

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS

LA EXTRUSION EN ALIMENTOS

198

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A

ISAAC LICHTINGER WAISMAN

México, D.F.

1975



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CLAS. Tesis
ADQ. 1975
FECHA MIT
PROC. 190



QUIMICA

HONORABLE JURADO

PRESIDENTE	PROF. ENRIQUE GARCIA GALEANO
VOCAL	PROF. ANGELA SOTELO LOPEZ
SECRETARIO	PROF. ALEJANDRO GARDUÑO TORRES
1er. SUPLENTE	PROF. ANTONIO VALIENTE BARDERAS
2do. SUPLENTE	PROF. RUBEN BERRA COSS

SITIO DONDE DESARROLLO EL TEMA:
ESPECIALIDADES INDUSTRIALES Y
QUIMICAS S.A.

ASESOR DEL TEMA:
PROF. ALEJANDRO GARDUÑO TORRES

Dedico esta tesis:

A quienes más admiro, quiero y respeto;
mis padres, que con su amor y cariño, han
motivado en mí el camino recto en la vida.

A mis hermanos, por el cariño que
les tengo y por la amistad incalculable
que hay entre nosotros.

A mi familia.

A mi novia, quién ha sabido darme el amor y el aliento en los momentos más difíciles. Por el gran amor que siento por ella.

A todo aquel que crea
ser mi amigo.

A la poca gente buena que
queda en este mundo.

A mi director de tesis, que admiro por su dedicación y honradez y supo guiarme y ayudarme en la realización de este trabajo.

Doy las gracias a:

Ing. Isaac Haidenberg por su inagotable ayuda y consejos para el desarrollo de esta tesis.

Ing. Adolfo Berman y Sra. Flisser por permitirme desarrollar mi tesis en las instalaciones de la fábrica "Especialidades Industriales y Químicas S.A."

INDICE

CAPITULO I: INTRODUCCION.....	1
CAPITULO II: EXTRUSION	15
1 Antecedentes	16
2 Clasificación de extrusores alimenticios	18
3 Modelo de la masa al ser extruída	22
4 Efectos de los cambios en las condiciones de operación sobre la zona de fusión	27
5 Textura en productos extruídos	28
6 Metodología de procesado por extrusión	35
7 Veriajas de un procesamiento apropiado durante la extrusión	37
CAPITULO III: LOS BOCADILLOS Y EL FRIJOL DE SOYA.....	38
1 Los bocadillos y la soya	39
2 Adición de sabores a bocadillos preparados por extrusión	51
CAPITULO IV: MATERIALES Y EQUIPO	54
1 Equipo	55
2 Materiales	55
CAPITULO V: EXPERIMENTO Y RESULTADOS	67
1 Experimento	68
2 Características de las pruebas	69
3 Interpretación de las pruebas	70
4 Análisis bromatológico del producto	79
5 Evaluación del bocadillo por medio de métodos sensoriales	81
6 Cálculos económicos preliminares	85
CAPITULO VI: CONCLUSIONES	88
BIBLIOGRAFIA	95

CAPITULO I

INTRODUCCION

I INTRODUCCION

La población numerosa y de tan rápido crecimiento en el mundo, ha dado lugar a una gran problemática con respecto a su alimentación.

La mala o buena alimentación, dependen de la región y de los estados económicos reinantes.

En los países desarrollados, donde vive la tercera parte de los habitantes del globo, se cuenta con suficientes alimentos que algunas veces son ingeridos en exceso; por otro lado, las otras dos terceras partes de la población mundial que son países en vías de desarrollo, tienen una alimentación muy pobre, nutricionalmente hablando.

En los últimos años se han llevado a cabo movimientos importantes para mejorar el abastecimiento de alimentos; sin embargo, al mismo tiempo se han incrementado otro tipo de problemas tales como: competencia entre productores, problemas de almacenamiento y de transporte, precios, deficiente distribución a los grupos necesitados, etc. La solución de estos problemas no es fácil, por lo que es necesaria una serie de medidas que deben ser planeadas y llevadas a la práctica. México es uno de los países donde en forma más urgente se requiere una planeación integral en todos los aspectos, desde la producción hasta el consumo. (17)

Los estrechos lazos entre la alimentación y el desarrollo socio-económico de México fueron subrayados a principios del siglo pasado por Humboldt: "un tercer obstáculo contra el progreso de la población de la Nueva España y acaso el más cruel de todos, es el hambre, los indígenas americanos están acostumbrados a contentarse con la menor proporción

de alimentos para vivir...". (12)

Esta circunstancia puede ser explicada a la luz de varias investigaciones que plantean el mecanismo siguiente: la desnutrición crónica de las clases trabajadoras estimula el subdesarrollo socioeconómico a través del impulso de una limitación en la actividad física y mental, ó sea de la eficiencia y la productividad, lo que disminuye la producción y el ingreso, y a su vez condiciona incapacidad para consumir una dieta adecuada; en esta forma, que es un círculo vicioso, se regresa a la desnutrición crónica. (17)

En forma muy clara se puede observar en el siguiente cuadro #I-1 que la disponibilidad de alimentos en México en diferentes años, en la mayoría de los productos ha habido un aumento significativo; los mas importantes se registraron en los productos más comunes en la alimentación del pueblo, tales como maíz, trigo, frijol y papa, los cuales son pobres nutricionalmente. (17)

En el cuadro #I-2, se presentan los mismos datos, pero agrupando los alimentos desde el punto de vista nutricional, expresados en peso neto, que corresponde a la porción comestible de cada uno de ellos, por persona y por día. (17)

En el cuadro anterior se nota que hay incrementos muy diferentes según el alimento de que se trate y que para algunos de ellos el cambio ha sido muy poco significativo. Sin embargo, el incremento global en las disponibilidades de alimentos ha sido del orden del 30% para el período considerado, por lo que el cambio es apreciable. En 1940 se disponían de menos de 2000 calorías y 55 g. de proteínas totales por persona y por día, valores semejantes a

CUADRO # I-1

Cambio en la disponibilidad de alimentos en México.

(Kilogramos en peso bruto por persona y por año).

ALIMENTOS	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1969
Maíz	95.9	98.1	106.8	122.3	121.4	139.3	131.9
Trigo	28.1	29.2	36.2	24.3	36.2	25.0	38.4
Otros Cereales	5.9	5.4	6.7	6.5	7.1	7.8	6.9
Frijol	7.2	7.0	7.9	19.4	15.1	17.6	14.1
Garbanzo	1.4	3.7	2.6	2.3	2.9	2.6	3.0
Otras Leguminosas y Oleaginosas	1.8	1.9	3.9	3.1	4.0	4.2	3.5
Papa	3.3	4.4	4.1	4.5	6.4	5.5	6.1
Camote	2.6	2.3	2.2	2.3	2.3	2.4	2.0
Tomate y Jitomate	7.8	5.0	7.5	7.1	5.8	7.9	8.7
Chile	2.1	2.0	2.0	2.5	3.0	3.7	4.7
Aguacate	2.4	2.5	2.2	2.4	2.6	2.9	2.7
Otras Verduras	2.0	2.8	2.7	2.8	2.6	2.3	6.8
Naranja	9.5	11.7	19.3	17.6	19.0	16.8	17.3
Plátano	18.0	17.8	14.5	12.6	15.5	20.4	19.1
Melón y Sandía	2.3	1.7	1.9	2.9	3.2	6.1	3.8
Piña	3.2	2.5	2.7	3.0	4.2	4.6	5.1
Otras Frutas	16.4	17.3	18.1	17.9	21.3	24.6	23.4
Carnes	21.7	18.4	17.2	18.4	26.9	26.9	26.7

ALIMENTOS	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1969
Pescados y Mariscos	1.9	1.6	1.8	3.0	2.3	3.0	3.1
Leche	81.2	81.5	76.3	77.8	98.4	101.7	89.2
Huevo	3.4	3.5	3.9	4.8	4.9	5.7	6.1
Azúcar	21.8	22.6	22.6	27.2	30.8	32.1	36.1
Grasas	6.5	7.0	6.2	6.2	5.6	6.5	6.5

Fuente (17)

CUADRO # 1-2

Cambios en la disponibilidad de alimentos, calorías y proteínas en México. (Gramos en peso neto por persona y por día)

ALIMENTOS	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1969
Cereales	334.5	343.2	385.9	392.1	424.4	441.0	431.0
Leguminosas y oleaginosas	27.5	33.4	37.0	50.0	56.3	65.0	55.0
Raíces feculentas	13.1	14.9	14.1	15.0	19.1	17.5	18.0
Verduras	28.4	22.8	29.1	29.9	27.7	34.0	51.0
Frutas	93.2	96.5	103.5	98.5	114.6	130.2	124.0
Carnes	39.9	35.3	31.4	39.2	45.9	57.8	57.0
Leche	222.5	222.3	209.0	213.3	288.9	278.5	244.3
Pescados y mariscos	2.6	2.3	2.6	6.2	3.2	4.0	6.3
Huevo	8.3	8.5	9.4	11.6	11.9	13.9	14.9
Azúcar	59.8	62.0	61.9	74.4	84.0	89.5	98.9
Grasas	17.7	19.1	17.0	16.8	16.8	17.9	17.8
Calorías	1991.0	2058.0	2166.0	2277.0	2522.0	2662.0	2619.0
Proteínas totales	54.3	55.3	58.8	62.6	72.0	78.1	72.0
Proteínas animales	17.1	16.2	15.0	16.1	22.6	23.3	22.7

Fuente (17)

los que en la actualidad tiene la India; en la actualidad se dispone de más de 2600 calorías y un poco menos de 75 g. de proteínas que son las cifras reconocidas como mínimas para un país en desarrollo como el nuestro.

Por otro lado, producción no es sinónimo de disponibilidad, en la misma forma que crece la producción, también crecen, y a veces en mayor grado, las pérdidas, las exportaciones y los usos industriales y forrajeros. En el cuadro # I-3 se muestran las hojas de balance desarrolladas por el Instituto Nacional de la Nutrición en su último estudio, que fué realizado en 1969.

De las hojas de balance se nota que México ya es un país exportador de alimentos. En el año de 1969 se vendieron más de un millón de toneladas de cereales y alrededor de medio millón de toneladas de verduras y azúcar. (17).

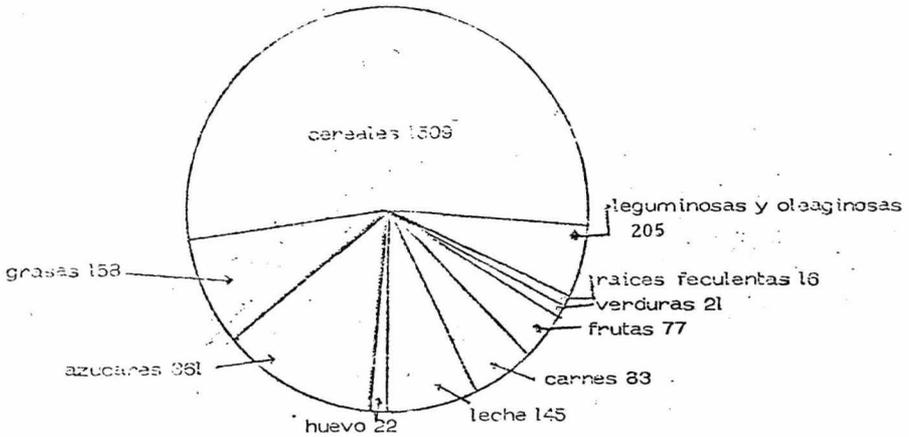
Los cereales son, por mucho, la principal fuente nutritiva para la población mexicana como se muestra en el cuadro # I-4. (17).

Los alimentos con gran contenido de carbohidratos son ingeridos en mayor cantidad en las dietas. El 70% del consumo promedio individual de calorías en México es a partir de alimentos ricos en carbohidratos, sobre todo cereales; en el cuadro # I-5 se anotan los valores de consumo de carbohidratos dependiendo de la región del globo. (11).

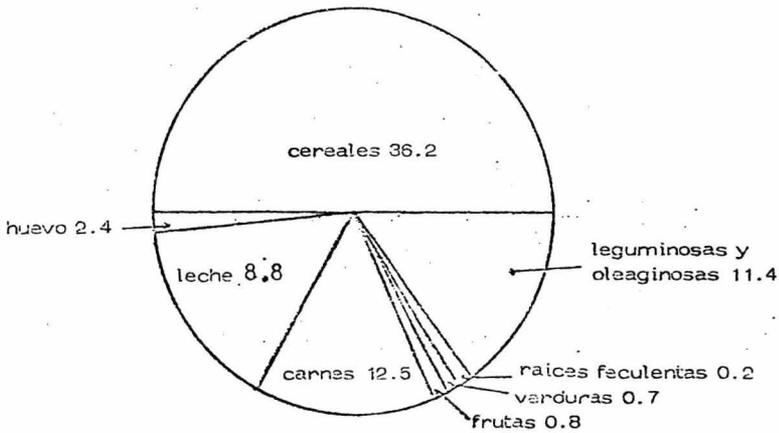
Según recomendaciones de la FAO y del INN, México satisface las necesidades de su población en cuanto a volúmenes totales, pero con respecto de calidad hay un déficit ligero para las proteínas totales y más marcado en las proteínas animales (17). Esto se muestra en el cuadro # I-6.

CUADRO # I-4

Alimentos fuentes de calorías y proteínas
Disponibilidad nacional (1969).



CALORIAS (disponible total: 2619)



PROTEINAS (disponible total 72 g.)

Fuente (17)

CUADRO # I-5

Porcentaje de calorías de grupos de alimentos en diferentes regiones.

	Nivel Calórico per Cápita (Calorías)	Alimentos Con Alto contenido en Carbo-Hidratos (%)	Carne, Pescado Huevos y Leche (%)
E. U. A.	3190	40	30
Europa del Sur	2720	60	13
México	2580	70	11
Brasil	2710	71	12
India	2060	74	6
Japón	2360	78	7
Africa del Este	2390	83	6

Fuente (11)

CUADRO #I-6:

Disponibilidad y recomendaciones de nutrimentos en 1969.

NUTRIMENTOS	DISPONIBILIDAD POR HABITANTE	RECOMENDACIONES
Calorías	2819.0	2600.0
Proteínas totales (g.)	72.0	75.0
Proteínas animales (g.)	22.7	25.0
Calcio (mg.)	639.0	600.0
Hierro (mg.)	18.89	18.0
Vitamina A (mg.)	0.803	1.8
Tiamina (mg.)	2.18	1.3
Riboflavina (mg.)	0.91	1.9
Niacina (mg.)	26.8	26.0
Vitamina C (mg.)	81.0	80.0

Fuente (17)

Del cuadro anterior es notorio que existen deficiencias acentuadas en vitamina A y en robiflavina (verduras y leche).

Un fenómeno muy interesante es que en los últimos doce años, a pesar de los incrementos en la producción, no ha habido un aumento paralelo en la disponibilidad, sino que ha permanecido constante (17). En el siguiente cuadro # I-7 se aprecia que la disponibilidad de calorías y proteínas en los últimos años no ha cambiado.

