

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



ELABORACION DE CARNE VEGETAL A PARTIR  
DEL GLUTEN DE TRIGO Y SOYA

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTA

NANCY CANTU ALDANA

MARIN, N. L.

JULIO 1995

T

TX558

.W5

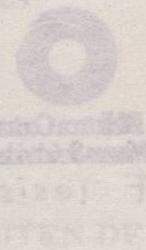
C3

c.1



1080060996

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



ELABORACION DE CARNE VEGETAL A PARTIR  
DEL GLUTEN DE TRIGO Y SOYA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTA

NANCY CANTU ALDANA

12196 E

MARIN, N. L.

JULIO 1995

BIBLIOTECA Agronomía U.A.N.L.

T  
TX 558  
OWS  
C3

  
Biblioteca Central  
Mesa-Soliz  
F. Tesis

  
BUREAU RESEARCH  
UAM  
FONDO  
DE INVESTIGACION

040.664  
FA1  
1995  
C.5

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**ELABORACION DE CARNE VEGETAL A PARTIR DE GLUTEN DE  
TRIGO Y SOYA**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**PRESENTA:**

**NANCY CANTU ALDANA**

**COMISION REVISORA**

---

**Ing. Angel A. Fanduiz Peralta**

---

**Ing. Rómulo Flores de la Peña**

---

**Ing. Carlos C. Rodríguez Acevedo**

## **DEDICATORIAS**

### **A Dios:**

*Gracias Señor por todo lo que me has dado en la vida, por haberme permitido llegar a este momento tan importante para mí y por haberme acompañado a lo largo de mi carrera profesional; te pido que sigas estando a mi lado iluminándome y protegiéndome en el camino de la vida.*

### **A mis padres:**

**Sr. Jorge Cantú Flores**

**Sra. María de Jesús Aldana de Cantú**

*Que me dieron la vida y una preparación, de lo cual me siento muy agradecida; hoy con todo cariño y respeto les dedico ésta tesis, ya que gracias a su apoyo, comprensión y cariño hicieron posible la culminación de mi carrera profesional, labrándome así un porvenir.*

### **A mis hermanos:**

**Ing. Jorge Luis Cantú Aldana**

**Dra. Celia Cantú Aldana**

*Por todo el apoyo y cariño que me han brindado siempre.*

**A mi novio:**

**Ing. Ricardo Leal Garza**

*Para Tí  
con quien río,  
por quien vivo,  
en quien sueño,  
a quien amo.*

Por todo el apoyo que me brindaste a lo largo de toda mi carrera, porque siempre has estado a mi lado dándome tu amor, ternura y comprensión.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A mi asesor:**

**Ing. Angel A. Fanduiz Peralta**

Por toda la ayuda brindada para  
la realización de este trabajo.

A los maestros que me acompañaron en  
la presentación de éste trabajo:

**Ing. Rómulo Flores de la Peña**

**Ing. Carlos C. Rodriguez Acevedo**

**A la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.**

**A todos mis maestros.**

**A todos mis compañeros y amigos.**

**Muchas Gracias.**

## INDICE

	Página
<b>I. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>II. LITERATURA REVISADA .....</b>	<b>3</b>
<b>A) CEREALES .....</b>	<b>3</b>
<b>B) TRIGO .....</b>	<b>5</b>
* <b>HISTORIA Y CLASIFICACION .....</b>	<b>5</b>
* <b>DISTRIBUCION DE LOS NUTRIENTES EN EL TRIGO.....</b>	<b>6</b>
* <b>COMPOSICION DE LA HARINA .....</b>	<b>7</b>
- <b>Almidón .....</b>	<b>8</b>
- <b>Proteínas.....</b>	<b>9</b>
- <b>Composición en aminoácidos .....</b>	<b>12</b>
- <b>Aceites o grasas .....</b>	<b>13</b>
- <b>Azúcares .....</b>	<b>13</b>
- <b>Sales minerales o cenizas .....</b>	<b>14</b>
- <b>Humedad .....</b>	<b>15</b>
- <b>Fibra.....</b>	<b>16</b>
- <b>Vitaminas .....</b>	<b>16</b>
<b>C) LEGUMINOSAS .....</b>	<b>16</b>
<b>D) SOYA.....</b>	<b>17</b>

* GENERALIDADES .....	17
* COMPOSICION DE LA SEMILLA .....	18
* VALOR NUTRITIVO.....	19
* PROTEINAS .....	20
* HARINA DE SOYA.....	21
* SALSA DE SOYA .....	23
<b>III. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>23</b>
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>30</b>
<b>V. DISCUSION .....</b>	<b>45</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>48</b>
<b>VII. RESUMEN .....</b>	<b>50</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>52</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Porcentaje de los constituyentes totales del trigo presentes en sus principales partes morfológicas . . . . .	7
2. Análisis típico de una harina de trigo de extracción al 72 % . . . . .	8
3. Porcentajes de los constituyentes del gluten crudo . . . . .	12
4. Contenido en aminoácidos de varias harinas de trigo . . . . .	13
5. Análisis de la ceniza de la harina . . . . .	15
6. Composición de las semillas de la soya . . . . .	19
7. Composición de la harina integral de soya . . . . .	22
8. Contenido de aminoácidos en la harina de soya . . . . .	22
9. Resultados de los análisis bromatológicos de las muestras de carne vegetal . . . . . comparados con la carne animal . . . . .	35
10. Contenido de aminoácidos esenciales en carne de res, huevo, leche, trigo . . . . . y soya; expresado en % . . . . .	36
11. Puntuaciones obtenidas por la muestra 1 . . . . .	37
12. Puntuaciones obtenidas por la muestra 2 . . . . .	38
13. Puntuaciones obtenidas por la muestra 3 . . . . .	39
14. Puntuaciones obtenidas por la muestra 4 . . . . .	40
15. Media, varianza, desviación estándar, valor máximo y valor mínimo para cada parámetro de calidad en las cuatro muestras . . . . .	42
16. Media, varianza, desviación estándar, valor máximo y valor mínimo para la M1, M2, M3 y la M4 . . . . .	44

## INTRODUCCION

En los tiempos actuales, quizá más que en cualquier otra época, los medios de difusión y el mismo hombre han dado un gran auge al tipo de alimentación llamado vegetarianismo.

La característica principal del vegetarianismo es que va en contra de los productos que introducen toxinas al cuerpo humano como es la carne, debido a la alimentación y tratamientos médico veterinarios.

El consumo de carne produce ácido úrico al metabolismo, este ácido es el causante de enfermedades como el reumatismo, la gota, la ciática, la diabetes y la albuminuria, cuando es producido en exceso. Es por esto que muchos médicos naturistas prohíben la carne en la mayor parte de las convalecencias producidas por enfermedades, debido a que las carnes contienen sustancias nocivas procedentes del metabolismo de las proteínas, tales como la urea, a lo que hay que añadir residuos de estimulantes de crecimiento (hormonas), antibióticos y piensos artificiales que les han sido administrados.

Todas las sustancias anteriores son absorbidas por el hombre, pasan a su sangre donde pueden causar daño a sus órganos, por lo que comer carne es añadir un sobreesfuerzo a nuestro organismo.

Por otra parte, la grave deficiencia de proteína de alto valor biológico que padecen los países en vías de desarrollo y el alto costo de la carne en aquellos más afortunados económicamente, ha fomentado gran interés en la posibilidad de fabricar alimentos ricos en proteína a partir de fuentes vegetales. Se han comercializado productos artificiales similares

a la carne con textura, aroma, color y valor nutritivo controlado que pueden sustituir económicamente a la carne o que pueden suplementar económicamente a la carne y contribuir a la textura de los productos cárnicos convencionales.

Es por eso que cada vez se buscan más usos para productos vegetales, entre los que se encuentran el trigo y la soya, que son los que nos interesan en este trabajo, con los que se elaboran diversos alimentos.

De la molienda del trigo se obtiene la harina; de la cual se puede sacar el gluten, ya que forma parte de la harina juntamente con el almidón. El gluten encuentra aplicación en la industria alimenticia, pues se emplea en la elaboración de pan, galletas, fideos, etc. para personas diabéticas, a quienes se les recomienda no ingerir hidratos de carbono. Además, el gluten se emplea en otras industrias con fines diversos.

Por otra parte, a la soya también se le han dado diversos usos, como en la elaboración de leche, pan, queso, harina, etc.. Al carecer de compuestos purínicos, la soya no da lugar a la formación de ácido úrico, y éste carácter le da un valor dietético muy superior al que tienen las proteínas de la carne y el pescado.

