

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



## FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

### MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL

---

**Tema: “Aprovechamiento de Okara de Soya (*Glicine max*) en el desarrollo tecnológico de Tempeh”**

---

Proyecto del Trabajo de Titulación, previo a la obtención del Grado Académico de  
Magíster en Gestión de la Producción Agroindustrial.

**Autora:** Ingeniera Gladys Elena Heras Mosquera

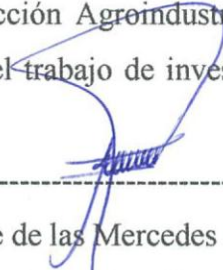
**Directora:** Ph.D. Liliana Alexandra Cerda Mejía

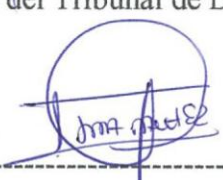
Ambato- Ecuador


Noviembre - 2017

**A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en  
Alimentos**

El Tribunal de Defensa del Trabajo de titulación presidido por la Doctora Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobar, e integrado por los señores Ingeniera Silvia Janneth Sánchez Vélez Magíster, Licenciada Danae Fernández Rivero Magíster, Ph.D. Orestes Darío López Hernández, designados por la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencia Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Investigación con el tema “APROVECHAMIENTO DE OKARA DE SOYA (*Glicine max*) EN EL DESARROLLO TECNOLÓGICO DE TEMPEH”, elaborado y presentado por la señora Ingeniera Gladys Elena Heras Mosquera, para optar por el Grado Académico de Magíster en Gestión de la Producción Agroindustrial, una vez escuchada la defensa oral el Tribunal aprueba y remite el trabajo de investigación para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

  
-----  
Dra. Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobar  
Presidenta del Tribunal de Defensa.

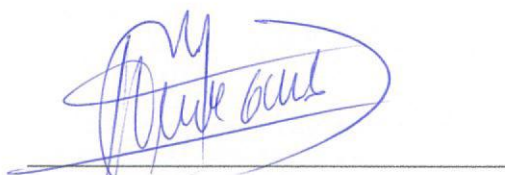
  
-----  
Ing. Silvia Janneth Sánchez Vélez, Mg.  
Miembro del Tribunal.

  
-----  
Lcda. Danae Fernández Rivero, Mg.  
Miembro del Tribunal.

  
-----  
Ph.D. Orestes Darío López Hernández  
Miembro del Tribunal.

## AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

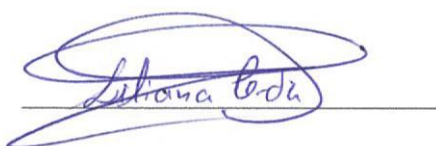
La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Investigación con el tema: “**APROVECHAMIENTO DE OKARA DE SOYA (*Glicine max*) EN EL DESARROLLO TECNOLÓGICO DE TEMPEH**”, le corresponde exclusivamente a: Ingeniera Gladys Elena Heras Mosquera, Autora bajo la Dirección de la Ph.D. Liliana Alexandra Cerda Mejía, Directora del Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual del mismo a la Universidad Técnica de Ambato.



Ing. Gladys Elena Heras Mosquera

C.C 0702219205

**AUTORA**



Ph.D. Liliana Alexandra Cerda Mejía.

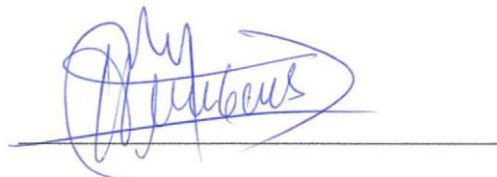
C.C 1804148086

**DIRECTORA**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Investigación sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.



Ing. Gladys Elena Heras Mosquera

C.C. 0702219205

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Portada .....	i
A la Unidad Académica de Titulación .....	ii
Autoría del Trabajo de Titulación .....	iii
Derechos de Autor .....	iv
Índice General de Contenidos .....	v
Índice de Tablas .....	xi
Índice de Figuras .....	xi
Agradecimiento .....	xiii
Dedicatoria .....	xii
Resumen Ejecutivo .....	xiv
Summary .....	xv
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>2</b>
<b>EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>2</b>
1.1 Tema .....	2
1.2 Planteamiento del Problema .....	2
1.2.1 Contextualización .....	3
1.2.1.1 Macro .....	3
1.2.1.2 Meso .....	4
1.2.1.3 Micro .....	7
1.2.2 Análisis crítico .....	9

1.2.3 Prognosis .....	10
1.2.4 Formulación del problema.....	11
1.2.5 Interrogantes .....	11
1.2.6 Delimitación del objeto de investigación .....	11
1.3 Justificación .....	11
1.4 Objetivos.....	12
1.4.1 General .....	12
1.4.2 Específicos.....	13
<b>CAPÍTULO II</b> .....	14
MARCO TEÓRICO .....	14
2.1 Antecedentes investigativos .....	14
2.2 Fundamentación filosófica .....	15
2.3 Fundamentación legal.....	16
2.4 Categorías fundamentales.....	17
2.5 Hipótesis .....	19
2.6 Señalamiento de variables de la hipótesis .....	19
<b>CAPÍTULO III</b> .....	20
METODOLOGÍA .....	20
3.1 Modalidad básica de la investigación.....	20
3.2 Nivel o tipo de investigación.....	20
3.3 Población y muestra .....	21
3.4 Operacionalización de variables.....	23
3.5 Recolección de información .....	24
3.5.1. Abasto y disponibilidad del okara .....	24

3.5.2. Preparación del tempeh a partir del okara .....	24
3.5.2.1 Obtención del okara.....	24
3.5.2.2 Otención del tempeh.....	25
3.5.3 Análisis organoléptico y nutricional del tempeh .....	29
3.5.3.1 Análisis organoléptico .....	29
3.5.3.2 Análisis nutricional del tempeh .....	32
3.5.4 Rentabilidad de la propuesta .....	32
3.5.4.1 Balance de materia.....	32
3.5.4.2 Presupuestos parciales .....	33
3.5.4.2.1 Análisis Financiero de la Propuesta de Tempeh.....	35
3.6 Plan de procesamiento de datos.....	35
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>36</b>
<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>36</b>
4.1 Análisis de resultados e interpretación .....	36
4.1.1 Elaboración del tempeh.....	36
4.1.2 Evaluación organoléptica de los diferentes tratamientos. ....	37
4.1.3 Análisis nutricional del tempeh .....	53
4.1.4 Beneficio potencial de la propuesta.....	55
4.2 Comprobación de hipótesis .....	68
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>69</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>69</b>
<b>CAPÍTULO VI .....</b>	<b>71</b>
<b>PROPUESTA .....</b>	<b>71</b>