Esto lleva a pensar en la siguiente premisa: la incapacidad de la población para consumir estos volúmenes más grandes de alimentos estriba en el poco poder adquisitivo del dinero, y de la población con poco gasto energético (los desocupados).

Aunque México ya logra llegar a los requerimientos nutricionales mínimos, no quiere decir de ninguna manera que ya no hay escasez de alimentos, sino que se debe tratar de sobrepasar en un 15% más para poder abastecer a la población de pocos recursos. Esto significa que la meta es de tres mil calorías por persona y por día. Esto no puede lograrse nada más con una mayor producción sino que hay que promover el poder de compra en la población marginada y llevar a cabo una campaña de educación alimentaria.

Desde hace varios siglos, se sigue teniendo en México la "dieta indígena" que tiene como base el maíz. Este alimento ha sido calificado por el Dr. Zubirán como "fuente de la dieta y de la desgracia del pueblo mexicano" porque a la vez que ha dado sustento energético al pueblo,

CUADRO #I-7

Disponibilidad de calorías y proteínas en los últimos años.

NUTRIENTES	1953	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
Calorías	2528	2320	2523	2501	2544	2674	2492	2662	2747	2625	2547	2619
Proteínas	75.2	69.4	74.9	74.4	73.8	75.5	73.1	73.1	79.4	76.0	75.1	72.0
Proteínas animales	20.5	20.6	22.6	20.3	22.2	21.4	21.6	23.3	21.7	22.9	22.9	22.7

Fuente (17)

también por su desequilibrada composición y su carencia respecto a varios principios nutritivos, produce con frecuencia desnutrición.

La "dieta indígena" consta de un 60 a 80% de calorías provenientes del maíz que presenta mayores problemas que la "dieta mestiza" que incluye alimentos de origen animal.

En los medios rurales se tiende a la "dieta indígena" y en los medios urbanos a la "dieta mestiza".

Las consideraciones anteriores están íntimamente ligadas a distintos estudios científicos y sociales. La investigación ha de estar encaminada a resolver las carencias urgentes y esenciales del país.

En este trabajo se desarrolló un producto que puede, en forma parcial, resolver algunos de los problemas enunciados anteriormente, utilizándose como base del proceso, un extrusor; por lo que se desarrolló además una investigación a nivel técnico.

CAPITULO II

EXTRUSION

- 1 Antecedentes
- 2 Clasificación de extrusores alimenticios
- 3 Modelo de la masa al ser extruída
- 4 Efectos de los cambios en las condiciones de operación sobre la zona de fusión
- 5 Textura en productos extruídos
- 6 Metodología de procesado por extrusión
- 7 Ventajas de un procesamiento apropiado durante la extrusión

II EXTRUSION

I ANTECEDENTES

Desde la era prehistórica cuando el hombre descubrió el fuego, ha tratado de utilizarlo para su provecho. Poco a poco, a través del tiempo se han ido desarrollando métodos más efectivos en el cocinado de alimentos; la extrusión es solamente uno de los muchos métodos de que se dispone.

La extrusión de alimentos es un proceso en el cual un material alimenticio es forzado a fluir, por medio de un tornillo sinfín, bajo condiciones de mezclado, calentamiento y esfuerzo a través de un dado, que se encuentra diseñado para dar forma, secar y expandir el producto extruido.

La extrusión es un método de cocinado de alimentos con gran capacidad de producción, además abarca un amplio campo de utilización, como es: texturizado de proteínas vegetales, impartir formas y densidades diversas en los productos, etc.

El proceso de extrusión puede ser controlado por medio de diferentes condiciones de operación; es un buen convertidor de energía eléctrica en energía térmica y tiene buenas características como proceso de secado. (22)

Los extrusores tienen la propiedad de mezclar, reducir humedades por medio del calor, gelatinizar los almidones, controlar inhibidores de proteínas lábiles al calor, formar y expandir los productos extruidos, etc.

Por medio de la elección de ingredientes en una formulación, cambios en la geometría del extrusor y en las condiciones de operación, se pueden obtener productos de densidades muy variadas; chiclosos, blandos, quebradizos, flexibles, duros o firmes, etc. (22).

Un mismo equipo con buenas condiciones sanitarias y con un mínimo en la modificación de sus componentes puede servir para producir una gran variedad de productos como son por ejemplo: alimentos precocidos para animales, cereales para consumo humano, salchichas de diferentes tipos, etc.

Otra ventaja del equipo es la posibilidad de adicionar ingredientes con alto contenido proteínico a productos con alto contenido en carbohidratos para formar alimentos más balanceados. Este tipo de productos se puede presentar como bocadillos, cereales, productos imitación carne, etc.

Es posible extruir carne de pescado con una mezcla base en cereales; estos productos pueden ser agregados en forma de hojuelas a sopas (22)

Este tipo de alimentos puede ser mezclado con queso, condimentados, se les puede agregar una gran variedad de sabores y se les puede colorear. (19)

Hay una gran variedad de posibilidades de crear nuevos productos, por lo que cada investigador debe tomar en cuenta las ventajas y desventajas que puede tener una determinada formulación.

Además, después de extruir el alimento, se obtiene un producto libre de microorganismos patógenos.

Los extrusores que son operados a altas temperaturas en corto tiempo (HT/ST) cocen al alimento casi sin dañar la calidad protéica, con un mínimo efecto sobre las vitaminas.

2 CLASIFICACION DE EXTRUSORES ALIMENTICIOS

Los extrusores se pueden clasificar desde el punto de vista termodinámico en los siguientes grupos:

a) Extrusores autógenos (quasi-adiabáticos) - generan su propio calor por conversión de energía mecánica en el proceso de flujo. No es necesario utilizar un extrusor enchaquetado, ya sea para enfriar ó calentar.

b) Extrusores isotérmicos - mantienen una temperatura constante a lo largo del extrusor por medio de una chaqueta de enfriamiento para remover el calor generado por la conversión de energía mecánica.

c) Extrusores politrópicos - las condiciones de operación de estos aparatos oscilan entre las condiciones de extrusores autógenos é isotérmicos.

Los extrusores pueden considerarse como una especie de bomba, y como tal pueden ser clasificados de acuerdo con la forma en que es desarrollada la presión (18) En el cuadro # II-1 se muestra una clasificación de los extrusores y sus aplicaciones.

CUADRO # II-1

CLASIFICACION DE LOS EXTRUSORES Y SUS APLICACIONES (como Bombas)

TIPO DE EXTRUSORES	CARACTERISTICAS	APLICACIONES						
		bocadillos	cereales	pastas	pasteles	salchichas	alimentos para animales	proteínas e imitación carne
Directo (desplazamiento positivo)								
Presión	Poco esfuerzo, continuo.	X			X	X		
Indirecto (arrastre viscoso)								
Tipo de rodillos	Poco esfuerzo, continuo.	X	X		X	X		
Tipo de tornillo sin fin simple	Mucho esfuerzo, continuo.	X	X	X	X		X	X

Fuente (18)

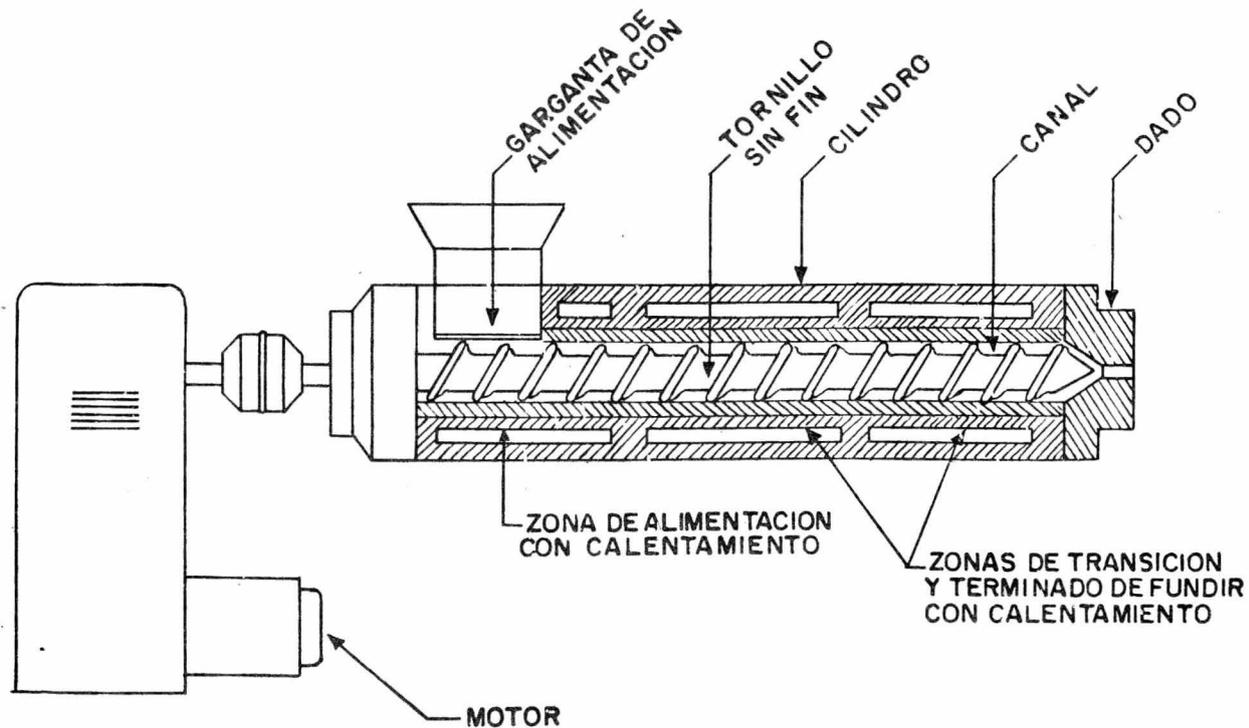
1) Extrusor de desplazamiento positivo ó directo.- corresponde con los extrusores del tipo de pistón. El extrusor de tipo pistón ha sido utilizado principalmente para salchichas. En este tipo de extrusor, las propiedades del material antes y después de extruir son las mismas, ésto es porque no se presenta casi ningún esfuerzo. Debe enfatizarse que, en los procesos de extrusión, la intensidad del esfuerzo al cual un material está sujeto y el lugar en donde se encuentra en esfuerzo son muy importantes.

2) Extrusor indirecto ó del tipo de obstáculo viscoso - Este tipo de extrusores desarrollan una masa viscosa, por lo que se modifican las características del producto extruído. El extrusor cilíndrico es utilizado para compuestos muy pegajosos que no requieren de alta presión para formarse. Se utiliza mucho en confitería.

3) Otro tipo de extrusor es el de tornillo sinfín sencillo.

Los principales elementos de un extrusor simple se muestran en la figura # II-1. El material es alimentado a través de la garganta de alimentación al canal del tornillo sinfín. El tornillo sinfín gira dentro de un barril. Un motor mueve al tornillo sinfín y un dado se encuentra en la última parte del extrusor. El barril está dividido en tres zonas de calentamiento. (18)

ELEMENTOS DE UN EXTRUSOR SIMPLE



3 MODELO DE LA MASA AL SER EXTRUIDA

En años recientes se ha estudiado é investigado mucho el proceso de extrusores para plásticos, sin embargo no se ha publicado mucho sobre extrusión de alimentos.

Las propiedades de los alimentos son mucho muy complejas comparadas con las de los plásticos, por lo que son muy difíciles de definir. Así por ejemplo, los alimentos no se funden únicamente como los plásticos, como ocurre en la gelatinización del almidón, que es un fenómeno irreversible dependiente del tiempo, lo cual complica mucho la reología y los cambios químicos que ocurren durante la reacción. Estas limitaciones complican el diseño de extrusores alimentarios. (18)

Bajo condiciones normales de proceso, a lo largo del tornillo sinfín se van a encontrar lugares en donde la masa está fundida y lugares en donde se encuentra en forma sólida; este comportamiento es muy importante de controlar para una determinada velocidad de producción (25).

Los extrusores están constituídos por tres zonas de calentamiento a lo largo del tornillo sinfín. La primera es la zona de alimentación, la segunda es la zona de transición y la tercera es donde el producto alimenticio se encuentra por lo general fundido en forma homogénea. Lo anterior se muestra en la figura # II-2.

A la zona del extrusor en la cual existe fusión y en donde están presentes dos fases (sólido y líquido) se le llama zona de fundido. Esta zona por lo general incluye parte de la zona de alimentación, parte o toda la zona de transición y por lo general parte o toda la tercera zona.

ZONAS DEL EXTRUSOR

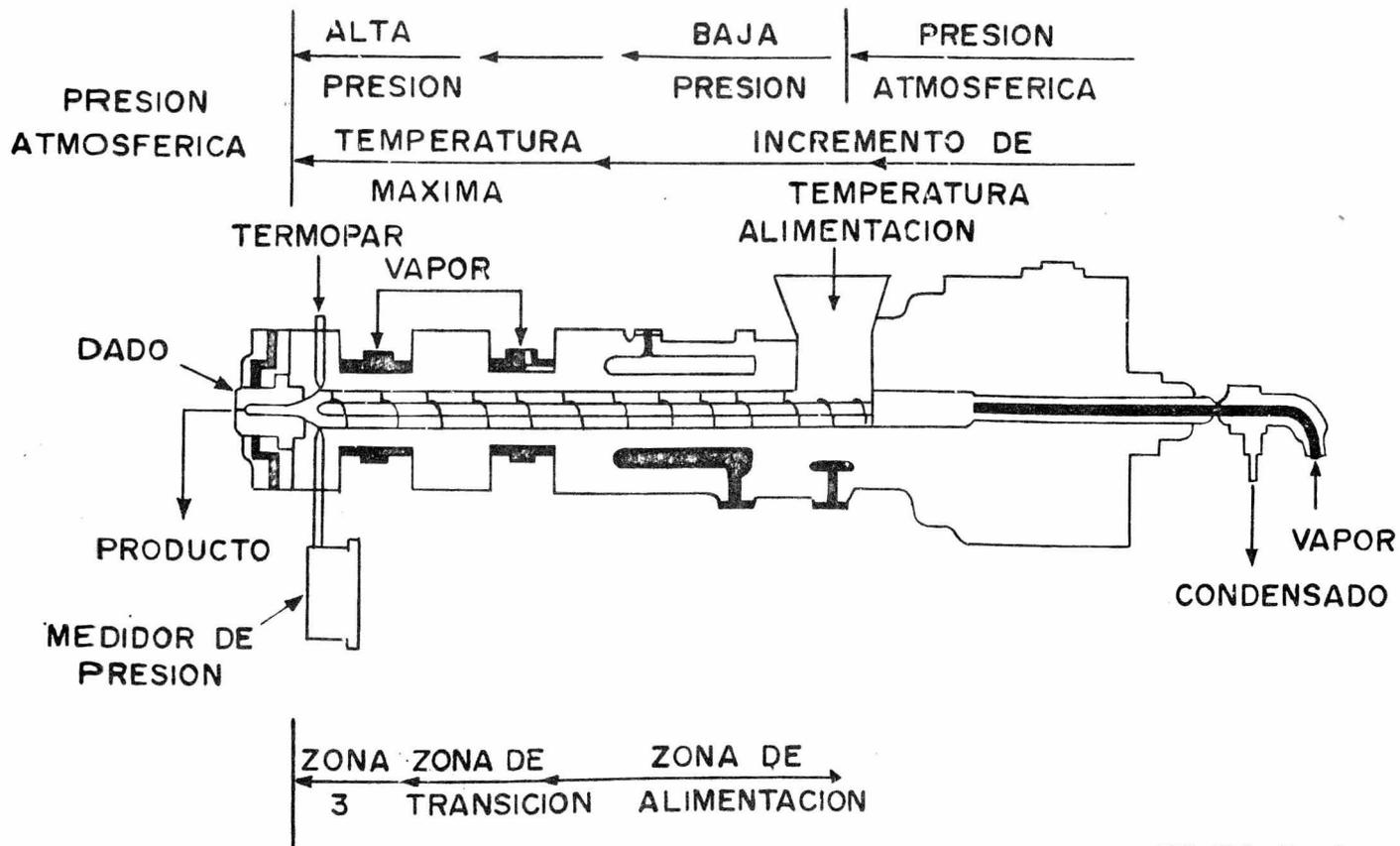


FIGURA No. II - 2

La mayor ó menor fusión depende de las condiciones de operación, como pueden ser la temperatura, la velocidad del tornillo sinfín, ensamble del equipo, etc.