## LITERATURA REVISADA

### A) CEREALES

Cuando el hombre era cazador y recolector se alimentaba con carne, pescado, nueces, huevos, raíces y bayas. El descubrimiento de los cereales, hace unos 10,000 años, hizo que el hombre se volviera sedentario. Por otra parte, el cultivo de cereales garantizó suministros regulares y permitió el desarrollo de la sociedad. (Fisher y Bender, 1973).

Los cereales comprenden maíz, trigo, centeno, arroz, cebada y avena que se pueden cocer enteros o moler para obtener harinas que sirven para hacer tortas, panes y pasteles. (Fisher y Bender, 1973).

Los cereales contienen de 10 a 15 % de agua, de 70 a 80 % de almidón, de 7 a 10 % de proteína con huellas de grasa, una buena cantidad de vitaminas B, minerales y capas externas (salvado) que no se pueden digerir. Cuando los cereales se transforman en harina, el germen y el salvado se pueden eliminar durante la molienda y se describen como subproductos de los granos. Como estos subproductos constituyen en promedio el 30 % del grano entero, sólo se obtiene en forma de harina el 70 %; esto se denomina harina de 70 % de tasa de extracción. Las harinas de grano entero de trigo, centeno y maíz que contienen todos o, casi todos los subproductos, se describen como harinas con 100 % o 95 % de extracción. (Fisher y Bender).

El valor calórico promedio de los cereales secos, tanto enteros como en forma de harinas, es de aproximadamente 350 Kcal por 100g. Como los cereales se suelen consumir en cantidades bastante grandes, son una fuente importante de proteína. (Fisher y Bender).

La creencia popular es que los cereales sólo son alimentos feculentos, pero aún en las cantidades en que se consumen, aportan una importante cantidad de proteína a la dieta promedio. (Fisher y Bender)

En los países en desarrollo, donde los cereales constituyen hasta el 80 % de la ingestión total, son con frecuencia la principal fuente de proteína en la dieta. (Fisher y Bender).

## **B) TRIGO**

### **HISTORIA Y CLASIFICACION**

El trigo, comparado con el resto de los cereales, es una materia prima extremadamente versátil y, por consiguiente, popular. Los pueblos que tradicionalmente comen arroz están actualmente consumiendo más trigo, especialmente en forma de pan. (Scade, 1981).

En México, el trigo es un cereal muy importante. El trigo comercial se divide en tres grupos principales: "Triticum vulgare", "Triticum durum", y "Triticum compactum". El primero es el más idóneo para hacer harina de pan; el segundo para la fabricación de pastas, y el tercero para la producción de harina de confitería. Los trigos crecieron por primera vez en el Medio Oriente, pero a través de los siglos su cultivo se ha extendido al resto del mundo. Se estima que hay alrededor de treinta mil variedades de trigo, pero sólo unas trescientas se cultivan para su comercialización. Las condiciones de cultivo más favorables incluyen primero una estación fría y moderadamente húmeda, seguida de un período cálido, soleado y seco mientras madura la planta. También es deseable un terreno profundo, negro y arcilloso, y tiene mucha importancia la época de las lluvias. La lluvia deberá caer durante la primera etapa del ciclo vital de la planta, favoreciendo así el desarrollo de la semilla más que el de la paja, y haciendo el grano duro y fuerte al mismo tiempo que impide el desarrollo de las enfermedades fúngicas que le atacan durante las estaciones húmedas de la recolección. Sin embargo, mediante una cuidada selección y cultivo, las variedades del trigo pueden cultivarse con éxito tanto en un área tropical como en las proximidades del Círculo Polar Artico.(Scade, 1981 y Soldano, 1978).

Hay varias bases comerciales para clasificar las diferentes clases de trigo. Por ejemplo, el color de la semilla se usa a veces como un medio de diferenciación. Hablamos de los trigos rojos y de los trigos blancos. La época de la siembra también se usa para la clasificación. El trigo que se siembra en primavera y se recoge el otoño siguiente, se llama "trigo de primavera", así como el que se siembra en invierno y se recoge el siguiente otoño se llama "trigo de invierno". Los trigos también pueden ser clasificados por su aspereza en duros y blandos, términos que se refieren a la calidad del almidón o endospermo del grano. En el trigo duro el endospermo es áspero al tacto y difícil de comprimir; sin embargo, el endospermo del trigo blando tiene una consistencia harinosa y puede ser apretado fácilmente con la mano hasta formar una masa sólida. El trigo blando es bajo en proteínas, da una harina "débil", y conviene más a la fabricación de pasteles y galletas, mientras que el trigo duro es más rico en proteínas, da una harina "fuerte" porque el contenido proteínico más elevado da una masa fuerte y elástica. Durante el proceso de molienda se suelen mezclar los trigos muy duros con trigos flojos o blandos para producir una harina con características particulares o deseables para la fabricación de pan. (Potter, 1973 y Scade, 1981).

## **DISTRIBUCION DE LOS NUTRIENTES EN EL TRIGO**

Una visión clara de la distribución de los nutrientes en el trigo se puede obtener analizando las partes morfológicas del grano, y los efectos del molido o de los tratamientos del proceso, en los que se puede prever la separación o pérdida de ciertas partes del grano. (Kent, 1971).

El almidón sólo se encuentra en el endospermo, pero las proteínas están en todo el grano. La fibra queda casi enteramente en el salvado, y solamente un 10 % de la fibra total está en el endospermo y el germen. Aproximadamente la mitad de la grasa total se localiza en el endospermo, un quinto en el germen, y el resto en el salvado, pero hay más en la aleurona que en el pericarpio y testa. La distribución de la cenizas se parece a la de la fibra, estando más de la mitad en el pericarpio, testa y aleurona. (Kent, 1971).

**Tabla 1**  
Porcentaje de los constituyentes totales del trigo presentes en sus principales partes morfológicas

Parte	Peso gr. % de grano	Almidón	Proteína	Fibra	Grasa	Cenizas
Pericarpio Testa Aleurona	15	0	20	70	30	67
Endospermo	82	100	72	8	50	23
Embrión, escutelo	3	0	8	3	20	10

Fuente: Kent, 1971.

## COMPOSICION DE LA HARINA

Las partes constituyentes de la harina son las siguientes: 1) almidón; 2) proteínas (proteínas solubles del trigo, del tipo de la albúmina y gliadina, e insolubles como la glutenina, una de las partes principales del gluten); 3) grasas; 4) azúcares; 5) sales minerales; 6) humedad; 7) pequeñas cantidades de celulosa. (Bennion, 1970).

El equilibrio de estos componentes es importante cuando la harina se destina a panificación, pues pequeñas variaciones implican cambios importantes en las cualidades o en la naturaleza física de la harina. (Bennion, 1970).

Tabla 2  
Análisis típico de una harina de trigo de extracción al 72 %

	%
Proteína de gluten .....	11
Almidón .....	69
Azúcar .....	2.5
Proteínas solubles .....	1
Grasas .....	1
Sales minerales (cenizas) .....	0.5
Humedad .....	15
Vitamina B <sub>1</sub> .....	0.3 U.I. por gr

Fuente: Bennion, 1970.

### Almidón

A simple vista, el almidón de cualquier clase se presenta como un polvo basto y blanco, dependiendo su grado de finura del procedimiento de molturación. Al microscopio, sin embargo, aparece una estructura definida que varía con la clase de almidón. En el almidón de trigo, aparece cierto número de anillos concéntricos. El anillo más externo es muy oscuro y está rodeado por una zona más clara que se oscurece gradualmente hacia el interior. (Bennion, 1970).

Se sabe que las moléculas de almidón que forman los gránulos están formadas por centenares de moléculas de glucosa unidas unas con otras formando una cadena. Se ha estimado que un 23 % del almidón de trigo está compuesto por moléculas cuyas cadenas contienen 200-300 moléculas de glucosa; esta fracción se llama amilosa. El resto es amilopectina, que está compuesta por más de mil moléculas de glucosa unidas en forma de cadenas que se ramifican y se vuelven a ramificar formando una estructura arborescente. (Bennion, 1970).

El almidón de trigo, como otros almidones, se gelifica cuando se calienta con agua. La facilidad con que esto se produce depende del tipo de trigo de donde procede. El almidón de trigo empieza a gelificarse, a hincharse a una temperatura de 60°C , y a 71°C se puede hacer un buen engrudo de almidón. (Bennion, 1970).

La gelificación implica un hinchamiento de los granulos de almidón y es el resultado de un aumento de la temperatura en presencia de agua. El proceso es incompleto durante la cocción porque hay muy poca agua para la cantidad de almidón presente. No obstante, hay varias alteraciones importantes. El almidón toma agua del gluten, como ocurre en el proceso de "fraguado". Entonces, la actividad de la alfa-amilasa aumenta fuertemente, pues esta enzima degrada los gránulos gelificados de almidón mucho más rápidamente que el almidón crudo. (Bennion, 1970).

