



300,627

**Universidad La Salle**

47

**Escuela de Química**  
**Incorporada a la U.N.A.M.**

2E3

**“Desarrollo de un pan hipoproteico e hiposódico  
para pacientes con insuficiencia renal “**

**TESIS PROFESIONAL**

**Que para Obtener el Título de  
Químico Farmacéutico Biólogo  
Presenta:**

**Luz Adriana Villarreal Anaya**

**Director de Tesis: Q. Irene Montalvo V.**

**México, D. F.**

**1995**

**FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

El presente trabajo fue realizado en el Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos del Instituto Nacional de la Nutrición "Dr. Salvador Zubirán" durante 1987, con la asesoría académica de la Q. Irene Montalvo Velarde de la Universidad La Salle.

A MIS PADRES

AMERICO Y BEATRIZ

HAGO PATENTE EL AGRADECIMIENTO

A MIS MAESTROS Y COMPAÑEROS

## INDICE

LISTA DE CUADROS .....	4
LISTA DE FIGURAS .....	6
I. RESUMEN .....	7
II. INTRODUCCION .....	8
III. JUSTIFICACION .....	10
IV. OBJETIVOS .....	11
V. GENERALIDADES	
Anatomía y Fisiología del Riñón .....	12
Insuficiencia Renal Crónica (I.R.C) .....	17
Dietoterapia en la I.R.C. ....	18
El Pan .....	22
Componentes del Pan y su funcionalidad .....	27
Agentes Acondicionadores .....	30
Vida de Anaquel .....	32
Empaque .....	35
VI. PARTE EXPERIMENTAL	
MATERIAL Y METODO	
Selección y Caracterización materias primas .	36
Selección de la Formulación .....	36
Elaboración del Pan .....	40
Evaluación del Producto .....	40
VII. RESULTADOS Y DISCUSION .....	50
VIII. ESTIMACION DEL COSTO DEL PRODUCTO .....	79
IX. CONCLUSIONES .....	82
BIBLIOGRAFIA .....	85

## LISTA DE CUADROS

PAG.

I.- COMPOSICION DE ALGUNAS MATERIAS PRIMAS.....	37
II.- FORMULACIONES PROPUESTAS PARA LA ELABORACION DEL PAN.....	38
III.- FORMULACION BASE.....	39
IV.- DISEÑO DE LAS FORMULACIONES PROPUESTAS.....	40
V.- HOJA DE CONTROL CALIFICACION DE CUALIDADES INTERNAS Y EXTERNAS DEL PAN.....	44
VI.- EVALUACION. PRUEBA DE COMPARACION MULTIPLE Y DE ORDENAMIENTO POR REFERENCIA.....	45
VII.- EVALUACION SENSORIAL DE PACIENTES.....	46
VIII.- ESTIMACION DE VIDA DE ANAQUEL.....	48
IX.- EVALUACION PRUEBA TRIANGULAR.....	49
X.- CONTENIDO DE HUMEDAD, PROTEINA, SODIO Y POTASIO DE LAS MATERIAS PRIMAS.....	51
XI.- VOLUMENES DE LAS FORMULACIONES PROPUESTAS.....	55
XII.- RESULTADO DE LA CALIFICACION DE CUALIDADES INTERNAS Y EXTERNAS.....	63
XIII.- VOLUMENES OBTENIDOS CON LAS DIFERENTES ETAPAS DE FERMENTACION DEL PROCESO.....	67
XIV.- COMPOSICION DE LAS FORMULACIONES SELECCIONADAS.....	70
XV.- COMPOSICION DEL PAN ELABORADO Y PAN COMERCIAL.....	71
XVI.- RESULTADOS DE LA PRUEBA DESCRIPTIVA POR ATRIBUTOS Y DE ORDENAMIENTOS POR PREFERENCIA.....	73

XVII.- DETERMINACION DE HUMEDAD DE LA FORMULACION SELECCIONADA CON Y SIN ENVOLTURA.....	76
XVIII.- ANALISIS MICROBIOLOGICO DEL PRODUCTO FINAL.....	77
XIX.- ESPECIFICACIONES DE COSTO DE LAS MATERIAS PRIMAS SELECCIONADAS.....	80
XX.- ESTIMACION DEL COSTO DEL PAN ELABORADO COMPARATIVO CON EL PAN COMERCIAL.....	81

LISTA DE FIGURAS	PAG.
1.- DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO INICIAL PROPUESTO PARA LA ELABORACION DEL PAN.....	42
2.- AMILOGRAMAS DE ALMIDON DE TRIGO Y MAIZ.....	53
3.- PRODUCTOS TERMINADOS DE LAS 32 FORMULACIONES.....	57
4.- FORMULACIONES SELECCIONADAS.....	64
5.- COMPARACION DE VOLUMENES CON LAS DIFERENTES ETAPAS DE FERMENTACION DEL PROCESO.....	68
6.- DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO ESTABLECIDO PARA LA ELABORACION DEL PAN.....	69
7.- FORMULACION SELECCIONADA.....	74

## I. RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolló la metodología para la elaboración de un pan blanco tipo caja con bajo contenido en proteína, sodio y potasio con base en almidón, para pacientes con insuficiencia renal. Se seleccionó una formulación base, y se diseñaron 32 formulaciones variando las concentraciones (0.1, 0.5 y 1.0%) de los agentes ligantes (goma guar, carboximetilcelulosa y monoestearato de glicerilo) y las mezclas de almidón de maíz y almidón de trigo en diferentes proporciones (30/70, 50/50 y 70/30). Se realizó un análisis y registro de las cualidades internas y externas de los productos elaborados y se seleccionaron 4 formulaciones con las mayores puntuaciones obtenidas. Se efectuaron modificaciones al proceso inicial propuesto para la elaboración del pan, en el tiempo de amasado y en el tiempo y condiciones de fermentación, mejorando significativamente los volúmenes de los panes obtenidos. Los 4 panes seleccionados se evaluaron sensorialmente por 30 jueces, obteniendo la formulación almidón de maíz / almidón de trigo (30/70) con 0.5% de carboximetilcelulosa, las mejores características en cuanto apariencia, textura y sabor, con una calificación de 5 para estos atributos en una escala hedónica de 7 puntos. El pan empacado en bolsas de polietileno presentó como máximo una vida de anaquel de 5 días.

El producto final reportó un contenido de proteína de 1.19g/100g, de sodio 23 mg/100g, de potasio 39 mg/100g y una calidad microbiológica que cumple con los objetivos planteados en este estudio.

## II. INTRODUCCION

El riñón es un órgano de nutrición, ya que permite que un individuo normal consuma una amplia variedad de alimentos y compensa con eficiencia las privaciones o excesos dietéticos transitorios (1). Cuando la función renal se encuentra parcialmente deteriorada o ha desaparecido totalmente, los alimentos que antes podían ingerirse gracias a la "compensación" renal, ya no son tolerados. Las anomalías renales suelen producir aumento de los productos metabólicos de desecho en la sangre, como también, una mala regulación de la composición de electrolitos y del agua de los líquidos corporales, en especial el extracelular (2).

En México, existen aproximadamente más de 5,000 personas por año que llegan a la fase terminal de la insuficiencia renal, en donde se requiere de la administración de diálisis. Por otro lado y de mayor importancia encontramos que alrededor de 100,000 individuos por año padecen insuficiencia renal de diversos grados, en donde la diálisis y el trasplante de riñón son recursos que no se pueden aplicar a grandes grupos de pacientes, por lo que el manejo de un régimen alimentario adecuado, es un aspecto esencial dentro de la terapia general de estos pacientes (3, 4).

El objetivo de la dietoterapia es proporcionar una dieta baja en proteína, y mantener una ingesta alta de energía. Por tanto, es muy conveniente que la necesidad diaria de nitrógeno sea cubierta con proteínas de alto valor biológico (5).

Los alimentos que más frecuentemente son utilizados en la nutrición humana como fuente de energía, son los cereales y sus derivados los cuales deben reducirse debido a su contenido de proteínas de menor valor biológico.

Por otra parte, los alimentos naturales altos en energía y libres de proteínas, como son el azúcar, la miel, las mermeladas y las grasas no deben formar la base de un programa dietético prolongado, ya que constituyen una dieta monótona y desagradable (5, 6).

Varios investigadores han desarrollado fórmulas a base de harinas preparadas de tubérculos (alto contenido de almidón 70.9% a 88.4% aproximadamente) o bien trabajando con almidón directamente, para elaborar waffles, pan, galletas o pudines que suministren calorías con un mínimo de nitrógeno (6).

Una solución al problema es por lo tanto, la producción de alimentos bajos en proteínas que reemplacen los productos normales derivados de cereales, para poder planear una dieta agradable, que pueda ser administrada a los pacientes por largos períodos y que a su vez evite el peligro de ingestas hipocalóricas.

El objetivo del presente trabajo es desarrollar un pan con levadura, libre de la proteína del trigo (gluten), que tenga como red estructural al almidón y que presente altas cualidades de aroma y sabor, para que permita a los pacientes con insuficiencia renal incorporarlo en su alimentación, ofreciéndole la posibilidad de consumir otros alimentos que den variedad a su dieta.

### III. JUSTIFICACION

En el Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos del Instituto Nacional de la Nutrición, se han desarrollado una diversidad de productos, enfocados a mejorar el nivel y la calidad nutricional de la población.

En los pacientes de nefrología se ha observado la dificultad que tienen los urémicos con respecto al manejo adecuado de su dieta, debido a que su enfermedad requiere de un régimen alimentario específico con bajo contenido de proteínas, sodio y potasio, condición que puede llevarlos a una desnutrición, la cual puede mejorarse substituyendo en sus alimentos, la proteína de bajo valor por una de alto valor biológico.

Las dietas hipercalóricas libres de proteína a base de carbohidratos y grasas, son difíciles que puedan por sí solas, formar la base de un programa dietético prolongado por lo desagradable y monótono que pueden resultar.

El desarrollo de la formulación de un pan con bajo contenido en proteínas, sodio y potasio servirá para ofrecer una opción en la dieta de estos pacientes; que por sus características permitirá la ingesta de otras proteínas de alto valor biológico contribuyendo con ésto a evitar los incrementos de la uremia, proporcionando una alternativa para diversificar y mejorar su condición nutricional cubriéndose de esta forma una parte importante de su tratamiento.

#### IV. OBJETIVOS

Desarrollar la metodología para elaborar un pan hipoproteico e hiposódico con base en almidón de maíz y de trigo, similar al pan blanco de caja tradicional que presente las siguientes características:

- Contenido máximo de proteína de 0.5-1.0 g/100 g de producto.
- Nivel máximo de sodio de 50 mg/100 g de producto.
- Nivel máximo de potasio de 40 mg/100 g de producto.
- Calidad microbiológica que cumpla las siguientes especificaciones:
  - . Cuenta de hongos 50 col/g.
  - . Cuenta de levaduras 50 col/g.
  - . Cuenta total 5,000 col/g.
  - . E. coli por gramo, negativo.
- Vida de anaquel de 8 días a temperatura ambiente (20°-25°C).
- Ser aceptado sensorialmente por lo menos por el 80% de los jueces con una calificación de 5 en escala hedónica de 7 puntos.

## V. GENERALIDADES

### ANATOMIA Y FISILOGIA DEL RION.

Los riñones son órganos retroperitoneales, que se encuentran en el abdomen a la altura de la I a la IV vértebras lumbares.

Cada riñón contiene de 8 a 12 lóbulos piramidales, cuya base forman la superficie del riñón y la punta es la papila, por donde penetra el sistema colector. Cada lóbulo está formado por dos zonas principales: primera, la corteza, la zona externa formada por los glomerulos y los túbulos contorneados proximal y distal y segunda, la médula, la zona interna o más profunda, donde se localizan los vasos rectos, las partes ascendentes y descendentes del asa de Henle y los tubos colectores.

Estas estructuras están situadas siguiendo la distribución de un abanico o cañón hacia los extremos de las pirámides medulares, donde la orina es entregada a través de los conductos de Bellini, formados por la fusión de muchos túbulos colectores hacia los cálices menores. Estos son subdivisiones de los cálices mayores superior e inferior, que se unen para formar la pelvis renal, a partir de la cual la orina va hacia el uréter y de éstos mediante peristaltismo activo hacia la vejiga.

