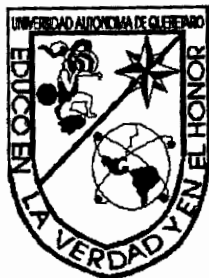


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO



**ELABORACION DE UNA BOTANA A BASE DE HARINA DE  
MAIZ, ADICIONADA DE HARINA DE AJONJOLI Y SUERO  
LACTEO PARA ELEVAR EL VALOR NUTRICIONAL DE LA  
MISMA**

**TESIS COLECTIVA**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE QUIMICO EN  
ALIMENTOS**

**PRESENTAN**

**TERESA DE JESUS DIAZ MONTES  
MARIA ESPERANZA AMELITA MEDINA SANCHEZ**

**DIRIGIDA POR**

**M. EN C. CRISTINA CABRERA MUÑOZ  
M. EN C. JORGE ALVAREZ DOMINGUEZ**

**CENTRO UNIVERSITARIO  
SANTIAGO DE QUERETARO, QUERETARO.**

**1998**

ARMANDO ACOSTA

No. Adv. H 58216

No. Título \_\_\_\_\_

Clas. 664.64

D542e

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación lo dedico en primer lugar a Dios por haberme dado el don más grande que es la vida, por darme la fuerza de voluntad y la entereza para salir adelante.

A mis padres por todo su cariño y comprensión que me brindaron en todos los momentos difíciles, en especial a mi MADRE quien me ha heredado el tesoro más valioso que puede dársele a un hijo, por sacrificar gran parte de su vida con la sola ilusión de que pudiera realizar mis sueños.

A Mary y a Rosy las cuales ocupan un lugar muy especial en mi corazón ya que han sido un pilar muy fuerte en mi vida tanto económico como afectivo y a todos mis hermanos por su cariño y comprensión que siempre me han demostrado.

Y a todas las personas que por falta de espacio no menciono, las cuales de una u otra manera me ayudaron a que el presente trabajo llegara a su culminación.

**GRACIAS**

**MEDINA SANCHEZ MA. ESPERANZA A.**

## **DEDICATORIA**

A DIOS Todopoderoso por su amor tan grande hacia nosotros los seres humanos.

A mis padres porque dieron lo mejor que tienen por sus hijos. A mis hermanos porque los lazos que nos unen son incondicionales.

A mi entrañable amiga Anel (q. e. p. d) por su amistad sincera y compañerismo a lo largo de esta carrera, por compartir con nosotras el desarrollo de este trabajo, y porque al igual que tú finalmente lo logramos.

TERE

## **RECONOCIMIENTO**

Agradecemos infinitamente a los M. en C. Cristina Cabrera Muñoz y Jorge Alvarez domínguez porque su dirección y firme apoyo nos motivaron durante el desarrollo del presente trabajo, por la paciencia y el interés mostrado para la conclusión de esta tesis.

A nuestros sinodales M. en C. Rosario Mejía Rodríguez y la Q. en A. Silvia Amaya Llano; por sus acertadas críticas al escrito de tesis.

A la Dra. Elvira González de Mejía por facilitarnos el uso del Bioterio de Posgrado, así como a todos los maestros y compañeros de esta Facultad que nos brindaron su ayuda para la realización de este trabajo.

# CONTENIDO

	PAGINA
1. Resumen	1
2. Introducción	3
2.1. Producción	4
2.2. Botanas de maíz	5
2.3. Botanas mejoradas nutricionalmente	5
2.4. Enriquecimiento de harina de maíz con harina de leguminosas y suero lácteo	6
2.5. El papel de las botanas enriquecidas en la alimentación	7
3.- Revisión bibliográfica	8
3.1. Maíz	8
3.1.1. Clasificación y variedades	9
3.1.2. Estructura del grano	12
3.1.3. Composición del grano	13
3.1.4. Valor nutricional	17
3.1.5. Nixtamalización	20
3.1.6. Harina de maíz nixtamalizada	22
3.1.7. Producción	23
3.1.8. Demanda y consumo de los granos de maíz	24
3.1.9. Industrialización	24
3.1.10. Comercialización	25
3.2. Ajonjolí	25
3.2.1. Clasificación	26
3.2.2. Clima	26
3.2.3. Composición de la semilla	27
3.2.4. Propiedades nutricionales y usos	28
3.2.5. Harina de ajonjolí	29
3.2.6. Composición de aminoácidos	29
3.2.7. Evaluación biológica	30

3.3. Suero	31
3.3.1. Clases de suero	31
3.3.2. Composición del suero	33
3.3.3. Tratamiento del suero	33
3.3.4. Diferentes tratamientos del suero	34
3.3.5. Proteína de suero	37
3.3.6. Propiedades nutricionales	38
3.3.7. Composición de aminoácidos	39
3.3.8. Producción	40
3.3.9. Usos	41
3.4. Ingredientes	42
3.4.1. Aceite	42
3.4.2. Sal	43
3.4.3. Agua	44
3.4.4. Condimentos	45
3.5. Materiales de empaque	46
3.5.1. Papel	46
3.5.2. Cartón	46
3.5.3. Celofán	46
3.5.4. Películas plásticas	47
3.5.5. Películas metalizadas	47
3.5.6. Películas laminadas	48
3.5.7. Máquinas embolsadoras	48
3.5.8. Elección de embolsadoras	49
3.6. Mezclas alimentarias	50
3.7. Evaluación sensorial	54
3.8. Métodos biológicos	57
3.8.1. Proteína y otros compuestos nitrogenados de los alimentos	57
3.8.2. Evaluación y selección de procedimientos de ensayos con animales	58
4. Hipótesis	61
5. Objetivos	62
6.- Materiales y métodos	63
6.1. Análisis de muestras	63
6.2. Formulación de mezclas	63
6.3. Elaboración de la botana	63

6.4. Análisis sensorial	66
6.5. Evaluación de la calidad proteica en animales experimentales del alimento (NPR)	68
7. Resultados y discusiones	72
7.1. Análisis de materias primas	72
7.2. Determinación de la calificación química de cada formulación	72
7.2.1. Elaboración de la botana y elección de formulaciones en base a su calificación química y a sus propiedades tecnológicas	75
7.3. Análisis sensorial	76
7.4. Análisis bromatológico de las muestras a experimentar en la determinación de la relación proteica neta	78
7.5. Cálculo del NPR	79
7.6. Observaciones en los ratones durante la prueba biológica	84
8. Conclusiones	86
Anexo 1 (Mezclas alimenticias)	88
Anexo 2 (Regresión lineal)	90
Gráfica mezcla alimentaria	91
Anexo 3 (Análisis estadístico de la evaluación sensorial)	92
Anexo 4 (Análisis estadístico de la evaluación sensorial)	94
Anexo 5 Promedio de incremento en peso y consumo de proteína en cada dieta	95
Anexo 6 Gráficas de NPR	102
Gráfica de NPR (Dieta nutritiva)	102
Gráfica de NPR (Dieta sabrosa)	103
Gráfica de NPR (Dieta comercial)	104
Gráfica de NPR (Dieta harina sabrosa)	105
Gráfica de NPR (Dieta de caseína)	106
Gráfica comparativa de NPR	107
Bibliografía	108



## TABLAS

TABLA 3.1. Composición media del grano entero y fracciones del maíz	12
TABLA 3.2. Contenido mineral del maíz (mg/100 g)	16
TABLA 3.3. Contenido de vitaminas en el maíz	16
TABLA 3.4. Composición de aminoácidos en el maíz (% en peso)	18
TABLA 3.5. Composición química y valor nutricional del maíz	19
TABLA 3.6. Composición de la semilla de ajonjolí	27
TABLA 3.7. Composición de las cenizas en la semilla de ajonjolí	28
TABLA 3.8. Composición de aminoácidos de harina de semillas desgrasadas	30
TABLA 3.9. Evaluación biológica del ajonjolí	30
TABLA 3.10. Tipos de suero	32
TABLA 3.11. Composición del suero	33
TABLA 3.12. Composición de aminoácidos	39
TABLA 3.13. Presentaciones y derivados del suero lácteo	40
TABLA 3.14. Clasificación de aminoácidos esenciales y no esenciales	51
TABLA 3.15. Porcentaje mínimo de aminoácidos propuestos por la FAO/WHO/UNU	54
TABLA 3.16. Factores usados para convertir nitrógeno en proteína	58
TABLA 6.1. Ingredientes adicionados a la botana	64
TABLA 6.2. Composición del complemento vitamínico de la dieta	69

## CUADROS

CUADRO 7.1. Análisis bromatológico de materias primas	78
CUADRO 7.2. Gramos de aminoácido por 100 gramos de proteína	74
CUADRO 7.3. Análisis bromatológico de muestras	79
CUADRO 7.4. Cálculo de la dieta basal para la determinación de la relación proteica neta (NPR)	80
CUADRO 7.5. Promedio de incremento en peso (g) de los ratones	80
CUADRO 7.6. Promedio de consumo (g) de proteína	81
CUADRO 7.7. Dieta nutritiva (D-685)	82
CUADRO 7.8. Dieta sabrosa (D-438)	82
CUADRO 7.9. Dieta comercial (DC)	82
CUADRO 7.10. Dieta harina sabrosa (DH-438)	83
CUADRO 7.11. Dieta Patrón (DP)	83

## FIGURAS

FIGURA 1. Tipos de maíz	10
FIGURA 2. Procesos utilizados para el tratamiento del suero y los productos finales	35
FIGURA 3. Procedimientos para la elaboración de las botanas	65

# 1.- Resumen

Se elaboraron botanas tipo "totopos" usando como materia prima la siguiente mezcla: harina de ajonjolí/harina de maíz/suero lácteo; se formularon mezclas usando un programa de computadora que nos permitió realizar el cálculo de la calificación química con variaciones de 15% en 15% de harina tomando en cuenta el porcentaje de proteína obtenido en cada una de las materias primas. Las mezclas se obtuvieron como;  $x\%$  de harina de ajonjolí /  $y\%$  de harina de maíz /  $z\%$  de suero lácteo y fueron las siguientes: 15/15/70, 15/30/55, 15/45/40, 15/60/25, 15/75/10, 30/15/55, 30/30/40, 30/45/25, 30/60/10, 45/15/40, 45/30/25, 45/45/10, 60/15/25, 60/30/10 y 75/15/10. Por medio de regresión lineal se graficaron las calificaciones químicas obtenidas para cada una de las mezclas obteniéndose que la mezcla que presentó la mayor calificación química fué la 30/60/10; siendo ésta la mezcla ideal; esto es la más nutritiva. La botana se elaboró con todas las mezclas; sin embargo, sólo seis mezclas presentaron características tecnológicas aceptables y fueron la 15/45/40, 15/60/25, 15/75/10, 30/30/40, 30/45/25 y 30/60/10. Las botanas elaboradas con las seis mezclas anteriormente mencionadas fueron evaluadas sensorialmente usando la PRUEBA DE NIVEL DE AGRADO "Hedonic Test". Las mezclas fueron codificadas con una clave. La evaluación se realizó con 100 jóvenes de preparatoria, requiriéndose de tres sesiones para dicha prueba. La mezcla de mayor agrado por la población resultó ser la 15/75/10. Una vez obtenidos los resultados de la evaluación sensorial se evaluó biológicamente la proteína usando el método biológico de NPR (Relación Proteínica Neta). La dieta basal requerida para esta prueba requiere de un 10% de proteína pero se ajustó a un 5.7% de proteína ya que se hizo la comparación con una dieta que contenía como fuente de proteína una botana comercial, para hacer comparación con las dietas propuestas en este trabajo. Para dicha evaluación se formularon seis dietas dentro de las cuales se incluyó una dieta patrón DP que contiene como fuente de proteína a la caseína, una dieta libre de nitrógeno DLN en la cuál no se tiene fuente de proteína, la dieta D-685 que contiene como fuente de proteína la fritura elaborada con la mezcla 30/60/10, la D-438 conteniendo proteína de la fritura elaborada con la mezcla 15/75/10

y que fué la de mayor agrado por la población en la evaluación sensorial; también se incluyó la DH-438 que es la dieta elaborada con la harina de la mezcla 15/75/10, esto es la harina sin procesar, y la DC que es la dieta que contiene proteína de una botana comercial. Los resultados obtenidos en el cálculo del NPR demostraron que hay diferencia significativa entre la dieta comercial DC y las dietas propuestas en este trabajo.

## 2.- Introducción

Se entiende por alimento toda sustancia que consumen los humanos para el sostenimiento de la vida. Debido a su composición química particular los alimentos son la vía natural por la cual el organismo obtiene los distintos nutrimentos que necesita para vivir y desarrollarse; pero más allá de esta función puramente biológica, cumplen también un papel no menos importante como poderosos estímulos placenteros y como uno de los principales elementos del desarrollo a través de la convivencia social. Producirlos, conservarlos, transformarlos e intercambiarlos ha sido siempre una de las actividades humanas más importantes; ya que, sin una adecuada disponibilidad de alimentos, se ponen en peligro el bienestar y la vida misma (Zubirán, 1987).

El término botana es difícil de definir o tratar de categorizar; y para decir verdad a los consumidores no les preocupa mucho el abordar sobre este asunto. Por otra parte, para los investigadores de mercado y conducta, especializados en hábitos alimenticios, la proliferación y tipos de botanas que ahora se producen en todo el mundo es un tema muy interesante (Tettweiler, 1991).

¿Qué condiciones debe satisfacer un producto para ser llamado botana? ¿Dónde están las relaciones con otros productos?. Estas son algunas de las preguntas que se hacen y se pretenden contestar para tratar de definir y examinar el mercado de las botanas a nivel mundial (Tettweiler, 1991)

El diccionario nos dice que una botana es un bocadillo o golosina; en un sentido más amplio es una pequeña comida. Usando nuestra creatividad describimos el término botana como un alimento sin problema de preparación, de fácil manejo, de pequeñas cantidades, de productos fríos o calientes, sólidos o líquidos, que intentan satisfacer momentáneamente el hambre. De este modo nosotros ya tenemos las condiciones básicas que una botana debe satisfacer: conveniencia, porciones manejables y cumplir su propósito de satisfacer el hambre a corto plazo.(Park y Col., 1993).

El consumo de botanas se incrementa debido a factores sociales tales como el aumento de la proporción de las madres que trabajan y de niños en edad escolar que escogen sus propios alimentos y satisfactores, los cambios en el tipo de empleos que

obligan a tener vidas más nómadas y la alta disponibilidad de las botanas en tiendas vecinales y mercados de abarrotes. Una diversidad de productos que alguna vez fueron consumidos por impulso, están considerados como platillos secundarios o entremeses. Por ejemplo, las frituras de maíz se están convirtiendo en el platillo clásico de la gama de bocadillos en fiestas y reuniones (Park y Col., 1993).

Los niños y jóvenes presentan una preferencia evidente hacia las botanas. Esto puede ser debido a que el fenómeno publicitario constituye uno de los pasos que condicionan el cierre del proceso producción-consumo. La publicidad de alimentos acelera la comercialización de los productos y actúa como instrumento que induce cotidianamente a formar patrones de consumo. Los efectos más nocivos de la publicidad alimentaria son: modificación de los hábitos de consumo, encarecimiento de los precios de los alimentos, desorientación del gasto alimentario de las familias y contribución al deterioro de la situación nutricional (Zubirán, 1987). En estas etapas de la vida, la cantidad y calidad nutricional de la proteína son particularmente importantes debido a su esencial función en el desarrollo físico y mental (Almeida-Domínguez y Col., 1990).

En los Estados Unidos, se encontró que al menos el 60% de la población consume como mínimo un producto tipo botana por día y que para dicho grupo, estos productos aportan en promedio un 20% de energía, 12 % de proteína, 16% de grasa, 25% de carbohidratos y 13-12 % de vitaminas y minerales de su ingesta diaria (Morgan, 1983). En México, así como en el resto de Latinoamérica, se ha encontrado también que el consumo de las botanas sigue una tendencia a incrementarse, y no sería extraño que actualmente dichos productos estén aportando una gran proporción de algunos nutrimentos esenciales (Anónimo, 1986).

## **2.1. Producción**

El próspero desarrollo de una nueva botana depende extensamente en el uso de nuevas formas y sabores aceptables; la variedad de botanas es limitada y el mercado esta abierto para nuevas ideas e innovaciones. Los procesos pueden usar tecnología de extrusión para añadir cualquier peculiaridad a una categoría de un producto

existente o para nuevas formulaciones. Una amplia variedad de productos de botanas pueden ser producidos por un simple cambio en el sabor y tal vez en la forma de la figura sin cambiar la formulación y las condiciones del proceso. La innovación de sabores juegan un importante papel en el triunfo de una nueva botana en el mercado y puede llegar a ser uno de los principales puntos de venta consiguiendo aceptabilidad en los consumidores. Duxbury 1988, señalaba que además de lo anterior el nombrar un criterio para el éxito de un producto es el olor, seguido por la textura y el gusto al paladar, pero que es el sabor el que produce el impacto más grande. Si el sabor gusta; las ventas se repiten (Prinyawiwatkul y Col., 1993).

## **2.2. Botanas de maíz**

El consumidor moderno ha desarrollado un gusto por el maíz y botanas a base de maíz. Estas botanas pueden hacer una buena contribución para la dieta por proveer ciertos nutrientes y minerales necesarios para un buen balance nutricional. Adicionalmente ellos proveen un buen sabor, una textura agradable a otros componentes de la dieta, y son llamados "comida de entretenimiento" siendo parte de una dieta balanceada (Stauffer, 1983).

Hay tres categorías de botanas de maíz: 1) productos de maíz nixtamalizado, 2) productos extruídos hechos principalmente de pasta de maíz y almidones y 3) productos elaborados con maíz inflado (Rooney y Serna-Saldívar, 1987).

## **2.3. Botanas mejoradas nutricionalmente**

Una botana con alta calidad nutricional y sensorial, propiamente formulada y adecuadamente empaquetada puede ser un producto atractivo para fábricas de botanas de pequeñas regiones de países en desarrollo. Adicionalmente botanas altamente nutritivas y orientadas sanamente pueden, por lo tanto encontrar demanda en el mercado de muchos países industrializados (Almeida-Domínguez y Col., 1990).

Las botanas que se encuentran disponibles en el mercado son bajas en el contenido de nutrientes y altas en calorías y/o contenido de grasa. Por lo que se recurre a elaborar mezclas de ingredientes que prometan la obtención de una botana nutritiva cuyas características sensoriales sean aceptables por el consumidor y que pueda ser disponible a un costo moderado (Park y Col., 1993).

## **2.4. Enriquecimiento de harina de maíz con harina de leguminosas y suero lácteo**

El desarrollo de alimentos más nutritivos a base de maíz es muy importante, se pueden llevar a cabo combinaciones de cereales y leguminosas, como la proteína no se consume de forma aislada sino combinada y a ello se debe que surjan fenómenos de interacción como la llamada **complementación**. Cuando se mezclan dos o más proteínas con distinta composición de aminoácidos las deficiencias de cada uno de ellos tiende a compensarse mutuamente en forma parcial o total y por lo general, la mezcla final tiene proporciones satisfactorias de todos los aminoácidos (Zubirán, 1987).

Ciertas combinaciones de cereales y leguminosas son importantes desde el punto de vista nutricional, ya que las leguminosas son una mejor fuente de proteína y lisina que los cereales, en cambio éstos últimos son típicamente más altos en aminoácidos azufrados, de modo que se obtiene un mejor balance de aminoácidos en el producto resultante (Park y Col., 1993).

La calidad nutricional de las proteínas de maíz es baja pero puede ser significativamente mejorada por la suplementación de lisina y triptófano. Debido a la importancia nutricional del maíz, tienen que hacerse esfuerzos significativos, es por ello que en las tortillas y productos a base de maíz se lleva a cabo un enriquecimiento con **suero lácteo**, frijol de soya, proteína de soya, harinas de leguminosas, sorgo, maíz germinado, **ajonjolí** y papas. Esto con la finalidad de elevar el valor nutritivo de los productos (Bressani y Col., 1990).



Los productos adicionados son formulados para lograr un mejoramiento nutricional sin afectar significativamente las propiedades físicas y sensoriales (Tonella y Col., 1983).

Las leguminosas y los cereales tienen cantidades nutricionales complementarias. Muchas de las semillas de leguminosas tienen una aparente deficiencia de metionina y un exceso de lisina. En contraste; el arroz, maíz, avena y ajonjolí contienen una alta proporción de metionina y una baja proporción de lisina; se ha demostrado un incremento significativo en valores de PER por suplementaciones apropiadas con arroz, **maíz**, sorgo, **ajonjolí** y **leche** (Rockland y Radke, 1981).

## **2.5. El papel de las botanas enriquecidas en la alimentación**

Actualmente, la tendencia es a producir botanas de mejor calidad nutricional propiamente formuladas para proveer, como sea posible y de manera más óptima, los requerimientos de la FAO, para aminoácidos esenciales, y para tener aceptabilidad física, química, nutricional, propiedades sensoriales y costo ya que a la vez sirven como vehículo para importantes nutrientes al tiempo de que son fácilmente aceptadas por la población (Almeida-Domínguez y Col., 1990).

Un factor importante para el mejoramiento del estado nutricional es el mejorar la calidad y la cantidad de proteína en productos que son ampliamente consumidos por la población, especialmente en aquellos que aportan un elevado contenido de energía, ya que así se reduciría la ingesta de las llamadas "calorías vacías" (Warren, 1983).

La desnutrición proteica entre los niños es un problema global muy grande. La alta mortalidad, el desarrollo débil tanto físico como mental son reportados como consecuencia de una deficiencia proteica en niños. Alimentos altos tanto en proteínas como en los demás nutrientes, son los patrones adecuados para una dieta, así como educarlos en cuanto a sus hábitos alimenticios ya que deben entender que no sólo consumiendo este tipo de alimentos van a satisfacer sus necesidades nutricionales, ambas cosas podrían ser benéficos para estos niños (Almeida-Domínguez y Col., 1990).

## 3.- Revisión bibliográfica

### 3.1. Maíz

El maíz (*Zea mays L.*) es originario del Hemisferio Occidental. Fue el único cereal cultivado en forma sistemática por los indios americanos, aunque cosechaban algunos otros granos en su estado silvestre (Desrosier, 1992). A la llegada de Colón a América en 1492, encontró que el maíz se cultivaba en Haití, donde se llamaba "mahiz". El maíz es nativo de los trópicos americanos, pero su área de adaptación se ha extendido enormemente. Durante siglos ha sido una de las principales cosechas para la alimentación en México, América Central y muchos de los países sudamericanos (Wilsie, 1966).

El origen del maíz es una cuestión muy controvertida, ya que el maíz moderno no presenta ningún parecido morfológico evidente con plantas del continente americano que pudieran considerarse antepasados suyos. Según investigaciones hechas por G. W. Beadle (a fines de los años 70's), todo parece indicar que el antepasado directo del maíz moderno fue el teozintle (*Euchlaena mexicana*), especie que crece de manera espontánea en Mesoamérica, y que la transformación primitiva en maíz se debió a la selección e hibridación dirigida por el hombre. Esta hipótesis rebate la tesis de Mangelsdorf, quién en los años 50's comunicó el hallazgo, en una excavación de México, de polen fósil de maíz, datado en 80 000 años de antigüedad, demostrando así que el antecesor del maíz cultivado era maíz silvestre y no teosinte; sin embargo, lo más probable es que el polen analizado hubiese sufrido algún tipo de contaminación en el transcurso o después de la excavación (Gran Enciclopedia Larousse, 1991).

Arqueológicamente el maíz antiguo data de unos 7000 años de antigüedad, más tarde los pueblos precolombinos mejorarían la mayoría de las principales variedades de maíz, de modo que a la llegada de Colón se cultivaban de 200 a 300 variedades. Sin lugar a dudas puede decirse que la base económica de las culturas precolombinas fue el maíz, y de hecho, sin su cultivo, poblaciones como la de los mayas, aztecas e

incas nunca hubieran alcanzado un alto nivel de desarrollo (Gran enciclopedia Larousse, 1991).

Convertido en el cereal forrajero por excelencia, a partir del siglo XIX se empezaron a hacer experiencias con el maíz (cruces de maíces dentales de México con variedades amarillas de Estados Unidos, etc.), con el fin de aumentar su calidad. Las experiencias de carácter genético realizadas en E.U.A. de 1920 a 1940 dieron origen a las semillas de maíz híbridas, con lo que la explotación de este producto pasó a convertirse en una de las piezas fundamentales de la agricultura mundial (Gran Enciclopedia Larousse, 1991).

La creación del maíz híbrido se basó en las leyes de la herencia propuestas por Mendel, las cuales afirman que los genes de las plantas y animales, transmitidos por los padres, a su descendencia, llevan características específicas. Los genes del maíz por ejemplo, determinan el aspecto, la resistencia a las enfermedades, la temporada de crecimiento y el rendimiento (Ríos, 1989). En virtud a tal entrecruzamiento, puede asegurarse que existe un tipo de maíz para cada necesidad particular; los hay resistentes a la sequía, a las heladas, adaptados a la riqueza y textura del suelo y a la altitud de diversas regiones del mundo (CONAL, 1990).

### **3.1.1. Clasificación y variedades**

Como los otros cereales , el maíz pertenece a la familia *Gramineae*. Los miembros de este grupo botánico tienen sistemas de raíces fibrosas , hojas alternantes, venas paralelas en las hojas , vainas de hojas divididas, tallos cilíndricos con nudos sólidos y flores con espigas más o menos abiertas. Las principales variedades de maíz son seis:

- 1.- MAIZ CRISTALINO (*Zea mays indurata*).
- 2.- MAIZ DULCE (*Zea mays saccharata*).
- 3.- MAIZ REVENTADOR O PALOMERO (*Zea mays everta*).
- 4.- MAIZ HARINOSO (*Zea mays amyloacea*).

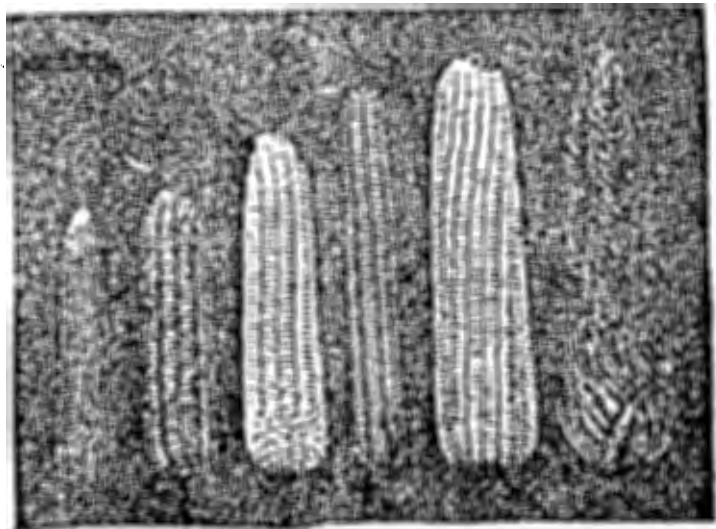
5.- MAIZ TUNICADO (*Zea mays tunicata*).

6.- MAIZ DENTADO (*Zea mays cerea*).

(Delorit, 1975).

Esta clasificación de maíz puede apreciarse en la figura No. 1

Fig. 1. TIPOS DE MAIZ.- MAZORCAS REPRESENTATIVAS DE MAIZ PALOMERO, DULCE, HARINOSO, CRISTALINO, DENTADO Y TUNICADO.