El mecanismo de fusión de los plásticos en un extrusor fué estudiado por primera vez por Maddock y Street (10). Este mecanismo puede ser aplicado a productos alimenticios sólidos formando una masa fundida.

El comportamiento del producto alimenticio puede describirse como sigue:

La mayor parte del fundido se lleva a cabo en la pared interna del cilindro y entre la pared interna del cilindro y la cama sólida alimenticia. El movimiento del tornillo sinfín hace que esta capa fluya hasta encontrarse con la siguiente rosca y caiga a una alberca en donde se mezcla con alimento previamente fundido. Conforme va avanzando el material, el tamaño de la masa fundida crece y la cama sólida decrece.

El calor para la fusión es suministrado a través de la pared del cilindro, y por medio de calor viscoso disipado de la capa de la mezcla
(25)

La fusión también se lleva a cabo siguiendo el mismo mecanismo en los casos en que el cilindro no es calentado externamente. En esta operación autotérmica ó operación autógena todo el calor es suministrado por disipación viscosa de la capa entre la cama sólida y el cilindro. En la figura # II-3 se ilustra el modelo anterior.

En este modelo se supone que en la capa, el material fundido se comporta como un fluido no-newtoniano, dependiendo del perfil de temperaturas en la capa fundida. (25)

MODELO DE LA MASA FUNDIDA

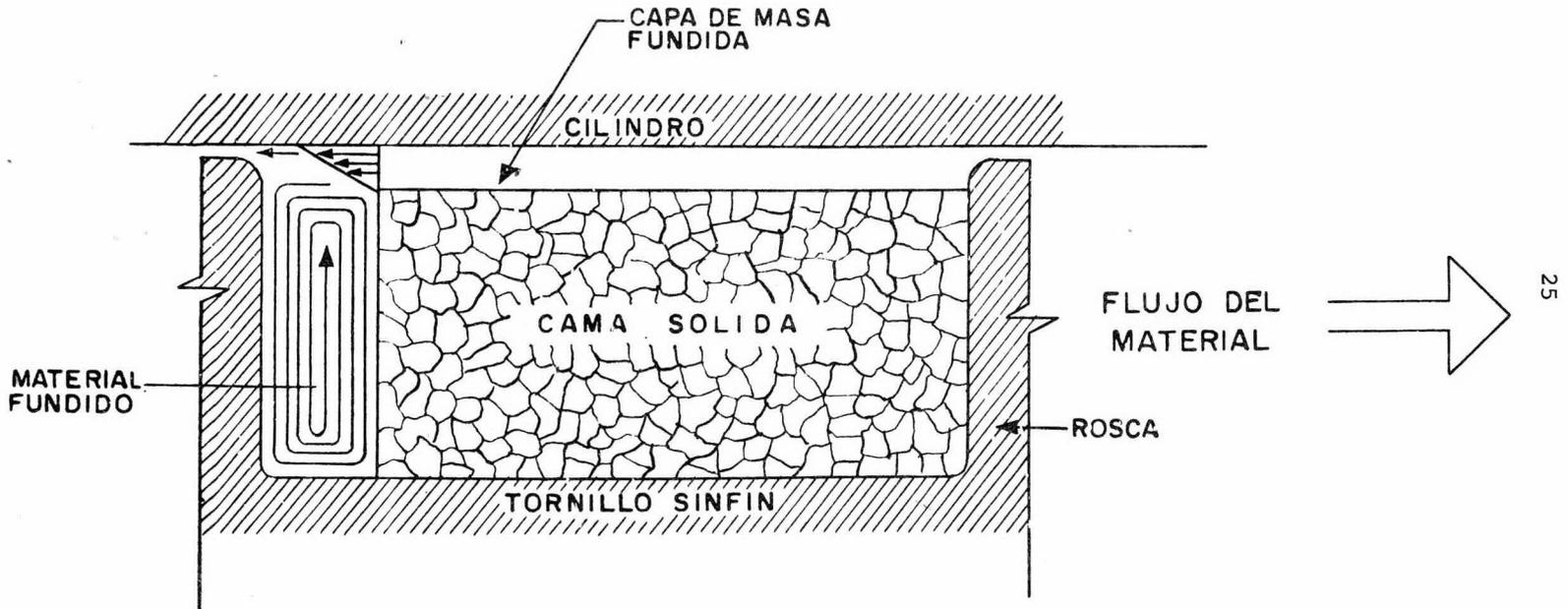


FIGURA No. II - 3

El modelo anterior predice el espesor de la cama sólida en todos los puntos de la zona de fundido del extrusor. El modelo es aplicable cuando se obtiene un régimen permanente y bajo las siguientes consideraciones:

a) Un balance de calor en la interfase, entre la cama sólida y la capa fundida.

b) Un balance de masa en la capa fundida, suponiendo que la velocidad con que el sólido se funde en la interfase es igual a la velocidad con que la masa fundida es arrastrada de la superficie interna del cilindro hasta la alberca de masa fundida.

c) Un balance de masa diferencial sobre la cama sólida en la dirección axial.

Para definir el balance de calor hay que encontrar los perfiles de temperatura en la capa fundida y en la cama sólida.

Se asume también que en cada punto en el extrusor, la cama sólida se mueve con velocidad constante en dirección axial y hacia la interfase sólido-masa fundida.

Este modelo se puede utilizar para diagnosticar el comportamiento a la fusión de un determinado producto alimenticio en un extrusor, cambiando las condiciones de operación, por medio de la simulación en una computadora.

4 EFECTOS DE LOS CAMBIOS EN LAS CONDICIONES DE OPERACION SOBRE LA ZONA DE FUSION

La extrusión es un proceso en el cual se pueden dar valores a variables hasta llegar a un sistema crítico en el cual se obtiene el producto deseado.

Las variables que más afectan al comportamiento de fusión de un producto alimenticio son: a) La velocidad de flujo, b) la velocidad del tornillo sinfín y c) la temperatura.

Dándoles valores a estas variables, la presión queda automáticamente con un valor, que en ciertos casos en la extrusión de alimentos es muy importante.

a) Velocidad de flujo

Por medio de la simulación en computadoras se ha encontrado que la velocidad de flujo afecta en forma muy acentuada el largo de la zona de fusión.

Para obtener una velocidad de flujo mayor sin cambiar la velocidad del tornillo sinfín, se tiene que aumentar el tamaño de la salida en el dado para disminuir la presión.

A velocidades de flujo mayores, el mecanismo de fusión del producto alimenticio se retrasa, dando como resultado un producto con diferentes propiedades.

b) Velocidad del tornillo sinfín

Si se mantienen todas las variables con un valor constante y se aumenta la velocidad del tornillo sinfín; la cantidad de calor viscoso disipado en la capa fundida aumenta, así como la velocidad a la cual la capa fundida es arrastrada hacia la alberca de producto fundido.

c) Temperatura del cilindro.

Al elevar la temperatura del cilindro, aumenta la transferencia de calor del cilindro a la masa alimenticia. Manteniendo las otras variables de operación constantes, dando lugar a un incremento en la viscosidad del producto.

5 TEXTURA EN PRODUCTOS EXTRUIDOS

Cuando se extruye una mezcla dada de ingredientes, el producto es reestructurado; pero para lograr un producto con determinada textura (además de la cuidadosa selección de ingredientes y aditivos que impartan junto con las condiciones de operación, la textura deseada del producto extruido) se deben llevar a cabo ciertos pasos durante el proceso de extrusión que son vitales para obtener un producto final adecuado. Los pasos y variables que influyen en la textura de un producto alimenticio son (23):

- 1) Tamaño de las partículas de los ingredientes seleccionados.
- 2) Los métodos de alimentación y acondicionamiento de la mezcla a procesar.
- 3) El tipo y puntos de aplicación de humedad a los ingredientes seleccionados.
- 4) Control de temperatura y humedad de producto alimentado al extrusor.
- 5) La relación de sólido/humedad a lo largo del extrusor.
- 6) Un sistema capaz de modificar la temperatura en cualquiera de las tres zonas del extrusor cuando la temperatura seleccionada varía.

7) Control de la velocidad del tornillo sinfín.

8) Controlar la relación de tiempo y temperatura en cada zona del extrusor.

9) Controlar el punto en el extrusor en que la masa alcanza la máxima viscosidad. Esto sucede durante la gelatinización de almidones, cuando la masa es humedecida y la viscosidad aumenta.

10) En la última zona del extrusor la temperatura se encuentra arriba del punto de ebullición del agua, sin embargo, como el área seccional del extrusor en la cual la masa es conducida ha sido reducida, además de la alta presión a la que está sometida la masa por el movimiento del tornillo sinfín en contra del dado de salida del producto, la humedad de la masa sufre una expansión violenta al salir del extrusor, debido a la diferencia de presiones entre el ambiente y la del extrusor. El volumen de expansión del producto va a depender de las fracciones volátiles que contenga el producto, la cantidad perdida depende de la temperatura de extrusión y de las propiedades de los volátiles presentes. (15)

Después de que el producto sale del dado se expande violentamente para después contraerse hasta un diámetro de equilibrio. Se cree que el diámetro de equilibrio es controlado por la evaporación de las fracciones volátiles que generan una cierta presión en el producto expandido contra fuerzas contrarias, hasta que el producto se ha endurecido lo suficiente como para soportarse a sí mismo. Por ejemplo, si se extruye un material muy grasoso con poca humedad y a temperaturas entre 116°C y 138°C y un flujo grande, se va a generar poco vapor por la evaporación de volátiles y el producto obtenido casi

no se expande. Por otro lado, si se utiliza maíz desengrasado con un 25% de humedad, a 176.5°C y se extruye, se obtiene una relación de expansión entre 30 y 50% con respecto al área del orificio del dado y una densidad de 0.1 g/cm³. (15)

En el cuadro # II-2 se aprecia como cambian los diámetros de equilibrio con la composición del producto. (15)

El balance de calor durante la expansión del producto sería el siguiente:

$$M\lambda = (m_s C_{p_s} + m_l C_{p_l}) T$$

en donde,

M = masa evaporada :

λ = calor latente de vaporización

m_s = masa de sólidos

m_l = masa de líquidos

C_{p_s} = calor específico de los sólidos

C_{p_l} = calor específico de líquidos

La caída de temperaturas del producto extruído debido a la evaporación de volátiles será:

$$T = \frac{M \lambda}{(m_s C_{p_s}) + (m_l C_{p_l})}$$

En la siguiente figura II-4 se representa la variación de la temperatura en diferentes fases de la extrusión de maíz desengrasado. (16)

- 11) Selección de las dimensiones del dado.
- 12) Seleccionar el tipo de secador, tiempo de residencia, temperatura y velocidad del aire de enfriamiento.
- 13) Selección del equipo para reducir el tamaño de la partícula antes de extruir.

CUADRO # II-2

RELACION ENTRE EL GRADO DE EXPANSION Y LA
COMPOSICION DEL PRODUCTO

MATERIAL	GRADO DE EXPANSION area seccional de prod. expandido area seccional del dado	GRASA CONTENIDA %
Maíz	16.0	3.9
Maíz desengrasado	35 - 50	0.5
Maíz/Sorgo	20.0	3.5
Soya	1.0	17.7
Maíz/Soya	1.0	8.7
Maíz/Soya desengrasada	20.0	2.5
Avena	1.5	7.0

Fuente (15)

REPRESENTACION IDEALIZADA DE TEMPERATURAS DURANTE
DIFERENTES FASES EN EL COCIDO POR EXTRUSION DE
MAIZ DESENGRASADO

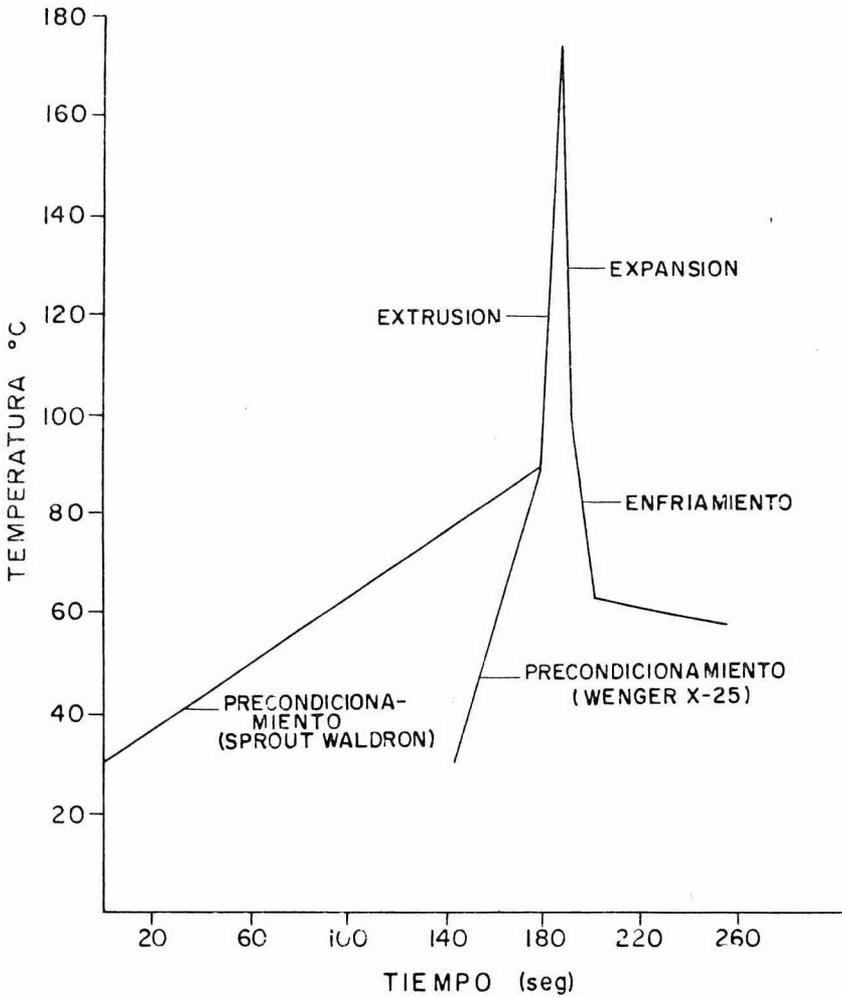


FIGURA No. II - 4

14) Método, estado físico y punto de aplicación del sabor.