En proporción a su peso, los riñones son los órganos que reciben mayor cantidad de flujo sanguíneo, o sea del 20% al 25% del gasto cardíaco. Las arterias renales salen de cada lado de la aorta, a la

entrada de la pelvis renal se dividen en arterias interlobulares que al llegar a la unión de la corteza y la médula se dividen para formar las arterias arciformes, éstas a su vez, se dividen en las interlobulillares que penetran en la corteza y originan las arteriolas aferentes que aportan cada una el riego sanguíneo a un glomérulo. Aproximadamente 50 micras antes de que penetre al glomérulo, se encuentra el aparato yuxtaglomerular.

La unidad funcional del riñón en términos de la formación de la orina es la nefrona y en cada riñón existen cerca de un millón.

La formación de la orina comienza en el glomérulo, donde en respuesta principalmente de la presión hidrostática intraluminal, se forma un ultrafiltrado del plasma por medio de una filtración a través de la membrana basal glomerular (2).

La permeabilidad de la membrana a las moléculas está influida principalmente por su peso, así como por su forma y su carga eléctrica. En general, las moléculas con un peso superior a 70,000 no son filtradas en cantidades apreciables en condiciones normales. El volumen de filtrado formado por unidad de tiempo normalmente expresado en mililitros/minuto se le llama velocidad de filtración glomerular; la fracción de filtración es de cerca del 20% del flujo plasmático renal total. La velocidad de filtración depende de cuatro variables: 1. Permeabilidad de la membrana glomerular basal, 2. La presión hidrostática intracapilar, 3. La presión hidrostática intracapsular y 4. La presión coloidosmótica.

Por la orina solamente una fracción del filtrado glomerular es

eliminado ya que por su paso a través de los diversos segmentos del túbulo, una gran porción es resorbida y devuelta al plasma. El riñón regula tanto la concentración plasmática como el contenido corporal de los electrolitos, agua y demás solutos, modificando su velocidad de resorción y por tanto la cantidad eliminada en respuesta a diferentes circunstancias.

La resorción o la secreción tubulares pueden ser tanto pasivas, mediante gradientes electroquímicos como el caso del ión cloro, u osmóticos como el agua y la urea, como también activas con el requerimiento indispensable de energía para transportar la substancia contra un gradiente de concentración o electroquímico, especialmente tenemos el sodio y el potasio, energía que se deriva principalmente del trifosfato de adenosina bajo la influencia de la adenosintrifosfatasa sódica o potásica.

La resorción tubular activa es mediada por un buen número de mecanismos de transporte, cada uno de los cuales está relacionado con un número limitado de compuestos específicos. La resorción de los aminoácidos por ejemplo, incluye cuando menos 5 mecanismos diferentes, uno para cada uno de los siguientes grupos de aminoácidos: 1) Aminoácidos neutros; 2) Cistina, lisina, arginina y ornitina; 3) Ácidos imínicos y glicina; 4) Ácidos dicarboxílicos y 5) Aminoácidos Beta.

Los riñones regulan el volumen y la osmolalidad de los líquidos extracelulares mediante la resorción de sodio, sus aniones acompañantes y de agua a partir del filtrado glomerular. Del 60% al

80% del sodio filtrado es resorbido en los túbulos contorneados proximales. Esta fracción varía según la contracción o expansión del volumen de los líquidos extracelulares, si una proporción mayor o menor, respectivamente son resorbidos en este segmento. El epitelio del túbulo contorneado proximal permite el movimiento del agua y del sodio no solamente desde la luz hacia el capilar peritubular, sino también en el sentido contrario; la velocidad neta de la resorción del sodio por tanto, representa la diferencia entre estos dos flujos.

La regulación de la excreción de sodio se determina por un buen número de factores entre los que están: La respuesta tubular a los cambios de la velocidad de filtración glomerular; las fuerzas de Starling en el capilar peritubular; las fuerzas osmóticas en el interior en la luz tubular; la aldosterona y otros mineralocorticoides; el volumen extracelular y la distribución de la filtración en el interior del riñón.

La eliminación urinaria de potasio varía ampliamente en función de su resorción o secreción por el túbulo. En el túbulo proximal la resorción del potasio es directamente influida por la resorción neta del fluido que a su vez depende del transporte activo del sodio, que ocurre del 50% al 60% a este nivel. El potasio se resorbe activamente en la porción ascendente del asa de Henle; el fluido en la primera parte del túbulo distal contiene invariablemente menos del 10% de la carga del potasio filtrada. Seguidamente es en el túbulo contorneado distal y posiblemente en

los túbulos colectores, donde se determina en gran medida la cantidad de potasio eliminada por la orina.

La osmolalidad plasmática permanece casi constantemente en un nivel de 285-295 mosmol/Kg. H<sub>2</sub>O, sin tener en cuenta las fluctuaciones diarias que existen en la ingesta de solutos y de agua; esto es logrado por el eje nefroneurohipofisario, mediante la liberación de vasopresina por la hipófisis posterior en respuesta a estímulos proveniente de las células osmorreceptoras situadas en el hipotálamo (7).

El riñón es un órgano regulador importante del equilibrio acidobásico, lo logra mediante la regulación de la concentración de HCO<sup>-</sup> entre 24 y 26 mEq/l. Esto se consigue mediante la resorción del HCO<sup>-</sup> a partir del filtrado glomerular y mediante la eliminación de ácidos derivados de la dieta y de vías metabólicas.

Otras funciones del riñón son: regulación de la homeostasis del calcio y de los fosfatos en el metabolismo de los huesos, la regulación de la presión sanguínea mediante el sistema renina-angiotensina que se forma y almacena en el aparato yuxtglomerular de la arteriola aferente. La producción de hematíes, ya que produce la eritropoyetina que actúa sobre las células madres de la médula ósea. La síntesis y el metabolismo de prostaglandinas como la PGE que regula el flujo sanguíneo intrarrenal. El catabolismo de la hormona gastrina y la producción de somatomedina sustancia que regula el crecimiento (3).

## INSUFICIENCIA RENAL CRONICA.

La insuficiencia renal crónica (IRC) puede definirse como un complejo de alteraciones clínicas y de laboratorio causadas por una reducción permanente de la función renal, siendo el signo esencial el descenso del filtrado glomerular. A medida que la IRC progresa, la condición clínica se deteriora llamándose a esta fase avanzada, uremia.

Las causas que la producen pueden ser: malformaciones congénitas, enfermedades glomerulares y hereditarias.

Las alteraciones que se presentan son: reducción en el sodio, potasio y líquido extracelular, alteraciones en el equilibrio acidobásico, óseas, del calcio y fósforo, anomalías hematológicas, retraso en el crecimiento y la madurez sexual, complicaciones neurológicas y anomalías metabólicas diversas.

Entre los datos de laboratorio anormales que se presentan tenemos: hiperfosfatemia, hipocalcemia, hiperuricemia, acidosis metabólica, hiperpotasemia, hipoproteïnemia, anemia normocrónica, adherencia plaquetaria reducida, tiempo de coagulación prolongado, e isostenuria o hipostenuria.

El tratamiento de la IRC no sólo requiere comprender los complejos trastornos patofisiológicos y la habilidad necesaria para diagnosticar la enfermedad sino igualmente es menester una conciencia y sensibilidad para tratar el impacto que tiene sobre la

vida del paciente y de sus familiares, de tal manera que el manejo deberá ser multidisciplinario, integrándose, el médico, la enfermera, la trabajadora social, el dietista, el maestro y el psiquiatra.

De igual importancia es el manejo de la hipertensión arterial, el edema, la acidosis metabólica, la insuficiencia cardíaca congestiva, la osteodistrofia renal, la anemia, como la desnutrición y los aportes calóricos necesarios (8).

#### DIETOTERAPIA EN LA I.R.C.

La dietoterapia consiste en proporcionar al paciente las calorías y la nutrición que necesita. Cuando existe una disfunción renal profunda, el apetito es escaso, se producen náuseas y otros trastornos gastrointestinales y la deficiente capacidad de los riñones para excretar impone una limitación en la ingestión diaria de líquidos, fósforo, electrolitos y nitrógeno.

En la dieta de los adultos normales se requiere de la presencia de ocho aminoácidos esenciales, ellos son: triptofano, isoleucina, leucina, fenilalanina, treonina, metionina, valina y lisina. Según Kopple y Swenseid en 1975 (9) reportan que la histidina parece comportarse como esencial en la dieta de los lactantes y de los paciente urémicos; así como que ciertos datos sugieren que la arginina también puede ser esencial en la uremia, por lo que todos

éstos deberán ser proporcionados en la dieta. Por otra parte, los aminoácidos no esenciales pueden sintetizarse in vivo, utilizando un esqueleto de carbono endógeno y una fuente de nitrógeno; pero en caso de uremia la urea puede actuar como puente de nitrógeno. Cuando el crecimiento rápido o ciertas enfermedades aumentan las necesidades de síntesis proteica, otros aminoácidos se convierten en relativamente esenciales debido a que el organismo no puede sintetizarlos con velocidad suficiente.

El balance nitrogenado es la diferencia entre su ingesta y sus pérdidas. En las personas sanas, las tres cuartas partes de las pérdidas proteínicas corresponden a la orina y el resto a las heces y los epitelios. El balance nitrogenado positivo acompaña al crecimiento o a la depleción de un déficit proteínico. El balance negativo implica pérdida de la masa magra corporal que está siendo catabolizada en ausencia de síntesis proteínica suficiente.

El valor biológico se define por la reacción nitrógeno retenido/nitrógeno absorbido.

Los alimentos de alto valor biológico se caracterizan por: 1) la mayoría del nitrógeno corresponde a los aminoácidos esenciales; 2) presencia de todos los aminoácidos esenciales y 3) concentraciones de aminoácidos aproximadamente proporcional a los requerimientos dietéticos mínimos.

Utilizando las proteínas de mayor valor biológico, como las contenidas en el huevo, leche, carne y pescado, es posible

proporcionar una ingesta proteínica mínima consistente con el balance nitrogenado y limitar la carga total de nitrógeno.

Giordano en 1963 (10) y Giovannetti en 1964 (11) utilizaron proteínas de alto valor biológico para estudiar la incorporación de la urea a las proteínas en sujetos urémicos; prepararon pastas pobres en proteínas y sustitutos del pan, junto con aminoácidos esenciales en forma pura o suministrados por la proteína del huevo, y demostraron que los aminoácidos no esenciales podían ser sintetizados utilizando el nitrógeno de la urea acumulada. Esta dieta mejoró la uremia así como algunas anomalías sanguíneas secundarias.

La restauración del balance calórico es tan importante como la limitación de la ingesta de proteínas. Para promover la síntesis proteínica se necesitan cantidades generosas de energía. El nivel sugerido es de 35-45 Kcal/Kilogramo de peso corporal normal, pero cabe la posibilidad de que el valor óptimo para los pacientes con insuficiencia renal sea un 25-50% más alto. La cantidad precisa depende del peso, la edad, el sexo, la actividad física y el grado previo de desnutrición (12). Las calorías pueden proporcionarse a través de varias fuentes que sean compatibles con las preferencias personales y étnicas del paciente. Se han empleado la mantequilla, aceites vegetales, azúcar, miel, almidón de maíz, el trigo pobre en proteínas, tapioca, etc.

Se aconseja la ingesta libre de líquidos al enfermo de IRC que no

presenta oliguria o anuria. La ingesta excesiva conduce a hiponatremia dilucional. La deficiencia puede provocar deshidratación y mayor trastorno de la función renal. En los adultos se aconseja alrededor de 2.5 litros/día y en los niños 100-120 ml/Kg/día.

Los requerimientos de sodio deben de individualizarse según el padecimiento, y no deben de restringirse de manera arbitraria. Puede comenzarse con 50-75 mEq./día, mientras se mide el sodio en orina de 24 horas. Si la eliminación iguala a la ingesta dietética, puede aumentarse de modo gradual el sodio hasta alcanzar un balance positivo o hasta que aparezcan edemas leves.

La retención de potasio no aparece hasta que el filtrado glomerular disminuye por debajo de 5 ml./min. Se aconseja a los pacientes que eviten la ingesta excesiva de alimentos ricos en potasio como son el plátano, la sandía, el melón, la naranja, el tomate, los frutos secos, las patatas, el brócoli y las espinacas.