6.1 Datos informativos .....	71
6.2 Antecedentes de la propuesta. ....	71
6.3 Justificación.....	72
6.4 Objetivos.....	73
6.4.1 Objetivo General.....	73
6.4.2 Objetivos Específicos .....	73
6.5 Análisis de Factibilidad .....	74
6.6 Fundamentación .....	74
6.7 Metodología.....	76
6.7.1 Tecnología de la producción de tempeh.....	76
6.7.2 Aceptabilidad organoléptica del tempeh. ....	77
6.7.3. Análisis Financiero de la propuesta.....	78
Referencias Bibliográficas .....	79
ANEXOS .....	82



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Composición nutricional de la okara por 100 g de okara húmeda .....	5
<b>Tabla 2.</b> Superficie en hectáreas de soya sembrada por UPAs 2001 .....	7
<b>Tabla 3.</b> Superficie, producción y rendimiento de soya en Los Ríos. ....	8
<b>Tabla 4.</b> Tratamientos que realizar en la investigación .....	22
<b>Tabla 5.</b> Operacionalización de la variable independiente: desarrollo tecnológico de tempeh .....	23
<b>Tabla 6.</b> Operacionalización de la variable dependiente: aprovechamiento de la okara. ...	23
<b>Tabla 7.</b> Planificación de la fase experimental del proceso de elaboración de tempeh de okara de soya .....	28
<b>Tabla 8.</b> Planificación de la fase de evaluación organoléptica del tempeh de acuerdo a tratamientos aleatorizados. ....	31
<b>Tabla 9.</b> Rubros para el análisis de costos parciales de las alternativas tecnológicas del aprovechamiento del okara, considerando un batch de 1820 kg/mes.....	34
<b>Tabla 10.</b> Partidas básicas a analizar de las dos alternativas estudiadas. ....	34
<b>Tabla 11.</b> Análisis Proximal del okara cocida de la empresa PROYOSEC. ....	36
<b>Tabla 12.</b> Resultados de evaluación sensorial en escala hedónica estructurada para el color de tratamientos T1 a T3 y T4 a T6 de tempeh de okara por triplicado con sus medias.....	38
<b>Tabla 13.</b> Esquema del análisis de varianza para el criterio organoléptico color a diferentes temperaturas de incubación y tipo de envase en tempeh .....	40
<b>Tabla 14.</b> Calificación de color promedio por tratamiento dada por 31 catadores.....	40
<b>Tabla 15.</b> Resultados de evaluación sensorial en escala hedónica estructurada para la textura de tratamientos T1 a T3 y T4 a T6 de tempeh de okara por triplicado con sus medias.....	42
<b>Tabla 16.</b> Esquema del análisis de varianza para el criterio organoléptico textura a diferentes temperaturas de incubación y tipo de envase en tempeh. ....	44
<b>Tabla 17.</b> Calificación de textura promedio por tratamiento dada por 31 catadores.....	45
<b>Tabla 18.</b> Resultados de evaluación sensorial en escala hedónica estructurada para el flavor de tratamientos T1 a T3 y T4 a T6 de tempeh de okara por triplicado con sus medias.....	46

<b>Tabla 19</b> Esquema del análisis de varianza para el criterio organoléptico flavor a diferentes temperaturas de incubación y tipo de envase en tempeh.....	48
<b>Tabla 20.</b> Calificaciones de flavor obtenidas a diferentes temperaturas de incubación u tipo de envase en tempeh.....	48
<b>Tabla 21.</b> Resultados de evaluación sensorial en escala hedónica estructurada para el aceptabilidad de tratamientos T1 a T3 y T4 a T6 de tempeh de okara por triplicado. ....	50
<b>Tabla 22.</b> Esquema del análisis de varianza para el criterio organoléptico aceptabilidad a diferentes temperaturas de incubación y tipo de envase en tempeh .....	52
<b>Tabla 23.</b> Calificaciones de aceptabilidad obtenidas a diferentes temperaturas de incubación y tipo de envase en tempeh .....	53
<b>Tabla 24.</b> Análisis proximal del tempeh de okara .....	54
<b>Tabla 25.</b> Análisis de la capacidad instalada, equipos, personal y horas de la propuesta de la línea de tempeh. ....	56
<b>Tabla 26.</b> Costos de Producción tempeh de okara. ....	58
<b>Tabla 27.</b> Infraestructura y equipo mínimos requerido para línea de tempeh. ....	60
<b>Tabla 28.</b> Estimación del capital de trabajo para la nueva línea al mes. ....	61
<b>Tabla 29.</b> Costos Pre-operativos .....	62
<b>Tabla 30.</b> Necesidad de capital y fuente de financiamiento de la propuesta. ....	62
<b>Tabla 31.</b> Servicio de la deuda, método alemán con Banco Pichincha. ....	64
<b>Tabla 32.</b> Resultados de indicadores financieros de flujos en efectivo de la propuesta considerando una TMAR 23,15% .....	64
<b>Tabla 33.</b> Flujo de caja en efectivo sin financiamiento, a una TMAR de 23,15% .....	65
<b>Tabla 34.</b> Flujo de caja en efectivo con financiamiento, a una TMAR de 23,15%.....	66
<b>Tabla 35.</b> Partidas básicas mensuales para analizar las dos actividades (actual y propuesta) .....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Produccion de soya a nivel mundial en el periodo 2000-2009 en %. FAO, “Estadísticas de Producción, Consumo y Precios” .....	3
<b>Figura 2.</b> Árbol de problemas donde se presenta el desglose de causas y efectos respecto al problema identificado. Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017 .....	9
<b>Figura 3.</b> Organizador lógico de variables. ....	17
<b>Figura 4.</b> Diagrama Simplificado para Elaboración de Tempeh de soya. ....	25
<b>Figura 5.</b> Diagrama de flujo para la elaboración de Tempeh de soya. ....	26
<b>Figura 6.</b> Desarrollo del <i>Rhizopus oligosporus</i> sobre okara de soya.....	37
<b>Figura 7.</b> Balance de Materia de Tempeh de Okara para una producción mensual. ....	57
<b>Figura 8.</b> Precio que está dispuesto a pagar el panelista por 100 g de tempeh.....	60

## **DEDICATORIA**

*A mi Dios por la vida, por llenar de bendiciones mi camino y mi vida de color.*

*A mis padres por inculcarme el valor de la perseverancia, a mi esposo Gabriel por su apoyo y amor incondicional, a mis hijas Ivette, Berenisse, a mi hijo Antonio porque son mi fuente de inspiración y motivación para poder superarme cada día y a toda mi familia por su preocupación y apoyo en todo momento.*

**Gladys Heras Mosquera**

## **AGRADECIMIENTO**

*Familia, amigos y personas especiales en mi vida, que me han instado y brindado todo lo necesario para llegar donde estoy, siendo el soporte necesario en mi desarrollo humano y profesional.*

*A la Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos por brindarme la oportunidad de seguir creciendo y ser parte de mi formación académica.*

*Y de manera especial a la Ph.D. Liliana Alexandra Cerda Mejía, por su profesionalismo como Tutora de Tesis.*

**Gladys Heras Mosquera**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**  
**MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL**

**TEMA:**

“APROVECHAMIENTO DE OKARA DE SOYA (*Glicine max*) EN EL  
DESARROLLO TECNOLÓGICO DE TEMPEH.”

