

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

**DESARROLLO DE UN PRODUCTO FORMADO  
A BASE DE PROTEÍNA VEGETAL**

**Melissa María Valladares Schlesinger**

Guatemala  
2008



**DESARROLLO DE UN PRODUCTO TIPO  
FORMADO A BASE DE PROTEÍNA VEGETAL**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

**DESARROLLO DE UN PRODUCTO FORMADO  
A BASE DE PROTEÍNA VEGETAL**

Trabajo de investigación presentado por:

Melissa María Valladares Schlesinger

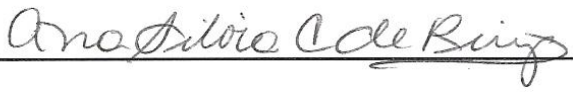
para optar al grado académico de Licenciatura en  
Ingeniería en Ciencias de Alimentos

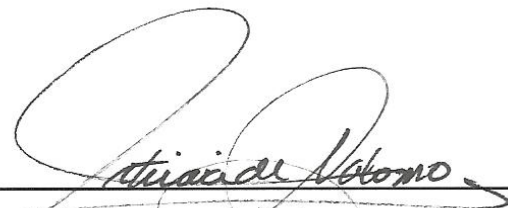
Guatemala  
2008

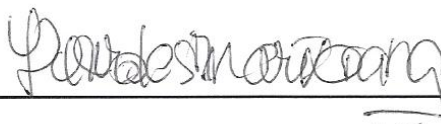
Vo.Bo.:

(f)   
Inga. Lourdes María de Arana

Tribunal:

(f)   
Lda. Ana Silvia Colmenares de Ruiz

(f)   
Lda. Patricia Palacios de Palomo

(f)   
Inga. Lourdes María de Arana

Fecha de aprobación: Guatemala, 4 de noviembre de 2008

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
LISTA DE TABLAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE APÉNDICES.....	xi
RESUMEN.....	xiii

### **Capítulos**

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. MARCO TEÓRICO.....	4
A. Importancia de la proteína en la dieta.....	4
1. Calidad de la proteína.....	5
2. Procesamiento y digestibilidad.....	6
B. Evaluación nutricional de alimentos proteicos.....	7
1. Métodos de evaluación de la calidad proteica utilizando animales.....	8
C. Suministros y necesidades de proteína.....	12
D. Interacción de las proteínas con otros constituyentes en alimentos procesados.....	15
E. Propiedades funcionales de las proteínas.....	17
F. Proteínas de origen animal.....	20
G. Proteínas de origen vegetal.....	21
H. Alimentos procesados elaborados con proteína vegetal....	22
I. Proceso de formado.....	24

1. Calidad de la materia prima.....	25
2. Receta del producto.....	26
3. Temperatura.....	26
4. Mejoras técnicas.....	26
IV. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	28
A. Metodología.....	28
1. Evaluación de proteínas vegetales en el mercado...	28
2. Selección de proteínas vegetales para el producto..	28
3. Evaluación de la proporción de los ingredientes con base en sus características funcionales en la pasta.	28
4. Selección del proceso.....	28
5. Análisis químico.....	28
6. Análisis de costos.....	29
7. Evaluación sensorial.....	29
8. Estudio biológico NPR.....	29
B. Diagrama de flujo del proceso.....	30
V. RESULTADOS.....	31
A. Evaluación de las proteínas vegetales en el mercado y selección de las adecuadas para el producto.....	31
B. Definición de fórmula final.....	31
C. Selección del proceso.....	32
D. Análisis químico.....	33
E. Análisis de costos.....	33
F. Evaluación sensorial.....	34
G. Estudio biológico NPR.....	37
VI. DISCUSIÓN.....	38
VII. CONCLUSIONES.....	45

VIII. RECOMENDACIONES.....	46
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	47
X. APÉNDICES.....	50

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Página</b>
1. Composición de aminoácidos en algunos alimentos.....	6
2. Requerimientos proteicos de aminoácidos en humanos.....	8
3. Algunos procedimientos de estudios biológicos.....	10
4. Criterios para la selección de un procedimiento adecuado de estudio de ratas.....	11
5. Consumo proteico derivado de cereales.....	13
6. Propiedades funcionales de las proteínas empleadas en alimentos...	18
7. Funcionalidad requerida de las proteínas para ser usadas en la elaboración de alimentos.....	19
8. Análisis químico aproximado de la mayoría de carnes.....	20
9. Evaluación de proteínas vegetales.....	31
10. Selección del proceso.....	32
11. Análisis proximal.....	33
12. Análisis comparativo de costos (octubre 2008).....	33
13. Evaluación sensorial de formados de proteína vegetal por panelistas entrenados.....	34
14. Evaluación sensorial de formados de proteína vegetal por consumidores.....	35
15. Evaluación sensorial de formados de proteína vegetal consolidada...	36
16. Resultados del estudio biológico.....	37
17. Análisis proximal detallado.....	59
18. Análisis de costos (octubre 2008).....	60
19. Evaluación sensorial realizada por panelistas entrenados 1.....	61
20. Evaluación sensorial realizada por consumidores 1.....	61

21. Evaluación sensorial consolidada 1.....	62
22. Evaluación sensorial realizada por panelistas entrenados 2.....	62
23. Evaluación sensorial realizada por consumidores 2.....	63
24. Evaluación sensorial consolidada 2.....	63
25. Contenido de proteína en las dietas.....	64
26. Estudio de NPR.....	64
27. Tasas de inflación general y de alimentos (junio 2007-junio 2008)....	73

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1. Desnutrición crónica en América Latina.....	15
2. Proceso de formado.....	25
3. Gráfica de evaluación sensorial de formados de proteína vegetal realizada por panelistas entrenados.....	34
4. Gráfica de evaluación sensorial de formados de proteína vegetal realizada por consumidores.....	35
5. Gráfica de evaluación sensorial de formados de proteína vegetal consolidada.....	36
6. Pasta.....	51
7. Medallones sin empanizar.....	51
8. Medallones empanizados.....	51
9. Banda transportadora entre freidora e IQF.....	51
10. Formados a base de proteína vegetal congelados a la salida del IQF	51
11. Muestra para secar 1.....	52
12. Horno.....	52
13. Muestra seca.....	52
14. Molienda de muestra seca para otros análisis.....	52
15. Muestra seca molida.....	52
16. Aparato Kjeldahl.....	53
17. Digestor.....	53
18. Destilación.....	53
19. Solución receptora al inicio.....	53
20. Solución receptora al final.....	53
21. Titulación final con HCl.....	53
22. Aparato de Soxlet.....	54

23. Mufia.....	54
24. Muestra para secar 2.....	55
25. Horno de vacío.....	55
26. Muestras en el horno.....	55
27. Horno de vacío.....	55
28. Bomba de vacío.....	55
29. Rata en el estudio 1.....	55
30. Rata en el estudio 2.....	55
31. Panel entrenado 1.....	56
32. Panel entrenado 2.....	56
33. Consumidores 1.....	56
34. Consumidores 2.....	56
35. Evolución índice FAO del precio de los alimentos.....	72
36. Proporción de los alimentos en los índices de precios al consumidor	74

## LISTA DE APÉNDICES

A. FOTOGRAFÍAS.....	51
1. Producto formado a base de proteína vegetal.....	51
2. Análisis químicos.....	52
a. Determinación de humedad.....	52
b. Determinación de proteína.....	53
c. Determinación de grasa.....	54
d. Determinación de cenizas.....	54
3. Análisis biológicos.....	55
a. Preparación de muestra para preparar las dietas, secado.....	55
b. Evaluación en ratas.....	55
4. Evaluación sensorial.....	56
a. Panelistas entrenados.....	56
b. Consumidores.....	56
B. PROCEDIMIENTO DE ESTUDIO BIOLÓGICO.....	57
C. DATOS.....	59
1. Análisis químicos.....	59
2. Análisis de costos.....	60
3. Evaluación sensorial.....	61
a. Formados de proteína vegetal.....	61
b. Formados de pollo.....	62
4. Estudio biológico.....	64
D. CÁLCULOS.....	65
1. Análisis químicos.....	65
a. Determinación de humedad.....	65

b. Determinación de proteína.....	65
c. Determinación de grasa.....	65
d. Determinación de cenizas.....	66
e. Análisis de carbohidratos.....	66
2. Análisis sensorial.....	66
a. Media de cada atributo en tabla de evaluación sensorial consolidada.....	66
b. Media total.....	66
3. Análisis biológico.....	67
a. Eficiencia alimentaria.....	67
b. Proteína ingerida.....	67
c. PER.....	67
d. NPR.....	67
e. Calidad proteica.....	67
E. FORMATO DE EVALUACIÓN SENSORIAL.....	68
F. INFORMACIÓN SOBRE EL ALZA DE PRECIOS DE LOS ALIMENTOS EN AMÉRICA LATINA.....	70
G MANUAL DE FORMADORA (MULTIFORMER 600).....	75

## RESUMEN

En países en vías de desarrollo como Guatemala, el porcentaje de la población que puede acceder a productos ricos en proteínas, como los productos cárnicos es muy bajo, debido principalmente al alto costo de estos. Es por esto que el objetivo principal de este estudio fue el desarrollo de un producto formado similar a los existentes en el mercado, pero elaborado a base de proteína vegetal que además de tener un alto porcentaje de proteína tuviera un bajo costo y fuera accesible al consumidor sin perder las características sensoriales agradables y similares a un producto cárnico.

El producto desarrollado para este estudio está compuesto principalmente por proteína de soya y gluten de trigo, así como de otros ingredientes que ayudaron a conseguir una mezcla, cuya consistencia y cohesión le permiten ser procesada en una formadora industrial para ser producida a gran escala.

Para la presentación final del producto se escogió un molde de medallones, en el cual se produjeron formados de 14 g de peso sin empanizar y 20 g empanizados. Para determinar la aceptación del producto se realizaron dos evaluaciones sensoriales, una con panelistas entrenados y otra con consumidores, en los cuales se evaluó sabor, olor, textura y color. Los resultados consolidados obtenidos en las evaluaciones mostraron la mayoría en la categoría de “me gusta” con un 55.81% en este rango, estos resultados se compararon con los obtenidos al evaluar medallones de pollo con las mismas características de forma y peso, y se pudo comprobar que fueron similares pues ambos tuvieron la mayoría de resultados en la misma categoría.

La composición química proximal, obtenida mediante métodos de análisis aprobados por la AOAC (Association of Oficial Analytical Chemists), mostró un contenido de proteína de 16.74%, grasa 13.26%, humedad 55.12%, cenizas 2.96% y carbohidratos 11.92% . Así mismo se llevó a cabo un estudio biológico para determinar la calidad proteica del producto, que consistió de un PER (Razón de eficiencia proteica), y NPR (Razón proteica neta) de dos semanas. En este estudio se utilizaron 3 grupos de 8 ratas cada uno, un grupo se alimentó con el formado de proteína vegetal, el segundo grupo se alimentó con caseína como proteína de referencia, por ser ésta una proteína de alta calidad, y el tercer grupo tuvo una dieta libre de nitrógeno, siendo este último, el grupo respecto al cual se comparó el aumento de peso de los individuos de los otros dos grupos . De este estudio se concluyó que la calidad proteica del producto es alta, siendo esta el 94% en comparación con la caseína.

Se determinó el costo del producto formulado, tomando en cuenta las materias primas y el producto puesto en planta, sin incluir costos varios como distribución, mano de obra, comercialización, etc. Al comparar el costo obtenido con el de un formado de pollo y con muslo de pollo sin piel, en condiciones similares, se comprobó un ahorro del 40.9% y 57.0% respectivamente.

## I. INTRODUCCIÓN

Las proteínas, debido a su escasez y a la importancia que tienen en la alimentación, se han convertido actualmente en el principal foco de atención de la mayoría de tecnólogos de alimentos en el mundo. (Roldán, 2007)

Los alimentos ricos en estas macromoléculas, como la carne, la leche y el huevo, son escasos en la mayoría de los países en vías de desarrollo, y además, por ser los más costosos de producir son los más difíciles de adquirir. (Roldán, 2007)

Por esto actualmente la mayor parte de los requerimientos proteicos de la población de la región son ingeridos de fuentes vegetales, siendo estos un 60 a 87 por ciento de las proteínas de la dieta según Lawrie (1970).

Debido al alto índice de crecimiento demográfico, varios países realizan investigaciones sobre el uso de proteínas no convencionales para el consumo humano con el fin de poder satisfacer las necesidades de este nutrimento en las poblaciones de pocos recursos. (Roldán, 2007)

La finalidad de este estudio, como una alternativa para brindar un aporte proteico adecuado a la población, fue el desarrollo de un producto alimenticio del tipo formado elaborado a partir de proteína vegetal con características organolépticas similares a las de un producto cárnico, con un contenido proteico similar, con buena aceptación y que además de esto tuviera un costo más bajo.

La elaboración de este producto se llevó a cabo en una planta de procesamiento de productos cárnicos utilizando para esto maquinaria de tipo industrial y de este modo obtener un producto que tiene la capacidad de ser producido en línea y en grandes volúmenes. Se utilizó como materias primas principales proteína de soya y gluten de trigo, además de otros ingredientes que

ayudaron a conseguir la textura adecuada para formar el producto. Al conseguir un producto con las características de procesamiento adecuadas, se llevaron a cabo evaluaciones con dos paneles sensoriales, uno con panelistas entrenados y otro con consumidores, para determinar la aceptación del producto.

Para determinar el aporte nutricional del producto obtenido se llevó a cabo un análisis proximal, compuesto por análisis de humedad, proteína, grasa y cenizas, de acuerdo a los métodos aprobados por la AOAC.

Con la finalidad de comprobar la calidad de la proteína contenida en el producto se realizó un estudio biológico con ratas, en el cual se determinó el PER de dos semanas y el NPR utilizando caseína como proteína de referencia.

El análisis de costos se llevó a cabo tomando en cuenta el precio de las materias primas y el producto puesto en la planta de producción, sin incluir costos varios como distribución, mano de obra, comercialización, etc. En este análisis se comparó el costo del producto desarrollado, un producto formado de pollo y carne de muslo de pollo sin piel.

