3   | 9.1    | 8.4        |
| % Carbihidratos    | 72.0  | 76.4   | 62.0       |
| % Grasa            | 2.0   | 1.2    | 0.3        |
| % Cenizas          | 1.4   | 0.5    | 0.3        |
| % Fibra            | 3.7   | 0.4    | 0.4        |
| VITAMINAS mg/100 g |       |        |            |
| Tiamina            | 0.40  | 0.104  | 0.46       |
| Niacina            | 6.95  | 1.38   | 4.39       |
| Riboflavina        | 0.16  | 0.035  | 0.29       |
| Biotina            | 0.016 | 0.0021 | 0.0029     |
| Colina             | 216.0 | 208.0  | 202.0      |
| Ac. Pantoténico    | 1.37  | 0.59   | 0.69       |
| Ac. Fólico         | 0.049 | 0.011  | 0.040      |
| Inositol           | 370.0 | 47.0   | 53.0       |
| MINERALES %        |       |        |            |
| Potasio            | 0.454 | 0.105  | 0.191      |
| Fósforo            | 0.433 | 0.126  | 0.183      |
| Magnesio           | 0.183 | 0.028  | 0.034      |
| Calcio             | 0.045 | 0.018  | 0.127      |

Del.º Schmidt H. Hebbel. Química y Tecnología de los Alimentos. Ed. Salesiana, Santiago de Chile 1966.

• Pomeranz, Y. & Shelenberger, J. "Bread Science & Technology". The AVI Pub. Co., Westport, Conn. 1971.

TABLA No. 5

## CONTENIDO DE PROTEINA EN ALGUNOS PRODUCTOS DE REPOSTERIA

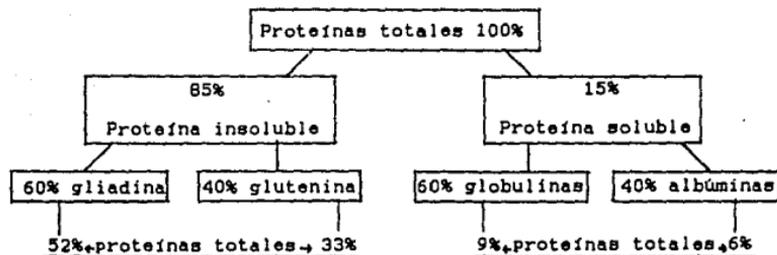
| <u>Producto</u>              | <u>% de Proteina</u> |
|------------------------------|----------------------|
| Bizcochos dulces             | 11                   |
| Galletas cracker             | 7.8                  |
| Galletas con trigo fuerte    | 9-10                 |
| Pan salado                   | 10-11                |
| Bizcochos con leche en polvo | 3.9                  |
| Leche fresca (control)       | 3.5                  |

Ref. Handerson, J. y Buckman, R. "Home baked high-protein milk biscuits". The Australian Journal of Dairy Technology, 1969.

TABLA No. 6

le llama gluten, que es la más importante dentro de la industria panadera, se caracteriza por ser un material elástico, color amarillo, químicamente es una proteína compleja, compuesta de 60% de gliadina y 40% de glutenina, constituyendo el 85% de la proteína total del trigo, como se muestra en el siguiente diagrama (4):

DIAGRAMA NO. 1  
CONTENIDO DE PROTEÍNAS EN EL TRIGO



Badú S.

El gluten hace posible la formación de la masa dando cualidades específicas de retención de gases y características reológicas (4,51).

La gliadina es extensible, cohesiva y poco elástica responsable del volumen del pan y la glutenina es poco extensiva, elástica, cohesiva y fuerte, depende su acción en la formación de la masa (50).

La otra porción proteica, constituye el 15% de la proteína total, es soluble en agua y está compuesta de globulinas,

albúminas, péptidos y aminoácidos (51).

En cuanto a la calidad de la proteína, en la Tabla No. 7 se muestra el contenido de aminoácidos para el trigo, algunos subproductos y pan; se observa que en el harina refinada existe mayor deficiencia y desbalance, en comparación con el contenido de aminoácidos en el grano y harina integral (51,52). Pero en general los cereales tienen deficiencias de aminoácidos esenciales principalmente lisina y triptofano (35).

Teniendo en cuenta los valores de la Tabla No. 7, se calcularon las calificaciones químicas del trigo y pan blanco, basadas en el patrón FAO 1957, obteniéndose con la siguiente relación:

|   |                |
|---|----------------|
| CONTENIDO DEL AMINOACIDO EN EL PRODUCTO X 100   | - CALIFICACION |
| <hr/>   | QUIMICA        |
| VALOR DEL PATRON DEL AMINOACIDO RECOMENDADO FAO |                |

Por ejemplo,  $(1.94 \text{ de lis en harina} \times 100) / 4.24 \text{ lis FAO}$  da como resultado 45.75. La Tabla No. 8 presenta las calificaciones químicas de lisina, triptofano y metionina en harina de trigo y pan blanco. Los valores obtenidos para cada producto se comparan en los tres aminoácidos y el de menor valor se le determina como aminoácido limitante, en el caso del pan el aminoácido limitante resulta la lisina. Esta carencia nutricional ha llevado a muchos autores al estudio de los alimentos para mejorar otros:

Hayes y Wadworth (32) buscaron algebráicamente la forma de mezclar alimentos y hacer un producto comestible óptimo usando cacahuete, semilla de algodón, yoghurt, levadura, concentrado de gluten y harina de maiz y llegaron a la conclusión de que el yoghurt es el mejor alimento para enriquecer el trigo y el maiz.

**TABLA No. 7**  
**CONTENIDO DE AMINOACIDOS EN TRIGO, HARINAS**  
**SALVADO, GERMEN Y PAN (g/100g DE PROTEINA)**

| AMINOACIDO   | TRIGO | HARINT. | HARREF. | SALV. | GERM. | PAN  |
|--------------|-------|---------|---------|-------|-------|------|
| Arginina     | 4.71  | 3.87    | 3.73    | 6.6   | 6.88  | 3.56 |
| Histidina    | 2.12  | 2.06    | 1.92    | 2.22  | 2.26  | 1.89 |
| Isoleucina   | 3.78  | 4.02    | 3.91    | 3.29  | 3.48  | 4.32 |
| Leucina      | 6.52  | 6.59    | 6.63    | 5.51  | 5.75  | 6.16 |
| Lisina       | 2.67  | 1.97    | 1.94    | 3.77  | 5.28  | 1.98 |
| Metionina    | 1.74  | 1.73    | 1.71    | 1.48  | 1.91  | 1.90 |
| Cistina      | 1.66  | 1.85    | 1.76    | 1.45  | 1.19  | 1.88 |
| Fenilalanina | 4.43  | 5.04    | 4.77    | 3.58  | 3.38  | 4.80 |
| Tirosina     | 3.25  | 3.35    | 3.27    | 2.82  | 2.84  | 3.32 |
| Treonina     | 2.76  | 2.73    | 2.64    | 2.86  | 3.42  | 3.01 |
| Triptofano   | 1.03  | 1.01    | 0.99    | 1.58  | 0.98  | 0.97 |
| Valina       | 4.69  | 4.44    | 4.32    | 4.69  | 4.90  | 4.68 |

Ref. Matz, S. "Bakery Technology and Engineering" AVI Publishing Co. Westport Conn, 1972.

Pomeranz, Y. "Bread Science & Technology" AVI Publishing Co. Westport Conn, 1971.

# CALIFICACIONES QUIMICAS DE LIS, TRIP, Y MET PARA HARINA Y PAN BLANCO

| Aminoácido | Patron FAO<br>1957 | Harina de trigo |       | Pan blanco      |       |
|------------|--------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|
|            |                    | g/100g<br>prot. | C.Q.  | g/100g<br>prot. | C.Q.  |
| LISINA     | 4.24               | 1.94            | 45.75 | 1.96            | 46.22 |
| TRIPTOFANO | 1.40               | 0.99            | 70.7  | 0.97            | 69.20 |
| METIONINA  | 2.21               | 1.71            | 77.37 | 1.90            | 85.9  |

Ref. Matz, S. "Bakery Technology and Engineering" AVI Publishing Co. Westport Conn., 1972.

Pomeranz, Y. "Bread Science & Technology" AVI Publishing Co. Westport Conn., 1971.

**TABLA No. 8**

Ayres y Davenport (3) añadieron concentrado y harina de cacahuete a productos de harina de maiz para uso de botanas y compararon los valores de contenido protéico de estas mezclas contra otros de malta, cebada, arroz y levadura, los mejores resultados fueron para mezclas de cacahuete, aumentando considerablemente el contenido de proteínas.

Satterlee y Free (27) aislaron y separaron las proteínas de la alfalfa obteniendo buenos rendimientos, reportando el contenido de proteína de la alfalfa con valores de 51% como concentrado y 95% como aislado. Posteriormente Satterlee (56), trabajando sólo, reúne una serie de proteínas vegetales como la zeína (proteína del maiz), gluten, la de sorgo, de alfalfa, de frijol, la de soya, y proteínas animales como suero de leche, sangre de mamífero, y propone el uso de proteínas de los vegetales en combinación con otros grupos alimenticios para mejorar el valor nutritivo.

Kevin (37), elabora productos de panadería con chícharo fresco, con el fin de enriquecer el pan, ya que el chícharo tiene valores representativos de lisina 6.1%, hizo las fórmulas para elaborar pan, mezclando harina de trigo y chícharo fresco y otra mezclando harina de trigo con chícharo seco con las siguientes proporciones: 5%, 10%, 15% y 20% de enriquecimiento. Finalmente valuó el color, la textura de la miga y el sabor. Concluyendo que los panes elaborados fueron aceptables y sabrosos, recomendando la extracción de concentrados de proteína vegetal para la producción de galletas, hot-cakes, botanas, pastas, etc.

Fleming y Sosulsky (24) elaboran productos de panificación

añadiendo concentrados protéicos de semilla de girasol con el fin de aumentar el valor nutritivo, mezclando 88% de harina de trigo con 12% de proteína de semilla de girasol obteniendo un producto de 13.3% de proteína, y con 2.3% de lisina y mejoraron sus resultados con el aislado protéico dando un producto con 23.6% de proteína. También incorporan harinas de semilla de girasol, haba y soya a la harina de trigo con el fin de mejorar el valor nutritivo de productos de repostería y panadería, elaboraron distintas mezclas para la fabricación de pan y compararon las propiedades reológicas, de resistencia de la masa y textura del producto horneado en las siguientes proporciones: 90%-10% y 85%-15% harina de trigo-semilla de girasol, soya o alubia respectivamente. Lo que concluyeron fue, que la eficiencia del gluten se ve afectada en todos los casos especialmente en el pan elaborado con harina de alubia (25).

Chakraborty (15) aísla algunas proteínas de leguminosas como la del frijol, alubias, lentejas, soya y chícharo, con el fin de comparar propiedades fisicoquímicas durante la extracción y contenido protéico tanto de la harina como del aislado. Los valores más altos de proteína que se obtuvieron fueron 93% en aislado de soya y 92% en aislado de alubia.

Spadaro y Gardener (62), extraen la proteína de la torta obtenida de la extracción del aceite de la semilla de algodón, en forma de concentrado con 69% de proteína y como aislado con 96.8% de proteína. En el concentrado obtuvieron los siguientes valores de 6.3% para lisina y 1.4% para triptofano. Los productos obtenidos no pudieron ser utilizados debido a la presencia de un pigmento tóxico en animales monogástricos, llamado gosispol, esto

fue suficiente para interrumpir su estudio. Posteriormente Spadaro, Hayes y Wadsworth (63) corroboran que esta sustancia puede ser removida en el proceso del aislado y así poderlo utilizar en cualquier alimento.

