



Tecnificación del Proceso Artesanal de la Carne de Soya a partir de la Torta (Okara) Proveniente de la Leche de Soya

Antony Fernando Torres Sánchez ⁽¹⁾,
Ing. Patricio Javier Cáceres Costales, Director de Tesis, ESPOL, ⁽²⁾
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción ^{(1) (2)}
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) ^{(1) (2)}
Campus Gustavo Galindo, Km 30,5 vía Perimetral.
Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador
aforre@espol.edu.ec ⁽¹⁾, pcaceres@espol.edu.ec ⁽²⁾

Resumen

La siguiente tesis es un trabajo donde se desarrolló la Tecnificación del Proceso Artesanal de la Carne de soya a partir de la torta (okara) proveniente de la leche de soya. Para obtener esta carne de soya se investigó sobre las materias primas a utilizar (okara, gluten de trigo y aislado de soya) para mejorar el contenido proteico de la receta casera y tener una apariencia similar a la carne vegetal presente en el mercado. Para llegar a la mejor combinación entre las materias primas en sabor y textura se utilizó un panel sensorial compuesto por 30 panelistas que a través del método hedónico y utilizando métodos estadísticos se obtiene la fórmula más satisfactoria para el consumidor final, a la cual se le aplican análisis para conocer su porcentaje de proteína, humedad y grasa además de pruebas microbiológicas. Una vez elaborada la fórmula final se describió las posibles etapas a seguir en un proceso industrial y sugerir los equipos que se utilizan en cada etapa. Además se da la información necesaria para la implementación de las Buenas prácticas de manufactura y determinar los puntos críticos de control en el proceso

Palabras Claves: carne, soya, okara.

Abstract

This dissertation is a work where the Modernisation Process development Artisan Soy meat from the cake (okara) from the soy milk. For the soy meat was investigated on raw materials used (okara, wheat gluten, isolated soy) to improve the protein content of the recipe home and have a similar appearance to the meat plant on the market to reach the best combination of raw materials in flavor and texture use a sensory panel composed of 30 panelists who dare Adon and the method is obtained using statistical methods most satisfactory formula for the end to which he applied his analysis to know percentage of protein, moisture and fat in addition to microbiological testing. Having developed the final formula described the possible next steps of an industrial process and suggest the equipment used at each stage. It also gives the information necessary for the implementation of Good Manufacturing Practices and identify critical control points in the process.

Keywords: meat, soy, okara.

1. Introducción

Durante el proceso de elaboración de la leche de soya en la operación de filtrado, queda un gran remanente llamado Okara o torta de soya que usualmente se desecha, el cual contiene cerca del 17% de las proteínas originales de la soya, que representa 3.5% de su peso, pudiendo servir de base para otros productos derivados de la soya.

El objetivo de esta tesis es aprovechar la torta de soya mediante la tecnificación del proceso para elaborar la de Carne de soya y así obtener un producto con adecuado valor proteico y buenas características sensoriales para brindar al consumidor un producto que cubra sus requerimientos nutricionales básicos y de tal manera reducir los residuos del proceso de elaboración de leche de soya.

2. Marco Teórico

La soya tiene una demanda importante en el país, siendo el mayor consumidor el sector de la avicultura debido a que la torta de soya representa alrededor del 15% al 20% de la composición de los alimentos balanceados. Las tasas de conversión del grano de soya son: un 70% del grano se transforma en pasta de soya y un 18% en aceite; el resto de usos de la soya para elaborar carne, leche o harinas es marginal.[2]

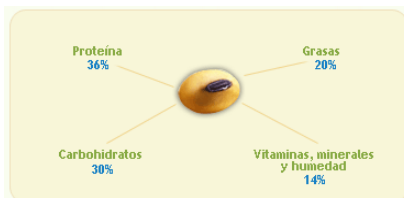


Figura 1. Composición del Frijol de Soya

2.1. Materias Primas.

La Okara, un derivado de la soya que se obtiene a partir de los residuos generados en la elaboración del tofu o la bebida de soya, entre otros. Es una pasta de color blanca que presenta un sabor un tanto neutro y que es utilizada sobre todo en la elaboración de guisos, pan o productos de pastelería en los países asiáticos. [8]