Al hablar de este aspecto, lo principal es saber que para determinar la variedad que se va a cultivar en cada región, deben tomar en cuenta datos como: altura sobre el nivel del mar, condiciones de clima e intensidad y frecuencia de las heladas; precipitación pluvial y disponibilidad de los sistemas de riego. La época y la densidad de siembra son datos importantes para establecer la variedad que se va a cultivar (Manuales para la educación agropecuaria, 1985).

Entre los principales maíces criollos mexicanos están el pepitilla, el olotón, el palomero o toluqueño, el blanco de Sonora, el cónico norteño, el reventador, el cacahuacintle o pozolero, el zapalote grande, el Celaya, el tuxqueño y el vandeño. Estas tres últimas pertenecen al grupo de maíz dentado y se utilizan en la elaboración de la tortilla. Considerando la variedad y el color de los granos, estos pueden clasificarse como maíz blanco, amarillo, rojo morado y azul (CONAL, 1990).

De acuerdo con el uso, existen variedades de maíz forrajero y de maíz para la producción de grano (CONAL, 1990).

Las variedades para la producción de granos se clasifican de acuerdo con las siguientes características:

- **Granos de color blanco.** Para la elaboración de cereales para el desayuno.
- **Granos con alta cantidad de carbohidratos.** Son más aptos para la alimentación de animales.
- **Granos de estructura cerosa.** Tienen un alto contenido de amilopectina. Se utilizan como alimento para el ganado.
- **Granos con alto contenido de azúcar.** Son aptos para la alimentación humana. Se consumen en forma de elotes.
- **Granos con alto contenido de aceite.** Se utilizan principalmente en la industria aceitera.
- **Granos con alto contenido de proteína y lisina.** Se usan tanto en la industria como en la alimentación humana.

- **Granos con mayor proporción de almidón duro o cristalino.** Se utilizan para elaborar rosetas o palomitas.

(Manuales para la educación agropecuaria, 1985)

### 3.1.2. Estructura del grano

Según G. E. Inglett et al. 1970 la composición media del grano entero y fracciones del maíz se muestran en la tabla siguiente:

**TABLA 3.1. Composición media del grano entero y fracciones del maíz \***

FRACCIÓN	GRANO ENTERO	ENDOSPERMO	GERMEN	PERICARPIO	CASCARILLA
Grano %	-----	82.3	11.5	5.3	0.8
Almidón %	71.5	86.4	8.2	7.3	5.3
Proteína %	10.3	9.4	18.8	3.7	9.1
Lípidos %	4.8	0.8	34.5	1.0	3.8
Azúcares %	2.0	0.6	10.8	0.3	1.6
Cenizas %	1.4	0.3	10.1	0.8	1.6

(Earle, 1946)

\* En base seca.

El grano de maíz es el más grande de todos los cereales. Contiene dos tipos de endosperma almidonoso: duro y blando. El endosperma duro, como su nombre lo dice, es más duro y contiene un alto nivel de proteína. En variedades de dientes de maíz, el endosperma duro se encuentra en los lados y espalda del grano. El endosperma blando ocupa la corona (parte alta) del grano, extendiéndose por el centro para rodear al germen, y se contrae cuando madura el diente de maíz, formando un hueco en la cima del grano (Pomeranz, 1984). La mayor porción del endosperma en el maíz consiste en gránulos de almidón (Sosa, 1994).

El grano de maíz es un fruto compuesto de un pericarpio muy delgado que encierra a una sola semilla. El pericarpio es la pared del ovario maduro y comprende todas las capas exteriores de la célula hasta el recubrimiento de la semilla. A lo largo de su superficie interior se adhiere a la capa de la semilla. Esta última; a su vez encierra al germen y al endosperma, formando los tres la semilla, en donde el pericarpio no se abre al secar para liberar la semilla, esto es característico de los granos de cereal (Sosa, 1994).

### **3.1.3. Composición del grano**

Los principales componentes del grano entero de maíz son: almidón, proteínas y lípidos y menores cantidades de fibra, azúcares, minerales y sustancias orgánicas que incluyen vitaminas, están también presentes (Sosa, 1994).

La composición media del grano entero de maíz se presenta en la tabla 3.1.

#### **ALMIDON**

Químicamente los almidones son una mezcla de dos polisacáridos. Uno llamado amilosa que es el producto de la condensación de hexosas (D-glucopiranosas) forma cadenas largas lineales que pueden tener 200-2500 unidades, con pesos moleculares que llegan hasta un millón de daltones. Los monosacáridos están unidos a través de enlaces  $\alpha$ -D-(1—4), es decir la amilosa es un  $\alpha$ -D(1—4)glucano, siendo la  $\alpha$ - maltosa la unidad repetitiva de esta estructura química. Por otra parte la amilopectina es otro  $\alpha$ -D-glucano, que se diferencia de la amilosa por la presencia de ramificaciones y la forma molecular similar a un árbol en el que las ramas están unidas al tronco central por enlaces  $\alpha$ -D- (1-6) (Badui, 1989).

La mayor parte de los almidones contienen del 22 al 26% de amilosa y del 74 al 78% de amilopectina. Cuando se colocan en agua los gránulos de almidón, no se hinchan en forma considerable. Sin embargo cuando una suspensión de ellos se

calienta a una temperatura, que es diferente para los diversos almidones, pero que está entre 62° a 70° C para el almidón de maíz, se produce un hinchamiento rápido y extenso, así como la gelatinización con una pérdida de la birrefringencia granular y un aumento en la claridad de la suspensión. La pasta de almidón que se forma se compone de gránulos hinchados que ocupan mayor espacio y dan a la pasta sus características de alta viscosidad (Desrosier, 1992).

De una manera lenta, a través de sus zonas amorfas, los gránulos de almidón absorben diferentes cantidades de agua, según la especie y las proporciones de las dos fracciones constitutivas. Cuando las suspensiones de almidón se calientan a temperaturas de más de 50-55°C, los puentes de hidrógeno intermoleculares de las zonas amorfas se rompen y continúa la absorción de una mayor cantidad de agua, es un fenómeno conocido como gelatinización (Badui, 1986). La gelatinización en el sentido limitado es el desordenamiento térmico de la estructura cristalina en gránulos de almidón nativo, pero en el sentido amplio incluye relativos eventos tales como hinchamiento de almidón y encadenamiento de polisacáridos solubles (Tester y Col., 1990).

La temperatura a la que se pierde la birrefringencia y se produce el máximo hinchamiento de los gránulos de almidón se llama temperatura de gelatinización y a esta temperatura existe un alto grado de absorción de agua que hace que las dispersiones de este polímero alcancen grandes viscosidades. A medida que continúa este proceso, los gránulos se rompen y aparecen moléculas libres hidratadas de amilosa y amilopectina, y la viscosidad de la pasta se reduce hasta alcanzar un cierto valor en lo que se estabiliza. La cantidad de agua absorbida por los almidones varía entre los diferentes tipos, pero podemos considerar que se encuentra entre 40 y 55 gr de agua por 100 gr de almidón (Badui, 1989).

El hinchamiento del almidón es una propiedad de la amilopectina. La gelatinización del almidón y la fusión es un importante fenómeno que ocurre en varias operaciones hechas en el procesamiento de alimentos lo que provee una textura única y estructura para el alimento. Cuando los gránulos de almidón son calentados con la presencia de un ascenso adecuado de agua, la gelatinización se lleva a cabo (Tester y Col, 1990).



## PROTEINAS.

Las proteínas constituyen aproximadamente el 10% del grano entero del maíz. Estas sustancias son clasificadas por la Sociedad Americana de Fisiología de acuerdo con su solubilidad: albúminas (solubles en agua), globulinas (salinosolubles), prolaminas (solubles en 70-80 % de etanol), la zeína es una proteína heterogénea y la cual se clasifica como prolaminas, gluteínas se puede extraer de una solución álcali y escleroproteínas (son insolubles en soluciones acuosas). El maíz contiene niacina pero se encuentra unida a una proteína y no es utilizable para el cuerpo (Katz y Col., 1974).

## LIPIDOS.

Comprenden un grupo de sustancias que en general, son solubles en éter, cloroformo u otros solventes de grasas pero que solo son escasamente solubles en agua. La mayoría de las sustancias lipídicas son grasas, ceras, fosfátidos, cerebrósidos, esteroides y carotenoides. Casi 85% de los lípidos del maíz se encuentran en el germen, el cual es la fuente comercial del aceite de maíz. La composición del aceite refinado de maíz es principalmente triglicéridos de ácidos grasos (Sosa, 1994).

## AZUCARES.

Los azúcares totales del grano de maíz están en un rango de 1.0 a 3.0 %. La sacarosa es el componente mayor de azúcares con aproximadamente el 75 % en el germen y el 25% restante en el endosperma. La glucosa, fructosa y rafinosa están presentes en pequeñas cantidades en el grano. Los granos también contienen 2.1%-2.3% de fibra cruda (Sosa, 1994).

## MINERALES Y VITAMINAS.

El germen contiene cerca del 80% de los minerales. El contenido mineral y vitamínico se muestran en la tabla 3.2 y 3.3 respectivamente.

**TABLA 3.2. Contenido mineral del maíz (mg/100 g)**

MINERAL	GRANO DE MAÍZ ENTERO	GERMEN
Ca	30	90
Fe	2	90
Mg	120	280
P	270	560
K	280	130
Na	1	---
Cu	0.21	1.10
Mn	0.51	0.90
Zn	1.69	---

De Lockhart y Nesheim, 1978.

**TABLA 3.3. Contenido de vitaminas en el maíz**

(Por cada 100 g del grano entero)

VITAMINAS	MAÍZ
Tiamina (mg)	0.37
Riboflavina (mg)	0.12
Niacina (mg)	2.20
Vitamina B6 (mg)	0.47
Acido fólico (µg)	26.00
Acido pantoténico (mg)	1.00
Biotina (µg)	21.00
Vitamina E (UI)	2.00

De Lockhart y Nesheim, 1978.

Todos los granos de cereales contienen vitaminas del grupo B, pero carecen de vitamina C (a menos que el grano esté germinado) y vitamina D. El maíz amarillo difiere del maíz blanco y de los otros granos de cereales en el contenido de pigmentos carotenoides, los cuales son convertidos en el cuerpo en vitamina A (Pomeranz, 1984).

Pérdidas en tiamina, riboflavina y niacina son relativamente pequeñas con un 40% de pérdida de caroteno en las tortillas de maíz amarillo. Incrementos significantes en calcio, fósforo y hierro ocurren debido al tratamiento del maíz con agua de cal (Saldana y Col., 1984).

La estabilidad de la tiamina y riboflavina es muy sensible a la destrucción por el calentamiento en un medio alcalino. Sustancias nitrogenadas no proteicas en el maíz consisten en aminoácidos, compuestos cuaternarios nitrogenados, nucleósidos, purinas y pirimidinas (Sosa, 1994).

### **3.1.4. Valor nutricional**

Además de la tortilla, se tiene una inmensa variedad de alimentos preparados con harina o masa de maíz y que forman parte de la dieta doméstica y comercial. Existen también alimentos industrializados de consumo popular, derivados del maíz como son: harinas, féculas, almidones, mieles, hojuelas, aceites y golosinas. A nivel regional el maíz constituye la fuente de energía más importante en la alimentación del pueblo de México; así en los estados del norte, el maíz aporta en promedio el 30% del valor total calórico de la dieta, mientras que en el centro representa el 39% y en el sur 38% (CONAL, 1990).

El maíz es un cereal rico en carbohidratos, además de contener niacina, fósforo y calcio, que permiten el buen funcionamiento de los sistemas respiratorios, nervioso y cardiovascular; interviniendo en la formación y mantenimiento de huesos y dientes y además de ayudar en la coagulación de la sangre (CONAL, 1990).

El maíz es deficiente en los aminoácidos esenciales lisina y triptófano (como se puede ver en la tabla 3.4) y en niacina, que es miembro del complejo B (Simmonds, 1978).

**TABLA 3.4. Composición de aminoácidos en el Maíz (% EN PESO)**

AMINOACIDO	De Campo	WHO requerimiento *
Triptofano	0.61	1.00
Treonina	3.98	4.00
Isoleucina	4.62	4.00
Leucina	12.96	7.00
Lisina	2.88	5.50
Metionina	1.86	
Cisteina	1.30	3.50
Fenilalanina	4.54	
Tirosina	6.11	6.00
Valina	5.10	
Arginina	3.52	
Histidina	2.06	
Alanina	9.95	
Ac. aspártico	12.42	
Ac. glutámico	17.65	
Glicina	3.39	
Prolina	8.35	
Serina	5.65	
<b>PROTEINA TOTAL</b>	<b>10.00</b>	

\* Aminoácidos nutricionalmente esenciales

Fuente: Simmonds, 1978.

En un estudio antropológico Katz et. al. 1974, llegaron a la conclusión de que los pueblos precolombinos que sobrevivieron más tiempo fueron aquellos que utilizaban para su alimentación el maíz tratado por el proceso térmico-alcalino. Esto es muy interesante ya que las proteínas de maíz son de un valor nutritivo muy bajo, pero mejoran su calidad después de haber sido sujetadas a dicho tratamiento. A pesar de existir pérdidas de algunos aminoácidos, grasas y minerales, el maíz nixtamalizado presenta un valor mayor desde el punto de vista nutritivo que el maíz crudo. El maíz crudo además de ser deficiente en lisina y triptófano, tiene un desequilibrio muy

marcado en las concentraciones de leucina/isoleucina y todo esto hace que las proteínas sean poco aprovechables por el humano (Badui, 1989).

La alta relación de leucina/isoleucina en el maíz se reduce durante los tratamientos térmico-alcálinos debido a la destrucción de la leucina, lo que mejora el valor nutritivo de la proteína. La niacina en el maíz se encuentra unida a otros constituyentes de los granos de tal forma que los tratamientos térmico-alcálinos la liberan al hidrolizar los enlaces que la unen haciéndola disponible (Badui, 1989).

En la tabla 3.5 se muestra la composición química y el valor nutricional del maíz.

**TABLA 3.5. Composición química y valor nutricional del maíz**

Composición química y valor nutricional	Maíz	
	Entero	Sin germen
Proteína (Nx6.25) (g/100 g)	9.9	8.7
Grasa (g/100 g)	5.2	1.4
CHO disponible (g/100 g)	76.0	89.2
Fibra cruda (g/100 g)	2.1	0.5
Cenizas (g/100 g)	1.4	0.4
Taninos (g/100 g)	no reportado	no reportado
Energía (Kcal/100 g)	436.0	437.0
TD%=Digestibilidad Total	96.0	95.6
BV%=Valor Biológico	55.0	61.7
NPU%=Proteína Neta Utilizable	53.0	58.9
Proteína Utilizable (g/100 g)	6.50	5.8
Energía Digestible %	86.4	89.9

De Pedersen y Eggum, 1983.

En el tratamiento del maíz con agua y cal se da un significativo incremento en calcio, fósforo y hierro. La calidad nutricional de las proteínas del maíz es baja pero puede ser significativamente mejorada por la suplementación de lisina y triptófano.

Debido a la importancia nutricional del maíz tienen que hacerse significativos esfuerzos para mejorar la calidad de la proteína (Bressani y Col., 1990).

A pesar de que la mayor parte de la población consume diariamente tortillas, la disponibilidad del maíz es escasa en las zonas donde más se requiere para su alimentación, sobre todo si se considera que además de aportar gran porcentaje calórico, también tiene una alta posibilidad de combinación y enriquecimiento nutricional, tal es el caso del maíz con el frijol, que por tradición ha sido la combinación básica de la alimentación y nutrición del pueblo de México (CONAL, 1990).

El remojo y el cocimiento alcalino causa hinchazón y aglomeración de los gránulos de almidón por todo el endosperma. La molienda de nixtamal causa una completa ruptura física de los granos, resultando una dispersión de gránulos hinchados de almidón. El cocimiento de la tortilla da como resultado la gelatinización total en las áreas internas de los chips, pero los granos de almidón sobre ambas superficies de las chips exhibe una marcada birrefringencia (Gómez y Col., 1992).

### 3.1.5. Nixtamalización

La preparación del maíz para su consumo en México se lleva a cabo mediante un proceso conocido como **nixtamalización** (Badui, 1989).

Nixtamalización (palabra náhuatl derivada de *nextli* que significa cenizas o cenizas de cal y *tamalliqe* significa masa de maíz). Es un proceso antiguo el cual tiene como objetivo primordial el ablandar y remover la cascarilla de los granos de maíz, esto es el resultado básicamente de la hidratación e hidrólisis parcial de la misma (Ríos, 1989).

La nixtamalización esta regulada por:

- 1.- Tipo de maíz.
- 2.- Concentración de la cal utilizada.
- 3.- Tiempo de cocimiento.

- 4.- Temperatura de cocimiento.
- 5.- Porcentaje de granos quebrados.

(Ríos, 1989)

Los iones de calcio reaccionan en la superficie de los gránulos de almidón, causando una hinchazón en la superficie e inhibiendo el suministro de agua en las partes interiores del gránulo, con un ligero ascenso de agua disponible la gelatinización es reforzada. El hidróxido de calcio es adsorbido o atacado por los gránulos de almidón durante el cocimiento y remojo del maíz; aproximadamente 35-40% de la cristalinidad del almidón total se pierde durante el cocimiento alcalino (Gómez y Col., 1989).

Durante el cocimiento la solución alcalina degrada y solubiliza las paredes celulares de los componentes, resultando una parcial eliminación del pericarpio, ablandamiento de la estructura del endosperma y desnaturalización de la proteína matriz (Gómez y Col., 1991).

El cocimiento desbarata la estructura cristalina del almidón de maíz. Los almidones se recristalizan y se alinean durante el remojo para formar una nueva estructura polimérica. La molienda del maíz cocido libera gránulos de almidón desde el endosperma y reduce su cristalinidad. El cocimiento de la tortilla causa significativas pérdidas en la cristalinidad de almidón y el freído para la tortilla chips causa además de gelatinización, la formación de complejos amilosa-lípidos. La solubilización del almidón se encuentra sin cambios después del cocimiento alcalino y se incrementa después del remojo (Gómez y Col., 1992).

En la elaboración de tortilla chip, se observa una reducción del 20% de la solubilidad del almidón ésta es atribuida a la estructura entrelazada debido a la rápida deshidratación durante el freído y la interacción de amilosa-lípidos. Cuando las tortillas se frien para la elaboración de tortilla chip la superficie estructural es completamente cambiada y la mayor parte de los gránulos de almidón son gelatinizados perdiendo su integridad. El interior de la tortilla chip contiene piezas de gel, y el almidón es completamente gelatinizado (Gómez y Col., 1991).



### **3.1.6. Harina de maíz nixtamalizada**

La harina de maíz es un producto que resulta de cocer y macerar maíz, convertirlo en masa y luego deshidratarlo a un producto granular que luego pueda ser mezclado por el fabricante para obtener una masa para el producto que se desea. Las especificaciones para este tipo de harina deben ser controladas en base al pH, tamaño de partícula, índice de viscosidad y color (Ríos, 1989).

La operación de secado es crítica y usualmente es hecha en túneles de secado o torres de secado en las cuales el aire caliente fluye en contracorrientes a la masa. El material secado es sedimentado y las partículas son separadas por tamaños. Las partículas de sobretamaño son resedimentadas. Diferentes partículas son mezcladas para obtener la harina de maíz nixtamalizado con óptima distribución del tamaño de partícula por aplicaciones diferentes, por ejemplo las tortillas dulces requieren un fino tamaño de partícula, la harina es formulada para desarrollar flexibilidad y propiedades cohesivas en las tortillas, mientras que la harina de maíz nixtamalizado para tortillas chips es formulada para promover el crujimiento en las tortillas después de freír (Gómez y Col., 1989).

Para la aplicación de la harina se debe tomar en cuenta la distribución de tamaño de partícula, lo cual es el criterio más grande. Partículas grandes son requeridas para características texturales de productos fritos, dado que las partículas grandes rompen la red de la masa, reducen el ampollamiento y disminuyen la cantidad de aceite requerido durante el freído. Las partículas pequeñas son las responsables de la mayor parte del agua que se asimila en la superficie, de la viscosidad, cohesividad, plasticidad y uniformidad (Gómez y Col., 1989).

La masa obtenida a partir de la harina de maíz nixtamalizada es considerada como un ingrediente especial para el desarrollo de alimentos congelados, botanas, alimentos de preparación rápida existentes en el mercado. Estas harinas de preparación "instantánea" de masa fueron originalmente desarrolladas para proveer un método más económico y consistente para producir una variedad de alimentos



mexicanos. Ha sido ampliado su uso en botanas basadas en maíz, como las tortillas chips y una gran variedad de alimentos mexicanos lo cual ofrece ventajas tanto funcionales como económicas (Duxbury, 1987).

La harina de maíz es un producto en crecimiento debido a la creciente demanda para alimentos tales como botanas y tortillas. Las harinas se dividen en rangos desde harinas de textura fina hasta harinas muy burdas. La harina de maíz para el procesamiento de extrusión contiene 10% de proteína, 11% de humedad, 2.5% de fibra cruda, y tiene un porcentaje de producción de 1.25 (Ríos, 1989).

### **3.1.7. Producción**

De las cosechas de cereales el maíz ocupa el tercer lugar en el mundo, después del trigo y del arroz (CONAL, 1990).

El maíz es un cultivo que se produce en todo el país, ya que posee características físicas de gran adaptabilidad a diferentes suelos y climas, que lo constituyen en el grano más importante de la agricultura nacional, representando actualmente el valor de su producción, alrededor del 25% del valor de la producción agrícola y el 15% del Producto Interno Bruto (CONAL, 1990).

La producción del maíz se obtiene básicamente en dos ciclos: primavera-verano y otoño-invierno. El primero se desarrolla entre los meses de abril a noviembre. Los periodos de siembra y cosecha son variables, esto depende de la temporada de lluvias de cada región. El ciclo productivo tiene una duración de cuatro meses. El ciclo otoño-invierno se realiza normalmente entre los meses de octubre a febrero y básicamente en áreas de riego (CONAL, 1990).

En lo que respecta a los niveles productivos obtenidos en ciclos se afirma que durante los años 1986 a 1990; la producción de granos básicos, incluyendo al sorgo, ha representado el 21.4% de la producción nacional. En esta serie histórica en términos de millones de toneladas, destaca la producción de maíz con un promedio anual de 12.3 que significa el 11.9% del total nacional (SARH, 1995).

Los principales estados productores de maíz son: México, Jalisco, Chiapas, Michoacán y Puebla con el 53.9% del total nacional (SARH, 1995).

### **3.1.8. Demanda y consumo de los granos de maíz**

La demanda interna del maíz fué de 14,220 miles de toneladas incluyendo consumo alimenticio y materia prima industrial. El consumo de maíz en México se establece de la siguiente forma: el area industrial consume el 41.6% de la demanda total; los productores necesitan 2,530 miles de toneladas; para semilla se destinan 149,000 toneladas y para consumo directo se aportan 4,380 miles de toneladas que representan el 30.0%. Lo anterior totaliza 13,108 miles de toneladas, y conforman el 90.4% de la demanda total, lo cual se complementa con las pérdidas de almacén y las reservas mínimas (SARH, 1995).

En 1991 la demanda en Querétaro con respecto al maíz fue de 200 miles de toneladas al año, y sólo se alcanzó a satisfacer el 50% de la demanda (SARH, 1995).

### **3.1.9. Industrialización**

En la fase de la transformación industrial, participan fundamentalmente CONASUPO (Compañía Nacional de Subsistencias Populares) y el sector privado. De especial importancia económica y social en la industria molinera y harinera, las que a su vez guardan un estrecho vínculo con los industriales de la tortilla. En lo que se refiere a la participación de CONASUPO en el procesamiento industrial, cabe mencionar que el total del maíz que comercializa a nivel nacional (cerca de cuatro millones de toneladas), aproximadamente el 80% se destina a la industria molinera y harinera para la elaboración de tortillas y el restante 20% del grano (cerca de 800 000 toneladas) se venden a las areas rurales, a través de la filial DICONSA (CONAL, 1990).



### **3.1.10. Comercialización**

La comercialización del maíz ha constituido siempre un problema de difícil solución, encontrándose influenciado por obstáculos como el excesivo intermediarismo, que afecta de manera preferencial al pequeño productor. La cadena de intermediarios del maíz es un extremo larga, las actividades de cada uno de ellos repercute en el precio del producto y disminuye la ganancia del productor, aún con la participación de las entidades gubernamentales que tratan de normar y corregir la situación, en beneficio de la población (CONAL, 1990).

El mercado oficial se encuentra formado por la CONASUPO, la que a través de sus bodegas rurales acopia maíz, tanto de producción nacional como de importación. debido al comportamiento observado durante los últimos años en las importaciones de maíz México no tiene serios problemas en la adquisición del grano (CONAL, 1990).

### **3.2. Ajonjolí**

Hiltebrandt basando sus estudios sobre el conocimiento de las variantes morfológicas y fisiológicas de los grupos de ajonjolí, identifica distintas unidades morfo-geográficas; además reconstruye la historia de la diferenciación ecológica de la especie y de los cambios operados por el hombre. Llega así a la conclusión de que el centro formativo primario del ajonjolí no es la India a pesar de su riqueza de formas y variedades, sino Africa, donde se encuentran los tipos primitivos. De Africa el ajonjolí emigró a la India y de allí, donde se diferenciaron un gran número de variedades y formas, siguió hasta el Este hasta China y Japón y regresó al Oeste estableciéndose con nuevas formas en Asia Central, países del Mediterráneo y Africa del Norte. Al continente americano llegó probablemente en el siglo XVI, introducido al Brasil por los navegantes portugueses. A fines del siglo XVII es cultivado en Carolina del Sur (Estados Unidos de América) por los esclavos negros que lo habían traído de Africa (Gran Enciclopedia Larousse, 1991).

### 3.2.1. Clasificación

El ajonjolí es una planta anual. La semilla de ajonjolí es producida por la planta *Sesamum*, que pertenece a las familias de las Pedaliáceas. Existen diversas variedades de esta planta, siendo las más cultivadas la *sesamum indicum*, la *sesamum radiatum* y la *sesamum orientale* (Manuales para la educación Agropecuaria, 1990).

El ciclo de vida de la planta puede variar entre 80 y 130 días. En las variedades precoces, el ciclo vegetativo es de 80 días. En las de ciclo mediano de 110 días, y en las tardías de 130 días (Bernardini y Baquero, 1981).

### 3.2.2. Clima

El ajonjolí es una planta de clima cálido. Próspera en regiones tropicales y subtropicales. Puede cultivarse entre los 25°C de latitud norte y sur, pero también a 40°C de latitud norte (Manuales para la educación agropecuaria, 1990).

El ajonjolí requiere temperaturas altas y uniformes entre 27°C y 30°C. Temperaturas inferiores a 18°C durante la floración, pueden causar esterilidad del polen o caída prematura de las flores. Temperaturas demasiado altas, 40°C y más, en la época de floración, afectan la fertilización y el número de cápsulas (Manuales para la educación agropecuaria, 1990).

El ajonjolí es una planta de días cortos. Con 10 horas diarias de luz, florece a los 42 a 45 días, pero muchas variedades se han adoptado a varios períodos de luz (Manuales para la educación agropecuaria, 1990).

El ajonjolí es sensible al encharcamiento, pues el exceso de agua favorece el desarrollo de enfermedades criptogámicas en el cultivo (Manuales para la educación agropecuaria, 1990).

Generalmente son dos los tipos de ajonjolí que se cultivan: El tipo dehiscente que abre sus cápsulas después que madura la semilla y la tira. Este tipo de ajonjolí requiere escaso trabajo mecánico para remover las semillas de las cápsulas. El otro



tipo de ajonjolí tiene cápsulas indehiscentes las cuales son difíciles de trillar (Anuario de agricultura, 1965).