### II.3 Selección de concentrados protéicos

Tomando en cuenta las experiencias anteriores y un estudio más detallado de materia prima para extraer un concentrado protéico, a continuación se enlistan las posibles fuentes para dicha extracción tomando en cuenta: valores altos de proteína y lisina, producción y costo, proceso de extracción de concentrados y características organolépticas: alfalfa, semilla de algodón, alverjón, garbanzo, semilla de girasol, harina de pescado y soya.

a) Alfalfa, Medicago sativa. Originaria del sudeste de Asia, una de las primeras plantas que el hombre empleó para alimento ganadero y actualmente se sigue utilizando como forraje. sirve para enriquecer los suelos fijando nitrógeno (22). Hasta hace pocos años, se ha desarrollado un programa para obtención de concentrados y aislados protéicos para hacer rendir las propiedades nutricionales humanas y ganaderas. los concentrados llegan a tener de 51%-70% de proteína y los aislados de 70%-95% (27). En la Tabla No. 9 se muestran algunos valores nutricionales como contenido de proteína y de algunos aminoácidos esenciales. En la alfalfa los valores de lisina llegan a 6.6% y metionina 2.5% (27). En México existen procesadoras de alfalfa para obtener concentrados protéicos como "Alfalfas

CONTENIDO DE PROTEINA Y AMINOACIDOS EN DIVERSOS productos

| MATERIA PRIMA | % PROTEINA |             | g AMINOACIDOS / 100 g proteina |            |           |        |              |
|---------------|------------|-------------|--------------------------------|------------|-----------|--------|--------------|
|               | harina     | concentrado | lisina                         | triptofano | metionina | valina | fenilalanina |
| s. girasol    | 25.4       | 60          | 5.70                           | 0.90       | 1.03      | 4.11   |              |
| s. algodón    |            | 76          | 5.1                            | 1.3        | 1.4       | 5.2    |              |
| alverjón      | 20.5       | 60          | 7.33                           | 1.05       | 1.2       | 5.6    | 5.04         |
| garbanzo      | 20.4       | 60          | 6.48                           | 0.81       | 1.12      | 4.66   | 5.2          |
| alfalfa       |            | 76          | 6.6                            |            | 2.5       |        | 5.8          |
| pescado       | 70.0       | 95          | 9.14                           | 1.4        | 2.94      | 5.18   | 4.48         |
| soya          | 53.0       | 74 a 90     | 6.54                           | 1.31       | 1.34      | 4.8    | 4.9          |
| trigo *       | 10.0       |             | 1.94                           | 0.99       | 1.71      | 4.44   | 5.04         |
| caseína *     |            | 90          | 8.15                           | 5.24       | 2.45      | 7.06   | 11.2         |

(20,25,27,48,55)

\*) Valores que se comparan con los otros productos.

TABLA No. 9

concentradas, S.A." en Celaya, Gto., "Alfalfas deshidratadas, S.A." en Zacapu, Mich., "El Ebro, S.A." en Dolores, Hdgo.

- b) Algodón, *Gossypium*, spp. La flor de algodón es la fibra natural más importante del mundo, usada desde hace 3,000 años en la India. Se cultivan actualmente muchas variedades del algodónero llegando a 95% de la producción del norte de América (20,22).

La semilla de algodón, pertenece a las oleaginosas, de la que se extrae aceite por medio de prensado, en el que la torta residual tiene gran utilidad fertilizante y en algunos casos como forraje (20), esta torta es procesada en harina la que contiene 55% de proteína promedio, 5.1% de lisina, 1.3% de triptofano y 1.4% de metionina, como se observa en la Tabla No. 9; aunque el valor nutritivo es alto tiene el inconveniente como lo reporta Spadaro (62), entre otros autores, la presencia de gosispol ( $C_{30} H_{30} O_6$ ), como cristales amarillos que se encuentra en los cotiledones de las semillas y que lleva ligado moléculas de flavonoides como antocianinas y flavoporporinas que proporcionan un color rojizo, el gosispol en su forma libre es tóxico en mamíferos monogástricos causando inflamación en los tejidos hemorragias y trastornos nerviosos (6). La toxicidad se puede eliminar parcialmente por medio de calor húmedo, con el inconveniente de que por dicho tratamiento, el contenido de aminoácidos disminuye marcadamente (38).

En lo que respecta a la obtención de concentrados, existen varias plantas en México, como "Aceitera La Polar, S.A.",

"Aceitera Reforma, S.A.", "Maquiladora de oleaginasas, S.A." en Guadalajara, Jal.

- c) Alverjón, *Vigna unguiculata*. Es una planta que tiene vainas largas y delgadas, las semillas son de la familia de las leguminosas, de color verde como el chícharo, es una planta fijadora de nitrógeno en el suelo. Se emplea como alimento humano y ganadero (21).

Nutricionalmente, es de gran utilidad en fórmulas de complementación, contiene 20.5% de proteína, 7.33% de lisina, 1.05% de triptofano y 1.2% de metionina, como se muestra en la Tabla No. 9. Sefa-Dedeh y Stanley reportan las condiciones óptimas de extracción de concentrado para esta leguminosa, llegando a obtener resultados óptimos de 59%-60% de proteína (57,58).

La producción de alverjón en México en 1989 llegó a 244,401 toneladas, con un precio medio rural de \$ 1,020.00 por Kg y en este año \$ 1,462.00 por Kg como lo muestra la Tabla No. 10.

- d) Garbanzo, *Cicer arietinum*. Es una planta originaria de Asia Occidental, mide de 20 a 60 cm, su fruto es una leguminosa corta, abultada y redonda; en algunos países subdesarrollados es de consumo habitual, y en otros países como alimento ganadero (20,22). Tiene alto valor nutritivo, como lo muestra la Tabla No. 9, contiene 20.4% de proteínas, 6.48% de lisina, 0.81% de triptofano y 1.12% de metionina. En la Tabla No. 10 se reportan los valores de producción y costo, la producción anual 1989 fue de 138,258 toneladas,

con un costo medio rural de \$ 620.00 por Kg y en 1990, \$ 1,889.00

- e) Girasol, *Helianthus annuus*. Originaria de Perú, de la familia de las compuestas, de tallo muy alto de flores amarillas de gran tamaño que logran tener 30 cm de diámetro en su centro tienen gran cantidad de semillas oleaginosas de color oscuro, de éstas se extrae un buen aceite comestible y una torta residual de alto valor protéico (20), llegando a valores de 25.4% de proteína, 5.7% de lisina, 0.90% de triptofano y 1.03% de metionina. La semilla de girasol ha sido estudiada para mejorar alimentos (25,48), aumentando notoriamente el contenido de proteínas y lisina, pero la adición del residuo, proporciona un color desagradable y sabor característico al producto.

En cuanto a lo que se refiere a la producción 1989 en México, ha sido 9,736 toneladas con un costo medio rural por Kg de \$ 1,800.00 y en 1990 de \$ 3,240.00 por Kg.

- f) Harina de pescado. Es el producto de la molienda del pescado tratado con calor húmedo, a través de cuidadosos y apropiados procesos para que afecte lo menos posible a los aminoácidos esenciales. Las harinas de pescado contienen desde 70%-81% de proteínas, hasta obtener harinas concentradas con 95% de proteínas, dependiendo el tipo y origen del pescado (55). Entre las procesadoras de harina de pescado en México están "Industrias Ibarra, S.A." y "Pesca Industrial, R.L." entre otras. El costo de la harina de pescado varía según el origen, limpieza y uso que se le dé, por eso es difícil fijar precios en este tipo de

productos.

- g) Soya. *Glycine max.* Es una planta que tiene tallos erectos que alcanzan hasta 1 m de altura, con flores pequeñas en racimos y vainas oscuras y vellosas con 2 o 4 semillas redondeadas de colores diversos dependiendo de la especie. Es originaria de Asia oriental, donde se cultiva desde tiempos muy antiguos. Su uso se ha extendido a América y al Sur de Europa (21,22). Sus semillas son leguminosas comestibles que contienen de 38% a 52% de proteína. La industria de la transformación ha facilitado el consumo de la soya, procesándola y ofreciendo diversos productos como: proteínas texturizadas y aislados protéicos de 75% a 90% de proteína, concentrados de 60% a 74% de proteína, harinas integrales y/o desengrasadas con 38% a 52% de proteína, salsas, aceites, lecitina, etc., que poco a poco se han ido introduciendo en el mercado (7,8,9).

Bressani (13), ve la necesidad de confirmar que las proteínas de la soya son de mayor calidad nutritiva, experimentando con ratas usando el PER (eficiencia protéica), como método de evaluación, las alimentó con harina de trigo mezclada con harina de soya en diferentes concentraciones, comparando con otras ratas únicamente alimentadas con harina de trigo. Observó que conforme se iba aumentando la concentración de harina de soya, había un incremento en el peso de las ratas, los resultados obtenidos para valores de PER fueron: en ratas alimentadas con harina de trigo y soya de 1.82 a 2.96 y para las alimentadas con

100% trigo fue de 1.0 (como Patrón), con esto confirmó la calidad nutritiva de la soya. Por otro lado Mattil (44) extrae aislados y concentrados protéicos de soya, calculando el PER en ratas alimentadas con mezclas de harina de trigo adicionando 5% y 10% de los concentrados y de los aislados, otras ratas alimentadas con 100% concentrados y aislados protéicos y otras con 100% harina de trigo como patrón, los resultados fueron: para mezclas con concentrados de 2.1 y 2.5 y para mezclas con aislados de 3.1 y 3.2 y para las ratas alimentadas con 100% de concentrados y aislados fue de 2.4 para ambos, llegando a la conclusión de que los concentrados y aislados son productos de mayor eficiencia protéica cuando se mezclan con otros alimentos y así propone la elaboración de botanas y mezclas con carne. En la Tabla No. 9 se muestra el contenido de proteínas y de algunos aminoácidos esenciales, en la cual se observa que la soya contiene 6.54% de lisina 1.31 de triptofano y 1.34% de metionina. En la Tabla No. 10 se muestra el costo por kg en medio rural en 1990 de \$ 2,207.00. En México existen algunas procesadoras de frijol soya como "Proteínas y Cereales, S.A. de C.V.", "Aceites y Proteínas Comestibles del Pacífico" entre otras.

Tomando en cuenta los datos descritos para la selección de materia prima para extracción de concentrados y en base a los objetivos de este trabajo, es importante considerar los siguientes aspectos:

1. Contenido de proteínas y lisina. Los productos mencionados

han sido preseleccionados especialmente porque todos reúnen alto contenido de proteínas y de lisina, pero no todos son totalmente disponibles para extraer concentrados protéicos.