A mayor IRC mayor predominio de retención de fosfato con el descenso recíproco de calcio sérico. La absorción de calcio gastrointestinal es pobre por la falta de 1,25 hidroxicolecalciferol; también se haya estimulada la secreción de hormona paratiroidea apareciendo osteodistrofia, requiriéndose altas concentraciones de vitamina D.

Podemos enfatizar que los objetivos generales del tratamiento dietético en las nefropatías son: 1) disminuir el trabajo del órgano enfermo, 2) restituir las substancias nutritivas perdidas en cantidades anormales como resultado del trastorno renal, 3) excluir substancias de la dieta que suelen causar retención de productos nitrogenados y de sodio en cantidades anormales, 4) conservar la nutrición y el peso lo más aproximado a lo normal que se pueda y 5) estimular el apetito y mejorar el estado de ánimo del paciente (13 - 15).

## EL PAN.

El pan es un alimento rico en hidratos de carbono, tiene un contenido menor de proteínas y pequeñas cantidades de lípidos o grasa. El pan es un alimento particularmente energético.

El pan básicamente es el resultado del horneado de una masa que se ha fermentado previamente, y contiene por lo menos los siguientes ingredientes: harina de trigo, agua, levadura y sal.

Para poder obtener un pan de buena calidad, en cuanto a las características aceptadas por el consumidor como lo son el color, el volumen, el sabor y el aroma principalmente, es necesario lograr una buena interacción entre los componentes de la harina, lo cual es posible mediante un manejo adecuado durante el proceso, lo que conduce al desarrollo óptimo de la masa panificable.

La harina de trigo es considerada la mejor para la elaboración de pan, al ser mezclada con agua se transforma en una masa elástica y cohesiva, capaz de retener los gases producidos por la levadura y los agentes leudantes. Cuando se agrega levadura, al dejar reposar la pasta por cierto tiempo, ésta genera dióxido de carbono, el cual se difunde en pequeñas celdas y hace que éstas se expandan. La pasta aumenta su volumen y queda lista para ser horneada. En el horno, el volumen aumenta aun más debido a la expansión de vapor de agua dentro de la masa. Por último se forma la costra en el exterior de la hogaza, la cual frena el crecimiento del pan (16).

Las características que poseen las harinas de trigo al mezclarse con el agua para formar una masa elástica, que en el horno es transformada en pan, depende principalmente de las propiedades fisicoquímicas de sus proteínas. Durante el mezclado con agua, las proteínas se hidratan y se asocian con ellas mismas y con otros componentes de la harina, como carbohidratos (almidón) y lípidos para formar la matriz del gluten, la cual da la estructura de la masa.

Las características importantes en el pan como son la textura y el grano de la miga dependen de la habilidad del gluten para formar la estructura de la celdas de gas, que son fijadas en la forma rígida de la hogaza mediante calor durante el horneado.

El potencial panadero de una harina de trigo depende tanto del contenido como de la calidad de las proteínas, dicho contenido es referido como la "fuerza" de una harina y es una medida de la capacidad de la misma para producir un pan bien definido y de buen volumen.

Cuando se sustituye la harina de trigo por algún otro ingrediente, en este caso por almidón o bien por la harina de cualquier otro cereal, el producto final es considerablemente más rígido y su textura es irregular debido a que el gas que se produce no es suficientemente retenido en la masa y las celdas de gas son menos estables (17).

Jongh en 1961 (18), partió del concepto de que una pasta hecha de almidón puro y agua representa una suspensión, las fuerzas repulsivas existentes entre los gránulos de almidón hace que dicha suspensión presente propiedades reológicas de dilatación. El aire atrapado en la masa durante el mezclado, así como el dióxido de carbono desarrollado, no encuentran en dicho sistema una estructura lo suficientemente cohesiva para ser retenido, por lo que parte de este gas escapa y el resto es retenido formando celdas irregulares.

Si, por otro lado, los gránulos de almidón son puestos en un suspensión concentrada para atraerse uno a otro su movilidad disminuye. Esto da como resultado que las celdas ahora sean lo suficientemente fuertes para retener el gas. El resultado final es un producto horneado de mayor volumen, con una miga más blanda y una textura más regular, Jongh demostró así, que en ausencia de gluten se requería de un agente que indujera el ligamento de gránulo a gránulo. Entre otras sustancias que él estudió, encontró que el monoestearato de glicerilo impartía la cohesión necesaria entre los gránulos de almidón, para la retención de gas durante el horneado. Esto puede atribuirse a que el monoestearato de glicerilo es absorbido en la superficie de los gránulos de almidón, convirtiendo la suspensión estable en una suspensión floculada. Aumentando la adición de monoestearato de glicerilo la masa adquiere una consistencia cada vez más firme, en la cual se va formando una estructura reticular más permanente.

Del mismo modo, Rotsch (19) elaboró un pan con una buena miga a

base de una masa en la cual, la proteína del trigo fue sustituida por otras sustancias formadoras de gel. Rotsch concluyó que la miga del pan debe su cohesividad sólo al almidón parcialmente gelatinizado y atribuyó las diferencias en las propiedades de la miga a los diversos grados de gelatinización del almidón.

Kim y de Ruiter en 1968 (20), probaron la habilidad de varios agentes ligantes para proveer soporte estructural a las masas de almidón y encontraron entre varios que, la carboximetilcelulosa y la goma guar dan buenos resultados, medidos a través del volumen de la hogaza.

Basándose principalmente en los conceptos establecidos por Jongh (18), varios investigadores han desarrollado productos de panificación hipoproteicos, que proporcionan una alta ingesta de energía, con resultados satisfactorios.

Steele y colaboradores (21), adicionaron a la fórmula que propone Jongh, sacarosa y una mezcla de grasa saturadas e insaturadas con el objeto de realzar la suavidad del pan y mejorar su sabor.

Smith en 1971 (22), elaboró un pan con bajo contenido de proteína y de electrolitos, con el objeto de aplicarlo en dietas bajas en gluten, dietas restringidas de fenilalanina y en dietas de pacientes con uremia avanzada.

Jonhson Penfield en 1976 (23), publica una fórmula para elaborar

pan hipoproteico a nivel casero con ingredientes accesibles a la compra.

De este modo, en diversos países se han desarrollado una serie de productos, casi libres de proteína con propiedades sensoriales similares a los elaborados con harina de trigo, que existen en el mercado. La ventaja principal de estos productos es que proporcionan un alto contenido de energía (250-370 Kcal/100g.) con mínimas cantidades de proteínas (0.5-1.0 g/100g.); bajo contenido de sodio y potasio y su ingesta pueda ser adaptada a las necesidades de cada paciente.

#### COMPONENTES DEL PAN Y SU FUNCIONALIDAD.

Debido a las características propias de los ingredientes en la manufactura del pan, es importante saber la función que desempeñan cada uno en el proceso de panificación.

a) ALMIDON.- Además de ser la principal fuente de hidratos de carbono en la dieta, los almidones se usan ampliamente en la industria de alimentos, como espesantes, estabilizadores, humectantes, extendedores y modificadores de la textura.

El gránulo de almidón consiste de dos componentes: amilosa y amilopectina, en una relación 1:3. La amilosa es esencialmente una cadena lineal, pero la amilopectina es altamente ramificada (17).

Las propiedades del almidón son muy importantes en los productos de panificación. El almidón proporciona maltosa al pan mediante la acción de las amilasas para la fermentación; proporciona también una superficie adecuada para lograr una fuerte unión con el gluten y flexibilidad para la expansión de la hogaza mediante la gelatinización parcial. Durante el horneado se establece la estructura de la hogaza al formar una malla rígida, que previene el colapso de la misma al enfriarse (24, 25).

En el presente estudio, el almidón se emplea para reemplazar la harina de trigo por completo, con el objeto de reducir el contenido de nitrógeno en el producto elaborado. La principal función del almidón en este caso, será la de formar con el agua, una masa elástica que pueda retener el gas producido por la fermentación.

El poder del almidón para retener el gas está limitado a la capacidad de los gránulos del almidón para unirse. Para aumentar la atracción entre ellos, se emplean aditivos que son añadidos a la masa y ayudan a formar la red almidonosa (26).

b) AZUCAR Y DEXTROSA.- Estos edulcorantes desempeña una acción doble en panificación, contribuyendo así a la calidad comestible y suministrando el alimento usado por la levadura para producir  $CO_2$ , tiene un efecto ablandador en la estructura del producto.

Los azúcares fermentables aceleran la fermentación de la masa y los no fermentados, durante el procesamiento de la masa, permanecen

como tales y son también útiles ya que tienden a retener humedad en la hogaza y a darle un color café a la corteza. La adición de azúcares contribuye en la textura de la miga, la hace más fina y su color es más brillante (27). El efecto del azúcar en el almidón, es reducir la velocidad de gelatinización.

c) LEVADURA.- La única importante en panificación es la Sacharomyces cereviceae, es un organismo unicelular microscópico que transforma el azúcar (glucosa, sacarosa y maltosa) en CO<sub>2</sub> y alcohol etílico, principalmente.

La levadura realiza dos funciones en la masa:

1. Produce gas, que actúa como agente leudante en la masa e incrementa el volumen del pan terminado.
2. Ayuda a la maduración y acondicionamiento de la masa (28, 29).

d) GRASAS Y ACEITES.- Son utilizados en panificación porque dan al producto suavidad y buena apariencia y por ende mejor calidad; permiten la aireación como resultado de la acción del mezclado del producto; contribuyen al sabor del pan dando un grano y textura apreciable; son lubricantes en el desarrollo de la masa; actúan como emulsificantes en la incorporación de sólidos; disminuyen el desgarramiento en el rebanado y mejoran la calidad de conservación de la pieza (30).

e) AGUA.- Se utiliza normalmente entre un 50-65%. Tiene varias funciones en la fermentación del pan controlando la consistencia de la masa, ayuda a la comestibilidad del producto horneado, aumenta

la vida de anaquel, ayuda en el control de la temperatura, hace posible la gelatinización del almidón y la actividad enzimática y actúa como agente leudante y suavizante (29, 31).

#### AGENTES ACONDICIONADORES.

Son aditivos que se utilizan como medio para mejorar el comportamiento de la masa y asegurar la calidad del pan. La cantidad necesaria de estos mejoradores debe ser deducida como resultado de las pruebas realizadas y del conocimiento de las materias primas empleadas. La cantidad de aditivo recomendada que se adiciona a la masa varía de 0.3 a 2% (32).

a) GOMA GUAR (gg).- Es un aditivo tipo emulgente, que ayuda a retener la humedad del producto, aumentando la vida de anaquel. Proporciona una textura más suave a la miga. Cuando se añade en 1% al pan, imparte la deseada unión entre los gránulos de almidón y forma una película que retarda la penetración de grasas y aceites (20).

En panificación es utilizada para incrementar la producción y dar mayor elasticidad a la pasta y productos horneados.

b) MONOESTEARATO DE GLICERILO (MG).- Es un emulsificante tipo surfactante. Retiene la suavidad del pan y ayuda a mejorar la miga. Parte de los monoglicéridos se combinan químicamente con el almidón

y forman complejos con la amilosa, reduciendo así la tendencia de ésta a ser filtrada fuera del gránulo, proporcionando estabilidad al almidón. Mientras que otros cubren los gránulos de almidón reduciendo su capacidad para absorber agua y la velocidad de hinchamiento. Induce además la deseada atracción entre los gránulos para que la masa adquiera propiedades plásticas (18).

El uso de los surfactantes en el pan es una práctica bien establecida en la industria de la panificación. Una de las propiedades mejoradoras de los surfactantes es la de aumentar el volumen del pan.

Cuando son añadidos monoglicéridos en forma cristalina a la masa, éstos son absorbidos en la superficie del gránulo de almidón durante el mezclado, en el horneado los cristales forman una fase líquido-cristalina, en esa forma los monoglicéridos son activos en la formación de complejos con la amilosa, lo que tiene lugar a temperatura de aproximadamente 50°C, antes de que el almidón gelatinice, lo que provoca que el hinchamiento de los gránulos de almidón en el pan sea retardado y la cantidad de amilosa libre sea disminuida por la reacción con los surfactantes, dando como resultado una estructura de la miga más suave.