15) Limpieza del equipo.

El estudio del comportamiento de la masa alimenticia durante su recorrido dentro del cilindro del extrusor es todavía muy complejo, sin embargo, se ha logrado un progreso en estudios de texturizado. Se deben de seleccionar los ingredientes necesarios para proveer al producto de una determinada estructura, textura, densidad, forma y demás características.

En la selección de ingredientes de una formulación, se debe de dar importancia al valor nutritivo, las características físicas, químicas, de apariencia, etc. para obtener una formulación ideal.

Se pueden adicionar aditivos como los mono-glicéridos que sirven de lubricantes y confieren al producto una textura fina (21)

El azúcar aparte de proporcionar sabor, le dá textura al producto. (21).

El almidón es uno de los compuestos más importantes en la formulación de bocadillos, utilizando mezclas de almidón es posible producir una gran variedad de texturas en productos terminados. Este tipo de productos puede tener texturas diversas desde alimentos ligeramente o muy expandidos hasta alimentos densos que dan una sensación en la boca (textura) de una nuez. Estos bocadillos después de haber sido extruidos se hornean o se fríen. (9)

Las fuentes de almidón utilizadas son muy variadas, como el maíz, papa, tapioca, trigo, avena, milo y soya. (9)

El maíz contiene de 50 a 70% de almidón (principalmente amilosa), el maíz del tipo "común" contiene de 25 a 27% de amilosa, y el maíz ceroso que está constituido esencialmente de 100% de amilopectina.

Los almidones de milo tienen composiciones diferentes de amilosa/amilopectina. El almidón del milo blanco contiene 100% de amilopectina; el milo rojo contiene de 17 a 20% de amilopectina. La suavidad de almidones de milo es considerada superior a la de los demás almidones (9).

La relación amilosa/amilopectina tiene influencia en la textura del producto terminado. Los almidones del tipo ceroso (amilopectina) promueven la expansión del producto y dan como resultado un producto extremadamente ligero y frágil. Por esta razón, la mayoría de los bocadillos contienen cantidades variadas de amilosa, para lograr un control en la textura del producto. Los productos que en su formulación solamente contienen almidón de maíz, milo rojo ó tapioca no tienen mucha acción sobre la expansión, consecuentemente se obtiene un producto con una textura firme. La textura puede ser ablandada un poco por la adición de plastificantes (sacarosa, dextrosa, sorbitol, etc.); sin embargo, es necesario uno de los almidones del tipo ceroso (50% ó más) para obtener un producto de buena calidad. Una formulación que contenga de 5 a 20% de amilosa dará un producto con buenas propiedades. (8)

La cantidad de humedad también afecta a la expansión. Entre más humedad tiene la formulación (de 20 a 26%) más se expande el producto (8).

6 METODOLOGIA DE PROCESADO POR EXTRUSION

Los principales pasos en el procesado por extrusión son los siguientes (23):

- 1) Una alimentación continua de ingredientes en forma de gránulos ó harinas al extrusor.
- 2) Un método para precondicionar con vapor las materias primas a tratar, a temperaturas moderadas y a presión atmosférica. Sin embargo, no todos los ingredientes requieren de un pretratamiento con vapor. Esta adición de humedad debe ser uniforme.
- 3) Un montaje específico del extrusor para cada producto en particular que va a ser procesado, diseñado para convertir el material húmedo en una masa coloidal.
- 4) Un aparato de control de temperatura de la masa coloidal durante el tiempo de residencia en el extrusor.
- 5) Control de una temperatura óptima durante los últimos 30 a 10 seg. (de 115 a 250°C).
- 6) Moldeado del producto a la forma y tamaño requeridos y un aditamento para cortar el producto expandido en segmentos de diferentes tamaños.
- 7) Secado y enfriado del producto a la temperatura y humedad deseadas en un equipo diseñado particularmente para los productos procesados. En la siguiente figura # II-5 se aprecian estos pasos.

Después de los pasos básicos descritos anteriormente, muchos productos extruidos requieren de uno ó más de los siguientes pasos (23):

DIAGRAMA DE FLUJO DE EXTRUSION (HT/ST) DE ALIMENTOS NUTRICIONALES A PARTIR DE CEREALES Y SEMILLAS

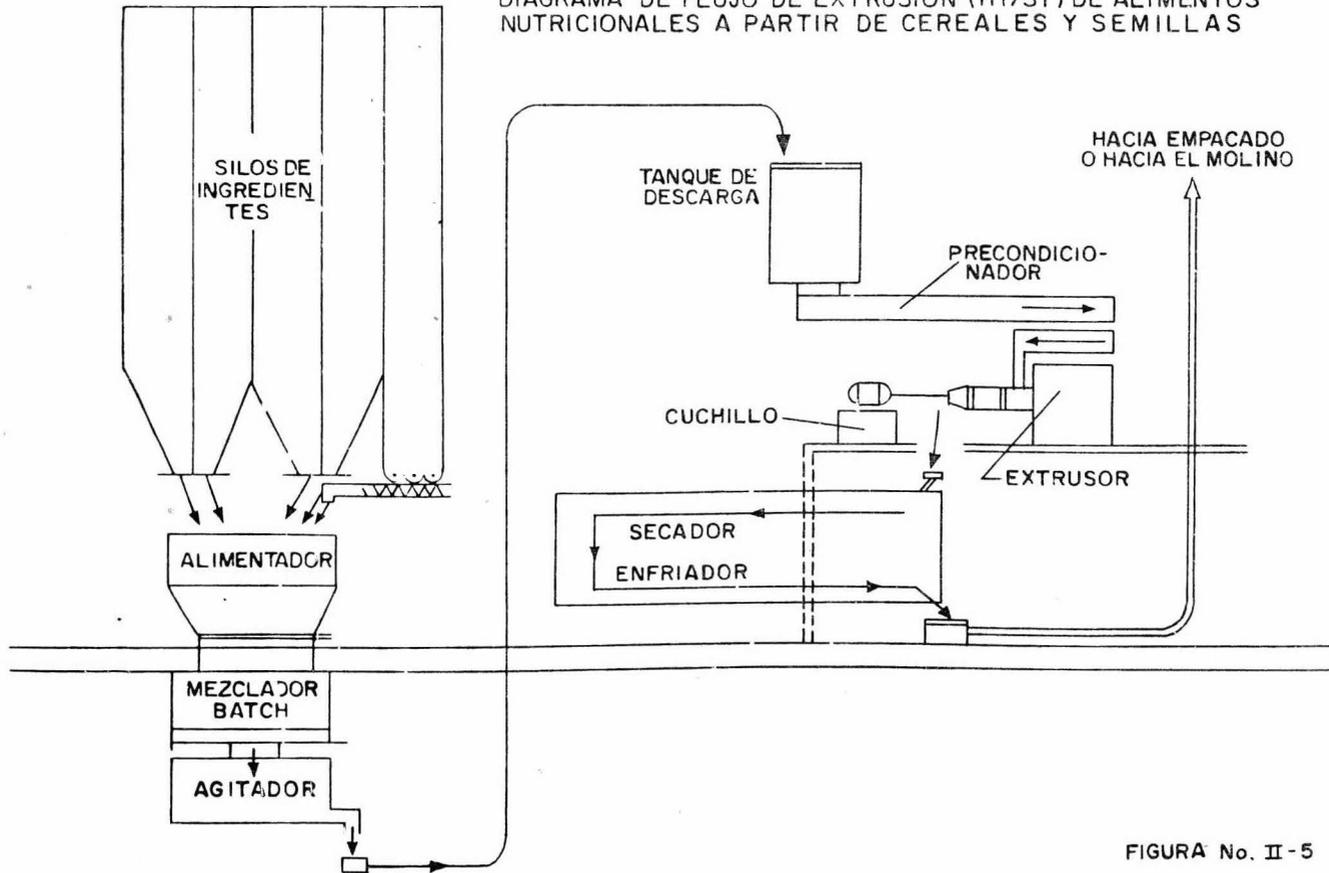


FIGURA No. II-5

a) Aplicación externa de sabores, vitaminas y otros componentes en forma de líquidos que después solidifican, en emulsiones ó en forma de polvos, así como una combinación de ambos.

b) Una reducción en el tamaño de las partículas por medio de molinos.

c) Un equipo separador de tamaño de partículas.

VENTAJAS DE UN PROCESAMIENTO APROPIADO DURANTE LA EXTRUSION

1) La porción amilacea de la mezcla es completamente gelatinizada para máxima digestibilidad; siendo ésto muy importante para alimentos que no necesitan de cocimiento antes de consumirse.

2) La inactivación térmica de inhibidores de proteínas.

3) La elaboración de un producto sanitario, libre de microorganismos tógenos. ✓

4) Un tiempo máximo de almacenamiento sin refrigeración. La tenencia de algunos cereales hacia la oxidación con presencia de rancidez, puede ser reducida por adición de antioxidantes.

5) Se tiene la facilidad de moldear y texturizar alimentos para mejorar aceptabilidad del producto terminado. ✓

6) Existen ciertos sabores que pueden ser incluidos durante el cocido.

7) Minimiza la posibilidad de daño a proteínas y vitaminas por las amas de casa (23). ✓

CAPITULO III

LOS BOCADILLOS Y EL FRIJOL DE SOYA

1 Los bocadillos y la soya

2 Adición de sabores a bocadillos preparados por extrusión

III LOS BOCADILLOS Y EL FRIJOL DE SOYA

1 LOS BOCADILLOS Y LA SOYA

La industrialización de las botanas ha evolucionado mucho en los últimos veinte años. Hasta antes de 1945 los principales bocadillos eran las galletas, papas fritas, palomitas de maíz y nueces, que hasta hoy en día tienen gran aceptación en el mercado (21)

El consumo de bocadillos en ciertas áreas del mundo está creciendo a una velocidad de 7% al año de consumo por persona, mientras que en otras áreas, donde los bocadillos hasta ahora conocidos no son aceptados, presentan grandes oportunidades para introducir diferentes tipos de bocadillos (21)

Se ha llegado a la conclusión de que en muchos países no es práctico cambiar hábitos alimenticios existentes. Se ha propuesto un equipo industrial constituido por un químico en cereales, un tecnólogo de alimentos, un bioquímico, un ingeniero de producción y un ingeniero industrial especialista en mercados más algunos otros especialistas dependiendo de las necesidades, para llegar a formular y desarrollar alimentos que llenen todos los requisitos para una buena aceptación. (24)

Los bocadillos cocinados por extrusión, son solo una pequeña parte de los bocadillos que se encuentran en el mercado (24).

Los bocadillos son productos que tienen una gran demanda; los niños los compran en la escuela, mientras estudian, en una fiesta o reunión es

un elemento indispensable, durante programas de televisión es muy común ingerir bocadillos, en toda clase de eventos deportivos los bocadillos son muy solicitados, además de que son inseparables de las bebidas.

Los primeros bocadillos extruidos fueron de maíz degerminado y estaban empacados en bolsas de plástico transparentes que prevenían la penetración de la humedad al interior de la bolsa; los bocadillos se ponen duros al humedecerse, hoy en día se han sofisticado los envases, siendo uno de ellos de cartón y aluminio en la parte interna del producto. El desarrollo de nuevos envases y otros factores propiciaron la diversificación de los productos terminados, como palitos, anillos, sombreros en forma de hongos, en forma de cucharón (para bañar con queso), etc. que vienen a ser la segunda generación de bocadillos. La variedad de saborizantes en estos bocadillos incluye, el sabor a queso, carne, humo, pizza, vinagre, cebolla, ajo, más algunos sabores para grupos étnicos específicos como agridulce, chile, pescado, curry, etc. (24)

La tercera generación de bocadillos preparados por técnicas de cocinado por extrusión consiste en productos semiterminados, esto quiere decir que después de haber extruído el bocadillo, secado y enfriado se fríen a la francesa, ó se fríen en aceite ya sea durante el proceso o por las amas de casa, y por lo general después se adicionan sabores, aplicados en forma de polvos.

En los últimos años se le ha dado en los países en desarrollo un enfoque diferente a los bocadillos, dada la necesidad de balancear cereales nutricionalmente.

En América Latina y partes de Africa, el maíz es el principal cereal en la alimentación de la población, mientras que las fuentes de proteínas animales, de pescados y de legumbres ó son muy costosas ó no se encuentran en existencia. (2)

En el maíz la lisina es un aminoácido esencial limitante. (14). Si de alguna forma se llega a balancear proteínicamente al maíz, se obtiene un producto alimenticio más nutritivo.

Las semillas oleaginosas son una fuente de proteínas de calidad mediana. La producción de semillas oleaginosas en México y su composición se presentan en el cuadro # III-1.

Las semillas oleaginosas tienen generalmente como aminoácidos limitantes la metionina y la lisina. En el siguiente cuadro # III-2 se presentan los aminoácidos esenciales más importantes de las proteínas de semillas oleaginosas y su contenido relativo.

Del cuadro anterior se ve que la soya contiene una buena proporción del aminoácido lisina. Por esta razón al hacer una mezcla de soya con maíz se obtiene un alimento con un contenido proteínico bien balanceado.

La soya es una planta conocida por el hombre desde épocas remotas. Es una planta anual, pertenece a la familia de las leguminosas, subfamilia Papilionoides y al género Glycine. (13).

CUADRO # III-1

PRODUCCION Y COMPOSICION DE SEMILLAS OLEAGINOSAS EN MEXICO.

Semillas	Producción anual (miles de toneladas).	Contenido aproximado de proteínas %	Contenido aproximado de aceite %	Problemas que presen- tan estos productos	Cantidad máxima de pro- teína ex- traíble (miles de toneladas)	Población que se puede alimentar con 20g. de proteína vegetal por día (millones)
Algodón	700	30	30	Gusipol Aflatoxina	200	27
Cártamo	400	15	37	Fibras	60	8
Soya	350	42	20	Factores antinutri- tivos	140	19
Ajonjolí	200	25	50	Fibras Oxalato	50	6.5
Coco (co- pra)	150	8	65	Fibras	10	1.3
Cacahuete	100	27	48	Aflatoxina	25	3.5
Grasol	50	30	40	Fibras	15	2.1
					SUMA	67.4

Fuente (4)

CUADRO # III-2

AMINOACIDOS INDISPENSABLES MAS IMPORTANTES DE LAS PROTEINAS
DE SEMILLAS OLEAGINOSAS Y SU CONTENIDO RELATIVO

Proteína de semilla de	Metionina	Lisina	Triptofano	Isoleucina	Treonina
Algodón	-	-	+	(-)	+
Cártamo	-	-	+	(-)	+
Soya	-	+ (-)	+	+	+
Ajonjolí	+	-	+	(-)	+
Coco	-	-	+	+	+
Cacahuete	-	-	(-)	(+)	(-)
Girasol	(-)	-	+	+	+

- insuficiente, + suficiente, ++ más que suficiente, según las normas de la FAO

(-) ligera insuficiencia, (+) casi suficiente y ++ un poco mas que suficiente

Fuente (4)

Por primera vez se habla sobre la soya en los manuscritos de Tzar Ganmu que datan del año 2838 A.C., China fué el país de origen de la soya, de donde se extendió a Manchuria, Japón, Corea é India y en el siglo pasado llegó a Europa de donde pasó a América.