### **Proteínas**

Las proteínas de la harina se pueden dividir en cuatro grupos: 1) las solubles en agua fría; 2) solubles en disolución salina; 3) solubles en alcohol del 75 %, y 4) insolubles en cualquiera de estos disolventes. (Bennion, 1970).

Las proteínas solubles están formadas por dos sustancias típicas: albúmina, que es soluble en agua, y globulina, soluble en solución salina. Hay también sustancias de estructura y composición algo más simple, llamadas proteosas y peptonas, las cuales son utilizadas por la levadura como alimento. (Bennion, 1970).

Las proteínas insolubles constituyen el gluten, que se puede separar por lavado de cualquier harina de trigo. Se considera que el gluten está compuesto por gliadina, globulina, glutenina y pequeñas cantidades de aceite, fibra o celulosa y sales minerales. (Bennion, 1970).

El gluten se forma únicamente cuando se añade agua a la harina y se obtiene una "masa". Se han supuesto muchas teorías respecto a su formación; la única que se ha aceptado durante mucho tiempo es la llamada "teoría de la hidratación", según la cual el efecto es coloidal; la sustancia proteica, que está en cierta forma, embebe agua y se hidrata. (Bennion, 1970).

El gluten que se obtiene por lavado de una "masa" es gluten húmedo; en él, aproximadamente, los dos tercios del peso son de agua. El residuo gomoso que de esta forma se obtiene contiene aproximadamente un 75- 85 % de proteína y un 5-10 % de lípidos (con respecto a su residuo seco) pudiendo incluir también cantidades variables de almidón y de albúminas y globulinas. (Bennion, 1970 y Fennema, 1993).

La cantidad de gluten que se obtiene de la harina depende de la naturaleza de los trigos de los que se obtuvo. También depende de la finura de la harina; cuanto más fina, menor el porcentaje de gluten. (Bennion, 1970).

Las dos proteínas más importantes del gluten son la gliadina y la glutenina. Se considera que la gliadina confiere al gluten plasticidad y elasticidad, mientras que la glutenina se encarga de la estructura. Cuanto mayor es la cantidad de gliadina, más blando es el gluten. (Bennion, 1970).

El comportamiento del gluten se explica en gran parte por la composición y elevado peso molecular de gluteninas y gliadinas. Las proteínas del gluten son poco solubles en disoluciones acuosas neutras, debido a su bajo contenido en aminoácidos ionizables. Son muy tendentes al establecimiento de puentes de hidrógeno, en virtud de su riqueza en glutamina (más de un 33 % en peso) y de hidroxiaminoácidos, lo que explica, en buena medida, su capacidad de absorción de agua y las propiedades de cohesión-adhesión del gluten. La cohesión-adhesión es consecuencia, en parte, también de la presencia de muchos aminoácidos apolares y de las interacciones hidrofóbicas resultantes que contribuyen a la agregación proteica y a la fijación de lípidos y glicolípidos. (Fennema, 1993).

Las proteínas no están distribuidas uniformemente por todo el grano de trigo; el salvado y el germen son mucho más ricos en proteínas que el endospermo; el centro no es tan rico en proteínas como las partes exteriores. (Bennion, 1970).

Además no todos los trigos del mismo tipo tienen el gluten con las mismas características físicas. Unos trigos dan mucho mejor gluten que otros. (Bennion, 1970).

Tabla 3  
Porcentajes de los constituyentes del gluten crudo

	% en peso
Proteína total presente 1 .....	80.91
Extracto etéreo (aceites, lípidos, etc.) .....	4.20
Fibras o celulosa.....	2.02
Cenizas .....	2.48
Hidratos de carbono, almidón, etc. ....	9.44
Humedad.....	0.95
	00.00

1 Proteínas totales constituidas por gliadina, 39.09 %; glutelina, 35.07 %; globulina, 6.75 %.

Fuente: Bennion, 1970.

### Composición en aminoácidos

El balance de proteína-aminoácido del trigo y de los productos del mismo es bueno. El aminoácido limitante es la lisina. (Desrosier, 1983).

Son notables el elevado contenido en ácido glutámico (probablemente presente en forma de glutamina en las proteínas intactas) y prolina y el bajo contenido en lisina. La composición en aminoácidos de las proteínas del trigo no es constante cuando se trata de una amplia gama de contenidos en proteína. En particular, el aminoácido lisina se encuentra en menor proporción en los trigos de alto contenido protéico. (Kent, 1971).

El valor biológico de la proteína del germen y aleurona es superior al de la contenida en el endospermo; esos tejidos contienen 2.5 veces más lisina que los tejidos del endospermo. (Kent, 1971).

Tabla 4  
 Contenido en aminoácidos de varias harinas de trigo  
 ( G. de N de aminoácidos/100 g. de N total)

Aminoácidos	Manitoba	Inglés	Mezcla comercial
Alanina ... ..	2.86	3.00	2.87
Arginina ... ..	6.99	7.44	6.72
Acido aspártico ... ..	2.65	2.67	2,66
Cistina ... ..	1.74	1.88	1.68
Acido glutámico ... ..	19.56	20.31	19.94
Glicocola ... ..	3.84	3.74	3.93
Histidina ... ..	3.89	3.93	3.59
Isoleucina ... ..	2.52	2.58	2.55
Leucina ... ..	4.69	4.90	4.81
Lisina ... ..	2.46	2.64	2.36
Metionina ... ..	1.12	1.13	1.05
Fenil-alanina ... ..	2.72	2.88	2.80
Prolina ... ..	9.19	9.02	8.83
Serina ... ..	3.81	4.09	3.89
Treonina ... ..	2.06	2.15	2.05
Triptófano ... ..	—	—	0.98
Tirosina... ..	1.45	1.39	1.61
Valina ... ..	3.12	3.21	3.28
Amoníaco ... ..	22.25	22.07	—
Nitrógeno, % sobre m.s. ... ..	2.31	1.68	2.29

Fuente: Kent, 1971.

### Aceites o grasas

Las grasas o aceites están presentes en la harina generalmente en cantidades no mayores del 1 %. En ellas se encuentra la sustancia colorante "caroteno", que da color a la harina. Las harinas poco finas tienen mayor cantidad de aceites que las muy finas. En el germen de trigo hay un 10 %. El aceite una vez extraído de la harina, es un líquido pálido, amarillento, inodoro e insípido. (Bennion, 1970).

## **Azúcares**

En la harina hay cierta cantidad de azúcar natural que tiene la composición y propiedades del azúcar de caña. También hay maltosa, juntamente con productos intermedios entre el almidón y el azúcar. (Bennion, 1970).

Maltosa: Está presente en la harina hasta un 0.5 %.

Azúcar de caña: Está en la harina en cantidades de 1.5-2 %. Es, por tanto, el principal azúcar. (Bennion, 1970).

## **Sales minerales o cenizas**

El trigo contiene pequeñas cantidades de fosfato y potasio con trazas de magnesio, calcio y sal de hierro, principalmente en el salvado y en el germen. Por tanto, la cantidad de minerales aumenta con el grado de extracción, y puede determinarse quemando una muestra de harina hasta convertirla en ceniza. (Scade, 1981).

Las sales minerales de la harina tienen su papel en la fermentación contribuyendo a la alimentación de la levadura, pero también, y más particularmente, influyen en la formación del gluten. (Bennion, 1970).

**Tabla 5**  
**Análisis de la ceniza de la harina**

	Porcentaje
Potasio (K <sub>2</sub> O)	37.04
Magnesio (MgO)	6.12
Calcio (CaO)	5.53
Hierro y Aluminio (FeO <sub>3</sub> y Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.63
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	49.11
Azufre (SO <sub>3</sub> )	0.40
Cloro (Cl <sub>2</sub> )	trazas

Fuente: Bennion, 1970.

## **Humedad**

El grano de trigo contiene humedad natural. La cantidad depende de la variedad de trigo, y en el caso del inglés, de las condiciones metereológicas de la recolección. (Bennion, 1970).

Para la molturación, se acondiciona al trigo, ajustándose la humedad para poder conseguir la mayor cantidad de harina de buena calidad. Esto, en la mayoría de los casos, supone la elevación del contenido de humedad, y la harina resultante tendrá una humedad del 15 %. (Bennion, 1970).

La harina es una materia higroscópica, lo cual quiere decir que se influencia por las variaciones de la humedad atmosférica: en condiciones de sequedad, pierde agua, y en tiempo húmedo, la absorbe. Esto se refleja, a su vez, en la conservación; por una parte se

produce una pérdida de peso, que puede tener su importancia en el caso de harinas envasadas, y por la otra, puede dar lugar a que se desarrollen mohos. (Bennion, 1970).