Los surfactantes no sólo afectan las características del producto final, sino que también modifican las propiedades reológicas de la masa (32, 33).

c) CARBOXIMETILCELULOSA (CMC). - Aumenta la vida de anaquel del pan blanco. Se ha demostrado que se aumenta la capacidad de absorción

de agua y el volumen de la masa por la adición de 1 - 2% de CMC. Esto se debe probablemente a que la CMC más el agua sirven como abrigo a los gránulos de almidón, lo que permite disminuir los cambios normales durante el almacenamiento. La CMC es compatible con los almidones y generalmente no es afectada por cationes que producen sales solubles de CMC (32, 33).

#### VIDA DE ANAQUEL DEL PAN.

El pan blanco tiene una de las vidas de anaquel más cortas que existen en productos de uso diario, ya que después de dos días se retira de la venta al público por la disminución de sus cualidades. Los cambios característicos que sufre el pan debido al proceso de deterioro son: cambio en el sabor y aroma, aumento de firmeza en la miga, aumento en la cristalización del almidón en la miga, disminución de la capacidad de absorción, miga desmoronable, y el almidón presenta menor susceptibilidad al ataque enzimático (35).

La firmeza de la miga del pan, es reconocida como uno de los factores más importantes que reducen la aceptabilidad del producto por parte de los consumidores. El aumento en firmeza que sufre la miga del pan es frecuentemente confundida con la pérdida de humedad, pero desde 1852 Boussingault, demostró que la miga del pan podía sufrir deterioro sin pérdida de humedad y que el pan en ese estado podría volver a una frescura inicial por calentamiento a 70°C (36).

Los cambios que sufre el almidón durante el almacenamiento se ha indicado como la principal causante de la firmeza del pan. El cambio más importante que ocurre en el almidón es la retrogradación (37), la cual es caracterizada por las modificaciones en la cristalización. Senti y Dimler (38) indicaron que en ausencia de una fuente externa de calor, como ocurre después del horneado, existe una tendencia por parte del almidón gelatinizado, a pasar del estado amorfo a uno cristalino, ya que esto representa un menor estado de energía, el almidón cristalino es bastante rígido e insoluble.

Pomeranz (39) indicó que durante la retrogradación del almidón, mucha de la hidratación es perdida y se vuelve más difícil el hidratar la cadena de almidón que los gránulos originales, también señaló que en la retrogradación las cadenas lineales disueltas de las moléculas de almidón se asocian por fuerzas de atracción o uniones de hidrógeno a las cadenas adyacentes, una lenta retrogradación produce un precipitado insoluble, mientras que una rápida da como resultado un gel rígido.

La amilosa de trigo puede ser casi completamente retrogradada después de 24 horas a temperatura ambiente; la amilopectina sufre un cambio similar pero más lentamente. Existen controversias sobre cual de las dos fracciones del almidón (amilosa o amilopectina) es la principal causa de la firmeza del pan, al sufrir retrogradación. Se ha mencionado que la amilosa se retrograda casi completamente durante el horneado y cambia poco al deteriorarse el pan; mientras

que la amilopectina se encuentra parcialmente retrogradada en la miga y al envejecer el pan la solubilidad y el poder de hinchamiento de la amilopectina, son los principales factores del endurecimiento.

#### ESTIMACION DE VIDA DE ANAQUEL.

Esta prueba generalmente incluye análisis microbiológico y sensorial. El pan blanco presenta como máximo, una vida de anaquel de dos días, que más que por el deterioro microbiológico que se puede presentar entre los 6 y 8 días, es por los cambios fisicoquímicos que alteran la textura y suavidad de la miga principalmente.

En estudios hechos sobre el efecto de la temperatura en el deterioro del pan, Cornford y colaboradores (40) demostraron que la velocidad del deterioro tiene un coeficiente de temperatura negativo, es decir que el deterioro aumenta al disminuir la temperatura. Esto sugiere que las temperaturas de refrigeración son las que incrementan la firmeza del pan, mientras que las altas temperaturas (40-50°C) retardan este cambio; sin embargo no se debe olvidar que estas temperaturas aceleran el crecimiento microbiano y la formación de sabores indeseables por lo cual es probable que la temperatura ambiente sea la más indicada para el almacenamiento de los panes.

## EMPAQUE

Todos los productos de panificación tienen una vida de anaquel limitada, dependiendo principalmente de su condición microbiológica, contenido de agua y sensibilidad al oxígeno (41).

El objetivo de empacar el pan fresco es para que conserve su contenido de humedad, prevenir que aumente la firmeza y mantener el pan en condiciones frescas y de higiene el mayor tiempo posible.

El material de empaque ideal para el pan deberá: 1) ser atractivo; 2) ser transparente; 3) ser fuerte; 4) no ser caro; 5) tener una barrera adecuada contra la humedad y 6) proteger la forma del producto.

Actualmente más del 80% del pan es empacado en bolsas de polietileno de baja densidad, aunque también se utiliza, papel encerado, celofán y polipropileno (42).

## VI. PARTE EXPERIMENTAL

### MATERIAL Y METODO.

#### 1.- Selección y caracterización de materias primas.

Con la información obtenida sobre la función y la composición (Cuadro I) de algunas de las materias primas, se seleccionaron por sus características para elaborar el pan hipoproteico e hiposódico el almidón de maíz y de trigo, levadura seca, dextrosa, azúcar granulada, manteca vegetal, carboximetilcelulosa (CMC), goma guar (gg) y monoestearato de glicerilo (MG).

Los almidones, la levadura y los agentes ligantes se caracterizarán mediante el análisis de humedad, proteína, sodio y potasio.

A los almidones se les practicará un amilograma en un Amilógrafo Brabender modelo 8001/8002, para obtener información a través de una gráfica de su actividad enzimática, viscosidad y propiedades panaderas.

#### 2.- Selección de la formulación.

Se seleccionó la formulación base para elaborar el pan a partir de 5 formulaciones reportadas previamente (Cuadro II). Se analizaron y compararon estas formulaciones, de ellas se escogió la número 3 por ser la de mejores características observadas por medio de una evaluación por atributos.

Seleccionada la formulación base (Cuadro III), se elaboraron los panes según el diseño presentado en el Cuadro IV, se probaron 32 formulaciones, variando la concentración de los agentes ligantes (0.1, 0.5 y 1%) y la mezcla de almidones de trigo y maíz en proporciones de 30/70, 50/50 y 70/30.

### CUADRO I

#### COMPOSICION DE ALGUNAS MATERIAS PRIMAS (g/100g ó mg/100g\*)

Materia Prima	Humedad	Proteína	Lípidos	Cenizas	Hidratos de Carbono	Sodio*	Potasio*
Almidón de maíz	12	0.3	0.9	0.5	87	trazas	trazas
Almidón de trigo	12	0.4	trazas	0.2	88	trazas	trazas
Levadura seca activa	5	36.9	1.6	8.3	38.9	52	1,998
Carboximetilcelulosa (CMC)	-	-	-	-	-	5,500	-

Fuente: - Handbook of the Nutritional Contents of foods prepared for the United States  
Department of Agriculture, New York 1975.

- Norma Oficial de Almidón de Maíz NOM K 20-45 Dirección General de Normas.

**CUADRO II**  
**FORMULACIONES PROPUESTAS PARA LA ELABORACION**  
**DEL PAN**

INGREDIENTES	FORMULACIONES (Tomando al almidón como el 100%)				
	1	2	3	4	5
Almidón (trigo-malz)	100	100	100	100	100
Almidón pregelatinizado		2.5			
Azúcar granulada	8.16	7.40	8	4	7.29
Levadura seca	4.61	3.7	3.7	3.7	2.3
Margarina			3.3		3.5
Manteca vegetal	7.18	7.40	3.3		5.25
Goma guar	2.45				
CMC		2			
MG		1.48	0.3	0.5	5
Agua 32°C	igual peso masa	118.5	70	60	105

- 1) Píntuaro, N. D. 1975. (43)
- 2) Smith, E. B. 1971. (22)
- 3) Steele et al. 1965. (21)
- 4) Jongh, G. 1961. (18)
- 5) Penfield, J. 1976. (23)

CUADRO III

FORMULACION BASE

INGREDIENTES	% TOMANDO EL ALMIDON COMO 100%	(g)
Almidón (maíz o trigo)	100	150
Levadura Seca Activa	3.7	5.5
Manteca Vegetal	6.6	9.9
Azúcar Granulada	4.8	7.2
Dextrosa	3.2	4.8
Agua a 32°C	70	105 ml.

FORMULACION SELECCIONADA  
EN BASE SECA

INGREDIENTES	PORCENTAJE (%)
Almidón (maíz o trigo)	84.5
Levadura Seca Activa	3.1
Manteca Vegetal	5.6
Azucar Granulada	4.1
Dextrosa	2.7
<b>TOTAL</b>	<b>100.0</b>

**CUADRO IV**  
**DISEÑO DE LAS FORMULACIONES PROPUESTAS**

% ALMIDON EN EL PAN	SIN ADITIVO	CARBOXIMETIL CELULOSA (CMC)			GOMA GUAR (GG)			MONOESTEARATO DE GLICERILO (MG)			MEZCLA 0.5% CMC/MG
		(%) 0.1	(%) 0.5	(%) 1.0	(%) 0.1	(%) 0.5	(%) 1.0	(%) 0.1	(%) 0.5	(%) 1.0	
ALMIDON MAIZ (AM) 100	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	-
ALMIDON TRIGO (AT) 100	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	-
MEZCLAS:											
AM / AT 30/70	21	22			-			23			24
AM / AT 50/50	25	26			-			27			28
AM / AT 70/30	29	30			-			31			32

\* # DE FORMULACION

### 3.- Elaboración del pan.

El proceso inicial empleado para la elaboración del pan fue el del método de masa directa, el cual se muestra en la figura 1 (26).

### 4.- Evaluación del producto.

Los productos elaborados se evaluaron, química, física y sensorialmente.

- Análisis químico proximal. Este análisis se practicó en materias primas y producto final y considera la determinación de humedad, proteína, lípidos, fibra cruda y cenizas de acuerdo a los métodos establecidos por el AOAC (44, 45).
- Determinación de sodio y potasio. Se determinaron por medio de un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin-Elmer modelo 303 (46).
- Análisis microbiológico. Incluye la determinación de hongos y levaduras, organismos coliformes, Escherichia Coli y Sta. aureus de acuerdo a los métodos establecidos por la Secretaría de Salud (47).
- Características físicas. Incluye la determinación de peso y volumen de los panes elaborados. El volumen se determinó por desplazamiento de semilla.

**DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO INICIAL PROPUESTO  
PARA LA ELABORACION DE PAN**

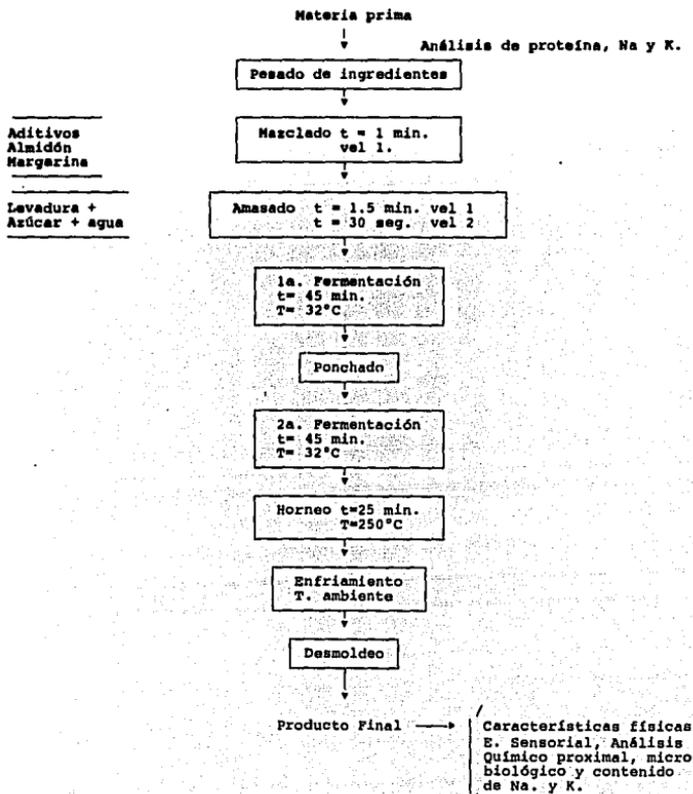


FIGURA 1.