**AUTORA:** Ing. Gladys Elena Heras Mosquera

**DIRECTORA:** Ph.D. Liliana Alexandra Cerda Mejía

**FECHA:** 16 de Octubre del 2017

**RESUMEN EJECUTIVO**

En las últimas décadas la preocupación ambiental ha motivado a investigar formas de aprovechar y reutilizar los residuos generados por la industria de los alimentos. El okara de soya para el desarrollo de tempeh, con *Rhizopus oligosporus*, es una alternativa de aprovechamiento para la industria de la soya.

En el proceso de elaboración, se efectuó seis tratamientos: T1: bolsas de plástico comercial incubado a 30°C, T2: bolsas de plástico comercial incubado a 35°C, T3: hojas de achira incubado a 30°C, T4: hojas de achira incubado a 35°C, T5: tarrina tipo PET incubado a 30°C y T6: tarrina tipo PET incubado a 35°C. La prueba organoléptica fue realizada con la colaboración de 31 panelistas no entrenados, los cuales prueban por triplicado los tratamientos. Se utilizó el software InfoStat 2017 para la transformación de datos en información estadística bajo un diseño experimental DFCA (Diseño completamente aleatorizado), determinándose que no existe diferencia significativa en los criterios color y textura entre los 6 tratamientos, mientras el flavor y aceptabilidad agruparon a 5 de los 6 tratamientos como los mejores. Los tratamientos elaborados en tarrina y hoja de achira a 30 y 35°C tuvieron mayor aceptación. El contenido nutricional del tempeh de okara es importante, con una proteína más biodisponible. La alternativa productiva proyectada para la empresa PROSOYEC es financieramente atractiva y rentable bajo los análisis de costos realizados.

**Descriptor:** Okara de soya, Tempeh, Análisis Organoléptico, Proteínas Vegetales, PROSOYEC.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**  
**MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL**

**THEME:**

“APROVECHAMIENTO DE OKARA DE SOYA (*Glicine max*) EN EL  
DESARROLLO TECNOLÓGICO DE TEMPEH.”

**AUTHOR:** Ing. Gladys Elena Heras Mosquera

**DIRECTED BY:** Ph.D. Liliana Alexandra Cerda Mejía

**DATE:** 16 de Octubre del 2017

**EXECUTIVE SUMMARY**

The environmental concern has forced to investigative way to take advantage of and reuse the waste generated by the food industry. Soybean okara for the development of tempeh, with *Rhizopus oligosporus*, is an advantageous alternative for soybean industry.

In the tempeh processing, six treatments were tested: T1 commercial polyethylene plastic bags, it is incubated at 30 ° C, T2 commercial polyethylene plastic bags, incubated at 35 ° C, T3 achira leaves, it is incubated at 30 ° C, T4 achira leaves, it is incubated at 35 ° C, PET-5 perforated tubercle, it is incubated at 30 ° C and T6 perforated PET-type, it is incubated at 35 ° C. For the sensory evaluation to the tempeh samples had previously been subjected to a heat treatment at 181°C with oil. The organoleptic evaluation was performed by 31 panelists (they are not trained), the treatments were tested in triplicate. Software InfoStat 2017 was used for the transformation of data in statistical information under an experimental design DFCA (Completely randomized design). This one allowed determining that there is no significant difference in color, texture of 6 different treatments. The flavor and acceptability grouped 5 of the 6 treatments as the best. The treatments elaborated in a plastic jar and achira leaf at 30 and 35 ° C were more accepted. The nutritional value of the tempeh obtained is good and the productive alternative, projected by the company PROSOYEC, is financially attractive and profitable under the cost analysis carried out.

**Keywords:** Okara of Soy, Tempeh, Organoleptic analysis, Vegetable Proteins, PROSOYEC.

## INTRODUCCIÓN

Una gestión sostenible de las actividades agroindustriales garantiza la calidad de los productos alimenticios, se requiere el aprovechamiento de los residuos generados con el desarrollo de una alternativa tecnológica que incentive utilizar estos subproductos que reduzcan el impacto ambiental, que generan varias industrias del procesamiento de alimentos a la vez que se puede ofrecer alternativas alimenticias nutritivas y de interés económico para el sector.

La soya es un producto de importancia para la alimentación humana, de la misma se elaboran gran cantidad de productos que suelen también generar una cantidad considerable de residuos. El proceso de elaboración de leche de soya genera el residuo insoluble conocido como okara por la cultura alimentaria japonesa. La industria local ha dado respuesta solo a la demanda de leche de soya sin considerar que este residuo genera un impacto ambiental asociado con la contaminación del suelo, agua y aire. El mismo que puede convertirse en foco de contaminación para la misma empresa si se dispone de forma inadecuada. La descomposición del okara genera malos olores, atrae insectos voladores y roedores. Su aprovechamiento es una medida de la eficiencia del proceso industrial que ayuda a percibir ingresos adicionales, contribuir a las buenas prácticas de manufactura y mitigar la afectación del ambiente. Este estudio plantea contribuir con la solución a esta debilidad de la industrialización de la soya, utilizando tecnologías alternativas en las cuales el okara se convierte en una materia prima para elaborar el tempeh, que es un producto obtenido por fermentación sólida. La Fermentación sólida incrementa las propiedades nutricionales y sensoriales, la misma es una posible alternativa para obtener nuevos alimentos enriquecidos en sustancias capaces de ejercer en el organismo humano una protección frente a diversas patologías.

El tempeh es un producto sano, nutritivo, de fácil elaboración y comercialización por sus agradables propiedades sensoriales tanto en fresco como preparado (frito, cocido, molido, marinado, horneado, etc.), cabe destacar que este producto puede ser aceptado rápidamente por el mercado local, motivando su completo aprovechamiento tanto por el valor nutritivo y afectivo que este puede generar.



## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Tema

“Aprovechamiento de Okara de Soya (*Glicine Max*) en el desarrollo tecnológico de Tempeh”.