## II. OBJETIVOS

- Desarrollar un producto formado de proteína vegetal con un contenido de proteína similar a un formado de pollo y de una alta calidad proteica determinada mediante un estudio de NPR
- Desarrollar un producto que tenga buena aceptación en color, olor, sabor y textura , determinando esto mediante un panel sensorial.
- Determinar la composición del producto mediante un análisis proximal (humedad, proteína, grasa, cenizas, carbohidratos)
- Obtener un producto con un costo menor a un producto similar de pollo

### III. MARCO TEÓRICO

#### A. Importancia de la proteína en la dieta

La proteína presente en músculos y tejido corporal se encuentra en recambio constante. La proteína de los tejidos se degrada y el nitrógeno excretado en al orina. Se requiere nueva proteína diariamente para mantener el organismo en un estado estable. (Mahan et al.,2001)

Debido a su escasez y a la importancia que tienen como nutrimento, las proteínas se han convertido actualmente en el principal foco de atención de la mayoría de los tecnólogos de alimentos en el mundo. La gran importancia que tienen las proteínas está incluso implícita en su nombre, que deriva del griego y que significa “ser primero”. (Badui, 1999)

Estas sustancias desempeñan funciones biológicas en el organismo humano, entre las que se cuenta principalmente la regeneración y la formación de tejidos, la síntesis de enzimas, anticuerpos y hormonas, y como constituyente de la sangre, entre otras; forman parte del tejido conectivo y muscular de los animales y de otros sistemas rígidos estructurales. Los órganos del hombre están compuestos fundamentalmente por proteínas y se calcula que existen aproximadamente 5 millones de tipos con propiedades y características muy específicas. (Badui, 1999)

El Requerimiento Alimentario Recomendado para la proteína es de 0.8 g/Kg de peso corporal en un adulto sano. Para obtener esta cantidad, el ser humano requiere que la proteína alimentaria constituya casi del 10 al 15% de su consumo total de energía. Los requerimientos de proteína aumentan durante el estrés hipermetabólico y en enfermedades. (Mahan *et al.*, 2001)

Los alimentos ricos en estas macromoléculas, como la carne, la leche y el huevo, son escasos en la mayoría de los países en vías de desarrollo, y además, por ser los más costosos de producir son los más difíciles de adquirir. Debido al alto índice de crecimiento demográfico, varios países realizan investigaciones sobre el uso de proteínas no convencionales para el consumo humano con el fin de poder satisfacer las necesidades de este nutrimento en las poblaciones con pocos recursos. (Badui, 1999)

**1. Calidad de la proteína.** Cada organismo elabora sólo las proteínas que requiere en las tareas necesarias para sus propios usos. Como resultado, cada fuente de proteína de los alimentos contiene su propia proporción singular de los 20 aminoácidos comunes. Algunos organismos, sobre todo plantas, utilizan aminoácidos raros que originan problemas en el ser humano que los consume. Hace más de 50 años se propuso que la calidad nutricional de una proteína dependía de su perfil de aminoácidos y que su valor biológico podría determinarse por el aminoácido esencial presente en menor concentración en comparación con los requerimientos humanos. Este es el “aminoácido más limitante” a partir del cual se puede calcular una “calificación química” de la calidad de la proteína. (Block y Mitchel, 1946).

A la proteína de soya se le asignó, originalmente, una utilización neta de proteína baja hasta que se reconoció que la metionina, baja en la proteína de soya, es un aminoácido limitante para las ratas, las cuales requieren alrededor de 50% más de metionina que el ser humano (Sarwar *et al.*, 1985).

La Organización Mundial de la Salud y la FDA de Estados Unidos adoptaron una calificación de aminoácido corregida para la digestibilidad de la proteína (*protein digestibility corrected amino acid score*, PDCAAS) como el análisis oficial para valorar la calidad de la proteína. Esta variable se basa en los requerimientos de aminoácidos de niños entre dos y cinco años de edad y

representa la calificación de aminoácido después de hacer la corrección para digestibilidad (Messina, 1995).

Las proteínas que después de la corrección para la digestibilidad proporcionan aminoácidos iguales a los requerimientos o más que estos, reciben una PDCAAS de 1.0. La proteína de la soya tiene una PDCAAS de 1.0 y cumple con los requerimientos de proteína de adultos cuando se consume como única fuente de proteína en una tasa de 0.6 g/Kg de peso corporal (Young, 1991).

TABLA 1: *Composición de aminoácidos de algunos alimentos*

Aminoácido esencial	Queso, huevos, leche y carne	Maíz	Cereal	Leguminosas	Granos enteros (con germen)	Nuez, aceite de semilla y soyas	Sésamo y semilla de girasol	maní	Verdura de hoja verde	gelatina	Levadura
Metionina			X	--	X	--	X	--	--	--	X
Isoleucina	X										
Leusina	X										
Lisina	X	--	--	X	X	X	--	--		--	
Fenilalanina											--
Treonina	X	--	--	X	--	X		--			X
Triptófano		--		--			X			--	
Valina	X										

X, gran cantidad de aminoácido presente en el alimento, -- baja cantidad de aminoácido presente en el alimento. Los espacios en blanco indican un balance general satisfactorio de aminoácidos en el alimento.

Fuente: (Mahan *et al.*, 2001)

**2. Procesamiento y digestibilidad.** La digestibilidad de las fuentes de proteína se ve afectada por múltiples factores. Los procedimientos de preparación de la carne, a menudo utilizan marinados con vino o vinagre y calor húmedo. Las proteínas se mantienen en configuración apropiada por las

interacciones de hidrógeno y iónicas; estos enlaces se vuelven más laxos en la presencia de ácido, sal y calor. Al desnaturalizar las proteínas, estos métodos a menudo reblandecen las proteínas de cartílago o de tejido conjuntivo y liberan proteínas musculares de sus uniones, por lo que todas las proteínas quedan más accesibles a las enzimas digestivas. (Mahan *et al.*, 2001)

El procesamiento del alimento también daña a los aminoácidos y reduce su disponibilidad en las formas señaladas a continuación (Crim, 1994). El tratamiento con calor leve en la presencia de azúcares reductores (glucosa y galactosa), como en el procesamiento de la leche, produce la pérdida de la lisina disponible. La lactosa reacciona con cadenas laterales de glicina y las vuelve inaccesibles. A esta reacción se le denomina reacción de Maillard y puede ocasionar una pérdida importante de lisina a temperaturas altas. (Mahan *et al.*, 2001)

En condiciones de calor intensas con la presencia de azúcares o lípidos oxidados, o incluso en su ausencia, todos los aminoácidos en las proteínas de los alimentos se vuelven resistentes a la digestión. Cuando la proteína está expuesta a un tratamiento intenso con álcali, los aminoácidos lisina y cisterna pueden reaccionar en forma conjunta y formar una lisinoalanina potencialmente tóxica. La exposición al dióxido de sulfuro y otras condiciones oxidativas originará la pérdida de metionina. El procesamiento térmico y el almacenamiento de las proteínas a baja humedad también originarán una fijación reductiva de la vitamina B6 a los residuos de lisina, inactivando de esta manera la vitamina (Leklem, 1998)

## **B. Evaluación nutricional de alimentos proteicos**

Las necesidades proteicas de los humanos han sido estudiadas por más de un siglo. La cantidad y proporción de aminoácidos esenciales necesarios a cada edad determina la utilización de la ingesta. (National Academy of Sciences, 1974).

Usando el balance de nitrógeno y el crecimiento como criterio, y con la ayuda de estudios de niveles de aminoácidos en la sangre, se han estimado los requerimientos de aminoácidos esenciales de niños y adultos, los cuales exhiben gran variación entre sí. (Pellet P. , Young V, 1980)

TABLA 2 : *Requerimientos proteicos y de aminoácidos en humanos*

	Edad del sujeto		
	3-6 Meses	10-12 Años	Adultos
Proteína	1.85	0.80	0.57
Amino acido (mg/kg)			
isoleucina	70	30	10
leucina	161	45	14
lisina	103	60	12
metionina + cisteina	58	27	13
fenilalanina + tirosina	125	27	14
treonina	87	35	7
triptofano	17	4	4
valina	93	33	10
Requerimiento total de AAE*	714	261	84
Razón de requerimiento total de AAE a requerimiento proteico	0.39	0.33	0.15

\* AAE: Aminoácidos esenciales

Fuente: (WHO, Geneva; FAO, Rome, 1973).

**1. Métodos de evaluación de la calidad proteica utilizando animales.** El método más simple para determinar el valor nutritivo es medir la tasa de crecimiento de animales jóvenes alimentados por un alimento de prueba. De forma cuantitativa se relacionó el aumento de peso con la cantidad de proteína consumida; el índice obtenido fue llamado razón de eficiencia proteica o PER por sus siglas en inglés (Protein Efficiency ratio). Se mostró que el PER variaba con el nivel de proteína en la dieta y se recomendó que cada proteína fuera evaluada en su nivel óptimo. (Osborne, Mendel y Ferry, 1919)

Esta recomendación no fue adoptada en trabajos posteriores, y el nivel convencional de 10 por ciento de la proteína de la dieta fue de uso general hasta que la AOAC estandarizó el procedimiento, el cual recomendó a alimentación al 9.09 por ciento de proteína. (Derse, 1962)

Las autoridades canadienses seleccionaron una versión estandarizada del PER para estandarización legal de declaraciones proteicas. (Campbell, 1960)

Este método fue más tarde adoptado por la AOAC, y se utiliza para regulaciones de etiquetado en los Estados Unidos de América. Como consecuencia de su rol en la legislación, el método ha sido uno de los más ampliamente utilizados. (AOAC, 1975)

La falla más grande del método PER es que no toma en cuenta la proteína utilizada para mantenimiento, y en consecuencia los valores no son proporcionales e.g. un PER de 2 no es dos veces tan bueno como un PER de 1. Factores que influyen la ingesta total de alimentos aumentan la variabilidad de los PER estimados, reduciendo la capacidad de discriminar entre proteínas. Este análisis no es siempre reproducible en diferentes laboratorios, e intentos por eliminar la variación de laboratorio corrigiendo por un valor de PER asumido para la caseína de 2.5 (un estándar interno) no fueron siempre exitosos. (Pellet P. y Young V., 1980)

La razón proteica neta o NPR por sus siglas en inglés (Net Proteín Ratio), es una mejora sobre el PER, ya que se utiliza un grupo control con cero proteína. En la práctica, el NPR es comparable con la utilización proteica neta o NPU por sus siglas en inglés (Net Proteín Utilization), el muy conocido y utilizado procedimiento basado en retención de nitrógeno. Este difiere en que se basa en cambios de peso corporal en vez de cambios de nitrógeno corporal. La similitud de estos procedimientos se ve a continuación en la Tabla 3. (Pellet P. y Young V., 1980)

El uso de un estándar interno en el ensayo de NPR pretende reducir la variabilidad y corregir los valores a una escala de 100 (0-100, o 0-1). Este método modificado es entonces llamado NPR relativo o RNPR. La estandarización, sin embargo, no elimina completamente las dificultades encontradas con proteínas limitadas en lisina. . (Pellet P. y Young V., 1980)

Se ha declarado que, aunque el RNPR de hecho sobreestima el valor proteico de proteínas bajas en lisina para la rata, puede de hecho predecir mejor el valor proteico para infantes humanos que otros procedimientos. ( Jansen, 1978)

TABLA 3 :*Algunos procedimientos de estudios biológicos*

<b>Ensayo</b>	<b>Descripción</b>
<b>PER</b>	Razón de eficiencia proteica= peso ganado por gramo de proteína consumida: la pendiente de la línea relaciona peso ganado y proteína consumida
<b>NPR</b>	Razón proteica neta= peso ganado más peso perdido en dieta no proteica por gramo de proteína consumida; la pendiente de la línea relaciona peso ganado y proteína consumida, el peso ganado considerado en relación al grupo de la dieta no proteica. Si la pendiente se expresa relativa a la pendiente obtenida con 8 por ciento de lactoalbúmina, el NPR se convierte en RNPR
<b>NPUst</b>	Utilización proteica neta (estandarizada)= la ganancia de nitrógeno del cuerpo más la pérdida de nitrógeno en la dieta no proteica, por gramo de nitrógeno consumido: la pendiente de la línea relaciona ganancia de N y consumo de N, el nitrógeno ganado se considera en relación al grupo de la dieta no proteica. El nivel de proteína ya sea muy bajo en mantenimiento o alrededor del 10 por ciento.
<b>NPUop</b>	Utilización proteica neta (operativa) definida como el NPUst pero sin límite de nivel proteico en la alimentación

Fuente: (Pellet, P.L, 1978)

La Tabla 4 describe más detalladamente los estudios individuales de calidad proteica. Cinco de las pruebas se llevan a cabo un solo nivel de proteína con o sin un grupo control sin proteína en la dieta, mientras que los otros tres son tests multi nivel. (Pellet L.; Young V, 1980)

TABLA 4.: *Criterios para la selección de un procedimiento adecuado de estudio de ratas*

Criterio	PER	NPR	RNPR (cadáver)	NPU (balance)	NPU	NGI	REV	RPV
<b>Medida directa de digestibilidad</b>	no	no	no	no	sí	no	no	No
<b>Clasifica proteína</b>	pobre	moderado	bueno	moderado	moderado	bueno	bueno	Bueno
<b>Habilidad de discriminar</b>	moderado	moderado	bueno	moderado	moderado	moderado	bueno	Bueno
<b>Reproducibilidad en otros laboratorios</b>	pobre	moderado	Moderado	moderado	N/A**	moderado	bueno	Bueno
<b>Aplicación para proteínas pobres en lisina</b>	pobre	pobre	pobre	pobre	pobre	pobre	pobre	Modera do
<b>Proporcionalidad</b>	pobre	pobre	Modera do	modera do	moderado	modera do	Moderad o	Bueno
<b>Prueba para linealidad</b>	no	no	no	no	no	sí	sí	sí
<b>Simplicidad</b>	simple	simple	modera do	simple	Recolección compleja de datos	modera do	Análisis estadístico complejo	Modera do
<b>Tiempo requerido (días)</b>	28	10 - 14	10 - 14	10	9	14	14 - 21	14 - 21
<b>Costo relativo</b>	modera do	bajo	bajo	modera do	moderado	alto	alto	Alto

Fuente: (Pellet, P.L, 1978)

En resumen, el PER es el más pobre de las pruebas actuales de calidad proteica en animales, y si se escoge un ensayo de un solo nivel, se prefieren procedimientos diferentes al PER, con base a que al utilizar un control con cero

proteína, éste provee una respuesta que puede ser más proporcional a la calidad de la proteína. El NPU por balance puede ser un método confiable y preciso, especialmente corregido utilizando una proteína estándar. Sin embargo, requiere muchos análisis de muestras fecales y de orina y demanda instalaciones analíticas de alta calidad. Si se utiliza un método de crecimiento, el RNPR sería el procedimiento recomendado ya que incorpora ambos, un grupo control con cero proteína y una proteína estándar para comparación. Ambas cosas aumentan su reproducibilidad y habilidad de discriminar. (Pellet, P.L, 1978)

### **C. Suministros y necesidades de proteína**

Substanciales segmentos de la población mundial no reciben adecuadas cantidades de proteína debido a la inequitativa distribución de fuentes proteicas. Hoy en día se ha aceptado que la primera causa de distribución no equitativa y subsiguiente malnutrición proteína es la pobreza. (Lowrie, 1970)

Mientras que en países desarrollados el consumo *per cápita* diario de proteína está alrededor de 90 g, para países en vías de desarrollo este valor es para algunos 60g y para otros, particularmente en el Sur este de Asia, es apenas 40g. Respecto a la disponibilidad de proteínas animales las diferencias son aún mayores; mientras que en países ricos la cantidad es aproximadamente 50 g por día, en regiones en desarrollo es alrededor de 11 g. (Lawrie, 1970)

Es de conocimiento común que las proteínas de las plantas y sus productos, que forman la principal fuente de energía de la mayor parte de la población mundial, por lo general carecen en cantidad de uno o más de los aminoácidos conocidos como esenciales. Las proteínas de tejidos metabolizantes activos están mejor balanceados. En general, los cereales son deficientes en lisina y treonina, pero a través de modificaciones genéticas se está corrigiendo. La acción suplementaria de legumbres y proteínas de hojas ayuda a corregir esto. (Lawrie, 1970)

En países en desarrollo, las proteínas de origen vegetal constituyen el 81.4 % de todas las proteínas disponibles, los cereales proveen el 57% y las semillas oleaginosas y nueces un 16.8%. Debido al bajo contenido de proteína animal en la dieta y la falta de diversidad de fuentes, la calidad de proteína es insatisfactoria. (Lawrie, 1970)

Los requerimientos proteicos *per cápita* por día varían de 83 a 52 g. A pesar que algunos países industrializados gozan de un amplio margen de seguridad, 43 de los 88 países considerados en un estudio de consumo proteico, mostraron un nivel de consumo más bajo que los requerimientos estimados. Estos países tienen una población estimada de 900 millones de habitantes, o la mitad del total para los 88 países. (Lawrie, 1970)

Los alimentos de origen vegetal constituyen del 60 al 87 por ciento de las proteínas en países donde las proteínas tienen poca disponibilidad. Los cereales por sí solos, constituyen el alimento principal del 95% de la población de los países en vías de desarrollo. A continuación en la Tabla 5 se muestran porcentajes del total del consumo proteico derivado de cereales:

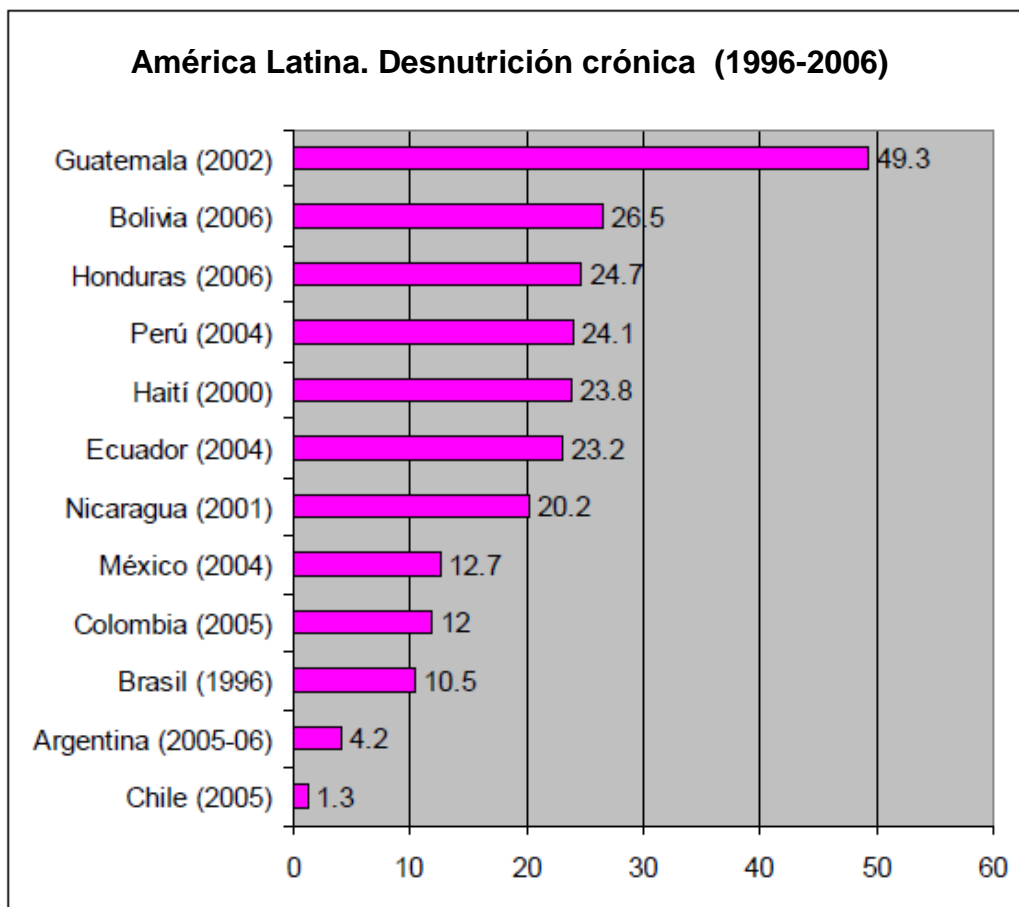
TABLA 5: *Consumo proteico derivado de cereales*

Área	Porcentaje
Brasil	38
México y Centroamérica	45
Europa del Este	50
África	55
India, Pakistán, Ceylán	65
Cercano Oriente	68
África del Norte	70
Tercer mundo	58
Mundo entero	48

Fuente: (Lawrie, 1970)

Según el consenso de Copenhague de 2008, el primer obstáculo para el desarrollo de los países pobres en la actualidad es el hambre y la malnutrición. De esta manera desde hace varios años, los economistas que integran la FAO han propuesto soluciones prácticas al tema, llamando la atención mundial este año, sobre la gravedad del hambre y la malnutrición en el mundo. Hoy en la región de América Latina más de 9 millones de niños presentan baja talla para la edad y 4.2 millones bajo peso. Los mayores problemas de pobreza, desnutrición y hambre se encuentran en los menores de 5 años y mujeres pertenecientes a minorías étnicas, así como hogares pobres que habitan en zonas rurales, especialmente en zonas montañosas y marginales de Centroamérica y el área Andina, dañando el progreso de los sectores más vulnerables. (Ortiz, 2008)

El promedio de la Región en desnutrición crónica es de un 16 por ciento, duplicando la de bajo peso (7 por ciento). Guatemala sigue siendo el país más perjudicado, en tanto que México y Brasil agrupan el 43% del total de casos de desnutrición crónica (por su densidad poblacional), aunque Bolivia, Honduras, Perú, Haití y Ecuador siguen presentando los niveles más altos. (Ortiz, 2008)

FIGURA 1: *Desnutrición crónica en América Latina*

**Fuente:** Elaborado con base a estadísticas de UNICEF, *Monitoreando la situación de las Mujeres y los Niños*, 2008. (Ortiz, 2008)

#### **D. Interacción de las proteínas con otros constituyentes en alimentos procesados**

Además que estos polímeros pueden interaccionar con el agua y con moléculas semejantes, su relación con otros constituyentes de los alimentos es fundamental para establecer las propiedades reológicas y de textura en cada caso. En forma natural se observa una gran variedad de asociaciones entre las proteínas y los carbohidratos, los lípidos, los minerales, las vitaminas, etc.; sin embargo, en el procesamiento, y principalmente por efecto de las altas temperaturas, se inducen otras asociaciones que pueden resultar benéficas o

dañinas. Generalmente las uniones químicas que se establecen son hidrófobas, hidrófilas (puentes de hidrógeno), electrostáticas y salinas; cuando se calientan los alimentos se llegan a inducir enlaces covalentes como los que se presentan en los azúcares reductores y en los grupos amino en la reacción de Maillard. (Badui, 1999)

En la elaboración de muchos alimentos se adicionan polisacáridos (vg. Gomas) para incrementar la viscosidad y lograr la textura deseada; algunos de estos hidratos de carbono tienen grupos funcionales muy activos, como es el caso de los sulfatos de la carragenina, que pueden igualmente interaccionar con las proteínas de acuerdo con el pH del sistema. En el caso de los hidratos de carbono neutros, tales como el almidón y la celulosa, no existen moléculas ionizables y el enlace se efectúa por uniones de hidrógeno o iónicos y sólo en casos especiales, covalente o hidrófobas. (Badui, 1999)

Por otra parte, las proteínas también tienen la capacidad de interactuar de diversas maneras con los lípidos mediante enlaces no covalentes, principalmente hidrófobos, aun cuando existen uniones salinas por iones divalentes como el calcio. Los complejos de lipoproteínas tienen mucha importancia biológica puesto que se encuentran como estructuras básicas en las membranas de las células animales y vegetales y sus modificaciones ejercen efectos muy notorios en la calidad de los alimentos. (Badui, 1999)

Sus propiedades funcionales se alteran debido a que el polipéptido modifica su hidrofobicidad por la inclusión del lípido, lo que, a su vez, influye en las características sensoriales, de estabilidad, de textura y de hidratación del alimento. Las caseínas y los derivados de la soya se usan en la elaboración de diversos derivados cárnicos precisamente por su capacidad de asociarse y emulsionar grasas. El valor de la relación de eficiencia proteínica se altera según el tipo de grasa. (Badui, 1999)

## **E. Propiedades funcionales de las proteínas**

En los últimos años se han desarrollado diversas técnicas para la extracción y purificación de proteínas (vg.de leche, de soya, del huevo, de la sangre, etc); de esta manera, las proteínas se usan comercialmente en la fabricación de otros alimentos debido precisamente a que confieren sus propiedades químicas y físicas a los productos en los que se emplean. (Badui, 1999)

En términos generales las propiedades funcionales se definen como cualquier propiedad fisicoquímica de los polímeros que afecta y modifica algunas características de un alimento y que contribuye a la calidad final del producto, por ejemplo, son propiedades funcionales la hidratación, el espumado, la emulsificación, la gelificación, etc; éstas dependen fundamentalmente de factores intrínsecos propios de la molécula (conformación, relación y disposición de los aminoácidos, hidrofobicidad, ionización, carga dieléctrica, forma, peso molecular, etc), así como de factores extrínsecos del medio que los rodea y que en ocasiones pueden modificarse (pH, fuerza iónica, temperatura, actividad acuosa, constante dieléctrica, etc.). (Badui, 1999)

En las Tablas 7.1 y 7.2 se muestran las propiedades funcionales más importantes que se presentan cuando los polipéptidos accionan entre sí, o entre los demás constituyentes de los alimentos, principalmente sales; estas asociaciones están en función de los factores intrínsecos y extrínsecos que ya indicamos. (Badui, 1999)

TABLA 6: *Propiedades funcionales de las proteínas empleadas en alimentos*

<b>Propiedad</b>	<b>Función</b>
Hidratación	Solubilidad, dispersión, absorción de agua, espesante, gelificante, viscosidad, formación de masas y propiedades reológicas en general
Estructural y reológica	Elasticidad, cohesión, formación de redes tridimensionales, formación de fibras, viscosidad, agregación, gelificación
Sensorial	Color, olor, sabor, textura, turbidez, arenosidad, etc.
Superficie	Emulsificación, espumante, estabilización formación de complejos lípido proteínicos
Otras	Compatibilidad con aditivos, acción enzimática y modificación de propiedades de los alimentos

Fuente: *Química de los alimentos*, Badui 1999.

Como se mencionó, las proteínas en estado seco se hidratan mediante sus aminoácidos hidrófilos y retienen una cantidad de agua que está en equilibrio con la humedad relativa del medio ambiente; a esta propiedad se le llama capacidad de retención de agua, o sencillamente hidratación. Al colocar la molécula hidratada en un recipiente con agua, tenderá a saturar sus grupos hidrófilos con el disolvente hasta llegar a la solubilización; la velocidad de este proceso es diferente en cada caso. En general, cuanto más desnaturalizada esté la proteína más difícil es la solubilización puesto que se facilitan las interacciones proteína-proteína y se puede llegar hasta la precipitación. Según sea la relación de concentraciones de polipéptido y del agua, la solución puede adquirir diferentes grados de viscosidad; en ocasiones, incluso, se logra establecer un gel mediante la creación de una red tridimensional de proteínas en la que queda atrapada el agua. (Badui, 1999)

TABLA 7: *Funcionalidad requerida de las proteínas para ser usadas en la elaboración de alimentos*

	Nutrición	Hidratación	Emulsificación	Espumado	Elasticidad térmica	Interacción con otros componentes	Solubles	Sin sabor	Baja viscosidad	Alta viscosidad	Estable al calor	Estable al congelamiento	Estable al ácido	Alta pureza microbiológica
Alimentos infantiles	X		X			X	X	X	X		X			X
Panificación		X		X		X		X	X		X			
Bebidas														
Carbonatadas	X					X	X	X	X		X	X	X	X
Sustitutos de crema			X			X	X	X			X	X		X
Dietéticas	X	X	X			X	X	X	X		X	X		X
Dulces		X	X			X		X	X	X			X	
Carnes enlatadas		X	X		X	X			X		X			X
Cereales	X				X	X		X	X		X			
Postres		X		X		X	X	X		X	X	X		X
Alimentos congelados			X	X		X		X				X		
Pastas		X				X		X	X		X			
Carnes procesadas		X	X		X	X		X		X	X	X	X	X
Botanas		X	X		X	X		X			X			X

Fuente: *Química de los alimentos*, Badui 1999.

Existen diversos alimentos con estructura de emulsión que se estabilizan con proteínas, tales como la mayonesa, los embutidos, los helados, los productos de la repostería, etc., pero dadas las características de cada sistema, no cualquier polipéptido es adecuado para todos. (Badui, 1999)

Una característica muy peculiar de las proteínas de la leche, del huevo, de la carne, de la soya, del pescado y algunas otras, es que establecen geles, ya sea mediante la adición de iones divalentes (vg. Calcio) por un calentamiento de la

suspensión correspondiente y después enfriamiento, o por acción enzimático (vg. La renina en la fabricación de quesos). (Badui, 1999)

Los geles de la carne son más estables cuando se inducen entre 60 y 70°C; sin embargo a esta temperatura los de la soya son muy débiles e inestables y se consiguen mejor cuando la temperatura alcanza 90 ó 100°C las mezclas a base de carne-soya que se usan para fabricar embutidos llegan a presentar algunos problemas de gelificación, pues en el proceso comercial se calientan a 70°C; sin embargo, con un tratamiento térmico adecuado que induzca la desnaturalización de las proteínas de soya se llega a mejorar sus propiedades gelificantes. (Badui, 1999)

#### F. Proteínas de origen animal

En términos generales, la carne está compuesta por agua, grasa, proteína, minerales (cenizas) y una pequeña porción de carbohidratos. El agua es el más variable de estos componentes en los diferentes cortes y tipos de carne, pero esta cercana e inversamente relacionado con el contenido de grasa, y en menor grado al contenido de carbohidratos y cenizas. (Pearson, 1996).

TABLA 8: *Análisis químico aproximado de la mayoría de las carnes*

<b>Componentes</b>	<b>%</b>
Agua	70
Proteínas	20
Grasa	6
Sustancias nitrogenadas no proteínicas	1.5
Hidratos de Carbono y sustancias no nitrogenadas	1.5
Sales inorgánicas	0.7

Fuente: (Badui, 1999)

De la materia seca de los músculos de los distintos animales la fracción proteínica es la más abundante ya que llega a representar 70% del total. Por su función biológica y su solubilidad, estos polímeros se han clasificado en tres grandes grupos:

*-Proteínas contráctiles o miofibrilares:* Es la fracción más abundante, equivale al 50% del total de proteínas de la carne. (Badui, 1999)

*-Proteínas sarcoplásmicas o solubles:* Se conocen con el nombre genérico de miogeno, se caracterizan por ser buenos agentes emulsionantes y retener una gran cantidad de agua, lo que evita pérdidas de humedad durante el proceso de cocción. (Badui, 1999)

*-Proteínas del estroma o insolubles:* Es un grupo muy abundante, conforma los tejidos conectivos fuertes de los tendones, la piel, el hueso y las capas más rígidas como endomisio, perimisio y epimisio. Este grupo representa el 35% de las proteínas totales de un animal vivo, pero en tejido muscular (carne) solo equivale a 3%. (Badui, 1999)

## **G. Proteínas de origen vegetal**

El interés en proteínas vegetales y de semillas ha aumentado debido al importante rol que las proteínas vegetales juegan en las dietas humanas y animales. Las proteínas animales aún se consideran con un valor nutricional mayor que las proteínas vegetales pero debido a razones económicas, de salud, o religiosas, algunas poblaciones derivan todo su consumo proteico de las plantas. (Ory, 1986)

Las proteínas animales y aquellas derivadas de la mayoría de legumbres y nueces, contienen todos los aminoácidos esenciales, pero en las cantidades de algunos (e.g.: lisina, metionina) en plantas son más bajas. Para tener una idea más clara del consumo mundial de proteínas en una perspectiva diferente,

considere las mayores fuentes consumidas por humanos; Del promedio de 69 g de proteína diaria consumida mundialmente en 1974, 63% se derivaba de plantas ( 48% de cereales, raíces y tubérculos, y 15% de frutas, vegetales, nueces y semillas oleaginosas), 36% de fuentes animales (carne, pescado, huevos y productos lácteos), y 1% de otras fuentes. (Ory, 1986)

Para alcanzar un consumo suficiente de aminoácidos o un mejor balance de aminoácidos (score químico), las proteínas de plantas deben ser consumidas en cantidades mayores o ser mezcladas con otras proteínas complementarias. Por ejemplo la proteína de maní, baja en lisina y metionina, puede ser mezclada con productos altos en metionina como harina de cítricos o harina integral de arroz para mejorar su calificación química. El uso de proteínas vegetales más baratas mezcladas con proteínas complementarias es la forma lógica y económica para mejorar la nutrición proteica para aquellos que no están consumiendo proteínas animales. (Ory, 1986)

Los efectos biológicos de las proteínas vegetales en la salud del ser humano atrajeron la atención en el pasado debido a la presencia de varios antinutrientes como los inhibidores de tripsina, hemaglutininas y partículas tóxicas. La cocción o procesamiento adecuado inactiva estos materiales y puede mejorar la calidad de los alimentos vegetales, pero es el problema de los suficientes aminoácidos esenciales en la proteína no se resuelve simplemente cocinando o procesando. La mezcla de dos o más proteínas sigue siendo necesaria para mejorar la calidad química.(Ory, 1986)

#### **H. Alimentos procesados elaborados con proteína vegetal**

Con los precios crecientes de las materias primas cárnicas, cada vez se investigan más las opciones de formular productos cárnicos a un precio más accesible, lo cual ha llevado a la inclusión de proteína vegetal en las formulaciones. Esto se observa principalmente en productos como embutidos,

de distintos tipos y formados. Entre estos productos, además de los elaborados a base de la mezcla entre proteína vegetal y animal, hay un interés en desarrollar productos nutricionalmente similares a partir solamente de proteína vegetal, con el fin de bajar sustancialmente los precios y en algunos mercados como en los países más desarrollados, de crear alternativas para las personas con una dieta vegetariana.