La historia moderna de la soya reconoce dos períodos fundamentales: el primero comienza con el siglo y las exportaciones iniciales de semilla ó grano de Asia a Europa y a los Estados Unidos de Norte América, usándose el aceite en la elaboración de jabones y la torta residual como forraje. La segunda etapa va desde 1940 hasta la fecha y es en ese lapso cuando asume un desarrollo notable, al punto de constituirse en una de las principales materias primas productoras de aceites y harinas. (13)

La composición química de la soya es diferente a la de los demás miembros de la familia de las oleaginosas. La soya contiene un elevado porcentaje de proteínas, grasas, lecitinas, hidratos de carbono y las vitaminas A, B, D y E, además contiene entre 5 y 6% de sales minerales. En el cuadro # III-3 se muestra un análisis químico de la soya. (13)

El frijol de soya ha sido utilizado en los últimos años como un aditivo en productos alimenticios, por su contenido protéico y sus propiedades funcionales.

La proteína de la soya se diferencia de las demás leguminosas pues pertenece al tipo de la caseína. La proteína de la soya es también similar a la proteína de la carne, sin embargo su valor nutritivo es menor. En el cuadro # III-4 se compara el contenido de aminoácidos entre la leche de vaca y la harina de soya.

CUADRO # III-3

ANALISIS QUIMICO DE LA SOYA

CARACTERISTICA	%
Humedad	7.0-6.0
Proteína	39.0-41.0
Grasa	18.0-21.0
Lecitina	2.5- 3.0
Sacarosa	4.5- 5.5
Hidratos de carbono no aprovechables	18.0

Fuente (13)

CUADRO # III-4

RELACION ENTRE LA PROTEINA DE LA LECHE DE VACA Y LA HARINA DE SOYA.

AMINOACIDOS	LECHE	SOYA
Arginina	5.8	5.1
Cistina	0.6	1.1
Lisina	4.8	2.7
Triptofano	1.5	1.7
Tirosina	4.5	4.9

Fuente (13)

En el cuadro # III-5 se comparan los contenidos de aminoácidos esenciales de la soya, la carne y los valores recomendados por la FAO.

Las diferentes formas en que se puede encontrar el frijol de soya como aditivo en alimentos son: harinas ú hojuelas, concentrados proteínicos y aislados proteínicos, difiriendo entre sí en contenido de grasas y proteínas como se muestra en el cuadro # III-6.

La cantidad de proteína contenida en la semilla de soya llega a un 40%, superando en este aspecto a todo representante del reino vegetal y es la causa por la que ha sido llamada "la carne sin huesos". Hay la misma cantidad de proteína en 1 Kg. de harina de soya que en 2.5 Kg. de carne de vaca, 6.5 litros de leche, 58 huevos de gallina y esta cantidad produce de 4400 a 4600 calorías. (13)

Uno de los inconvenientes que presenta la soya es el contenido de saponinas y enzimas específicas, que son las que le confieren un sabor amargo. (13). Una de las desventajas de utilizar la soya como aditivo en mezclas, es que contiene inhibidores de enzimas; el principal de ellos es el inhibidor de la tripsina. (22), enzima necesaria en la digestión.

La lipoxidasa y otras enzimas específicas pueden ser desactivadas por medio de calor. Durante muchos años se han estudiado diferentes métodos para determinar los procedimientos óptimos en el tratamiento térmico de inhibidores. Si la mezcla se sobrecalienta, se inactivan los inhibidores, pero al mismo tiempo se pueden destruir algunos aminoácidos esenciales, en particular lisina, arginina, triptofano y cistina, algunas veces también se destruyen vitaminas que son lábiles al calor como la tiamina. (22).

CUADRO # III-5

COMPARACION ENTRE LOS AMINOACIDOS ESENCIALES DE LA SOYA,
CARNE Y LOS RECOMENDADOS POR LA FAC.

AMINOACIDOS ESENCIALES	SOYA%	CARNE%	PROT. FAO%	DIF. %
Isoleucina	6.0	6.0	4.2	43
Leucina	8.0	5.0	4.8	67
Lisina	6.8	10.0	4.2	62
Metionina	1.7	4.0	4.2	-14
Cistina	1.9	3.2		
Treonina	3.9	1.2	2.8	39
Fenilalanina	5.3	1.4	5.6	66
Tirosina	4.0	5.0		
Triptofano	1.4	1.4	1.4	-
Valina	5.3	5.5	4.2	2.6

Fuente (13)

CUADRO # III-6

FORMAS COMERCIALES DE PROTEINAS DEL FRIJOL DE SOYA

FORMA	PROTEINA%	GRASA%	HUMEDAD%
HARINAS			
Con grasa	41.0	20.5	-
Alto contenido de grasa	46.0	14.5	6.0
Bajo contenido de grasa	52.5	4.0	6.0
Sin grasa	53.0	0.6	6.0
Lecitinado	51.0	6.5	7.0
Concentrados	66.2	0.3	6.7
Aislados	92.3	0.1	4.7

Fuente (26)

En 1959 se descubrió el sistema de cocinado por extrusión para el control de inhibidores y las enzimas específicas en el frijol de soya. El proceso se lleva a cabo a temperaturas muy altas en un corto tiempo (extrusor HT/ST), produciendo un daño mínimo en el contenido nutritivo del frijol de soya. Lepronsky dice sobre el calor "el calor debe ser aplicado con cautela é inteligentemente en el procesamiento de alimentos".

2 ADICION DE SABORES A BOCADILLOS PREPARADOS POR EXTRUSION

Cuando salieron al mercado los primeros bocadillos extruídos, los procesos de manufactura y sabor se trataron en forma separada. (1)

Se llevaron a cabo pruebas, incluyendo al saborizante dentro de la masa antes de entrar al extrusor, dando resultados no satisfactorios.

Por lo que por mucho tiempo se siguió utilizando el metodo de saborización después de la extrusión, como por ejemplo la aplicación de sabor a galletas (adición de aceite atomizado seguido por la adición de polvos saboreados).

Aunque el método de agregar el sabor al bocadillo después de que ha sido extruído presenta ciertos problemas (que van a ser enumerados más adelante), todavía es muy utilizado. Desde hace algún tiempo se han logrado progresos en el desarrollo de nuevos sistemas y técnicas de saborización, tratando el problema de saborización como una parte integral en la manufactura de bocadillos extruídos. (1)

Si el sabor es agregado a la mezcla antes de extruir, se va a perder el sabor por evaporación al salir el producto del extrusor, ésto se debe al cambio de presiones repetino, como ya se explicó anteriormente.

Cualquier sabor aplicado a un bocadillo, ya sea dulce, agrio, etc. debe satisfacer los siguientes requisitos. (1)

- a) El sabor debe ser agradable.
- b) La distribución del sabor en el producto debe ser uniforme.
- c) El sabor no debe afectar la sensación del producto en la boca.
- d) Si el sabor es utilizado internamente, no debe afectar la textura del producto.

e) Debe ser económico.

La aplicación del sabor puede ser:

2) Interna ó 1) Externa

I Aplicación Externa

1) Se debe de agregar aceite ó grasa vegetal de peso molecular bajo al producto extruido, si es que el producto expandido no ha sido freído, este aceite sirve como una base para la adhesión superficial del sabor aplicado.

Los sistemas de aplicación de sabores externamente al producto pueden ser: Pasando el producto debajo de un aplicador de sabor ó agregando el sabor en forma de polvo al producto previamente frito: también es posible agregar el sabor en solución, la ventaja es que la porción del líquido que no se adhiere puede ser recirculada.

Los sabores dulces de frutas, pueden ser preparados por medio de una dilución del sabor en almíbar y con diferentes tipos de coloraciones (1).

Las desventajas de aplicar el sabor externamente a un bocadillo son:

a) Se necesitan grandes cantidades de saborizantes, del orden de 5 a 10% del peso del producto expandido frito.

b) La distribución pareja del saborizante a lo largo de la superficie es muy difícil de lograr.

2 Aplicación Interna

Los intentos en el uso de saborizantes internamente en bocadillos, han fracasado generalmente por alguna de las siguientes razones:

1) Las altas temperaturas y presiones dentro del extrusor pueden degradar al sabor.

2) La pérdida del sabor al salir el producto del extrusor (volatilización).

3) Pérdidas de sabor durante el secado ó freído.

4) El sabor influye en la textura del producto.

Una forma de solucionar parcialmente lo anterior, es seleccionando sabores no volátiles ó incorporando la parte del sabor que es menos volátil internamente y aplicando la porción volátil externamente. (1)

Es posible proteger un sabor interno durante la extrusión y liberarlo después de haberse llevado a cabo el proceso, de hecho ésto es muy difícil de llevarse a cabo. (1)

Cuando se le agrega a un producto que contiene soya en un medio acuoso un compuesto saborizante, ocurre un cambio en el sabor, incluso sin ningún tratamiento de calor. (9).

CAPITULO IV

MATERIALES Y EQUIPO

- 1 Equipo
- 2 Materiales

IV MATERIALES Y EQUIPO

I EQUIPO

Los problemas de una planta de procesamiento de algún producto, el desarrollo de nuevos productos, el control de calidad de materia prima y producto terminado fueron algunas de las principales razones por las que se empezaron a desarrollar las plantas piloto.

El utilizar un extrusor industrial en lugar de una planta piloto para hacer pruebas de evaluación de propiedades de los ingredientes en una formulación, de las condiciones de operación, de los materiales de construcción, de los diferentes arreglos en el equipo, etc., tiene por lo menos las siguientes desventajas:

- a) Durante el tiempo de prueba, el extrusor industrial es retirado de producción, por lo que se deja de ganar dinero durante este período.
- b) El extrusor industrial es demasiado grande, por lo que utiliza mucho material.
- c) Si se requieren hacer diferentes ajustes a un producto, mucho tiempo y material es perdido, por el tamaño del extrusor industrial que reacciona muy lentamente a cambios de los diferentes ajustes.
- d) Por lo general al utilizar extrusores industriales para pruebas se requiere un exceso en recursos humanos porque las diferentes partes del extrusor son grandes y pesadas.
- e) Para limpiar un extrusor industrial, entre las diversas pruebas, es demasiado tardado y costoso. Remover y limpiar el tornillo sinfín de un extrusor puede requerir varias horas.

La planta piloto es usada eficientemente para derivar un modelo adecuado para una planta a nivel industrial. Sirve para probar qué tan bien pueden ser combinadas las condiciones de operación con diferentes formulaciones y arreglos geométricos del equipo para predecir las velocidades de producción, y las propiedades finales de un producto deseado.

Hoy en día, casi no se encuentran extrusores para pruebas en laboratorios é industrias. Se puede ahorrar tiempo, dinero y problemas si las características más importantes de un proceso son conocidas, antes de que se lleve el proceso a nivel industrial.

En este trabajo se utilizó un Plastógrafo P L 3 S, BRABENDER. (3). El principio de medida del aparato está basado en el hecho de que la resistencia que opone el material de prueba a fluir en el extrusor, se transforma como viscosidad. Un torque, proporcional a esta resistencia se grafica contra el tiempo en un plastograma.

Las características más importantes del Plastógrafo (3) P L 3 S son las siguientes: (3)

Dinamómetro	motor trifásico
Potencia de salida	0.5 HP
Torque	10.000 metros-gramo máximo (Dependiendo de la velocidad).
Rango de velocidad	17-155 RPM
Dimensiones	ancho - 500 mm. altura - 600 mm. profundidad - 800 mm.
Peso	aproximadamente 95 Kg.

En la figura # IV-1 se muestra el plastógrafo.

Este plastógrafo puede ser utilizado con diferentes cabezas, que son intercambiables fácilmente.

Para el mezclado de los ingredientes de las diferentes formulaciones, se utilizó el mezclador de aspas sigma tipo S 300 C H con las siguientes características:

Volumen	550 cc
Tamaño de muestra	200 a 600 g. (Dependiendo de la gravedad específica del material).
Relación de velocidad de las aspas	2 : 3
Acondicionamiento de temperaturas	termostato de aceite circulante.
Dimensiones	Ancho 230 mm. Altura 195 mm. Profundidad 350 mm.
Peso	18 Kg.

El termostato de aceite circulante T 300 se muestra en la figura # IV-2 en la forma en que va conectado al plastógrafo.

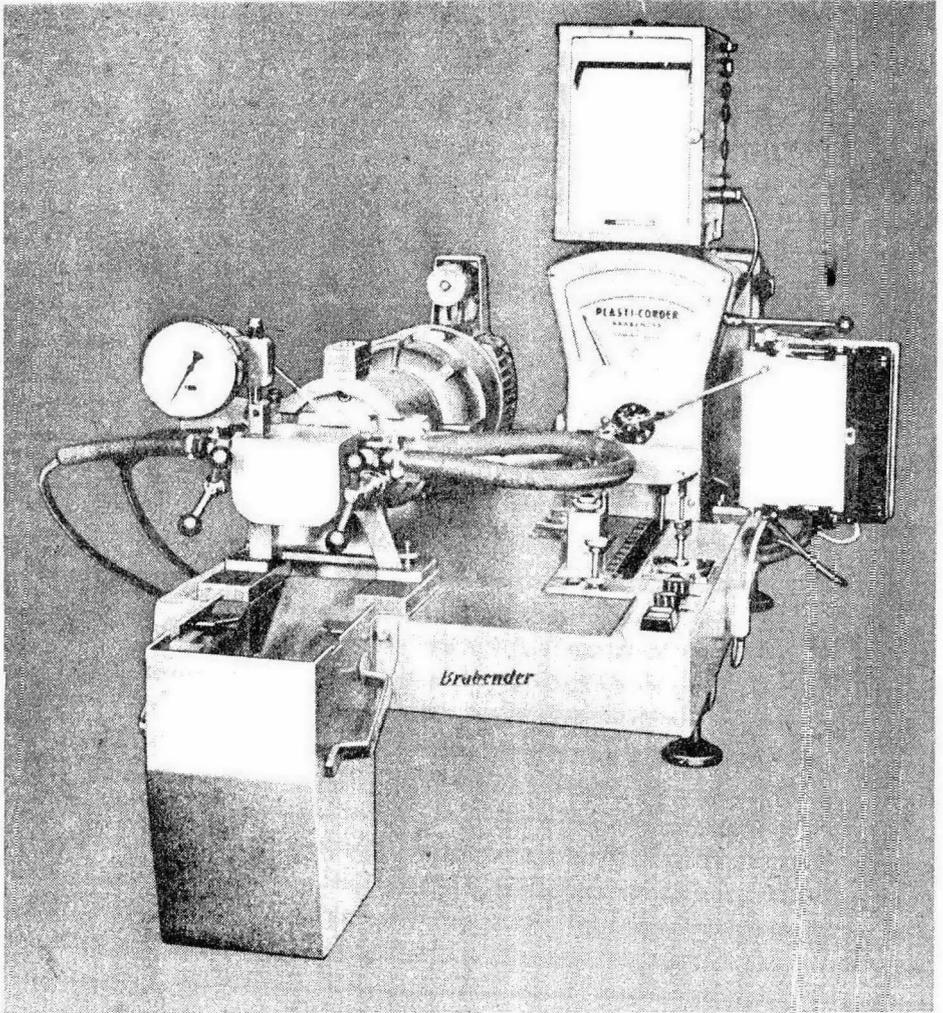
Este mezclador está hecho de acero inoxidable. La diferente velocidad de las aspas y su configuración especial, dan un buen mezclado.