Contiene el 17% de la proteína de las semillas de soya original además de ser rica en calcio, hierro y riboflavina, elemento también conocido como vitamina B2, juega un papel muy importante para la salud.[4]

Tabla 1. Contenido Nutricional de la Okara por cada 100gramos

Energía	77	kcal
Proteína	3.22	g
Grasa Total	1.73	gr
Grasas Saturadas	0.193	g
Grasas Monosaturadas	0.295	g
Grasas Polinsaturadas	0.755	g
Cenizas	0.88	g
Carbohidratos	12.54	g
Calcio	80	mg
Hierro	1.30	mg
Magnesio	26	mg
Fósforo	60	mg
Potasio	213	mg
Sodio	9	mg
zinc	0.56	mg
Cobre	0.200	mg
Manganeso	4.404	mg
Selenio	10.6	mcg
Tiamina	0.020	mg
Riboflavina	0.020	Mg
Niacina	0.100	mg
Acido pantoténico	0.088	mg
Vitamina B-6	0.115	mg

Gluten es una glucoproteína ergástica amorfa que se encuentra en la semilla de muchos cereales combinada con almidón. Representa un 80% de las proteínas del trigo y está compuesta de gliadina y glutenina [1], posee un color amarillento y su sabor es suave respecto del trigo. Entre sus características físicas principales se incluyen: el contenido de proteínas (un 75% mínimo), de humedad (un 10% máximo), de grasa (2% máximo), de cenizas (2% máximo), la absorción de agua (entre el 150% y 200%) y la granulometría (el 100% pasa por una malla de 50 mm). [1].

La proteína aislada de soya es una forma altamente refinada o pura de proteína de soya con un contenido proteico mínimo del 90% sobre una base libre de humedad. Se elabora a partir de harina de soya desgrasada, a la que se elimina la mayor parte de sus componentes no-proteicos, grasas y carbohidratos. Debido a esto, tiene un sabor neutral y provoca menos gases debido a la flatulencia bacteriana. [3].

2.2 Aditivo

El sorbato de potasio es un conservante suave cuyo principal uso es como conservante de alimentos. También es conocido como la sal de potasio del ácido sórbico (número E 202). Su fórmula molecular es $C_6H_7O_2K$ y su nombre científico es (E,E)-hexa-2,4-dienoato de potasio. [6].

3. Pruebas Experimentales

En el diseño de experimento se plantearon 9 muestras de las cuales las muestras C2 (70% de humedad y 30% de proteína) y C3 (70% de humedad y 32% de proteína) no serán tomadas en cuenta para su elaboración, debido a que la suma de los valores en sus variables sobrepasan el 100% del valor total

Tabla 2. Codificación de las Muestras

N. de muestra	Codificación
1	A1
2	A2
3	A3
4	B1
5	B2
6	B3
7	C1
8	C2
9	C3

3.1 Análisis de Resultado

Una vez realizado el diseño del experimento se obtuvieron 6 pruebas para ser elaboradas con las siguientes materias primas: okara, gluten de trigo y aislado de soya; a partir de las cuales, como ingredientes, se llegará a los valores porcentuales de proteína y humedad, establecidos por las combinaciones resultantes.

Analizando las formulas derivadas en el programa, se obtuvo A1 para la combinación, se necesitan: 73,15% de okara, 21,21% de gluten y 5,64% de aislado de soya; A2, se requiere: 71,53% de okara, 10,14% de gluten y 18,33% de aislado de soya; A3 se necesitan: 73,64% de okara, 4,78% de gluten y 21,57% de aislado de soya; B1 se necesitan: 77,79% de okara, 1,84% de gluten y 20,37% de aislado de soya; debido a que no se podía llegar a los valores determinados por la combinación B2, utilizando solo las tres materia primas mencionadas se tuvo que agregar agua para lograr el porcentaje de humedad deseado. Como resultado, se obtuvo la siguiente fórmula: 42,92% de okara, 5,02% de gluten, 23,74% aislado de soya, 28,31% de agua.