#### 1.2 Planteamiento del Problema

La agroindustria de la soya elabora varios productos como queso de soya, leche de soya, galletas, aceite, balanceados, entre otros derivados. En el proceso de elaboración de leche y queso de soya se desaprovecha el subproducto denominado okara, el cual está constituido de una materia sólida todavía rica en grasa, proteínas biodisponibles y carbohidratos (fibra), que podrían ser utilizados en la alimentación humana (Gabin M, 2007). Este residuo está siendo utilizado exclusivamente como base para la alimentación animal, sin considerar otras alternativas de desarrollado. En la cultura asiática se aprovecha este producto en consumo humano, por el contenido proteico. En la actualidad en el mercado no se promociona productos elaborados a base de este residuo.

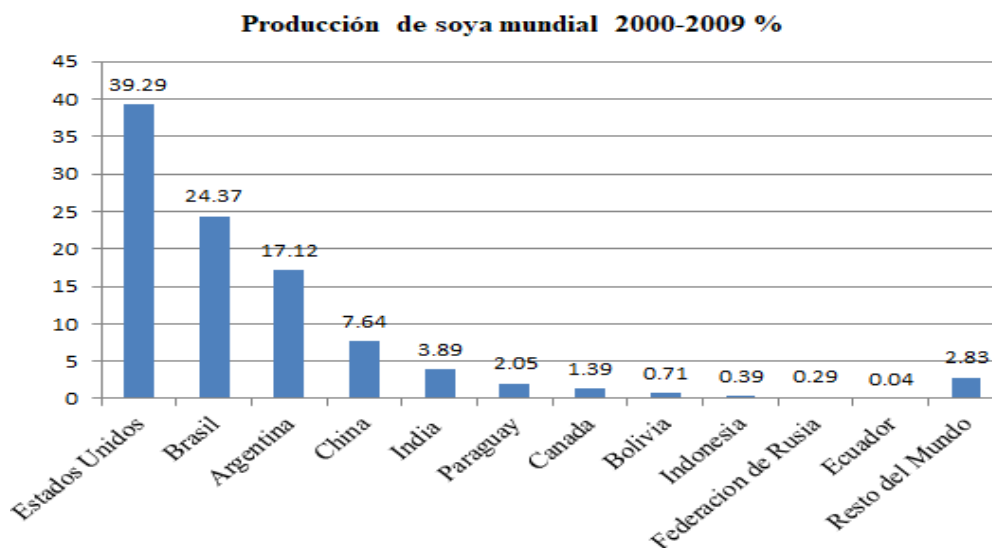
El okara tiene una alta actividad de agua, este contenido alto de agua provoca una rápida descomposición de este residuo generando contaminación dentro de la industria. El almacenamiento del okara debe tener condiciones adecuadas en cuanto a temperatura y humedad, este proceso se convierte en un gasto adicional, por lo que es vendido para alimentación animal o se convierte en desecho que provoca un impacto ambiental.

## 1.2.1 Contextualización

### 1.2.1.1 Macro

Russell *et al.* (2006), menciona que la soya es un producto de alto valor biológico, que genera beneficios a la salud del consumidor. La demanda de alimentos con las cualidades de la soya hace que la misma se mantenga como un producto de importancia para combatir la desnutrición y hambre en el mundo.

En el mundo se produce un promedio de 202'662.534 TM de soya al año, Estados Unidos, Argentina y Brasil conforman el 80% de este volumen. Siendo América el continente con mayor producción de soya a nivel mundial con el 85,32%, seguido por Asia que representa el 12,78%. La producción está liderada por Estados Unidos que en promedio para el periodo 2000-2009 produce un total de 79'605.515 TM, que representa el 39,29% de la producción mundial, Brasil tiene un promedio de 49'373.846 TM y Argentina un 34'695.331 TM para el mismo periodo. Dentro de esta lista, Ecuador ocupa la trigésima segunda posición con un promedio de 77.441 TM, y su participación en el mundo es de 0,04%. (Figura 1). (INEC, Sistema Agroalimentario de la Soya, 2009).



**Figura 1.** Producción de soya a nivel mundial en el periodo 2000-2009 en %. FAO, “Estadísticas de Producción, Consumo y Precios”.

La soja y los productos que se obtienen a partir de esta leguminosa forman parte de la dieta habitual de los países asiáticos desde hace miles de años, mientras que en occidente sus presencias en la alimentación se reducen a los últimos 15 ó 20 años debido al interés que han despertado diversos componentes de la soja como candidatos en la prevención de algunas enfermedades. (Zudaire, 2009).

Esta oleaginosa es utilizada como nutriente tanto para animales y en experimentos clínicos para personas, tiene un promedio total de aceite entre 18 - 23% con aplicación en la industria de alimentos, es más económico al compararlo con el aceite de maíz y de girasol; además se caracteriza por su elevado contenido de ácido linoléico y su bajo contenido de ácidos grasos saturados y desde el punto de vista comercial y alimenticio sus principales componentes son la proteína y la grasa (Armas, 2012).

El contenido promedio de proteína en la soja es del 40%, por lo que se obtendría 63,6 millones de toneladas métricas de proteína de soja por año, disponibles para el consumo (ASA, 2008; Borges, 2011).

La demanda de soja se encuentra encabezada por China que es el principal consumidor, seguido de Japón, Corea y Vietnam. Debido a que su cultura alimentaria incluye en su dieta productos elaborados de soja, como el queso de soja (tofu), pasta de soja que es considerada un condimento y brotes de soja como acompañamiento a varios platos típicos.

Para el período 2000-2007 China ocupó el primer lugar de consumo con un promedio de 5'231.578 TM. Ecuador alcanza la posición 132 en el ranking mundial de consumo con un promedio de 11,96TM. (INEC, Sistema Agroalimentario de la Soja, 2009).

#### **1.2.1.2 Meso**

El cultivo de soja registra un creciente avance en Argentina, Brasil, Bolivia y Paraguay, especialmente en la última década. En el año 2012 en estos 4 países el área cultivada con soja alcanzó 47 millones de hectáreas. Brasil y Argentina son los países con mayor tasa de incremento promedio por año (936.000 y 878.000 ha. respectivamente). (OSAS, 2013).

El grano se puede procesar para obtener directamente la materia prima para la elaboración de una gran variedad de productos alimenticios como queso, helado, yogurt, cacahuates, café, sopas y ensaladas, entre otros. La grasa de la soja se extrae en forma de aceite, cuyo

contenido de grasas saturadas es bajo en comparación a las grasas de origen animal. El aceite tiene tanto aplicaciones en la industria de alimentos como en la manufacturera. (Jiménez, 2007).

De la gran variedad de productos indicados se tiene que en el proceso de elaboración de leche de soya se obtiene un subproducto denominado okara, que es un tipo de residuo insoluble, que constituye una fuente rica de fibra dietética.