En general para obtener mejores rendimientos y alto contenido de aceite, el ajonjolí debe sembrarse en regiones con alta luminosidad y sin variaciones notables de temperatura (Manuales para la educación agropecuaria, 1990).

### 3.2.3. Composición de la semilla

La semilla de ajonjolí, según datos promediados de varios autores, tiene la siguiente composición centesimal:

TABLA 3.6. Composición de la semilla de ajonjolí

FRACCION	COMPOSICION CENTESIMAL
Humedad	5.61
Grasa	46.78
Proteínas	21.12
Carbohidratos	18.63
Fibra	5.08
Cenizas	6.02

(Mazzani, 1962).

Además de esos componentes mayores, la semilla de ajonjolí contiene en sus cenizas:

**TABLA 3.7. Composición de las cenizas en la semilla**

COMPONENTE		COMPOSICION CENTESIMAL
Calcio	CaO	35.00
Fosforo	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	30.00
Hierro	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	03.00
Potasio	K <sub>2</sub> O	11.00
Sodio	Na <sub>2</sub> O	02.00
Magnesio	MgO	13.00
Azufre	SO <sub>3</sub>	00.90
Silicio	SiO <sub>2</sub>	03.00
Cloro	Cl	00.20

(Mazzani, 1962).

### **3.2.4. Propiedades nutricionales y usos**

El ajonjolí produce semillas muy ricas en aceite y en proteína y de gran poder alimenticio. En el Oriente se consumen directamente y en gran cantidad para la alimentación del hombre. Entre nosotros se usa una pequeña cantidad de semilla de ajonjolí como condimento de cocina, en panadería y dulcerías; la mayor parte se dedica para la elaboración del aceite (González, 1973).

En beneficio de la semilla para la extracción del aceite es fácil y poco laborioso. Rinde del 40 al 50% de aceite y de 60 al 50% de pasta. Entre nosotros puede considerarse un valor aceptable del 42% de aceite y 54% de pasta de ajonjolí (González, 1973).

Las semillas de ajonjolí se utilizan para la producción de un aceite vegetal, inodoro, de alta calidad que puede sustituir al aceite de oliva. Las semillas contienen aproximadamente 50% de aceite, 25% de proteínas, y 11% de carbohidratos. El aceite de ajonjolí tiene propiedades notables de estabilidad, resiste al enranciamiento y a la

oxidación, y su composición en ácidos grasos es ideal (40% de ácido oleico y 45% de ácido linoleico) (Gran enciclopedia Larousse, 1991).

### **3.2.5. Harina de ajonjolí**

La torta posee también un alto valor nutritivo por la calidad de sus aminoácidos (con un alto contenido en metionina) y por sus materias minerales (calcio y fósforo). Las semillas previamente tostadas, se emplean también para la alimentación humana, trituradas y mezcladas con azúcar o miel; entran asimismo en la composición de dulces tradicionales. Las harinas constituyen una fuente de proteínas para la fabricación de alimentos infantiles (Gran enciclopedia Larousse, 1991).

La harina de ajonjolí es usada tradicionalmente para la alimentación animal. Su uso para alimentos humanos tiene que ser restringido a golosinas, mantequilla de ajonjolí, dulces, aderezos y alimentos como los refrigerios tropicales (Brito y Nuñez, 1982).

La harina de ajonjolí es importante porque es rica en aminoácidos azufrados, especialmente metionina. Siendo también rica en triptófano y deficiente solamente en lisina e isoleucina (Brito y Nuñez, 1982).

### **3.2.6. Composición de aminoácidos**

En la siguiente tabla se anexa la composición de aminoácidos de la semilla desgrasada de ajonjolí:



**TABLA 3.8. Composición de aminoácidos de harina de semillas desgrasadas**

(g de aminoácido/100 g de proteína)

AMINOACIDO	AJONJOLI	AMINOACIDO	AJONJOLI
ESENCIAL		NO ESENCIAL	
<b>Histidina</b>	2.4-2.8	<b>Alanina</b>	4.3-5.3
<b>Isoleucina</b>	3.5-4.7	<b>Arginina</b>	9.0-14.1
<b>Leucina</b>	6.5-7.4	<b>Ac. aspártico</b>	7.4-7.9
<b>Lisina</b>	2.3-3.5	<b>Ac. glutámico</b>	15.5-19.8
<b>Metionina+Cistina</b>	3.8-6.1	<b>Glicina</b>	4.5-6.8
<b>Fenilalanina+Tirosina</b>	7.7-10.6	<b>Prolina</b>	3.04
<b>Treonina</b>	3.3-4.8	<b>Serina</b>	4.1-4.2
<b>Triptofano</b>	1.9-2.4		
<b>Valina</b>	4.2-4.6		

(Hudson y Hall, 1994).

### 3.2.7. Evaluación biológica

Valores de PER, NPR y digestibilidad *in vivo* son mostrados en la siguiente tabla:

**TABLA 3.9. Evaluación biológica del ajonjolí**

	PER	NPR	DIGESTIBILIDAD (%)
<b>AJONJOLI</b>	1.77-1.90	1.20-1.69	81-85

(Hudson y Hall, 1994).



### **3.3. Suero**

El suero es la porción acuosa de la leche, usualmente se obtiene coagulando la leche por medio de cuajo (o renina), en la industria del queso, también por acidificación o por calentamiento. Este es opaco, amarillo verdoso, con un contenido total de sólidos generalmente 6.0 a 6.5% y una demanda de oxígeno biológico (DBO) de 32,000 ppm o más alto (Ortíz, 1992).

El suero de queso es rico nutricionalmente ya que constituye una valiosa fuente de lactosa y de proteínas; contiene aproximadamente el 52% de los nutrientes de la leche entera (Ortíz, 1992).

La importancia del suero lácteo se comprende teniendo en cuenta que, según los tipos de queso a elaborar de cada 100 litros de leche se obtienen de 70 a 80 de aquel derivado (Agenjo, 1956).

El valor nutritivo del suero era bien conocido aún antes de que la industria lechera alcanzara el desarrollo actual. La investigación ha descubierto además nuevos usos del suero ampliando su mercado (Mata, 1978).

Sin embargo, y a pesar de lo dicho, aún hoy en día se sigue considerando a éste producto como un desperdicio sin valor y en muchos casos se le arroja a los ríos, causando graves problemas de contaminación hídrica. Todo ello resulta lamentable, máxime si tenemos en cuenta que el suero puede ser procesado y luego secado para convertirlo finalmente en un producto de creciente mercado (Mata, 1978).

#### **3.3.1. Clases de suero**

El suero es particularmente alto en ácido láctico, corrosivo absolutamente. Dependiendo del origen de la leche, tipo de queso y variaciones en su procesamiento se producen diferentes clases de suero. Una clase está basada en la acidez del suero; de ahí que se tienen tres tipos de suero como son dulce, medio ácido y ácido. La acidez y el valor de pH de éstos sueros se dan en la siguiente tabla:

TABLA 3.10. Tipos de suero

TIPO	ACIDEZ (%)	pH
Dulce	0.12-0.20	5.8-6.6
Medio ácido	0.20-0.40	5.0-5.8
Acido	0.40-0.60	4.0-5.0

Los sueros dulces y ácidos son los más utilizados para fines de transformación (Ortíz, 1992).

El suero dulce llamado también suero de queso, se produce durante la fabricación del queso. Su composición varía dentro de límites bastante estrechos, conteniendo principalmente la lactosa y albúmina, y su pH varía entre 5.2 y 6.7 (Mata, 1978).

Para el suero ácido (pH 4.6-4.7), tenemos a su vez, tres fuentes principales:

a) El suero ácido propiamente dicho, también conocido como suero de caseína. Se produce durante la fabricación de caseína, por medio de los ácidos lácticos, clorhídrico, etc.

b) Suero proveniente de la producción de "querg" o queso cotagge.

c) Suero dulce acidificado: si no se tiene suficiente precaución con el suero dulce, éste se acidifica por fermentación natural. En realidad este producto no se puede considerar como natural.

(Mata, 1978).

Ambos tipos de suero pueden ser concentrados y secados para su posterior venta (Mata, 1978).

Para obtener lactosuero en polvo se recomiendan diferentes procedimientos similares a los que se utilizan para la preparación de la leche en la misma forma, entre los que se citan la desecación por el sistema de cilindros calientes y la concentración al vacío completada con el secado de túneles (Agenjo, 1956).



El polvo de suero obtenido debe ser estabilizado mediante la incorporación al mismo de pequeñas cantidades de citrato sódico, ácido ascórbico, galatos y otra serie de productos con los cuales se tiende a evitar alteraciones del derivado lácteo que me ocupa sobre todo las propias de la materia grasa (Agenjo, 1956).

### 3.3.2. Composición del suero

La tabla 3.11. nos muestra la composición aproximada del suero procedente de la elaboración de queso:

TABLA 3.11. Composición del suero en porcentaje

CONSTITUYENTES	SUERO DE QUESERIA
Sólidos totales	6.35 %
Agua	93.70 %
Grasa	0.50 %
Proteínas	0.80 %
Lactosa	4.85 %
Sales minerales	0.50 %
Ac. láctico	0.05 %

(Alfa Laval, 1990).

### 3.3.3. Tratamiento del suero

Aunque el suero contiene nutrientes valiosos, sólo recientemente se han desarrollado nuevos procesos comerciales para la fabricación de productos de alta calidad (Ortiz, 1992).

En la figura 2 nos muestra un resumen de los diversos procesos utilizados para el tratamiento de suero y los productos finales a partir del mismo (Ortiz, 1992).

La primera etapa que se efectúa es la separación de la grasa y de los finos gránulos de la caseína ellos se hacen parte para aumentar el rendimiento económico y también porque los citados constituyentes interfieren con los tratamientos posteriores. Los productos obtenidos como suero en polvo, suero en polvo desmineralizado, lactosa y suero en polvo deslactosado, representan el 99 % del volumen del suero que es sometido a tratamiento industrial. Un cambio gradual se está produciendo hacia los procesos situados en el lado derecho para la producción de nuevos e interesantes productos a partir del suero (Ortiz, 1992).

### **3.3.4. Diferentes tratamientos del suero**

El suero debe ser procesado tan pronto como sea posible después de su recogida, ya que por su temperatura y composición se produce el crecimiento de bacterias (Ortiz, 1992).

En el suero siempre se encuentran presentes finas partículas de caseína. Estas tienen un efecto adverso en el proceso de separación de la grasa, por eso deben ser separadas en primer lugar. Por ello se utilizan diversos tipos de filtros, ciclones y separadoras centrífugas (Ortiz, 1992).

#### **1.- Enfriamiento y Pasteurización**

El suero que va a ser almacenado antes de su tratamiento debe ser enfriado y pasteurizado tan pronto como se ha separado la grasa contenida en el mismo. Cuando el almacenamiento va a ser corto (10-15 horas), el enfriamiento es suficiente para reducir la actividad bacteriana. Si va a ser almacenado por períodos de tiempo largos es necesario proceder a la pasteurización (Ortiz, 1992).

#### **2.- Conservación**

Está permitida la adición de productos químicos tales como el bisulfito de sodio y el peróxido de hidrógeno (Ortiz, 1992).



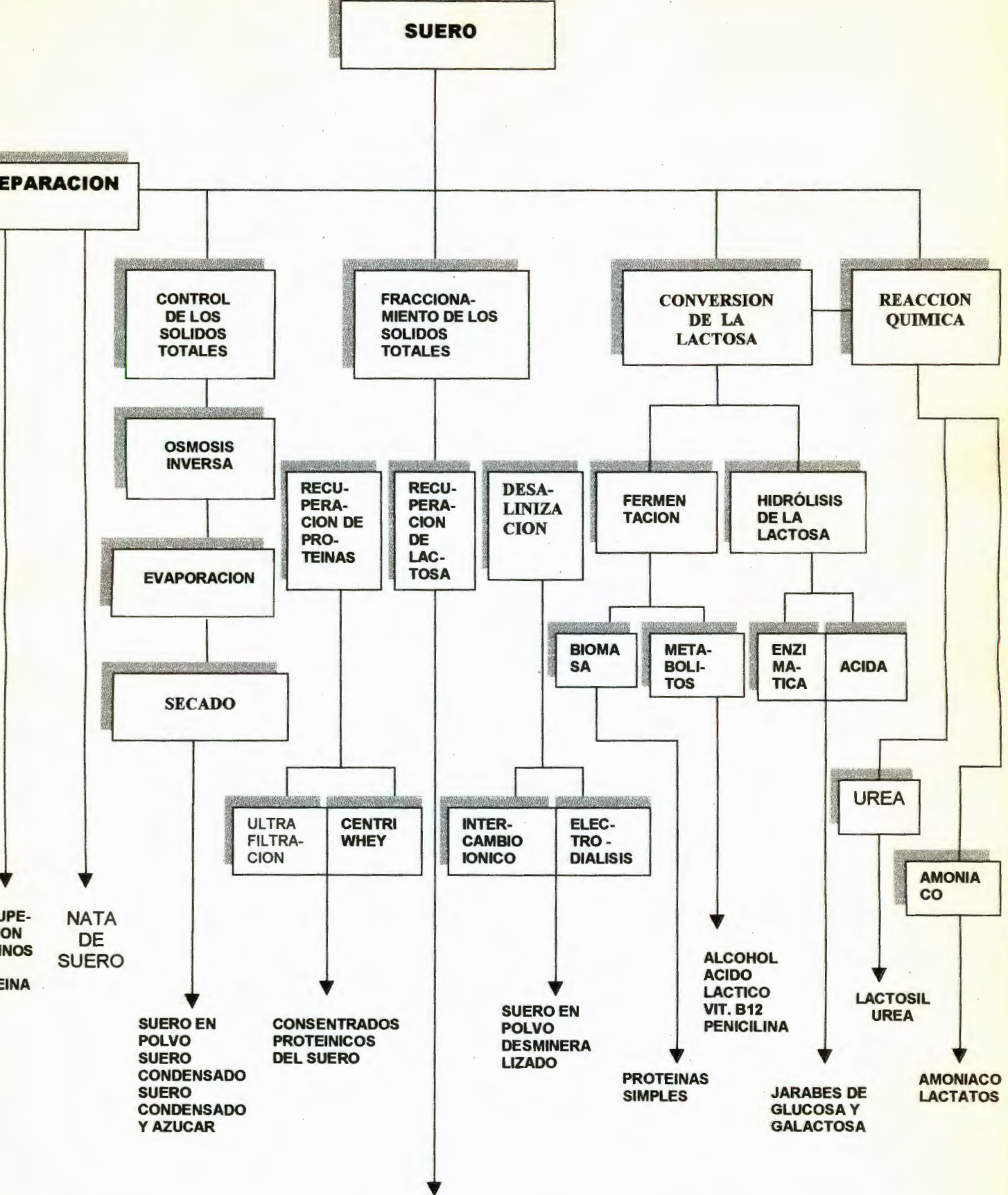


FIG. 2. PROCESOS UTILIZADOS PARA EL TRATAMIENTO DEL SUERO Y LOS PRODUCTOS FINALES

### **3.- Concentración y Cristalización de la Lactosa**

La concentración de sacarosa se viene realizando de forma tradicional bajo vacío en un evaporador de tapa descendente con dos o más efectos. Se han venido utilizando evaporadores hasta de siete efectos con objeto de compensar el aumento de los costos energéticos (Ortiz, 1992).

Después de alcanzar un contenido en sólidos del 45-50% el concentrado se enfría rápidamente hasta unos 30°C en un intercambiador de placas y se pasa a un depósito encamisado para su enfriamiento a 15°C; durante el proceso debe haber una agitación constante. Dicha agitación continúa durante 6-8 horas con objeto de obtener cristales en la menor cantidad posible. El resultado es un producto no higroscópico cuando se seca por atomización. El suero concentrado es una solución sobresaturada de lactosa, y bajo ciertas condiciones de temperatura y concentración la lactosa puede algunas veces cristalizar que el suero abandone el evaporador. Para contenidos en sustancias sólidas del 65% en producto puede ser tan viscoso que no puede fluir (Ortiz, 1992).

### **4.- Secado**

Se seca de la misma forma que la leche, es decir, en secadores de tambor o atomizadores (Ortiz, 1992).

En la actualidad el método más utilizado para el secado del suero es la atomización. Antes de ser secado el concentrado de suero se suele someter a un tratamiento térmico con el fin de formar pequeños cristales de lactosa, lo que hace que se obtenga un producto no higroscópico, que no tiene tendencia a formar grumos ni tampoco tiene tendencia a la absorción de humedad (Ortiz, 1992).

Cuando se trata de secar suero ácido se presentan más dificultades, por lo que este tipo de suero no suele ser procesado en la actualidad. Su alto contenido en ácido láctico lo hace más difícil de secar. Se producen grumos y aglomerados en el secado. Para facilitar el secado de éste tipo de suero se procede a su neutralización o a la adición de productos tales como leche descremada y cereales (Ortiz, 1992).



## 5.- Desmineralización

Si se reduce su contenido en sustancias minerales, el suero es un excelente alimento para consumo humano. Las proteínas del suero, que constituyen alrededor del 13% de los sólidos secos del mismo, tienen considerable valor nutricional, que junto con el valor energético y dietético de la lactosa, así como de la vitamina B, hacen del suero un producto atractivo. En la desmineralización se procede a la extracción de cloruro sódico y de nitratos lo cual se puede hacer de dos formas: por **electrodiálisis** y por **intercambio iónico** (Ortiz, 1992).

### 3.3.5 Proteína de suero

Las proteínas del suero constan de por lo menos ocho diferentes fracciones, entre las cuales las principales son la  $\beta$ -lactoglobulina, la  $\alpha$ -lactalbúmina, las inmunoglobulinas, la albúmina bovina y las proteasas peptonas. La  $\beta$ -lactoglobulina es la proteína de la leche que se ha estudiado en forma más detallada, suma aproximadamente 60% del total de las proteínas del suero. Contiene un grupo disulfuro intramolecular que le imparte características de estructura terciaria a la proteína y un sulfhidrilo libre que la hace sumamente reactiva (Badui, 1989).

La  $\alpha$ -lactalbúmina es la segunda proteína del suero en importancia, y tiene actividad biológica ya que es parte constitutiva del sistema enzimático requerido para la síntesis de la lactosa. Las inmunoglobulinas de la leche suman aproximadamente el 10% del total de las proteínas del suero. La fracción de albúmina bovina es la misma que la que se encuentra en el suero sanguíneo (Badui, 1989).

Entre las características de la proteína del suero, las más importantes son:

- Las proteínas del suero son solubles en un rango amplio de pH aún en el punto isoeléctrico.
- Las proteínas de suero también tienen una propiedad emulsificante que les permite actuar como agentes emulsificadores.

- Las soluciones con más de 8% de proteína de suero pueden gelificarse mediante un tratamiento térmico adecuado. El calentamiento desnatura las proteínas formando un gel, la firmeza de este gel depende de la concentración de la proteína y de la temperatura y duración del tratamiento térmico. Los caseinatos no forman gel (Ortiz, 1992).

### **3.3.6. Propiedades nutricionales**

Las proteínas de suero son frecuentemente usadas para mejorar los alimentos debido a su alta calidad nutricional (Mc. Dennott, 1987).

Una gran cantidad de ingredientes lácteos son utilizados extensamente en la elaboración de productos con especial valor nutritivo tales como fórmulas para infantes y productos para ciertas necesidades nutricionales, debido a su sobresaliente calidad nutricional y su particular perfil de aminoácidos; así como también su bajo costo comparado con proteínas como las del huevo; estos se encuentran en abundante disponibilidad y sus propiedades funcionales contribuyen a la formación de productos (Mc. Dennott, 1987).

Cuando los ingredientes lácteos son adicionados a alimentos no lácteos para mejorar la calidad nutricional; las proteínas de suero en combinación con las proteínas vegetales son las principalmente utilizadas debido a que esta mezcla tiene un alto valor biológico por su contenido incrementado de aminoácidos esenciales, principalmente lisina quien es usualmente el aminoácido limitante en las proteínas de cereales. El uso de suero mejora el valor nutritivo en productos tradicionales y a un costo razonable (Renz y Renner, 1987).

La leche y sus constituyentes son una mejor fuente de ingredientes para alimentos procesados y las proteínas del suero son relativamente menos utilizadas como alimento humano. Se está incrementando la utilización de las proteínas del suero como suplemento nutricional y en ingredientes funcionales (Das y Kinsella, 1983).



### 3.3.7. Composición de aminoácidos

La composición de aminoácidos se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 3.12. Composición de aminoácidos

AMINOACIDO	mg de aminoácido por 100 g de porción comestible
Isoleucina	5.10
Leucina	11.52
Lisina	9.17
Metionina	2.32
Cisteína	5.81
Aminoácidos azufrados	8.13
Fenilalanina	3.50
Tirosina	5.59
Aminoácidos aromáticos	7.09
Treonina	4.86
Triptofano	0.89
Valina	5.20
Arginina	3.28
Histidina	2.17
Alanina	4.96
Ac. aspártico	10.14
Gluteína	16.93
Glicina	1.97
Prolina	4.83
Serina	3.76

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE LA NUTRICION, 1994.

### 3.3. 8. Producción

La producción anual en México de 1982 fué de 1120 millones de litros de suero proveniente de la industria del queso, dando un potencial en sólidos de 67 000 toneladas, actualmente sólo se industrializa el 33% (22,176 toneladas) el resto se tira al drenaje. Como dato comparativo Estados Unidos de Norteamérica produce 750,000 toneladas/año, el 50% se usa principalmente en alimentos balanceados y alimentos humanos, el resto se tira (Ortíz, 1992).

Grandes cantidades de suero se concentran en un punto y son utilizados industrialmente como se muestra en la tabla 3.13.

TABLA 3.13. Presentaciones y derivados del suero lácteo

1er Grupo	2o Grupo	3er Grupo
Polvo de suero dulce	Proteína	Mezclas nutricionales
Polvo de suero ácido	Lactosa	Alcohol
Suero condensado	Jarabes	Vinagre
Polvo de suero deslactosado	Quesos	Acido láctico
Polvo de suero desmineralizado		

(Ortíz, 1992)

Sin embargo las cantidades de suero sobrante crecen por varias razones. Las queserías a menudo están lejos de los centros de deshidratación y el quesero muchas veces paga el flete para que le reciban el suero líquido aunque se le pague poco por éste. Generalmente no se permite tirar el suero al drenaje local en ríos ya que el suero es un material orgánico y rápidamente consume mucho oxígeno matando los a los peces. Los departamentos de salud han sido muy estrictos en sus reglamentos con este tipo de contaminación ecológica y muchas ciudades o municipios no aceptan en sus sistemas de drenaje debido a su alto DBO y efectos corrosivos (Ortiz, 1992).



### 3.3.9. Usos

- ALIMENTACION HUMANA: Como suplemento nutricional en fórmulas para infantes y productos con especial valor nutritivo.

- ALIMENTACION DE ANIMALES: El suero líquido ha sido tradicionalmente un alimento de los animales en la granja particularmente puercos, becerros y aves.

- FERMENTACION DE LOS PRODUCTOS DEL SUERO: El uso del suero como sustrato para las fermentaciones ha sido objeto de estudio por bacteriologistas, especialmente fermentaciones. La baja concentración de los nutrientes del suero y su sabor característico limitan su uso en algunas fermentaciones. Sin embargo el suero se ha podido utilizar como un sustrato en la obtención de levaduras, alcoholes, ácido láctico, vitaminas, bebidas ácidas y bebidas alcohólicas, vinagre y otros productos de fermentación.

- COMO ACIDULANTE DE ALIMENTOS: Para la obtención de requesón o ricotta, se emplea suero ácido como acidulante, también en la elaboración de los quesos mozzarella, oaxaca, cottage, sierra, crema, yogurth, mantequilla y en crema ácida. Además en algunos casos aumenta los rendimientos y aún más si se usa un suero deslactosado.

- BEBIDAS NUTRIENTES Y ALCOHOLICAS: Las bebidas nutritivas del suero tienen un gran potencial comercial. El suero ácido en polvo adicionado a jugo de naranja, toronja o piña a un nivel del 25%, da una bebida altamente aceptable, rica en nutrientes. El pH del jugo de frutas y el del polvo del suero ácido, individualmente son bajos y con una mezcla se mantienen bajos (pH=3.85).

Las bebidas alcohólicas del suero, incluyendo algunas parecidas al champagñe se han desarrollado en Polonia. El suero líquido fresco se complementa con aproximadamente el 7% de azúcar y el 1% de caramelo, usan levadura de panadería y saborizantes.

Es una necesidad importante para los países en desarrollo, de consumir proteínas de mejor calidad, ésta es una razón para que los concentrados y el suero en polvo no sigan considerándose, como productos de deshecho. Esto se puede llevar a cabo con investigación y desarrollo imaginativos y un mercado apropiado.

- PERMEADO: El permeado es aquella parte de la leche o del suero, que durante la concentración por ultrafiltración pasa a través de la membrana. Su composición es muy similar al suero de queso, pero le falta el contenido de proteína, en su mayor parte es agua, lactosa, sales, ácido láctico y componentes nitrogenados de bajo peso molecular. Es un contaminador bastante fuerte con un DBO de 25-40 000 mg de oxígeno por litro.

Aplicaciones posibles de permeado de ultrafiltración: forraje, concentración, fermentación, estandarización de proteínas, purificación, jarabes de glucosa-galactosa y elaboración de alcohol.

(Ortiz, 1992)

### **3.4. Ingredientes adicionados a la botana elaborada**

#### **3.4.1. Aceite**

Las grasas y aceites son triglicéridos o triacilglicéridos, términos que significan triésteres del glicerol la distinción entre grasas y aceites es arbitraria: a la temperatura ambiente una grasa es sólida y un aceite es líquido. La mayor parte de los glicéridos son grasas en los animales, mientras que en las plantas tienden a ser aceites; de aquí los términos grasas animales (grasa de cerdo, grasa de ternera) y aceites vegetales, (aceite de maíz, aceite de cártamo) (Fessenden, 1983).

Sus propiedades físicas y químicas están determinadas por la cantidad de ácidos grasos presentes en cada aceite (Ríos, 1989).



Los ácidos grasos pueden ser saturados e insaturados dependiendo de la ausencia o presencia de doble ligaduras en sus moléculas, la presencia de insaturaciones dará lugar a una mayor reactividad química (Ríos, 1989).

Los aceites vegetales (de maíz, de frijol de soya, de maní, de semilla de colza, de cártamo, de semilla de algodón y de semilla de girasol) se usan ahora ampliamente para un freimiento intenso. Los puntos de desprendimiento de humos de los aceites para freir no deben ser menores de 215°C. Muchos aceites comerciales para freir contienen pequeñas cantidades (unos 10 mg/kg) de agentes antiespumantes de dimetilpolisiloxano. Se afirma que éstos reducen la oxidación de los lípidos evitando el espumado oxidante por consiguiente dando al aceite para freir una vida de trabajo más prolongada (Egan y Col., 1987).

El aceite es sin duda un componente importante de las frituras, le confiere características insustituibles de sabor y olor, representa un importante porcentaje en peso y su calidad impacta notablemente en la vida de anaquel del producto (Ríos, 1989).

### **3.4.2. Sal**

La sal no es simplemente sal, como a menudo se dice. Cada procesador de alimentos debe probar sus productos para determinar que grado y tamaño de sal le dará la mejor calidad al costo mínimo. En la industria de alimentos, la principal función de la sal es una intensificación del sabor. La sal no debe dominar el sabor en un producto alimenticio sino utilizarse a tal grado que mejore el sabor natural del producto (Desrosier, 1992).