En las combinaciones B3 y C1 se consiguió un producto muy blando debido a la cantidad de agua presente en las fórmulas, producto de difícil manejo y una a paraciencia desagradable, mientras tanto para las combinaciones C2 y C3 la suma de los porcentajes de humedad y proteína que se desean en la fórmula final del producto llegan al 100%, como consecuencia, fórmulas que no se pueden realizar debido a que un producto no solo está compuesto por humedad y proteína.



Figura 2. Muestras Realizadas

3.2 Análisis Sensorial

Para la ejecución de las pruebas sensoriales, se eligió el método hedónico, sin panelistas entrenados, pues caso contrario demandaría mucho tiempo encontrar y entrenar a los jueces, así como dinero.

Para estas pruebas se necesitó un mínimo de 30 panelistas, para cada intervención. Además, se consideró que para los resultados de esta investigación es lo suficiente, caso contrario, una mayor cantidad demandaría excesivo tiempo e inversión.

El grupo focal a ser evaluado tiene influencia dentro de los análisis sensoriales, pero para este efecto no se los consideró, puesto que se cree que es mejor tener un campo de visión mayor sobre los resultados, y no segmentar los panelistas para de esta manera obtener diferentes apreciaciones sobre la elaboración y calcular así realmente, si se tiene un efecto positivo o negativo, con una fórmula en particular. Los jueces que ayudaron en la calificación de las pruebas fueron elegidos al azar, y abarcaron personas de edades comprendidas entre los 15 años hasta los 76 años, mujeres y hombres, de clase social y cultural media alta.

La elaboración de las diferentes fórmulas para carne de soya son con el propósito de determinar el grado de aceptación de los panelistas, tomando en cuenta el sabor y la textura de las mismas, por lo que se puede definir a la variable de respuesta de este estudio al sabor de la carne de soya.

Fecha: _____
 Edad: _____
 Sexo: M _____ F _____

Instrucciones: Por favor estimado panelista califique, de acuerdo a su agrado las siguientes muestras, siendo 5 la de mayor agrado y 1 la de menor agrado, poniendo el código de la misma en el puntaje correspondiente. Si desea comentar sobre el aroma, sabor o textura las muestras, lo puede hacer en el espacio de Opinión. Favor de no tragar las muestras, e ingerir agua entre cada muestra. Gracias!

1	ME DISGUSTA EXTREMADAMENTE
2	ME DISGUSTA UN POCO
3	NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA
4	ME GUSTA UN POCO
5	ME GUSTA EXTREMADAMENTE

A1
 A2
 A3
 B1
 B2

OPINION: _____

Figura 3. Encuesta

Cada muestra fue analizada por 30 panelistas sin entrenamiento; los datos de la muestra patron fueron analizados en la hoja de cálculo Excel, obteniendo la media aritmética “poblacional” (μ) de 4, la variación típica y la desviación estándar.

La hipótesis nula “Ho” para cada una de las muestras fue de: “La muestra es significativamente mejor en sabor y textura que la muestra en blanco (A2)”.

Para ACEPTAR o FALLAR al RECHAZAR la hipótesis nula, el factor “P” debe ser mayor que el nivel de significancia; el cual fue seleccionado de 0.05, mencionado anteriormente ($\alpha=0.05$). Caso contrario, se RECHAZA la hipótesis nula “Ho”. [5]

Tabla 3. Resultado Obtenido para Cada Muestra

T de una muestra						
Prueba de $\mu = 4$ vs. $\sigma = 4$						
Media del error						
Muestra	N.	Media	Desv. Est.	Estándar	IC de 95%	P
A1	30	3,500	1,196	0,218	(3,053-3,947)	0,030
A3	30	2,533	1,137	0,208	(2,109-2,958)	0,000
B1	30	2,567	1,165	0,213	(2,132-3,002)	0,000
B2	30	1,733	1,172	0,214	(1,296-2,171)	0,000