La harina que se ha de almacenar durante mucho tiempo, por ejemplo, en la costa, o se ha de distribuir a sitios cálidos, se obtiene generalmente con una humedad inferior a la de la harina comercial, por lo general con un 13 %. (Bennion, 1970).

### **Fibra**

El porcentaje de fibra o celulosa en la harina muy fina es bajo, pero aumenta con la intensidad de la extracción. En el caso de harinas de 80 % de extracción es de 0.21 %; las de 85 % de extracción, 0.5 %, y la harina integral tiene un 0.6 %. (Bennion, 1970).

### **Vitaminas**

Hay notables diferencias en la cantidad de vitaminas presentes en los diferentes tipos de trigos y están en relación con el contenido proteico. Las vitaminas de la harina pertenecen al grupo B. La vitamina B<sub>1</sub> está presente en todas las harinas, pero sólo en muy pequeña cantidad en la harina blanca. A medida que el grado de extracción aumenta, también aumenta el contenido en vitamina B<sub>1</sub>. (Bennion,1970).

Además, están también presentes en el trigo, particularmente en la capa de aleurona, la riboflavina (también llamada B<sub>2</sub>) y el ácido nicotínico. (Bennion,1970).

### **C) LEGUMINOSAS**

Las leguminosas forman una gigantesca familia de unos 600 géneros con el correspondiente número de familias afines. Unas 40 de éstas son de importancia económica como alimento para el hombre. La mitad de la producción de semillas de leguminosas se realiza en los países en desarrollo, donde son de gran importancia dietética para suplementar las dietas de cereales con aminoácidos esenciales y mejorar la nutrición allí donde la proteína animal es escasa. (Hawthorn,1983).

Las semillas de leguminosas contienen el 20 % de proteína o más en base a peso seco. La proteína es deficiente en aminoácidos azufrados, pero rica en lisina, de la que carecen los cereales. Una combinación de cereales y leguminosas produce una dieta de valor nutritivo próxima al de la proteína animal. (Hawthorn,1983).

## **D) SOYA**

### **GENERALIDADES**

La soya es un vegetal de tipo herbáceo y altura entre 30 y 150 cm. con características sumamente particulares, que ha brindado y brinda a la humanidad una gran cantidad y variabilidad de posibles usos, todos importantes y muchos fundamentales. (Saumell, 1977).

La soya, cuyo nombre deriva de la palabra sou, es originaria de Filipinas. Se cultiva desde tiempos remotos en el Extremo Oriente, particularmente en China y Japón, donde se le da el título de honorable alimento. (Cerne y Sintés, 1975).

Se conocen más de 500 variedades. Algunas crecen fácilmente en terrenos áridos y cálidos, otras crecen en climas más húmedos y fríos, pero todas tienen el gran mérito de no ser atacadas por los insectos. (Cerne y Sintés, 1975).

### **COMPOSICION DE LA SEMILLA**

La semilla de soya se diferencia de las otras leguminosas por la falta o presencia mínima de almidón y por la riqueza de sustancias nitrogenadas y grasas. (Cerne y Sintés, 1975).

Tabla 6  
Composición de las semillas de soya

Proteínas	36	gramos
Grasas	18	gramos
Hidratos de carbono	20	gramos
Minerales	4.5	gramos
Lecitinas	1.8	gramos
Celulosa bruta	5.2	gramos
Agua	12.1	gramos

Fuente: Cerne y Sintés, 1975.

## VALOR NUTRITIVO

Sobre todas las legumbres comestibles, la de la soya presenta superior ventaja en la nutrición del hombre, y está especialmente indicada como alimento precioso en algunas enfermedades. (Cerne y Sintés, 1975).

Esta reconocida primacía de la soya en la alimentación humana, es debida al hecho de que, mientras todas las otras legumbres alimenticias contienen el 22-23 % de sustancias nitrogenadas, la soya posee cerca del 35-36 %; y la sustancia grasa, que en las otras legumbres está representada por porcentajes mínimos, en la soya es muy elevada; y aunque los hidratos de carbono estén en pequeño porcentaje, son más que suficientes. (Cerne y Sintés, 1975).

La soya es, pues, muy rica en proteínas completas, grasas y lecitinas, aunque no tiene almidón por lo que respecta a los hidratos de carbono. (Cerne y Sintés, 1975).

En cuanto a las sustancias minerales, la soya posee cantidades mayores que las de cualquier otra legumbre. En 100 gramos de soya se encuentran:

Potasio	1,800	miligramos
Fósforo	563	miligramos
Azufre	300	miligramos
Magnesio	241	miligramos
Calcio	218	miligramos
Cloro	24	miligramos
Hierro	11	miligramos
Manganeso	4.1	miligramos
Sodio	4	miligramos
Cinc	2.9	miligramos
Cobre	0.9	miligramos
Yodo	0.2	miligramos

El contenido vitamínico de la soya por cada 100 gr. es el siguiente:

Caroteno	1	miligramo
Vitamina A	130	U.I.
Vitamina B <sub>1</sub>	0.9	miligramos
Vitamina B <sub>2</sub>	0.3	miligramos
Vitamina B <sub>3</sub> (ác. nicotínico)	2.2	miligramos
Vitamina PP	1.2	miligramos
Vitamina K	0.2	miligramos
Vitamina C		indicios
Provitamina D		indicios
Vitamina E	5	miligramos
Vitamina B <sub>5</sub> (ác. pantoténico)	1	miligramo
Vitamina B <sub>6</sub> (piridoxina)	2	miligramos

## PROTEINAS

La soya es muy rica en proteínas completas. El grano de soya contiene un 36 % de proteínas, y la harina de soya, un 40 %. (Cerne y Sintés, 1975).

Las proteínas están constituidas por asociaciones complejas, denominadas aminoácidos, las cuales contienen nitrógeno, azufre y, a veces, fósforo. (Cerne y Sintés, 1975).

Se conocen más de 20 aminoácidos diferentes. La mitad de ellos se limitan a proporcionar energía, por lo que se parecen, en este aspecto, a los hidratos de carbono y a las grasas. Los otros aminoácidos, que el organismo no puede elaborar y que, sin embargo, le son indispensables, sobre todo en el período de crecimiento, deben serle proporcionados cada día bajo una forma asimilable y en proporciones convenientes. (Cerne y Sintés, 1975).

La proteína de soya contiene todos los aminoácidos esenciales: arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, tirosina, treonina, triptófano, valina, cistina y metionina (en estos dos últimos es parcialmente deficiente). (Saumell, 1977).

La cantidad de proteína existente en 1 Kg de semilla equivale a la contenida en 2 Kg de queso, o 2.5 Kg de carne, o 10 lts de leche, o 60 huevos. (Saumell, 1977).

## HARINA DE SOYA

Uno de los productos que se obtiene de las semillas de soya y que está destinado a difundirse en gran escala entre nosotros, es la harina y la sémola de soya, de color crema y sabor dulzón que recuerda ligeramente el de las nueces, y que constituye un alimento muy rico de sustancias grasas y nitrogenadas, mucho más rico que otras especies de harinas. (Cerne y Sintés, 1975).

Con la harina de soya puede fabricarse pan y toda clase de pastas de sopa. También se utiliza para espesar salsas, preparar bizcochos, pastelería, helados, sopas preparadas, cacaos, e incluso para disminuir el coste de los embutidos, incorporando una ligera proporción en las carnes que sirven para prepararlos. Su elevado contenido proteínico hace de ella un suplemento valioso para estos alimentos. Debido a su bajo contenido en carbohidratos, se le usa en alimentos para adelgazar y para diabéticos. (Cerne y Sintés, 1975).

Tabla 7  
Composición de la harina integral de soya

Proteínas - - - - -	40	gramos
Grasas - - - - -	21	gramos
Hidratos de carbono - - - - -	26.5	gramos
Minerales - - - - -	4.5	gramos
Lecitinas - - - - -	2	gramos
Celulosa bruta - - - - -	3.5	gramos
Agua - - - - -	6	gramos

Fuente: Cerne y Sintés, 1975.

**Tabla 8**  
**Contenido de aminoácidos en la harina de soya**

Arginina -----	7.1 %
Histidina -----	7.3 %
Isoleucina -----	4.7 %
Lisina -----	5.8 %
Leucina -----	6.6 %
Metionina -----	2.0 %
Fenilalanina -----	5.7 %
Treonina -----	4.0 %
Triptófano -----	1.2 %
Valina -----	4.2 %
Cistina -----	1.9 %
Tirosina -----	4.1 %

Fuente: Cerne y Sintés.