La composición de este subproducto es atractiva desde el punto de vista nutricional, dado que contiene fundamentalmente fibra insoluble y carbohidratos de bajo índice glucémico por lo que podría ser para diabéticos. En cuanto a su materia grasa predominan los ácidos poliinsaturados, no contiene gluten y por lo tanto apta para celíacos. (Tabla 1).

**Tabla 1.** Composición nutricional de la okara por 100 g de okara húmeda

Kcalorias	77.0
Agua	81.6 g
*Proteínas	3.2 g
Carbohidratos	12.5 g
*Fibra	4.1 g
Calcio	80 mg
Hierro	1.3 mg
Tiamina	0.02 mg
Riboflavina	0.02 mg
Niacina	0.1 mg

\*16 % de proteína en base seca

\*21% de fibra en base seca

**Fuente:** Soy 20/20. Descripción general de la utilización actual del okara. ([www.soy2020.ca](http://www.soy2020.ca)).

El Instituto Nacional de Tecnología Industrial de Argentina, INTI (2015), menciona que el okara es un subproducto de los procesos de elaboración de leche de soya, generándose en grandes volúmenes que se desechan, provocando un gran impacto ambiental, ya que por su elevado contenido de humedad 80%, tiende a fermentarse con facilidad. Siendo una fuente importante de proteína y fibra, el INTI propone aprovecharlo en el desarrollo de alimentos nutritivos como embutidos, pastas, harinas, entre otros.

El okara de soja fresco tiene un alto contenido de agua  $\geq 80\%$ , por lo que es un producto perecedero, para prolongar su conservación se aplican métodos de congelación o deshidratación.

Ferrari (2016), menciona que recientemente el subproducto okara ha sido caracterizado como alimento funcional por la Sociedad Americana de Salud, el USDA de los Estados Unidos a través de la Universidad de Hawái e instituciones como “Soy20/20” en su página <http://www.soy2020.ca/>, promueven el agregado del okara a los alimentos siendo un reto lograr la conservación del mismo.

La conservación del okara es difícil por sus características de alta humedad y pocas alternativas de uso inmediato. La fracción proteica de alta calidad que posee el okara tiene buenas propiedades de retención de agua y buenas cualidades emulsificantes, además contiene un péptido con efectos antihipertensivos. La fracción de polisacáridos pécticos es adecuada para espesar productos lácteos ácidos. El uso de okara para ser fermentado con *Actinomucor elegans* (meitauza), *Aspergillus oryzae* (koji), *Neurospora intermedia* (ontjom), y *Rhizopus oligosporus* (tempeh), ayudaría a reducir el problema de eliminación y conservación. El tempeh elaborado con okara, reduce el nivel de colesterol y contiene sustancias que contrarrestan los radicales libres dietéticos.

Desde el punto de vista de la tecnología de alimentos la fermentación puede definirse como un proceso en el que se llevan a cabo cambios fisicoquímicos en un sustrato orgánico por la acción de enzimas elaboradas por microorganismos específicos (Cuacher, 1993); el contenido de agua en la fermentación sólida favorece el desarrollo de hongos estos microorganismo crecen en el medio sólido y pueden producir proteína a partir del consumo del sustrato. Los hongos del género *Aspejillus* y *Rhizopus* se han usado extensamente por su capacidad de síntesis de amilasas y proteasas.

### 1.2.1.3 Micro

La soya pertenece a la familia de las papilionáceas y es una planta de ciclo anual que tiene una altura de 20 centímetros a 2 metros. Las hojas son trifoliadas con hasta 4 folíolos por hoja, finos pelos de color gris y marrón cubren vainas, tallos y hojas de esta planta, y su fruto está compuesto por una vaina que contiene de una a cuatro semillas. De acuerdo al INIAP, las condiciones agroecológicas necesarias para el cultivo de soya en Ecuador son: entre 400 a 600 mm de lluvia durante el ciclo de la planta, 12 horas de luz por día, una temperatura de 22 a 30 °C, y un suelo de franco arenoso o franco arcilloso con un pH que oscile entre 5,5 a 7,0 (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2009).

En Ecuador la explotación de soya se inició en 1973 con el cultivo de 1227 hectáreas, en la actualidad se estima que se producen alrededor de 65.000 hectáreas, con un rendimiento promedio de 1830 kg/ha. Este valor que se considera bajo si se tiene en cuenta el alto potencial de rendimiento (más de 4300 kg/ha) que poseen las variedades desarrolladas por INIAP (Rodríguez, 2012).

El cultivo de soya se halla distribuido en un 99% en la Costa Ecuatoriana, siendo la provincia de Los Ríos la que cosecha o cultiva el 96% de la superficie nacional, como se observa en las Tabla 2 y 3.

La provincia de los Ríos presenta la mayor área de producción de soya con el 96% de la superficie nacional; distribuida en la cuenca alta del río Guayas comprendiendo los cantones de Quevedo, Buena Fe, Mocache y Valencia; la zona central que incluye a los cantones Ventanas, Urdaneta, Pueblo Viejo y Vinces; y la cuenca Baja que abarca los cantones Babahoyo y Montalvo (Guaman, 1996).

**Tabla 2.** Superficie en hectáreas de soya sembrada por UPAs 2001

ECUADOR: Número de UPAs y Superficie sembrada por Cultivo d Soya (solo)			
Regiones	UPAs	Superficie Sembrada	% Part.
Total Nacional	4226	54,35	100 %
Región Costa	4186	53,723	99 %
Guayas	156	1,394	3 %
Los Ríos	4012	52,289	96 %
El Oro y Manabí	18	40	0 %
Otras Regiones	40	627	1 %

**Fuente:** III Censo Nacional Agropecuario - SICA-BIRF/MAG, 2001.

**Tabla 3.** Superficie, producción y rendimiento de soya en Los Ríos.

Año	Provincia	Sup. Sembrada	Sup. Cultivada	Producción	Rendimiento
2000	Los Rios	53670	52969	87228	1,65
2001	Los Rios	43788	43216	72093	1,67
2002	Los Rios	58385	57622	90380	1,57
2003	Los Rios	56704	55963	87412	1.56
2004	Los Rios	54983	54265	87862	1.62
2005	Los Rios	33227	32793	40494	1,23
2006	Los Rios	28219	27851	42485	1,53
2007	Los Rios	18975	18727	21812	1,16
2008	Los Rios	31175	30768	53459	1,74
2009	Los Rios	39221	38709	61404	1,59
2010	Los Rios	41000	41000	68160	1,66

**UNIDADES**

SuperficieCosechada/Superficie Sembrada (Hectáreas)

Producción (Tonelada Métricas)

Rendimiento (Tonelada Métricas/ Hectáreas)

El Total Nacional, no necesariamente sera igual a la sumatoria de los datos provisionales, ya que en la mayoría de los casos se presentan cifras parciales, o estan ocultas debido a razones de confiabilidad y confidencialidad estadística.