Fuente: Programa minitab

Las hipótesis nulas en todas las muestras son rechazadas debido a que su factor “P” proyectado es menor al nivel de significancia (0,05); lo que denota una marca preferencia por los panelistas ante la muestra blanco (A2), motivo por la cual fue elegida para los posteriores análisis físicos y microbiológicos

3.3. Análisis Físico

A las muestras de: carne de soya casera, A2 y la que existe en el mercado, se les realizó los siguientes análisis físico-químicos: humedad, proteína y grasas, con el propósito de tener valores para comparar dichas muestras entre sí, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 4. Resultado de Análisis

MUESTRAS	UNIDAD	Parámetros		
		HUMEDAD	GRASAS	PROTEINA (Nx6,25)
Carne de Soya Casera	g%	69,54	3,98	8,26
A2	g%	69,33	2,6	28,01
Muestra en el mercado	g%	64,3	1,41	29,38

Los parámetros de humedad y proteína son los de mayor importancia, debido a la influencia de éstos en la apariencia y sabor del producto. La humedad afecta de manera significativa a la textura del producto final debido a que mientras mayor contenido de ésta, nos da un producto más blando y de textura blanda. La

proteína ayuda aumentar el contenido nutricional de la carne de soya, motivo por el cual se utilizaron materias primas de alto valor proteico (gluten de trigo y aislado de soya), además de proporcionar una textura más firme a la carne de soya final.

3.4. Análisis Microbiológico

El análisis se realizó con los siguientes parámetros de aceptación microbiana; aerobios totales, coliformes fecales, hongos y levaduras según el INEN1 346:2010 [7], el nivel de aceptación de estos microorganismos en carne molida; es el siguiente:

Tabla 5. Requisitos Microbiológicos

	n	c	m	M	Método de ensayo
Aerobios mesófilos ufc/g	5	3	$1,0 \times 10^6$	$1,0 \times 10^7$	NTE INEN 1 529-5
Escherichia coli ufc/g	5	2	$1,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^5$	NTE INEN 1 529-8
Staphylococcus aureus ufc/g	5	1	$1,0 \times 10^4$	$5,0 \times 10^4$	NTE INEN 1 529-14
Clostridium sulfito reductores ufc/g	5	1	$3,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^4$	NTE INEN 1 529-18
Salmonella/ 25 g	5		AUSENCIA	---	NTE INEN 1 529-15

Los análisis fueron realizados con la muestra más aceptada por los jueces (A2); que fue sometida a tres dosis de conservante (sorbato de potasio), sin aditivo, 0,5 gramos/kilogramo y 0,7 gramos/kilogramos obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 6. Análisis Microbiológico muestra A2

Requisito	Tiempo	Conservante Concentración	ufc/g	Conservante Concentración	ufc/g
Hongos y Levaduras	72 horas	0,7 g/kg	0	0,5 g/kg	0
Aerobios	72 horas	0,7 g/kg	2	0,5 g/kg	1×10^3
Coliformes	72 horas	0,7 g/kg	0	0,5 g/kg	0

La concentración más efectiva contra la invasión microbiana es la de 0,7 g/kg sorbato de potasio proporcionándonos un producto seguro al elaborarlo ya que los resultados obtenidos son menores al nivel de rechazo por la norma ya indicada.

4. Tecnificación del Proceso

La tecnificación consiste en la presentación de la fórmula final, descripción del proceso industrial y sugerencia de equipos para cada área además de la información necesaria para implementar las buenas prácticas de manufactura y establecer puntos críticos de control

4.1 Fórmula

Tabla 7. Fórmula A2

Materia Prima	% de Materia Prima
Okara	71,53
Gluten de trigo	10,14
Aislado de Soya	18,33

4.2 Descripción del Proceso Industrial

Antes de ser introducidas al proceso, las materias primas deberán someter a una clasificación y selección con el fin de eliminar las materias primas inadecuadas.