## **SALSA DE SOYA**

Consiste en un condimento culinario, forma en la que quizá son más consumidas las soyas por los orientales. (Cerne y Sintés, 1975).

Esta salsa se emplea para aumentar el sabor de los aderezos culinarios. Se utiliza también para dar cuerpo a salsas y estofados y para sazonar las ensaladas. Es un producto muy rico en nitrógeno. (Cerne y Sintés, 1975).

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada en la carretera Zuazua - Marín Km. 17, en Marín, N.L.

La descripción de este trabajo seguirá el siguiente orden:

- Material utilizado
- Método de elaboración
- Costo del producto
- Pruebas de aceptación organoléptica

### **Material utilizado**

Para la realización del presente trabajo se utilizaron los siguientes materiales: Harina de trigo, harina integral de soya, agua, salsa de soya, vinagre, apio, betabel, cebolla, ajo, báscula para pesar las harinas, estufa, la cual se empleó para poner a hervir las milanesas con la salsa de soya y las verduras, sartenes.

Las pruebas bromatológicas se realizaron utilizando material y equipo del Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Agronomía. Para determinar proteína se utilizó el método de Macro Kjendahl, para grasa el método Goldfish, para humedad y cenizas el método de diferencia de peso con la estufa y mufla respectivamente.

### **Método de elaboración**

Para la elaboración de la carne vegetal se siguieron los siguientes pasos:

Primeramente se pesan 3 Kg. de harina de trigo, cada Kilogramo se coloca en diferente recipiente; se pesan 100 gr. (10% de 1 Kg.) de harina integral de soya y se le agregan al primer recipiente, se pesan otros 200 gr. (20% de 1 Kg.) y se le agregan al segundo recipiente, el tercer recipiente tendrá sólo harina de trigo; posteriormente se hace una bola de masa con la harina y agua suficiente, haciendo lo mismo para las tres muestras. Enseguida se cubren perfectamente con agua y se dejan reposar de cinco a seis horas y, si es posible, desde un día anterior.

Después se amasan las bolas para quitarle el almidón a la harina y quede el gluten, cambiándole el agua constantemente hasta que salga limpia.

Ya que estén bien lavadas, se deja el gluten en agua tibia durante 20 minutos, para hacerlo más manejable.

Sobre una bolsa de plástico se forman las milanesas, ayudando con el talón de la mano.

Con las milanesas, 50 gr. de apio picado, 120 gr. de betabel partido en pedazos, 100 gr. de cebolla partida en pedazos grandes, 23 gr. de ajo, 175 ml. de salsa de soya y 100 ml. de vinagre se hace un caldo y se deja hervir durante 20 min.

Ya que esté listo, se sacan las milanesas del caldo, se dejan escurrir y enfriar.

## Costo del producto

La determinación del costo de la carne vegetal se realizó para conocer el costo de fabricación del producto en base al costo de la materia prima y para tener una idea del margen de utilidad que dejaría el producto si se vendiera, además de demostrar el bajo costo del producto rico en proteínas.

### Costo de la carne vegetal

#### MUESTRA 1

Harina de trigo .....	1 Kg .....	N\$ 1.80
Salsa de soya .....	175 ml .....	N\$ 3.90*
Vinagre .....	40 ml .....	N\$ 0.14
Apio .....	50 gr .....	N\$ 0.50
Betabel .....	120 gr .....	N\$ 0.60
Ajo .....	23 gr .....	N\$ 0.24
Cebolla .....	100 gr .....	N\$ 0.12
		-----
		N\$ 7.30

Como de 1 Kg de harina de trigo se obtienen 0.380 Kg de carne vegetal, entonces tenemos:

Carne vegetal .....	1 Kg .....	N\$ 19.21
Costos de operación .....	10 % .....	1.92
Utilidad del distribuidor .....	20 % .....	3.84
		-----
Costo del producto al consumidor .....		N\$ 24.97

**MUESTRA 2**

Harina de trigo .....	1 Kg .....	N\$ 1.80
Harina integral de soya .....	100 gr. ....	N\$ 0.59
Salsa de soya .....	175 ml. ....	N\$ 3.90*
Vinagre .....	40 ml. ....	N\$ 0.14
Apio .....	50 gr .....	N\$ 0.50
Betabel .....	120 gr .....	N\$ 0.60
Ajo .....	23 gr .....	N\$ 0.24
Cebolla .....	100 gr .....	N\$ 0.12
		<hr/>
		N\$ 7.89

Como de 1 Kg de harina de trigo y 100 gr de harina integral de soya se obtienen 0.400 Kg carne vegetal, entonces tenemos:

Carne vegetal .....	1Kg .....	N\$ 19.72
Costo de operación .....	10 % .....	1.97
Utilidad del distribuidor .....	20 % .....	3.94
		<hr/>
Costo del producto al consumidor .....		N\$ 25.63

**MUESTRA 3**

Harina de trigo .....	1 Kg .....	N\$ 1.80
Harina integral de soya .....	200 gr .....	N\$ 1.18
Salsa de soya .....	175 ml .....	N\$ 3.90*
Vinagre .....	40 ml .....	N\$ 0.14
Apio .....	50 gr .....	N\$ 0.50

Betabel .....	120 gr .....	N\$ 0.60
Ajo .....	23 gr .....	N\$ 0.24
Cebolla .....	100 gr .....	N\$ 0.12
		-----
		N\$ 8.48

Como de 1 Kg de harina de trigo y 200 gr de harina integral de trigo se obtienen 0.340 Kg de carne vegetal, entonces tenemos:

Carne vegetal .....	1Kg .....	N\$ 24.94
Costos de operación .....	10 % .....	2.49
Utilidad de operación .....	20 % .....	4.98
		-----
Costo del producto al consumidor .....		N\$ 32.41

\* El costo de la salsa de soya es un poco elevado, pero si en lugar de los 175 ml que se usaron en la fórmula, se utiliza menos cantidad y se compensa con más vinagre, se puede abaratar todavía más el costo de la carne vegetal; o bien, se puede buscar un sustituto de la salsa de soya con un costo menor.

### **Pruebas de aceptación organoléptica**

Esta prueba se realizó con la finalidad de conocer la aceptación del producto carne vegetal comparada con la carne animal, tomando en cuenta seis parámetros: apariencia, olor, color, sabor, textura, y aceptabilidad.

Dicha prueba se realizó en la Facultad de Agronomía, dando a probar las muestras en forma casual a 40 personas.

Para la degustación, los tres productos de carne vegetal y el de carne animal, presentados en forma de milanesas; primero se mostraron en forma natural para evaluar apariencia y color, después se empanizaron, se doraron y se dieron a probar a los panelistas, quienes posteriormente emitían un juicio sobre cada uno de los parámetros en cada muestra, utilizando el siguiente cuestionario:

### Prueba de preferencia

Favor de probar las 4 muestras y calificarlas en base a la puntuación siguiente:

	Apariencia	Olor	Color	Sabor	Textura	Aceptabilidad
M1	_____	_____	_____	_____	_____	_____
M2	_____	_____	_____	_____	_____	_____
M3	_____	_____	_____	_____	_____	_____
M4	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Donde:

7 = Me gusta mucho

6 = Me gusta regular

5 = Me gusta poco

4 = Ni me gusta ni me dsigusta

3 = Me disgusta poco

2 = Me disgusta regular

1 = Me disgusta mucho

Se agradece su colaboración.

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

Una vez realizadas las pruebas de degustación, se procedió a efectuar los correspondientes análisis estadísticos, con el fin de hacer una comparación entre los productos en general y sobre cada uno de los parámetros en particular, para determinar qué producto se prefiere más.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos se pueden clasificar en:

- Resultados del rendimiento
- Resultados del costo
- Resultados de los análisis bromatológicos
- Resultados de las pruebas organolépticas

### Resultados del rendimiento

Para determinar el rendimiento de la carne vegetal se elaboró varias veces, se pesaron las cantidades obtenidas, se anotaron los rendimientos y se sacó un promedio.