La sal es un ingrediente esencial en la manufactura de botanas dulces o saladas. La sal que se utiliza en alimentos es el cloruro de sodio (NaCl), que posee un sabor picante y astringente, además de propiedades sinergistas que acentúan sabores en presencia de otros ingredientes, como haciendo notar el sabor dulce del azúcar o disminuyendo el picante de los ácidos (Ríos, 1989).

La sensación salada inmediata que se percibe es una característica principal de la aceptación-rechazo del producto por parte del consumidor (Ríos, 1989).

El cobre y el hierro, aún en pequeñas cantidades, aceleran el desarrollo de la rancidez en alimentos con un alto contenido de cobre, hierro, calcio y magnesio cuando se determina la sal adecuada para utilizarse en diversos productos alimenticios: Por lo tanto, los procesadores de alimentos deben determinar el grado apropiado de sal que requieren para cada producto que elaboran, debe tomarse en cuenta el tamaño de partícula, la pureza, el bajo contenido de calcio y magnesio, el bajo contenido de cobre e hierro, la densidad, la solubilidad y el almacenamiento adecuado para evitar el aglutinamiento de la sal (Desrosier, 1992).

Para los productos extruídos que contienen de un 25% a un 45% de aceite, la aplicación de sal no debe ser problema, ya que con esta cantidad de aceite la adherencia de la sal es buena, si existen cantidades mayores de aceite puede dar lugar a aglutinamientos de sal dando a veces un sabor muy concentrado en algunas porciones (Ríos, 1989).

### **3.4.3. Agua**

El agua para uso de alimentos, de preferencia, debe ser "blanda" y libre de impurezas. Un suministro de agua de este tipo casi nunca se encuentra disponible en cantidad suficiente y el agua, por lo general requiere de tratamientos para que se ajuste a los requisitos de fabricación (Desrosier, 1992).

De primordial importancia a la planta de productos alimenticios son la calidad sanitaria y el sabor, olor, color del suministro de agua. las impurezas en el agua que afectan su uso incluyen materia en suspensión, sólidos totales disueltos, alcalinidad y pH, cloruros, sílice, gases disueltos, dureza, hierro y manganeso (Desrosier, 1992).

El agua utilizada en la industria alimentaria debe poseer una baja cuenta bacteriana total, la presencia de microorganismos lipolíticos y proteolíticos debe ser



controlada afin de evitar resultados perjudiciales en productos con alto contenido de proteínas o lípidos (Ríos, 1989).

En algunos usos en plantas de alimentos será deseable reducir el pH y la alcalinidad del agua. Si el suministro es alcalino, puede adicionarse una cantidad medida de ácido láctico o ácido fosfórico de grado alimenticio. La alcalinidad y el pH tienen poco efecto sobre el agua que se usa para la limpieza, a menos que produzca corrosión o formación de incrustaciones. Un contenido elevado de calcio y magnesio, junto con una alcalinidad elevada en bicarbonatos, indican que el agua tiene una tendencia a formar incrustaciones al perder dióxido de carbono por aireación, calentamiento o adición de sales alcalinas. Si se agrega ácido de grado alimenticio al agua de enjuague, esto puede controlar la formación de incrustaciones (Desrosier, 1992).

#### **3.4.4. Condimentos**

Las especias son consideradas similares a otros productos agrícolas debido a que son clasificadas como materias primas aunque son recibidas por el productos en forma parcialmente procesada deshidratada (Escamilla, 1991). Una definición de especias es la dada por la Food and Drug Administration (FDA):

"El término especia significa cualquier sustancia aromática vegetal en forma entera, troceada y molida, exepuándose aquellos materiales que tradicionalmente se consideran como alimentos, tales como cebollas, ajo y apio; cuya función significativa en el alimento es sazonar más que nutrir; y de la cual ninguna porción de volátil u otro principio saborizante ha sido removido" los condimentos son "sazonadores que son añadidos al alimento después de que éste ha sido servido o durante el procesado" (Escamilla, 1991).

Entre los atributos principales por los cuales se juzga la aceptación de las especias está su valor como mejorador de la calidad sensorial. En la industria de botanas en México, chiles molidos mezclado con otros ingredientes se utilizan como

condimentos. El volumen de la mezcla de chiles que se utiliza como materia prima, representa el 27% del total de ingredientes (Escamilla, 1991).

### **3.5. Materiales de empaque**

Es indudable que el tipo de recipiente y su fabricación son vitales para la conservación de las características de calidad en las botanas, pero tampoco podemos negar que el material de empaque es el que va a determinar, tal vez más que el mismo recipiente, la vida de anaquel de los productos. Los principales materiales de empaque son los siguientes:

#### **3.5.1. Papel**

Está hecho de fibras celulosa, las cuales han sido tratadas con productos químicos y cubiertas mezcladas con minerales plásticos, etc. Son usados para dar fuerza, cualidades de textura, apariencia, superficie de impresión y otras características deseables en empaques para botanas. Cuando se usa uno solo, tiene poca resistencia a la transferencia de humedad o grasa (Ríos, 1989).

#### **3.5.2. Cartón**

Es fabricado generalmente de desechos de papel. Existe cartón de varios tipos. Se usa cartón Kraft cuando se requiere máxima fuerza y menor costo. Puede ser laminado con papel blanco o con recubrimiento para mejorar la apariencia y las cualidades de impresión (Ríos, 1989).

#### **3.5.3. Celofán**

La ventaja más importante del celofán es probablemente su transparencia, brillantez, y su textura sonora. De cualquier manera el celofán por sí solo ya no es muy



usado en empaque de botanas, pero puede ser mejorado por laminación con otras películas de varios plásticos. Probablemente el 99.5% de celofán usado actualmente es recubierto. Los celofanes de alta barrera consisten en una base de celulosa la cual ha sido recubierta por ambos lados con una capa de copolímero de cloruro de polivinilideno a prueba de humedad y sellable en caliente (Ríos, 1989).

#### **3.5.4. Películas plásticas**

A) POLIETILENO: Los polietilenos de alta y media densidad son usados frecuentemente en botanas, en calibres de 1.0, 1.25 y 1.5 milésimas de grosor como películas, recubrimientos de extrusión y laminaciones extruídas.

B) POLIPROPILENO: Es una oleofina polimerizada catalíticamente, similar en muchos aspectos al polietileno. Es más tenaz y algo más transparente que el polietileno pero el polipropileno no orientado carece de durabilidad a bajas temperaturas. Algunos polipropilenos son "bioorientados", lo que les da propiedades tensibles y plásticas especiales (Ríos, 1989).

#### **3.5.5. Películas metalizadas**

Para propósitos prácticos, el hablar de películas metálicas para el botanero significa decir películas aluminizadas. La principal ventaja de las películas de aluminio es su velocidad de transmisión de humedad la cual se aproxima a cero cuando el material se usa correctamente. Existe también un buen potencial decorativo, el cual puede ser utilizado en muchos diseños. Debido a su opacidad, proporciona una protección completa contra la oxidación de las grasas por acción de la luz, lo cual es un problema mayor en frituras de papa y otras botanas (Ríos, 1989).

### **3.5.6. Películas laminadas**

Muchas películas usadas para fabricar bolsas o paquetes para botanas son combinaciones de dos o más materiales laminados juntos, de tal manera que ejercen una función como una sola estructura en las máquinas llenadoras. Existen cuatro métodos básicos para hacer laminados:

- 1.- Laminación térmica
- 2.- Laminación de unión seca
- 3.- Variante de la laminación térmica
- 4.- Laminación por extrusión

#### **CARACTERISTICAS DESEABLES EN EMPAQUES PARA BOTANAS**

- Que no haga notar las migajas y pedacería que se llegaran a acumular en el fondo de la bolsa.
- Que sea una buena barrera contra la luz, para retardar la oxidación de las grasas.
- Que sea una buena barrera para el oxígeno y la humedad.
- Que resista ataques de insectos.
- Que resista el trato y el manejo.

(Ríos, 1989)

### **3.5.7. Máquinas embolsadoras**

Han sido usados muchos tipos de empaque por los botaneros; muchos de estos equipos siguen siendo usados aún , pero debido a la naturaleza generalmente frágil y voluminosa de los productos, a los avances realizados para encontrar el empaque más económico, actualmente predomina el equipo formador de bolsas (Ríos, 1989).

Los procesos de medición y pesado son parte esencial del sistema de empaque. Ha habido avance desde las máquinas gravimétricas automáticas con sofisticados sistemas de formadores de bolsas a alta velocidad llegando actualmente a diseños computarizados con sistemas de pesado altamente exactos (Ríos, 1989).

### **3.5.8. Elección de embolsadoras**

Para la elección del tipo de embolsadora a utilizar, se hace necesario tomar en cuenta varios factores, entre ellos la forma (redonda, cuadrada, plana) y el peso de las unidades del producto a embolsar (Ríos, 1989).

Es conveniente hacer embolsados de prueba para determinar el tipo de embolsadora (volumétrica y gravimétrica) y empaque a utilizar, posteriormente se hace el diseño de la envoltura y la impresión (Ríos, 1989).

Generalmente, los criterios para designar la utilización de una máquina volumétrica o gravimétrica son:

#### -Máquina Gravimétrica.

- \*Productos no uniformes (papas, frituras de maíz)
- \*Forma irregular
- \*Productos quebradizos
- \*Productos de baja densidad

#### -Máquina Volumétrica.

- \*Productos uniformes (collets, palomitas, cacahuates)
- \*Forma redonda u ovalada
- \*Productos de alta densidad

(Ríos, 1989)



### **3.6. Mezclas alimentarias**

El término proteína significa de "primera importancia". Las proteínas son compuestos que contienen nitrógeno, que por hidrólisis producen aminoácidos (Cheftel y Col., 1989).

Se han reconocido 22 aminoácidos como constituyentes de las proteínas. Todos son ácidos carboxílicos  $\alpha$ -amino o sea que tienen un grupo amino básico y un grupo carboxílico ácido unidos al mismo átomo de carbono (Fennema, 1993).

Hay ocho aminoácidos que son clasificados como esenciales ya que deben ser suministrados en los alimentos. Su síntesis en el organismo es nula o deficiente, incapaz de satisfacer las necesidades metabólicas son: valina, lisina, treonina, leucina, isoleucina, triptófano, fenilalanina y metionina. Otros dos aminoácidos la arginina y la histidina son requeridos por los niños durante los períodos de crecimiento, sin un suministro adecuado de los aminoácidos esenciales no pueden ser sintetizadas las proteínas ni mantenerse los tejidos corporales. Los otros aminoácidos que pueden ser sintetizados por el organismo en cantidades adecuadas para el funcionamiento normal se denominan no esenciales, éstos los tejidos los pueden obtener a partir de los carbohidratos, grasa y otros aminoácidos (Krause y Hunscher, 1985).

La clasificación de los aminoácidos se presenta en la tabla 3.14.

El papel de las proteínas en la dieta es el de proporcionar los aminoácidos necesarios para los siguientes fines:

a) Formación, mantenimiento, reposición y crecimiento de tejidos: para lograr el crecimiento tisular se requieren aminoácidos que también son necesarios para el mantenimiento y la reposición de las estructuras macromoleculares de las células que lo constituyen.

**TABLA 3.14. Clasificación de aminoácidos esenciales y no esenciales**

<b>ESENCIALES</b>	<b>NO ESENCIALES</b>
Isoleucina	Alanina
Leucina	Aspargina
Lisina	Ac. aspártico
Metionina	Cisteína
Fenilalanina	Cistina
Treonina	Ac. glutámico
Triptófano	Glicina
Valina	Hidroxiprolina
Arginina(*)	Prolina
Histidina(*)	Serina
	Tirosina
	Hidroxilisina

(\*) Indispensables sólo en períodos de crecimiento en la niñez.

(Fennema, 1993).

- b) Producción de proteínas plasmáticas.
- c) Síntesis de enzimas, hormonas, neurotransmisores y otras proteínas especiales.
- d) Formación de piel, cabello y uñas.
- e) Síntesis de las proteínas de la leche, cuando este es el caso.
- f) Síntesis de anticuerpos.
- g) Control de agua.
- h) Regulador de pH.

(Ramos, 1985)

El valor biológico de una proteína depende de la presencia en ella de los aminoácidos esenciales en cantidades adecuadas. Por esa razón las proteínas animales se consideran de alto "valor biológico". La mayor parte de las proteínas vegetales tienen una composición muy incompleta de aminoácidos y por lo tanto son de escaso valor biológico. Existen proteínas cuyo valor biológico se ve limitado por un aminoácido esencial que está presente con notoria insuficiencia por esto a tal

aminoácido se le llama "limitante" de esa proteína, para tal consideración por acuerdo internacional existen proteínas -todas ellas de origen animal como las de la leche, huevos o carne- que se han usado como referencia. Actualmente se emplea la proteína de referencia de la FAO (Ramos, 1985).

Una forma de complementar la deficiencia de aminoácidos indispensables en los alimentos es mediante la mezcla adecuada de alimentos que pueden complementarse de acuerdo a su cantidad de aminoácidos presentes (Suárez, 1992).

El estudio individual de la eficacia de conversión proteínica de cada proteína es una estrategia científica válida y hasta indispensable. Pero en la práctica las proteínas no se consumen en forma aislada sino combinadas y a ellos se debe que surgan fenómenos de interacción como la llamada **complementación**. Cuando se mezclan dos o más proteínas con distinta composición de aminoácidos, las deficiencias relativas de cada una de ellas tienden a compensarse mutuamente en forma parcial o total y por lo general la mezcla final tiene proporciones satisfactorias de todos los aminoácidos, que equivalen a la que tiene una proteína de alta eficacia de conversión proteínica (Zubirán, 1987).

Un ejemplo de la complementación muy familiar para nosotros es la combinación de maíz y frijol. El maíz es pobre en lisina y triptófano, más no así en aminoácidos azufrados. El frijol es suficiente en triptófano, rico en lisina y pobre en aminoácidos azufrados, es decir, se trata de composiciones complementarias. En consecuencia, las mezclas de las dos proteínas contendrá más lisina y triptófano que el maíz y más aminoácidos azufrados que el frijol y habrá una mezcla óptima cuya eficacia de conversión proteínica supere a la del maíz y a la del frijol consideradas por separado (Zubirán, 1987).

Hasta las dietas más pobres que se consumen en México se basan por lo menos en maíz nixtamalizado, frijol, pastas de trigo y varias verduras, con lo cual se combinan siete u ocho proteínas. En experimentos metabólicos con voluntarios humanos, se compararon una dieta basada en proteína de leche con otra basada en maíz, frijol, pastas y verduras, en las porciones que se suelen dar en el medio rural marginado del antiplano mexicano. Si bien los resultados con la dieta láctea fueron ligeramente superiores, la diferencia no fué estadísticamente significativa (Zubirán, 1987).

La complementación no se observa sólo entre maíz y frijol, sino en general entre cereales y leguminosas que son las dos principales fuentes de proteína en la dieta humana de la mayoría de las regiones del mundo (Zubirán, 1987).

Como en las distintas proteínas difieren los aminoácidos que faltan o se encuentran en escasa cantidad, al mezclarlas se complementan entre sí (a condición de que se ingieran al mismo tiempo, es decir, en la misma comida) y el valor biológico de la mezcla resulta mejor que el de cada uno de ellos por separado. Por lo tanto, la posibilidad lógica de proporcionar al organismo una mezcla adecuada de aminoácidos depende de una alimentación variada (Ramos, 1985).

En base al patrón ideal de aminoácidos indispensables propuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura (FAO), la Organización Mundial de la Salud (WHO) y la Universidad de las Naciones Unidas (UNU) que propone la forma en que se deben de efectuar las comparaciones de las mezclas proteicas, se hace el cálculo de la Calificación Química de Alimentos (Reyes y Col., 1991).

La calificación química o valor químico de los alimentos se lleva a cabo con el objeto de evaluar la calidad proteínica de un alimento. Este cálculo es una relación entre el porcentaje de la proteína del alimento en estudio con respecto al porcentaje de proteína propuesto por la FAO/WHO/UNU. La calificación química se evalúa mediante la siguiente fórmula:

#### CALCULO DE LA CALIFICACION QUIMICA (CQ)

$$CQ = \frac{\text{Aminoácido del alimento}}{\text{Aminoácido FAO/WHO/UNU}} \times 100$$

Esta calificación nos permite conocer aquellos aminoácidos que se encuentran en menor proporción en el alimento y son llamados "aminoácidos limitantes".

Los aminoácidos que generalmente son limitantes en alimentos son la lisina, metionina y triptófano.

TABLA 3.15. Porcentaje mínimo de aminoácidos propuestos por la FAO/WHO/UNU

AMINOACIDO	NINOS	ADULTOS
Lisina (Lis)	5.8	1.6
Isoleucina (Ile)	2.8	1.3
Treonina (Tre)	3.4	0.9
Valina (Val)	3.5	1.3
Leucina (Leu)	6.6	1.9
Triptófano (Tri)	1.1	0.5
Metionina (Met)	2.5	1.7
Fenilalanina (Fen)	6.3	1.9

(Salcedo, 1993).

Para hacer el cálculo de la calificación química de las mezclas es necesario calcular la cantidad de cada aminoácido indispensable presente. Esto se logra multiplicando la cantidad de aminoácido del componente por su porcentaje en la mezcla y sumarlo a cada uno de los otros resultados de cada componente.

#### CALCULO DE AMINOACIDO PRESENTE EN LA MEZCLA

$$Z = \sum C_i X_i$$

En donde: **C** = Cantidad de aminoácido del componente

**X** = % en la mezcla

### 3.7. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se ocupa de la medición y cuantificación de las características de un producto, ingrediente o modelo las cuales son percibidas por los sentidos humanos. Entre dichas características se pueden mencionar, por su importancia:

APARIENCIA: color, tamaño, forma, conformación, uniformidad.



**OLOR:** Los miles de compuestos volátiles que contribuyen al aroma.

**GUSTO:** Dulce, amargo, salado y ácido (posiblemente también metálico, astringente y otros).

**TEXTURA:** Las propiedades físicas como dureza, viscosidad, granulosidad.

**SONIDO:** Aunque de poca aplicación en alimentos se correlaciona con la textura; por ejemplo, crujido, tronido, efervescencia.

Los métodos sensoriales se clasifican como:

- **ANALITICOS:** Métodos Sensitivos, Cuantitativos y Cualitativos.
- **AFFECTIVOS:** Prueba de Aceptación ("Acceptance Test"), Prueba de Preferencia ("Preference Test") y Prueba de Nivel de Agrado ("Hedonic Test").

Es importante observar que los tres primeros son pruebas de tipo analítico que deben efectuarse en laboratorios, ejecutados por jueces entrenados, mientras que el último es una prueba de consumidor, la cual se lleva a cabo con individuos representantes de quienes finalmente emplearán el producto (Pedrero y Pangborn, 1989).

Dentro de los métodos afectivos se encuentra la **PRUEBA DE NIVEL DE AGRADO** ("Hedonic Test") cuyo objetivo es localizar el nivel de agrado o desagrado que provoca una muestra específica. Se utiliza una escala no estructurada (también llamada escala hedónica), sin mayores descriptores que los extremos de la escala, en los cuales se puntualiza la característica de agrado. Esta escala debe de contar con un indicador del punto medio, a fin de facilitar al juez consumidor la localización de un punto de indiferencia a la muestra. Antiguamente se utilizaba una escala estructurada de cinco, nueve o más puntos que describían desde un extremo agrado hasta un extremo desagrado, pero se ha observado que los descriptores causaban más confusión que orientación al consumidor, por lo que la modalidad de la escala no estructurada resulta más entendible para el usuario (Pedrero y Pangborn, 1989).

Se presenta una o más muestras, según la naturaleza del estímulo, para que cada uno se ubique por separado en la escala hedónica. Es recomendable que estas muestras se presenten como un consumidor las confrontaría habitualmente, procurando evitarle la sensación de que se encuentra en una circunstancia de

laboratorio o bajo análisis. La población elegida para la evaluación debe corresponder a los consumidores potenciales o habituales del producto en estudio. Estas personas no deben conocer la problemática del estudio solamente entender el procedimiento la prueba y responder a ella (Pedrero y Pangborn, 1989).

El siguiente es un ejemplo de una hoja de respuestas con una escala no estructurada:

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

Serie: \_\_\_\_\_

Instrucciones: Pruebe la muestra e indique con una "X" su nivel de agrado, de acuerdo con la escala que se presenta a continuación:

Muestra

392

Gusta                      Indiferente                      Disgusta

|-----|

La escala hedónica se convierte en numérica transformando a centímetros la distancia entre los dos extremos del continuo y midiendo el punto de respuestas indicado por el consumidor. Si se trata de analizar un solo producto, simplemente con obtener el valor medio y su desviación estándar podremos relacionarlo con el valor total de la escala. Así se ejemplifica la opinión que de este producto tiene dicha población de consumidores; la desviación estándar nos señalará la discrepancia de los consumidores respecto de dicha opinión (Pedrero y Pangborn, 1989).

### **3.8. Métodos biológicos**

La digestibilidad y la disponibilidad de los aminoácidos constituyentes de las proteínas es muy importante ya que determina fundamentalmente su valor nutritivo. Para determinar el valor nutritivo de las proteínas se utilizan métodos biológicos o químicos (Cheftel y Col., 1989).

Teniendo en cuenta que el valor nutritivo difiere para cada proteína, su valoración es muy útil pues permitirá:

- 1) Prever la cantidad de proteínas o de mezclas de proteínas alimenticias necesarias para satisfacer las necesidades de aminoácidos para el crecimiento y mantenimiento.
- 2) La clasificación de proteínas en función de su valor nutritivo potencial.
- 3) descubrir las modificaciones nutricionales que las proteínas alimenticias puedan sufrir durante los tratamientos tecnológicos y almacenamiento.

Los ensayos biológicos se basan en medir el crecimiento o la retención de nitrógeno en animales experimentales tales como ratas o en el hombre, en función del aporte proteico. Para que la precisión sea satisfactoria y los datos significativos, hay que utilizar varios animales para cada ensayo e interpretar los resultados estadísticamente normalizando las condiciones experimentales. Generalmente se mantiene bajo el nivel proteico de la ración (en torno al 10% en peso) de forma que el aporte proteico resulta inferior a las necesidades. También tienen que ser apropiados el suministro de energía y de los restantes nutrientes. En esas condiciones el crecimiento es lento, la proteína se utiliza eficazmente (poca proteína se degrada como energía y los resultados experimentales señalan las diferencias de valor nutritivo de las proteínas estudiadas reflejando el máximo valor de cada una de ellas (Cheftel y Col., 1989).

#### **3.8.1. Proteína y otros compuestos nitrogenados de los alimentos**

El nitrógeno de los alimentos proviene no solamente de los aminoácidos que forman las proteínas, si no también de otros compuestos que pueden ser usados total o

parcialmente en la economía de nitrógeno total de humanos y animales. El contenido de nitrógeno proteínico de los alimentos pueden variar entre 150 y 180 g/kg (15-18%) dependiendo de los aminoácidos que éstos contengan (Young y Pellet, 1980).

En la práctica la mayoría de los métodos biológicos para evaluar la calidad proteínica de los alimentos son en realidad evaluaciones de nitrógeno, pero se expresan como proteína cruda ( $N \times 6.25$ ). Esto también es cierto para el puntaje de aminoácidos, donde los aminoácidos se expresan como mg/g N (Young y Pellet, 1980).

Cuando los resultados se expresan en términos de proteína, por ejemplo, en el caso del índice de eficiencia proteínica (PER), y cuando los puntajes de aminoácido se expresan por 16 g de nitrógeno, de nuevo se usa el factor promedio de conversión 6.25 y se define el producto como proteína cruda (Young y Pellet, 1980).

**TABLA 3.16. Factores usados para convertir nitrógeno en proteína**

ALIMENTO	Factor de corrección para contenido proteínico según se informa en tablas de composición
Ajonjolí	5.30
Maíz	6.25
Leche y deriv. lácteos	6.38

(Egan, 1992)

### 3.8.2. Evaluación y selección de procedimientos de ensayos con animales

La capacidad de un alimento para satisfacer las necesidades proteínicas es una función, tanto de la cantidad de proteína en el alimento, como de su calidad nutricional. El propósito de los ensayos con animales en otras metodologías para evaluar la calidad de la proteína es cuantificar la calidad nutricional como una característica de la proteína bajo prueba ( Young y Pellet, 1980).

La evaluación de la proteína de un alimento normalmente se lleva a cabo partiendo de los más simple a lo más complejo. La evaluación comienza con el análisis

de nitrógeno y de aminoácido; le sigue una serie de determinaciones químicas específicas y termina con las pruebas biológicas (Young y Pellet, 1980).

Todos los métodos usados comúnmente para evaluar la calidad de la proteína en animales de experimentación tratan de medir el cambio en la proteína corporal asociado con la ingesta de una proteína específica. A pesar de que no se ha demostrado que la composición corporal de ratas jóvenes alimentadas con varias dietas por un periodo limitado de tiempo sea consistente, es seguro que el porcentaje de la proteína corporal no sufre grandes variaciones y, por lo tanto, los cambios significativos en el peso total generalmente reflejan los cambios en la proteína corporal (Young y Pellet, 1980).

El método más simple y el más utilizado para determinar el valor nutritivo es medir la tasa de crecimiento de animales jóvenes alimentados con la dieta sometida a prueba. Osborne, Mendel y Ferri tradujeron este concepto en una base cuantitativa, relacionando la ganancia de peso con la cantidad de proteína consumida, el índice obtenido fue denominado **índice de eficiencia proteínica (PER)** (Young y Pellet, 1980). Este método expresa numéricamente el crecimiento del animal como consecuencia de la proteína ingerida y es la determinación de la ganancia en peso por gramo de proteína consumida (Badui, 1989).

Los autores mencionados anteriormente demostraron que el PER variaba con el nivel de proteína en la dieta y recomendaron que cada proteína fuese estudiada en su nivel óptimo (Young y Pellet, 1980).

Diversos factores incluyen en la determinación del PER, como son la raza de las ratas, y las condiciones de temperatura, humedad, etc. en que se haya el experimento. El defecto más serio que presenta la prueba del PER es que no estipula ningún margen de tolerancia en lo referente a la proteína para mantenimiento y, en consecuencia, los valores obtenidos no son proporcionales a la calidad de la proteína; es decir, un valor de PER de 2 no es dos veces mejor que un valor de PER de 1.0. Por lo tanto, el PER no es apropiado para estimar la calidad de la calidad de la proteína en un sistema de clasificación, donde el múltiplo de calidad por cantidad de proteína se considera como proteína utilizable (Young y Pellet, 1980).

El método conocido como **relación proteínica neta (NPR)** representa una mejora sobre el PER en el sentido de que se usa un grupo control alimentado con una dieta libre de proteína. En la práctica el NPR es comparable al NPU, método ampliamente conocido y muy usado que se basa en la retención de nitrógeno. Difiere en el sentido de que el primero se estima a partir de los cambios en el peso corporal, mientras que el segundo mide los cambios de nitrógeno corporal (Young y Pellet , 1980).

En resumen el PER es el ensayo biológico más pobre entre los procedimientos que actualmente se utiliza para determinar la calidad de la proteína en animales. En el caso de emplear un ensayo biológico con un sólo nivel proteínico es preferible aplicar cualquier procedimiento ajeno al PER en base al que un grupo control con cero de proteína, suministra una respuesta más proporcional a la calidad de la proteína (Young y Pellet, 1980).