Para agregar textura que asemeje la carne a un producto análogo, es posible el usar proteína de soya o de trigo texturizada. En ambos ingredientes se comienza con productos desgrasados como base. Con el incremento de pureza, el contenido proteico aumenta correspondientemente. Por ejemplo, proteína asilada de soya es fabricada por solubilización de la proteína en la harina desgrasada con un álcali suave, reprecipitando por acidificación, y lavando con agua para remover azúcares y fibra. (Hoogenkamp, 1999)

El concentrado texturizado de soya y composiciones de trigo ofrecen oportunidades significativas para muchos productos análogos de la carne procesados. Las propiedades de textura simulan hasta cierto punto, la de los gránulos de la carne. Comparada con las versiones tempranas de proteína texturizada de soya con un contenido proteico de 50%, la proteína concentrada texturizada de soya con un 70% de proteína, tiene la ventaja de un sabor más suave y una reducción de azúcares no digeribles, como la estaquiosa y la rafinosa que pueden causar flatulencia y mal estar abdominal. También debido a la extracción por medio de alcohol de la proteína de soya, los fotoquímicos son removidos de la proteína. Esto afecta seriamente el posicionamiento de estos alimentos por razones de salud. Algunas de las aplicaciones de estos productos texturizados de soya como ingredientes son mezclas en seco para alimentos como rellenos de tacos, cacerolas y análogos de las hamburguesas. (Hoogenkamp, 1999)

Nuevas tecnologías de fibra de proteína y agentes texturizantes combinados con sabores supremos, han permitido el desarrollo de alimentos que complacen al paladar de una gran sección de la población. Exquisitas comidas vegetarianas pueden ser relativamente de fácil desarrollo manteniendo las propiedades de textura de la carne molida, algunas veces en combinaciones con alguna cantidad de proteína aislada de soya. Por ejemplo, lasaña, tacos, burritos vegetarianos y otras versiones. (Hoogenkamp, 1999)

Muchas compañías que empiezan y mentes innovadoras, que no eran tomadas muy seriamente hace algunos años, han creado un nicho de mercado para salchichas, bologna, peperonni y tocino sin carne. Varias marcas han penetrado los sistemas de distribución, incluyendo varias arenas de deportes y han recibido buenas revisiones por parte de los críticos de alimentos. La característica más importante de una salchicha emulsificada sin carne es el sabor. El sabor sobrepasa, incluso, las fallas en la textura. El sabor es el ingrediente más caro en una salchicha vegetariana. La búsqueda para encontrar el balance perfecto de sabor y condimento, en combinación con la textura y humedad, es un esfuerzo bien conocido, debido a que esto marca la diferencia entre las marcas líderes y el resto. (Hoogenkamp, 1999)

Los alimentos vegetarianos reformados están disponibles, como las tortitas cubiertas o no cubiertas, nuggets, kebabs que casi siempre contienen una matriz que actúa como goma, en la cual los vegetales normales están fijados. Es importante seleccionar una matriz y un nivel de inclusión que sea atractivo a las expectativas del consumidor. (Hoogenkamp, 1999)

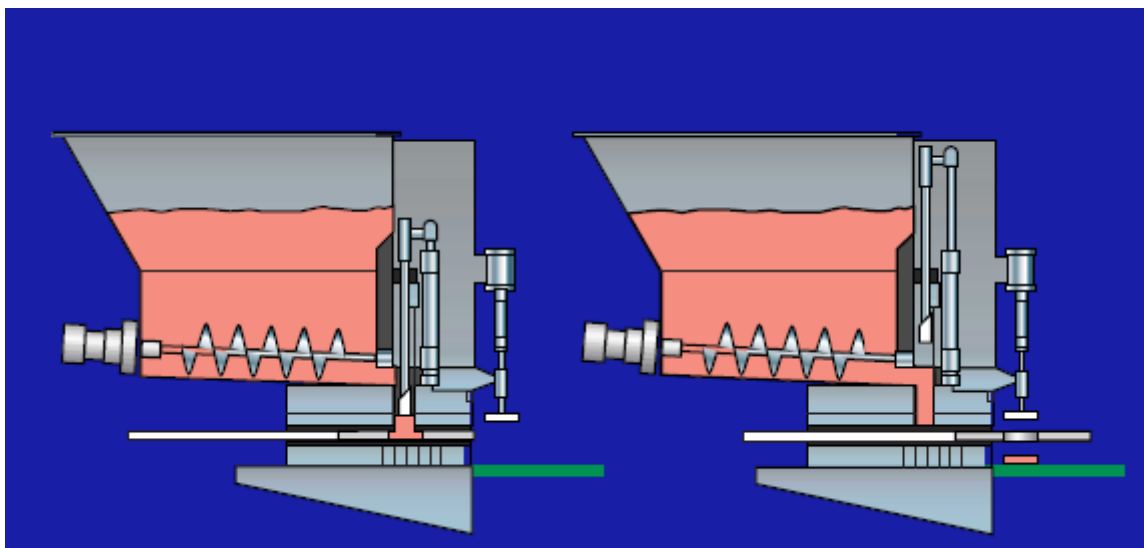
## **I. Proceso de formado**

Al utilizar una formadora industrial, la pasta que se formará se empuja por tornillos hidráulicos con control de pasos. Es luego introducida en los platos formadores por un bloque de prensa vertical; la presión puede ser

continuamente ajustada para asegurar que la estructura del producto y la textura se mantengan. (CFS, 2004)

La unidad de expulsión de producto libera el producto de la placa moldeadora a la cinta transportadora de la cual puede ser empacada inmediatamente o transportada hacia un proceso posterior. En la Figura 1 a continuación, se puede ver este proceso, así mismo podemos hacer referencia al manual del equipo en el apéndice F (CFS, 2004)

FIGURA 2: *Proceso de formado*



Fuente: (CFS, 2004)

En la obtención de un producto formado de óptima calidad interfieren varios factores, que se pueden resumir en los siguientes:

- 1. Calidad de la materia prima.** El significado de calidad en este caso se refiere al tamaño de partícula y el contenido de proteína en la proporción cárnica de la receta. Mientras más proteína muscular hay en relación a la grasa, es más “firme” la textura del producto terminado y por lo tanto es más fácil de formar. Además, el tamaño de partícula de la carne (músculo entero, plato de riñón, 13 mm, 2 mm o emulsión) influencia fuertemente el proceso. Trozos más

grandes son preferibles, pero por razones tecnológicas se utilizan partículas más pequeñas ( por ejemplo, mejor enlace de agua). (Gundt, 2007)

**2. Receta del producto.** En especial el contenido de agua añadida y la cantidad de ingredientes “suaves” como emulsión de piel, CDM (carne deshuesada mecánicamente) o extra grasa, suavizando la mezcla y haciendo el formado más complicado. (Gundt, 2007)

**3. Temperatura.** La temperatura y el valor de cristalización de la mezcla cárnica es muy importante. Si el producto está muy caliente ( $-1^{\circ}\text{C}$  o más) la pasta puede ser muy pegajosa y suave, si está muy frío ( $-5^{\circ}\text{C}$  o menos) la pasta es muy dura y no puede ser formada por razones mecánicas (presión de formado). El rango normal es alrededor de  $-3/-4^{\circ}\text{C}$  y 25 a 40% de cristalización del agua. Para algunos productos esto puede variar y debería ser evaluada con anticipación. (Gundt, 2007)

**4. Mejoras técnicas.** Además de la temperatura, la materia prima y la receta completa son los únicos componentes para ser optimizados. Ambos están dominados principalmente por motivos comerciales (menor precio de materia prima), demandas de consumidores (calidad, sabor, precio de venta) y situaciones locales de materia prima. Todo esto es lo que dificulta muchas veces cambiar (optimizar) la receta del productor. (Gundt, 2007)

Si es posible algunos ingredientes deberían agregarse, los cuales darían firmeza al producto para facilitar el formado. (Gundt, 2007)

Posibles ingredientes:

Gránulos de soya (pre hidratados)

Harina, Almidones, Hidrocoloides (limitando la cantidad, pero apoyando la calidad de formado)

Considerando la calidad de la materia prima y la receta, lo ideal sería, un tamaño de partícula más grande, más carne y menos grasa, y un contenido reducido de CDM (carne deshuesada mecánicamente) o emulsión de piel. Estos son solo algunos aspectos básicos, pero es importante revisar el caso específico del productor y cada uno de sus productos, para optimizarlos considerando sus circunstancias personales. (Gundt, 2007)

## IV. DISEÑO EXPERIMENTAL

### A. Metodología

**1. Evaluación de proteínas vegetales en el mercado.** Se investigó acerca de los distintos tipos de proteína vegetal disponibles en el mercado, se contactaron los proveedores y se obtuvieron muestras de producto.

**2. Selección de proteínas vegetales para el producto.** Se hizo pruebas con los distintos tipos de proteínas para determinar que combinación le daba al producto las características deseadas

**3. Evaluación de la proporción de los ingredientes, con base en sus características funcionales en la pasta.** Luego de la selección de las proteínas adecuadas se evaluaron las proporciones a utilizar y la adición de otros ingredientes para obtener la textura, color y sabor deseados para el producto.

**4. Selección del proceso.** Se evaluaron distintos procesos de mezclado de los ingredientes, para definir el más adecuado para obtener la pasta de la consistencia óptima para ser formada en una formadora industrial.

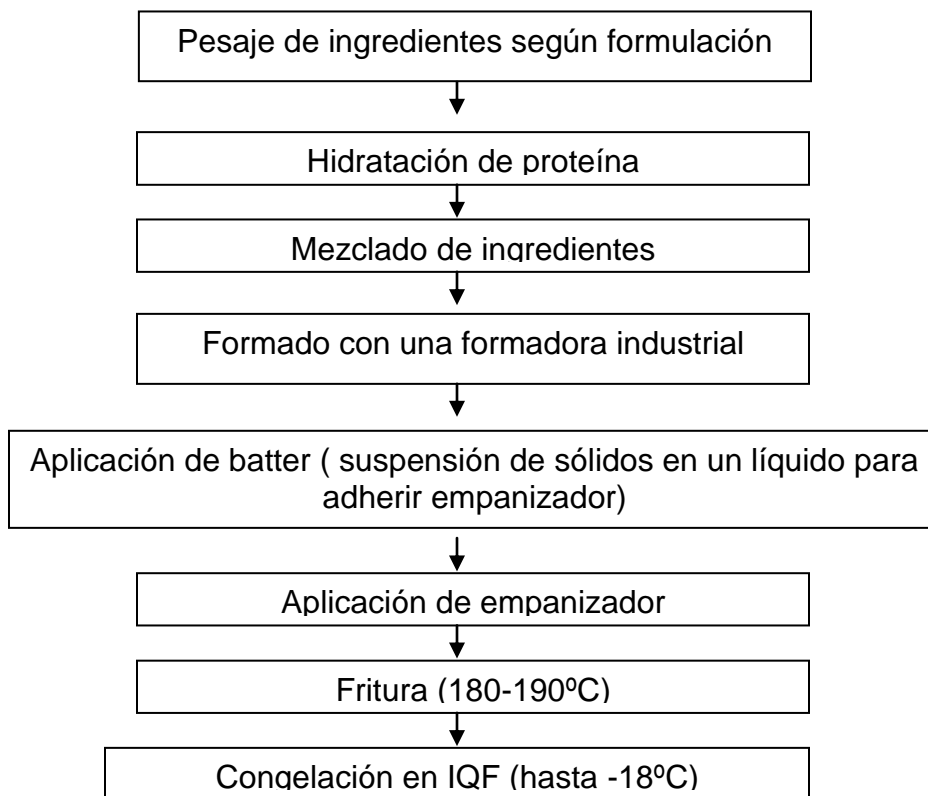
**5. Análisis químico.** Para realizar el análisis proximal se utilizaron los siguientes métodos:

- |                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| a. Humedad:       | Método AOAC 934.01 |
| b. Proteína:      | Método AOAC 979.09 |
| c. Grasa:         | Método AOAC 963.15 |
| d. Cenizas:       | Método AOAC 923.03 |
| e. Carbohidratos: | Por diferencia     |

**6. Análisis de costos.** Para determinar si el producto representaba un ahorro en relación a productos cárnicos similares, se hizo un análisis de costos, comparando el formado de proteína vegetal desarrollado, un formado de pollo y carne de muslo de pollo fresca. Para la comparación se utilizaron los costos en planta, sin tomar en cuenta costos de distribución, mano de obra, comercialización, etc.

**7. Evaluación sensorial.** Se llevaron a cabo dos evaluaciones sensoriales, una con panelistas entrenados en evaluación de productos cárnicos y otra con consumidores frecuentes de estos productos. En la evaluación se les presentó a los panelistas una muestra de el formado de proteína vegetal y una de formado de pollo, para que evaluaran cada una según la aceptabilidad, utilizando para esto una escala hedónica de 5 puntos. No se le pidió a los panelistas que compararan entre ambos productos sino que hicieran primero una evaluación y luego la siguiente, como productos aislados.