Una vez ingresadas las materias primas deben ser almacenadas en lugares con una correcta ventilación y humedad relativa. El lugar de almacenamiento estará separado del sector de elaboración y en un área indicada y debidamente rotulada.

Se coloca el okara (torta de soya), gluten de trigo y aislado de soya en la mezcladora, se mezcla durante 10 minutos. Una vez transcurrido este tiempo se incorpora a la vez los aditivos y los condimentos requeridos por el cliente.

A continuación se debe incorporar agua tibia, para unir todos los ingredientes y formar una masa, dando un tiempo total de 12 minutos

La masa obtenida en la etapa anterior se estira con un rodillo sobre la mesa de amasado. Luego, con un molde, se cortan manualmente el producto y se ubica en moldes de acero inoxidable para ser llevados a la prensa neumática donde por medio de presión la carne de soya queda compacta.

En una marmita introducir las carnes en un tiempo dado (aproximadamente 60 minutos a 75°C) se retiran, cuidando que no se rompan. Esta etapa permitirá que las carnes duren por más tiempo. Al frenar el deterioro, se aumenta la vida útil.

Las carnes que terminan el proceso de cocción se las coloca sobre una mesa de acero inoxidable la que será llevada a un cuarto de enfriamiento donde se controlara temperaturas.

Una vez enfriado el bloque de carne de soya pasa al envasado el que se realiza por medio de un termo sellador en empaques de polietileno en una presentación de 450 gramos.

Tabla 8. Equipo y utensilios por etapa

ETAPAS	EQUIPOS Y UTENSILIOS
Pesado de Ingredientes	Balanza
Tamizado	Tamiz
Mezcla	Mezcladora
Moldeado	Mesa de acero inoxidable, moldes de acero inoxidable, Prensa neumática
Pre-Cocción	Marmita
Enfriado	Mesa de acero inoxidable
Envasado	Termo selladora

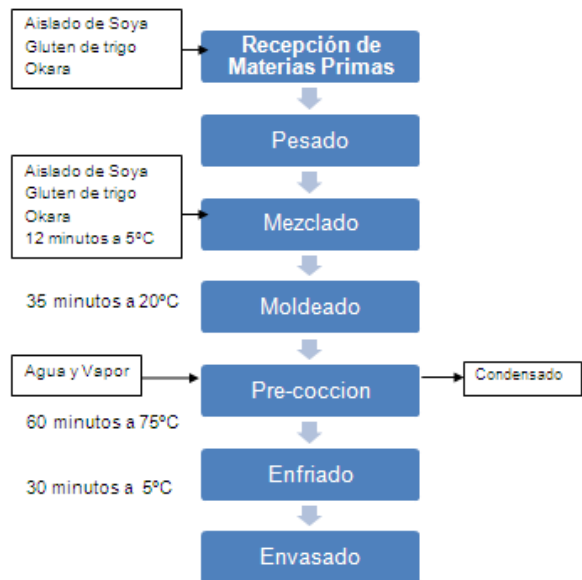


Figura 4. Diagrama de Flujo para Carne de Soya

4.3 Buenas Prácticas de Manufactura y Punto Crítico de Control

La aplicación de las BPM reduce significativamente la posibilidad de una contaminación ya sea: física, química, biológica o alérgica; de esta manera la calidad del producto aumenta y nuestros consumidores tendrán la seguridad de consumir un producto seguro para salud.

Las BPM tiene como campo de acción los siguientes puntos: Edificaciones e Instalaciones, Recepción y Almacenamiento, Equipos y Mantenimiento, Higiene del personal, Control de Plagas y Producto no Conforme.

Los Procedimientos Operativos Estándares de Saneamiento (POES) que son prácticas sanitarias antes, durante y después del procesamiento. Los POES (Procedimientos Estándar de Sanitización) o SSOP (Sanitation Standard Operating Procedures) deben dirigirse a:

SSOP 1.- Seguridad del agua entra en contacto con el alimento o superficie de contacto la que es usada en la fabricación de hielo.