La **utilización neta de proteína (NPU)** consiste en medir el nitrógeno en que se ha depositado en el cuerpo de las ratas después de haber sido alimentadas durante 10 días con una dieta con un 10% de proteína; se debe hacer una corrección por el nitrógeno endógeno para la cual se utiliza otro grupo, con ratas con una dieta sin proteína. El nitrógeno depositado se mide directamente en el cuerpo utilizando el método Kjeldahl. Las calorías de la dieta deben ser suficientes para que el animal no utilice la proteína como fuente calórica (Badui, 1989). El NPU empleando el sistema de balance puede ser un procedimiento confiable y preciso, especialmente si se corrige por medio del uso, de una proteína estándar. Requiere, sin embargo, de numerosos análisis de muestras de orina y de heces y exige facilidades analíticas de alta calidad (Young y Pellet, 1980).

Si se desea emplear un método de crecimiento, el **RNPR (Relación Neta Relativa de Proteína)**, es el método aconsejable porque contempla ambos un grupo control con cero de proteína y un grupo con una proteína estándar para comparación, aumentando así tanto la reproducibilidad como la habilidad para discriminar (Young y Pellet, 1980).



## **4.- Hipótesis**

Que la botana elaborada sea agradable sensorialmente por la población y que sea de mayor valor biológico que una botana comercial.

## 5.- Objetivos

**Objetivo General:** Formular, elaborar y evaluar sensorialmente y biológicamente una botana a base de harina de maíz, adicionada de harina de ajonjolí y suero lácteo.

### **Objetivos específicos:**

- 1.- Formular mezclas alimentarias para encontrar la mezcla ideal nutricionalmente.
- 2.- Elaborar y evaluar sensorialmente las mezclas seleccionadas.
- 3.- Evaluar biológicamente la botana más aceptada por la población comparándola con una botana comercial previamente seleccionada.

## **6.- Materiales y métodos**

### **6.1. Análisis de muestras**

Los métodos que se utilizaron para efectuar los análisis bromatológicos en las materias primas utilizadas fueron los siguientes:

- PROTEINA (Micro-Kjeldahl)
- GRASA (Soxhlet)
- HUMEDAD (Secado en estufa)
- CENIZAS (Calcinación en mufla)
- HIDRATOS DE CARBONO (por diferencia)

(AOAC,1992)

### **6.2. Formulación de mezclas**

Para poder realizar el cálculo de la calificación química de las mezclas de ajonjolí/harina de maíz/suero lácteo se utilizó un programa de computadora; dicho programa permitió hacer los cálculos de las mezclas en variaciones de 15% en 15% de harina; obteniendo los valores correspondientes a la calificación química de los respectivos aminoácidos considerando el % de proteína de cada harina.

### **6.3. Elaboración de la botana**

Este se inició con la recepción de las harinas y demás ingredientes los cuales van a ser mezclados con agua para formar una masa.

Para elaborar la botana se utilizó harina de maíz nixtamalizada de la M.R. "Maseca"; ajonjolí, el cual se molió para obtener una pasta y suero lácteo de la marca

"Land O' Lakes". Estos ingredientes fueron pesados en una báscula marca OHAUS de 20 kg de capacidad y una exactitud de 1.0 gr.

Una vez que fueron pesados los ingredientes se colocaron en un bote de 10 litros de capacidad agitándolo fuertemente y de manera uniforme invirtiéndolo constantemente; ya que fueron mezclados los ingredientes se añadió lo siguiente: sal, ajo, cebolla, chile de árbol molido y ácido cítrico en las cantidades que se muestran en la tabla 6.1, para posteriormente agregar suficiente cantidad de agua con la finalidad de mezclar perfectamente los ingredientes hasta obtener una masa homogénea no pegajosa.

Cuando la masa estuvo completamente homogénea se procedió a elaborar bolitas de tamaño uniforme las cuales se pasaron a través de una prensa (para elaborar tortillas) hasta obtener discos de 5 cm de diámetro aproximadamente. Inmediatamente después de formarse las piezas, se colocaron en un freidor el cual se sumergió en aceite caliente (aceite de girasol) a una temperatura de 160°C por un tiempo de 1.5-2.0 minutos hasta obtener un color oro claro, que nos indica un freido uniforme; se sacan del freidor y se dejan enfriar a temperatura ambiente sobre papel absorbente con el fin de eliminar todo el exceso de grasa posible para después proceder a embolsar en bolsas de papel celofán, cerrándolas debidamente y etiquetándolas.

La botana se elaboró de acuerdo al diagrama descrito en la figura 3.

**TABLA 6.1. Ingredientes adicionados a la botana**

<b>INGREDIENTE</b>	<b>%</b>
<b>Sal</b>	1.00
<b>Ajo</b>	0.05
<b>Cebolla</b>	0.10
<b>Chile de árbol molido</b>	2.00
<b>Acido cítrico</b>	0.20

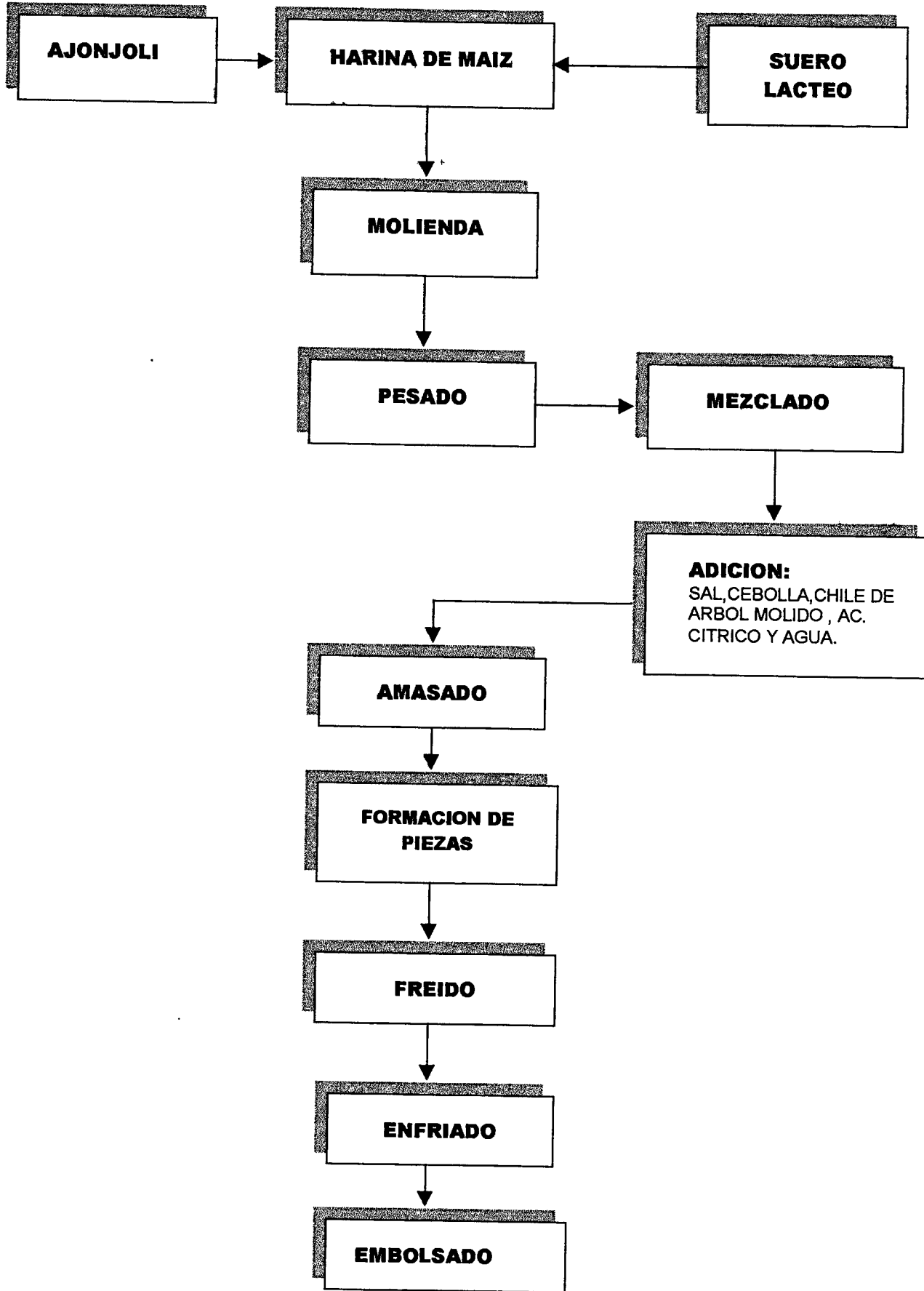


FIG. 3. PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION DE LAS BOTANAS EXPERIMENTALES

## **6.4. Análisis sensorial**

Para el análisis sensorial se utilizó la **PRUEBA DE NIVEL DE AGRADO** "Hedonic Test" (Pedrero y Pangborn, 1989).

Se eligió una población de 100 personas de ambos sexos con edades entre 16 y 18 años; ésta prueba se realizó en las preparatorias "Alma Muriel" y "Plantel Sur" de la UAQ con alumnos del 5o semestre. La hora en que se realizó la prueba fue de 9:30 a 10:30 de la mañana indicándoseles con anticipación que no deberían consumir alimento alguno dos horas antes de la prueba.

Para la degustación de las seis muestras se requirió de dos sesiones, evaluando tres muestras en cada sesión las cuales fueron elegidas al azar.

Cada panelista evaluó simultáneamente las tres muestras sin conocer su origen en cada una de las sesiones; realizándose la primera sesión el día 19 de enero de 1995 y la segunda sesión el día 20 de enero de 1995.

Las muestras obtenidas como las más sabrosas en las dos sesiones, fueron evaluadas sensorialmente en una tercera sesión; dicha prueba se realizó el día 24 de enero de 1995, obteniéndose así la mezcla más sabrosa.

Los productos evaluados fueron elaborados el día anterior a la prueba y las muestras fueron empacadas en bolsas transparentes de celofán y etiquetadas adecuadamente conteniendo tres piezas de la botana; las muestras a probar fueron colocadas en una charola la cual contenía a la vez un vaso con agua y un dulce como lo requiere la prueba. El formato de la hoja de respuestas que se les dió es el siguiente:



## EVALUACION SENSORIAL

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

FECHA: \_\_\_\_\_ SERIE: \_\_\_\_\_ SEXO \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Pruebe la muestra e indique con una "X" su nivel de agrado, de acuerdo con la escala que se presenta en la parte derecha de la muestra. Al terminar de probar la primera muestra se debe de enjuagar muy bien la boca para evitar que queden residuos de la muestra y proseguir a la degustación de la siguiente y así sucesivamente hasta concluir con la tercera muestra.

### MUESTRAS

	GUSTA	INDIFERENTE	DISGUSTA
X	_____	_____	_____
Y	_____	_____	_____
Z	_____	_____	_____

GRACIAS

La escala hedónica se transformó a mm y los resultados fueron divididos entre la distancia total de la escala; 120 mm, siendo los valores de 0 (0mm) para GUSTA, 0.50 (60 mm) para INDIFERENTE y 1.0 (120 mm) para DISGUSTA.

## **6.5. Evaluación de la calidad proteica en el alimento con animales experimentales (NPR)**

Para evaluar la calidad proteica de las botanas se usó el método biológico conocido como NPR (Relación Proteínica Neta) que se basa en lo siguiente:

1.- ANIMALES: Usese ratas machos recién destetados de una sola cepa, de 20 a 23 días de edad, a razón de diez para cada dieta.

2.- DIETAS: Usese una dieta basal de la siguiente composición porcentual en base seca (por aire):

### **COMPOSICION DE LA DIETA BASAL (%EN BASE SECA)**

ALMIDON DE MAIZ	80.00
ACEITE DE MAIZ	10.00
CELULOSA NO NUTRITIVA	5.00
SALES MINERALES	4.00
MEZCLA DE VITAMINAS	1.00

(Young y Pellet, 1980)

Incorpórese el alimento proteico bajo estudio a la dieta a expensas del almidón de maíz, a modo de proporcionar 10% (9.7% a 10.3%) de proteína (N x 6.25).

Prepárese un complemento vitamínico que en 1 g contenga las cantidades siguientes de vitaminas como se muestra en la tabla siguiente:

**TABLA 6.2. Composición del complemento vitamínico de la dieta**

<b>VITAMINA</b>	<b>CANTIDAD</b>
VITAMINA A	1,000. UI
VITAMINA D	100. UI
VITAMINA E	10. UI
VITAMINA K (menadiona)	0.50 mg
TIAMINA	0.50 mg
RIBOFLAVINA	1.00 mg
PIRIDOXINA	0.40 mg
AC. PANTOTENICO	4.00 mg
NIACINA	4.00 mg
COLINA	200.00 mg
INOSITOL	25.00 mg
AC. p-AMINO-BENZOICO	10.00 mg
BIOTINA	0.02 mg
AC. FOLICO	0.20 mg
VITAMINA B12	2.00 µg

Agréguese suficiente celulosa para completar 1 g.

(Young y Pellet, 1980)

Ofrézcase la dieta y agua *ad libitum*.

3.- DURACION DEL ENSAYO: Diez días.

4.- JAULAS: Usese jaulas individuales provistas de comederos que reduzcan al mínimo el derramamiento del alimento.

5.- ALEATORIZACION: Usese un diseño de bloques al azar en el que los bloques representan variaciones en peso inicial. Distribúyanse las ratas al azar en cada bloque, por dieta y jaula. Si la variación entre camadas es significativa, utilícese un diseño que permita eliminar esta variable.

6.- REGISTROS: Llévase un registro diario del alimento consumido y del peso corporal.

En adición al grupo de prueba manténgase en grupo estándar de referencia de ratas alimentadas con una dieta libre de proteína (Young y Pellet, 1980).

Al final de 10 días calcúlese el NPR para cada alimento bajo prueba como sigue:

#### DETERMINACION DEL NPR

$$\text{NPR} = \frac{\text{ganancia de peso del animal de prueba} + \text{pérdida de peso promedio por los animales alimentados con la dieta basal}}{\text{proteína consumida por el animal bajo prueba}}$$

Para la determinación del NPR es importante que los pesos de los animales en los grupos de prueba y control, sean apareados a 1 g de diferencia. Para estimar la Relación Neta Relativa de Proteína (Relative Net Protein Ratio , RNPR); se debe hacer el NPR del alimento de prueba relativo al NPR del estándar de referencia. La razón puede expresarse como porcentaje.

#### CALCULO DEL RNPR.

$$\text{RNPR} = \frac{\text{NPR de la proteína de prueba}}{\text{NPR del estándar de referencia}}$$

Para llevar a cabo la determinación del NPR se utilizaron 48 ratones de la cepa NIH (los ratones se consiguieron en el bioterio "Claude Bernard" de la Universidad

Autónoma de Puebla) con las siguientes características: machos, recién destetados, misma camada, misma edad.

La prueba se llevó a cabo en el bioterio del edificio de Posgrado de la Facultad de Química de la UAQ, colocando a los ratones en seis módulos con 8 ratoneras cada uno provistos con comedero de aluminio y biberón de agua, con un falso piso de malla de alambre.

Las primeras 24 horas estuvieron en depleción y durante los siguientes 10 días se manejaron los grupos en el siguiente orden: Dieta Nutritiva (D-685), Dieta Sabrosa (D-438), Dieta Comercial (DC), Dieta Harina Sabrosa (DH-438), Dieta de Caseína (DP) y Dieta Libre de Nitrógeno (DLN); cada ratón se identificó de acuerdo al grupo y número de jaula procediendo a administrar las dietas correspondientes y a registrar el peso de cada animal y el alimento consumido por día.

## 7. Resultados y discusiones

### 7.1. Análisis de materias primas

Las materias primas que se utilizaron para la elaboración de la botana fueron las siguientes: AJONJOLI, HARINA DE MAIZ Y SUERO LACTEO a las cuales se les hicieron los análisis que se muestran en el cuadro 7.1.

CUADRO 7.1. Análisis bromatológico de materias primas

MATERIA PRIMA	AJONJOLI	HARINA DE MAIZ	SUERO LACTEO
PROTEINA (%)	17.02	9.26	10.99
GRASA (%)	53.16	3.57	1.80
HUMEDAD (%)	2.44	7.40	5.44
CENIZAS (%)	1.91	1.98	1.85
HIDRATOS DE CARBONO (%)	25.47	77.79	79.92

En el cuadro anterior se puede observar que algunos resultados obtenidos en los análisis son en algunos casos mayores y en otros menores a los reportados en las Tablas de Nutrición del Instituto Nacional de la Nutrición Dr. Zubirán, 1992; como por ejemplo, para el ajonjolí que reportan un valor de proteína del 22.4% y 50.9% de grasa. Para la harina de maíz los valores reportados son de 7.1% de proteína y 4.5% de grasa. Estas diferencias se deben principalmente al origen de la materia prima.

### 7.2. Determinación de la calificación química de cada formulación

Se calculó la calificación química de los aminoácidos esenciales para cada materia prima en base a las Tablas de Uso Práctico del Valor Nutritivo de los Alimentos de Mayor Consumo en México, 1992; publicadas por el Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán.



Se calculó el contenido de aminoácidos entre 100 g de proteína del ajonjolí y harina de maíz; partiendo de los datos del contenido de aminoácidos en mg por 100 g de la porción comestible del alimento que reportan dichas tablas. Para lograr lo anterior fué necesario obtener el Factor de Conversión correspondiente de cada alimento calculando primeramente los g de Porción Comestible (PC), correspondientes a 100 g de proteína Total (PT).

Cálculo de PC para el ajonjolí:

$$X_{\text{ajonjolí}} = \frac{(100 \text{ g PC})(100 \text{ g PT})}{22.4 \text{ g PT}} = 446.43$$

Cálculo de PC para la harina de maíz:

$$X_{\text{harina de maíz}} = \frac{(100 \text{ g PC})(100 \text{ g PT})}{7.1 \text{ g PT}} = 1408.45$$

Dicho factor permite la conversión de mg de aminoácido por 100 g de porción comestible a gramos de aminoácido por 100 g de proteína; los valores obtenidos se sustituyen en el factor correspondiente del análisis dimensional para obtener las unidades que se utilizan para hacer el cálculo de la calificación química

## ANALISIS DIMENSIONAL

$$\frac{1 \text{ g de aminoácido}}{100 \text{ g PC}} \times \frac{1 \text{ g de aminoácido}}{100 \text{ mg de aminoácido}} \times \frac{X \text{ g PC}}{100 \text{ g PT}} = \frac{X \text{ g de aminoácido}}{100 \text{ g PT}}$$

Los factores calculados fueron los siguientes:

**Ajonjolí** = 0.0044643

**Harina de maíz** = 0.01408

Para el **suero lácteo** no fué necesario hacer la conversión de mg de aminoácido por 100 g de proteína ya que los datos fueron proporcionados como g de aminoácido por 100 g de proteína en una comunicación personal con la Dra. Josefina Morales de León del Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán, el día 17 de noviembre de 1994.

## CALIFICACION QUIMICA DE LA MATERIA PRIMA

Para obtener los g de aminoácido por 100 g de proteína para cada una de las materias primas utilizadas se hizo la relación con la cantidad de proteína obtenida en el análisis bromatológico mostrado en el cuadro 7.1.

En el cuadro 7.2. se presentan los resultados obtenidos de la cantidad de aminoácido para cada una de las materias primas utilizadas.

### CUADRO 7.2. Gramos de aminoácido por 100 gramos de proteína

Aminoácido	Ajonjolí	Harina de maíz	Suero lácteo
Lisina	0.4442	0.3315	1.0078
Isoleucina	0.5872	0.4565	0.5605
Treonina	0.5804	0.4463	0.5341
Valina	0.7489	0.6010	0.5715
Leucina	1.0893	1.5520	1.2660
Triptófano	0.4459	0.0870	0.0978
Metionina	0.4578	0.2371	0.2550
Fenilalanina	0.7199	0.6056	0.3847

Los aminoácidos que están presentes en menor cantidad para cada una de las harinas mostrados en el cuadro anterior son los llamados aminoácidos limitantes; así para el ajonjolí el aminoácido limitante es la lisina, para la harina de maíz es el triptófano al igual que para el suero lácteo. Estos resultados concuerdan con lo dicho en la bibliografía.

El cálculo de la calificación química de las mezclas de harina de ajonjolí/harina de maíz/suero lácteo obtenido en el programa de computadora es mostrado en el anexo 1; en donde los valores de calificación química fueron desde 81.23 para la mezcla de 75/15/10 hasta 305.87 para la mezcla 15/75/10. Las mezclas obtenidas se graficaron ajustándose por medio de regresión lineal para poder obtener la mezcla ideal; esto es la mezcla más nutritiva, resultando ser la mezcla 30/60/10. Ver anexo 2.

### **7.2.1. Elaboración de la botana y elección de formulaciones en base a su calificación química y a sus propiedades tecnológicas**

Para determinar el tiempo y la temperatura de freido se hicieron pruebas obteniéndose los siguientes resultados: Temperaturas mayores de 160°C y tiempo menor de 2 minutos, la fritura adquiriría un color oscuro y una apariencia y sabor desagradable. Temperaturas menores de 160°C y tiempo mayor de 2 minutos no se lograba un freído homogéneo; puesto que la parte del centro de la hojuela quedaba cruda. El tiempo y temperatura de freido en la elaboración de la botana fué de 1.5 a 2.0 minutos a 160°C.

Para la elección de formulaciones se tomaron en cuenta todas las mezclas en las que intervienen los tres componentes (ajonjolí/harina de maíz/suero lácteo) obteniéndose así 15 mezclas a probar las cuales fueron: 15/15/70, 15/30/55, 15/45/40, 15/60/25, 15/75/10, 30/15/55, 30/30/40, 30/45/25, 30/60/10, 45/15/40, 45/30/25, 45/45/10, 60/15/25, 60/30/10 y 75/15/10.

Con cada una de las mezclas seleccionadas se elaboró la botana para observar sus propiedades tecnológicas resultando que sólo seis mezclas presentaban características tecnológicas aceptables las cuales son:

#### **AJONJOLI/MAIZ/SUERO**

15/45/40	30/30/40
15/60/25	30/45/25
15/75/10	30/60/10

Las mezclas descartadas fueron las que contenían un mayor porcentaje tanto de suero como de ajonjolí en su composición, ya que en el proceso de freído no mantenían su consistencia; desintegrándose la hojuela, debido a problemas en la aglutinación de la mezcla. No obstante que en el momento de mezclar los componentes (ajonjolí, harina de maíz y suero lácteo) estos se adherían perfectamente.

De acuerdo a lo anterior la cantidad de harina de ajonjolí en la mezcla no debe ser mayor del 30% de proteína, de igual manera para el suero lácteo su porcentaje no debe ser mayor del 40%, por lo tanto, las mezclas aceptadas tecnológicamente son las que en su composición contienen un mayor porcentaje de maíz, ya que con esta composición se logran obtener características similares a las de botanas comercialmente existentes.

### **7.3. Análisis sensorial**

Las muestras elegidas tecnológicamente fueron codificadas con una clave para el análisis sensorial como se presentan a continuación:

<b>MEZCLA</b>	<b>CODIFICACION</b>
15/45/40	M-227
15/75/10	M-740
30/45/25	M-946
15/60/25	M-802
30/30/40	M-572
30/60/10	M-325

Las muestras se dividieron de la siguiente manera:

<b>1er SESION</b>	<b>2a SESION</b>
M-227	M-802
M-740	M-572
M-946	M-325



Los datos obtenidos de las dos primeras sesiones fueron tratados mediante un análisis de varianza (ANOVA) utilizando después la prueba de Duncan de Rangos Múltiples, para comparar las medias de los tratamientos y determinar cuales fueron estadísticamente diferentes entre sí.

### PRUEBA DE DUNCAN

VARIABLE	1er SESION	2a SESION
QD	2.772	2.772
$\alpha$	0.05	0.05
gl	198	198
rango	1.089	0.992

Se utilizó un nivel de significancia del 5% obteniéndose así que la muestra de mayor agrado fue la M-740 para la primera sesión y para la segunda sesión la M-325.

Las muestras obtenidas como las más sabrosas fueron evaluadas sensorialmente en una tercer sesión.

La M-740 y M-325; fueron codificadas nuevamente con las siguientes claves: M-438 y M-685 respectivamente, esto con la finalidad de evitar una posible relación con las muestras anteriores.

### 3er SESION

M-438

M-685

Para la tercera sesión los datos fueron tratados con una t de student para ver las diferencias entre las dos muestras. Ver anexo 4.

La hipótesis nula fué la siguiente:  $H_0 \mu_1 = \mu_2$ , establece que no hay diferencias entre las dos muestras, siendo entonces un análisis a dos colas y se eligió un nivel del 5%, calculándose el valor de t con 99 grados de libertad.

t calculada = 3.923 Nivel de significancia 5%; g.l. = 99; 2 colas

t tablas = 1.960 Nivel de significancia 5%; g.l. = 99; 2 colas

Se observa que t calculada es mayor que la t de tablas lo que quiere decir que se rechaza la hipótesis nula porque  $\mu_1$  es diferente a  $\mu_2$  y ambas muestras son significativamente diferentes con un nivel de significancia del 5%.

Las medias de las muestras fueron de 3.789 para la M-685 y de 2.212 para la M-438 con una desviación estándar de 3.3954 y 2.7151 respectivamente, por lo tanto la muestra más aceptada por los jueces fue la M-438.

#### **7.4. Análisis bromatológico de las muestras a experimentar en la determinación de la relación proteica neta (NPR)**

Para la elección de las muestras a experimentar en la determinación del NPR se tomó en cuenta la elegida en el análisis sensorial como la más agradable por la población; resultando ser la M-438; de la cual se tomó en cuenta la mezcla sin procesar, esto es, la harina definiéndola como H-438; con el fin de comprobar si había pérdida del valor nutritivo por el proceso de freído. La M-685 también fué elegida ya que esta representa la mezcla más nutritiva de acuerdo a la calificación química obtenida. Se eligió también una fritura comercial ("FRITOSTITOS" de BARCEL) con la finalidad de comparar el porcentaje de proteína con las mezclas propuestas por nosotros.

Los resultados de los análisis bromatológicos realizados a las muestras mencionadas en el párrafo anterior se muestran en el cuadro 7.3.

### CUADRO 7.3. Análisis bromatológico de muestras

ALIMENTO	PROTEÍNA	GRASA	HUMEDAD	CENIZAS	HIDRATOS DE CARBONO
	%	%	%	%	%
M-685	8.80	31.3	3.14	1.94	45.18
M-438	8.38	21.25	4.10	1.93	35.66
H-438	9.76	12.79	3.35	1.93	72.17
M-COMERCIAL	6.70	21.05	2.15	1.98	68.12

M: muestra (botana frita).

H: harina (harina sin procesar).

En el cuadro anterior se muestra que el porcentaje menor de proteína lo presenta la M-Comercial, en tanto que; la H-438 resulta la de mayor porcentaje de proteína, lo que nos indica que si hay pérdida de proteína en el proceso de freído, comparando el resultado con el obtenido por la fritura M-438. El contenido de grasa es mayor para la M-685 que en su formulación presenta una mayor cantidad de ajonjolí a diferencia de las restantes. El mayor contenido de humedad lo presenta la M-438, en tanto que, no se encuentran diferencias significativas en el contenido de cenizas; los resultados de hidratos de carbono muestran un mayor porcentaje para la M-438.

Los análisis bromatológicos fueron realizados por triplicado.

### 7.5. Cálculo del NPR

La dieta basal para esta prueba requiere del 10% de proteína, más sin embargo, debido a que en esta prueba se pretende hacer comparación con una botana comercial fue necesario ajustar el porcentaje de proteína a 5.7% debido a que la botana comercial tiene un contenido de proteína muy bajo.