**8. Estudio biológico NPR.** Para determinar la calidad de la proteína contenida en el producto, se realizaron pruebas biológicas con ratas, para lo cual se emplearon 3 grupos de 8 ratas cada uno, las ratas utilizadas fueron de raza Wistar. Un grupo se alimentó con el formado de proteína vegetal como única fuente de proteína, el segundo grupo con caseína, la proteína de referencia y el tercer grupo con una dieta libre de nitrógeno. Este estudio se inició inmediatamente después de que las ratas fueron destetadas, luego de los 22 días de nacidas. Con base en los resultados obtenidos en el análisis químico del producto seco, se preparó el alimento de las ratas para ajustar el contenido de proteína de las dietas los valores que se pueden ver en la Tabla 7. Las ratas tuvieron un peso inicial de 43-53 g, y se mantuvieron en jaulas individuales en condiciones controladas de luz (12 horas de luz y 12 horas de oscuridad) y temperatura. (Ver apéndice B)

**B. Diagrama de flujo del proceso**

## V. RESULTADOS

### A. Evaluación de proteínas vegetales en el mercado y selección de las adecuadas para el producto

TABLA 9: *Evaluación de proteínas vegetales*

<b>Tipo de proteína</b>	<b>Resultados de evaluación</b>
Soya	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Falta de cohesión</li><li>▪ Baja en metionina</li></ul>
Soya con arroz	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Falta de cohesión</li><li>▪ Poca disponibilidad de proteína de arroz en el mercado</li><li>▪ Alto costo</li></ul>
Soya con papa	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Falta de cohesión y calidad proteica</li><li>▪ Poca disponibilidad de proteína de papa en el mercado</li><li>▪ Alto costo</li></ul>
Soya con arveja	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Falta de cohesión</li><li>▪ Poco contenido proteico</li><li>▪ No se consigue un equilibrio correcto de aminoácidos</li></ul>
Soya con trigo (la combinación seleccionada)	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Proporciona una mejor cohesión</li><li>▪ Al combinarse dan un adecuado contenido de aminoácidos</li><li>▪ Ayuda a mejorar la textura</li></ul>

### B. Definición de fórmula final

Además de seleccionar la combinación de proteínas vegetales ideal para el producto, se utilizaron otros ingredientes que ayudaron a proporcionar las distintas características deseadas. A continuación se muestra el listado de ingredientes final:

**Ingredientes:** Agua, aislado de proteína de soya, proteína texturizada de soya, aceite vegetal, gluten de trigo, sal, pimienta, carragenina, cebolla en polvo, ajo en polvo, tripolifosfato de sodio, dióxido de titanio.

### C. Selección del proceso

TABLA 10: Selección del proceso

Tipo de proceso	Resultados de evaluación
Preparación de gránulos de soya en cutter	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falta de cohesión</li> <li>▪ Falta de adherencia de la emulsión con los demás ingredientes</li> </ul>
Gránulos de soya con papa en cutter	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falta de cohesión</li> <li>▪ No se puede formar en formadora</li> </ul>
Preparación de pasta en mezcladora (solo soya)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falta de cohesión, aunque esta es mayor en relación a la obtenida mediante la utilización del cutter</li> </ul>
Preparación de pasta en mezcladora, con un enfriado/congelado posterior	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falta de cohesión</li> <li>▪ No se puede formar ya que la emulsión se gelatiniza demasiado y no se adhiere al resto de la fórmula</li> </ul>
Preparación de pasta en directamente en la mezcladora a temperatura ambiente (sin preparación previa de emulsión)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proporciona una mejor cohesión</li> <li>▪ Se consigue la textura adecuada para formar</li> </ul>

Con base en las pruebas realizadas se determinó que el proceso ideal sería la preparación de la pasta directamente en la mezcladora, a temperatura ambiente, sin preparar la emulsión previamente.

#### D. Análisis químico

Para determinar el contenido nutricional del producto se llevó a cabo un análisis proximal, cuyos resultados se muestran en la siguiente Tabla:

TABLA 11: *Análisis proximal*

	<b>100 g de producto</b>
<b>Humedad</b>	$55.12 \pm 5.3 \times 10^{-3} \text{ g}$
<b>Proteína</b>	$16.74 \pm 7.1 \times 10^{-3} \text{ g}$
<b>Grasa</b>	$13.26 \pm 1.1 \times 10^{-2} \text{ g}$
<b>Cenizas</b>	$2.96 \pm 4.8 \times 10^{-4} \text{ g}$
<b>Carbohidratos</b>	$11.92 \pm 5.0 \times 10^{-3} \text{ g}$

#### E. Análisis de costos

TABLA 12: *Análisis comparativo de costos (octubre 2008)*

	<b>Costo promedio por libra de producto sin incluir gastos de mano de obra, distribución, etc. (Q.)</b>	<b>Porcentaje de ahorro del formado de proteína vegetal comparado con un formado de pollo y muslo de pollo sin piel</b>
<b>Producto formado de proteína vegetal</b>	3.87	-----
<b>Producto formado de pollo</b>	6.55	40.9
<b>Carne de muslo de pollo sin piel</b>	9.00	57.0

El producto desarrollado representa un ahorro del 40.9% comparado con un producto formado de pollo y un 57.0% de ahorro comparado con carne de muslo

de pollo sin piel. Estos datos son tomando como base el precio por libra de cada producto.

## F. Evaluación sensorial

TABLA 13: Evaluación sensorial de formados de proteína vegetal por panelistas entrenados

Escala Hedónica	Porcentaje
Me gusta mucho	11.54%
Me gusta	36.54%
Ni me gusta ni me disgusta	34.62%
Me disgusta	15.38%
Me disgusta mucho	1.92%
<b>TOTAL</b>	<b>100.00%</b>

FIGURA 3: Gráfica de evaluación sensorial de formados de proteína vegetal realizada por panelistas entrenados



TABLA 14: Evaluación sensorial de formados de proteína vegetal realizada por consumidores

Escala Hedónica	Porcentaje
Me gusta mucho	34.17%
Me gusta	64.17%
Ni me gusta ni me disgusta	1.67%
Me disgusta	0.00%
Me disgusta mucho	0.00%
TOTAL	100.00%

FIGURA 4: Gráfica de evaluación sensorial de formados de proteína vegetal realizada por consumidores



TABLA 15: Evaluación sensorial de formados de proteína vegetal consolidada

Escala Hedónica	Porcentaje
Me gusta mucho	27.33%
Me gusta	55.81%
Ni me gusta ni me disgusta	11.63%
Me disgusta	4.65%
Me disgusta mucho	0.58%
TOTAL	100.00%

FIGURA 5: Gráfica de evaluación sensorial de formados de proteína vegetal consolidada



## G. Estudio biológico NPR

TABLA 16: *Resultados del estudio biológico*

	<b>Eficiencia alimentaria</b>	<b>PER de dos semanas</b>	<b>NPR</b>	<b>Calidad proteica en comparación con caseína (%)</b>
<b>Formado de proteína vegetal</b>	3.48	2.91	3.31	94.0

El estudio de NPR, tuvo como resultado un valor de 3.31 el cual comparado con el valor de 3.52, obtenido por la Caseína, proteína de referencia, representa una calidad proteica del 94.0%.

## VI. DISCUSIÓN

Debido a la alta tasa de desnutrición crónica que existe en la región de Centroamérica, especialmente en Guatemala, como se puede observar en la Figura 1, y a la reciente alza en los precios de los alimentos, Figura 35 y Tabla 27, surge la idea de desarrollar un producto capaz de suplir las necesidades proteicas de la población a un precio menor que el actual costo de las carnes y con perfil sensorial similar al de un producto cárnico.

En el desarrollo de este producto se buscó, no solamente conseguir un contenido proteico similar a un formado cárnico, especialmente de pollo, sino también una buena calidad proteica y un costo más bajo. Para lograr un adecuado equilibrio de aminoácidos en el producto y obtener las características necesarias para poder ser elaborado en maquinaria industrial, se evaluaron distintas combinaciones de proteínas vegetales, siendo estas de soya, arveja, trigo, arroz y papa. Las primeras pruebas que se llevaron a cabo fueron únicamente con proteína de soya, la pasta obtenida mostró una cohesión muy baja, además que por su naturaleza de leguminosa no tendría la proporción ideal de aminoácidos. Luego se llevaron a cabo pruebas con proteína de soya, combinada con proteínas de arroz y papa, ambas resultaron en pastas con baja cohesión, y además de esto, las proteínas de arroz y papa resultaron ser muy costosas y poco disponibles en el mercado. Las pruebas realizadas con proteína de arveja, dieron como resultado una pasta con baja cohesión, el contenido de proteína en la materia prima era bajo y además de esto el equilibrio de aminoácidos en el producto final no sería el adecuado por tratarse de dos leguminosas. La última prueba realizada fue con proteína de soya y gluten de trigo, el gluten por su elasticidad logró la cohesión necesaria para formar el producto con un buen equilibrio de aminoácidos.

Con base en los resultados de las pruebas se optó por utilizar proteína de soya y trigo, que además de estar disponibles en el país y tener un costo más bajo,

tienen una buena calidad proteica al combinarse, como se puede observar en la Tabla 1. La soya, por ser una leguminosa, es pobre en metionina, que se encuentra en el trigo por ser un cereal, mientras que este último es pobre en lisina y treonina, que se encuentran a su vez en la soya. Es por esto que la combinación de estas dos fuentes de proteína consiguió el equilibrio en el contenido de aminoácidos esenciales, proveyendo así un perfil proteico adecuado para el producto.

Además de seleccionar los ingredientes con base en su contenido nutricional, fue necesario considerar las características de cohesión y consistencia de la masa, para poder ser formada en una formadora industrial la cual necesita de ambas características para procesar el producto de este tipo en condiciones iguales a las de un formado cárnico. Para esto se llevaron a cabo varias pruebas, con diferentes proporciones de ingredientes. Como componentes principales, como se mencionó antes, se utilizó la proteína de soya y el gluten de trigo, siendo este último no solamente fuente de proteína, sino también de textura, ayudando a la cohesividad y elasticidad de la masa. Se utilizaron dos tipos de soya, una proteína texturizada para dar una adecuada consistencia al producto, y un aislado de proteína para mejorar la textura, enlazar los ingredientes y en especial retener humedad en el producto para mejorar textura al momento procesar, carragenina para mejorar la cohesión, dióxido de titanio para dar un color claro al producto y una apariencia más parecida al pollo, aceite para mejorar textura y formación de la emulsión sin resecar el producto, y condimento para dar sabor y ocultar cualquier resabio que pudiera dejar la soya. Además de esto se utilizó un sistema de cobertura igual al que se utiliza para los formados de pollo, siendo la única diferencia que al preparar el batter se agregó una fibra natural que se obtiene del residuo de la naranja luego de su procesamiento, para reducir el contenido de grasa absorbido por el formado durante la fritura.

La principal diferencia que se observó durante el proceso de formado del producto, es que no fue necesario que la temperatura de la pasta estuviera bajo cero, como en el caso de un formado cárnico, sino que solamente se mezcló a temperatura ambiente y se formó. Para determinar si el enfriado podía ayudar al proceso se hicieron pruebas con pasta fría y congelada, pero se observó que en vez de ayudar, las bajas temperaturas provocaron una coagulación rápida de la proteína, haciendo que al intentar formar la pasta, ésta se comportara como una gelatina demasiado firme, y no presentara cohesión, haciendo con esto imposible que retuviera la forma. Lejos de ser malo, esto es una ventaja en la producción, ya que no se necesita un enfriamiento previo de la pasta ni una molienda para poder formar, agilizando así el proceso y eliminando el uso de cuartos de congelación, lo cual implica también un ahorro energético.

Además de las pruebas de temperatura en el formado, se hicieron pruebas utilizando cutter y mezcladora para la preparación de la pasta. Los resultados obtenidos indicaron que el proceso ideal es mezclar todos los ingredientes del producto directamente en una mezcladora, sin utilizar un cutter y sin una previa preparación de emulsión ni enfriamiento, como se puede observar en la Tabla 10. Este proceso permitió la obtención de una pasta con una buena cohesión y elasticidad.

Luego de ser formado, el producto pasó por el proceso normal de un formado de pollo, el cual incluye primero el paso por una rebozadora, donde se le aplica el batter, que es una mezcla líquida ligeramente viscosa que recubre el formado y le permite ayudar a la adecuada adherencia del empanizado al pasar por la empanizadora. Luego del proceso de recubrimiento el producto entra a la freidora donde permanece durante 20 a 30 segundos a una temperatura aproximada de 180°C. Al salir de la freidora entra al IQF (Congelado rápido individual), donde permanece aproximadamente 45 minutos y sale a una temperatura alrededor de -18°C. Durante todas las etapas del proceso se

observó un comportamiento igual al de un formado cárnico, con un rendimiento normal y una adherencia igual de batter y empanizador.

Debido al alto contenido de humedad y actividad de agua del producto formado de proteína vegetal y de otros formados cárnicos, se recomienda mantener el producto en congelación hasta el momento de cocinar. En un estudio de vida de anaquel se determinó una vida útil de 6 meses a temperatura de congelación,  $-18^{\circ}\text{C}$ .

Durante el proceso industrial, luego del formado se observó un comportamiento igual al de un formado cárnico, con un rendimiento normal y una adherencia igual de batter y empanizador.

Del producto terminado se hizo un análisis proximal, compuesto por un análisis de humedad, proteína, grasa, cenizas y carbohidratos (por diferencia), de estos análisis se pueden ver los resultados en la Tabla 17. El análisis proximal consolidado (Tabla 11) muestra que el contenido de proteína fue del 16.74%, siendo así mayor que el contenido proteico de un formado de pollo, el cual, como se puede observar en la Tabla 18, es de 13%.

Para determinar la calidad de la proteína contenida en el producto, se realizaron pruebas biológicas con ratas, para lo cual se emplearon 3 grupos de 8 ratas cada uno, las ratas utilizadas fueron de raza Wistar. Un grupo se alimentó con el formado de proteína vegetal como única fuente de proteína, el segundo grupo con caseína, la proteína de referencia y el tercer grupo con una dieta libre de nitrógeno. Este estudio se inició inmediatamente después de que las ratas fueron destetadas, luego de los 22 días de nacidas. Con base en los resultados obtenidos en el análisis químico del producto seco, se preparó el alimento de las ratas para ajustar el contenido de proteína de las dietas a los valores que se pueden ver en la Tabla 25. Las ratas tuvieron un peso inicial de 43-53 g, y se mantuvieron en jaulas individuales en condiciones controladas de luz (12 horas

de luz y 12 horas de oscuridad) y temperatura. Esto es para que todos los animales tengan los mismos hábitos y condiciones de vida, siendo el alimento la única diferencia entre los grupos.

Durante el estudio se tomó el peso de cada rata y la cantidad de alimento ingerido durante 2 semanas, utilizando estos datos se determinó la variación total de peso en las tres dietas y el total de alimento ingerido durante ese período. Con el promedio de estos datos se calculó el PER (Razón de eficiencia proteica) y el NPR (razón proteica neta) de cada grupo. Como se puede observar en las Tablas 3 y 4, el NPR es un método más confiable que el PER para determinar la calidad proteica de un alimento, ya que en este se compara la ganancia de peso consumiendo el producto del estudio con la pérdida de peso en una dieta libre de nitrógeno. Por esto se utilizaron los datos del NPR para determinar la calidad proteica, comparando el resultado obtenido por el grupo que consumió el formado de proteína vegetal con el del grupo que consumió caseína. El NPR del producto desarrollado fue 3.31 y el de la caseína 3.52, por lo que se observó que la calidad proteica del producto es el 94% comparado con la caseína, como se puede observar en la Tabla 26, esto implica que el producto tiene una alta calidad proteica, muy similar a la de la caseína.

Debido a que la aceptación del producto también fue un aspecto importante del estudio, se llevaron a cabo dos evaluaciones sensoriales, una con panelistas entrenados en evaluación de productos cárnicos y otra con consumidores frecuentes de estos productos. En la evaluación se les presentó a los panelistas una muestra de el formado de proteína vegetal y una de formado de pollo, para que evaluaran cada una según la aceptabilidad, utilizando para esto una escala hedónica de 5 puntos. No se le pidió a los panelistas que compararan entre ambos productos sino que hicieran primero una evaluación y luego la siguiente, como productos aislados. En las evaluaciones de ambos grupos se obtuvo una mayoría de resultados en la categoría de “me gusta”, aunque el porcentaje fue mayor en la evaluación por consumidores, como se

puede observar al comparar las Tablas 19 y 20. Esta diferencia puede deberse al entrenamiento de los panelistas, ya que el panel entrenado en evaluación sensorial de carne, tiende a hacer una evaluación más minuciosa y estricta. Los resultados consolidados en porcentaje para el formado de proteína vegetal, Tabla 13, mostraron un 55.81% en la categoría de “Me gusta”. La evaluación de los formados de pollo dio resultados similares, observando en los datos consolidados que la mayoría está también en la categoría de “Me gusta”, seguida por un porcentaje muy similar en “Me gusta mucho”, ver Tabla 24. Al asignarle valores numéricos a la escala hedónica, se obtuvo una calificación promedio de 12.14 para el formado de proteína vegetal y 13.12 para el formado de pollo, Tablas 21 y 24. Esto mostró que se tuvo una buena aceptación la cual no es muy diferente de la que tiene un formado de pollo.