- Evaluación sensorial. La preselección de formulaciones se realizó calificando las características externas e internas de los 32 productos elaborados, se registraron las evaluaciones en una hoja de control (Cuadro V), donde se efectúa una suma de los puntos otorgados a cada pan, seleccionándose los de mayor puntuación; a las formulaciones obtenidas se les aplicó una prueba de comparación múltiple en la que se evaluaron los atributos de apariencia, textura, miga y sabor, en una escala hedónica de 7 puntos así como una prueba de ordenamiento por preferencia (Cuadro VI).

En cada evaluación participaron 30 jueces no entrenados. El estudio estadístico se realizó de acuerdo al análisis de varianza correspondiente, aplicándose en todas las pruebas un nivel de significancia del 5% (48).

En el caso de la evaluación sensorial del producto terminado, se realizó una prueba, donde se evaluó el grado de aceptación del pan, utilizando una escala hedónica de 1 a 5 (Cuadro VII). Esta prueba se aplicó a 30 pacientes con insuficiencia renal que fueron seleccionados en el área de consulta externa del Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zuribán (49 - 51).

CUADRO V.

HOJA DE CONTROL. CALIFICACION DE CUALIDADES INTERNAS Y EXTERNAS DEL PAN.

Producto: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

CUALIDADES INTERNAS	P U N T O S	
	Obtenidos	Máximos
1) Color de la miga	___	10
2) Estructura de la miga	___	10
3) Facilidad para cortar y estabilidad de la miga	___	10
4) Suavidad de la miga	___	10
5) Sabor y apreciación al paladar	___	20
CUALIDADES EXTERNAS		
6) Volumen	___	10
7) Coloración	___	5
8) Aspecto de la corteza	___	5
9) Uniformidad de cocción	___	5
10) Aspecto general	___	10
11) Grieta	___	5

Peso: \_\_\_\_\_

Volumen: \_\_\_\_\_

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

**CUADRO VI  
EVALUACIÓN**

**PRUEBA DE COMPARACION MULTIPLE Y DE ORDENAMIENTO POR PREFERENCIA.**

FECHA: \_\_\_\_\_

SISTEMA DE CALIFICACION

INSTRUCCIONES

PRODUCTO: \_\_\_\_\_

Puntos

Calidad

- |   |                  |   |
|---|------------------|---|
| 7 | excelente        | - Coloque la calificación en el cuadrato superior de cada atributo. |
| 6 | muy bueno        |   |
| 5 | bueno            |   |
| 4 | ni bueno ni malo | - Anote comentarios en los cuadros grandes.                         |
| 3 | malo             |   |
| 2 | muy malo         | - La evaluación es una opinión personal.                            |
| 1 | pésimo           |   |

CARACTERISTICAS	526	314	915	263
Apariencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Textura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Miga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sabor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A continuación ordena las muestras por orden de preferencia.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

CUADRO VII  
EVALUACION SENSORIAL

DATOS DEL PACIENTE

FECHA: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_ Talla: \_\_\_\_\_

Diagnóstico clínico: \_\_\_\_\_

Estado clínico: \_\_\_\_\_

EVALUACION

Muestra: Pan blanco

Instrucciones: Pruebe la muestra de pan y señale con una X, su grado de aceptación del producto en la escala que se presenta a continuación.

- 5) Me gusta mucho \_\_\_\_\_
- 4) Me gusta \_\_\_\_\_
- 3) Ni me gusta ni me disgusta \_\_\_\_\_
- 2) Me disgusta \_\_\_\_\_
- 1) Me disgusta mucho \_\_\_\_\_

¿INCLUIRÍA ESTE PRODUCTO EN SU ALIMENTACION?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Por qué: \_\_\_\_\_

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

#### VIDA DE ANAQUEL.

Se determinó en un período de 8 días, tiempo durante el cual, el producto terminado, se colocó sin y con envoltura de bolsas de polietileno a temperatura ambiente (23°C) y humedad relativa de 55%. Se realizaron análisis microbiológicos, sensorial y determinación de humedad de acuerdo a la secuencia que se presenta en el Cuadro VIII.

Para la determinación de la vida de anaquel del producto se llevó a cabo una prueba triangular, donde se comparó el pan elaborado con 1, 3 y 5 días de anticipación, con el elaborado el mismo día de la prueba. La prueba se aplicó a 30 jueces no entrenados, a cada juez se le presentaron 3 muestras, dos de las cuales son iguales y una distinta; el orden de las muestras se manejó aleatoriamente. En el Cuadro IX se muestra el formato de esta prueba (52, 53).

**CUADRO VIII**  
**ESTIMACION DE VIDA DE ANAQUEL**

T = 23°C

H.R. = 55%

ANALISIS	NUMERO DE DIAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ANALISIS MICROBIOLOGICO	X							X
ANALISIS SENSORIAL	X		X		X			
DETERMINACION DE HUMEDAD	X	X	X	X	X	X	X	X

CUADRO IX

EVALUACION

FECHA: \_\_\_\_\_

PRUEBA TRIANGULAR

NOMBRE: \_\_\_\_\_

PRODUCTO: Pnn blanco

INSTRUCCIONES: A continuación se le presentan 3 muestras codificadas, dos de ellas son iguales y una diferente. Pruebelas e identifique la muestra diferente.

# DE MUESTRA

MUESTRA DIFERENTE

514

319

217

\_\_\_\_\_

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

GRACIAS.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSION

### 1.- Selección y caracterización de las materias primas.

Los análisis de humedad, proteína, contenido de sodio y potasio realizados a las materias primas se muestran en el Cuadro X.

Se observa que el contenido de proteína de los almidones es inferior al 0.5% en cambio la levadura presenta un porcentaje del 44%, pero esta última se adicionará a la formulación en un 3.7%, (tomando al almidón como 100%), lo cual no afectará al nivel de proteína deseado en el producto final.

Se observó también que la determinación del sodio en la CMC y del potasio en la levadura son elevados, sin embargo el porcentaje máximo utilizado de estos dos ingredientes en la formulación es del 1 y 3.7% respectivamente, que representan cantidades de sodio y potasio, que al elaborar la formulación final no superará a los niveles máximos establecidos en los objetivos.

Las curvas de los amilogramas están dadas por las características de gelatinización del almidón y por la actividad enzimática. El punto último alcanzado en el cual el grado de licuefacción es mayor que la formación del gel, la viscosidad empieza a decrecer. Un amilograma más alto indica actividad enzimática menor, lo que puede causar una masa floja durante la fermentación. Si es pobre en enzimas se tiene un pan con volumen pequeño, miga seca y baja capacidad de retención de gas.

CUADRO X

CONTENIDO DE HUMEDAD, PROTEINA, SODIO Y  
 POTASIO DE LAS MATERIAS PRIMAS  
 (g/100g ó mg/100g\*)

	HUMEDAD	PROTEINA	SODIO*	POTASIO*
Almidón Maíz	9.23	0.38	9.18	0.0
Almidón Trigo	9.17	0.46	8.2	0.0
Levadura	5.72	44.3	89.0	1497.5
CMC	n.p.	n.p.	6880.0	51.56
HG	n.p.	n.p.	344.36	0.0

n.p. no se practicó

Unidades del amilograma (AU).

Mayor de 200                      250 a 400                      400 a 1000

Rico en enzimas	conveniente balance de enzimas	pobre en enzimas
-----------------	-----------------------------------	---------------------

---

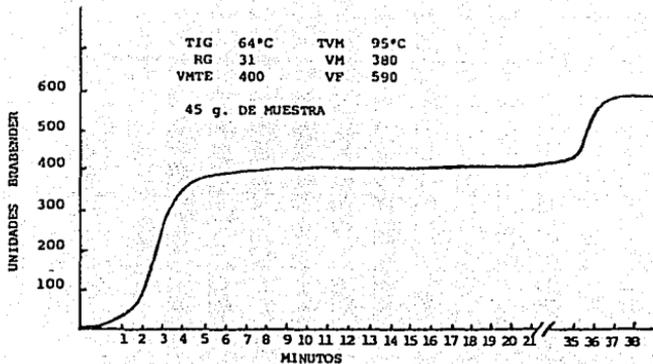
Los amilogramas practicados al almidón de trigo y al de maíz, presentan valores altos de viscosidad máxima, lo que indica que tienen una baja actividad enzimática, Figura 2.

## 2.- Selección de la formulación.

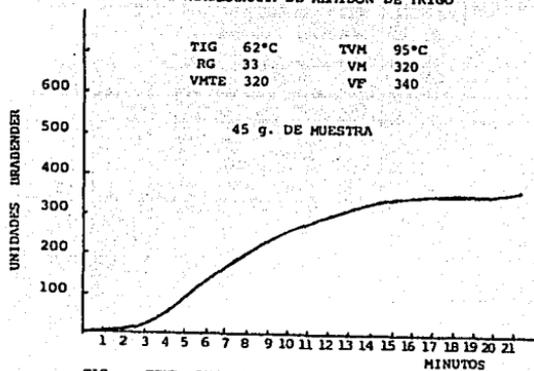
Para obtener la fórmula finalmente seleccionada se conjuntaron varios puntos. Primero se observó, que era necesario ayudar al almidón a formar uniones entre los gránulos por medio de los agentes ligantes (CMC, gg y MG) para que realizaran la misma función del gluten en los productos elaborados con harina de trigo. Posteriormente, se sustituyó el 40% de azúcar por dextrosa (azúcar fermentable) a fin de proporcionar mayor alimento a la levadura y aumentar la producción de gas.

Se observó que los agentes ligantes actúan sobre los gránulos de almidón de diferentes maneras; aumentando la capacidad de absorción de agua, induciendo la deseada atracción entre los gránulos o incrementando la retención del gas dentro de la masa; lo que en su conjunto contribuye a mejorar el volumen, la suavidad de la miga, la textura y la apariencia general del pan.

AMILOGRAMA DE ALMIDON DE MAIZ



AMILOGRAMA DE ALMIDON DE TRIGO



TIG TEMP. INICIAL DE GELATINIZACION  
 TVM TEMP. VISCOSIDAD MAXIMA  
 RG RANGO DE GELATINIZACION (TVM-TIG)  
 VM VISCOSIDAD MAXIMA  
 VHTE VISCOSIDAD MEDIA  
 VF VISCOSIDAD FINAL

FIGURA 2.

Considerando estas modificaciones a la formulación base, se desarrollaron las 32 formulaciones propuestas, obteniendo diferencias significativas en los volúmenes de los panes elaborados (Cuadro XI).

Las formulaciones a las que se les adicionó goma guar se eliminaron porque las características y volúmenes de sus productos están por debajo de los obtenidos por las formulaciones a las que se les adicionaron CMC y MG.

La función que desempeñan los aditivos en los productos terminados, es que la CMC contribuye en el volumen del pan, mientras que el MG mejora la suavidad de la miga. Los aditivos fueron manejados en diferentes concentraciones (0.1, 0.5 y 1.0%) en las formulaciones, observando que a la concentración de 0.5% se obtuvieron los mejores resultados.

Se manejaron las mezclas de almidones de trigo y maíz, en las proporciones 30/70, 50/50 y 70/30, observándose buenos resultados en cuanto a volumen en los productos elaborados sin aditivos pero con miga y corteza muy desmoronables, por lo que fue necesaria la adición de CMC ó MG en el nivel de 0.5%.

En general los productos elaborados con almidón de trigo o con mayor proporción de él en las mezclas, presentan las mejores características en cuanto a estructura y uniformidad de la miga, volumen, apariencia y sabor (Figura 3).

**CUADRO XI**  
**VOLUMENES DE LAS FORMULACIONES PROPUESTAS**

No. DE FORMULACION	INGREDIENTES				VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )
	TIPO DE ALMIDON	%	AGENTE LIGANTE	%	
1	ALMIDON DE MAIZ	100	SIN ADITIVO	-	545
2			CMC	0.1	..*
3			CMC	0.5	660
4			CMC	1.0	655
5			BB	0.1	..*
6			BB	0.5	..*
7			BB	1.0	529
8			MG	0.1	530
9			MG	0.5	580
10			MG	1.0	585
11	ALMIDON DE TRIGO	100	SIN ADITIVO	-	365
12			CMC	0.1	365
13			CMC	0.5	480
14			CMC	1.0	415
15			BB	0.1	370
16			BB	0.5	335
17			BB	1.0	315
18			MG	0.1	440
19			MG	0.5	475
20			MG	1.0	465

\* no fue posible medirlos.