2. Disponibilidad económica. En la Tabla No. 10 que corresponde a datos de producción y costos de varios productos, se observa que la materia prima mas asequible es la alfalfa, pero según reporta Free y Satterlee (27) para elaborar un concentrado es necesario invertir más de cinco veces el valor de la alfalfa y el proceso de extracción para proteína sin clorofila es muy elaborado, Satterlee no recomienda la extracción pues es una planta forrajera que puede ser mejor utilizada por el ganado. El costo de las semillas de girasol y algodón en 1990 fué de \$ 3,240.00 y \$ 1,365.00 respectivamente, en el caso de la semilla de girasol, elevaría mucho el producto final, a la vez por ser oleaginosas dificulta la extracción de la proteína y esto haría más costoso el proceso. El costo de la harina de productos marinos, en general no se comercializa para consumo humano, pero la harina de pescado limpia y deodorizada se usa en productos procesados y esto implica más operaciones del proceso (24), llegando a precios no menos de \$ 21,000.00 Kg lo cual no conviene para la elaboración de productos de panadería, además los nutriólogos (35) recomiendan que se consuma el pescado fresco, aún el más económico. Los costos del alverjón, el garbanzo y la soya son también altos pero son más accesibles que los otros productos, tienen la conveniencia de que el

**TABLA DE PRODUCCIÓN PROMEDIO ANUAL DE COSECHA Y PRECIO DE ALGUNOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS**

| PRODUCTO    | PRODUCCIÓN<br>tona. 1986 | \$/kg 1986 | % aumento<br>1987-1989 | PRODUCCIÓN<br>tona 1989 | \$ / kg<br>1989 | \$ / kg abasto<br>1990 |
|-------------|--------------------------|------------|------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------|
| algodón     | 317,383                  | 48.00      | 40.5                   | 641,113                 | 979.00          | 1,366.00               |
| alverjón    | 4,240                    | 48.00      | 43.4                   | 244,401                 | 1,020.00        | 1,462.00               |
| arroz       | 250,450                  | 38.00      | 169.0                  | 360,090                 | 780.00          | 1,920.00               |
| cacahuete   | 114,166                  | 146.00     | 40.6                   | 460                     | 1,990.00        | 2,791.00               |
| s. calabaza | 96                       | 230.00     | 44.0                   |                         | 3,980.00        | 4,711.00               |
| tríjol      | 911,908                  | 164.00     | 16.0                   | 771,890                 | 688.00          | 1,763.00               |
| garbanzo    | 116,698                  | 82.00      | 43.4                   | 138,268                 | 620.00          | 1,889.00               |
| s. girasol  | 18,168                   | 99.00      | 80.0                   | 9,736                   | 1,800.00        | 3,240.00               |
| maíz        | 14,103,454               | 63.00      | 16.6                   | 773,439                 | 410.00          | 474.00                 |
| soya        | 927,868                  | 86.00      | 132.0                  | 997,298                 | 1,081.00        | 2,207.00               |
| trigo       | 5,214,316                | 37.00      | 17.0                   | 286,923                 | 390.00          | 458.00                 |
| coco        | 224,274                  | 45.00      |                        |                         | 760.00          |                        |

Ref. Censos Industriales. CANACINTRA. XII-1989. Resumen del Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática

**TABLA No.10**

proceso de extracción es más sencillo y común para estas tres leguminosas.

3. Características organolépticas y toxicológicas. Además de lo anterior es importante hacer hincapié en que la semilla de algodón contiene gossipol que puede ser inhibido parcialmente, pero los flavonoides imparten color parduzco al concentrado y por tanto a la masa y por tanto el pan sería poco aceptable al público. La semilla de girasol igualmente proporciona un color oscuro y sabor fuerte característico lo cual desfavorece al producto. La harina de pescado además de ser cara, no se logra deodorizar al 100% y no sería aceptable un bolillo con aroma y sabor a pescado. Las características de los concentrados de alverjón y garbanzo son inofensivas para poder ser mezcladas con harinas de cereales especialmente pero el concentrado de soya si tiene un olor y sabor característico pero no desagradable si se combina con otros alimentos (23).

Ahora bien, habiendo considerado estos aspectos se ha seleccionado finalmente al alverjón, al garbanzo y a la soya como materia prima para extraer los concentrados protéicos por ser las fuentes más disponibles.

En la Tabla No. 11 se muestran las calificaciones químicas de harina de trigo, pan, alverjón, garbanzo y soya en cuanto a lisina, como primer aminoácido limitante del trigo y del pan (45), triptofano y metionina. El producto de mayor calificación química en cuanto a lisina es el alverjón con un valor de 174, le sigue la soya con un valor de 155 y por último el garbanzo con una calificación de 152.8, contra la

**CALIFICACION QUIMICA DE LIS, MET Y TRIP EN  
ALVERJON, GARBANZO, SOYA Y TRIGO.**

| PRODUCTO                              | C A L I F I C A C I O N      Q U I M I C A |            |           |
|---------------------------------------|--|------------|-----------|
|                                       | LISINA                                     | TRIPTOFANO | METIONINA |
| Alverjon                              | 174.0                                      | 75.0       | 54.0      |
| Garbanzo                              | 152.8                                      | 57.1       | 50.6      |
| Soya                                  | 155.0                                      | 97.1       | 60.63     |
| Trigo                                 | 45.7                                       | 70.7       | 77.37     |
| Patron FAO<br>g/100 g <sup>1957</sup> | 4.24                                       | 1.4        | 2.21      |

**TABLA No. 11**

calificación del trigo 45.7: por lo que estas leguminosas disminuyen la deficiencia del trigo pues multiplican más de tres veces su valor y rebasan el valor que sugiere la FAO para lisina, dependiendo en la concentración en que se añada.

### III. DISEÑO EXPERIMENTAL

Teniendo en cuenta los objetivos del trabajo y el estudio previo, a continuación se expone el diseño experimental:

#### III.1 Pruebas de panificación.

Se visitaron algunas panaderías y se entrevistó a personal competente, obteniendo varias formulaciones, con el fin de conocer las variables de fabricación y técnica característica. A la vez se realizó análisis proximal de seis muestras de bolillo de seis panaderías diferentes, con el fin de igualar y estandarizar la fórmula y el producto como el bolillo comercial. Las pruebas se efectuaron contando con el material y equipo de laboratorio, donde se realizaron las pruebas necesarias de panificación, variando y adecuando tanto las formulaciones adquiridas como las condiciones de temperatura, tiempos de fermentación y de cocción, prestando especial atención al esponjamiento y corteza de pan, hasta optimizar la fórmula, siendo ésta "fórmula patrón".

III.2 Análisis proximal del producto patrón y productos comerciales. A los productos comerciales de seis panaderías diferentes tomadas al azar ( $P_1$ ,  $P_{II}$ ,  $P_{III}$ ,  $P_{IV}$ ,  $P_V$ ,  $P_{VI}$ ) y a tres remesas de pan elaborado en el laboratorio con una misma formulación ( $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$ ), se les realizó análisis proximal según las técnicas de (AACC 1972 y AOAC 1976), con el fin de comprobar

que los productos elaborados son semejantes o iguales no sólo en características organolépticas sino también en contenido de humedad, proteína, grasa, carbohidratos, fibra cruda y cenizas.

III.3 Extracción de concentrados. Habiendo seleccionado al alverjón, al garbanzo y a la soya como materia prima para extraer concentrados protéicos, se procedió a la obtención de las harinas de los granos de alverjón y de garbanzo, la soya se compró como harina desengrasada y se les realizó análisis proximal.

La técnica de extracción de proteínas (Diagrama No. 1) se montó en el laboratorio obteniendo buenos rendimientos en los casos de alverjón y garbanzo, y en el caso de la soya fue bajo, por lo que se interrumpió el proceso y se usó como harina desengrasada. A los concentrados obtenidos se les realizó análisis proximal.

III.4 Productos de panificación con mayor contenido de proteína:

1. Elaboración. se partió de la formulación patrón para programar las mezclas de harina de trigo - concentrado protéico en las proporciones 95%-5%, 90%-10% y 85%-15% respectivamente.
2. Análisis químico: a los nueve diferentes productos se les realizó análisis proximal, análisis de lisina, metionina y triptofano.
3. Análisis sensorial. Se contó con la participación del personal del laboratorio. El tipo de análisis fue la Prueba Triángulo y la Prueba Individual con escala edónica, donde los resultados se interpretan por un cálculo estadístico (1.18).

III.5 Costos. Los costos se efectuaron partiendo de que el proceso de elaboración de pan con mayor contenido de proteína y lisina se efectuaría en una panadería de las ya establecidas a la que sólo se vendería la proteína de la leguminosa por medio de una concesión de la planta productora de proteína de leguminosa (ya existentes como procesadoras de soya) y la panadería. Por lo que únicamente se tomó en cuenta: Costo de materia prima (concentrado protéico) que se añade a la formulación básica entre el número de piezas que salen de esa formulación.

#### IV MATERIALES Y METODOS

##### IV.1 Materiales

###### - Materia prima

- Harina refinada de trigo "Tres Estrellas".
- Azúcar comercial CONASUPO.
- Alverjón comercial a granel.
- Garbanzo comercial "Iberia".
- Harina de soya desengrasada CONASUPO.
- Sal fina comercial "Elefante".

###### - Material de laboratorio

- El comunmente utilizado en técnicas para análisis cuantitativo y bromatológico.

###### - Equipo

- Centrífuga Sorvall R C 2-B.
- Espectrofotómetro Perkin-Elmer Hitachi, 200.
- Estufa de precisión Scientific, Co., No. de Catálogo 1228.
- Estufa Blue M. Electric Company.
- Molino manual "Sambar".
- Molino Cyclone Sample Mill U.D. Corporation.
- Mezcladora Hobart Modelo D-300, Tazón de 20 l de capacidad.
- Equipo doméstico para la elaboración de pan.

- Reactivos

- Los comunmente utilizados para análisis cuantitativo y bromatológicos.
- Buffer de carbonatos:  $\text{NaHCO}_3$  y  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  de 8% cada uno.
- Metil cloroformato.
- Fluor 2.4 dinitrobenceno (FNDB).
- Solución de glicina 1%.
- Nitroprusiato de sodio 10%.
- Mezcla de ácidos:  $\text{HCl}/\text{H}_3\text{PO}_4$ .
- Solución tipo de metionina analítica.

IV.2 Métodos

- 1) Análisis proximal para cereales: AACC, 1972.

Técnica de preparación de muestra: AACC method 62-05 pp 1.

Humedad: AACC method 44-19, pp 1

Proteína cruda: AACC method 49-10, pp 1-2

Grasa cruda: AACC method 30-25, pp 1-2

Fibra cruda: AACC method 32-15, pp 1-2

- 2) Extracción de concentrados protéicos.

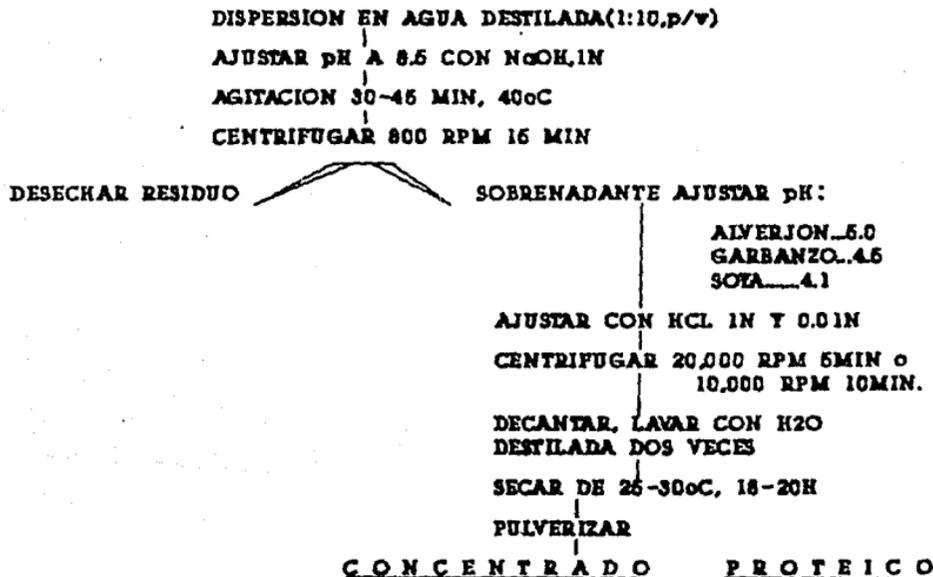
Cfr. Diagrama No. 1.

- 3) Cuantificación de aminoácidos.

Determinación de lisina disponible.

El fundamento de esta técnica está en la reacción del FNDB con los grupos  $\text{R-NH}_2$  de las unidades de lisina en las proteínas no dañadas de los alimentos y la estimación colorimétrica del DNP-lis obtenida por hidrólisis ácida.