Para determinar si el producto representa un menor costo en relación a productos de pollo similares, se hizo un análisis de costos, comparando el formado de proteína vegetal desarrollado con un formado de pollo. Para la comparación se utilizaron los costos en planta, sin tomar en cuenta costos de distribución, mano de obra, comercialización, etc; ya que estos varían dependiendo del sector de mercado al que van dirigidos. Como se puede ver en la Tabla 18, el formado de proteína vegetal representa una reducción de costo de 40.9% respecto a un formado de pollo. Así mismo al calcular el precio por gramo de proteína contenida en el producto, este es solamente de Q.0.23, el costo más bajo de los dos productos, siendo el más caro el del formado de pollo, de Q.0.50.

Luego de llevar a cabo la comparación con un formado de pollo se decidió hacer también una comparación con carne de muslo de pollo fresca sin ningún tipo de recubrimiento o proceso posterior, debido a su alta calidad proteica. Al comparar estos datos se determinó que el formado a base de proteína vegetal tiene un costo 57.0% más bajo que la carne de muslo de pollo sin piel. Esta carne como se puede ver en la Tabla 18, tiene un 3% más de proteína que el

formado de proteína vegetal, sin embargo al calcular el costo de la carne de pollo por gramo de proteína contenida, y compararlo con el formado de proteína vegetal, este costo también fue más alto que el del formado.

Ante los problemas de desnutrición crónica que afectan la región latinoamericana, por su bajo costo y alta calidad nutricional, este producto sería una buena alternativa para formar parte de proyectos de desarrollo comunitario, como los programas de alimentación de las escuelas en América Latina, almuerzos escolares y los Comedores Solidarios del Consejo de Cohesión Social, inaugurados el 9 de septiembre del 2008

Con base al estudio realizado se determinó que fue posible desarrollar un producto formado de proteína vegetal con un contenido de proteína similar a un producto cárnico, con alta calidad proteica, un perfil organoléptico similar a un producto cárnico y bajo costo.

Durante la elaboración de este estudio se encontraron varias limitantes, como la falta de alternativas de proteína de origen vegetal en la región, la falta de estudios sobre productos análogos de carne, en especial sobre su calidad proteica, y principalmente la falta de información sobre tecnología y procesamiento de productos formados. No se encontró información en libros de texto o de procesamiento de alimentos, pero fue posible tener acceso a un técnico especialista en cárnicos de una planta fabricante de equipo de Holanda, que estuvo de visita en Guatemala, quien fue de mucha ayuda para recaudar la información necesaria del tema.

## VII. CONCLUSIONES

- Se desarrolló un producto formado a base de proteína vegetal con un contenido de proteína del 16.74% el cual es 22.3% mayor que el de un producto formado de pollo.
- El producto desarrollado presenta una calidad proteica alta, siendo esta el 94% de la caseína.
- La evaluación sensorial llevada a cabo determinó que el producto tiene una buena aceptación, con la mayoría de resultados en la categoría de “Me gusta”.
- El atributo de textura fue el que recibió el puntaje más alto. Un 58.1% en la categoría de “Me gusta” y un 30.2% en la categoría “Me gusta mucho”.
- El análisis proximal determinó que el producto desarrollado contiene 16.74% de proteína, 13.26% de grasa, 2.92% de cenizas, 11.92% de carbohidratos y 55.12% de humedad.
- El análisis de costos mostró que el producto obtenido es 40.9% más barato que un producto formado de pollo, y un 57% más barato que la carne de pollo.

## VIII. RECOMENDACIONES

- En estudios futuros sobre calidad proteica de un producto formado de proteína vegetal, se recomienda llevar a cabo un estudio paralelo sobre la calidad proteica de un producto formado cárnico, para determinar de una forma más directa, las diferencias en la calidad nutricional de ambos productos.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. AOAC, Official Methods of Analysis of the Association of Official/ Analytical Chemists, 12th ea., ed. W. Horwitz (Washington, D.C., 1975).
2. Applewhite, Thomas. 1989. *Vegetable Protein Utilization in Human Foods and Animal Feedstuffs*. The American Oil Chemists Society. 575 págs.
3. Badui, Salvador. 1999. *Química de los alimentos*. Tercera edición. Mexico DF. Pearson Education. 646 págs.
4. Block, RJ; Mithchel, HH. 1946. <<Nutrition Abstract>> *Journal of nutrition*. Estados Unidos de América. 16: 249.
5. Campbell, JA., 1960. <<Evaluation of Protein in Foods for Regulatory Purposes>> *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. (8): 323-327.
6. Cornejo, Lucía; M. Hernández y A. Sotelo. 1993. <<Nutritive value of chicken and corn flour mixture in formulas for infants with lactose intolerant>> *American Association of Cereal Chemists*. México. 70 (5): 572-575.
7. Derse, PH. 1962. <<Evaluation of Protein Quality (Biological Method)>> *Journal Association of Official Agricultural Chemists*.(45): 418-422.
8. Endres, Joseph. 2001. *Soy Protein Products: Characteristics, Nutritional Aspects, and Utilization*. The American Oil Chemists Society. 53 págs.
9. *Forming Equipment, making a great impression*. 2004. CFS, Convenience Food Systems. Holanda. 16 págs.
10. Geoffrey, Joseph; B.A. Rolls. 1972. *Proteins in human nutrition*. Gran Bretaña. Academic Press. 560 págs.
11. Gundt, Dieter. 2007. *Procesamiento de formados*. CFS (Convenience Food Systems). Holanda. 22 págs.

12. Hernández, Miguel, *et al.* 1996. <<The protein efficiency Ratios of 30:70 mixtures of animal:vegetable protein are similar or higher than those of the animal foods alone>> *Journal of nutrition*. Mexico. 126 (2): 574-581.
13. Hoogenkamp, Henk. 1992. *Vegetable Protein: technology value in meat, poultry and vegetarian foods*. Protein Technologies Internacional. 258 págs.
14. *Improvement of Protein Nutriture*. 1974. ed. A.E. Harper and D.M. Hegsted Committee on Amino Acids, Food and Nutrition Board, National Research Council. National Academy of Sciences, Washington, D.C.
15. Jansen, GR. 1978 <<Biological Evaluation of Protein Quality,>> *Food Technology*., 32 (12): 52-56.
16. Joint FAD/WHO Ad Hoc Expert Committee, Energy and Protein Requirements, WHO Technical Report Series, no. 522; FAO Nutrition Meetings Report Series, no. 52 (WHO, Geneva; FAO, Rome, 1973).
17. Lawrie, R.A. 1970. *Proteins as human food*. Gran Bretaña. AVI publishing company. 525 págs.
18. Lecklem JE. 1994. <<Vitamin B6>> en Shils ME, et al. (eds). *Modern nutrition in health and disease*. 8<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Lea & Febiger.
19. Mahan, L. Kathleen; Escott-Stump, Sylvia. 2001. *Nutrición y dietoterapia de, Krause*. 10<sup>a</sup> edición. México. McGraw Hill. 1272 págs.
20. *Manual de asistencia técnica Multiformer 600/900, Carpeta 2*. 2007. CFS, Convenience Food Systems. Holanda. 200 págs.
21. Messina, M. 1995. <<Modern applications for an ancient bean: Soybeans and the prevention and treatment of chronic disease>> *Journal of Nutrition*. (125):567.

22. Ortiz, Alejandra. 2008. *ALIMENTACIÓN EN LAS ESCUELAS DE AMERICA LATINA, Recomendaciones para mejorar su efectividad*. Santiago, Chile. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). Iniciativa América Latina y Caribe sin Hambre. 42 págs.
23. Ory, Robert L. 1986. *Plant Proteins applications, biological effects and chemistry*. Washingto, USA.. ACS Symposium Series, American chemical Society. 286 págs.
24. Osborne, TB, L.B. Mendel, and E.L. Ferry. 1919. <<A Method of Expressing Numerically the Growth Promoting Value of Proteins>>. *Journal of Biological Chemistry*. (37): 223-229.
25. Pearson, A. M; Gillett, T.A. 1996. *Processed meats*. 3<sup>a</sup> edición. Estados Unidos de América. Chapman & Hall. 446 págs.
26. Roldán, David. 2007. <<Industrialización de harina de pota (*Dosidicus gigas*)>> *Revista Sociedad Química*. Perú.. *Soc. Quím. Perú*, 73, (2):120-121. ISSN 1810-634X.
27. Sarwar G, et al. 1985. <<Corrected relative net protein ratio (CNPR) method based on differences in rats and human requirements for sulfur amino acids>> *Journal of American Oil Chemists Society* (68) : 689.
28. Smith, Alan. 1972. *Soybeans: Chemistry and technology*. AVI publishing Company. 466 págs.
29. Soto, Fernando; S. Faiguenbaum. 2008. *Aumento de los precios de los alimentos en América Latina y el Caribe*. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 18 págs.
30. Young VR. 1991. <<Soy protein in relation to human protein and amino acid nutrition>> *Journal of American Diet Association*. (91) :828.

## **X. APÉNDICES**

## A. FOTOGRAFÍAS

### 1. Producto formado a base de proteína vegetal

**Fig. 6.** Pasta



**Fig. 7** Medallones  
sin empanizar



**Fig. 8.** Medallones  
empanizados



**Fig. 9.** Banda  
transportadora  
entre freidora e IQF



**Fig. 10.** Formados  
a base de proteína  
vegetal congelados  
a la salida del IQF



## 2. Análisis químicos

### a. Determinación de humedad

**Fig.11** Muestra para secar 1



**Fig.12** Horno



**Fig. 13** Muestra seca



**Fig. 14** Molienda de muestra seca para otros análisis



**Fig. 15** Muestra seca molida



**b. Determinación de proteína****Fig. 16** Aparato Kjeldahl**Fig. 17** Digestor**Fig.18** Destilación**Fig. 19** Solución receptora al inicio**Fig. 20** Solución receptora al final**Fig. 21** Titulación final con HCl

**c. Determinación de grasa**

**Fig. 22** Aparato de Soxlet



**d. Determinación de cenizas**

**Fig. 23** Mufla



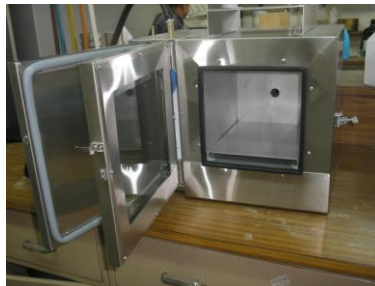
### 3. Análisis biológicos

#### a. Preparación de muestra para preparar las dietas, secado.

**Fig. 24** Muestra para  
secar 2



**Fig. 25** Horno de vacío



**Fig. 26** Muestras  
en el horno



**Fig. 27** Horno de vacío



**Fig. 28** Bomba de vacío



#### b. Evaluación en ratas

**Fig. 29** Rata en el estudio 1



**Fig. 30** Rata en el estudio 2



#### 4. Evaluación sensorial

##### a. Panelistas entrenados

**Fig. 31** Panel entrenado 1



**Fig. 32** Panel entrenado 2



##### b. Consumidores

**Fig. 33** Consumidores 1



**Fig. 34** Consumidores 2



## **B. PROCEDIMIENTO DE ESTUDIO BIOLÓGICO**

### **Método para la determinación de la Razón de Eficiencia Proteica (PER) y la Razón Proteica Neta (NPR)**

*Animales.* Utilice ratas destetadas de una sola camada, 20-23 días de edad, 10 para cada dieta.

*Dieta.* Utilice una dieta basal de la siguiente composición seca: almidón de maíz 80%, aceite de maíz o de algodón 10%, celulosa no nutritiva 5%, sales USP XIV 4%, y mezcla vitamínica 1%. Incorpore la comida proteica que se desea analizar en la dieta sustituyendo almidón de maíz para dar el 10 por ciento (9.710.3) de proteína (Nx6.25). Prepare un suplemento vitamínico con 19 de los siguientes contenidos de vitaminas: vitamina A 1000 IU; Vitamina D 100 IU, Vitamina E 10 IU, Vitamina K (menadiona) 0.5 mg, Tiamina 0.5 mg, Riboflavina 1 mg, Piridoxina 0.4 mg, Acido pantoténico 4mg, Niacina 4 mg, Colina 200 mg, inositol 25 mg, Acido para aminobenzoico 10 mg, Vitamina B12 , 2 microgramos; Biotina 0.02 mg, y ácido fólico 0.2 mg. Agregue suficiente celulosa para hacer 19. Provea la dieta y agua ad libitum.

*Periodo de ensayo.* Utilice un período de 3 semanas.

*Jaulas.* Utilice jaulas individuales provistas por comederos que reduzcan el desperdicio de comida al mínimo.

*Selección aleatoria.* Utilice el diseño de bloque aleatorio en el cual bloques representan variaciones en el peso inicial. Coloque a las ratas aleatoriamente en cada bloque para la dieta y la jaula. Si la variación es significativa, use el diseño para permitir remover esta variación.

*Records.* Mantenga un récor semanal y de 10 días del consumo de alimentos y peso corporal.

Para la determinación PER. Además del grupo del experimento, mantenga un grupo de referencia estándar en una dieta consistente de la ración basal con caseína al nivel de 10 % de proteína. El caso de la dieta experimental alta en nitrógeno aprobada por el

Animal Nutrition Research Council (ANRC) y preparada por Sheffield Chemical Company, Norwich, New York, Estados Unidos, se ha comprobado ser satisfactoria.

A las 4 semanas, calcule el PER para cada alimento y para el estándar de referencia de caseína.. Se hará una corrección de caseína= 2.5

PER corregido= PER x 2.5 PER determinado para la caseína estándar de referencia

Para la determinación de NPR. Además del grupo experimental, mantenga un grupo control de ratas, en una dieta consistente de la ración basal sin modificar. A los 10 días calcule el NPR para cada alimento

### **Procedimiento para estimar la Razón Proteica Neta Relativa en ratas (RNPR)**

Cuando es necesario un ensayo de una dosis, debido a muy poco material de prueba, o cuando se desea un método de monitoreo, el método NPR es probablemente el más apropiado.

Las instrucciones respecto a animales y las dietas descritas para RPV son apropiadas. Un único nivel de proteína cercano al límite superior del rango lineal es utilizado. Un grupo de 10 animales es alimentado con la dieta basal, y de 5 a 10 animales, dependiendo de la cantidad de material de prueba disponible, son alimentados con la dieta experimental. Una proteína de referencia es alimentada al nivel de proteína de 80 g/Kg. Los cambios en el peso y consumo de alimentos, ajustados por desperdicio, son calculadas dos veces por semana por dos semanas.

El NPR para cada animal es calculado de acuerdo a la formula:

$$\text{NPR} = [ (\text{aumento de peso de animal experimental}) + (\text{promedio de pérdida de peso de animales con dieta basal}) ] / (\text{proteína consumida por el animal experimental})$$

La RNPR es la NPR del material de prueba expresado en relación al NPR del estándar de referencia, lactalbúmina. LA razón puede ser también expresada en porcentaje.