**CUADRO XI**  
(continuación)

No. DE FORMULACION	INGREDIENTES				VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )
	TIPO ALMIDON	%	AGENTE LIGANTE	%	
21	ALMIDON DE MAIZ	30	SIN ADITIVO	-	1025
22	Y	Y	CMG	0.5	910
23	ALMIDON DE		MG	0.5	700
24	TRIGO	70	CMC + MG	0.5	555
25	ALMIDON DE MAIZ	50	SIN ADITIVO	-	920
26	Y	Y	CMC	0.5	875
27	ALMIDON DE		MG	0.5	740
28	TRIGO	50	CMC + MG	0.5	700
29	ALMIDON DE MAIZ	70	SIN ADITIVO	-	925
30	Y	Y	CMC	0.5	825
31	ALMIDON DE		MG	0.5	525
32	TRIGO	30	CMC + MG	0.5	600

PRODUCTOS TERMINADOS DE LAS 32 FORMULACIONES

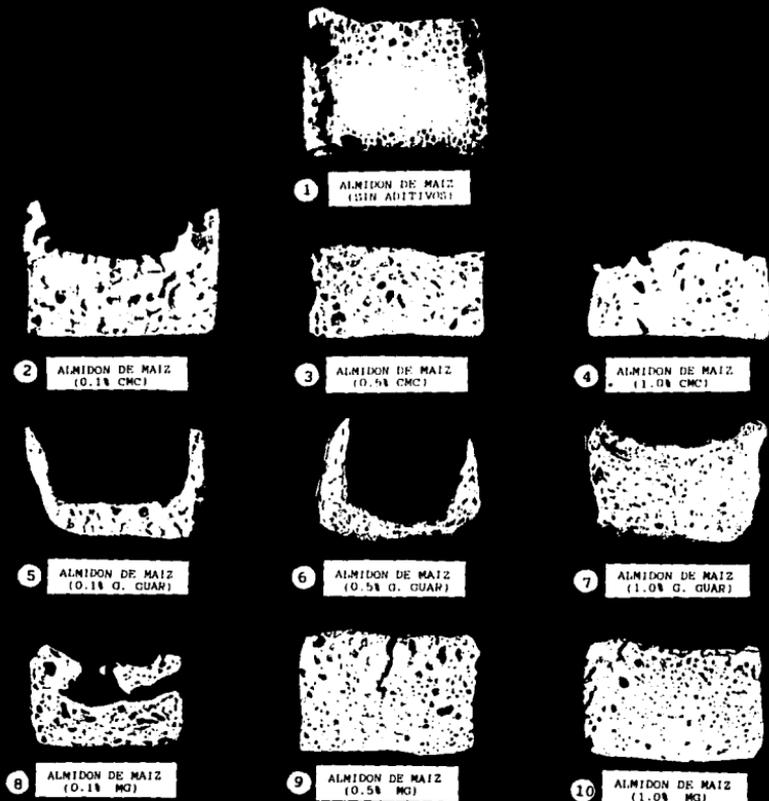


FIGURA 3.

FALLA DE ORIGEN

(CONTINUACION...)



11 ALMIDON DE TRIGO  
(CON ADITIVOS)



12 ALMIDON DE TRIGO  
(0.1% CMC)



13 ALMIDON DE TRIGO  
(0.5% CMC)



14 ALMIDON DE TRIGO  
(1.0% CMC)



15 ALMIDON DE TRIGO  
(0.1% G. GUAR)



16 ALMIDON DE TRIGO  
(0.5% G. GUAR)



17 ALMIDON DE TRIGO  
(1.0% G. GUAR)



18 ALMIDON DE TRIGO  
(0.1% MG)



19 ALMIDON DE TRIGO  
(0.5% MG)



20 ALMIDON DE TRIGO  
(1.0% MG)

FALLA DE ORIGEN

(CONTINUACION...)



21 ALMIDON DE MAIZ / ALMIDON DE TRIGO (10/70)  
( SIN ADITIVOS )



22 ALMIDON DE MAIZ / ALMIDON DE TRIGO (30/70)  
(0.5% CARBOXIMETILCELULOSA)

23 ALMIDON DE MAIZ / ALMIDON DE TRIGO (30/70)  
(0.5% MONOESTEARATO DE GLICERILO)



24 ALMIDON DE MAIZ / ALMIDON DE TRIGO (30/70)  
0.5% CARBOXIMETILCELULOSA  
0.5% MONOESTEARATO DE GLICERILO

FALLA DE ORIGEN

(CONTINUACION...)



25

ALMIDON DE MAIZ / ALMIDON DE TRIGO (50/50)  
( SIN ADITIVOS )

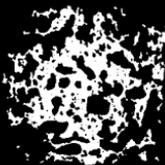


26

ALMIDON DE MAIZ / ALMIDON DE TRIGO (50/50)  
(0.5% CARBOXIMETILCELULOSA)

27

ALMIDON DE MAIZ / ALMIDON DE TRIGO (50/50)  
(0.5% MONOESTEARATO DE GLICERILO)



28

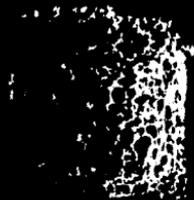
ALMIDON DE MAIZ / ALMIDON DE TRIGO (50/50)  
0.5% CARBOXIMETILCELULOSA  
0.5% MONOESTEARATO DE GLICERILO

FALLA DE ORIGEN

(CONTINUACIÓN...)



29 ALMIDON DE MAIZ / ALMIDON DE TRIGO (70/30)  
( SIN ADITIVOS )



30

ALMIDON DE MAIZ / ALMIDON DE TRIGO (70/30)  
(0.5% CARBOXIMETILCELULOSA)



31

ALMIDON DE MAIZ / ALMIDON DE TRIGO (70/30)  
(0.5% MONOESTEARATO DE GLICERILO)



32

ALMIDON DE MAIZ / ALMIDON DE TRIGO (70/30)  
0.5% CARBOXIMETILCELULOSA  
0.5% MONOESTEARATO DE GLICERILO

FALLA DE ORIGEN

El análisis y registro que se llevó de las 32 formulaciones a través de la hoja de control (Cuadro XII), en donde se evaluaron las características internas y externas en forma numérica, reveló que cuatro formulaciones fueron las que obtuvieron mayor puntuación, seleccionándolas para continuar el estudio (Figura 4).

**CUADRO XII**

**RESULTADOS DE LA CALIFICACION DE CUALIDADES INTERNAS Y EXTERNAS**

	PUNTOS MAXIMOS	FORMULACIONES																															
		1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
CUALIDADES EXTERNAS	40	12	1	21	13	2	5	20	16	21	19	20	21	29	26	29	27	17	19	27	19	35	32	25	23	30	31	24	27	25	30	28	23
CUALIDADES INTERNAS	60	12	17	28	26	14	15	29	23	35	34	35	34	38	34	27	31	24	29	33	26	52	44	52	40	45	42	49	39	49	40	46	41
TOTAL	100	24	18	49	39	16	20	49	39	56	53	55	55	<u>67</u>	60	58	58	41	48	60	45	<u>87</u>	<u>76</u>	<u>77</u>	70	75	73	73	66	74	70	74	64

\* # de formulación

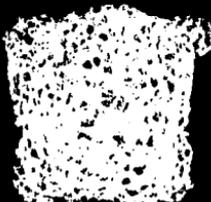
FORMULACIONES SELECCIONADAS



19 ALMIDÓN DE MAÍZ / D.M. COMBOSIL TRAVESADA



21 ALMIDÓN DE MAÍZ / ALMIDÓN DE TRIGO (50 / 50) / D.M. COMBOSIL TRAVESADA



22 ALMIDÓN DE MAÍZ / ALMIDÓN DE TRIGO ( 50 / 50) / D.M. COMBOSIL TRAVESADA



23 ALMIDÓN DE MAÍZ / ALMIDÓN DE TRIGO (50 / 50) / D.M. MICROESTERADO DE LEVADURA

FIGURA 4.

FALLA DE OXÍGENO

### 3.- Elaboración del pan.

Al proceso inicial propuesto, se le realizaron algunos ajustes en el tiempo de amasado y en el tiempo y condiciones de fermentación. Se aumentó el tiempo de amasado, porque se observó en los productos finales que la hidratación y por lo tanto la cocción del almidón no era completa.

La etapa de la fermentación es el punto más importante de la elaboración del pan, ya que es donde el gas producido debe encontrar una estructura capaz de retenerlo.

Se eliminó la primera fermentación y el ponchado, porque al manejar la masa entre las fermentaciones, la red estructural que se había formado entre los gránulos se rompía o se debilitaba, dejando escapar parte del gas producido. Durante el tiempo de la segunda fermentación el gas producido no encontraba la misma estructura que lo retuviera, por lo que los volúmenes finales obtenidos fueron menores.

Al dejar el proceso con un sólo tiempo controlado de fermentación, se evitó manejar la masa y por consiguiente deteriorar la estructura formal entre los gránulos, lo que permitió retener mayor cantidad de gas en las celdas formadas, mejorando el volumen de los productos.

Por otro lado las condiciones de fermentación, temperatura de 32°C y humedad relativa del 80%, permitieron un mejor crecimiento de la levadura y por tanto de producción de gas. El incluir vapor en la

cámara de fermentación fue con el objeto de evitar la pérdida de agua y la formación de una ligera corteza que pudiera frenar el crecimiento de la hogaza.

Al introducirse estos cambios en el proceso los datos de volumen fueron registrados y su comparación con los volúmenes anteriores se muestran en el Cuadro XIII y Figura 5. El proceso establecido finalmente se presenta en la Figura 6.

#### 4.- Evaluación del producto.

El análisis químico proximal practicado a las formulaciones seleccionadas, se presenta en el Cuadro XIV donde se observa que los valores de proteína son ligeramente mayores (1.19 g/100 g de producto) al valor de 1.0 g/100 g. establecido en el objetivo. El contenido de sodio (23 mg/100 g) y potasio (39 mg/100 g) son menores que los niveles de 50 mg y 40 mg propuestos como máximos respectivamente.

En el análisis comparativo de la composición del pan elaborado y del pan blanco de caja comercial (Cuadro XV), se encontraron diferencias importantes en cuanto a contenido de proteína, sodio y potasio, logrando el objetivo de obtener un pan hipoproteico e hiposódico como una alternativa para la dieta de los pacientes con insuficiencia renal crónica.

CUADRO XIII

VOLUMENES OBTENIDOS CON LAS DIFERENTES  
ETAPAS DE FERMENTACION DEL PROCESO

FORMULACION	VOLUMEN ( cm <sup>3</sup> )	
	c/dos fermentaciones	c/una fermentación
A. maíz 0.5% CMC	500	540
A. maíz 1.0% MG	580	630
A. maíz 0.5% MG	500	535
A. trigo 0.5% CMC	450	640
A. trigo 1.0% CMC	520	550
A. trigo 0.5% MG	395	400

Medidas del Molde: 18.9 cm. largo  
6.2 cm. alto  
7.4 cm. ancho

COMPARACION DE VOLUMENES CON LAS DIFERENTES ETAPAS  
DE FERMENTACION DEL PROCESO



21 ALMIDON DE MAIZ / ALMIDON DE TRIGO (50 / 50)  
(SIN AGITACION) SEMPL. FERMENTACION



21 ALMIDON DE MAIZ / ALMIDON DE TRIGO (50 / 50)  
(SIN AGITACION) SEMPL. FERMENTACION



25 ALMIDON DE MAIZ / ALMIDON DE TRIGO (50 / 50)  
(SIN AGITACION) SEMPL. FERMENTACION



25 ALMIDON DE MAIZ / ALMIDON DE TRIGO (50 / 50)  
(SIN AGITACION) SEMPL. FERMENTACION



29 ALMIDON DE MAIZ / ALMIDON DE TRIGO (50 / 50)  
(SIN AGITACION) SEMPL. FERMENTACION



29 ALMIDON DE MAIZ / ALMIDON DE TRIGO (50 / 50)  
(SIN AGITACION) SEMPL. FERMENTACION

FIGURA 5.