**Fuente:** Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca – SINAGAP, (2010).

Parte de la producción de soya es usada para la elaboración de productos que incluyen la leche y el queso de soya. Ecuador es proveedor de materias primas y desde los países desarrollados se importan productos elaborados. Este hecho genera la necesidad de que se implementen empresas que elaboren productos industrializados con el objetivo de obtener ingresos por el valor agregado, a fin de aprovechar las materias primas que se producen dentro del territorio nacional.

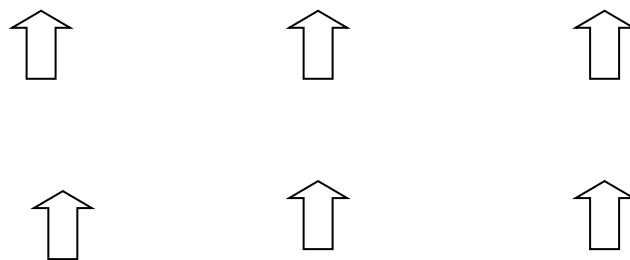
A nivel local existen empresas que están elaborando bebidas saborizadas de soya para supermercados, en Pichincha se encuentra PROSOYEC, está ubicada en cantón Quito, parroquia Conocoto, se encuentra interesada en dar un valor agregado al subproducto denominado okara. Actualmente la empresa utiliza 500 kg de grano seco de soya por batch de trabajo (cada 15 días aproximadamente) y genera un total de 910 kg de okara con una humedad alrededor del 80%.

## 1.2.2 Análisis crítico

En esta investigación se pretende aprovechar el okara de soya mediante un proceso de fermentación sólida, probando el efecto de la temperatura de incubación y el tipo de envoltura sobre la calidad organoléptica de tempeh, producto que se considera una fuente de nutrientes de bajo costo.

Además el okara de soya, es un subproducto que en su estado fresco se descompone rápidamente, por esta razón, con ayuda de la biotecnología que es un conjunto de técnicas, procesos y métodos; se considera utilizar la técnica de la fermentación sólida sobre el sustrato denominado okara para obtener un producto estable y versátil denominado tempeh; el mismo que es originario de Indonesia el cual consiste en la fermentación de los granos de soya por hongos del género *Rhizopus*, específicamente se emplean *R. oryzae* y *R. oligosporus*. La actividad enzimática de este moho que interviene en la fermentación reblandece las semillas y el crecimiento del micelio las aglomera, dando lugar a una torta sólida. Esta fermentación cambia la textura y el sabor de la semilla de soya, al mismo tiempo provoca cambios complejos en el valor nutritivo del producto debido a que cambia el contenido proteico, de lípidos, carbohidratos y liberación de vitaminas contribuyendo a mejorar el valor nutritivo del producto (Rombouts, 1990).

### 1.2.2.1 Árbol de Problemas



**Figura 2.** Árbol de problemas donde se presenta el desglose de causas y efectos respecto al problema identificado. Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017



El consumidor busca nuevas fuentes nutritivas para una alimentación diaria, teniendo una creciente tendencia al consumo de productos saludables. En la actualidad son pocas las tecnologías para la producción barata de alimentos nutritivos. La producción de soya se ha centrado en la elaboración de piensos para aves, compostaje y aceite; y su uso es minoritario en la producción de leche de soya, snack, extruidos, queso de soya. De ahí el interés de estudiar y aprovechar industrialmente la tecnología de la fermentación sólida, con enfoque de mercado, que permita utilizar el okara, proporcionando un valor agregado a este residuo con el uso del *Rhizopus oligosporus* para elaborar un producto organolépticamente aceptable.

La selección de un residuo agroindustrial como sustrato de la fermentación sólida se considera aquel que provea a los microorganismos los nutrientes para el metabolismo celular y fermentativo; esta selección depende también de factores como: costos, disponibilidad en cantidades adecuadas y posibilidad de almacenamiento sin causar deterioro morfológico y microbiológico. (Ferrer, Machado y Brieva, 2014).

### **1.2.3 Prognosis**

Los procesos agroindustriales de elaboración de leche o queso de soya generan un impacto ambiental, ya que se produce desechos que no son aprovechados industrialmente. Este residuo se conoce como okara, se descompone rápidamente en contacto con el oxígeno del aire. Potencializar su uso a través de la aplicación de tecnología de fermentación sólida, se puede obtener un producto con valor agregado.

Al no aprovechar el okara con productos innovadores como el tempeh, se pierde la oportunidad de consumir fuentes alternativas de nutrientes, así la recuperación de compuestos nutricionales de los residuos de la industria de la soya.

La industria de la soya genera grandes volúmenes de material orgánico que pueden ser una fuente de ideas de negocios emprendedores, que contribuirían con el desarrollo de la economía del país, alineándose con principios filosóficos de producción limpia de más alimento y menos desperdicio.

El uso de las materias primas locales, la oferta de nuevos alimentos nutritivos y su comercialización promueve el buen vivir y contribuye al cambio de matriz productiva.

#### **1.2.4 Formulación del problema**

¿Se puede aprovechar el residuo de okara de soya en la elaboración de tempeh?

#### **1.2.5 Interrogantes**

¿La temperatura de fermentación y el tipo de envase influyen en los atributos sensoriales del tempeh de okara a desarrollarse?

¿Los catadores percibirán diferencias organolépticas entre los diferentes tratamientos?

¿Qué beneficio obtendrá una empresa procesadora de soya con esta propuesta tecnológica?

#### **1.2.6 Delimitación del objeto de investigación**

**Campo:** Agroindustrial

**Área:** Alimentos

**Aspecto Específico** Fomentar el desarrollo de iniciativas para la producción de alimentos alternativos de consumo humano.

**Delimitación temporal:** Mayo- Agosto 2017

**Delimitación espacial:** Pichincha

### **1.3 Justificación**

Gamboa (2007), menciona que el balance de materia de la elaboración de leche de soya, a partir de un batch de 2,55 kg de grano seco, durante el proceso licuado se producen 20,05 kg de licuado de soya y después del proceso de filtrado se obtiene 5,53 kg de okara ( $\geq 80\%$  de humedad) con 14,53 kg de leche de soya. Esto representa cerca del 27,5% de okara en peso de licuado de soya o 216% en relación con el grano seco. Una sola empresa que produce aproximadamente 250 kg de leche de soya diarios, obtendría aproximadamente

95,14 kg de okara/día, que representaría 1.90 TM al mes, provocando una pérdida de beneficios y recuperación de valor por la venta del nuevo producto tempeh.