# OBTENCION DE CONC. PROTEICOS DE ALVERJON, GARBANZO Y SOYA



Sefa-Dedeh S. and Stanley, D. "Cowpea proteins I. Use of response surface methodology in predicting cowpea (*vigna unguiculata*) protein extractability". and "Cowpea proteins II. Characterization of water-extractable proteins". Journal of Agricultural Food Chemistry 27(6), 1979.

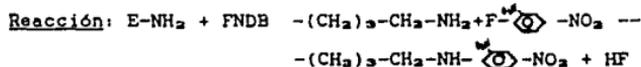
DIAGRAMA No. 1

Reactivos. NaHCO<sub>3</sub> 8%, FNDB al 2.5% en etanol v/v, prepararlo antes de cada determinación (0.3 ml de FNDB en 11.8 ml de etanol), HCl 8.1 N, eter etílico, NaOH 10% y 2N, fenolftaleína alcohólica, solución buffer de pH 8.5% NaHCO<sub>3</sub> p/v, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 8.0% p/v y ambas soluciones 19:1 v/v, ajustar con sosa y/o HCl si es necesario, metil cloroformo, etanol absoluto y éter.

Técnica.

Preparación: En un matraz Erlenmeyer con la muestra triturada que contenga de 30 a 50 mg de N<sub>2</sub> (aprox. 0.5 g), suspenderla en 10 ml de NaHCO<sub>3</sub> 8%, agitar y dejar reposar 10 minutos, añadir 12 ml de FNDB y agitar suavemente durante 2 horas.

Hidrólisis DNP-lis: Evaporar el etanol excedente en Baño María hasta que no se produzca efervescencia, enfriar, adicionar lentamente 5 ml de HCl 8.1 N, reflujar a 130°C - 150°C durante 16 hr, enfriar en hielo, filtrar con agua destilada, aforar a 250 ml.



Determinación: Una alícuota de 10 ml de hidrolizado, lavar con eter hasta aclarar fase etérea, evaporar el exceso en Baño María, tomar tres alícuotas de 2 ml cada una: A1, A2, A3. A la alícuota A1 aforar a 10 ml con agua destilada, leer obteniéndose (D.O est), A2 aforar a 10 ml con agua destilada y añadir el indicador, titular con NaOH 2N y anotar el volumen gastado y leer (D01) A3 adicionar la misma cantidad medida de NaOH en A2, y ajustar el pH a un rango de 8.2-9.6 con solución buffer (pH=8.5)

usando potenciómetro y a partir de este momento continuar la determinación hasta terminar ya que los DNP-compuestos son menos estables en solución alcalina, inmediatamente añadir 0.5 ml de metil cloroformato y reposar 10 minutos, adicionar lentamente 0.75 ml con HCl concentrado eviando efervescencia, lavar con eter hasta aclarar, (aproximadamente 3 lavados), evaporar el exceso y aforar a 10 ml con agua destilada y leer a longitud de 435 n y obteniéndose (DO1').

### Cálculos

$$\text{Mmoles} = \frac{D_{.01}-DO1' \times (C)_{\text{est}} \times F.d. \times 100}{D.O.\text{est} \times \text{Peso muestra}}$$

Donde: DO1 - Densidad óptica de alicuota A  
 DO1' - Densidad óptica de alicuota A<sub>2</sub>  
 DOest - Densidad óptica de alicuota A<sub>1</sub>  
 Fd - Factor dilución  
 PM - Peso muestra  
 (C)est - 0.005 micromoles de lis/ml

Cálculos y curva Standard: pesar 17.7 mg de 6-DNP-lis aforar a 10 ml (0.005 micromoles/ml), tomar alicuotas del 1 a 10 ml, aforarlas con agua destilada y hacer las lecturas, las lecturas del problema se polarizan en la curva haciendo el siguiente cálculo de conversión:

Cálculos:

$$\text{E-DNP-lis} \frac{\text{mg}}{\text{ml}} \times \frac{1260 \text{ ml}}{\text{g muestr.}} \times \frac{100}{100 \text{ prot}} - \frac{(\% \text{ grasa} - \% \text{ hum}) \times 100 \text{ g}}{1000 \text{ g}} =$$

g lis/100 g de Proteína

Ref. Carpenter, K.J. and Bruno, D. "The estimation of available lysine in food proteins". Biochemical Journal 77: 604-610, 1960.

### 3.2 Determinación de triptofano.

Esta técnica se fundamenta en la hidrólisis de la muestra en medio básico y seguido de la determinación colorimétrica de

triptofano al reaccionar con el ácido glioxílico generado para formar un cromóforo que tiene la absorbancia máxima a 545 nM.

Reactivos: - KOH alcohólica 0.3 M, con etanol al 50%

- Solución A: pesar 0.27 g de  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (56 mg de iones Fe/lt) y se disuelve en 0.5 ml de agua y se afora a 1000 ml c/ácido acético glacial.
- Solución B:  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado.
- Solución C: Mezclar A y B v/v 1:1 prepararlo de 1 a 2 hrs previas y agitarse con energía antes de usarse.

Hidrólisis: pesar 0.5 g de muestra en matraces con 20 ml de solución de potasa, refluja 30 min, enfriar y filtrar o centrifugar, el sobrenadante aforarlo a 25 ml de la misma solución.

Determinación: medir de 0.2 a 1.0 ml en un tubo de ensayo pyrex que contenga 4 ml de solución ácida y mezclar vigorosamente e incubar en baño a 65°C durante 15 min para desarrollo de color, se completa el volumen a 10 ml con  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , leer a 545 nm.

Curva Standard: preparar 125 mg de triptofano en un matraz aforado de 10 ml, añadir 5 ml de potasa alcohólica, agitar y disolver completamente, aforar a 10 ml con la misma solución, tomar alícuota de 0.2 a 1.0 ml en matraces redondos, refluja 30 min con potasa alcohólica, de cada una de las diluciones preparadas se toma 1 ml en tubos de ensayo y agitar enérgicamente, dejando reposar 15 min para desarrollo de color y leer a 545 nM. y la curva standard se trazó con las siguientes

coordenadas:

| x     | y    | ml  |
|-------|------|-----|
| ab.s  | conc |     |
| 0.089 | 0.01 | 0.2 |
| 0.292 | 0.02 | 0.4 |
| 0.312 | 0.03 | 0.6 |
| 0.399 | 0.04 | 0.8 |
| 0.491 | 0.05 | 1.0 |

Cálculos: las lecturas problema se polarizan en la curva standard y el valor marcado en concentración de triptofano se convierte a g de trip/100 g de proteína:

$$\frac{\text{mg trip}}{\text{g peso muestra}} \times \frac{\text{dilución (25 ml)}}{\text{alícuota ml}} \times \frac{100 - (\text{grasa} + \text{humedad})}{100} \times$$

$$\frac{100 \text{ g}}{\text{gprot}} \times \frac{100 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} = \text{g trip/100 g prot.}$$

Ref. Worbec and Opeenka B. Charecasky. A new of determinating triptophan. Analytical Biochemical 6, 69-76 (1963), modificado por Hernández y Bates, 1972.

Determinación de Metionina: Se basa en la determinación colorimétrica de metionina al reaccionar con nitroprusiato de sodio en presencia de una solución concentrada de NaOH con la adición de glicina (1%) para la eliminación de interferencia de Histedina y la presencia de medio ácido por el  $\text{H}_3\text{PO}_4$  para intensificar la coloración amarilla.

Reactivos: Sosa 14.3 N, Glicina 1%, nitroprusiato de sodio al 10%, mezcla de HCl con  $\text{H}_3\text{PO}_4$  9:1, HCl 6N y 0.1 N, solución de

metionina analítica.

Hidrólisis: pesar 0.5 g de muestra en tubos teflón o ampollitas, añadir 10 ml de HCl 6 N con carbón activado, cerrar estrechamente y calentar en horno a 110°C durante 16 horas, enfriar a temperatura ambiente, después de transcurrido el tiempo, se filtran en matraces de 25 ml con papel Wattman 40, lavar el residuo negro con HCl 0.1 N y aforar.

Determinación: tomar 5 ml del hidrolizado y añadir 1 ml de NaOH 14.3 N y agitar, añadir 1 ml de solución de glicina, agitar y añadir 0.3 ml de nitroprusiato de sodio, calentar en baño María de 35 a 40°C durante 5 a 10 minutos, enfriar con hielo durante 2 min, añadir 5 ml de mezcla de ácidos y agitar durante un min, enfriar con agua de 10 a 15 min y leer a 520nm.

Curva Standard: de la solución de metionina, añadir 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 ml en cada tubo y completar con 5 ml de HCl 0.1 N, dejando un tubo libre de la solución stock y continuar el proceso anterior, leer a 520 nM cuyas coordenadas son:

| abs    | [c] met mg/ml |
|--------|---------------|
| 0.0117 | 0.5           |
| 0.257  | 1.0           |
| 0.341  | 1.5           |
| 0.455  | 2.0           |
| 0.573  | 2.5           |

Cálculos: se polariza la lectura problema en la curva trazada y se localiza la concentración de metionina y se hace la conversión a g de met/100 g de proteína:

$$\frac{\text{mg met}}{\text{g peso muestra}} \times \frac{\text{dilución 25 ml}}{\text{alícuota ml}} \times \frac{100 - (\text{grasa \%} + \text{humedad \%})}{100} \times \frac{100\text{g}}{\text{gProt 1000mg}}$$

muestra

Ref: McCarthy and Sullivan. "A new method specific colorimetric test for methionine". Journal Biochemical, 141, 871, (1974).

#### 4) Análisis sensorial.

Generalidades básicas: las pruebas panel de laboratorio, deben cumplir con las siguientes características: evitar distracciones sensoriales. se debe proporcionar al juez un lugar aislado donde no pueda haber comunicación con otros jueces, es conveniente correr otra prueba al tercer día de esta prueba, los jueces deben abstenerse de otros alimentos, bebidas o fumar por lo menos 30 minutos antes de la prueba.

El tipo de prueba para el análisis sensorial fue seleccionado en base a las características del producto y número de productos a evaluar, una fue la Prueba Triangular y la otra Prueba Individual.

La prueba Triangular consiste en presentar 2 muestras iguales y una desigual simultáneamente, preguntando cuál es la muestra diferente; la probabilidad de acertar es solamente un tercio. En el formato No. 1 nos da la información, cual fue la muestra elegida, características de la miga y si es agradable o desagradable. De los resultados obtenidos en estas pruebas se tratan estadísticamente utilizando la prueba de distribución ( $\chi^2$ ) que compara aproximadamente una distribución de frecuencias observadas con respecto a una distribución teórica contemplada en tablas ya establecidas especialmente para prueba triangular, si  $\chi^2$  teórica es mayor o igual que  $\chi^2$  calculada significa que no hay diferencia significativa, es decir que no hay diferencia

significativa organoléptica entre el nuevo producto y el producto con el que se quiere comparar. Por ejemplo si en una prueba con 27 panelistas de los cuales 21 de ellos aciertan cuál de las tres muestras es la diferente, se busca en tablas o gráficas interpolando esos datos para buscar la frecuencia teórica y se compara con la frecuencia observada, si la frecuencia teórica es mayor o igual que el calculado quiere decir que no hay diferencia significativa.