FALLA DE ORIGEN

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO ESTABLECIDO  
PARA LA ELABORACION DE PAN

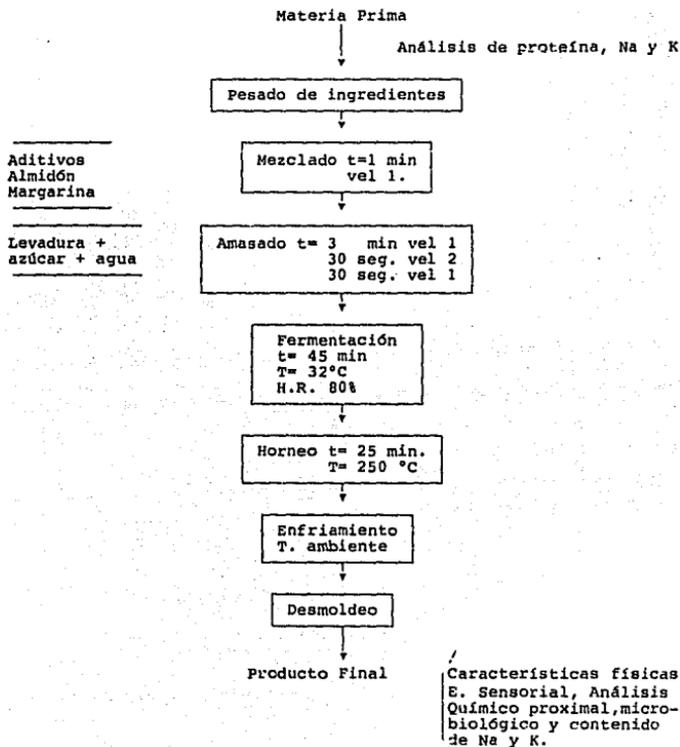


FIGURA 6.

CUADRO XIV

COMPOSICION DE LAS FORMULACIONES SELECCIONADAS  
(g/100g ó mg/100g\*)

No.	FORMULACION	HUMEDAD	PROTEINA	LIPIDOS	F. CRUDA	CENIZAS	HIDRATOS DE CARBONO	NA*	K*
21	AM/AT (30/70) S/ADITIVOS	29.32	1.25	3.02	2.56	1.15	62.70	0.0	35
22	AM/AT (30/70) 0.5% CMC	28.72	1.19	2.08	2.90	1.03	64.88	23	39
23	AM/AT (30/70) 0.5% MG	28.73	1.22	4.15	2.38	1.80	61.92	0.0	45
13	A. TRIGO 0.5% CMC	32.29	1.42	3.33	2.09	1.20	59.87	23	35

Ø POR DIFERENCIA

**CUADRO XV**  
**COMPOSICION DEL PAN ELABORADO Y PAN COMERCIAL**

PAN	HUMEDAD %	PROTEINA g/100g	LIPIDOS g/100g	HIDRATOS DE CARBONO g/100g	SODIO mEq.	POTASIO mEq.	CENIZAS g/100g
ELABORADO	28.7	1.19	2.1	64.8	0.8	1.0	1.0
COMERCIAL	42.3	9.6	0.3	62.1	5.73	1.74	1.8

Los resultados de la evaluación sensorial de la prueba descriptiva por atributos y de la prueba de ordenamiento por preferencia practicadas a las formulaciones seleccionadas se muestran en el Cuadro XVI; con base en las calificaciones obtenidas se seleccionó la formulación almidón de maíz/almidón de trigo (30/70) con 0.5% CMC, por ser la que presentó las mejores características de apariencia, textura y sabor, Figura 7.

Se observa que en sabor las calificaciones fueron las más bajas, debido a que estos productos no contienen sal y los almidones utilizados no proporcionan el sabor característico que presentan los elaborados con harina de trigo.

Los resultados estadísticos mostraron que no hay diferencias significativa en cuanto a sabor y apariencia y si hay diferencia significativa en miga y textura.

La fórmula seleccionada presentó una calificación promedio de 5 (bueno) para estos atributos, aplicando la prueba de aceptación con escala hedónica de 1 a 7.

La prueba triangular reveló que no hubo diferencia en los panes de uno a tres días de elaborados, identificando los panelistas cambios en la textura y suavidad de la miga a partir del quinto día, en los panes empacados en bolsas de polietileno.

**CUADRO XVI**  
**RESULTADOS DE LA PRUEBA DESCRIPTIVA**  
**POR ATRIBUTOS Y DE ORDENAMIENTO POR PREFERENCIA**

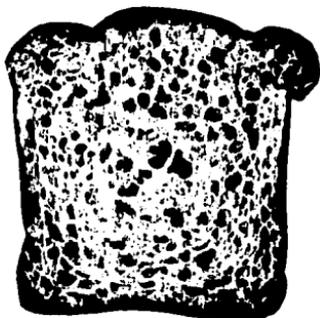
CARACTERÍSTICAS	526	314	915	263
Apariencia	5.3	5.5	4.5	5.0
Textura	4.8	4.8	4.1	4.2
Miga	5.1	4.8	4.2	4.7
Sabor	4.2	4.6	4.2	4.6

**ORDENAMIENTO POR PREFERENCIA**

LUGAR	PUNTAJACION	MUESTRA
1	94	314
2	89	526
3	84	263
4	61.	915

526: AM/AT (30/70) sin aditivos - No. Formulación 21  
 314: AM/AT (30/70) con 0.5% CMC - No. " 22  
 915: AM/AT (30/70) con 0.5% MG - No. " 23  
 263: Almidón trigo con 0.5% CMC - No. " 13

FORMULACION SELECCIONADA



22 ALMIDON DE MAIZ / ALMIDON DE TRIGO (30/70)  
( 0.5% CARBOXIMETILCELULOSA )

FIGURA 7.

FALLA DE ORIGEN

#### ESTIMACION DE VIDA DE ANAQUEL.

La vida de anaquel, se determinó en un período de 8 días a la formulación finalmente seleccionada, tiempo durante el cual el producto terminado, se colocó con y sin envoltura de bolsas de polietileno, a temperatura ambiente (23°C) y humedad relativa de 55%.

Se realizó al producto final determinación de humedad, análisis microbiológico y evaluación sensorial. El pan empacado en bolsas de polietileno presentó como máximo una vida de anaquel de cinco días en óptimas condiciones de humedad; en cambio el no envuelto presentó después del tercer día cambios fisicoquímicos que alteraron la textura y suavidad de la miga por pérdida significativa de la humedad (Cuadro XVII).

Los resultados de los análisis microbiológicos realizados al producto final en el primer día de su elaboración, se encuentran por debajo de lo establecido en la Norma Oficial para pan blanco. Por el contrario el que se practicó al final de la vida de anaquel (8 días), reportó valores superiores a lo establecido por la Norma Oficial en lo referente a la cuenta total (col/g) y en la cuenta de hongos (Cuadro XVIII).

**CUADRO XVII****DETERMINACION DE HUMEDAD (%) DE LA FORMULACION SELECCIONADA  
CON Y SIN ENVOLTURA**

MUESTRAS	NUMERO DE DIAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
AM/AT (30/70) 0.5% C.M.C. SIN ENVOLTURA	32.3	29.7	27.5	22.6	17.1	15.3	13.7	12.2
AM/AT (30/70) 0.5% C.M.C. CON ENVOLTURA	32.1	31.8	31.5	31.0	30.7	28.1	27.4	25.4

**CUADRO XVIII****ANALISIS MICROBIOLÓGICO DEL  
PRODUCTO FINAL**

<b>DETERMINACION</b>	<b>PRIMER DIA</b>	<b>OCTAVO DIA</b>	<b>Norma Oficial para pan blanco*</b>
Cuenta de hongos (col/g)	20	900	50
Cuenta de levaduras (col/g)	0	0	50
Cuenta de coliformes (col/g)	negativa	negativa	negativa
<i>E. coli</i>	negativa	negativa	negativa
<i>Sta. aureus</i>	negativa	negativa	negativa
Cuenta total (col/g)	390	6,400	5,000

\* Fuente: NOM-F-406-1982 CDU-66 Pan blanco, bollillo y telera. Norma Oficial Mexicana. Dirección General de Normas.

## EVALUACION CON PACIENTES

Se efectuó la evaluación a treinta pacientes de la Unidad Metabólica del INNSZ, todos ellos con un diagnóstico de insuficiencia renal crónica terminal; con la finalidad de conocer el grado de aceptación del pan elaborado, se les proporcionó una muestra de pan elaborado, guardado en bolsas de polietileno.

Los resultados fueron los siguientes:

5) Me gusta mucho.	--
4) Me gusta.	18
3) No me gusta ni me disgusta.	9
2) Me disgusta.	3
1) Me disgusta mucho.	-

Se obtuvo una calificación promedio de 3.5.

En observaciones hechas por los pacientes recomiendan consumirlos con algún alimento (mantequilla, mermelada, miel, leche) y algunos como pan tostado. En las observaciones pocos pacientes evaluaron el producto como ligeramente seco.

### VIII. ESTIMACION DEL COSTO DEL PRODUCTO

Para efectuar el cálculo se consideraron únicamente los costos de las materias primas seleccionadas (Cuadro XIX).

Puede observarse que el pan elaborado a base de almidón tiene un costo mayor que el pan blanco comercial. La determinación del costo de los ingredientes para 100 g. fue mayor en \$5.30 (Cuadro XX), sin embargo el pan elaborado en el presente estudio al reunir características diferentes a los productos similares existentes en el mercado, indispensables para los pacientes con IRC, disminuyen el efecto de esta diferencia al obtenerse beneficios en su consumo.

**CUADRO XIX**  
**ESPECIFICACIONES DE COSTO DE LAS**  
**MATERIAS PRIMAS SELECCIONADAS**

MATERIA PRIMA	COSTO \$/Kg ó \$/100g*
Almidón de maíz	180
Almidón de trigo	180
Levadura seca activa*	111
Manteca vegetal	250
Azúcar granulada	91
Dextrosa	150
CMC*	325

**CUADRO XX**  
**ESTIMACION DEL COSTO DEL PAN ELABORADO**  
**COMPARATIVO CON EL PAN COMERCIAL**

INGREDIENTES	PAN BLANCO COMERCIAL		PAN ELABORADO	
	g	\$	g	\$
Harina de trigo	89.7	12.6	-	-
Almidón de maíz	-	-	25.3	4.6
Almidón de trigo	-	-	58.9	10.6
Levadura seca activa	2.7	3.0	3.1	3.4
Manteca vegetal	2.7	0.7	5.6	1.4
Azúcar granulada	4.1	0.4	4.0	0.4
Dextrosa	-	-	2.7	0.4
Sal	0.8	0.1	-	-
CMC	-	-	0.4	1.3
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>16.8</b>	<b>100</b>	<b>22.1</b>

## IX. CONCLUSIONES

- Se estableció el procedimiento general para la elaboración de un pan blanco tipo caja, bajo en proteína (1.19 g/100 g), sodio (23 mg/100 g) y potasio (39 mg/100 g) con base en almidón de maíz y de trigo, para pacientes con insuficiencia renal crónica.
- El producto final obtenido reportó un contenido de proteína ligeramente por arriba del que se planteó en los objetivos (0.5 - 1.0 g/100 g); sin embargo el pan obtenido proporciona 8 veces menos proteína que el pan blanco comercial.
- En lo referente al contenido de sodio y de potasio del pan elaborado, los valores son menores que los establecidos en los objetivos (sodio 50 mg/100 g y potasio 40 mg/100 g) y representan 5 y 2 veces menos respectivamente que los valores reportados en el pan blanco comercial.
- En la formulación seleccionada fue necesaria la adición de 0.5% de carboximetilcelulosa (agente ligante), para lograr la atracción requerida entre los gránulos de almidón y retener el gas producido por la levadura. Los panes elaborados con CMC presentaron los mejores volúmenes.
- El procedimiento final para la elaboración del pan, se estableció con un solo tiempo de fermentación de 45 minutos, adición de levadura en 3.1% en la formulación, además del control de la

temperatura (32°C) y humedad (80%) dentro de la cámara de fermentación, lo que permite retener el gas producido dentro de la estructura formada entre los agentes ligantes y los gránulos de almidón.

- En la determinación de la vida de anaquel del producto final se obtuvieron condiciones fisicoquímicas aceptables, sin alteraciones de la textura ni de la suavidad de la miga dentro de los cinco días posteriores a que fuera empacado en bolsas de polietileno, en cambio si se presentó deterioro después del tercer día en el pan sin envoltura, recomendándose su consumo como pan tostado.