O'Toole (1999), menciona que las grandes cantidades de okara producidas anualmente plantean un importante problema de eliminación, al tener el okara fibra cruda, la misma que se encuentra compuesta de celulosa, hemicelulosa y lignina, un porcentaje aproximado de 25% de proteína, 10-15% de aceite, pero poco almidón o carbohidratos simples, es considerado un aditivo dietético adecuado en galletas, panificación y bocadillos porque reduce la ingesta de calorías y aumenta la fibra dietética, justificando su aprovechamiento.

La necesidad de una alimentación alternativa en el país, el cambio de la matriz productiva, la investigación e innovación alimentaria y la tendencia de la valorización de los flujos de los procesos agroindustriales, promueve el uso de derivados o subproductos altamente proteicos como el okara. La fermentación sólida con *Rhizopus oligosporus*, podría ser una alternativa para la utilización de este residuo.

El tempeh presenta ventajas para el consumidor como ser un producto de fácil preparación, altamente nutritivo y organolépticamente aceptable, incorporándose a otros productos, como la leche, yogur y queso de soya en el mercado local.

El tempeh del okara de soya tienen un contenido de aminoácidos esenciales como: isoleucina, leucina, lisina, metionina y cisteína, fenilalanina, tirosina, treonina, triptófano, valina e histidina. Aunque su contenido de metionina y triptófano sea bajo, se podría complementar al combinarse con cereales generando una proteína tan completa como la de origen animal (FAO/WHO, 1991); que representan beneficios importantes para la salud y que además tiene la capacidad de reducir los niveles de colesterol en la sangre.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 General**

Aprovechar el okara de soya en el desarrollo tecnológico de tempeh

### **1.4.2 Específicos**

- Elaborar tempeh a partir de okara ensayando dos temperaturas de incubación y tres tipos de envase

- Evaluar organolépticamente el tempeh obtenido.
- Establecer la composición nutricional del mejor tratamiento.
- Calcular por presupuestos parciales, el beneficio potencial entre el uso actual propuesto del residuo en base a balance de materia

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes investigativos

El Instituto Nacional de Estadística y Censos (2009), menciona que la soya (*Glycine max*), se cultiva mediante semillas que contienen aceite y proteínas. Los granos de soya son considerados muy versátiles, ya que pueden ser consumidos como semilla de soya, brotes de soya y productos derivados como leche de soya, queso de soya, salsa de soya y harina. Además, la soya puede ser insumo de productos no comestibles tales como cera para velas y biodiesel.

Asimismo, la proteína de soya purificada es asimilada completamente por el organismo, sin embargo, en la naturaleza no se presenta de esta forma. En la mayoría de los casos se encuentra mezclada con otros componentes biológicamente activos que están presentes en la semilla como inhibidores de tripsina, fenoles, fitatos, otros (Liu, 1999). El tratamiento térmico mejora la digestibilidad, inactiva los inhibidores y desnaturaliza las proteínas dietéticas.

El okara, según Shurtleff y Akiko (1979), es una pulpa blanca amarillenta, formada por las paredes celulares de la semilla de soya (*Glycine max*). El contenido de grasa en el okara es bajo, rico en fibra, y proteína, calcio, hierro y riboflavina, contiene un porcentaje de humedad  $\geq 80\%$ , del 20 a 24% de sólidos y 3,5 a 4,0% de proteína. El okara deshidratada contiene un 24% de proteína, 8 a 15% de grasa y 12 a 14,5% de fibra cruda.

El tempeh, es un alimento que resulta de la fermentación controlada del okara con un hongo de *Rhizopus* (tempeh starter), formando un pastel blanco compacto, es un alimento

rico en proteínas, favorito de Indonesia, por cientos de años, pero actualmente el consumo del mismo se está expandiendo rápidamente en todas partes del mundo, puesto que las personas buscan las maneras de incrementar su consumo de soja e isoflavonas. El consumidor está prefiriendo la versatilidad y el sabor delicioso del tempeh. Especialmente los vegetarianos encuentran que la soja y sus derivados tienen una estructura nutritiva que aporta proteínas distintas a los animales en sus dietas.

Según INIAP (1988), por procesos biológicos provocados por el microorganismo *Rhizopus oligosporus* sobre materiales sólidos, se elabora el producto denominado tempeh. Según Fabara-Proaño (2011) y Herranz (2008), el tempeh posee algunas propiedades nutritivas importantes como:

- El 19,5% de su composición son proteínas de alta calidad.
- Sólo tiene un 9% de grasa no saturada y carece de colesterol.
- Mantiene intacta toda la fibra de la soja y aporta, por tanto, beneficios al tracto digestivo.
- Es bajo en calorías.
- Es muy digestivo debido a las enzimas que se producen durante la fermentación y a la ausencia de gluten.
- Tiene un elevado contenido en vitaminas B y B12.
- Mejora la asimilación de los oligoelementos.
- Estimula el crecimiento.
- Debido a un antioxidante natural, el componente graso de la soja no sólo no se estropea sino que conserva intacta la vitamina E.
- Contiene un 7% de hidratos de carbono.

## **2.2 Fundamentación filosófica**

El trabajo se fundamenta en el enfoque crítico propositivo ya que parte de la investigación experimental y del análisis de información bibliográfica como herramientas metodológicas básicas; las mismas que permitirán obtener resultados cuya interpretación a su vez servirá para validar una hipótesis encaminada a la proposición de una alternativa de solución eficaz a un problema real del entorno.

### **2.3 Fundamentación legal**

El INEN, en su misión establece que es un : “Organismo técnico nacional, eje principal del Sistema Ecuatoriano de la Calidad en el país, competente en Normalización, Reglamentación Técnica y Metrología, que contribuye a garantizar el cumplimiento de los derechos ciudadanos relacionados con la seguridad; la protección de la vida y la salud humana, animal y vegetal; la preservación del medio ambiente; la protección del consumidor y la promoción de la cultura de la calidad y el mejoramiento de la productividad y competitividad en la sociedad ecuatoriana”.