La otra prueba sensorial fue la de aceptación por "un sólo estímulo", utilizando el formato No. 2, basada en Ramsbottom (1947), este formato utiliza términos calificativos comunmente conocidos por los jueces panelistas, además de que incluye calificaciones positivas y negativas haciéndolas más objetivas para la aceptación o rechazo del producto. El análisis estadístico que se realizó fue la prueba "F", donde se comparan los valores obtenidos de las varianzas observadas al tratar calificaciones de los tres productos a tres diferentes concentraciones (1). Los valores de varianza tabulados de acuerdo al nivel de significancia previamente establecido de 5% ó 1%. Para el caso de productos comestibles y para esta prueba se establece un nivel de significancia de 1%. A continuación se presentan los cálculos para esta prueba:

Cálculos estadísticos para obtener varianza en la prueba individual organoléptica (para cada producto y parámetro)

| (a) calificaciones | (b) frecuencia | (c)=(a)x(b) | (d)= (a <sup>2</sup> )x(b) |
|--------------------|----------------|-------------|----------------------------|
| +5                 | 0              | 0           | 0                          |
| +4                 | 5              | 20          | 80                         |
| +3                 | 5              | 15          | 45                         |
| +2                 | 7              | 14          | 28                         |
| +1                 | 1              | 1           | 1                          |
| 0                  | 0              | 0           | 0                          |
| -1                 | 3              | -3          | 3                          |
| -2                 | 3              | 0           | 0                          |
| -3                 | 1              | -3          | 9                          |
| -4                 | 0              | 0           | 0                          |
| -5                 | 0              | 0           | 0                          |
|                    | <u>25</u>      | <u>44</u>   | <u>166</u>                 |

Se calculan las sumatorias de (b), (c), y (d) de cada producto en las concentraciones de 5%, 10%, 15%:

$$n = \sum(b) = 25+20+15=60$$

$$X = \sum(c) = 44+42+43=129$$

$$\sum(d) = 166+136+147=449$$

$$\text{Factor de corrección: } FC = \frac{(\sum X)^2}{n} = \frac{129^2}{60} = 277.35$$

$$\text{Varianza} = (\sigma T^2) = \sum X^2 - FC = 129^2 - 277.35 = 171.65$$

$$\text{Varianza de formulación: } (\sigma F^2) = \frac{(\sum X_a)^2}{n} + \frac{(\sum X_b)^2}{n} + \dots - FC$$

$$(\sigma F^2) = \frac{44}{25} + \frac{42}{20} + \frac{43}{15} - 277.35 = 11.51$$

$$\text{Varianza residual: } (\sigma R^2) = \sigma T^2 - \sigma F^2 = 171.65 - 11.51 = 160.14$$

Grados de libertad= n-1

|                |        | RESUMEN     |                                  |                     |                            |
|----------------|--------|-------------|----------------------------------|---------------------|----------------------------|
|                |        | GRADOS LIB. | VARIANZA                         | VARIANZA            | VARIANZA                   |
|                |        |             | SIGNIFIC.                        | CALCULADA           | TEORICA                    |
| P: panelistas  | = 59   | T=171.65    | -                                | -                   | -                          |
| F: formulac.   | = 2    | F= 11.51    | $\sigma F^2/\text{No. F} = 5.75$ | $\frac{5.75}{2.80}$ | x= gdo. de libertad formul |
| E: err. resid. | P-F=57 | R=160.14    | R/err= 2.80                      | 2.05                | y=gdo. libertad panelistas |

FORMATO 1

PRODUCTO \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_

INSTRUCCIONES: Seleccionar una muestra de cada lote y señalar lo siguiente:

- 1o. Cuál muestra es diferente
- 2o. Cuál muestra presenta mayor coloración oscura en migajón
- 3o. Si la muestra es agradable o desagradable

| MUESTRA | MUESTRA DIFERENTE | COLORACIÓN MÁS OSCURA EN MIGAJÓN | AGRADABLE | DESAGRADABLE |
|---------|-------------------|----------------------------------|-----------|--------------|
| A       |                   |                                  |           |              |
| B       |                   |                                  |           |              |
| C       |                   |                                  |           |              |

(marcar con una cruz)

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

FORMATO 2

PRODUCTO \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_

INSTRUCCIONES: Utilizando la escala de calificaciones adjunta, anotar en la casilla correspondiente a cada característica el número que denote su gusto por el producto probado.

|                     |    |
|---------------------|----|
| Excelente           | +5 |
| Muy bueno           | +4 |
| Bueno               | +3 |
| Ligeramente bueno   | +2 |
| Superior a regular  | +1 |
| Regular             | 0  |
| Inferior a regular  | -1 |
| Ligeramente malo    | -2 |
| Malo                | -3 |
| Muy malo            | -4 |
| Extremadamente malo | -5 |

Calificación

|              |  |
|--------------|--|
| apariciencia |  |
| sabor        |  |
| textura      |  |

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## V. RESULTADOS

### V.1 Mezclas teóricas y cálculo de valores estimativos.

Para facilitar el estudio se programaron tres tipos de mezclas a las siguientes concentraciones: 5%, 10% y 15% de concentrados protéicos, se consideró que éstos tendrían 60% de proteína, según lo reporta Sefa Dedh y Stanley (58); en la Tabla No. 12 se observan los valores calculados de proteína y lisina para las seis diferentes combinaciones, como son datos teóricos, se observa que los valores de proteína son iguales para una sola concentración y diferente concentrado, en cambio para cálculo de contenido de lisina son diferentes pues han sido tomados del contenido real de cada producto, el incremento mayor de lisina se da supuestamente en la mezcla de concentrado de alverjón 15%, harina de trigo 85% con un valor de 4.71% de lisina comparado con el contenido de lisina en el pan 1.98% da un incremento de 137.8%, estos cálculos ayudarán para los resultados finales.

### V.2. Pruebas de panificación.

Con el fin de lograr un producto con características iguales al pan comercial, primeramente se realizó un análisis proximal de bolillo de "x" panadería, con el fin de tener los datos suficientes y aproximar lo más posible la fórmula, a la vez se entrevistaron a un panadero y a otra persona experta en panadería, quienes facilitaron elaborar un producto como el

**CALCULOS ESTIMADOS DE PROTEINA Y LISINA PARA  
PRODUCCION DE PAN CON CONCENTRADOS PROTEICO**

| MEZCLAS  | 95%-15% |            | 90%-10% |            | 85%-15% |            |
|----------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|
|          | prot. % | g lls/100g | prot. % | g lls/100g | prot. % | g lls/100g |
| soya     | 12.6    | 3.04       | 15.1    | 3.79       | 17.6    | 4.31       |
| garbanzo | 12.6    | 3.03       | 15.1    | 3.77       | 17.6    | 4.28       |
| alverjon | 12.6    | 3.23       | 15.1    | 4.10       | 17.6    | 4.71       |

TABLA No. 12

comercial. Las pruebas se realizaron contando con equipo de laboratorio, lo cual dificultó elaborar un pan idéntico ya que la ambientación es diferente a la de una panadería, pero sí se lograron las condiciones del proceso y se igualó el producto.

La fórmula definitiva para realizar todas las demás pruebas es la siguiente: harina cernida y refinada 500 g, levadura prensada 15 g, sal fina 7 g, 290 ml de agua a 40°C. La técnica que se siguió fue: en una batidora Hobart con capacidad de 20 l, y con el batidor para masa de levadura o "garfio", se mezcla el harina durante 30 seg., se adiciona la levadura y sal disueltas en 50 ml de agua, se bate a velocidad No. 1 se va agregando el agua restante durante un minuto, cambiar a la velocidad No. 2 y batir la masa, se observará que la masa es muy elástica y pegajosa al tacto y al recipiente, batir hasta que la masa sea tersa, suave y desprege fácilmente del recipiente. A dicha masa se le hace fermentar de preferencia en un recipiente amplio y hondo hasta que eleve su volumen casi al doble, aproximadamente 40 min a 37°C y cubriéndola con una manta de cielo, después de transcurrido ese tiempo se vuelve a amasar con la mano y se golpea sobre una superficie dura y lisa, se forman piezas de bolillo de 80 a 90 g cada una y se barnizan con solución salina al 2% y la cocción se realiza a 300°C durante 20 min aproximadamente. El rendimiento para dichas cantidades es de 10 a 12 piezas de 80 a 75 g cada una.

V.3 Análisis proximal del producto patrón, muestras comerciales y materia prima. Se muestreó de 6 diferentes panaderías diez bolillos de cada una (P<sub>1</sub>, P<sub>11</sub>, P<sub>111</sub>, P<sub>1v</sub>, P<sub>v</sub>, P<sub>v1</sub>) y se realizaron 3 remesas de pan con formularios y

procedimientos idénticos en tres días diferentes ( $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$ ) y se les realizó primeramente una prueba de humedad como pan fresco y posteriormente se prepararon las muestras según las técnicas de AACC 62-05 para proceder con el análisis proximal. Se pesa el pan frío y se rebana en porciones de 2 a 3 mm procurando que las migajas no se pierdan, se pesa y se deja al aire libre durante 15 ó 20 hrs. sin tapar, al curso de este tiempo el pan se encuentra seco y se vuelve a pesar. La textura del pan es quebradiza con facilidad de desmoronarse y molerse obteniéndose una muestra pulverizada y homogénea.

En la Tabla No. 13 se muestran los resultados del análisis proximal como pan seco y pan fresco como se consume si se comparan los promedios de los resultados de dichos análisis para los productos elaborados en laboratorio  $E_1$ ,  $E_2$ , y  $E_3$  y los obtenidos en panaderías  $P_I$ ,  $P_{II}$ ,  $P_{III}$ ,  $P_{IV}$ ,  $P_V$ ,  $P_{VI}$  se observa que hay semejanza en cuanto a humedad, cenizas, fibra cruda y carbohidratos; en cambio difieren en el contenido de proteína y grasa, siendo menor el porcentaje de proteína y mayor el de grasa en los productos  $E$ ,  $E_2$ ,  $E_3$  que en los bolillos de panadería, estos resultados se deben probablemente al tipo de harina que se distribuye en las panaderías.

También se realizó el mismo análisis a la harina de trigo como a la materia prima para la obtención de concentrados protéicos. Como se observa en la Tabla No. 14, el contenido de proteína es alto en las tres leguminosas y confirma los datos recopilados de la bibliografía.

#### V.4 Extracción de concentrados.

# COMPARACION DE RESULTADOS DEL ANALISIS PROX. DE PRODUCTOS COMERCIALES CON LOS ELABORADOS EN EL LABORATORIO

| PRODUCTO           | P A N F R E S C O * |            |         |           |               |               | P A N S E C O * |            |         |           |               |               |
|--------------------|---------------------|------------|---------|-----------|---------------|---------------|-----------------|------------|---------|-----------|---------------|---------------|
|                    | % humedad           | % proteina | % grasa | % cenizas | % fibra cruda | % carb. hidr. | % humedad       | % proteina | % grasa | % cenizas | % fibra cruda | % carb. hidr. |
| harina             |                     |            |         |           |               |               | 12.8            | 10.0       | 1.4     | 1.6       | 0.61          | 73.59         |
| PI                 | 31.8                |            |         |           |               |               | 13.0            | 10.7       | 0.7     | 2.8       | 0.9           | 71.9          |
| PII                | 31.0                |            |         |           |               |               | 11.3            | 10.4       | 0.8     | 2.0       | 0.80          | 74.7          |
| PIII               | 27.6                |            |         |           |               |               | 12.8            | 12.2       | 0.8     | 1.7       | 0.9           | 71.6          |
| PIV                | 25.1                |            |         |           |               |               | 12.5            | 11.6       | 0.6     | 2.2       | 0.7           | 72.4          |
| PV                 | 28.0                |            |         |           |               |               | 11.1            | 12.0       | 0.5     | 1.7       | 0.7           | 74.0          |
| PVI                | 29.0                |            |         |           |               |               | 11.1            | 11.6       | 0.6     | 1.4       | 0.8           | 74.5          |
| Promedio de PI-PVI | 28.73               | 9.21       | 0.53    | 1.7       | 0.64          | 59.23         | 11.96           | 11.38      | 0.66    | 2.1       | 0.8           | 73.18         |
| E1                 | 30.8                |            |         |           |               |               | 12.9            | 10.6       | 1.0     | 1.9       | 0.9           | 72.7          |
| E2                 | 30.4                |            |         |           |               |               | 12.2            | 9.8        | 1.2     | 1.1       | 0.6           | 75.1          |
| E3                 | 29.6                |            |         |           |               |               | 12.9            | 10.0       | 1.2     | 1.5       | 0.7           | 73.8          |
| Promedio de E1-E3  | 30.26               | 8.87       | 1.03    | 1.19      | 0.55          | 59.13         | 12.66           | 10.1       | 1.13    | 1.5       | 0.7           | 73.91         |

\* se refiere al pan fresco tal cual se consume

\* se refiere al pan preparado y muestreado segun AACC para análisis proximal

PI, PII, PIII, PIV, PV, PVI, corresponde a los panes comprados en seis panaderías diferentes

E1, E2, E3, corresponden a tres remesas de pan elaboradas en el laboratorio con una misma técnica y formulación.