En el cuadro 7.4. se presenta la composición de la dieta basal para cada una de las dietas.

**CUADRO 7.4. Cálculo de la dieta basal para la determinación de la Relación Proteica Neta (NPR)**

COMPONENTE	DLN	DP	DC	DH-438	D-438	D-685
FUENTE DE PROTEINA	0.00 g	66.90 g	838.00 g	584.02 g	680.19 g	647.73 g
ACEITE DE MAIZ	100.00 g	100.00 g	100.00 g	100.00 g	100.00 g	100.00 g
CELULOSA NO NUTRITIVA	50.00 g	50.00 g	50.00 g	50.00 g	50.00 g	50.00 g
ALMIDON DE MAIZ	845.00 g	778.10 g	6.80 g	260.98 g	164.81 g	197.27 g
VITAMINAS Y MINERALES	5.00 g	5.00 g	5.00 g	5.00 g	5.00 g	5.00 g

La prueba para calcular el NPR se realizó durante 10 días debido a que a partir del día número 9 los ratones de la dieta comercial comenzaron a morir quedando para el día 12 sólo el 50% de los ratones de esta dieta.

En los cuadros 7.5 y 7.6 se presentan los resultados obtenidos de incremento de peso y consumo de proteína de los ratones.

**CUADRO 7.5. Promedio de incremento en peso (g) de los ratones**

RATON	D-685	D-438	DC	DH-438	DP	DLN
1	0.546	0.134	-0.049	0.421	1.487	-1.942
2	0.153	0.168	-0.477	1.359	0.899	-2.346
3	0.702	0.082	-0.185	0.995	0.496	-1.569
4	0.775	0.055	-0.307	1.873	2.045	-1.733
5	0.605	0.348	-0.260	2.100	1.850	-1.588
6	0.438	0.114	-0.0006	0.025	1.731	-1.169
7	0.450	0.537	-0.198	2.383	1.107	-1.641
8	0.725	0.587	-0.170	1.523	1.430	-1.357
$\bar{X}$	0.511	0.152	-0.206	1.329	1.381	-1.668

**CUADRO 7.6. Promedio de consumo (g) de proteína**

RATON	D-685	D-438	DC	DH-438	DP
1	0.100	0.117	0.085	0.107	0.149
2	0.091	0.111	0.050	0.156	0.112
3	0.109	0.117	0.065	0.139	0.104
4	0.106	0.103	0.064	0.130	0.168
5	0.126	0.098	0.061	0.147	0.145
6	0.122	0.125	0.057	0.097	0.159
7	0.077	0.132	0.065	0.211	0.130
8	0.114	0.138	0.064	0.166	0.156
$\bar{X}$	0.106	0.118	0.064	0.144	0.140

En los cuadros anteriores se presentan los resultados del consumo de proteína observándose que los ratones de la dieta de harina sabrosa (DH-438) tuvieron el mayor consumo de proteína, pero no así el mayor incremento de peso; ya que éste lo presentaron los ratones alimentados con caseína como fuente de proteína, siendo esta de alta calidad.

Los ratones de la dieta D-685 consumieron menor cantidad de proteína que los ratones de la dieta D-438 pero en cuanto al incremento de peso los primeros tuvieron un mayor incremento debido a que la dieta D-685 es la mezcla de mayor calificación química. Por el contrario, los ratones con menor consumo de proteína fueron los alimentados con la dieta comercial (DC) y por lo tanto, fueron los que mostraron un menor incremento de peso.

El consumo de proteína no es proporcional al incremento de peso ya que no importa la cantidad de proteína consumida sino la calidad de ésta.

En el anexo 5 se presentan los registros de peso y consumo de proteína para cada ratón por día para cada una de las dietas; así como los promedios representados por gráficas para el consumo de proteína y el incremento de peso.

Con los resultados obtenidos del incremento de peso y consumo de proteína de los ratones se calculó el NPR y RNPR para cada dieta, dichos resultados se presentan en los siguientes cuadros.



CUADRO 7.7. DIETA NUTRITIVA (D-685)

No DE RATON	1	2	3	4	5	6	7	8
INCREMENTO	0.546	0.153	0.702	0.775	0.605	0.438	0.450	0.725
PROTEINA	0.100	0.091	0.109	0.106	0.126	0.122	0.077	0.114
NPR	22.14	16.648	21.743	23.047	18.040	17.262	21.989	20.990
RNPR	1.046	0.726	1.045	1.043	0.744	0.807	1.030	1.057

$$\bar{X}_{NPR} = 20.232$$

$$\bar{X}_{RNPR} = 0.937$$

CUADRO 7.8. DIETA SABROSA (D-438)

No DE RATON	1	2	3	4	5	6	7	8
INCREMENTO	0.134	0.168	0.082	0.055	0.348	0.114	0.537	0.587
PROTEINA	0.117	0.111	0.117	0.103	0.098	0.125	0.132	0.138
NPR	15.401	16.541	14.957	15.662	13.469	14.256	16.705	16.341
RNPR	0.727	0.722	0.719	0.709	0.555	0.667	0.782	0.823

$$\bar{X}_{NPR} = 15.417$$

$$\bar{X}_{RNPR} = 0.713$$

CUADRO 7.9. DIETA COMERCIAL (DC)

No DE RATON	1	2	3	4	5	6	7	8
INCREMENTO	-0.049	-0.047	-0.185	-0.307	-0.260	-0.0006	-0.198	-0.170
PROTEINA	0.085	0.050	0.065	0.064	0.061	0.057	0.065	0.064
NPR	19.047	23.820	22.815	21.266	23.082	23.534	22.615	23.406
RNPR	0.899	1.039	1.096	0.980	0.951	1.100	1.059	1.179

$$\bar{X}_{NPR} = 22.448$$

$$\bar{X}_{RNPR} = 1.038$$

**CUADRO 7.10. DIETA HARINA SABROSA (DH-438)**

<b>No DE RATON</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>INCREMENTO</b>	0.421	1.359	0.995	1.873	2.100	0.025	2.383	1.523
<b>PROTEINA</b>	0.107	0.156	0.139	0.130	0.147	0.097	0.211	0.166
<b>NPR</b>	19.520	19.400	19.160	27.240	25.630	16.940	19.200	19.220
<b>RNPR</b>	0.922	0.846	0.921	1.233	1.056	0.792	0.899	0.968

$$\bar{X}_{NPR} = 20.789$$

$$\bar{X}_{RNPR} = 0.955$$

**CUADRO 7.11. DIETA PATRON (DP)**

<b>No DE RATON</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>INCREMENTO</b>	1.487	0.899	0.496	2.045	1.850	1.731	1.107	1.430
<b>PROTEINA</b>	0.149	0.112	0.104	0.168	0.145	0.159	0.130	0.156
<b>NPR</b>	21.170	22.920	20.810	22.100	24.260	21.380	21.350	19.860

$$\bar{X}_{NPR} = 21.731$$

Los resultados de las evaluaciones biológicas se describen en los cuadros del 7.7 al 7.11.

Se observa que el NPR de la proteína de cualquiera de las botanas experimentales tiene una calidad biológica que difiere significativamente de la dieta patrón (dieta de caseína).

La dieta D-438 presenta el NPR menor mientras que la dieta DH-438 que es la harina utilizada para elaborar la fritura de la dieta mencionada anteriormente, es la de mayor NPR; esto es, debido a que la dieta D-438 fué sometida a un proceso de freído lo que provoca una pérdida de nutrientes que reflejándose en un valor más bajo de NPR. La dieta nutritiva D-685 aún cuando se ha sometido a un proceso de freído no presenta diferencia significativa de NPR respecto a la dieta DH-438 que es harina sin

procesar; esto se debe a que, la primera es la dieta de la mezcla de mayor calificación química.

Para la dieta DC que tiene como fuente de proteína una botana comercial los valores de NPR que presentan los ratones son mayores comparándolos con los obtenidos en las otras dietas, incluyendo la dieta patrón DP que es la dieta que contiene caseína; esto se debe a que los ratones presentaron pérdida de peso y un consumo de proteína bajo; por lo que al aplicar la fórmula para el cálculo de NPR se obtienen valores muy altos.

El NPR considera la capacidad de la proteína para el mantenimiento corporal, además de la requerida para soportar el crecimiento.

En el anexo 6 se presenta mediante gráficas individuales y una gráfica comparativa, el comportamiento de los ratones con respecto a su NPR calculado para cada una de las dietas; observando que la dieta de mejor distribución fué la dieta patrón.

## **7.6. Observaciones en los ratones durante la prueba biológica**

1.- DIETA NUTRITIVA (D-685): En esta dieta los ratones se mostraron activos, el pelo se tornó un poco grasoso pero no presentaron pérdida del mismo, defecaban y orinaban normal.

2.- DIETA SABROSA (D-438): Los ratones presentaron el pelo con aspecto grasoso, activos y sin problemas en su orina y su excremento.

3.- DIETA COMERCIAL (DC): Los ratones presentaron el pelo con aspecto grasoso, pérdida de pelo, ceguera total, pérdida de peso paulatino hasta una desnutrición excesiva lo que ocasionó un daño neuromuscular (curvatura en espina dorsal). Los primeros días estuvieron muy activos hasta llegar a un estado pasivo. El día 04 de abril de 1995 se sacrificaron dos ratones de la dieta comercial con la finalidad de observar posibles daños internos teniendo así que sacrificar un ratón de la dieta patrón como referencia. Al efectuar la disección de los animales de ésta dieta, se pudo

observar que no había daño en los riñones ni en hígado, los pulmones tenían una coloración normal, el intestino estaba vacío y por lo tanto muy delgado, presentaba sangre en el intestino (intestino necrosado). Esta comparación se efectuó con un animal patrón.

Los ratones de la dieta comercial presentaron cambios más drásticos que los ratones de otras dietas por lo cual debido a las características que presentaban se supuso que el alimento contenía alguna aflatoxina que les provocaba tales daños. El análisis de **aflatoxinas** que se efectuó al alimento fué por el método VERATOX, por un laboratorio industrial que tiene implementada esta técnica encontrándose que contenía la toxina T-2.

El análisis de aflatoxinas sólo se realizó una vez. No se pudo llevar a cabo una comprobación por fallas en el equipo utilizado.

**4.- DIETA DE HARINA SABROSA (DH-438):** Presentaron buen aspecto, pelo normal, activos.

**5.- DIETA PATRON (DP):** Buen aspecto, sin pérdida de pelo y activos.

**6.- DIETA LIBRE DE NITROGENO (DLN):** Durante los primeros tres días el pelo se les erizó presentando una pérdida del mismo, se mostraron irritables, nerviosos, agresivos y orinaban poco, siendo su orina muy concentrada y de un color amarillo intenso.

## **8.- Conclusiones**

Existe una gran cantidad de materias primas que pueden ser aprovechadas para elevar la calidad nutricional de los alimentos por lo cual deben identificarse los productos alimenticios de mayor consumo y tratar de reemplazarlos por otros más nutritivos sin afectar su apariencia y aceptabilidad. Siendo las botanas un producto que puede consumir la población joven que se encuentra en etapa de desarrollo, merece dársele una mayor atención a la elaboración de nuevos productos de este tipo que mejoren la calidad nutricional de los ya existentes.

En las mezclas desarrolladas se emplearon materias primas que no han sido muy explotadas y que combinándolas pueden elevar el valor nutritivo del alimento, siendo en este caso una mezcla de harina de ajonjolí-harina de maíz-suero lácteo.

Las mezclas más aceptadas en el análisis sensorial fueron las que en su composición contenían una menor cantidad de ajonjolí y suero lácteo ya que el primero hacía más grasosa la botana y el segundo le daba un sabor dulce.

La mezcla más nutritiva fué la 30/60/10 (Ajonjolí - Harina de maíz - Suero lácteo) ya que tiene la mayor calificación química.

La mezcla 15/75/10 (Ajonjolí - Harina de maíz - Suero lácteo) fué la más aceptada en el panel sensorial a pesar de no ser la más nutritiva.

La mezcla 30/60/10 (M-685) tiene el mayor porcentaje de proteína pero no fué tan aceptable como la 15/75/10 (M-438) aunque tuvo un buen nivel de agrado en el análisis sensorial, probablemente debido a que en su composición presenta una mayor cantidad de ajonjolí el cual le daba un aspecto un poco grasoso.

Para la evaluación biológica las dietas 15/75/10 (D-438), la 30/60/10 (D-685) y la harina de la 15/75/10 (DH-438) fueron comparadas con una botana comercial



**"fritostitos" de Barcel (DC) comprobándose así que las mezclas que se elaboraron fueron de mayor calidad biológica que la botana comercial.**

**La calidad nutricional de un producto es fundamental para elevar la calidad de vida de la población que lo consume. El presente trabajo está enfocado a uno de los alimentos de gran aceptación, las botanas, que son uno de los mejores vehículos que pueden proveer nutrientes de alta calidad siendo fáciles de introducir en el mercado siempre y cuando sus características sensoriales como se demostró en el presente trabajo sean semejantes a las de las botanas comerciales ya existentes.**

**Se facilita la obtención de la calificación química de las mezclas utilizando el programa de computación existente propuesto en un trabajo anterior a éste.**

## ANEXO 1

### MEZCLAS ALIMENTICIAS

<b>Calificación Química según Patrón del Usuario de AJONJOLI</b>							
LISINA	ISOLEUCINA	TREONINA	VALINA	LEUCINA	TRIPTOFANO	METIONINA	FENILALANINA
62.14	82.14	121.79	104.76	133.33	187.14	122.27	151.07
<b>Calificación Química según Patrón del Usuario de HARINA DE MAIZ</b>							
LISINA	ISOLEUCINA	TREONINA	VALINA	LEUCINA	TRIPTOFANO	METIONINA	FENILALANINA
85.24	117.38	172.14	154.52	349.17	67.14	116.36	233.57
<b>Calificación Química según Patrón del Usuario de SUERO LACTEO</b>							
LISINA	ISOLEUCINA	TREONINA	VALINA	LEUCINA	TRIPTOFANO	METIONINA	FENILALANINA
218.33	121.43	173.57	123.81	240.00	63.57	105.45	125.00
<b>0-0-100</b>							
218.33	121.43	173.57	123.81	240.00	63.57	105.45	125.00
<b>0-15-85</b>							
196.37	120.82	173.36	128.42	256.37	64.11	107.09	141.29
<b>0-30-70</b>							
178.40	120.21	173.14	133.02	272.75	64.64	108.73	157.57
<b>0-45-55</b>							
158.44	119.61	172.93	137.63	289.13	65.18	110.36	173.86
<b>0-60-40</b>							
138.48	119.00	172.71	142.24	305.50	65.71	112.00	190.14
<b>0-75-25</b>							
118.51	118.39	172.50	146.85	321.87	66.25	113.64	206.43
<b>0-90-10</b>							
98.55	117.79	172.29	151.45	338.25	66.79	115.72	222.71
<b>0-105-5</b>							
78.58	117.18	172.07	156.06	354.62	67.32	116.91	239.00
<b>15-0-85</b>							
194.9	115.54	165.80	120.95	224.00	82.11	107.98	128.91
<b>15-15-70</b>							
174.94	114.93	165.59	125.56	240.37	82.64	109.61	145.20
<b>15-30-55</b>							
154.98	114.32	165.37	130.17	256.75	83.18	111.25	161.48
<b>15-45-40</b>							
135.01	113.71	165.16	134.77	273.12	83.71	112.89	177.77
<b>15-60-25</b>							
115.05	113.11	164.95	139.38	289.50	84.25	114.52	194.05
<b>15-75-10</b>							
95.08	112.50	164.73	143.99	305.87	84.79	116.16	210.34
<b>15-90-5</b>							
75.12	111.89	164.52	148.60	322.25	85.32	117.80	226.63
<b>30-0-70</b>							
171.48	109.64	158.04	118.10	208.00	100.64	110.50	132.82
<b>30-15-55</b>							
151.51	109.04	157.82	122.70	224.38	101.18	112.14	149.11
<b>30-30-40</b>							
131.55	108.43	157.61	127.31	240.75	101.71	113.77	165.39
<b>30-45-25</b>							
111.58	107.82	157.39	131.92	257.13	120.25	115.41	181.68

Continuación.

<b>30-60-10</b>							
91.62	107.21	157.18	136.52	273.50	102.79	117.05	197.96
<b>30-75-5</b>							
71.65	106.61	156.96	141.13	289.88	130.32	118.68	214.25
<b>45-0-55</b>							
148.05	103.75	150.27	115.24	192.00	119.18	113.02	136.73
<b>45-15-40</b>							
128.08	103.14	150.05	119.85	208.38	119.71	114.66	153.02
<b>45-30-25</b>							
108.12	102.54	149.84	124.45	224.75	120.25	116.30	169.30
<b>45-45-10</b>							
88.15	101.93	149.63	129.06	241.13	120.79	117.93	185.59
<b>45-60-5</b>							
68.19	101.32	149.41	133.67	257.50	121.32	119.57	201.87
<b>60-0-40</b>							
124.62	97.86	142.50	112.38	176.00	137.71	115.55	140.64
<b>60-15-25</b>							
104.65	97.25	142.29	116.99	192.37	138.25	117.18	156.93
<b>60-30-10</b>							
84.69	96.64	142.07	121.60	208.75	138.79	118.82	173.21
<b>60-45-5</b>							
64.73	96.04	141.86	126.20	225.13	139.32	120.45	189.50
<b>75-0-25</b>							
101.19	91.96	134.73	109.52	160.00	156.25	118.07	144.55
<b>75-15-10</b>							
81.23	91.36	134.52	114.13	176.37	156.79	119.70	160.84
<b>75-30-5</b>							
61.26	90.75	134.30	118.74	192.75	157.35	121.34	177.13
<b>90-0-10</b>							
77.76	86.07	126.96	106.67	144.00	174.79	120.59	148.46
<b>90-15-5</b>							
57.80	85.46	126.75	111.27	160.38	175.32	122.23	164.75
<b>105-0-5</b>							
54.33	80.18	119.20	103.81	128.00	193.32	123.11	152.38

## ANEXO 2

### REGRESION LINEAL

MEZCLAS	X	Y	Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XiYi	Ŷ
15/15/70	1	82.64	1	6829.34	82.64	82.64	86.71
15/30/55	2	83.18	4	6918.91	166.36	166.36	87.15
15/45/40	3	83.71	9	7007.36	251.13	251.13	87.59
15/60/25	4	84.25	16	7098.06	337.00	337.00	88.03
15/75/10	5	84.79	25	7189.34	423.95	423.95	88.47
30/15/55	6	101.18	36	10237.39	610.26	610.26	88.91
30/30/40	7	101.71	49	10344.92	711.97	711.97	89.35
30/45/25	8	102.25	64	10455.06	818.00	818.00	89.79
30/60/10	9	91.62	81	8394.22	824.58	824.58	90.23
45/45/10	10	88.15	100	7770.42	881.50	881.50	88.15
60/30/10	11	84.69	121	7172.4	931.59	931.59	84.69
75/15/10	12	81.23	144	6598.31	974.76	974.76	81.23
<b>TOTAL</b>	<b>78</b>	<b>1069.40</b>	<b>650</b>	<b>96015.73</b>	<b>7013.74</b>	<b>7013.74</b>	

$$SC_x = \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2/n = 650 - (78)^2/12 = 143$$

$$SC_{xy} = \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)/n = 7013.74 - (78)(1069.40)/12 = 62.64$$

$$\bar{Y} = \sum Y_i/n = 1069.40/12 = 89.12$$

$$\bar{X} = \sum X_i/n = 78/12 = 6.5$$

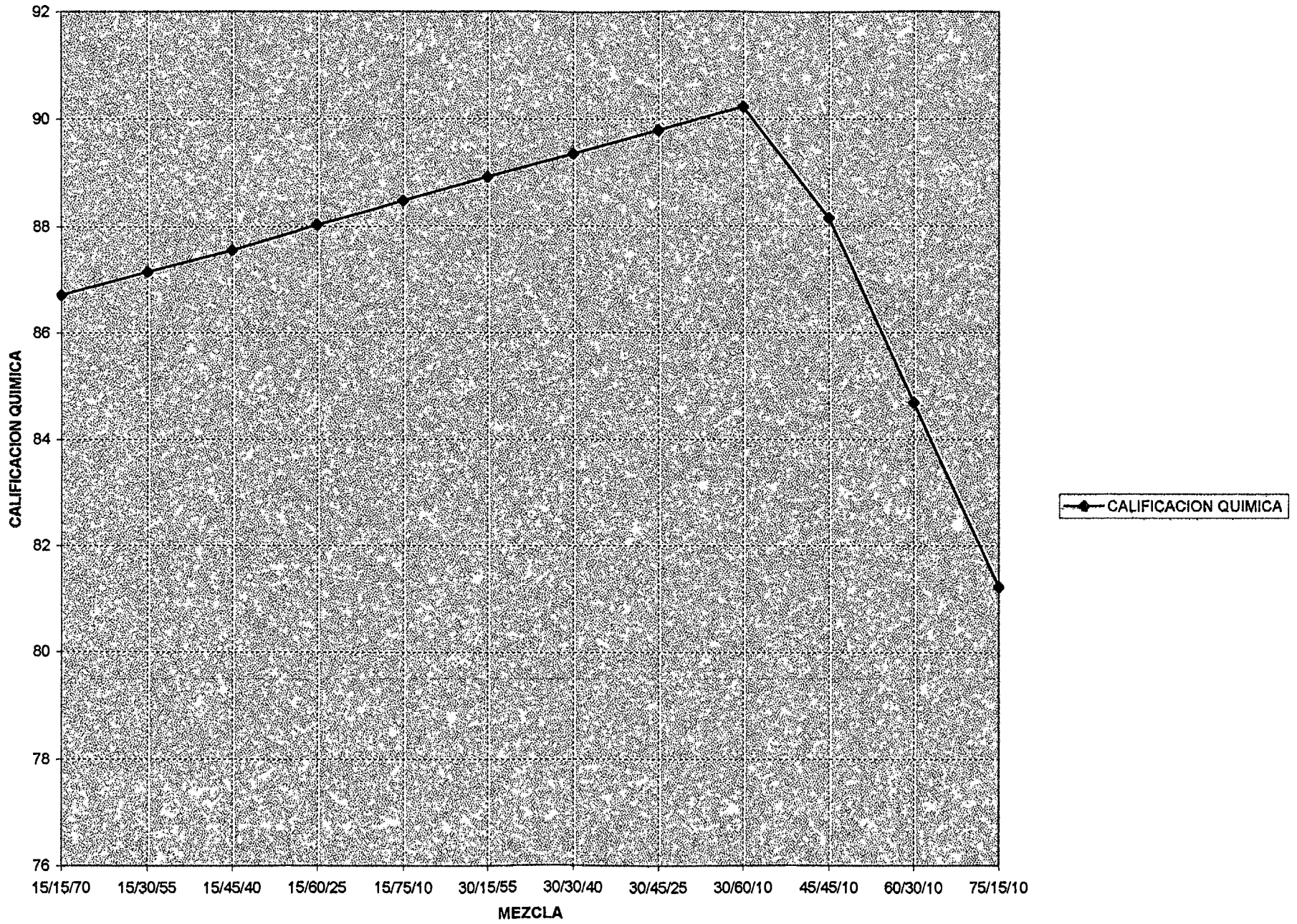
$$\beta_1 = SC_{xy}/SC_x = 62.64/143 = 0.4380$$

$$\beta_0 = \bar{Y} - \beta_1 \bar{X} = 89.12 - 0.4380 (6.5) = 86.273$$

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 X$$

$$\hat{Y} = 86.27 + 0.44X$$

# MEZCLA ALIMENTARIA



### ANEXO 3

#### ANALISIS ESTADISTICO DE LA EVALUACION SENSORIAL

NÚMERO	EDAD	M-572	M-326	M-802	TOTAL	NÚMERO	EDAD	M-572	M-326	M-802	TOTAL
1	16	6.70	0.60	0.50	7.80	52	19	11.30	4.50	7.50	23.30
2	17	6.00	0.00	0.00	6.00	53	18	5.70	1.90	5.10	12.70
3	17	6.00	0.00	6.00	12.00	54	17	6.00	0.00	1.10	7.10
4	17	0.00	2.90	12.00	14.90	55	17	12.00	1.10	0.00	13.10
5	17	6.00	0.00	0.00	6.00	56	17	2.80	0.00	0.00	2.80
6	16	7.30	0.60	1.50	9.40	57	16	6.00	4.90	2.50	13.40
7	18	8.60	0.20	6.00	14.80	58	17	12.00	0.90	0.20	13.10
8	17	3.00	0.00	6.00	9.00	59	18	12.00	3.10	9.60	24.70
9	17	0.00	2.10	0.00	2.10	60	17	6.40	12.00	0.30	18.70
10	18	3.50	1.70	0.60	5.80	61	17	12.00	0.00	6.00	18.00
11	17	6.00	0.00	6.30	12.30	62	17	12.00	0.00	6.00	18.00
12	17	11.60	2.40	7.90	21.90	63	17	12.00	6.00	9.90	27.90
13	17	5.60	0.00	9.80	15.40	64	17	6.60	0.00	0.00	6.60
14	17	6.00	0.00	12.00	18.00	65	17	12.00	6.00	0.00	18.00
15	17	2.00	0.00	7.90	9.90	66	17	9.40	1.90	0.70	12.00
16	17	8.20	0.00	12.00	20.20	67	17	0.90	2.90	2.90	6.70
17	17	6.00	6.00	0.00	12.00	68	17	12.00	2.00	7.20	21.20
18	17	11.70	0.00	0.00	11.70	69	19	8.00	6.90	1.70	16.60
19	18	4.70	2.90	6.00	13.60	70	18	4.80	2.80	6.00	13.60
20	17	9.30	1.30	1.30	11.90	71	17	12.00	6.00	2.10	20.10
21	17	2.90	3.00	2.50	8.40	72	18	0.00	0.00	6.10	6.10
22	17	1.30	6.00	2.90	10.20	73	17	11.80	5.10	3.30	20.20
23	17	0.00	5.00	2.40	7.40	74	18	6.00	0.00	0.00	6.00
24	17	2.20	0.00	0.00	2.20	75	17	12.00	6.00	6.00	24.00
25	17	3.80	0.00	9.20	13.00	76	17	12.00	0.00	3.00	15.00
26	17	12.00	0.00	11.10	23.10	77	18	11.30	6.80	2.90	21.00
27	17	4.50	1.10	12.00	17.60	78	17	12.00	6.00	0.30	18.30
28	18	11.50	3.80	7.60	22.90	79	17	8.90	0.30	2.10	11.30
29	16	11.50	9.00	6.00	26.50	80	17	12.00	0.20	0.70	12.90
30	17	11.40	5.40	5.40	22.20	81	18	0.40	5.60	0.00	6.00
31	17	12.00	7.50	7.80	27.30	82	18	11.80	0.00	5.60	17.40
32	17	11.40	4.00	0.00	15.40	83	16	9.90	0.00	3.50	13.40
33	18	8.20	6.00	8.00	22.20	84	16	2.90	2.80	0.00	5.70
34	17	6.00	6.00	6.00	18.00	85	17	6.00	2.00	0.60	8.60
35	17	12.00	3.30	0.00	15.30	86	19	6.70	6.00	0.40	13.10
36	17	5.70	3.60	3.10	12.40	87	17	6.90	1.80	0.50	9.20
37	17	8.20	5.00	2.50	15.70	88	18	12.00	0.00	12.00	24.00
38	16	9.00	5.40	3.00	17.40	89	18	11.70	3.10	0.00	14.80
39	18	7.90	6.00	3.10	17.00	90	17	0.00	5.70	5.70	11.40
40	17	12.00	2.00	0.00	14.00	91	17	12.00	6.00	12.00	30.00
41	17	12.00	4.10	0.00	16.10	92	17	4.60	0.00	3.40	8.00
42	17	4.50	10.00	6.00	20.50	93	17	7.80	3.80	6.00	17.60
43	17	0.00	0.00	0.00	0.00	94	16	0.00	6.00	0.00	6.00
44	17	12.00	0.00	0.00	12.00	95	17	12.00	0.00	0.00	12.00
45	18	4.00	5.60	0.90	10.50	96	18	0.00	6.00	0.00	6.00
46	17	12.00	0.20	0.20	12.40	97	16	0.00	3.70	1.10	4.80
47	17	12.00	6.00	0.00	18.00	98	17	12.00	0.00	12.00	24.00
48	18	11.40	0.00	8.80	20.20	99	18	11.60	0.30	6.10	18.00
49	17	6.00	0.00	1.00	7.00	100	17	12.00	12.00	6.00	30.00
50	17	6.00	0.00	6.00	12.00	TOTAL		764.80	286.80	385.00	1436.60
51	16	11.00	6.00	5.60	22.60	MEDIA		7.65	2.87	3.85	