Cabe hacer mención que no se adicionaron conservadores al elaborar este producto, cuya incorporación prolongaría la vida de anaquel del pan.

- Los resultados del análisis microbiológico practicado al pan en el primer día de su elaboración reportó que se encuentra dentro de las especificaciones que establece la Norma Oficial para pan blanco.
- En la evaluación sensorial realizada al pan por 30 jueces para determinar su grado de aceptación, para los atributos de apariencia, textura, miga y sabor, se obtuvo una calificación de 5 (bueno) en una escala hedónica de 7 puntos.

- La evaluación sensorial realizada por 30 pacientes de la Unidad Metabólica del INNSZ con diagnóstico de insuficiencia renal crónica, reportó una aceptación del 90% de éstos para el pan elaborado.
- Se recomienda el consumo de este pan durante la estancia hospitalaria de los pacientes así como durante los periodos de permanencia domiciliaria.
- Es importante señalar que dicho pan puede ser elaborado a nivel casero, tomando en cuenta incluir la humedad requerida por la masa durante la etapa de fermentación.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- ADELMAN, R.D. Y HODGES, R.E.: NUTRICION Y RIÑON. CAP. 10 NUTRICION Y MEDICINA CLINICA 2a. EDICION, 270-293, 1979.
- 2.- HARRISON.: MED. INTERNA 4a. EDICION. LA PRENSA MEDICA MEXICANA, 1973.
- 3.- PEÑA, J.C.: INSUFICIENCIA RENAL CRONICA. NEFROLOGIA CLINICA. FRANCISCO MENDEZ O., MEXICO, D.F. 1985.
- 4.- MASRRY, S.G. Y KOPPLE, J.D.: DIETOTERAPIA DE LA INSUFICIENCIA RENAL. 1978.
- 5.- HOLLIDAY, M.A.; RICHARDSON, K.M. AN PORTALE, A.: NUTRITIONAL MANAGEMENT CHRONIC RENAL DISEASE. MEDICAL CLINICS OF NORTH AMER., 63: 945-962, 1979.
- 6.- MITCHELL, M.C. AND SMITH, E. J.: DIETARY CARE OF THE PATIENT WITH CHRONIC OLIGURIA. AMER. JOURNAL OF CLINICAL NUTRICION, 19: 163, 1966.
- 7.- GUYTON, A.C.: FISIOLOGIA HUMANA 4a. EDICION. EDITORIAL INTERAMERICANA. MEXICO, 1975.
- 8.- NELSON, W.E.; VAUGHAN, V.C.; MCKAY, R.J. INSUFICIENCIA RENAL CRONICA. TRATADO DE PEDIATRIA. SALVAT, 7a. EDICION, 1980.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

- 9.- KOPPLE, J.D. and SWENDSEID, M.E.: EVIDENCE THAT HISTIDINE IS AN ESSENCIAL AMINDACID IN NORMAL AN CHRONICALLY UREMIC MAN, J. CLIN. INVEST. 55: 881, 1975.
- 10.- GIORAND, C.: USE OF EXOGENOUS AN ENDOGENOUS UREA FOR PROTEIN SYNTHESIS IN NORMAL AN UREMIC SUBJECTS. J. LAB. CLIN. MED., 62: 231, 1963.
- 11.- GIOVANNETTI, S. and MAGGIORE, Q.: A LOW NITROGEN DIER WHIT PROTEINS OF HIGH BIOLOGICAL VALUE FOR SEVERE CHRONIC UREMIA. LANCET, 1: 1000, 1964.
- 12.- HYNE, B.; FOWELL, E. and LEE, H. A.: THE EPECT OF CALORIC INTAKE ON NITROGEN BALANCE IN CHRONIC RENAL FAILURE, CLIN. SCI, 43: 679, 1992.
- 13.- SACHIKO, T.; CARLSTON, B.J.; TYLER, F.H.: PLANNING LOW-PROTEIN DIETS FOR USEIN CHRONIC RENAL FAILURE. J. AM. DIETET. A., 54: 34, 1969.
- 14.- SALTERI, F. and PITTALUGA, F.: DIETETIC PRODUCTS, TREATMENT OF CHRONIC UREMIA, AND THE GIORDANO-GIOVANNETTI LOW PROTRIN DIER. AMER. J. CLIN. NUT., 21: 590. 1968.
- 15.- COMTY, C.M.: LONG-TERM DIETARY MANAGEMENT OF DIALUSIS PATIENTS. J. AM. DIETET. A., 53: 445, 1968.

- 16.- KENT, N.A.: TECNOLOGIA DE LOS CEREALES. 1a. EDICION,  
ACRIBIA. ZARAGOZA; ESPAÑA, 1971.
- 17.- LINEBACK, D.R.: LA ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DEL ALMIDON EN  
PANIFICACION. BAKES DIGEST. 58 (2), 1984.
- 18.- JONGH, G.: THE FORMATION OF DOUGH AND BREAD STRUCTURES.  
CEREAL CHEMISTRY, 38 (2), 1961.
- 19.- ROTSCH, A.: CHEMISCHE UND BACKTECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN AN  
KUNSTLICHEN TEIGEN. BOT U. GEBACK, 8: 129-130, 1954.
- 20.- KIM, J. C. and RUITER, D.: BREAD FROM NON-LEAVENED LOW  
PROTEIN BREAD FOR RESEARCH DIETS. J.M. DIETET., 47: 406,  
1965.
- 21.- STEELE, B.F.; HJORTLAND, M.C. AND BLOCK, W.D.: A YEAST  
LEAVENED LOW-PROTEIN BREAD FOR RESEARCH DIETS. JOURNAL OF  
THE AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION. VOL 47. NOVEMBER 1965.
- 22.- SMITH, E.B.: GLUTEN-FREE BREADS FOR PATIENTS WITH UREMIA. J.  
AM. DIETET. ASOC., 59: 572, 1971.
- 23.- PENFIEL, J.: A HOME-BAFED, YEAST-LEAVENED, LOW-PROTEIN  
BREAD. J. AM. DIETET. ASOC., 69: 653, 1976.

- 24.- CIENCIA DE LA PANIFICACION. CURSO POR CORRESPONDENCIA. GAMESA  
ALMIDONES Y AZUCARES, LECCION CINCO. MEXICO 1981.
- 25.- PYLER, E.J.: BAKING SCIENCE AND TECHNOLOGY. ED. SIEBEL  
PUBLISHING COMPANY VOL. 1 Y 2, CHICAGO.
- 26.- BENNION, E.B.: FABRICACION DE PAN. ED. ACRIBIA. ZARAGOZA;  
ESPAÑA, 1976.
- 27.- FUNCION DE LOS AZUCARES EN PRODUCTOS DE PANIFICACION.  
INFORMACION BIMBO.
- 28.- BRUINSINA, B.L.: PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS LEVADURAS  
DESHIDRATADAS EN LA PANIFICACION. CEREAL CHEMISTRY, 58 (5),  
1981.
- 29.- LA BAW, G.D.: AGENTES LEUDANTES EN PANIFICACION. BAKERS  
DIGEST, 56 (1), 1982.
- 30.- KNIGHTLY, W. H.: USO DE GRASAS Y ACEITES VEGETALES EN  
PANIFICACION. CEREAL CHEMISTRY, 58 (3), 1981.
- 31.- FUNCIONES DEL AGUA EN PRODUCTOS DE PANIFICACION. INFORMACION  
BIMBO.

- 32.- KIM, J. C. and RUITER, D.: BREAD FROM NOMWHET FLOUR.  
INSTITUTE FOR GRAIN FLOUR, AND BREAD, T.N.O. WAGENNINGEN THE  
NETHERLANDS, 1968.
- 33.- LORENZ, K.: EMULSIFICANTE EN LA INDUSTRIA DE PANIFICACION.  
BAKERS DIGEST, 57 (5), 1983.
- 34.- ENSYMES IN FOOD PROCESSING. FOOD SCIENS AND TECHNOLOGY. A  
SERIES OF MONOGRAPHS. 2a: EDITIONS, ACADEMIC PRESS, 1975.
- 35.- OSWIN, C.R.: PACKAGE LUFE THEORY AND PRACTICE. INST. OF.  
PACKAGING. ISBN 0950756784.
- 36.- SACHAROW, B.A.: PRINCIPLES OF FOOD PACKAGING. THE AVI  
PUBLISHING CO. WESTPORT, CONNETICUT, 2Q EDIT., 1980.
- 37.- NEUKON, H. and RUTZ, W.: OBSERVATIONS ON STARCH  
RETROGRADATION AND BREAD STALING. LEBENSM.-WISS. TECHNOL.  
14(6): 292-295, 1981.
- 38.- SENTU, F.R. and DIMLER, R. J.: CHANGES IN STARCH AND GLUTEN  
AGING OF BREAD. BAKERS DIGEST, 34(1): 28, 1960.
- 39.- POMERANZ, Y.; SEHELLENBERGER, J.A.: SENSORY ATTRIBUTES AND  
BREAD STALING. BREAD SCIENCE AND TECHNOLOGY, THE AVI  
PUBLISHING CO. INC. pp: 169. WESTPORT, CONN. 1971.

- 40.- CORNFORD, S.J.; AXFORD, D.W.E.; ELTON, G. A. H.: THE ELASTIC MODULUS OF BREAD CRUMB IN LINEAR COMPRESSION IN RELACION TO STALING. CEREAL CHEM., 41: 216, 1964.
- 41.- PAINE, R.: FLEXIBLE BARRIERS FOR OPTIMUM SHELF LIFE OF BAKERY PRODUCTS. FOOD, 7(5), 1985.
- 42.- HEISS, R.: PRINCIPIOS DE EMBAJADO DE LOS ALIMENTOS, GUIA INTERNACIONAL. EDIT. ACRIBIA. ZARAGOZA; ESPAÑA. FAO, 1970.
- 43.- PINTUARO, N. D.: LOW PROTEIN BREAD. NUTRITION TECHNOLOGY PROCESSED FOODS. FOOD TECHOL. (24), 1975.
- 44.- A.O.A.C.: OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS. 12a. EDIT. WASHINGTON, D.C., 1975.
- 45.- MANUAL DE TECNICA DE LABORATORIO PARA EL ANALISIS DE ALIMENTOS. DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. DIV. DE NUTRICION EXPERIMENTAL Y CIENCIA DE LOS ALIMENTOS. I.N.N. SALVADOR ZUBIRAN, MEXICO, 1984.
- 46.- A.A.C.C.: ASSOCIATION OF ANALYTICAL CEREAL CHEMISTS. OFFICIAL METHODS OF PROCESSING AND ANALYSIS. 8a. EDIT. APPROVED METHOD COMITEE USA, 1983.

- 47.- S.S.A.: TECNICAS PARA EL ANALISIS MICROBIOLOGICO DE ALIMENTOS. DIRECCION GENERAL DE LABORATORIOS DE SALUD PUBLICA. MEXICO, 1979.
- 48.- CIENCIA DE LA PANIFICACION. CURSO POR CORRESPONDENCIA. GAMESA PRUEBAS EXPERIMENTALES DE PANIFICACION Y CALIFICACION DEL PAN, LECCION 25. MEXICO 1981.
- 49.- MIÑOZA, M.G.. SENSORY EVALUATION METHODS WITH STATISTICAL ANALYSIS. PUBLISHED BY COLEGE OF HOME ECONOMICS UNIVERSITY OF THE PHILIPPINES. DILIMAN, QUEZON CITY. PHILIPPINES, 1981.
- 50.- LYON, D.: FACTORES IMPORTANTES EN EL ANALISIS SENSORIAL, 59(10), 1984.
- 51.- McCORMICK, ET. AL: APLICACION DEL ANALISIS DESCRIPTIVO EN EVALUACION SENSORIAL, JOURNAL OF FOOD PROTECTION, 47(5), 1984.
- 52.- HIRSCH, N.: SENSORY PANEL TEST DESING WITH DATA EVALUATION PROCEDURE. COCA COLA COMPANY, INC. HOUSTON TEXAS, 1974.
- 53.- BORDERIAS, A.J.: ANALISIS SENSORIAL DE TEXTURA. GRASAS Y ACEITES, 34(6), 1983.
- 54.- PAN BLANCO, BOLILLO Y TELERA. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-F-406-1982 CDU 664.66.