**TABLA No. 13**

## ANALISIS PROXIMAL DE MATERIA PRIMA

| HARINA   | humedad | proteína | grasa | cenizas | fibra | carboh. |
|----------|---------|----------|-------|---------|-------|---------|
| trigo    | 12.8    | 10.0     | 1.37  | 0.57    | 0.60  | 74.66   |
| garbanzo | 8.40    | 23.30    | 6.06  | 2.58    | 4.86  | 58.8    |
| alverjón | 10.35   | 24.0     | 1.10  | 2.32    | 3.69  | 58.54   |
| soya     | 6.40    | 51.02    | 1.04  | 7.19    | 4.77  | 27.61   |

TABLA No. 14

El fundamento de la extracción de los concentrados es la solubilidad de las proteínas y puntos isoelectrónicos. Se consideraron dos métodos: el de Chakraborty (15) y el de Sefadneh y Stanley (58) ambos métodos coinciden en los medios de solubilidad y difieren en el tiempo de centrifugación debido a las RPM a que estaba programada la centrífuga que ellos utilizaron y en el pH de precipitación de proteínas. Las experiencias las hicieron con leguminosas ganaderas y con soya respectivamente. Para la extracción de concentrados de alverjón, garbanzo y soya se hicieron los ajustes con de pH respectivos en el laboratorio dependiendo sus puntos isoelectrónicos: pH de la proteína de alverjón 5.0, pH de la proteína de garbanzo 4.5 y pH proteína de soya 4.1 (Diagrama No. 1).

Durante las extracciones de proteína de alverjón y garbanzo no hubo ningún problema, pues el proceso es sencillo y de buen rendimiento, en cambio en la de la soya fue extremadamente bajo y además se empleó más tiempo de agitación alcalina, por lo que aumentó el gasto del proceso y de materia prima. En la tabla No. 15 se muestran las características de los concentrados obtenidos: las características organolépticas para las proteínas de alverjón y garbanzo fueron de gran aceptación, a diferencia de la proteína de soya que era más oscura y con olor fuerte, estas características del concentrado de soya y las razones ya mencionadas fueron claves para desistir en seguir extrayendo su proteína, entonces se decidió utilizar harina desengrasada de soya que contiene 51.02% de proteína sustituyendo al concentrado.

A los concentrados protéicos se les realizó análisis proximal como reflejan los resultados en la Tabla No. 16, los

## CARACTERISTICAS DE LOS CONCENTRADOS

| CONCENTRADO | COLOR         | OLOR                       | TEXTURA | RENDIMIENTO |
|-------------|---------------|----------------------------|---------|-------------|
| Garbanzo    | marfil        | caracteris-<br>tico        | suave   | 81.5%       |
| Alverjon    | belge         | caracteris-<br>tico        | suave   | 70.8%       |
| Soya        | cafe<br>claro | fuerle carac-<br>teristico | pastoso | 32.0%       |

TABLA No. 15

## ANALISIS PROXIMAL DE CONCENTRADOS

| CONCENTRADO | humedad | proteína | grasa | cenizas | fibra | Carboh. |
|-------------|---------|----------|-------|---------|-------|---------|
| Alverjón    | 9.8     | 60.0     | 2.63  | 1.64    | 1.81  | 24.12   |
| Garbanzo    | 7.0     | 61.0     | 3.5   | 2.1     | 2.39  | 24.01   |
| Soya        | 9.4     | 71.0     | 3.6   | 4.1     | 3.8   | 8.1     |

TABLA No. 16

valores de proteína confirman los valores reportados por diferentes autores (5,9,13,15,27,38,32,48): concentrado de alverjón 60% de proteína, concentrado de garbanzo 61% y concentrado de soya 71%.

V.5 Elaboración de productos de panificación con mayor contenido protéico.

Con los concentrados obtenidos y las mezclas programadas, se procedió a elaborar bolillos en las siguientes proporciones: harina de trigo 95%, 90% y 85% con proteína de leguminosa 5%, 10% y 15% respectivamente.

A todos estos productos se les realizó análisis proximal, con la previa preparación de la muestra (AACC-method 62-05) con análisis de lisina, triptofano y metionina como se observa en las Tablas Nos. 17 y 18. Cada producto se valió sensorialmente por medio de un análisis estadístico: a) pruebas panel triangulares para detectar si los productos elaborados al 5%, 10%, 15% de adición de proteína de leguminosas tienen diferencia significativa al pan elaborado con 100% de harina de trigo; b) pruebas individuales en cada tipo de producto calificando los siguientes parámetros: volumen de la miga, textura de la corteza, sabor y color. Los resultados de las pruebas triangulares se interpretan, tomando en cuenta la probabilidad de acertar, es decir, 1/3 se detecta el % de panelistas que diferenciaron la muestra desigual. En la prueba panel con escala edónica para cada tipo de producto resultaron que todos los panes fueron aceptables a los panelistas. En las Tablas 19 y 20 se muestran dichos resultados.

RESULTADOS DEL ANALISIS PROXIMAL DE BOLILLO  
CON HARINA DE TRIGO CON CONCENTRADOS DE  
GARBANZO Y HARINA DESENGRASADA DE SOYA A  
CONCENTRACIONES

| Parame-<br>tro     | % de conc.<br>añadido | pan c/ conc. alverjon |       | pan c/ conc. garbanzo |       | pan c/ h. de soya desg. |       |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|-------------------------|-------|
|                    |                       | fresco                | seco  | fresco                | seco  | fresco                  | seco  |
| humedad            | 0 %                   | 30.26                 | 12.66 | 30.26                 | 12.66 | 30.26                   | 12.66 |
|                    | 5 %                   | 29.31                 | 13.60 | 29.18                 | 8.90  | 32.64                   | 13.00 |
|                    | 10 %                  | 28.19                 | 8.10  | 28.90                 | 8.00  | 30.84                   | 8.10  |
|                    | 15 %                  | 28.00                 | 8.40  | 31.00                 | 8.60  | 31.00                   | 8.66  |
| proteina           | 0 %                   | 8.87                  | 10.19 | 8.87                  | 10.10 | 8.87                    | 10.10 |
|                    | 5 %                   | 11.31                 | 13.60 | 11.83                 | 16.26 | 10.91                   | 14.60 |
|                    | 10 %                  | 11.97                 | 16.00 | 13.01                 | 18.84 | 11.68                   | 16.52 |
|                    | 15 %                  | 13.69                 | 17.30 | 14.97                 | 17.80 | 12.26                   | 16.66 |
| grasa              | 0 %                   | 1.03                  | 1.13  | 1.03                  | 1.13  | 1.03                    | 1.13  |
|                    | 5 %                   | 1.00                  | 1.20  | 1.47                  | 1.90  | 1.40                    | 1.90  |
|                    | 10 %                  | 1.19                  | 1.60  | 1.62                  | 2.10  | 1.66                    | 2.11  |
|                    | 15 %                  | 1.30                  | 1.70  | 2.30                  | 2.80  | 2.06                    | 2.60  |
| cenizas            | 0 %                   | 1.19                  | 1.50  | 1.19                  | 1.5   | 1.19                    | 1.5   |
|                    | 5 %                   | 1.53                  | 1.83  | 0.85                  | 1.15  | 0.88                    | 1.16  |
|                    | 10 %                  | 1.67                  | 2.10  | 1.08                  | 1.40  | 1.07                    | 1.43  |
|                    | 15 %                  | 1.67                  | 2.13  | 1.5                   | 1.60  | 1.17                    | 1.60  |
| fibra c.           | 0 %                   | 0.66                  | 0.69  | 0.66                  | 0.69  | 0.66                    | 0.69  |
|                    | 5 %                   | 0.63                  | 0.70  | 0.64                  | 0.74  | 0.66                    | 0.88  |
|                    | 10 %                  | 0.68                  | 0.78  | 0.61                  | 0.80  | 0.68                    | 0.92  |
|                    | 15 %                  | 0.66                  | 0.86  | 0.66                  | 0.81  | 0.71                    | 0.97  |
| carbohi-<br>dratos | 0 %                   | 69.13                 | 73.91 | 69.13                 | 73.91 | 69.13                   | 73.91 |
|                    | 5 %                   | 66.26                 | 64.27 | 66.71                 | 71.02 | 53.51                   | 68.44 |
|                    | 10 %                  | 66.20                 | 71.42 | 64.78                 | 70.83 | 54.17                   | 71.92 |
|                    | 15 %                  | 64.78                 | 69.62 | 49.76                 | 70.39 | 52.80                   | 71.47 |

TABLA No 17

**RESULTADOS DEL ANALISIS DE LIS., MET. Y TRIP. DE  
MATERIA PRIMA Y BOLILLO ELABORADO CON CONCEN  
TRADOS DE ALVERJON, GARBANZO Y HARINA DE SOYA**

| P R O D U C T O  | lis.               | met. | trip. |
|------------------|--------------------|------|-------|
|                  | g/100g de proteína |      |       |
| harina de trigo  | 2.0                | 1.78 | 1.01  |
| pan comercial    | 1.79               | 1.49 | 0.94  |
| pan laboratorio  | 1.81               | 1.66 | 0.99  |
| harina alverjon  | 7.33               | 1.27 | 1.06  |
| harina garbanzo  | 6.48               | 0.76 | 1.42  |
| h. soya desengr. | 6.54               | 1.26 | 1.31  |
| conc. alverjon   | 7.38               | 1.97 | 0.67  |
| conc. garbanzo   | 6.38               | 1.03 | 0.66  |
| pan alverjon 5%  | 2.24               | 1.67 | 0.96  |
| pan alverjon 10% | 2.38               | 1.42 | 0.96  |
| pan alverjon 15% | 2.42               | 1.38 | 0.98  |
| pan garbanzo 5%  | 2.20               | 1.67 | 0.98  |
| pan garbanzo 10% | 2.26               | 1.51 | 0.96  |
| pan garbanzo 15% | 2.32               | 1.48 | 0.90  |
| pan h. soya 5%   | 2.02               | 1.52 | 0.99  |
| pan h. soya 10%  | 2.18               | 1.50 | 1.01  |
| pan h. soya 15%  | 2.24               | 1.47 | 1.03  |

TABLA No.18

## RESULTADOS DE LA PRUEBA TRIANGULAR

|                               | Pan c/ conc. alverjon |                      |                     | Pan c/ conc. garbanzo |                       |                      | Pan c/ harina de soya d. |                      |                 |
|-------------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|-----------------|
|                               | 5%                    | 10%                  | 15%                 | 5%                    | 10%                   | 15%                  | 5%                       | 10%                  | 15%             |
| panelistas<br>totales         | 27                    | 22                   | 10                  | 25                    | 21                    | 16                   | 25                       | 22                   | 16              |
| acertaron                     | 11                    | 18                   | 10                  | 8                     | 13                    | 16                   | 7                        | 7                    | 11              |
| No. panelistas limite         | 12                    | 11                   | 4                   | 9                     | 12                    | 10                   | 9                        | 11                   | 10              |
| proporcion teorica<br>x 100   | $\frac{12}{27}=44.4$  | $\frac{11}{22}=50.0$ | $\frac{4}{10}=40.0$ | $\frac{9}{25}=36.0$   | $\frac{12}{13}=57.14$ | $\frac{10}{16}=62.5$ | $\frac{9}{25}=36.0$      | $\frac{11}{22}=50.0$ | $\frac{10}{16}$ |
| proporcion observada<br>x 100 | $\frac{11}{27}=40.7$  | $\frac{18}{22}=81.8$ | $\frac{10}{10}=100$ | $\frac{8}{25}=32.0$   | $\frac{13}{21}=61.9$  | $\frac{16}{16}=100$  | $\frac{7}{25}=28.0$      | $\frac{7}{22}=31.8$  | $\frac{11}{16}$ |
| diferencia significativa      | No                    | Si                   | Si                  | No                    | Si, ligeramente       | si                   | No                       | No                   | Si, ligeramente |

\* Significa el No. de panelistas limite teoricos que deberian haber acertado para que no hubiera diferencia significativa.