## C. DATOS

### 1. Análisis químicos

TABLA 17 : *Análisis proximal detallado*

<b>Análisis</b>	<b>Porcentaje promedio en base seca</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Porcentaje promedio en base húmeda</b>	<b>Desviación estándar</b>
Humedad	----	----	55.12%	0.0053
Proteína	37.30%	0.016	16.74%	0.0071
Grasa	29.54%	0.024	13.26%	0.011
Cenizas	6.60%	0.0011	2.96%	0.00048
Carbohidratos	26.56%	----	11.92%	----

## 2. Análisis de costos

TABLA 18: *Análisis de costos (octubre 2008)*

<b>Producto</b>	<b>Contenido de proteína en 100g de producto (g)</b>	<b>Costo promedio por libra de producto sin incluir gastos de mano de obra, distribución, etc. (Q.)</b>	<b>Costo por gramo de proteína en el producto (Q./g)</b>	<b>Porcentaje de ahorro del formado de proteína vegetal comparado con los otros productos</b>
<b>Formado de proteína vegetal</b>	16.7	3.87	0.23	---
<b>Carne de muslo de pollo sin piel</b>	19.7	9.00	0.46	57.0
<b>Formado de pollo</b>	13.0	6.55	0.50	40.9

### 3. Evaluación sensorial

#### a. Formados de proteína vegetal

TABLA 19: Evaluación sensorial realizada por panelistas entrenados 1

	SABOR	OLOR	TEXTURA	COLOR	TOTAL	%
Me gusta mucho	0	1	5	0	6	11.54%
Me gusta	6	3	4	6	19	36.54%
Ni me gusta ni me disgusta	2	6	4	6	18	34.62%
Me disgusta	4	3	0	1	8	15.38%
Me disgusta mucho	1	0	0	0	1	1.92%
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>52</b>	<b>100.00%</b>

TABLA 20: Evaluación sensorial realizada por consumidores 1

	SABOR	OLOR	TEXTURA	COLOR	TOTAL	%
Me gusta mucho	14	9	8	10	41	34.17%
Me gusta	16	21	21	19	77	64.17%
Ni me gusta ni me disgusta	0	0	1	1	2	1.67%
Me disgusta	0	0	0	0	0	0.00%
Me disgusta mucho	0	0	0	0	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>120</b>	<b>100.00%</b>

TABLA 21: Evaluación sensorial consolidada 1

	VALOR EN ESCALA HEDÓNICA	SABOR	OLOR	TEXTURA	COLOR	%
<b>Me gusta mucho</b>	15	14	10	13	10	27.33%
<b>Me gusta</b>	12	22	24	25	25	55.81%
<b>Indiferente</b>	9	2	6	5	7	11.63%
<b>Me disgusta</b>	6	4	3	0	1	4.65%
<b>Me disgusta mucho</b>	3	1	0	0	0	0.58%
Media		12.07	11.86	12.56	12.07	100.00%
Media final	<b>12.14</b>					

### b. Formados de pollo

TABLA 22: Evaluación sensorial realizada por panelistas entrenados 2

	SABOR	OLOR	TEXTURA	COLOR	TOTAL	%
<b>Me gusta mucho</b>	4	0	3	5	12	23.08%
<b>Me gusta</b>	8	13	8	8	37	71.15%
<b>Ni me gusta ni me disgusta</b>	1	0	2	0	3	5.77%
<b>Me disgusta</b>	0	0	0	0	0	0.00%
<b>Me disgusta mucho</b>	0	0	0	0	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	13	13	13	13	52	100.00%

TABLA 23: Evaluación sensorial realizada por consumidores 2

	SABOR	OLOR	TEXTURA	COLOR	TOTAL	%
Me gusta mucho	19	17	15	16	67	55.83%
Me gusta	9	11	14	11	45	37.50%
Ni me gusta ni me disgusta	1	2	1	1	5	4.17%
Me disgusta	1	0	0	0	1	0.83%
Me disgusta mucho	0	0	0	2	2	1.67%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>120</b>	<b>100.00%</b>

TABLA 24: Evaluación sensorial consolidada 2

	VALOR EN ESCALA HEDÓNICA	SABOR	OLOR	TEXTURA	COLOR	%
<b>Me gusta mucho</b>	15	23	17	18	21	45.93%
<b>Me gusta</b>	12	17	24	22	19	47.67%
<b>Indiferente</b>	9	2	2	3	1	4.65%
<b>Me disgusta</b>	6	1	0	0	0	0.58%
<b>Me disgusta mucho</b>	3	0	0	0	2	1.16%
Media		13.33	13.05	13.05	13.05	100.00%
Media final		<b>13.12</b>				

#### 4. Estudio biológico NPR

TABLA 25: *Contenido de proteína en las dietas*

Producto	Contenido de proteína (%)
Formado de proteína vegetal	9.88
Caseína	11.84

TABLA 26: *Estudio de NPR*

	Producto formado de proteína vegetal		Caseína		Dieta libre de nitrógeno
	Aumento en peso, ( $\pm 0.5$ g)	Alimento ingerido, ( $\pm 0.5$ g)	Aumento en peso, ( $\pm 0.5$ g)	Alimento ingerido, ( $\pm 0.5$ g)	Aumento en peso, ( $\pm 0.5$ g)
	52	173	66	162	-10
	45	156	49	140	-5
	50	175	65	164	-7
	52	161	65	160	-7
	52	183	55	167	-9
	53	190	71	185	-8
	43	169	67	177	-5
	51	182	50	153	-8
<b>Total</b>	<b>398</b>	<b>1389</b>	<b>488</b>	<b>1308</b>	<b>-59</b>
Promedio	50	174	61	163	-7
Desv. est.	3,69	11,46	8,40	13,80	1,76
Eficiencia alimentaria **	-	3.48	-	2.67	-
PER de 2 semanas	-	2.91	-	3.16	-
<b>NPR</b>	<b>-</b>	<b>3.31</b>	<b>-</b>	<b>3.52</b>	<b>-</b>

## D. CÁLCULOS

### 1. Análisis químicos

#### a. Humedad: método AOAC 934.01

$$\% \text{ humedad} = \frac{(\text{peso muestra húmeda} - \text{peso muestra seca})}{\text{Peso muestra húmeda}} \times 100$$

#### b. Proteína: método AOAC 979.09

$$\% \text{ Proteína} = \frac{(14 \times N \times V \times 100 \times \text{factor})}{m \times 1000}$$

Donde:

N= Normalidad

V= gasto de HCl 0.1 N

m= peso de muestra en gramos

Factor= 6.25 (para carne, pescado, huevo, leguminosas y proteínas en general)

$$\% \text{ proteína en base húmeda} = (1 - (\% \text{ humedad}/100)) \times \% \text{ proteína}$$

#### c. Grasa: método AOAC 963.15

$$\% \text{ Grasa} = \frac{\text{peso de grasa}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

$$\% \text{ Grasa en base húmeda} = (1 - (\% \text{ humedad}/100)) \times \% \text{ grasa}$$

**d. Cenizas : método AOAC 923.03**

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{peso de cenizas}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

$$\% \text{ cenizas en base húmeda} = (1 - (\% \text{ humedad}/100)) \times \% \text{ cenizas}$$

**e. Carbohidratos: por diferencia**

$$\% \text{ carbohidratos} = 100 - (\% \text{ proteína} + \% \text{ grasa} + \% \text{ humedad} + \% \text{ cenizas})$$

$$\% \text{ carbohidratos en base húmeda} = (1 - (\% \text{ humedad}/100)) \times \% \text{ carbohidratos}$$

**2. Análisis sensorial**

**a. Media de cada atributo en tabla de evaluación sensorial consolidada:**

$$\frac{\sum(\text{Valor en escala hedónica} \times \text{número de panelistas en cada categoría})}{\text{total de panelistas (43)}}$$

**b. Media total :  $\frac{\sum \text{media de cada atributo}}{\text{Número de atributos (4)}}$**

### 3. Análisis biológico

a. **Eficiencia alimentaria (EA)** =  $\frac{\text{Alimento ingerido}}{\text{Aumento en peso}}$

Ej: EA de dieta de caseína =  $\frac{163}{61} = 2.67$

b. **Proteína ingerida** = (Alimento ingerido)(%proteína en dieta)

Ej: Proteína ingerida en producto =  $(174)(9.88\%) = 17.19$

c. **PER** =  $\frac{\text{Aumento en peso}}{\text{Proteína ingerida}}$

Ej: PER de producto =  $\frac{(50)}{17.19} = 2.91$

d. **NPR** =  $\frac{\text{Aumento en peso} - \text{Aumento en peso en dieta libre de nitrógeno}}{\text{Proteína ingerida}}$

Ej: NPR de producto =  $\frac{(50) - (-7)}{17.19} = 3.31$

e. **Calidad proteica (%)** =  $\frac{\text{NPR formado vegetal}}{\text{NPR caseína}} \times 100\%$

Ej: Calidad proteica (%) =  $\frac{(3.31)}{3.52} \times 100\% = 94.0\%$

### E. FORMATO DE EVALUACIÓN SENSORIAL

<b>LOGO DE LA EMPRESA</b>		<b>PP-RE-ID-36</b>
	<b>PRUEBA DE COMPARACIÓN PAREADA</b>	<b>Versión: 01</b>
		<b>Fecha: 04/07/08</b>
		<b>Página 68 de 1</b>

**Instrucciones:** Frente a usted hay una muestra, obsérvela, pruébela, y subraye en la escala de aceptabilidad su propuesta a su criterio respecto a las características a evaluar que se le presentan a continuación.

<b>MUESTRA 1725</b>
<p><b>COLOR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Me gusta mucho</li> <li>• Me gusta</li> <li>• Ni me gusta ni me disgusta</li> <li>• Me disgusta</li> <li>• Me disgusta mucho</li> </ul>
<p><b>OLOR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Me gusta mucho</li> <li>• Me gusta</li> <li>• Ni me gusta ni me disgusta</li> <li>• Me disgusta</li> <li>• Me disgusta mucho</li> </ul>
<p><b>SABOR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Me gusta mucho</li> <li>• Me gusta</li> <li>• Ni me gusta ni me disgusta</li> <li>• Me disgusta</li> <li>• Me disgusta mucho</li> </ul>
<p><b>TEXTURA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Me gusta mucho</li> <li>• Me gusta</li> <li>• Ni me gusta ni me disgusta</li> <li>• Me disgusta</li> <li>• Me disgusta mucho</li> </ul>

**Instrucciones:** Frente a usted hay una muestra, obsérvela, pruébela, y subraye en la escala de aceptabilidad su propuesta a su criterio respecto a las características a evaluar que se le presentan a continuación.

<b>MUESTRA 4569</b>
<b>COLOR</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Me gusta mucho</li><li>• Me gusta</li><li>• Ni me gusta ni me disgusta</li><li>• Me disgusta</li><li>• Me disgusta mucho</li></ul>
<b>OLOR</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Me gusta mucho</li><li>• Me gusta</li><li>• Ni me gusta ni me disgusta</li><li>• Me disgusta</li><li>• Me disgusta mucho</li></ul>
<b>SABOR</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Me gusta mucho</li><li>• Me gusta</li><li>• Ni me gusta ni me disgusta</li><li>• Me disgusta</li><li>• Me disgusta mucho</li></ul>
<b>TEXTURA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Me gusta mucho</li><li>• Me gusta</li><li>• Ni me gusta ni me disgusta</li><li>• Me disgusta</li><li>• Me disgusta mucho</li></ul>

**¡Muchas gracias!**

## **F. INFORMACIÓN SOBRE EL ALZA DE PRECIOS DE LOS ALIMENTOS EN AMÉRICA LATINA**

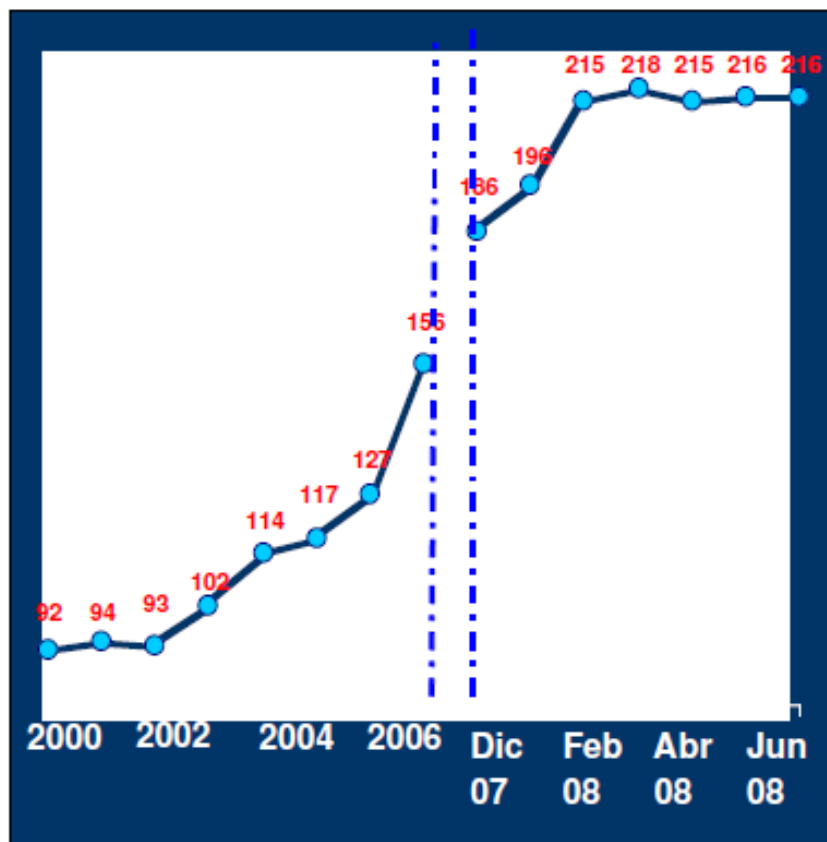
El alza de los precios de los alimentos, junto a los del petróleo y de otras materias primas, ha emergido en el curso del 2008 como uno de los temas de mayor relevancia en la agenda internacional, tanto a nivel de gobiernos como de agencias internacionales y medios de comunicación masivos. (Soto, 2008)

El problema central que genera el alza de los precios de los alimentos en la Región, desde el punto de vista de la seguridad alimentaria y nutricional, es el agravamiento de una situación estructural, de insuficiente acceso a los alimentos por parte de amplios sectores sociales que no tienen los ingresos ni la capacidad de compra para acceder a ellos. Puesto que esos sectores son precisamente quienes utilizan una mayor proporción de sus escasos ingresos en alimentación, los mayores costos de su canasta alimentaria significan un grave impacto en sus niveles de vida y alimentación. La CEPAL ha estimado que un incremento de 15% en el precio de los alimentos elevaría la incidencia de la indigencia de 12.7% a 15.9%. A esto debe agregársele efectos inflacionarios adicionales por los aumentos en los precios del petróleo, en las tarifas de transporte y de varios servicios públicos. Lamentablemente esta situación arriesga con eliminar los incipientes, aunque esperanzadores avances en materia económica y social que la Región en su conjunto, y algunos de los países relativamente más pobres, habían alcanzado durante los últimos años. (Soto, 2008)

Habida cuenta de la heterogeneidad de la Región, este panorama de carácter general, centrado en el impacto en determinados sectores sociales, requiere ser complementado también con una mirada a las diversas situaciones que enfrentan los países y subregiones, tanto respecto al impacto que el alza de los

commodities– en este caso no sólo los alimentos, sino también el petróleo y los minerales – genera en cada caso, como en las capacidades fiscales para atenuar esos impactos a través de medidas de políticas específicas. Como se verá más adelante, los países importadores netos de alimentos y de energía, particularmente los de Centroamérica (a excepción de Costa Rica), y del Caribe (a excepción de Trinidad y Tobago), son los más vulnerables, en tanto que aquellos que exportan alimentos y/o materias primas, actualmente altamente valorizadas en los mercados mundiales, se encuentran en mejores condiciones para enfrentar la compleja coyuntura. (Soto, 2008)