## ANALISIS ESTADISTICO DE LA EVALUACION SENSORIAL

NUMERO	EDAD	M-227	M-740	M-946	TOTAL	NUMERO	EDAD	M-227	M-740	M-946	TOTAL
1	17	12.00	3.90	8.80	24.70	52	17	12.00	2.50	1.10	15.60
2	17	12.00	0.00	12.00	24.00	53	17	8.10	2.70	11.30	22.10
3	17	12.00	0.00	12.00	24.00	54	17	9.70	3.40	2.10	15.20
4	18	12.00	6.50	6.60	25.10	55	17	12.00	1.40	0.00	13.40
5	17	6.00	0.00	0.00	6.00	56	17	12.00	1.40	0.00	13.40
6	17	0.00	0.00	6.00	6.00	57	18	11.50	2.00	11.20	24.70
7	17	5.70	0.50	0.50	6.70	58	17	12.00	0.00	6.00	18.00
8	17	6.00	0.40	12.00	18.40	59	17	2.70	0.00	6.00	8.70
9	17	6.00	6.00	0.00	12.00	60	18	12.00	0.00	6.00	18.00
10	17	12.00	0.00	0.00	12.00	61	16	3.10	3.10	11.20	17.40
11	18	0.00	6.00	12.00	18.00	62	17	10.80	1.00	4.50	16.30
12	17	12.00	0.00	6.00	18.00	63	17	12.00	1.10	6.40	19.50
13	17	12.00	12.00	6.00	18.00	64	16	11.90	5.60	6.00	23.50
14	17	6.00	12.00	0.00	18.00	65	18	7.90	1.80	9.10	18.80
15	17	0.60	12.00	6.00	18.60	66	18	0.00	0.00	6.00	6.00
16	17	0.00	6.00	6.00	12.00	67	17	6.10	0.00	3.40	9.50
17	18	12.00	0.00	0.00	12.00	68	17	1.10	2.20	10.20	13.50
18	16	0.00	6.00	0.00	6.00	69	17	9.20	0.00	3.70	12.90
19	17	6.00	6.00	12.00	24.00	70	17	5.90	1.20	3.00	10.10
20	17	6.00	0.00	12.00	18.00	71	17	8.30	0.30	3.50	12.10
21	16	6.00	0.00	12.00	18.00	72	17	6.00	1.60	6.00	13.60
22	17	6.00	0.20	12.00	18.20	73	18	0.00	0.00	12.00	12.00
23	17	0.50	0.50	5.80	6.80	74	17	12.00	8.10	5.20	25.30
24	17	6.00	0.00	12.00	18.00	75	18	8.40	6.00	7.60	22.00
25	17	6.00	0.00	12.00	18.00	76	18	9.80	0.50	6.00	16.30
26	17	12.00	0.00	12.00	24.00	77	18	9.50	3.40	0.00	12.90
27	17	4.10	6.00	2.30	12.40	78	19	11.00	7.20	0.40	18.60
28	18	5.30	2.30	7.00	14.60	79	17	8.80	6.00	2.70	17.50
29	17	10.70	2.80	2.40	15.90	80	16	7.70	5.00	6.30	19.00
30	16	6.50	0.20	6.50	13.20	81	17	6.00	0.00	6.00	12.00
31	16	3.40	2.40	4.10	9.90	82	17	12.00	0.00	6.00	18.00
32	17	6.20	0.20	0.40	6.80	83	17	12.00	2.00	7.50	21.50
33	17	4.20	0.00	4.20	8.40	84	17	0.30	6.10	12.00	18.40
34	16	11.40	5.80	0.80	18.00	85	17	0.00	6.00	12.00	18.00
35	17	11.10	1.00	7.20	19.30	86	17	12.00	6.00	0.00	18.00
36	17	12.00	0.00	12.00	24.00	87	16	5.30	4.90	7.20	17.40
37	17	12.00	3.30	12.00	27.30	88	19	10.30	6.80	2.60	19.70
38	17	9.10	0.50	2.60	12.20	89	18	3.50	1.20	2.40	7.10
39	18	5.50	0.90	6.00	12.40	90	17	6.00	0.90	1.10	8.00
40	17	3.60	1.20	4.20	9.00	91	17	2.10	2.00	0.00	4.10
41	17	12.00	0.00	1.90	13.90	92	17	12.00	6.00	6.00	24.00
42	17	0.00	0.00	8.20	8.20	93	18	12.00	0.00	0.00	12.00
43	17	6.00	0.90	6.00	12.90	94	17	0.50	1.40	0.60	2.50
44	17	12.00	0.00	6.00	18.00	95	19	6.00	0.30	0.20	6.50
45	17	3.00	1.60	0.40	5.00	96	17	6.00	0.00	6.00	12.00
46	18	2.00	2.70	1.10	5.80	97	17	2.40	0.40	1.10	3.90
47	17	9.50	6.00	6.00	21.50	98	16	0.00	0.00	0.00	0.00
48	16	0.00	2.30	4.10	6.40	99	18	3.00	10.60	5.60	19.20
49	16	11.30	0.00	0.20	11.50	100	18	0.00	0.00	6.00	6.00
50	18	10.50	0.00	0.00	10.50	TOTAL		708.00	228.20	531.90	1468.10
51	18	8.90	0.00	3.40	12.30	MEDIA		7.08	2.28	5.32	

**ANEXO 4**  
**ANALISIS ESTADISTICO DE LA EVALUACION SENSORIAL**

NUMERO	EDAD	M-685	M-438	D	D'	NUMERO	EDAD	M-685	M-438	D	D'
1	17	3.30	2.80	0.50	0.25	52	17	3.20	0.00	3.20	10.24
2	17	0.20	0.30	-0.10	0.01	53	16	0.00	0.00	0.00	0.00
3	17	1.30	0.00	1.30	1.69	54	17	5.40	0.50	4.90	24.01
4	18	0.00	6.00	-6.00	36.00	55	17	4.00	2.70	1.30	1.69
5	17	0.00	0.00	0.00	0.00	56	17	2.80	0.00	2.80	7.84
6	16	0.20	6.00	-5.80	33.64	57	19	6.20	6.10	0.10	0.01
7	16	0.50	4.30	-3.80	14.44	58	18	8.90	4.10	4.80	23.04
8	18	6.00	0.00	6.00	36.00	59	17	6.00	0.00	6.00	36.00
9	17	6.00	0.00	6.00	36.00	60	17	3.80	0.90	2.90	8.41
10	17	7.90	0.80	7.10	50.41	61	17	0.20	0.40	-0.20	0.04
11	18	1.80	0.50	1.30	1.69	62	17	0.90	1.50	-0.60	0.36
12	17	3.40	10.10	-6.70	44.89	63	19	3.40	5.60	-2.20	4.84
13	17	0.00	6.00	-6.00	36.00	64	18	3.00	4.90	-1.90	3.61
14	17	2.00	5.00	-3.00	9.00	65	18	12.00	6.00	6.00	36.00
15	17	3.90	0.00	3.90	15.21	66	18	2.40	1.20	1.20	1.44
16	17	0.00	0.00	0.00	0.00	67	17	6.00	0.00	6.00	36.00
17	17	0.00	0.00	0.00	0.00	68	16	4.60	6.00	-1.40	1.96
18	17	0.70	0.10	0.60	0.36	69	18	5.60	1.40	4.20	17.64
19	17	12.00	0.00	12.00	144.00	70	18	3.20	1.40	1.80	3.24
20	17	0.00	0.00	0.00	0.00	71	17	4.50	5.90	-1.40	1.96
21	17	3.70	0.00	3.70	13.69	72	18	7.90	7.10	0.80	0.64
22	18	2.70	1.30	1.40	1.96	73	17	0.20	0.10	0.10	0.01
23	17	6.00	0.00	6.00	36.00	74	17	12.00	0.90	11.10	123.21
24	17	0.30	0.20	0.10	0.01	75	17	2.60	4.90	-2.30	5.29
25	17	3.90	0.90	3.00	9.00	76	17	0.60	2.60	-2.00	4.00
26	17	1.90	0.70	1.20	1.44	77	17	5.50	0.10	5.40	29.16
27	17	5.60	1.10	4.50	20.25	78	17	3.10	1.80	1.30	1.69
28	17	7.70	7.20	0.50	0.25	79	16	12.00	6.00	6.00	36.00
29	17	0.30	0.90	-0.60	0.36	80	18	0.60	5.70	-5.10	26.01
30	18	3.60	0.40	3.20	10.24	81	17	0.00	0.00	0.00	0.00
31	17	0.80	0.00	0.80	0.64	82	17	0.00	0.40	-0.40	0.16
32	18	1.20	0.50	0.70	0.49	83	17	8.60	0.00	8.60	73.96
33	16	4.20	1.30	2.90	8.41	84	17	6.70	0.90	5.80	33.64
34	17	7.40	5.00	2.40	5.76	85	18	7.30	0.30	7.00	49.00
35	17	3.50	1.60	1.90	3.61	86	18	9.10	0.50	8.60	73.96
36	18	5.40	1.30	4.10	16.81	87	18	0.00	0.00	0.00	0.00
37	17	6.60	12.00	-5.40	29.16	88	17	6.00	0.40	5.60	31.36
38	17	0.00	0.00	0.00	0.00	89	17	6.00	0.00	6.00	36.00
39	17	0.20	2.90	-2.70	7.29	90	17	3.20	0.00	3.20	10.24
40	17	3.90	7.10	-3.20	10.24	91	17	7.50	12.00	-4.50	20.25
41	17	1.80	0.50	1.30	1.69	92	17	0.00	0.00	0.00	0.00
42	17	6.00	6.40	-0.40	0.16	93	17	0.00	0.00	0.00	0.00
43	17	6.00	12.00	-6.00	36.00	94	17	0.00	3.50	-3.50	12.25
44	17	12.00	6.00	6.00	36.00	95	18	6.40	0.30	6.10	37.21
45	17	0.40	1.00	-0.60	0.36	96	21	6.00	0.00	6.00	36.00
46	17	12.00	0.20	11.80	139.24	97	16	0.00	6.00	-6.00	36.00
47	17	3.00	0.00	3.00	9.00	98	16	0.00	0.00	0.00	0.00
48	17	0.00	2.50	-2.50	6.25	99	18	0.00	0.00	0.00	0.00
49	17	6.00	0.00	6.00	36.00	100	24	6.00	0.00	6.00	36.00
50	16	5.30	2.40	2.90	8.41	TOTAL		175.50	119.10	157.70	1848.29
51	19	4.90	1.80	3.10	9.61	MEDIA		3.789	2.212		
						S		3.395	2.715		

## ANEXO 5

PROMEDIO DE INCREMENTO EN PESO Y CONSUMO DE PROTEINA EN CADA DIETA (Expresado en g).

### 1) DIETA NUTRITIVA (D-685)

INCREMENTO DE PESO								
DIA	RATON 1	RATON 2	RATON 3	RATON 4	RATON 5	RATON 6	RATON 7	RATON 8
1	3.263	2.452	1.206	3.274	1.910	3.088	3.352	2.195
2	2.106	1.004	1.344	2.444	2.095	2.126	2.250	0.879
3	1.199	0.740	1.543	2.012	2.015	2.417	0.735	0.885
4	1.148	0.452	1.239	2.044	1.020	1.147	0.746	0.482
5	1.134	0.197	0.111	1.311	0.481	0.202	0.435	0.147
6	0.296	0.178	0.387	0.966	0.185	-0.010	0.057	0.642
7	-0.462	-0.512	0.509	0.276	0.040	-0.666	-1.008	0.565
8	1.134	0.050	0.460	0.636	0.273	1.333	0.340	0.519
9	1.404	-1.398	0.236	-0.025	-0.335	-1.327	0.177	0.531
10	-1.815	1.823	0.015	-0.134	-1.090	-1.267	-1.908	0.603
CONSUMO DE PROTEINA								
DIA	RATON 1	RATON 2	RATON 3	RATON 4	RATON 5	RATON 6	RATON 7	RATON 8
1	0.228	0.387	0.269	0.360	0.244	0.391	0.328	0.410
2	0.203	0.150	0.097	0.128	0.111	0.112	0.060	0.104
3	0.115	0.105	0.097	0.042	0.043	0.090	0.097	0.096
4	0.088	0.070	0.144	0.066	0.040	0.060	0.103	0.073
5	0.097	0.096	0.116	0.086	0.081	0.088	0.109	0.083
6	0.114	0.062	0.112	0.057	0.155	0.128	0.096	0.111
7	0.086	0.057	0.088	0.057	0.075	0.075	0.120	0.098
8	0.094	0.044	0.094	0.094	0.087	0.107	0.131	0.135
9	0.083	0.066	0.059	0.060	0.071	0.091	0.129	0.161
10	0.059	0.069	0.090	0.082	0.077	0.107	0.150	0.113

Continuación.

**2) DIETA SABROSA (D-438)**

INCREMENTO DE PESO								
DIA	RATON 1	RATON 2	RATON 3	RATON 4	RATON 5	RATON 6	RATON 7	RATON 8
1	3.554	3.001	2.032	1.921	-0.685	2.830	3.230	3.205
2	1.314	2.543	0.939	0.316	0.437	2.134	1.443	2.251
3	1.783	2.022	1.068	0.477	0.057	1.088	0.944	1.310
4	0.683	1.461	0.588	0.367	0.179	0.771	0.401	0.467
5	0.296	0.396	0.520	0.142	-0.520	0.282	0.631	0.068
6	-0.214	-0.285	-0.537	-0.271	0.084	-1.901	0.184	0.630
7	-0.960	-1.059	-0.460	-0.750	-0.262	-0.903	-0.348	-0.314
8	-1.707	-1.929	-0.964	-0.666	-0.158	-0.600	-0.353	-0.377
9	-2.067	-1.963	1.368	-1.086	-0.923	-1.165	-0.211	-0.023
10	-1.297	-2.508	-0.988	-1.079	-1.329	-1.398	-0.550	-1.343
CONSUMO DE PROTEINA								
DIA	RATON 1	RATON 2	RATON 3	RATON 4	RATON 5	RATON 6	RATON 7	RATON 8
1	0.294	0.260	0.288	0.275	0.237	0.296	0.264	0.157
2	0.068	0.086	0.191	0.063	0.106	0.124	0.123	0.143
3	0.129	0.094	0.088	0.129	0.102	0.161	0.059	0.120
4	0.072	0.064	0.079	0.114	0.064	0.069	0.054	0.128
5	0.073	0.057	0.072	0.096	0.422	0.060	0.055	0.129
6	0.064	0.056	0.075	0.086	0.060	0.089	0.071	0.103
7	0.070	0.088	0.075	0.069	0.092	0.092	0.052	0.102
8	0.065	0.066	0.059	0.149	0.047	0.022	0.033	0.090
9	0.072	0.077	0.101	0.026	0.064	0.178	0.032	0.083
10	0.092	0.062	0.066	0.053	0.070	0.130	0.029	0.085

Continuación.

3) DIETA COMERCIAL (DC)

INCREMENTO DE PROTEINA								
DIA	RATON 1	RATON 2	RATON 3	RATON 4	RATON 5	RATON 6	RATON 7	RATON 8
1	1.903	1.688	1.934	2.403	1.912	2.524	2.791	-0.474
2	1.726	1.421	0.755	1.511	0.864	1.607	1.009	-0.946
3	1.498	0.789	0.802	0.870	-0.102	0.641	0.476	2.035
4	0.417	0.084	0.281	-0.003	-0.232	0.552	0.651	1.272
5	-0.363	-0.292	-0.354	-0.606	-0.339	-0.142	-0.391	-0.250
6	-0.416	-0.882	0.008	-0.878	-0.678	-0.580	-0.353	-0.334
7	-0.771	-1.216	-1.035	-0.928	-0.853	-0.600	-0.212	-0.153
8	-0.454	-1.705	-0.027	-1.615	-0.554	-0.989	-0.541	-0.517
9	-1.487	-2.140	-0.938	-1.821	-1.032	-1.485	-1.045	-0.861
10	-1.541	-1.509	-2.516	-2.001	-1.586	-1.534	-1.025	-1.472
CONSUMO DE PROTEINA								
DIA	RATON 1	RATON 2	RATON 3	RATON 4	RATON 5	RATON 6	RATON 7	RATON 8
1	0.183	0.164	0.118	0.189	0.171	0.194	0.183	0.181
2	0.099	0.0004	0.043	0.079	0.033	0.019	0.051	0.059
3	0.051	0.058	0.038	0.054	0.055	0.038	0.042	0.423
4	0.029	0.055	0.043	0.041	0.025	0.042	0.045	0.053
5	0.045	0.042	0.033	0.049	0.038	0.038	0.042	0.073
6	0.081	0.025	0.026	0.017	0.046	0.044	0.032	0.060
7	0.081	0.031	0.033	0.060	0.053	0.059	0.047	0.054
8	0.077	0.058	0.034	0.056	0.079	0.049	0.070	0.047
9	0.098	0.033	0.035	0.051	0.055	0.041	0.027	0.038
10	0.107	0.036	0.047	0.047	0.058	0.041	0.044	0.043

Continuación.

4) DIETA HARINA SABROSA (DH-438)

INCREMENTO DE PESO								
DIA	RATON 1	RATON 2	RATON 3	RATON 4	RATON 5	RATON 6	RATON 7	RATON 8
1	3.148	3.041	1.879	3.144	4.445	2.521	2.641	-0.471
2	2.198	3.047	1.256	2.232	2.867	0.919	3.611	3.850
3	1.218	1.587	1.927	1.925	2.136	-0.244	3.385	3.052
4	0.763	1.423	1.456	2.292	1.885	-0.297	2.764	2.567
5	0.876	1.305	1.288	3.153	2.007	-0.185	1.867	1.453
6	-0.283	1.012	1.391	1.431	1.137	0.262	2.253	2.060
7	-0.803	0.854	0.936	1.712	1.765	0.239	1.738	1.090
8	-0.231	-0.842	0.310	1.881	0.989	1.636	2.090	0.676
9	-1.425	-0.392	0.415	0.857	2.158	1.098	1.750	0.566
10	-1.310	0.087	1.108	0.110	1.620	2.183	1.730	0.385
CONSUMO DE PROTEINA								
DIA	RATON 1	RATON 2	RATON 3	RATON 4	RATON 5	RATON 6	RATON 7	RATON 8
1	0.191	0.125	0.171	0.286	0.260	0.241	0.274	0.228
2	0.038	0.063	0.081	0.096	0.072	0.052	0.456	0.210
3	0.088	0.071	0.185	0.085	0.066	0.050	0.200	0.207
4	0.034	0.049	0.106	0.121	0.164	0.040	0.147	0.183
5	0.170	0.031	0.862	0.193	0.139	0.079	0.090	0.155
6	0.030	0.018	0.065	0.061	0.064	0.072	0.185	0.149
7	0.166	0.049	0.094	0.116	0.215	0.164	0.174	0.119
8	0.134	0.056	0.107	0.141	0.151	0.074	0.226	0.126
9	0.108	0.072	0.075	0.064	0.187	0.086	0.174	0.138
10	0.028	0.028	0.081	0.141	0.151	0.114	0.186	0.143

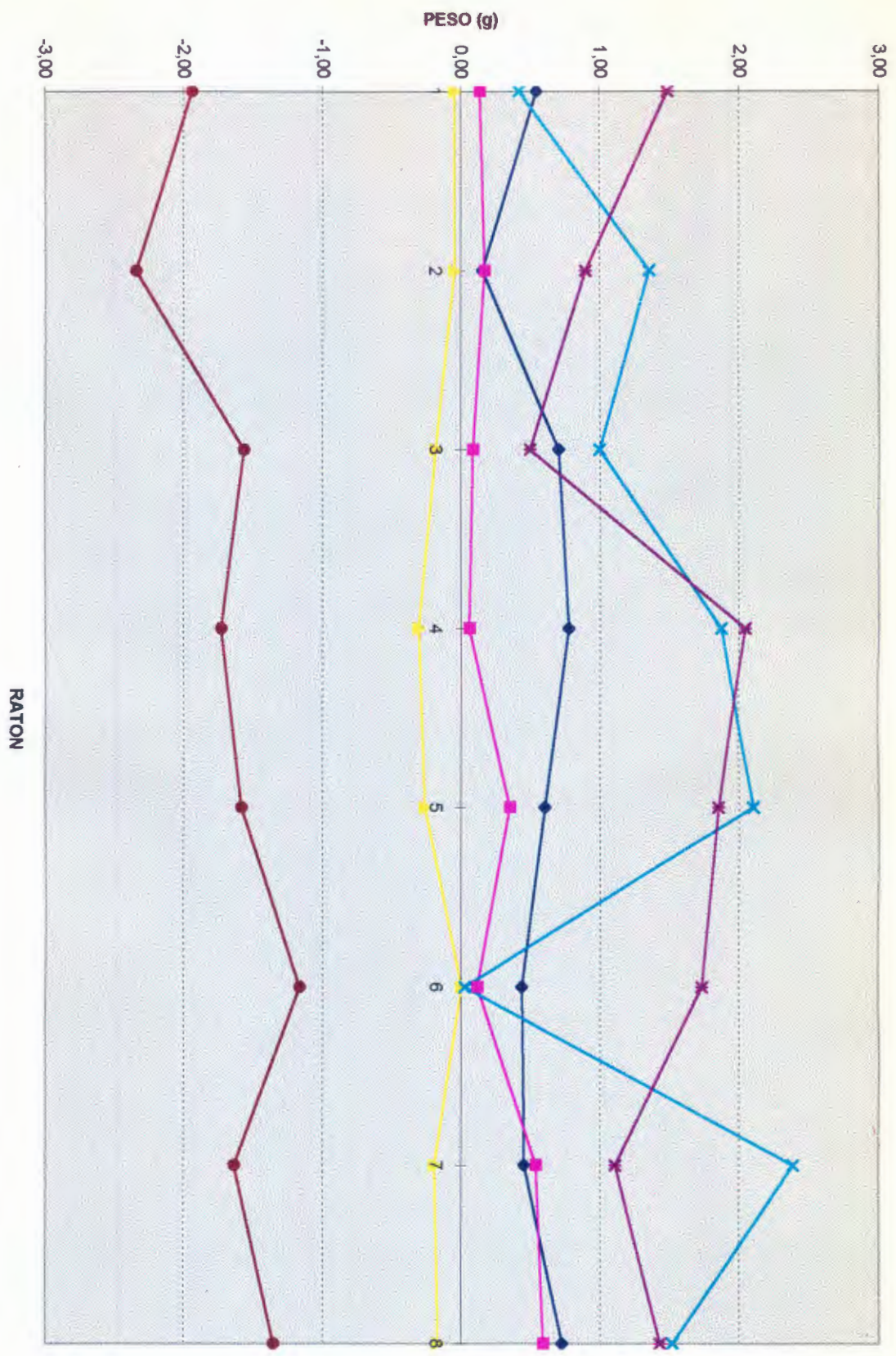


Continuación.