\* La diferencia se deduce así: si al proporción observada es menor a la teorica, NO existe diferencia significativa y viceversa

TABLA No.19

## RESULTADOS DE ANALISIS ORGANO- LEPTICO DE LA PRUEBA INDIVIDUAL

| PAN      | S A B O R       |           | T E X T U R A   |           |
|----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|
|          | v a r i a n z a |           | v a r i a n z a |           |
|          | teórica         | calculada | teórica         | calculada |
| Alverjón |                 |           |                 |           |
| 5%       |                 |           |                 |           |
| 10%      | 4.92            | 0.71      | 4.92            | 4.03      |
| 15%      |                 |           |                 |           |
| Garbanzo |                 |           |                 |           |
| 5%       |                 |           |                 |           |
| 10%      | 4.98            | 3.15      | 4.98            | 3.1       |
| 15%      |                 |           |                 |           |
| Soya     |                 |           |                 |           |
| 5%       |                 |           |                 |           |
| 10%      | 4.95            | 2.03      | 4.95            | 0.46      |
| 15%      |                 |           |                 |           |

TABLA No.20

## VI COSTOS

Un factor importante a considerar son los costos de los concentrados y productos obtenidos como son los bolillos con mayor contenido de proteína y lisina.

El costo del concentrado de alverjón y de garbanzo se hizo de la siguiente manera: tomando en cuenta el rendimiento, la cantidad y precios de materia prima que se necesita para obtener 100 g de concentrado y en base a esto se obtiene el costo neto por Kg de concentrado, como se observa en la tabla No. 21. Como ya se ha dicho antes existen plantas procesadoras de aislados y concentrados protéicos de soya en México donde se puede introducir otra leguminosa a la que se le desee extraer la proteína, sin costo alguno de proceso y mano de obra y sólo establecer los precios de la materia prima que se introduzca en la planta procesadora.

En la Tabla No. 22 se observan los costos por pieza, los cuales han sido obtenidos por reglas de tres, por ejemplo si en el pan harina de trigo 90% con 10% de concentrado de garbanzo, se añade 100 g de concentrado en 900 g de harina de trigo para obtener 24 bolillos y el costo por kg de concentrado es de \$ 5,967.00, entonces \$ 586.70 por 100 g, entre 24 piezas da como resultado \$ 24.86, y se le suma \$ 80.00 del costo del bolillo comercial: \$ 104.86 por un pan con 10% de concentrado protéico de

garbanzo, es decir un 31% más.

Es importante, tomar en cuenta que la mano de obra, instalación, etc., han sido descartadas en este cálculo ya que la elaboración del bolillo es un producto con un proceso muy establecido en la industria panadera, especialmente en México, por lo que sólo se adicionarían los concentrados y el harina de soya desengrasada en el momento de mezclarlo con el harina de trigo sin costo alguno, solamente el del concentrado protéico que es el que aumenta el valor del producto final. En la Tabla No. 22 se muestran los precios para todos los seis productos finales, de los cuales el más barato ha sido el elaborado con harina de soya desengrasada al 5% con un precio de \$ 85.02 y el más caro el de 10% de concentrado de garbanzo con un precio de \$ 104.86.

## ESTIMACION DE PRECIOS Y RENDIMIENTO DE MATERIA PRIMA DE LOS CONCENTRADOS EXTRAIDOS

|   | ALVERJON   | GARBANZO   | SOYA       |
|---|------------|------------|------------|
| g de producto para obtener 100 g de conc. | 358.9 g    | 315.9 g    |            |
| Rendimiento                               | 70.8 %     | 81.5 %     |            |
| \$/ kg de materia prima                   | \$ 1.462.- | \$ 1.889.- | \$ 1.204.- |
| \$/ kg de concentrado                     | \$ 5.244.- | \$ 5.967.- | \$ 1.204.- |

TABLA No. 21

**PRECIOS DE PAN ENRIQUECIDO DEL 5 AL 10% CON  
HARINA DESENGR. DE SOJA ALVERJON Y GARBANZO**

| P R O D U C T O            | COSTO/PIEZA. |
|----------------------------|--------------|
| Pan 95%-5%h soya d.        | \$ 85.02     |
| Pan 90%-10%h. soya d.      | 90.05        |
| Pan 95%-5%conc. alverjon   | 91.90        |
| Pan 90%-10%conc. alverjon. | 103.80       |
| Pan 95%-5%conc. garbanzo.  | 93.30        |
| Pan 90%-10%conc. garbanzo. | 107.10       |

TABLA No. 22

## VII DISCUSION DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La investigación teórico-práctica se realizó con el objeto de elaborar un producto de panificación tipo bolillo con mayor valor nutritivo: aumentando el contenido de proteínas y lisina, por lo que es necesario comentar los resultados obtenidos de las experiencias realizadas para llegar al objetivo deseado:

- Durante la investigación bibliográfica, se partió siempre del principio de que los productos de panificación por ser derivados de cereales son deficientes en proteínas y el primer aminoácido limitante es la lisina, este aspecto encauzó y solidificó el estudio.
- En lo que se refiere a la selección de la materia prima (alverjón, garbanzo y soya) que ya ha sido ampliamente justificada, es necesario subrayar que las leguminosas por regla general en nutrición, son complementarias de los cereales, y en este caso han sido éstas las de mayor contenido de lisina, por lo que su papel en panificación se reporta como lo mejor.
- Uno de los puntos más importantes ha sido el montaje del proceso de extracción de concentrados protéicos: la técnica permitió observar el comportamiento de las proteínas de leguminosas, la diferencia que existe en la estructura de proteínas animales y vegetales por el grado de solubilidad y

coagulación. La técnica es sencilla pero a la vez es necesario cuidar que los tratamientos sean exactos, principalmente en los cambios de pH y temperaturas, pues los aminoácidos son susceptibles a muchos cambios fisicoquímicos. En la Tabla No. 15 se observan las características organolépticas y el rendimiento, éstas han sido favorables para el alverjón y garbanzo, pero en el caso de la soya se obtuvieron resultados poco aceptables, que como ya se ha dicho antes, ha sido el motivo para ser descartada para extraer su proteína, y usar el harina desengrasada directamente en el proceso de panificación, ya que el contenido protéico es alto 51.2%. En cuanto al contenido de proteínas de los dos concentrados protéico son los que se esperaban según se calcularon, como se muestra en la Tabla No. 12.

En cuanto al contenido de lisina es interesante comprobar que los valores para las harinas como para concentrados son casi los mismos: harina de alverjón 7.33% y concentrado 7.38%, harina de garbanzo 6.48% y concentrado 6.38%, esto se debe a que las unidades en las que se reporta los aminoácidos son en g de aa/100 g de proteína existente en el producto que se analice; por tanto los concentrados sí contienen mayor contenido de lisina ya que contienen 60% y 61% de proteína. El contenido de grasa en los concentrados es relativamente alta: 2.63% en alverjón, 3.5% en garbanzo y 3.6% en soya, por lo que ayudó a que la miga de pan fuera un poco más suave que la del pan sin enriquecer.

- Los productos de panificación elaborados se lograron igualar

a los comerciales, en cuanto a características organolépticas como también a los resultados de análisis proximales como se reportan en la Tabla No. 13, sólo hay que especificar que el tipo de harina con que se elaboraron los bolillos no ha sido igual a la que emplean regularmente en la industria panadera, pues el contenido de proteínas y grasa promedio es de 11.8% y 0.66% respectivamente, los cuales corresponden a una harina de trigo duro, a diferencia del contenido promedio al pan elaborado en laboratorio de 9.8% de proteínas y 1.2% de grasa.

- En lo que se refiere a los resultados de las Tablas No. 17 y 18, conviene compararlas con los de la Tabla No. 12, ya que ésta da valores teóricos estimativos. Se observa que en todos los casos el contenido de proteínas reales rebasó a los teóricos, y donde el producto de mayor contenido protéico fue el pan al 15% de concentrado de garbanzo con 17.80% y le sigue el pan con 15% de concentrado de alverjón con 17.30%, y 16.66% para el pan con 15% con harina de soya.
- El contenido de lisina, aumentó en todos los casos, obteniéndose mayor incremento en el pan con 15% de alverjón con 2.42%, pero si se compara con la Tabla No. 12, se observa que el incremento obtenido es menor al calculado. En cuanto al contenido de lisina en los productos de harina desengrasada de soya, se observa que se mantiene en un rango casi igual al de los productos con concentrados protéicos. Los resultados de las determinaciones de triptofano y metionina resultaron con ligeramente bajas en el caso de pan

con 15% de concentrado de garbanzo y alverjón, debido a que los concentrados sufrieron deficiencia en estos dos aminoácidos.

- El análisis estadístico resultó favorable y decisivo para elegir cuáles son los productos que se recomiendan, los de más aceptación fueron el pan elaborado al 5% y 10% de soya, el de alverjón a 5%, y el de garbanzo al 5% como se observa en la Tabla No. 19. ya que son los que no muestran diferencia significativa organoléptica para ser consumidos como bolillo, pero en las pruebas individuales se polarizó el gusto por el de soya 5% y 10% y alverjón 5%. en la Tabla No. 20 se muestra que todos los productos son aceptables, de buena textura y sabor, se observó en todas las pruebas panel que los jueces aceptaban con agrado los productos al 15% calificándolos como bolillos tipo integral.
- El cálculo de costo de los productos sólo se sacó a los que contenían de 5% y 10% de concentrados y harina de soya ya que los de 15% el público ya no los considera como pan blanco común, los panes elaborados de menor costo fueron los que contienen 5% de concentrados y los elaborados con harina desengrasada de soya, siendo \$ 85.02 el de menor costo.
- Por tanto, los productos que podrían ser más asequibles al público son: bolillo de harina de trigo con 5% de harina de soya desengrasada con 14.15% de proteína y 2.02% de lisina con un costo de \$ 85.02; el bolillo de harina de trigo con 10% de harina de soya desengrasada con 15.52% y 2.18% de lisina a un precio de \$ 90.05 y el bolillo con 5% de concentrado de alverjón con 15.02% de proteína, 2.24% de

lisina y a un precio de \$ 91.09, o sea 13.8% sobre el costo del producto sin suplementar.