#### MUESTRA 1

De 1 Kg de harina de trigo se obtuvieron en promedio .380 Kg de carne vegetal.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producto elaborado (Kg)}}{\text{Producto fresco (Kg)}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{0.380 \text{ Kg}}{1 \text{ Kg}} \times 100 = 38 \%$$

**MUESTRA 2**

De 1 Kg de harina de trigo y 100 gr de harina integral de soya se obtuvieron en promedio .400 Kg de carne vegetal.

$$\text{Rendimiento} = \frac{0.400 \text{ Kg}}{1.10 \text{ Kg}} \times 100 = 36.36 \%$$

**MUESTRA 3**

De 1 Kg de harina de trigo y 200 gr de harina integral de soya se obtuvieron en promedio .340 Kg de carne vegetal.

$$\text{Rendimiento} = \frac{0.340 \text{ Kg}}{1.20 \text{ Kg}} \times 100 = 28.33 \%$$

**Resultados del costo**

Los costos obtenidos, tomando en cuenta la materia prima, los costos de operación y la utilidad del dsitribuidor fueron:

M1 = N\$ 24.97 por Kg

M2 = N\$ 25.63 por Kg

M3 = N\$ 32.41 por Kg

Si se comparan estos costos con el de la carne animal, que es de N\$ 27.00 por Kg, se observa que la M1 y la M2 tienen un costo inferior a éste, y la M3 tiene un costo un poco superior al de la carne animal.

Pero si se analizan los costos en relación al contenido protéico, tenemos que:

1 Kg de M1 = 196 gr. de proteína  $\Rightarrow$  N\$ 24.97

1 Kg de M2 = 269 gr. de proteína  $\Rightarrow$  N\$ 25.63

1 Kg de M3 = 278 gr. de proteína  $\Rightarrow$  N\$ 32.41

1 Kg de M4 = 175 gr. de proteína  $\Rightarrow$  N\$ 27.00

Con esto se observa que la proteína de las tres muestras de carne vegetal tiene un costo menor que la de la carne animal.

Pra una visión más clara se sacó la siguiente relación:

10 gr. de proteína de M1 = 51 gr. muestra  $\Rightarrow$  N\$ 1.27

10 gr. de proteína de M2 = 37 gr. muestra  $\Rightarrow$  N\$ 0.94

10 gr. de proteína de M3 = 35 gr. muestra  $\Rightarrow$  N\$ 1.13

10 gr. de proteína de M4 = 57 gr. muestra  $\Rightarrow$  N\$ 1.53

Con esto se demuestra que para consumir 10 gr. de proteína, se necesita menor cantidad de carne vegetal que de carne animal, por lo que resulta más económico el consumo de carne vegetal.

## Resultados de los análisis bromatológicos

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 9. Resultados de los análisis bromatológicos de las muestras de carne vegetal comparados con la carne animal.

Alimento	Humedad	Proteína	Grasa	Ceniza	Ca	P	Tiamina	Riboflavina	Niacina
Carne vegetal con harina de trigo	36.19	19.65	0.04	4.07					
Carne vegetal con harina de trigo y 10 % harina de soya	39.17	26.95	0.01	2.37					
Carne vegetal con harina de trigo y 20 % harina de soya	35.83	27.82	0.03	4.16					
Carne de res	80.10	17.5	2.0	1.0	12	196	0.09	0.32	3.1

Para analizar el contenido de aminoácidos esenciales de los componentes de la carne vegetal (trigo y soya), se hizo una comparación con los de la carne animal, huevo y leche, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 10. Contenido de aminoácidos esenciales en carne de res, huevo, leche, trigo y soya; expresado en %.

Aminoácido	Carne de res	Huevo	Leche	Trigo	Soya
Fenilalanina	4.12	5.81	4.79	4.96	5.83
Isoleucina	5.26	7.13	6.38	4.36	5.28
Cistina	1.26	2.24	0.90	2.22	1.76
Leucina	8.17	8.45	9.90	6.75	8.43
Lisina	8.74	5.27	7.68	2.74	5.64
Metionina	2.46	5.27	2.46	1.54	1.73
Treonina	4.40	3.95	4.47	2.91	4.42
Triptófano	1.14	1.40	1.41	1.28	1.33
Tirosina	3.37	4.81	5.11	3.76	3.71
Valina	5.54	8.14	7.03	4.62	5.23

Fuente: Ninivaara y Antila, 1973.

Como se puede observar en la tabla anterior, casi todos los aminoácidos están en buena proporción en el trigo y la soya en comparación con la carne, la leche y el huevo; el trigo es deficiente en lisina, pero el contenido de lisina de la soya es bueno, y al mezclarse para la elaboración de la carne se compensa la deficiencia del trigo en éste aminoácido. En el aminoácido en el que si sería un poco deficiente la carne vegetal es en metionina, ya que el trigo y la soya son deficientes en éste.

### Resultados de las pruebas organolépticas

Tabla 11 . Puntuaciones obtenidas por la muestra 1.

No. de personas	Apariencia	Olor	Color	Sabor	Textura	Aceptabilidad
1	7	7	7	7	7	7
2	7	7	6	7	5	6
3	6	7	6	7	7	7
4	7	6	7	6	5	6
5	6	5	7	6	6	6
6	7	5	7	4	7	4
7	7	4	7	5	4	4
8	4	5	6	6	7	4
9	7	7	6	5	5	5
10	7	7	7	5	7	6
11	7	6	6	7	6	7
12	7	7	6	7	7	7
13	7	7	7	7	5	7
14	7	7	7	7	5	6
15	6	7	6	7	6	7
16	6	7	6	7	6	7
17	4	6	4	7	6	5
18	6	4	6	6	5	6
19	7	6	7	4	4	4
20	6	6	7	6	7	7
21	7	5	7	6	6	6
22	7	7	6	5	6	6
23	7	7	6	7	5	5
24	6	6	7	7	7	4
25	5	6	6	4	4	4
26	7	7	7	5	5	6
27	6	6	7	5	7	5
28	6	5	7	7	6	7
29	7	5	7	7	6	7
30	7	7	6	6	6	6
31	7	6	6	7	5	5
32	7	7	5	6	7	7
33	6	6	7	7	6	7
34	7	6	6	7	6	5
35	6	7	6	7	5	6
36	6	7	7	6	6	6
37	7	7	6	4	5	6
38	7	7	7	5	5	5
39	7	7	6	6	6	4
40	7	7	7	7	6	7
$\Sigma =$	260	251	257	244	232	232
$X =$	6.5	6.275	6.425	6.1	5.8	5.8

Tabla 12. Puntuaciones obtenidas por la muestra 2.

No. de personas	Apariencia	Olor	Color	Sabor	Textura	Aceptabilidad
1	6	6	6	6	6	6
2	7	7	7	6	5	6
3	7	7	7	7	6	7
4	7	7	7	6	5	6
5	6	5	5	5	5	5
6	7	5	7	5	7	3
7	7	5	6	6	7	6
8	5	5	5	6	7	5
9	7	6	6	3	5	3
10	6	6	4	4	3	4
11	7	7	6	7	7	7
12	7	7	7	6	6	6
13	7	6	7	7	3	6
14	7	7	7	7	7	7
15	6	6	6	7	6	7
16	5	7	6	6	5	6
17	6	7	6	7	5	6
18	7	7	7	6	6	6
19	7	6	7	4	3	5
20	6	6	4	7	6	7
21	7	6	6	6	6	6
22	7	5	6	6	5	6
23	7	7	6	5	5	5
24	5	6	5	7	7	6
25	7	7	7	6	6	4
26	6	7	6	6	4	5
27	6	7	7	4	7	5
28	6	5	7	3	6	4
29	7	6	6	7	7	6
30	7	6	6	7	7	6
31	7	5	7	6	5	3
32	6	5	5	5	3	6
33	5	7	7	5	6	7
34	7	7	7	6	5	6
35	6	6	6	4	5	5
36	6	7	7	5	5	4
37	7	6	4	6	6	5
38	7	6	7	6	6	6
39	7	7	6	6	5	3
40	7	6	7	5	6	6
$\Sigma =$	260	249	248	229	222	218
$X =$	6.5	6.225	6.2	5.725	5.55	5.45

Tabla 13. Puntuaciones obtenidas por la muestra 3.

No. de personas	Apariencia	Olor	Color	Sabor	Textura	Aceptabilidad
1	6	6	6	6	5	6
2	7	7	7	4	3	3
3	7	6	6	6	6	7
4	7	7	7	4	3	4
5	5	4	4	4	4	4
6	7	5	7	6	7	5
7	7	6	7	5	7	6
8	6	6	6	4	3	5
9	3	4	3	4	4	3
10	6	6	5	5	4	5
11	6	7	6	7	7	7
12	7	7	7	7	6	4
13	7	7	7	7	3	7
14	7	7	7	7	4	7
15	7	7	6	7	7	7
16	6	7	6	7	6	6
17	6	7	6	7	5	7
18	7	6	7	6	6	6
19	7	6	7	4	4	5
20	6	6	7	6	6	7
21	6	6	6	6	6	6
22	7	7	6	7	5	6
23	7	7	7	7	6	5
24	6	6	5	5	4	3
25	5	7	7	6	7	7
26	6	5	7	6	3	7
27	6	6	4	6	6	4
28	7	6	6	5	4	6
29	7	6	7	4	6	6
30	4	7	6	4	6	5
31	6	4	7	6	7	6
32	7	6	7	5	6	4
33	7	7	6	7	5	6
34	6	6	5	7	6	5
35	7	7	6	6	5	6
36	7	7	7	7	6	6
37	7	6	6	6	4	5
38	6	6	6	6	7	3
39	6	7	6	6	7	6
40	6	6	7	5	7	7
$\Sigma=$	253	249	248	230	215	220
$X=$	6.325	6.225	6.2	5.75	5.375	5.5

Tabla 14. Puntuaciones obtenidas por la muestra 4.