Este mezclador se encuentra en la figura # IV-3.

El extrusor L = 20 D fué utilizado para las pruebas de extrusión.

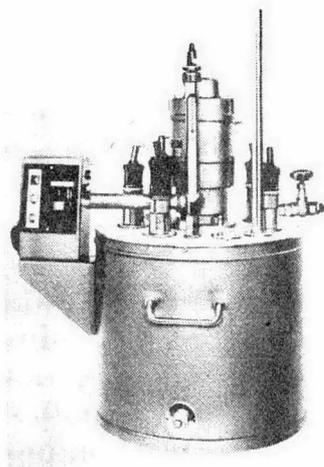
Este extrusor se muestra en la figura # IV-4. El diámetro del extrusor es de 19.1 mm. (3/4"). El extrusor consiste de un cilindro que está

FIGURA # IV-1

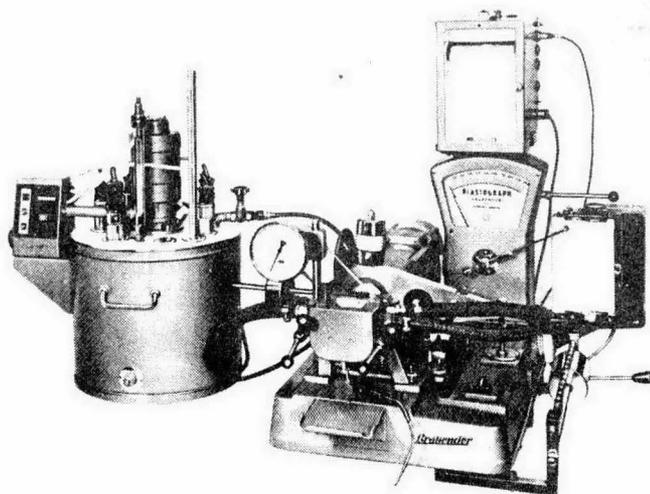


PLASTOGRAFO

FIGURA # IV-2

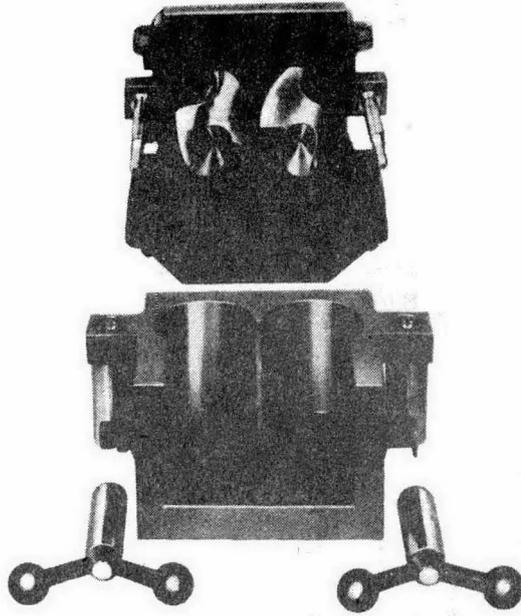


TERMOSTATO

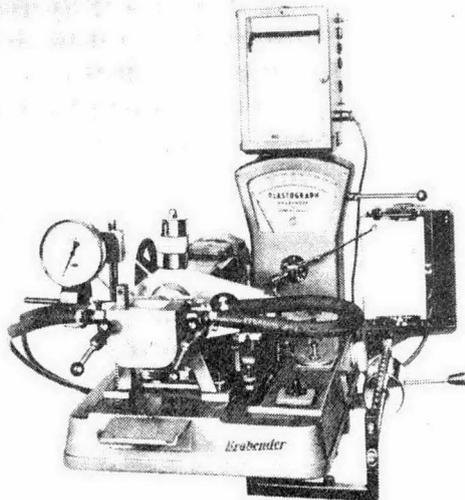


PLASTOGRAFO

FIGURA # IV-3

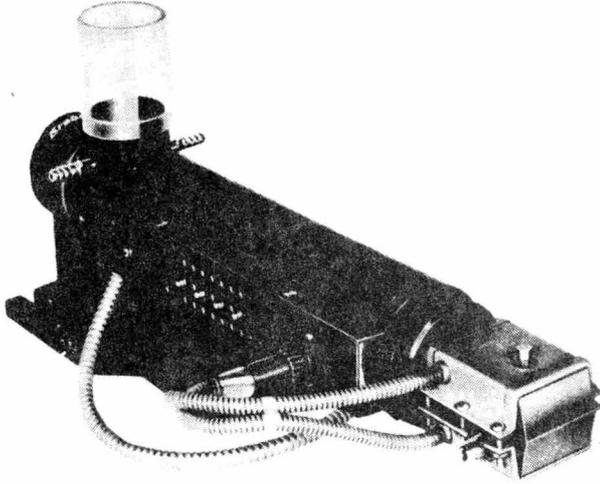


MEZCLADOR

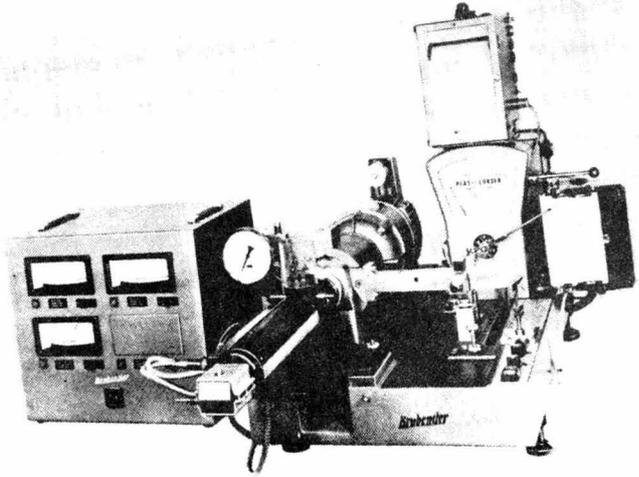


PLASTOGRAFO

FIGURA # IV-4



EXTRUSOR



PLASTOGRAFO

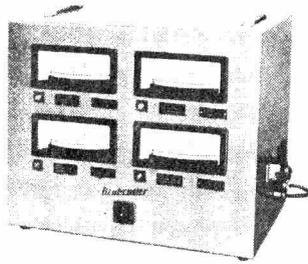
dividido en 2 zonas de calentamiento (ó enfriamiento), el calentamiento en estas dos zonas y en la tercera zona es controlado por medio de termopares que están conectados a una consola de control, esta consola se muestra en la figura # IV-5 en la forma en que va conectada al plastógrafo.

El extrusor puede estar equipado con diferentes tipos de tornillo sinfín. Estos tornillos varían en su relación de compresión y geometría. En este caso se utilizó un tornillo sinfín con una relación de compresión de 1:1, esto quiere decir que la profundidad de la rosca del tornillo es constante a lo largo del extrusor. Una relación de compresión de 3:1 quiere decir que la profundidad de la rosca del tornillo sinfín decrece en una relación de 3:1 a lo largo del extrusor, entre más grande es la compresión más grande es la presión a temperatura constante y por lo tanto hay un mayor grado de expansión del producto al salir por el dado.

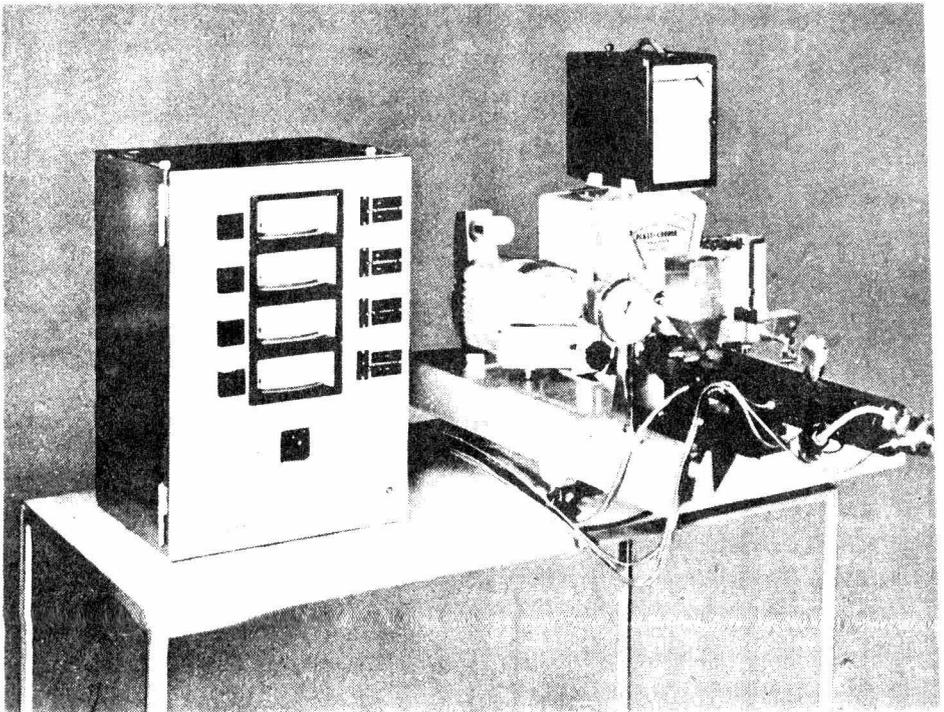
En la parte delantera del extrusor se encuentra un dado que puede tener orificios de diferentes formas y tamaños. En la figura # IV-6 se muestran diferentes tipos de dados y los dados utilizados en este trabajo, el dado que dá una forma de varilla y el que dá una forma laminar. Estos dados son intercambiables y la operación se lleva a cabo rápidamente.

Este dado viene a ser la tercera sección calentada en el extrusor.

FIGURA # IV-5

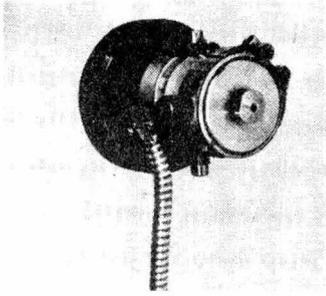


CONSOLA PARA CONTROL DE TEMPERATURAS

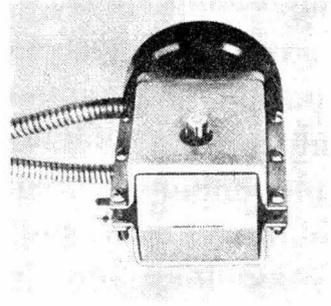


PLASTOCRAFO

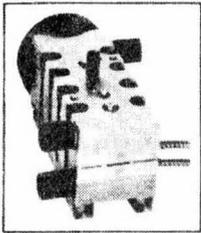
FIGURA # IV-6



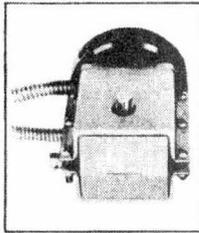
DADO-VARILLA



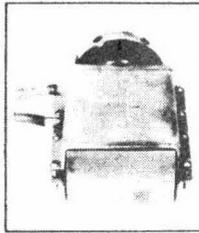
DADO-LAMINA



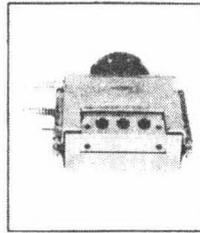
1



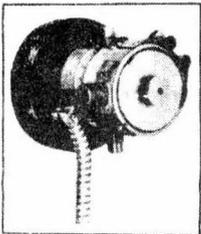
2



3



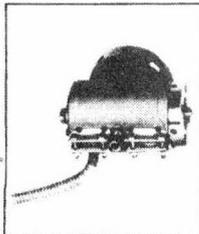
4



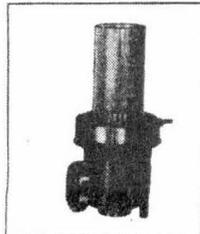
5



6



7



8

DIFERENTES TIPOS DE DADOS

2 MATERIALES

En la fase experimental se utilizaron los siguientes componentes:

a) Harina de frijol de soya desengrasada enriquecida con metionina, fabricada por Proteína Soya, S. A.

La composición de la harina es la siguiente:

COMPONENTE	CANTIDAD %
Proteína (N x 6.25)	50.0
Humedad	aprox. 7
Grasa (extracto etéreo)	1.5
Fibra	3.2
Cenizas	5.3
Carbohidratos	34.2

b) Harina de maíz (Maizena), fabricada por Productos de Maíz, S. A.

La composición de la harina es la siguiente:

COMPONENTES	CANTIDAD %
Proteína	9.9
Humedad	12.9
Grasa	0.9
Fibra	0.3
Cenizas + Carbohidratos	76.0

c) Germen de trigo, envasado por Imperial Tropicana, S. A.

d) Aislado de soya, fabricado por EMBASA.

La composición del aislado de soya es la siguiente:

COMPONENTE	CANTIDAD %
Proteína	92.8
Grasa	0.1
Humedad	4.7

e) Gluten de trigo

COMPONENTE	CANTIDAD %
Proteína	80.0
Grasa	2.0
Humedad	10.0
Cenizas	1.0

f) Sabor queso parmesano, fabricado por Fries and Fries, S. A.

g) Sabor lima, fabricado por Fries and Fries, S.A.

h) Antioxidante (BHT), distribuído por Fritzsche - Dodge & Olcott de México, S. A.

C A P I T U L O V

EXPERIMENTO Y RESULTADOS

- 1 Experimento
- 2 Características de las pruebas
- 3 Interpretación de las pruebas
- 4 Análisis bromatológico del producto
- 5 Evaluación del bocadillo por medio de métodos sensoriales
- 6 Cálculos económicos preliminares

V EXPERIMENTO Y RESULTADOS

I EXPERIMENTO

Esta parte del trabajo consistió en aplicar los conocimientos de los capítulos anteriores, tomando en consideración las necesidades nutricionales de grupos vulnerables y de grupos de bajo poder de compra en México, para obtener un producto bien balanceado nutricionalmente y listo inmediatamente para ingerirse como bocadillo, sin necesidad de cocerse o de otro proceso.