5) DIETA PATRON (DP)

INCREMENTO DE PESO								
DIA	RATON 1	RATON 2	RATON 3	RATON 4	RATON 5	RATON 6	RATON 7	RATON 8
1	2.501	2.877	2.055	2.408	2.902	1.789	1.647	1.511
2	2.388	2.466	1.803	2.002	2.803	2.193	1.579	1.511
3	2.315	1.175	1.934	2.232	2.507	1.799	1.720	1.301
4	1.561	1.170	1.488	2.135	2.753	1.118	1.279	2.331
5	0.998	1.228	1.003	2.186	1.895	1.118	0.839	1.033
6	1.175	1.015	0.210	1.414	1.887	1.154	1.062	0.834
7	0.996	0.545	0.487	1.881	1.833	2.067	0.584	1.317
8	0.994	0.421	0.310	2.037	0.990	2.049	1.263	1.809
9	0.958	0.770	1.355	2.147	0.989	1.910	0.589	0.921
10	0.984	0.295	1.381	2.006	0.436	2.109	0.498	1.734
CONSUMO DE PROTEINA								
DIA	RATON 1	RATON 2	RATON 3	RATON 4	RATON 5	RATON 6	RATON 7	RATON 8
1	0.306	0.280	0.287	0.224	0.215	0.251	0.261	0.260
2	0.229	0.156	0.098	0.137	0.108	0.161	0.188	0.170
3	0.161	0.170	0.144	0.153	0.222	0.129	0.166	0.152
4	0.126	0.082	0.117	0.114	0.100	0.077	0.174	0.102
5	0.114	0.049	0.047	0.228	0.140	0.150	0.166	0.141
6	0.205	0.086	0.065	0.129	0.147	0.196	0.178	0.135
7	0.144	0.070	0.066	0.161	0.130	0.215	0.192	0.164
8	0.207	0.112	0.081	0.181	0.135	0.090	0.150	0.155
9	0.187	0.089	0.079	0.150	0.116	0.158	0.136	0.135
10	0.211	0.080	0.052	0.148	0.138	0.162	0.042	0.144

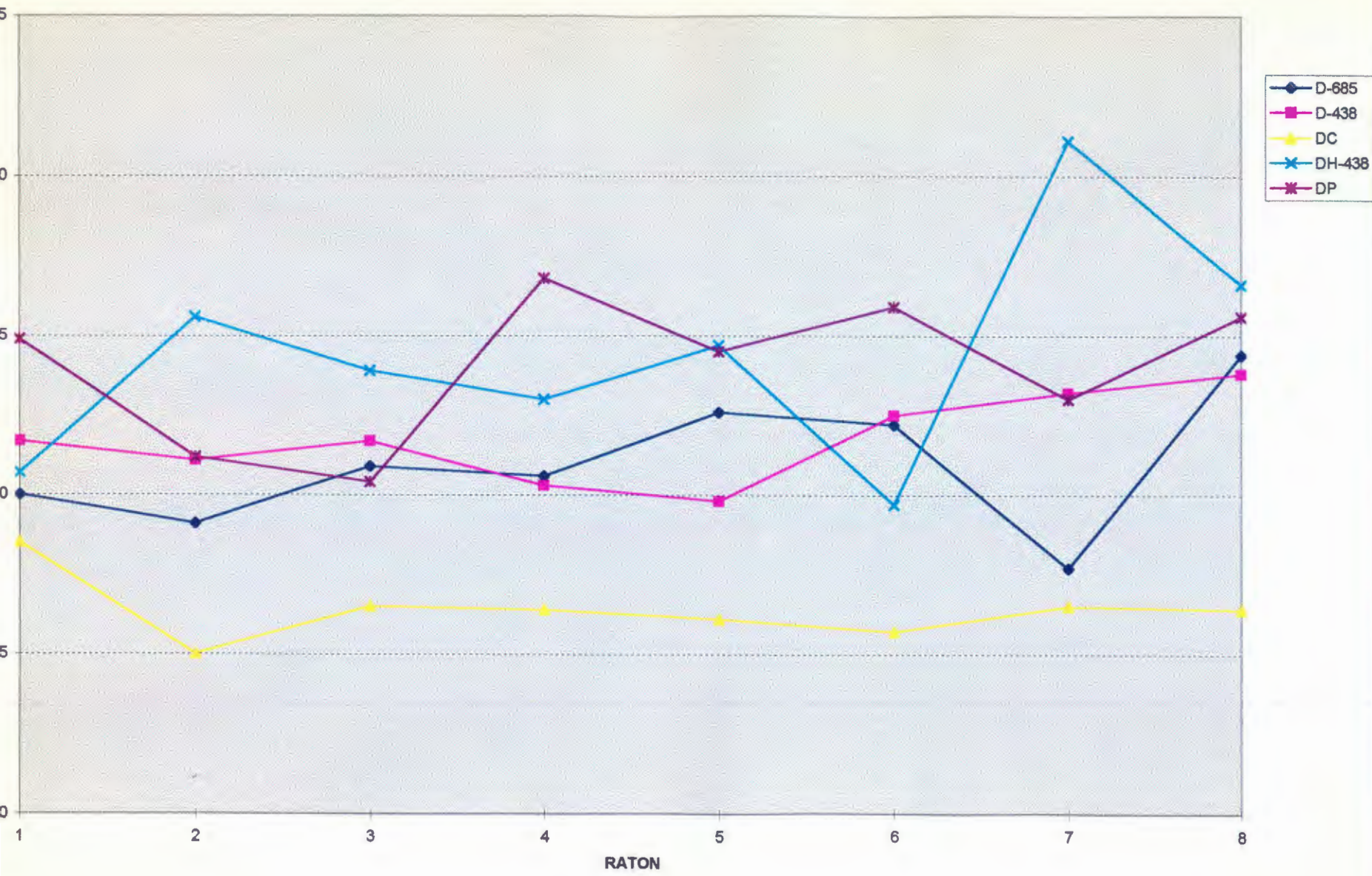
PROMEDIO DE INCREMENTO (g) DE LOS RATONES



- D-685
- D-438
- DC
- DH-438
- DP
- DLN



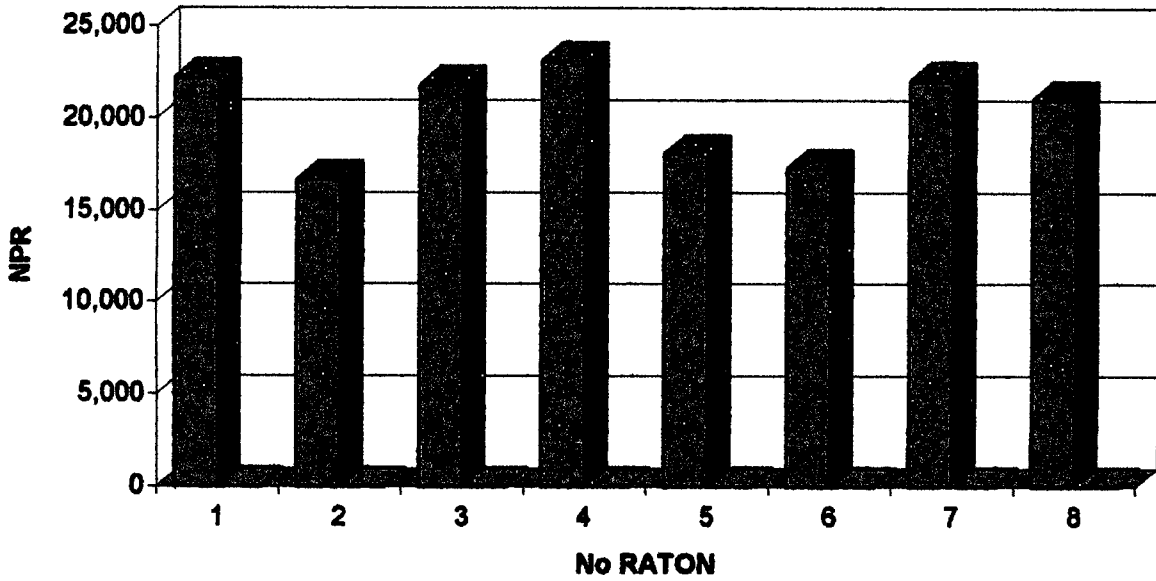
# PROMEDIO DE CONSUMO (g) DE PROTEINA



# ANEXO 6

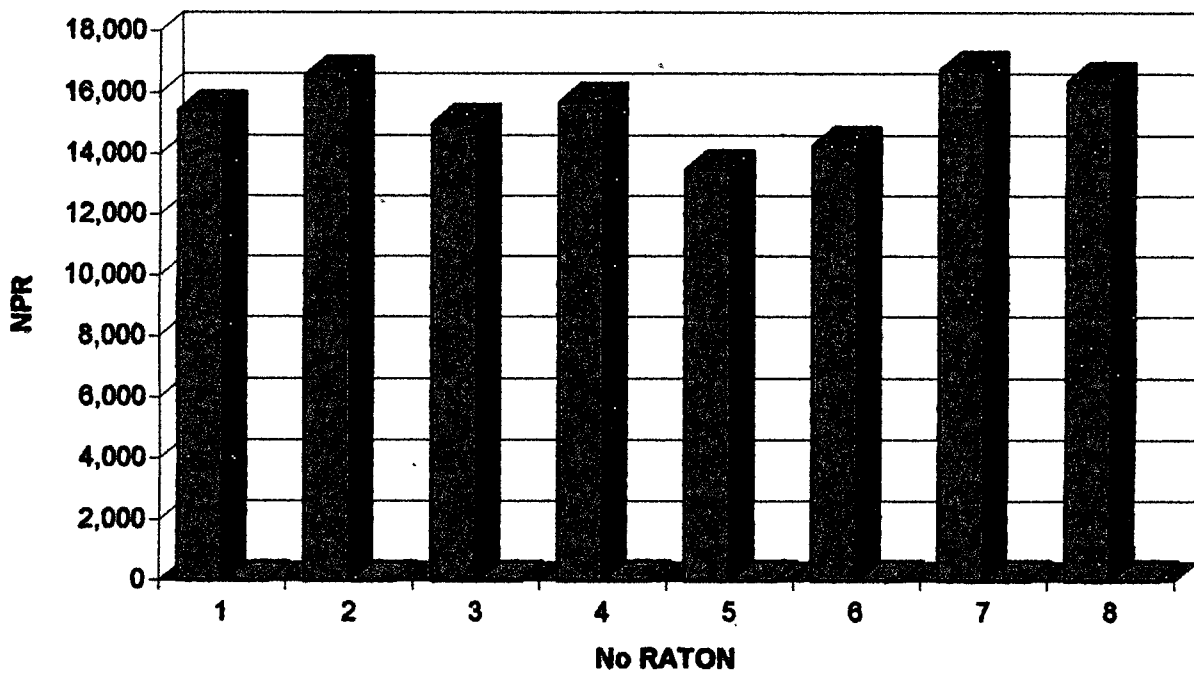
## GRAFICA DE NPR

### DIETA NUTRITIVA



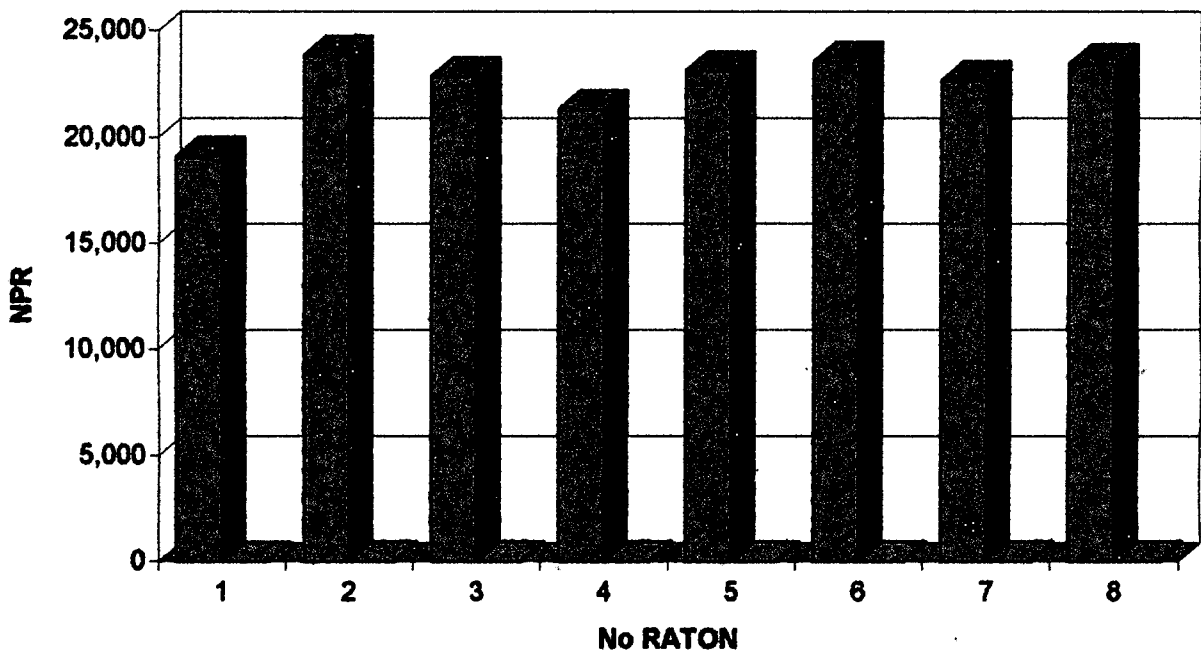
# GRAFICA DE NPR

## DIETA SABROSA



# GRAFICA DE NPR

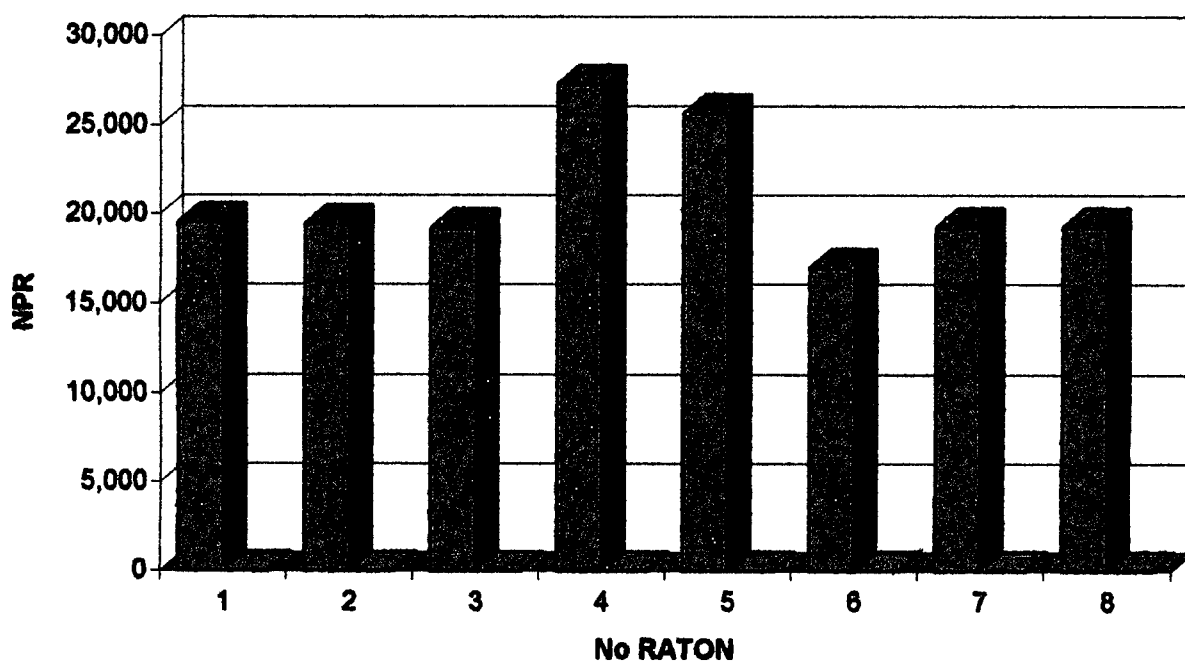
## DIETA COMERCIAL





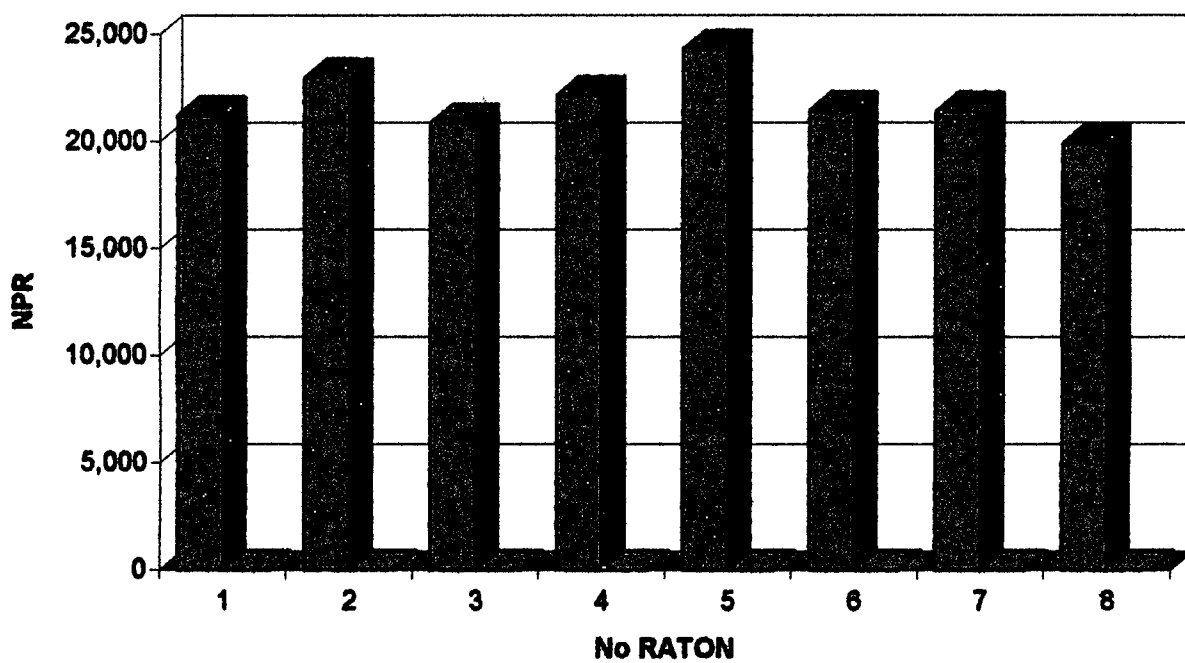
# GRAFICA DE NPR

## DIETA HARINA SABROSA

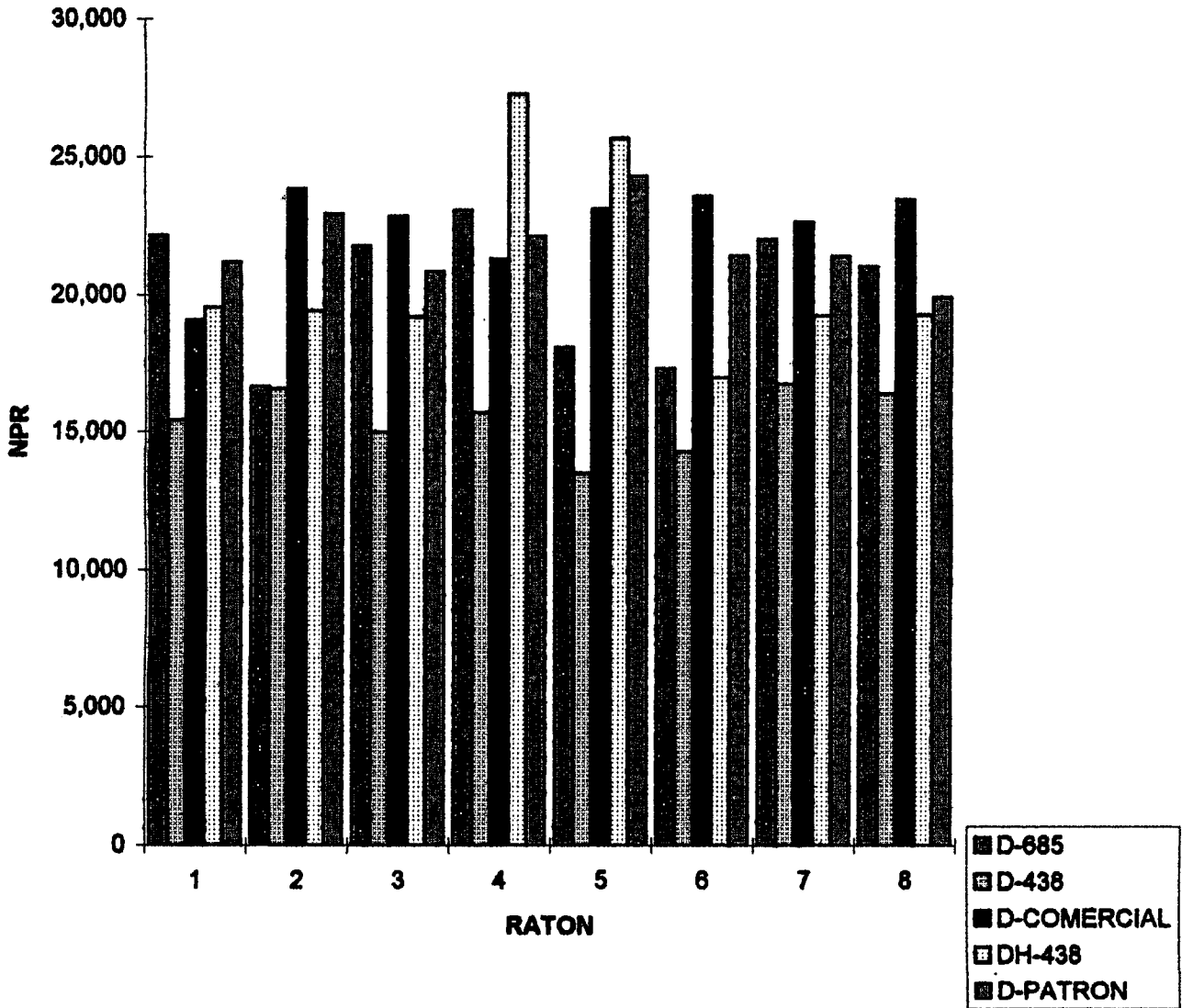


# GRAFICA DE NPR

## DIETA DE CASEINA



### GRAFICA COMPARATIVA DE NPR



## **BIBLIOGRAFIA**

**AGENJO, C. C. 1956. Enciclopedia de la leche. Epasa-Calpe; España. pp 827-830.**

**ALMEIDA-DOMINGUEZ, N.G. Valencia, M.E. and Higuera-Ciapara. 1990. I. Formulation of corn-based snack with high nutritive value; biological and sensory evaluation. Journal of Food Science. 55:228-230.**

**ANONIMO. 1986. Los entremeses "snack". Su creciente popularidad en América. México. Alimentos procesados. 4:5.**

**ANUARIO DE AGRICULTURA SEMILLAS. 1965. México. p. 366.**

**AOAC, Official methods of analysis. 1992. Association of Official Analytical Chemists. Washington D. C. pp 79,342,777 y 834.**

**BADUI, D. S. 1989. Química de los alimentos. Alhambra mexicana. pp 33, 80-87, 384, 385.**

**BERNARDINI, E.J., Baquero F. 1981. Tecnología de aceites y grasas. Alhambra. primera edición. p. 61.**

**BRESSANI, R., Benavides, V., Acevedo, E. and Ortíz, M.A. 1990. Changes in selected nutrient contents and in protein quality of common and quality-protein maize during rural tortilla preparation. Cereal Chemistry. 67:515.**

**BRITO, J. and Nuñez, N. 1982. Evaluation of sesame flour as a complementary protein source for combinations with soy and corn flours. Journal of Food Science. 47:457-460.**

**CHEFTEL, J.C., Lonnet, D. 1989. Propiedades alimentarias. Bioquímica. Propiedades funcionales. Valor Nutritivo. Modificaciones Químicas. Acribia S.A. pp 120-121.**

**COMISION NACIONAL DE ALIMENTACION (CONAL). 1990. Perfiles de los alimentos estratégicos. Primera edición. México. pp 35,39**

**COMUNICACION PERSONAL con la Dra. Josefina Morales de León. Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán. 17 de noviembre de 1994.**

**DAS, K.P. and Kinsella, J.E. 1983. Droplet size and coalescence stability of whey protein stabilized milkfat peanut oil emulsions.**

**DE CHAVEZ, M., Hernández, M., Roldán, J. A. 1992. Tablas de uso práctico del valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México. México. Instituto Nacional de la Nutrición. Salvador Zubirán. p. 2.**

**DELORIT, R., Ahlgren, H. 1975. Producción Agrícola. Segunda impresión. CECSA. pp 52-56.**

**DESROSIER, N.W. 1992. Elementos de tecnología de alimentos. Continental. México. pp 38,39,695-697.**

**DUXBURY, D.D. 1987. Increased yields, consistency with improved masa corn flours in Mexican foods, snack chips. Food Processing. pp 50**

**EGAN, H., Kirk, R.S., Sawyer, R. 1992. Análisis Químico de Alimentos de Pearson. CECSA. México. p. 525.**

**ESCAMILLA, S.C. 1991. Evaluación de la calidad en condimentos para botana. I. Estandarización sensorial de materia prima. UAQ. División de estudios de posgrado de la Facultad de Química. pp 1-3.**

- FENNEMA, O.R.** 1993. Química de los alimentos. Acribia, S.A. pp 281,282.
- FESSENDEN, S.J. y Fressenden, J.R.** 1983. Química Orgánica. Iberoamericana. México. p.896.
- GOMEZ, M.H., Mc Donough, C.M., Rooney, L.W. and Waniska, R.D.** 1989. Changes in corn and sorghum during nixtamalization and tortilla baking. *Journal of Food Science*. 54: 334. Corn starch changes during tortilla chips processing. 1992: *Cereal Chemistry*. 69:276-277. Starch characterization of nixtamalized corn flour. 1991. *Cereal Chemistry*. 68:578-582.
- GONZALEZ, G.A.** 1973. Explotación del ajonjolí en Sinaloa. México. Cultural. pp 25-28.
- GRAN ENCICLOPEDIA LAROUSSE.** 1991. Planeta. Tomo 1. p. 269. Tomo 14 p. 6834.
- HUDSON, B.J.F. and Hall.** 1994. New and developing sources of food proteins. Department of Food Science and Technology. pp 273-274.
- KATZ, S.H., Hediger, M.L. and Valleroy, L.A.** 1974. Traditional maize processing techniques in the new world, *Science* 184:765.
- KRAUSE, M. y Hunscher, M.,** 1985. Nutrición y dietética en clínica. Interamericana. Quinta edición. México. pp 70-72.
- MANUALES PARA LA EDUCACION AGROPECUARIA, "Maíz", SEP/Trillas.** 1985. Quinta reimpresión. México. pp 9-18. "Cultivos oleaginosos". SEP/Trillas. 1990. México. pp 23-26.
- MAZZANI, B.** 1962. Mejoramiento del ajonjolí en Venezuela. pp 113-115.



**Mc DENNOT, R. 1987. Funtionality of dairy in infant formula and nutritional speciality product. Food Tecnology. pp 91-86.**

**MATA, I.J.A. 1978. Industrialización de la leche. UAQ. pp 185-186.**

**MORGAN, K.J. 1983. The role of snacking in the american diet. Cereal Foods World. 28:305-306.**

**ORTIZ, J.C. 1992. Tecnología de productos lácteos. México. UAQ. pp 383-386, 398-401**

**PARK, J. and Rheek, S. 1993. High-protein texturized products of defatted soy, flour, corn starch and beef; shelf-life, physical and sensory properties. Journal of Food Science. 58:21-27.**

**PEDRERO, L.D. y Pangborn, R.M. 1989. Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos. Alhambra. pp 15,105-107.**

**PRINYAWIWATKUL, W., Resurrección, A.V.A. 1993. optimization of sensory qualities of an extruded snack based on cornstarch and peanut flour. Food Science and Technology/LWT. 26:393.**

**POMERANZ, Y. 1984. Ciencia y tecnología moderna del cereal. p.29.**

**RAMOS, G.R. 1985. Alimentación normal en niños y adolescentes teoría y práctica. Edit. El manual moderno, S.A. de C.V. pp 157-156,730.**

**RENZ, A.S. and Renner E. 1987. Fortification of non dairy food waith dairy ingredient. Food waith dairy ingredient . Food Tecnology. p.122.**

**REYES, O.M., Sicilia-Chávez, M.P. 1991. Elaboración de un dulce de amaranto. México. UAQ. p.1**

**RIOS, O.R. 1989. Tecnología de botanas. UAQ. pp 119-125,133-139.**

**ROCKLAND, B.L. and Radke, M.T. 1981. Legume protein quality. Food Technology. 35:79.**

**ROONEY, L.W. and Serna-Saldívar, S.O. 1987. Food uses of whole corn and dry-milled fractions. In "Corn Chemistry and Technology" (ED.) Watson, S.A. and Ramstad, P.E. American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, MN. pp 399-426.**

**SALCEDO, R. 1993. Desarrollo de fórmulas para botanas con maíz, soya y amaranto, evaluación sensorial y nutricional (NPR). UAQ. pp 27-29.**

**SALDANA, G. and Brown, H.E. 1984. Nutritional composition of corn and flour tortillas. Journal of Food Science. 49:1202.**

**SARH. Subdelegación de Agricultura. 1995. Apuntes no publicados. Querétaro.**

**SOSA, A. 1994. La calidad de la tortilla en la ciudad de Querétaro. UAQ. pp 19,23,24,26,27-29.**

**STAUFFER, C.E. 1983. Corn-based snack. Cereal Foods World. 28:301-303.**

**SUAREZ, Z.R. 1992. Apuntes no publicados de desarrollo de nuevos productos. Querétaro. México. UAQ.**

**TESTER, R. and Momson, W. 1990. Swelling and gelatinization of cereal starches. I. Effects of amylopectin, amylose and lipids. Cereal Chemistry. 67:551-555.**

**TETTWEILER, P. 1991. Snacks foods worldwide. Food Technology. 45:58-62.**

**TONELLA, L.M., Sánchez, M. and Salazar, M.G. 1983. Physical, chemical, nutritional and sensory properties of corn-based fortified food products. Journal of Food Science. 48:1637-1639.**

**WARREN, A.B., Knat, D.L. and Michnowski, J. 1983. Protein fortification of cookies, crackers and snack bars: uses and needs. Cereal Foods World. 28:441-444.**

**WILSIE, C. 1966. Cultivos: Aclimatación y distribución. Acribia España. pp 408-410.**

**YOUNG, R.V. y Pellet, L.P. 1980. Evaluación nutricional de los alimentos proteínicos. Universidad de las Naciones Unidas. pp 123-125.**

**ZUBIRAN, S. 1987. Cuadernos de Nutrición. Publicación del Instituto Nacional de la Nutrición, CONASUPO y sus empresas industriales. 10(vol. 1):30,32.**