No. de personas	Apariencia	Olor	Color	Sabor	Textura	Aceptabilidad
1	6	6	6	6	5	5
2	7	7	7	7	7	7
3	5	5	5	4	4	5
4	7	7	7	7	7	7
5	7	6	7	6	7	6
6	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7
8	6	7	6	7	7	7
9	7	6	5	4	4	6
10	7	7	6	6	5	5
11	6	6	6	7	6	7
12	7	7	7	7	7	7
13	7	5	7	6	7	7
14	7	7	7	6	7	7
15	6	7	7	7	7	7
16	7	6	6	6	5	6
17	7	7	6	7	7	7
18	6	7	7	7	7	7
19	7	7	7	7	7	7
20	7	7	7	6	7	7
21	7	7	7	7	7	7
22	7	7	6	6	7	7
23	7	6	6	7	6	7
24	6	6	7	7	7	7
25	6	7	5	7	6	7
26	7	7	6	6	6	6
27	6	7	6	6	7	6
28	7	7	7	6	7	7
29	7	6	7	7	7	6
30	7	7	7	7	7	7
31	7	6	7	6	5	7
32	6	7	7	7	7	7
33	6	5	6	7	6	5
34	7	6	7	6	6	7
35	6	7	6	7	7	6
36	7	7	6	6	7	7
37	7	7	7	7	7	7
38	7	7	7	7	7	7
39	7	7	7	7	7	6
40	5	6	7	7	7	7
$\Sigma=$	265	263	261	260	260	264
$X=$	6.625	6.575	6.525	6.5	6.5	6.6

donde:

M1= Carne vegetal hecha con harina de trigo

M2= Carne vegetal hecha con harina de trigo y 10 % de harina integral de soya

M3= Carne vegetal hecha con harina de trigo y 20 % de harina integral de soya

M4= Carne animal

A continuación se realizó la prueba de Kruskal-Wallis, usando la Ji-cuadrada, donde se quiere demostrar lo siguiente:

**H<sub>0</sub>:** Las poblaciones tienen la misma distribución  
(No hay diferencia significativa entre los tratamientos)

vs

**H<sub>a</sub>:** Las poblaciones tienen diferente distribución  
(Al menos dos tratamientos son diferentes)

Ji-cuadrada (0.05)= 7.8147

Ji-cuadrada (0.01)= 11.3449

Estadístico de prueba (H)

Apariencia	2.1066
Olor	4.5273
Color	2.7778
Sabor	13.8319
Textura	23.5115
Aceptabilidad	25.9111

Según los estadísticos de prueba, para las variables de apariencia, olor y color no se rechaza la hipótesis nula; por lo tanto se concluye que no hay diferencia significativa entre las cuatro muestras.

Para las variables de sabor, textura y aceptabilidad, según los estadísticos de prueba se rechaza la hipótesis nula al nivel de significancia de 0.05; por lo tanto se concluye que al menos dos muestras son diferentes.

Tabla 15

Media, varianza, desviación estándar, valor máximo y valor mínimo para cada parámetro de calidad en las cuatro muestras.

Parámetro/ muestra	Media	Varianza	Desviación estándar	Valor máximo	Valor mínimo	Datos
Apariencia M1	260	0.6	0.7745966	7	4	40
Apariencia M2	260	0.45	0.6708203	7	5	40
Apariencia M3	253	0.769375	0.8771402	7	3	40
Apariencia M4	265	0.334375	0.5782526	7	5	40
Olor M1	251	0.799375	0.8940777	7	4	40
Olor M2	249	0.574375	0.7578753	7	5	40
Olor M3	249	0.724375	0.8511022	7	4	40
Olor M4	263	0.394375	0.6279928	7	5	40
Color M1	257	0.444375	0.6666145	7	4	40
Color M2	248	0.81	0.9	7	4	40
Color M3	248	0.91	0.9539392	7	3	40
Color M4	261	0.399375	0.6319612	7	5	40
Sabor M1	244	1.04	1.0198039	7	4	40
Sabor M2	229	1.199375	1.0951598	7	3	40
Sabor M3	230	1.1875	1.0897247	7	4	40
Sabor M4	260	0.55	0.7416198	7	4	40
Textura M1	232	0.81	0.9	7	4	40
Textura M2	222	1.3475	1.1608187	7	3	40
Textura M3	215	0.959375	0.9794769	7	3	40
Textura M4	260	0.75	0.8660254	7	4	40
Aceptabilidad M1	232	1.16	1.077033	7	4	40
Aceptabilidad M2	218	2.2475	1.4991664	7	3	40
Aceptabilidad M3	220	1.6	1.2649111	7	3	40
Aceptabilidad M4	264	0.44	0.633249	7	5	40

Considerando el significado de la media, la varianza y la desviación estándar, se deduce que:

La M4 (carne animal) presentó mejor apariencia, olor, color, sabor, textura y aceptabilidad, ya que los valores de la media para todos los parámetros fueron mayores en la M4 que en las demás muestras, además los valores de la varianza y la desviación estándar para todos los parámetros fueron menores en la M4 que en las demás muestras.

En cuanto a las tres muestras de carne vegetal, en el parámetro de apariencia las tres muestras presentaron el mismo valor de media, pero según la varianza y la desviación estándar presentó mejor apariencia la M2, después le sigue la M3 y por último la M1, pero es muy poca la diferencia, por lo que se considera que las tres muestras tienen la misma apariencia.

En la evaluación del olor las tres muestras obtuvieron el mismo valor de media, pero según la varianza y la desviación estándar, presentó mejor olor la M2, después la M3 y por último la M1.

En la evaluación del color presentó mejor color la M1, después la M2 y M3, ya que la M1 presentó un valor de media mayor que los de M2 y M3, los cuales fueron iguales.

En cuanto a los parámetros de sabor, textura y aceptabilidad, según los valores obtenidos de la media, la varianza y la desviación estándar, la mejor muestra fue la M1, después le sigue la M3, y por último la M2.

Para estimar en general cuál de las cuatro muestras es más aceptable, los datos de las tablas 11,12, 13 y 14 se agruparon para M1, M2, M3 y M4 y se determinó la media, la varianza, la desviación estándar, el valor máximo y el valor mínimo en cada muestra. Los resultados se muestran en la tabla 16.

Tabla 16

Media, varianza, desviación estándar, valor máximo y valor mínimo para la M1, M2, M3 y la M4.

<b>Medida</b>	<b>M1 (carne vegetal con gluten de trigo)</b>	<b>M2 (carne vegetal con gluten de trigo y 10 % soya)</b>	<b>M3 (carne vegetal con gluten de trigo y 20 % soya)</b>	<b>M4 (carne animal)</b>
Media	6.1541667	5.9416667	5.8875	6.5541667
Varianza	0.8858333	1.1247333	1.3506	0.535
Desviación estándar	0.9411871	1.0605345	1.1621532	0.7314369
Valor máximo	7	7	7	7
Valor mínimo	3	3	3	3
Datos	240	240	240	240

Con los resultados de la tabla 16 podemos deducir que en promedio la M4 es la más aceptable, después le sigue la M1, luego la M2, y por último la M3; ya que la media, la varianza y la desviación estándar así lo indican. En las cuatro muestras se observa el mismo valor máximo y mínimo y el mismo número de datos.

## DISCUSION

Considerando el método de elaboración, es importante señalar que, debido a que es necesario obtener el gluten a partir de la harina de trigo, el proceso de enjuagado para quitarle el almidón a la harina es un poco tardado y tedioso; por lo que es recomendable conseguir el gluten en polvo si se van a hacer grandes cantidades de carne vegetal; así se ahorraría tiempo y trabajo.

Es importante señalar que durante el proceso de enjuagado para quitarle el almidón a la harina, en las muestras que contienen soya, se pierde una pequeña cantidad de harina de trigo y de soya, y más en el caso de la mezcla con 20 % de soya, es por eso que entre más cantidad de soya se le agregue a la harina de trigo menor es el rendimiento.