Se hicieron cambios en la formulación de los ingredientes del bocadillo, también se hicieron cambios en las condiciones de operación, así como en el arreglo geométrico del extrusor, obteniéndose variaciones en las propiedades del producto extruído.

Con los resultados experimentales y con base en los cambios de las variables antes mencionadas se corroboraron varias de las características teóricas del extrusor y propiedades teóricas del producto final descritas anteriormente.

3 CARACTERÍSTICAS DE LAS PASTAS

		Prueba						
Característica		I	II	III	IV	V	VI	
Formulación	harina de soya con emulsionina %	30	81.73	78.5	78.5	67.3	67.0	
	harina de maíz %	50				10.0	11.0	
	germen de trigo %	5						
	aislado de soya %		3.47	4.0	4.0	3.8	4.0	
	gluten de trigo %		1.73	2.0	2.0	1.8	1.5	
	sabor queso parmesano %			0.5	0.5	1.0	1.5	
	sabor lima %						0.05	
	antioxidante (BHT) %						0.02	
	humedad %	15	13.07	15.0	15.0	16.1	15	
Condiciones de operación	Temperatura en las 3 zonas del extrusor	Zona 1	130	130* 140	130	130	131	130
		Zona 2	125	135* 175	140	140	141	141
		Zona 3	140	140	155	155	155	156
	velocidad del tornillo sinfín (RPM)	90	60	50	50	44	44	
	temperatura de mezclador (°C)	60	60	60	60	60	60	
	velocidad de mezclador (RPM)	90	90	90	90	90	90	
	Arreglo geométrico	dedo - varilla			si			
dedo - lamina		si	si		si	si	si	

* Elevación de la temperatura

3 INTERPRETACION DE LAS PRUEBAS

PRUEBA I

La harina de maíz contenía demasiada grasa, por lo que la masa no fluía bien y se patinaba dentro del extrusor; este efecto ocasionó que la masa permaneciera más tiempo de lo esperado en el extrusor, por lo que el producto salió quemado.

El germen de trigo es muy duro y por lo tanto difícil de hacer fluir.

La temperatura en la última sección del extrusor, no fué lo suficientemente alta para fundir bien la masa, además la mezcla que era alimentada no tenía la suficiente fuerza para hacer fluir en estado estable la masa que se encontraba en la tercera zona del extrusor; la mezcla que iba entrando al extrusor iba ejerciendo presión sobre la masa en la última zona, hasta que la presión era lo suficientemente alta para lograr que la masa saliera por el orificio del dado, repitiéndose ciclicamente este efecto. Este efecto también ocasionó que el producto fuese retenido demasiado tiempo dentro del extrusor y saliera quemado.

En esta prueba fué utilizado el dado que forma un producto laminar.

PRUEBA II

En esta prueba se omitieron de la formulación la harina de maíz y el germen de trigo por las razones citadas en la prueba I.

A la formulación se le agregó aislado de soya y gluten de trigo, para obtener un producto alto en contenido proteínico.

El producto salió quemado porque la temperatura en la tercera sección no fué lo suficientemente alta para fundir la masa, por lo que la masa alimentada no logró mantener un flujo permanente, como sucedió en la prueba I.

El producto obtenido se expandió muy poco y por el largo tiempo de residencia los almidones se quemaron.

La temperatura en la primera sección subió de 130° a 140°C por la fricción de la masa con el tornillo sinfín, en la segunda sección la temperatura subió de 135° a 175°C por la misma razón, mientras que en la tercera sección la temperatura permaneció constante.

En esta prueba se utilizó el dado que forma un producto laminar.

PRUEBA III

En esta prueba se subió la temperatura en la última sección para no tener los problemas de las pruebas anteriores.

A una velocidad constante del tornillo sin fin y utilizando dos diferentes dados (forman un producto laminar y uno en forma de varilla), el flujo es mucho mayor en el dado que forma un producto en forma de varilla, pues el diámetro del orificio de este dado es bastante grande, por lo que la presión es menor con respecto a la que se desarrollaría en el otro dado en contra de la masa que está fluyendo.

Con las condiciones señaladas en la página de "Características de las pruebas", la masa si fluyó; pero como el tiempo de residencia de la masa dentro del extrusor fué mucho menor al de las pruebas anteriores, el producto obtenido estaba cocido en la parte externa y crudo en la parte interna.

En esta prueba se utilizó el dado que forma un producto en forma de varilla.

PRUEBA IV

Esta prueba se llevó a cabo bajo condiciones idénticas a la prueba III, solamente se cambió el dado que forma un producto en forma de varilla por el dado que forma un producto laminar.

La temperatura en la tercera sección subió de 155° a 157°C.

En esta prueba el flujo se mantuvo más ó menos constante.

El producto salió del extrusor un poco chicloso por exceso de humedad y tenía un sabor débil a soya.

El producto se dejó almacenado durante seis semanas y perdió humedad, quedando el producto con una buena textura, sin embargo, la grasa contenida en el producto se oxidó, dándole un sabor rancio al producto.

PRUEBA V

En esta prueba se agregó harina de maíz a la formulación y se agregó un poco más de sabor a queso parmesano que en la prueba IV, para poder enmascarar el sabor a soya.

La velocidad del tornillo sinfín fué de 44 RPM, que es un poco menor de la utilizada en la prueba IV.

El producto obtenido se quemó un poco y el sabor era bastante bueno, aunque todavía tenía un ligero sabor a soya.

El producto no se expandió mucho, aunque su textura fué muy buena.

Las grasas también se oxidaron, pues después de un mes el producto estaba rancio.

En esta prueba se utilizó el dado que forma un producto laminar.

PRUEBA VI

En esta prueba se le agregó a la formulación 0.05% de sabor lima, porque en la prueba V el producto todavía tenía un sabor a soya.

Las condiciones de operación fueron las mismas que en la prueba V.

El producto obtenido retuvo un poco de su sabor a soya.

Se le agregó a la formulación un antioxidante (BHT 0.02% de la formulación). El producto obtenido no presentó rancidez después de 6 semanas de almacenamiento.

En esta prueba se utilizó el dado que da un producto laminar.

mente con la adición de un sabor aromático coloreado y sal, de esta forma la suma de las características sería tal que la aceptabilidad general resultaría mucho mayor.

6 CALCULOS ECONOMICOS PRELIMINARES

Es posible hacer un cálculo más ó menos ilustrativo de lo que costaría el procesamiento de una tonelada del bocadillo desarrollado en esta tesis por medio de un extrusor. Los equipos de extrusión son de diversas capacidades, de hecho yo escogí uno de 600 Kg./hr. para computar el costo del bocadillo listo para la venta. El costo que fija la Secretaría de Industria y Comercio para uso de gas en industrias es de 3.65/l. (pesos mexicanos). El costo de la energía eléctrica es de 0.70/Kw-hr. (pesos mexicanos). El extrusor requiere de una inversión inicial de 3 millones de pesos mexicanos; la vida de esta máquina se estima que es de 20 000 a 40 000 horas. La ley mexicana establece una depreciación del 10% anual para máquinas y un 3% para edificios. La fábrica laboraría 16 horas al día, con dos turnos de empleados. El proceso sería continuo; constituido por unos silos, un pre-condicionador, un extrusor, un secador, un dosificador de saborizantes y una empaquetadora, siendo los anteriores los más importantes. El cálculo sería el siguiente:

a) MATERIA PRIMA \$2 000 000.00/mes

b) MANO DE OBRA

6 obreros (\$2 300) (6) = 13 800.00

1 supervisor = 4 000.00

1 ingeniero = 7 000.00

\$24 800.00 (2)

\$59 600.00/mes

c) GASTOS DE FABRICACION

1.- Gratificaciones (1 mes)	4 133.00/mes	
2.- Vacaciones (15 días)	2 066.00/mes	
3.- Aguinaldos (1 mes)	4 133.00/mes	
4.- Impuesto 1% para la educación	496.00/mes	
5.- Impuesto 5% INFONAVIT	2 480.00/mes	
6.- Seguro Social (de tablas)	8 266.66/mes	
7.- Gas - 4 litros de gas/día	7 008.00/mes	
8.- Energía eléctrica - 14 000 Kw-hr.	9 800.00/mes	
9.- Agua - \$1.25/m ³ , 300 m ³ /mes	375.00/mes	
10.- Empaque	300 000.00/mes	
11.- Mantenimiento	5 000.00/mes	
12.- Depreciación		
Equipo:		
Extrusor	3 000 000.00	
Secador	500 000.00	
Otros	150 000.00	
	<u>\$3 650 000.00</u>	
10% de \$3 650 000.00 = \$365 000.00/año		
30 416.60/mes		30 416.60/mes
Edificio - \$1 000 000.00		
3% de 1 000 000.00 = \$300 000.00/año		
25 000.00/mes		
		<u>25 000.00/mes</u>
		<u>\$399 174.26/mes</u>

MATERIA PRIMA	-	\$2 000 000.00/mes
MANO DE OBRA	-	\$ 59 600.00/mes
GASTOS DE FABRICACION	-	<u>\$ 399 174.26/mes</u>
		\$2 458 774.26/mes

$$\frac{\$2\,458\,774.26/\text{mes}}{30 \text{ días}} = \$81\,959.142/\text{día}$$

$$\frac{\$81\,959.142/\text{día}}{9600 \text{ Kg/día}} = \$8.538/\text{Kg}$$

\$ 8 538.00/Tonelada

4 ANALISIS BROMATOLOGICO DEL PRODUCTO OBTENIDO

Los atributos que hacen a un alimento deseable para los consumidores son el color, la textura y el sabor. Sin embargo, la calidad de un producto se mide también por el contenido nutricional y la seguridad de no estar contaminado por micro-organismos ó por otro tipo de productos.

El bocadillo obtenido en este trabajo se supone que está libre de micro-organismos patógenos por haber sido procesado a temperaturas altas.

En el siguiente cuadro # V-1 se muestra el análisis bromatológico del bocadillo, que fué llevado a cabo por el Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas, A.C. El producto obtenido muestra un alto contenido protéico y un bajo contenido de grasas, que era una de las finalidades buscadas en el desarrollo del bocadillo.



QUIMIOA

CUADRO # V-1

ANALISIS BROMATOLOGICO DEL PRODUCTO

Humedad, %	8.12
Cenizas, %	5.59
Fibra cruda, %	3.37
Grasa, %	0.59
Proteína ($N_2 \times 6.25$), %	42.34
Extracto libre de nitrógeno, %	39.99

Humedad: 70°C

Cenizas: A.O.A.C. 22.010 (1965)

Fibra cruda: A.O.A.C. 22.042 (1965)

Grasa: Soxhlet (hexano)

Proteína: A.O.A.C. 2.044 (1965)

Extracto libre de nitrógeno: Por diferencia.

5 EVALUACION DEL BOCADILLO POR MEDIO DE METODOS SENSORIALES

La calidad de un alimento puede ser evaluada por métodos sensoriales; estos métodos sirven para determinar si un grupo de alimentos difieren en cualidades como: sabor, olor, color, textura, jugocidad, etc. También son utilizados para determinar preferencias de alimentos entre consumidores y si determinado alimento es aceptable para un grupo específico de consumidores.

El uso de un determinado método y condiciones de prueba apropiados son esenciales para una interpretación fidedigna de los resultados de las pruebas.

El grupo de jueces que interviene en la evaluación de un producto debe ser cuidadosamente escogido y entrenado, tomando en cuenta factores psicológicos y fisiológicos (16). La selección de jueces reduce el error experimental. En el caso de la evaluación del bocadillo desarrollado en este trabajo, no se dispuso de jueces entrenados, sino que se utilizó un panel (jurado) no entrenado, que estaba formado por personas de muy diferentes tipos y estratos sociales; la evaluación se hizo durante tres días. El bocadillo desarrollado en la Prueba VI se le presentaba al juez en un platito blanco y un vaso en donde regresaba el producto después de haberlo probado sin tragar. La evaluación de cada juez se hizo por separado, por lo que no tenía ninguna clase de influencia de otros jueces, sin embargo, el ambiente y condiciones experimentales fueron completamente distintas entre los 34 jueces.

Se utilizó una modificación de la escala Hedónica * para la evaluación del bocadillo de la Prueba VI; es una escala de 0 a 9 puntos, a cada valor de la escala corresponde una expresión gramatical que indica que tanto les gusta ó les disgusta el producto a los jueces.

En la siguiente figura # V-1 se muestra uno de los cuestionarios como modelo de los 34 que fueron llenados por los jueces.

La calificación de las expresiones gramaticales va de 0 (pésimo) a 9 (excepcional).

En la figura # V-2 se muestra la calificación final de cada característica, dando el % de aceptabilidad de cada característica. Aunque el valor de estos resultados no puede ser totalmente confiable por las razones descritas anteriormente, se podría deducir de los resultados, que el sabor fué la característica menos aceptada, en los comentarios los jueces sugirieron por lo general la adición de algún sabor salado y picante ó dulce; de hecho ésto sería fácil de llevarse a cabo por medio de la adición de sabores externamente. La textura fué la característica más aceptable del bocadillo, ya que obtuvo una calificación global más ó menos alta, que corresponde a una expresión gramatical entre "muy bueno" y "bueno", en general gustó bastante a los jueces; las demás características quedaron clasificadas entre "bueno y "ni bueno ni malo".

Como conclusión de los resultados del estudio de evaluación sensorial, el producto deja mucho que desear, sin embargo, podría ser mejorado fácil-

* Escala desarrollada por "The Quartermaster Food and Container Institute" de las fuerzas armadas de los Estados Unidos de Norte América.

FIGURA # V-1

NOMBRE: Janet Gonzalez

PRODUCTO: Ercadillo

FECHA: 31/III/75

excep- cional	excelen- te	muy bueno	bueno	ni bueno ni malo	regular	menos de regular	malo	muy malo	pésimo
------------------	----------------	--------------	-------	---------------------	---------	---------------------	------	-------------	--------

CARACTERISTICA

APARIENCIA				✓					
COLOR					✓				
AROMA			✓						
SABOR				✓					
TEXTURA AL PALADAR									
ACEPTABILIDAD GENERAL			✓						

FIGURA V-1

83

MUESTRA - 6

COMENTARIOS: Valla rubia

FIGURA # V-2

NOMBRE:

PRODUCTO: Locadillo

FECHA:

excep- tional	excelen- te	muy bueno	bueno	ni buen ni malo	regular	menos de regular	malo	muy malo	pesim
9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

CARACTERISTICA

APARIENCIA			4	20	1	6		1	
COLORES			4	8	9	8		2	1
AROMA		2	5	12	7	5		1	
SABOR		1	5	7	3	8	4	4	
TEXTURA AL PALADAR	3	6	9	7	1	6			
ACEPTABILIDAD GENERAL		5	8	4	9	3	2	1	

MUESTRA - 6

COMENTARIOS:

CARACTERISTICA	CALIFICACION FINAL	ACEPTABILIDAD %
Apariencia	5.61	62.4
Color	5.02	55.8
Aroma	5.64	62.7
Sabor	4.78	53.2
Textura al paladar	6.55	72.8
Aceptabilidad general	5.78	64.3

FIGURA V-2

mente con la adición de un sabor aromático coloreado y sal, de esta forma la suma de las características sería tal que la aceptabilidad general resultaría mucho mayor.