- Conforme a los objetivos propuestos, todos los productos obtenidos han incrementado considerablemente el contenido de proteínas: donde 14.51% de proteínas representa un incremento del 23% como mínimo hasta 17.80% que representa un incremento del 68.77% como máximo en el pan soya al 5% y garbanzo 15% respectivamente como máximo en pan fresco, y en cuanto a lisina aumentó 11.60% como mínimo y 33.70% como máximo en pan 5% con soya y pan 15% con alverjón respectivamente.
- Finalmente, para introducir el producto en la industria y en el mercado, sería conveniente implantar un sistema de producción panadera nacional haciendo un acuerdo con los harineros y los productores de aislados y concentrados protéicos; a la vez concientizando, aunque fuera a largo plazo, por medio de una campaña constante a nivel nacional a los panaderos, comerciantes y consumidores. Además de esto, la versatilidad de los productos en estudio, hacen que puedan ser utilizados en la elaboración de gran variedad de productos de panadería y repostería.

## VIII BIBLIOGRAFIA

1. Amerine, H., Pangborn, R.H. "The principles of sensory evaluation of food." Ac. Press, New York and London, 1965.
2. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, DGEA, 1985.
3. Ayres, J.L. and Davenport, B.L. "Peanut Protein: A versatile Food Ingredient" Journal American oil chemists Soc. II Vol. 54. 109A-111A, 1977.
4. Badui Dergal, S. Química de los Alimentos. Ed. Alhambra Mexicana, 1a. Edición, México 1981.
5. Betschar, A. y Saunders, R.H. "Supplementation of one-pound loaves with wet alkaline process wheat protein, proteins concentrates: Baking and Nutritional quality." Journal of Food Science 41(4): 820-824, 1976.
6. Blovin, F.A., Cherry, J.P. "Identification color-causing pigments in biscuit containing cottonseed flour". Journal of Food Science. 45(4), 1980.
7. Boletín Conference Singapur. Bader, "World soybean supply, production, utilization". Proceeding of the international soy protein food. 7-II-1978.
8. Boletín de Asociación Americana de Soya. "Proteínas comestibles de la soya y sus usos" A.A.S. No. 5, 1986.
9. Boletín Asociación Americana de Soya "Proteína de soya". Kingston, Jamaica, A.A.S., 1980.
10. Boletín INN. Recomendaciones de Nutrimientos de la Población Mexicana, I.N.N., 1980.

11. Boletín UNESCO. "Los hijos del hambre". Correo de la UNESCO, año XXXII, 1979.
12. Boletín. "From wheat four, wheat and civilization". Library of Congress, Catalog Card No. 1966, 1-3.
13. Bressani, R. y Hernández, E. "Efecto suplementario de 3 fuentes de proteína de soya" Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) Guatemala, C.A., Año 24, No. 288 X-1977.
14. Carpenter, K.J. and Bruno, D. "The estimation of available lysine in food proteins". Biochemical Journal 77: 604-610, 1960.
15. Chakraborty, P., Sosulski, F. y Bose, A. "Ultracentrifugation of salt-soluble proteins in ten legume species". Journal Science of Food Agricultural 30, 766-771, 1979.
16. Censos Industriales. CANACINTRA. Resumen del Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática. XII-1989.
17. Cotton, R.H. "Soya Products in Bakery Goods". Continental Baking Co. Journal Am. Chemists Soc. Juan, Vol. 51, 116A-119A, 1974.
18. Dixon, J., Wilfrid, Frank J. Massey. "Introducción al análisis estadístico". Caps. 8, 9 y 10. 2a. Ed. Mc Graw Hill. Madrid 1975.
19. Encuestas Nutricionales en México. Vol. II Estudios 1973-1974. CONACYT-PRONAL. México, 1986.
20. Enciclopedia Barsa. Tomo I, II y VII. Editorial: Editores, Encyclopaedia Britannica, Inc. Buenos Aires, Chicago. Ed. 1960.

21. Enciclopedia Ciencias Naturales. Tomos I, II y IV. Ed. Bruguera. Nueva York, 1966.
22. Enciclopedia Ilustrada "Cumbre". Tomos I, II, III y XII. Ed. Cumbre, S.A. México, D.F., 1959.
23. Erdman, J.W. "Production, nutritional value and baking quality of soy-egg flours". Journal of Food Science 42(4): 964-968, 1977.
24. Fleming, S. y Sosulsky, F. "Microscopic evaluation of bread fortified with concentrated plant proteins". Cereal Chemistry 55(3): 373-382, 1978.
25. Fleming, S. y Sosulsky, F. "Nutritive Value of Bread Fortified with Concentrated Plant Proteins". Cereal Chemistry 54(40) 1238-1246, 1977.
26. Flores, G. Apuntes de Técnicas culinarias. ESDA1. México, 1981.
27. Free, B. y Satterlee, L. "Biochemical properties of alfalfa protein concentrate". Journal of Food Science, Vol. 40, 85-89, 1975.
28. Fisher P. Bender. "The value of Food". Great Britain. Oxford University Press, 1a. Ed. 1979.
29. Gur, S. Ranhotra. "Nutritional characteristics of high protein cookies". Journal of Agricultural Food Chemistry 28, pp. 507-509, 1980.
30. Handerson, J. y Buckman, R. "Home baked high-protein milk biscuits". The Australian Journal of Dairy Technology. 24(3) 30-31, 1969.

31. Harrison, E. "Fish protein concentrates". Report and proceeding of the joint UNIDO/FAO expert group meeting. Rabat, Morocco. 8-12, XII-1969.
32. Hayes, R.E. y Wadsworth, J.I. "Corn and Wheat-Based blended food formulations with cottonseed or peanut flour". Cereal Foods World 23(9) 548-554, 1978.
33. Hernández, M. et al. "Valor nutritivo de los alimentos mexicanos". Publicaciones de la División de Nutrición, INN pp. 1-12, 8a. Ed. 1982.
34. Icaza S., Behar, M. "Nutrición", Nueva Edición Interamericana, 2a. Ed., 1982.
35. Karuse M.V., "Nutrición y Dietética en Clínica". Ed. Interamericana. México, Argentina. 5a. Ed. 1975.
36. Kent, N. J. "Subaleurone endosperm cells of high protein content". Cereal Chemistry Vol. 431, pp 585-600, 1966.
37. Kevin, J. "Flour from peas". Food Engineering International. Vol.4 No. 2, pp 22-23, 1979.
38. Khan, M. Lawhon, J. "Bread-baking properties cotton-seed proteins concentrated prepared from solvent-extracted grandless cottonseed flour". Cereal Chemistry 53(3), 505-512, 1976.
39. Kissell, L. et al. "Protein enrichment of cookie flour with wheat gluten and soy flour derivatives". Cereal Chemistry 52(5) 631-632, 1978.
40. Kramer, A. and Twigg. "Quality control for the food industry". Vol I y III, Ed. The AVI Publishing Co. Inc. Westport, Connecticut, 207-211, 1970.

41. Kulp, K. et al. "Natural levels of nutrients in commercially milled wheat flour". I Description of samples. Proximate Analysis. Cereal Chemistry 57(1) 54-58, 1980.
42. Lorenz, K. and V.A. Lee. "The nutritional and physiological impact of cereal products in human nutrition". Critical Reviews in Food Sci. and Nutrition 8(4): 383-387, 1977.
43. Marnett, R.J. et al. "Methods of producing soy-fortified breads". Cereal Science Today, 18(2) 38-49, 1973.
44. Mattil, K.F. "Composition nutritional and Functionals properties and quality criteria of soy protein concentrate and soy protein isolate" Food Protein Research and Development Center. Journal American Oil Chemists Soc. I-Vol. 51 81A-84A, 1974.
45. Matz, S. "Bakery Technology and Engineering". AVI Publishing Co. Westport Connecticut. 1972.
46. Mauron, J. "Protein Enriched Foods: Fact and Illusions" Nestlé Research News 140-145, 1976-1977.
47. Mcwatters K.H. "Cookie Bakery properties of Defatted peanut, soybean and field pea flours". Cereal Chemistry 55(6) 853-863, 1978.
48. Meyer, E.W. "Oilseed protein concentrates and isolates". Journal American Oil Chemistry Soc. Vol. 48, 484-488, 1971.
49. Murdeza George. "Trends for Speciality breads". Bakery Division. Continental Baking Company. Cereal Foods World. 1978 23(11) 635-639, 1978.
50. Pomeranz, Y. "Wheat Chemistry and Technology" American Association of Cereal Chemists. St. Paul, Minn. Cap. No. 13 Bread 742. Cap. No. 11 523-545, 748-753, 722-727, 1971.

51. Pomeranz, Y. and Shellenberger, J. "Bread Science and Technology". The AVI Publishing Co., Westport, Connecticut, 1971.
52. Pomeranz, Y. et al. "Improving bread making properties with glycolipid. Improving various protein enriched product". Cereal Chemistry, 46 512-518, 1979.
53. Ranhotra, G.S. "Nutritional characteristics of high proteins cookies". Journal of Agricultural Food Chemistry, 28, 507-509, 1980.
54. Ranhotra, G.S. y Lee, C. "Bioavailability of Zinc in Cookies fortified with Soy and Zinc" Cereal Chemists. 56(6) 552-554, 1979.
55. Sambucetti y Sanahuja, J. "El valor nutritivo de la harina de pescado y su relación con el contenido de lisina y metionina disponibles". Archivos Latinoamericanos de Nutrición. XVIII, 119-133, 1970.
56. Satterlee, L.D. "Proteins for use in foods". Food Technology 35(6) 53-69, 1981.
57. Sefa-Dedeh, S. and Stanley, D. "Cowpea proteins I. Use of response surface methodology in predictin cowpea (vigna uniuiculata) protein extractability". Journal of Agricultural Food Chemistry 27(6), 1238-1243, 1979.
58. Sefa-Dedeh, S. and Stanley, D. "Cowpea proteins II. Characterization of water-extractable proteins". Journal of Agricultural Food Chemistry. 27(6) 1244-1265, 1979.

59. Serie de Productos Básicos. Análisis y Espectativas. El Trigo y sus Productos Especializados. S.P.P. Dep. de Pesca pp. 13-31, 1981.
60. Schimidt H. Hebbel. "Química y Tecnología de los alimentos". Ed. Salesiana, Santiago de Chile, 1966.
61. Soad, A.M. y Abdel-Rahmon "Supplementation of Bread with soybean and chickpea flows." Journal of Food Technology 11(6) 599-605, 1976.
62. Spadaro. J. Homer. K. y Gardener Jr. "Food uses for cottonseed protein". American Oil Chemistry Sci. Vol. III, 56 422-424, 1979.
63. Spadaro, J. Hayes. R. and Wadsworth. "Optimum protein quality foods blends". Soouthern Regional Research Center. SEA/USA. New Orleans. Cereal foods World. VII, 274-281, 1979.
64. Stark, L.D. y Satterlee, J.G. "Computer blending and laboratory evaluation of added food proteins for specific functional and nutritional properties". Food product development 9(7) 39-42, 1975.
65. Sullivan and Mc. Carthy. "An improved for the colorimetric determination of methionine in acid hydrolates of biological products" (Modificación). Industry Alimentary 13(5), 94-100, 1973.
66. Tanilli, V. "Characteristics of wheat and flour for cookies and cracker production". Cereal Food World, 21(12), 1976.
67. Williams, E. et al. "Makes baked foods more nutritions". Food engineering, XII, 59-61, 1970.

68. Wolf, W.J. "Proteinas Comestibles de la Soya y sus usos." No. 5. Publicado por AAS, 1980.
69. Worbec an Openka Blauth Charecasky. "A new rapid of determinating triptophan". Analytical Biochemical 6: 69-76, 1963 (modificado por Hernández y Bats en 1972).
70. Woreman and Satterlee. "Extraction and nutritive quality of wheat protein concentrate". Food Technology. 28(7) 50-52, 1974.