El alza de los precios de los alimentos a nivel mundial, si bien se acelera durante 2008, es un proceso que viene expresándose desde hace un lustro. El inicio del actual ciclo alcista de los precios puede ubicarse en torno al período anual 2002-03, si bien el 2006 adquiere mayor ímpetu, hasta alcanzar su máximo peak, en lo que va de la actual década, el primer trimestre del 2008, tal como se aprecia en la Figura 35. En ese último período el precio promedio de los alimentos se elevó por sobre el 50% respecto al primer trimestre del año anterior. Tras un pequeño descenso en abril, los precios han tendido a estabilizarse durante el primer semestre del 2008. (Soto, 2008)

**FIGURA 35.** Evolución Índice FAO del precio de los alimentos

La inflación se ha tornado en una de las principales preocupaciones en la Región. Al igual que en el resto del mundo, el aumento del costo de la vida ha irrumpido en la agenda económica, política, social y noticiosa en América Latina y el Caribe. Mientras que en el año 2007 la inflación fue de un 6.3% en promedio, a julio del 2008 ya había alcanzado el 8.7%, y en varios países de la Región está en dos dígitos. Esas altas tasas superan hasta en tres y cuatro veces las metas de inflación que varios países habían estimado a inicios del año. De ahí que revertir las expectativas de mayor inflación se haya constituido en un importante objetivo de las autoridades económicas en la mayoría de los países. (Soto, 2008)

TABLA 27. Tasas de inflación general y de alimentos (junio 2007-junio 2008)

País	Inflación anual (Julio 07-Julio 08)		Diferencia entre inflación general y de alimentos
	General	Alimentos	
Argentina (1)	9.1	8.9	-0.2
Aruba	8.4	6.5	-1.9
Bolivia (1)	14.8	24.7	9.9
Brasil	6.2	14.6	8.4
Chile	9.5	17.7	8.2
Colombia	7.5	13.0	5.5
Costa Rica	14.2	23.8	9.6
República Dominicana	12.2	13.9	1.7
Ecuador	9.9	19.7	9.8
El Salvador	9.0	16.4	7.4
Guatemala	14.2	19.4	5.2
Haití	15.8	21.5	5.7
México	5.4	9.2	3.8
Nicaragua	23.1	33.3	10.2
Panamá	9.6	15.1	5.5
Perú	5.8	9.7	3.9
Paraguay	13.4	24.3	10.9
Trinidad & Tobago	11.3	23.1	11.8
Uruguay	8.0	15.1	7.1
Venezuela	33.7	49.9	16.2
<b>ALC (promedio)</b>	<b>8.7</b>	<b>15.1</b>	<b>6.4</b>

(1) cifras junio 2007-junio 2008

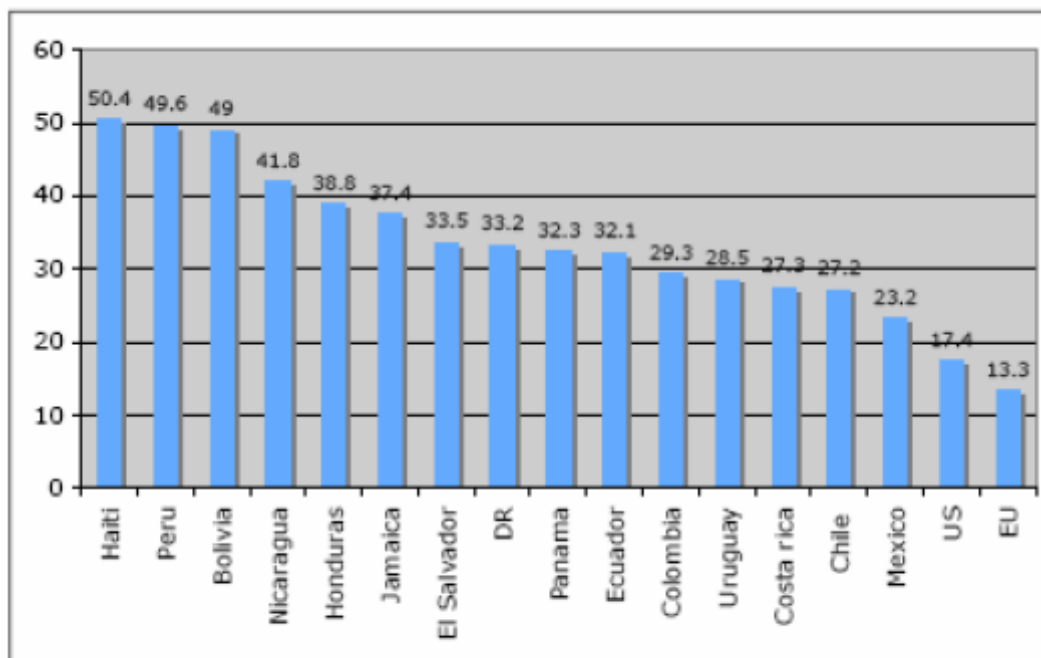
Nota: Dato de inflación alimentaria anual de Argentina corresponde a la del mes de Abril. Inflación alimentaria anual de Bolivia corresponde a la del mes de Marzo. Cifras de meses posteriores no disponibles debido a cambio metodológico en ambos países. En el caso de Venezuela son cifras referidas al área metropolitana de Caracas.

Fuente: FAO-RLC en base a información oficial de los países

Los pobres enfrentan una inflación entre 3 y 4 puntos mayor que la tasa general de inflación. La presente situación, de altos precios domésticos de los alimentos, repercute con mayor fuerza en quienes tienen menores ingresos. A ello, se suma una probable contracción de la demanda y desaceleración económica, con el consiguiente mayor desempleo, y dadas las estructuras de mercado y fiscal que caracterizan a muchos de los países en la región, todo apunta a la generación de condiciones regresivas en materia de ingresos, y en definitiva una condición más precaria y vulnerable de los más pobres. (Soto, 2008)

Los gastos en alimentos, en efecto, representan en promedio alrededor del 35% en la composición de los índices de precios al consumidor, pero en varios países de la Región, como Haití, Perú, Bolivia y Nicaragua, esa proporción supera el 40% (ver Figura N° 36). La proporción de los ingresos que se gastan en alimentos en los hogares pobres es bastante mayor que lo que indican los índices promedio; en casos como Honduras y Guatemala llegan al 70%, y en los de Jamaica, Bolivia, Paraguay, Nicaragua, Perú y Colombia se sitúa en torno al 60%. (Soto, 2008)

FIGURA 36. Proporción de los alimentos en los índices de precios al consumidor



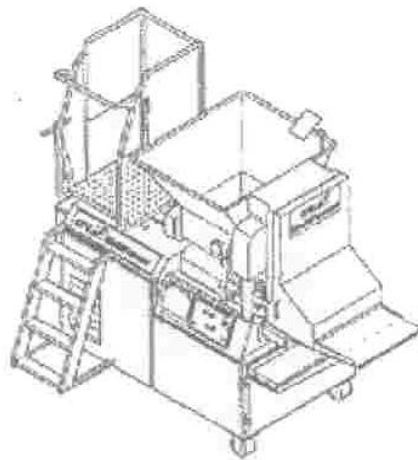
Fuente: Banco Mundial.

**G. MANUAL DE FORMADORA (MULTIFORMER 600)**

# MultiFormer 600 / 900

Carpeta 2

## Manual de asistencia técnica



Máquina: MultiFormer 600 - 856

Número de  
pedido: 118088

Cliente:

Agente:

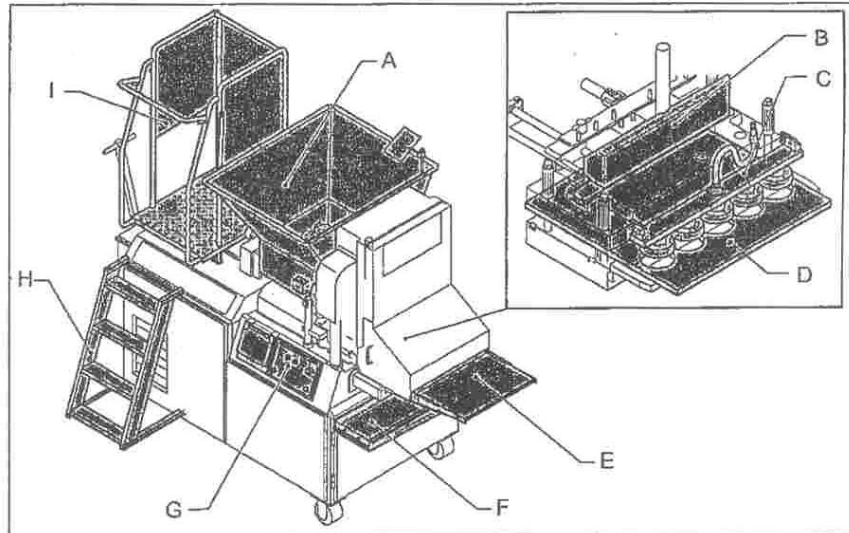
Distribuidor: CFS Bakel

Fecha: 07 - 2007

Versión: 1.0

## 2 Descripción

### 2.1 Estado general

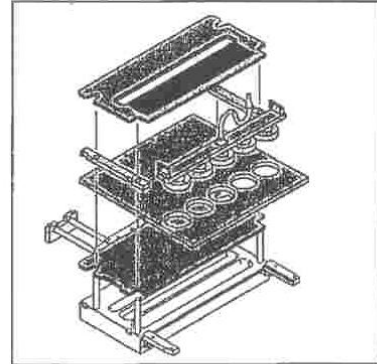


#### Componentes principales

A	Tolva	F	Depósito colector
B	Bloque de prensa	G	Panel de control
C	Unidad de expulsión	H	Pasos
D	Placa moldeadora	I	Plataforma
E	Cinta transportadora		

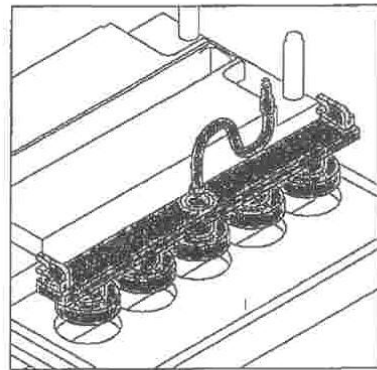
*Conjunto de herramientas y conjunto de llenado*

- consiste en piezas específicas del producto (conjunto de herramientas) y piezas independientes del producto (conjunto de llenado).



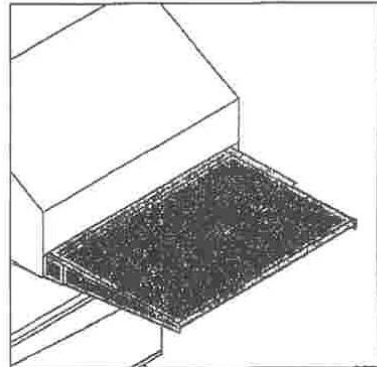
**Unidad de expulsión**

- expulsa el producto moldeado de la unidad moldeadora.



**Cinta transportadora**

- transporta el producto moldeado de la máquina.



## 2.3 Especificaciones

### Máquina estándar

Elemento	Especificación	
	600	900
Dimensiones de la máquina (ancho x fondo x alto)	1652 x 2752 x 2579	2000 x 2852 x 2579
Peso	1782	2440
Material	Acero inoxidable	
Emisión acústica	83 dB (A)	
Presión de agua	4 bar máx.	
Presión de aire comprimido	6 bar	
Consumo de aire comprimido	300 litros / minuto	
Volumen de depósito hidráulico:	160 litros	

### Dimensiones de placa moldeadora

Elemento	Especificación	
	600	900
Ancho de placa moldeadora	600 mm	900 mm
Alto de placa moldeadora	6 – 40 mm	

### Condiciones ambiente

Elemento	Condición
Temperatura con aire refrigerante	5 °C < T < 25 °C
Temperatura con agua refrigerante	5 °C < T < 40 °C
Humedad relativa	< 95 %

### Placa de identificación

La placa de identificación (estándar) de CFS se encuentra situada cerca del interruptor principal y contiene información acerca de los componentes mencionados a continuación.

Elemento	
Tipo	Tensión de suministro [V]
Número de serie de la máquina	(número de) Fase
Año	Frecuencia [Hz]
Patente	Corriente de carga completa [A]
Peso [kg]	Potencia [kW]

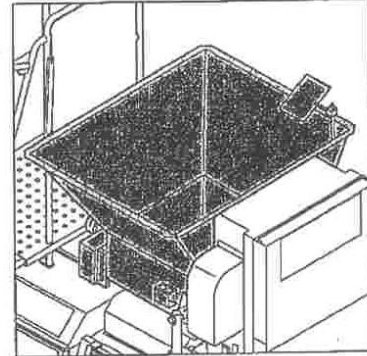
## 2.2

### Principio de funcionamiento

Dentro de la máquina hay cinco funciones principales. Estas cinco funciones representan el funcionamiento de la máquina.

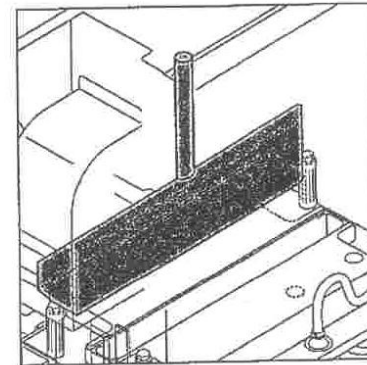
#### Tolva

- contiene el producto a procesar;
- introduce el producto en el bloque de prensa.



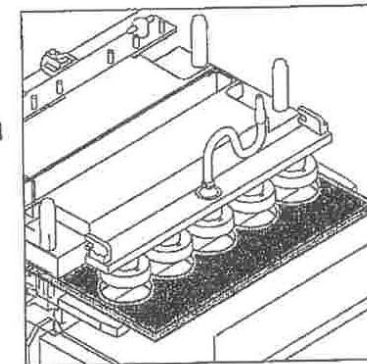
#### Bloque de prensa

- presuriza el producto;
- introduce el producto en la unidad moldeadora.



#### Unidad moldeadora

- moldea el producto;
- mueve el producto moldeado hacia el expulsor.
- Compuesta del conjunto de herramientas y el conjunto de llenado.



**© CFS Bakel B.V., de la que CFS es el nombre comercial utilizado en este manual.**

Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse, transmitirse, transcribirse, almacenarse en un sistema de recuperación o traducirse a idiomas humanos o informáticos, del modo o forma que sea, sin la previa autorización por escrito de CFS Bakel B.V.

La violación de los derechos de propiedad intelectual del propietario pueden suponer una reducción de la capacidad de CFS Bakel B.V. para proporcionar un soporte técnico eficaz al equipo.

© CFS Bakel B.V. se reserva el derecho a realizar cambios, sin previo aviso, tanto a este manual como a los productos descritos en el mismo. Ninguna parte de este manual supone un compromiso contractual, o de algún otro tipo, por parte de CFS Bakel B.V. y por tanto no debe considerarse como tal. Se ha tenido el máximo cuidado en la redacción de esta publicación. Póngase en contacto con © CFS Bakel B.V. si tiene alguna sugerencia para su mejora.

Este manual ha sido redactado originalmente en Inglés. Puede obtener una copia solicitándola por escrito a © CFS Bakel B.V.

---

CFS Bakel B.V.	Dirección que visita: Beekakker 11, 5761 EN BAKEL
P.O. Box 1	Teléfono.: +31 492 349 349, Fax: +31 492 349 416
5760 AA Bakel	info@CFS.com, www.CFS.com
The Netherlands	KvK Eindhoven, 17044170; Dutch V.A.T. no NL005235911B01

---