6 CALCULOS ECONOMICOS PRELIMINARES.

Es posible hacer un cálculo más ó menos ilustrativo de lo que costaría el procesamiento de una tonelada del bocadillo desarrollado en esta tésis por medio de un extrusor. Los equipos de extrusión son de diversas capacidades, de hecho yo escogí uno de 600 Kg/hr. para computar el costo del bocadillo listo para la venta. El costo que fija la Secretaría de Industria y Comercio para uso de gas en industrias es de 3.65/l (pesos mexicanos). El costo de la energía eléctrica es de 0.70/Kw-hr (pesos mexicanos). El extrusor requiere de una inversión inicial de 3 millones de pesos mexicanos; la vida de esta máquina se estima que es de 20 000 a 40 000 horas. La ley mexicana establece una depreciación del 10% anual para máquinas y un 3% para edificios. La fábrica laboraría 16 horas al día, con dos turnos de empleados. El proceso sería continuo; constituido por unos silos, un acondicionador, un extrusor, un secador, un dosificador de saborizantes y una empaquetadora, siendo los anteriores los más importantes. El cálculo sería el siguiente:

a) MATERIA PRIMA		\$2 000 000.00/mes
b) MANO DE OBRA		
6 obreros (\$2 300) (6) =	13 800.00	
1 supervisor	= 4 000.00	
1 ingeniero	= <u>7 000.00</u>	
	\$ 24 800.00	\$24 800.00/mes

c) GASTOS DE FABRICACION

1.- Gratificaciones (1 mes)	4 133.00/mes
2.- Vacaciones (15 días)	2 066.00/mes
3.- Aguinaldos (1 mes)	4 133.00/mes
4.- Impuesto 1% para la educación	496.00/mes
5.- Impuesto 5% INFONAVIT	2 480.00/mes
6.- Seguro Social (de tablas)	8 266.66/mes
7.- Gas - 4 litros de gas/día	7 008.00/mes
8.- Energía eléctrica - 14 000 Kw-hr.	9 800.00/mes
9.- Agua - \$1.25/m ³ , 300 m ³ /mes	375.00/mes
10.- Empaque	240 000.00/mes
11.- Mantenimiento	5 000.00/mes
12.- Depreciación	

Equipo:

Extrusor	3 000 000.00
----------	--------------

Secador	500 000.00
---------	------------

Otros	<u>150 000.00</u>
	\$ 3 650 000.00

10% de \$3 650 000.00 = \$365 000.00/año

30 416.60/mes

30 416.60/mes

Edificio - \$1 000 000.00

3% de 1 000 000.00 = \$300 000.00/año

25 000.00/mes

<u>25 000.00/mes</u>
\$ 339 174.26/mes

MATERIA PRIMA	-	\$ 2 000 000.00/mes
MANO DE OBRA	-	\$ 24 800.00/mes
GASTOS DE FABRICACION	-	<u>\$339 174.26/mes</u>
		\$ 2 363 974.26/mes

$$\frac{\$ 2\,363\,974.26/\text{mes}}{30 \text{ días}} = 78\,799.00/\text{día}$$

$$\frac{\$ 78\,799.00/\text{día}}{9600 \text{ Kg/día}} = \$8.10/\text{Kg.}$$

$$\$ 8\,100.00/\text{Tonelada}$$

C A P I T U L O V I

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

El hombre ha tenido problemas con su nutrición desde que apareció en la tierra y ha continuado así hasta hoy en día. Los conflictos políticos, económicos y sociales han perturbado y desviado los cometidos de gobiernos y sociedades. Las naciones poderosas han construido su florecimiento y bienestar a expensas del hambre de mayorías explotadas. En la Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre alimentación recién llevada a cabo en Roma, Italia, el Ministro de Agricultura de la India, Jagjiman Ram demandó una adecuada compensación "por la explotación que sufrimos en el pasado". (Conferencia Mundial de Las Naciones Unidas sobre Alimentación Roma, 1974). (7) Los esfuerzos de instituciones internacionales y de las naciones subdesarrolladas han sido impotentes hasta ahora.

El desequilibrio entre el agro y la industria agudizan los problemas de producción de alimentos en el mundo. Kurt Waldheim Secretario General de la ONU, responsabilizó durante su participación en la Conferencia Mundial de Alimentos, a los países que han dado mayor prioridad a la industria, dejando al mismo nivel su producción de alimentos lo que causó el déficit de los mismos. (Conferencia Mundial de Las Naciones Unidas sobre Alimentación Roma, 1974). (6).

Por estos factores, y otros, los países del Tercer Mundo se ven obligados a aceptar imposiciones que traen consigo el hambre. El investigador alemán José Weber Biesinger acusó a Estados Unidos de Norte América de "auxiliar" con 150,000 millones de pesos a los agricultores de países en desarrollo para que limiten la producción y se destruyan millones de tonela-

das de alimentos, con el fin de sostener los precios de los productos en el mercado internacional. (5)

Por otro lado, a pesar de contar muchas veces con los recursos naturales, no se poseen los conocimientos técnicos ni el equipo adecuados para desarrollar la industria alimenticia.

En México ya se han alcanzado los requerimientos nutricionales mínimos propuestos por la FAO para países subdesarrollados; sin embargo, existen sectores de la población que no alcanzan estos niveles.

Entre los problemas, los medios y las metas de la alimentación en el país, está aumentar la cantidad y calidad de los alimentos. Es necesario incrementar la disponibilidad de alimentos a una velocidad cercana a la de la producción de éstos y no solo aumentar la disponibilidad de alimentos con la misma rapidez que el crecimiento de la población, sino lograr un 7% adicional en la disponibilidad per cápita de alimentos, para que parte de la población de escasos recursos se beneficie también con el aumento de la producción. El aumento de producción de alimentos con respecto a la calidad debe ser diferente dependiendo del alimento; hay alimentos que deben incrementarse más ó menos de acuerdo al crecimiento demográfico, mientras que otros deben aumentarse en tal forma para poder incrementar su disponibilidad, como el huevo, la carne, la leche y el pescado, siendo estos alimentos importantes en el balance nutricional de la alimentación de un gran sector de la población mexicana. Con respecto a los cereales es importante su diversificación, sustituyendo parte del maíz, por avena, arroz, trigo, etc. (17).

Se debe dar especial atención al pescado, pues dadas las condiciones geográficas del país y de su riqueza nutritiva, se debe aumentar su consumo que era en 1971 de 3.1 Kg. por persona por año. (17).

Otro de los problemas es el consumo de alimentos, que ha sido bajo por el raquífico poder de compra de algunas masas de población, por la desigual distribución y poca disponibilidad de alimentos en las diferentes zonas del país é ignorancia acerca de los requerimientos nutricionales y de donde obtenerlos. (17). En México se sufren grandes pérdidas de alimentos entre el productor y el consumidor, por acción del clima, plagas, etc., éstas pérdidas se pueden reducir por medio de tecnología moderna para su conservación, aumentando así la disponibilidad y una mejor distribución dentro del país. Para mejorar el consumo de alimentos se deben introducir productos a precios bajos que puedan estar al alcance de la población de pocos ingresos. Un factor muy importante es la educación nutricional de la población, la cual produce un aumento en el consumo, aparte de que le dá al pueblo las bases para consumir una dieta balanceada. La educación nutricional se puede difundir fácilmente por medio de la publicidad.

Otro de los problemas nutricionales en México, es la mala alimentación de niños, madres embarazadas y lactantes; la desnutrición de éstos, trae consigo graves consecuencias en su desarrollo físico y mental y sobre el futuro económico y social del país. La resolución de este problema es dar una educación nutricional a las madres, y hacer llegar a éstas y a los niños alimentos nutritivos a precios bajos.

Entre las ventajas que tiene el bocadillo desarrollado en este trabajo para atacar los problemas enunciados anteriormente, está la facilidad con

que puede ser ingerido sin necesidad de ninguna clase de cocimiento; no se requieren empaques especiales ni costosos, se pueden utilizar bolsas de plástico; en su distribución no es necesario el uso de transportes sofisticados (como camiones frigoríficos) por lo que es factible hacer llegar el producto hasta las zonas más alejadas del centro del país; introduciendo los cambios necesarios en el bocado que salieron a la luz después de que se llevó a cabo su evaluación sensorial, el bocado sería aceptado en general por los diferentes grupos étnicos del país, pues hasta en los pueblos más pequeños y alejados de la civilización moderna se consumen bocadillos (papas fritas, charritos, etc.); el bocado puede ser ingerido a cualquier hora del día; la propiedad que lo diferencia de los demás bocadillos es que el desarrollado en este trabajo es rico en proteínas por su contenido de frijol de soya, por lo que tiene una ventaja muy grande sobre los demás bocadillos. Se sugiere hacer un estudio económico del producto.

Después de analizar cuidadosamente el contenido de los párrafos anteriores se puede llegar a pensar, que los productos a partir de frijol de soya pueden ayudar a combatir la desnutrición causada por la "dieta indígena", pues el frijol de soya además de tener un alto contenido protéico es mucho más barato que alimentos protéicos de origen animal como la carne y la leche. El producto de soya reúne los requerimientos tanto como producto de la tierra y como producto protéico; es la síntesis de las soluciones su-

geridas por los especialistas en el campo de la nutrición. El frijol de soya puede utilizarse con mucho éxito en la alimentación del mexicano, mientras las demás fuentes de proteínas de mejor calidad son aumentadas en su producción y abatidas en precio para hacer llegar estos alimentos hasta los rincones más lejanos del país.

La industria de las botanas ha crecido enormemente en los últimos años. En 1963 las ventas de botanas en los Estados Unidos de Norte América llegaron a 2500 billones de dólares anuales, 6 años más tarde la cifra era de 3000 billones de dólares anuales, y ha aumentado en los últimos años; (20), en México el crecimiento de la industria de las botanas ha sido también ascendente.

Este aumento en la venta de botanas se ha debido a una mejor calidad de productos, propaganda, estudios de mercado, diversificación de productos y mejoras en todas las fases del procesamiento del bocadillo. Las plantas de procesamiento se han erguido estratégicamente en los lugares en donde el producto llega al consumidor en la forma más económica.

Las papas fritas han sido hasta ahora el bocadillo más aceptado por las masas de población en México y sus ventas seguirán creciendo con el aumento de la población; sin embargo la población joven y parte del resto de la población demandan una variedad en productos, por lo que la industria de las botanas tiene un futuro incalculable. Es posible desarrollar bocadillos para lugares en donde la aceptación hasta ahora es limitada, y es posible que los bocadillos sirvan para vencer las deficiencias nutricionales en diferentes partes del globo.

La sofisticación en el diseño de procesos, bocadillos, empaques, equipo, etc., han llevado al proceso de extrusión a ser uno de los equipos de procesamiento más populares en la fabricación de bocadillos. Este proceso de extrusión tiene muchas ventajas sobre otros equipos de procesamiento de bocadillos, éstas ventajas, propiedades y características fueron enunciadas en capítulos anteriores.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Blanchfield, J.R., "Problems of flavouring extruded snack foods" Food Manufacture, 27-29, January 1974.
- 2.- Bookwalter, G.N., G.C. Mustakas, W.F. Kwolek, J.E. Mc. Ghee & W.J. Albrecht, "Full-fat soy flour extrusion cooked; properties and food uses", Journal of Food Science, 36, 5-9, 1971.
- 3.- Brabender, Ohg, Industrial Measurements & Control Systems, 41 Duisburg, KulturstraBe 51, West Germany.
- 4.- Dahl, Oile, "Lineamientos para investigaciones sobre el uso de semillas oleaginosas como alimento", Tecnología de Alimentos, IX,3, 126-131, Junio 1974.
- 5.- El Excelsior, 25 de Noviembre, 1974.
- 6.- El Heraldo de México, 6 de Noviembre, 1974.
- 7.- El Heraldo de México, 7 de Noviembre, 1974.
- 8.- Feldberg, Charles, "Extruded starch-based snacks", Cereal Science Today, 14, 6, 211-214, 1969.
- 9.- Gremli, Hans A, "Interaction of flavour compounds with soy protein", J. Am. Chemists Soc., 51, 95A-97A, January 1974.
- 10.- Harper, J.M. & D.V. Harman, "Research needs in extrusion cooking and forming", Am. Soc. of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan, 16, 5, 941-943, 1973.
- 11.- Horan, F.E., "Wheat-soy blends, high-quality protein products", Cereal Science Today, 18, 1, 11-14, 1973.
- 12.- Humboldt, Alexander Von, "Ensayo político de la Nueva España", Libro segundo, tomo 2, Robredo, México 1941.
- 13.- Kopsic, Tomislav & Valentin Lauric, "Propiedades de la soja", Alimentación moderna, 57-63, 1974.
- 14.- Mertz, Edwin T., "Genetic improvement of cereals", 32, 5, 129-131, May 1974.

- 15.- Muelenaere de, H.J.H., "Cooker extruders in service of world feeding", *Food Technology*, 23, 71-77, March 1969.
- 16.- Paul, Pauline C. & Helen H. Palmer, "Food Theory and applications", Wiley, 1972.
- 17.- Ramirez, Juan Hernandez, Dr. Pedro Arroyoy Dr. Adolfo Chávez V., "Aspectos socioeconómicos de los alimentos y la alimentación en México", *Sobretiro de Comercio*, XXI, 8, 675-690, Agosto 1971.
- 18.- Rossen, Jack L. & Robert C. Miller, "Food extrusion", *Food Technology*, 46-53, August 1973.
- 19.- Sanderude, Kenneth G. & John Ziembra, "New products come easy with extrusion cooking", *Food Engineering*, 84-87, August 1968.
- 20.- Sanderude, Kenneth G., "Continuous cooking extrusion, Benefits to the snack food industry", *Cereal Sci. Today*, 14, 6, 209-210, June 1969.
- 21.- Schaefer, W.E., R.B. Fast, J.P. Crimmins & N.W. Desrosier, "Evolving snack technology", *Cereal Sci. Today*, 14, 6, 203, 204 & 208, June 1969.
- 22.- Smith, Oak B. "Why use extrusion", *Symposium on extrusion cooking*, American Ass. of Cereal Chemists, February 1971.
- 23.- Smith, Oak B., "Structure by extrusion cooking", *Symposium on extrusion cooking*, American Ass. of Cereal Chemists, St. Louis Missouri, August 1973.
- 24.- Smith, Oak B., "Extrusion-cooked snacks in a fast growing market", *Cereal Sci. Today*, 19, 8, 312-315, August 1974.
- 25.- Tadmor, Zehev & Imrich Klein, "The effect of design and operating conditions on melting in plasticating extruders", *Polymer Engineering and Sci.*, 9, 1, 1-10, January 1969.
- 26.- Wolf, Walter J., "Soybean proteins: Their functional, chemical & physical properties", *Agricultural and Food Chemistry*, 18, 6, 969-976, November/December 1970.