Cabe señalar que el 20 % de harina de soya es la máxima cantidad que se le puede agregar a la harina de trigo, ya que si se aumenta el porcentaje, al momento de enjuagar la masa se desbarata, formando una especie de atole, debido a que el gluten pierde sus propiedades.

En cuanto a los resultados del rendimiento, en la M1 se obtuvo un rendimiento del 38 %, en la M2 un 36.36 % y en la M3 un 28.33 %; y respecto a los resultados de los análisis bromatológicos las muestras de carne vegetal obtuvieron un porcentaje de proteína mayor al de la carne animal.

Como el proceso se hizo a nivel experimental, cabe señalar que no se obtuvieron datos precisos del costo de producción, por lo que se manejó porcentajes aproximados

frecuentemente utilizados, como es el caso del costo de operación, que se consideró un 10 % y un 20 % la utilidad del distribuidor.

Según los resultados del costo de producción, las muestras M1 y M2 tienen un costo menor que el de la carne animal, y la M3 un poco superior; pero si se toma en cuenta la cantidad de proteína, las tres muestras de carne vegetal tienen un costo inferior al de la carne animal, ya que éstas contienen más proteína.

Comparando las cuatro muestras se observa que las de mayor contenido protéico son la M2 y la M3, habiendo una diferencia entre éstas dos de sólo 1 % de proteína; en cuanto a costo y tomando en cuenta su contenido protéico, la M2 es la más económica.

Las proteínas animales se califican a veces de "primera clase" debido a su valor biológico elevado, mientras que las fuentes vegetales que tienen valores biológicos de 40 a 60 (con excepción de la soya con 70), se consideran de "segunda clase". Esta distinción no es válida, ya que una mezcla correcta de proteínas vegetales puede ser de primera clase.

Es posible complementar una dieta deficiente en lisina con cualquier alimento rico en este aminoácido, no es indispensable que sea una proteína animal. Los chícharos y los frijoles son buenas fuentes de lisina.

Una ración alimenticia que se propone es la siguiente: 150 gr. de M2 (carne vegetal con harina de trigo y 10 % de soya), 50 gr. de frijoles, una ensalada verde y papa asada. Dicha ración proporcionará 40 gr. de proteína por parte de la carne, y 11.9 gr. de proteína por parte de los frijoles; ésta combinación se hace con el fin de que los frijoles aporten el

aminoácido limitante de la carne vegetal, la lisina; ya que como se mencionó anteriormente, éstos son ricos en este aminoácido.

En cuanto a los resultados del panel organoléptico es importante señalar que aunque no se alcanzó un sabor y una textura tan aceptable como en la carne animal, la carne vegetal en general resultó mas o menos aceptable, lo cual nos indica que hay buenas posibilidades para su comercialización. Sin embargo, para tener una mayor posibilidad de éxito resulta necesario mejorar el sabor y la textura, ya que estos dos parámetros de calidad son de los más importantes dentro de las características organolépticas de un producto alimenticio para fines de comercialización.

## CONCLUSIONES

Tomando en cuenta las condiciones en que se realizó el trabajo y de acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir que:

1 ) Es factible la producción de carne vegetal como una opción más para la dieta alimenticia de los vegetarianos.

2 ) El método de elaboración representa una forma muy simple y eficiente para la elaboración de carne vegetal de calidad aceptable en pequeña escala.

3 ) El costo de producción de M1 y M2 es inferior al de la carne animal, y el de M3 es un poco superior, pero tomando en cuenta el contenido protéico, las tres muestras de carne vegetal tienen un costo más bajo que el de la carne animal; siendo de las tres muestras de carne vegetal, la M2 la de más bajo costo, debido a su elevado contenido proteínico.

4) Los rendimientos obtenidos fueron: en la M1, 38 %; en la M2, 36.36 %, y en la M3, 28.33 %.

5 ) En cuanto a los resultados bromatológicos las tres muestras de carne vegetal tienen un mayor porcentaje de proteína que la carne animal, por lo que se considera un producto alimenticio nutritivo.

6 ) La carne vegetal, en general resultó mas o menos aceptable. Esto quiere decir que si tiene posibilidades para su comercialización; pero si se mejoran el sabor y la textura la de

carne vegetal tendría mayores posibilidades de éxito.

7 ) En cuanto a la vida de anaquel de la carne vegetal, no se observó ningún crecimiento microbiano u oxidación, debido a que este producto se mantiene en refrigeración.

8 ) Tomando en cuenta lo anterior, se puede recomendar la producción de carne vegetal en mayor escala, para su introducción en el mercado.

## RESUMEN

La presente tesis se realizó teniendo como objetivo principal la elaboración de carne vegetal a partir de gluten de trigo y harina integral de soya; con la finalidad de obtener un producto rico en proteínas, introducirlo en el mercado y, así, ofrecer una opción más para el consumidor de productos de origen vegetal y para la gente de escasos recursos.

Para la fabricación del producto se utilizó harina de trigo, harina integral de soya, agua, salsa de soya, vinagre, apio, betabel, cebolla, ajo. Primeramente se pesan las diferentes cantidades de harina de trigo y soya y se mezclan y amasan con agua suficiente, después se dejan reposando las bolas de masa cinco horas, enseguida se lavan con agua las masas para quitarles el almidón y quede el gluten, después se dejan remojando en agua tibia durante 20 minutos, para que se haga más manejable, después se forman las milanesas y se ponen a hervir 20 minutos junto con la salsa de soya, vinagre, apio, betabel, cebolla, y ajo, una vez listas las milanesas, se sacan del caldo, se dejan escurrir y enfriar.

Los rendimientos obtenidos son de 38 % para la M1, 36.36 % para la M2, y 28.33 % en la M3. El costo para la M1 es de N\$ 24.97, para la M2 es de N\$ 25.63, y para la M3 es N\$ 32.41; teniendo una utilidad de N\$ 3.84 por cada Kg producido para M1, N\$ 3.94 por cada Kg para M2, y N\$ 4.98 por cada Kg para M3.

En cuanto a los resultados bromatológicos obtenidos, se observa que las muestras de carne vegetal obtuvieron un porcentaje de proteína mayor al de la carne animal; es por eso que al comparar el contenido de proteína, el costo de la carne vegetal es inferior al de la carne animal, siendo la M2 la de menor costo.

Para la prueba de aceptación organoléptica se hizo lo siguiente: se empanizaron y doraron las milanesas y se dieron a probar en forma casual a 40 personas, las cuales contestaron una encuesta antes mencionada. Los resultados de las encuestas se encuentran en las págs. 37-40, tablas 11, 12, 13 y 14.

Con los resultados obtenidos se hicieron pruebas de Kruskal-Wallis, usando la Ji-cuadrada, para saber si existía diferencia significativa entre las muestras, además se hizo una comparación entre las muestras tomando en cuenta valores de media, varianza y desviación estándar. Los resultados de estas pruebas se encuentran en las págs. 41-44.

Con todos estos resultados se puede llegar a la conclusión de que la carne vegetal difiere de la carne animal en los parámetros de sabor, textura y aceptabilidad. Observándose también que no hay diferencia significativa entre las tres muestras de carne vegetal.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- ALAIS, Charles. Ciencia de la leche. Editorial CECSA. México, 1970.
- 2.- BENNION, E. B. Fabricación de pan. 4a. edición. Editorial Acribia. Zaragoza (España), 1970.
- 3.- CERNE, Vasili y SINTES, Jorge. La soya: su cultivo, su valor nutritivo, sus virtudes dietéticas y curativas. Editorial Sintés, S.A. España, 1975.
- 4.- DESROSIER, Norman W. Fundamentos de tecnología de alimentos. Compañía Editorial Continental. México, 1983.
- 5.- FENNEMA, Owen R. Química de los alimentos. 2a. edición. Editorial Acribia. Zaragoza (España), 1993.
- 6.- FISHER, Patty y BENDER, Arnold. Valor nutritivo de los alimentos. Editorial Limusa. México, 1973.
- 7.- HAWTHORN, John. Fundamentos de ciencia de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza (España), 1983.
- 8.- KENT, N. L. Tecnología de los cereales. Editorial Acribia. Zaragoza (España), 1971.
- 9.- NINIVAARA, F.P. y ANTILA, P. Valor nutritivo de la carne. Editorial Acribia. Zaragoza (España), 1973.

- 10.- POTTER, Norman N. La ciencia de los alimentos. Editorial Edutex. México, 1973.
- 11.- SAUMELL, Hugo. Soja: Información técnica para su mejor conocimiento y cultivo.  
2a. edición. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, 1977.
- 12.- SCADE, John. Cereales. Editorial Acribia. España. 1981.
- 13.- SOLDANO, Osvaldo R. El trigo. Editorial Albatros. Buenos Aires, 1978.