SSOP 2.- Condiciones y Limpieza de las superficies de contacto con los alimentos, incluyendo: utensilios, guantes y vestimentas exteriores e incluye personal de mantenimiento.

SSOP 3.- Prevención de la contaminación cruzada de objetos contaminados a los alimentos, materiales de empaque de alimentos y otras superficies de contactos con alimentos incluidos utensilios, guantes y vestimentas exteriores, además de productos crudos a producto procesado.

SSOP 4.- Mantenimiento de las instalaciones de lavado de manos, sanitización de manos y servicios higiénicos.

SSOP 5.- Protección de los alimentos, materiales de empaques de alimentos y superficie de contacto con alimentos de la adulteración con lubricantes, combustibles, pesticidas, compuestos de limpieza, agente sanitizantes, condensados y otros contaminantes, físicos y biológicos.

SSOP 6.- Adecuado rotulado, almacenamiento y uso de compuestos tóxicos.

SSOP 7.- Control de la salud de los empleados que pudiera resultar en una contaminación microbiológica del alimento material de empaque del alimento o superficie de contacto con alimentos

SSOP 8.- Exclusión de plagas de plantas de alimentos. Un punto crítico de control (PCC) significa un punto, fase o procedimiento en el cual es necesario llevar a cabo una acción de control para prevenir, eliminar o reducir, a un nivel aceptable, un peligro relativo a la integridad higiénica y segura de un producto alimenticio.

Una vez identificados los riesgos potenciales en cada etapa del proceso, el paso siguiente es reconocer los puntos críticos de control en el proceso, para lo cual se sigue una serie de preguntas establecidas por un árbol de decisiones. [9]

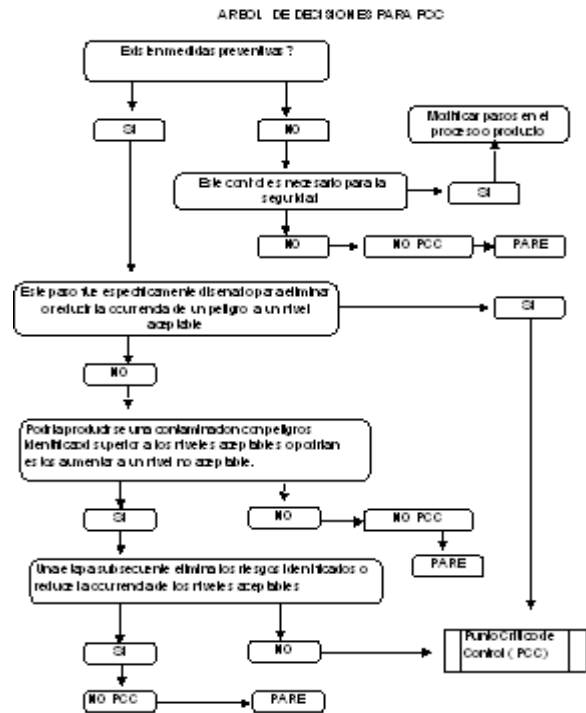


Figura 5. Árbol de Decisiones para PCC

La recepción y almacenamiento se determinó como PCC, debido a la presencia de mico toxinas en las materias primas Gluten de trigo y Aislado de Soya, ya que estas causan un proceso cancerígeno en los consumidores y en las siguientes etapas del proceso no hay una fase para reducir a un nivel aceptable el nivel de mico toxinas en el producto final.

Pre cocción es un PCC ya que esta etapa es la encargada de reducir a niveles permisibles la presencia de anti nutrientes como inhibidores proteicos además de microorganismos y si esta fallara no existe una etapa posterior para corregir los posibles errores producidos en esta

4.4 Plano de la Planta

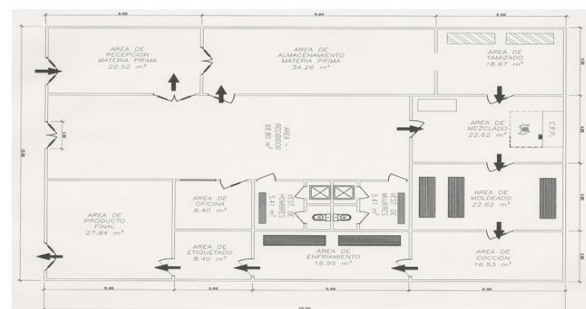


Figura 6. Plano de la Planta



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



5. Agradecimientos

Agradezco a Dios por darme sus bendiciones en el transcurso de mi carrera profesional y culminarla con éxito.

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral, nuestra Alma Máter, por la formación académica impartida y en especial a mi Director de Tesis por ser un excelente guía para la culminación de la presente Tesis.

8. Conclusiones y recomendaciones.

Los análisis físico-químico realizados a la muestra con la fórmula (okara 71,63%, gluten de trigo 10,14% y aislado de soya 18,33%) y a la carne vegetal que ya existe en el mercado, señalan ligeras diferencias en las cantidades de Humedad y Proteína, siendo así 69,33% de humedad, 28,01% de proteína, para la muestra preferida por los panelistas y 64,30% de humedad, 29,38% de proteína para el producto que se vende en el mercado. Esto demuestra que se puede combinar la torta de soya (okara) para elaborar un alimento con alto contenido proteico.

La muestra con, okara 71,63%, gluten de trigo 10,14% y aislado de soya 18,33% fue la más aceptada por los panelistas lo que demuestra una tendencia por un producto con mayor cantidad de proteína y poca cantidad de humedad. La posible razón a este comportamiento se debe que a mayor cantidad de humedad en el producto este tendrá una textura pastosa mientras que a mayor cantidad de proteína su textura será consistente y con una mordida parecida a la carne animal.

La combinación de alta temperatura (70°C) y sorbato de potasio al 0,7g/kg de producto tuvo un efecto positivo en la inhibición de microorganismos de tal manera que se redujo en un periodo de 72 horas a cero colonias, en coliformes, hongos y levaduras. Además en aerobios totales bajo la carga microbiana de 1×10^3 a 2×10^3 ufc (unidad formadora de colonias).

Se recomienda mantener las temperaturas de refrigeración en las etapas de mezclado, moldeado y enfriado debido a que los valores altos tienden a disminuir el efecto emulsificante de la proteína presente.

7. Referencias

- [1] ENCICLOPEDIA SOBRE: Gluten [en línea]. <http://es.wikipedia.org/wiki/Gluten>. [consulta: 15 de Febrero 2010].
- [2] ENCICLOPEDIA SOBRE: Glycine Max [en línea]. <http://es.wikipedia.org/wiki/Soja> [consulta: 16 de enero 2010].
- [3] ENCICLOPEDIA SOBRE: PDCAAS [en línea]. <http://en.wikipedia.org/wiki/PDCAAS> [consulta: 5 de Julio 2011].
- [4] GASTRONOMIA & CIA: OKARA [en línea] <http://www.gastronomiaycia.com/2009/03/06/okara/> [consulta: 10 de enero 2010]
- [5] GUTIERREZ DUCONS, JUAN LUIS. ESTADISTICA. Editorial: CULTURAL, S.A, Barcelona-España, pág. 129.
- [6] NEXTERIAL 2005 Sorbato de Potasio [en línea]. http://www.nexterial.com/index.php?option=com_content&view=article&id=119&Itemid=86 [consulta: 11 de enero 2010].
- [7] NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. INEN 1346:2010. carne y productos cárnicos. Carne Molida. Requisitos [consulta: 9 de Julio 2011]
- [8] SOYQUICK.OKARA. Maquinas para Leche de Soya [en línea] <http://www.maquinalechedesoya.com/okara.html> [consulta: 10 de enero 2010].
- [9] TESIS SOBRE: Diseño de un sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (HACCP) para una línea de producción de Pastas Secas.2002 [en línea]. Guayaquil, Ecuador. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/7759> [consulta: 5 de enero 2010]