<http://www.normalizacion.gob.ec/la-institucion/>

Este organismo posee las siguientes normas relacionadas que garantizan la calidad de materias primas similares a la soya y sus derivados:

INEN 0519-1998-12. Determinación de proteína total en harinas

INEN 0522:81. Harinas de origen vegetal. Determinación de fibra cruda

INEN 0541:81. Harinas de origen vegetal. Determinación de Grasa

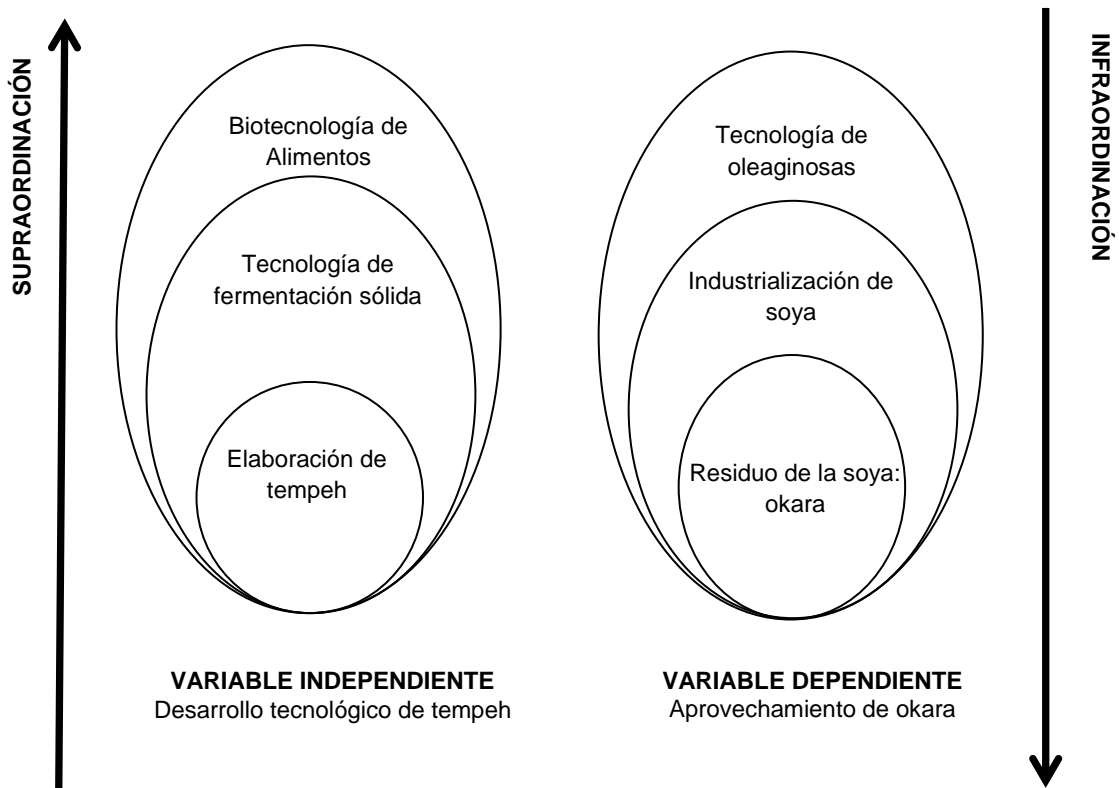
INEN 0520:2013. Harinas de origen vegetal. Determinación de Ceniza

INEN 0543:81. Harinas de origen vegetal. Determinación de Proteína cruda.

INEN 1529-10:2013. Control Microbiológico en alimentos microorganismos aerobios mesófilos.

INEN 616 Harina de trigo. Requisitos.

## 2.4 Categorías fundamentales



**Figura 3.** Organizador lógico de variables.

Por Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017.

### 2.4.1 Variable Independiente

El tempeh es una torta fermentada de grano de soya, originaria de Indonesia y parte de la cocina tradicional de ese país. American Soybean Association (2009) menciona que el tempeh es singular en el sentido de que el proceso de fermentación hace que los granos de soya se entretejan uniéndose sólidamente y formen una masa de textura correosa y densa.

La fermentación es un proceso biotecnológico aplicado desde la antigüedad para la transformación de materias primas con el fin de elaborar y conservar alimentos. Cuando se habla de fermentación, se debe entender como la acción de microorganismos (bacterias, hongos o levaduras) sobre diversos sustratos biológicos, es decir aprovechar la actividad metabólica de aquellos a fin de obtener una transformación favorable de las materias primas para la obtención de alimentos procesados. En este sentido, desde siempre las distintas poblaciones utilizaron microorganismos ubicuos, es decir presentes de forma



generalizada en la región de procedencia, y se ocuparon en mejorar y controlar procesos naturales a fin de desarrollar métodos de producción de alimentos. (Ferrer, *et.al.* 2014)

La biotecnología es un conjunto de técnicas y procesos que emplean organismos vivos o sustancias que provengan de ellos para producir o modificar un alimento, mejorar las plantas o animales de los que provienen los alimentos o desarrollar microorganismos que intervengan en los procesos de elaboración de los mismos. Estas modificaciones en los alimentos se hacen con el objetivo de mejorar la calidad nutricional, aspectos sensoriales (olor, color, textura, etc.). Así como son estudiados y modificados los alimentos, también son seleccionados y mejorados los microorganismos previamente para ser utilizados en los procesos biotecnológicos. (Sociedad Española de Biotecnología. 2003).

#### **2.4.2 Variable Dependiente**

El okara es el residuo insoluble que se obtiene durante el proceso de elaboración de la leche y del queso de soya, y constituye el principal subproducto generado por esta industria alimentaria. Tiene color crema, sabor neutro y suave, que recuerda a la almendra y una textura agradable. Tradicionalmente se ha utilizado como pienso o abono, aunque también se podría utilizar en alimentación humana. (Rupérez, 2011).

Su composición puede variar dependiendo del tipo de semilla de soya y del método de obtención utilizado. En la revista Toofu Ya, S.L. se utilizan las semillas de soya amarilla de cultivo biológico y se sigue el método japonés para la elaboración de la bebida de soya y el queso.

La soya es el principal cultivo oleaginoso cultivado a nivel mundial, seguido de la colza y el girasol. Además, es uno de los productos considerados nutricionalmente estratégicos por su alto contenido de proteína (38 a 42%) y aceite (18 a 22%). En el Ecuador, la explotación de soya se inició en 1973 con 65000 has de cultivo. Según el último censo agropecuario, la superficie productora de soya se encuentra aproximadamente por las 60000 has, con un rendimiento de 1600 kg/ha (EE. UU. Brasil y Argentina llegan a rendimientos promedios de las 2200, 2300 y 2100 kg/ha respectivamente) lo cual se considera bajo si se tiene en cuenta el alto potencial de rendimiento que poseen las variedades del INIAP (4300kg/ha).

La soya cosechada tiene como destino principal la industria de alimentos balanceados; el sector avícola es el destino principal de los subproductos de la soya. Según datos del Sistema de Información del III Censo Agropecuario (SICA) la torta de soya representa del 15 al 20% de la composición de los alimentos balanceados. Las tasas de conversión del grano 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 secundario.

## 2.5 Hipótesis

**H<sub>0</sub>** = El desarrollo tecnológico de tempeh no permite aprovechar el okara obtenida como residuo en el proceso de elaboración de leche de soya.

**H<sub>1</sub>** = El desarrollo tecnológico de tempeh permite aprovechar el okara obtenida como residuo en el proceso de elaboración de leche de soya.

## 2.6 Señalamiento de variables de la hipótesis

*Variable independiente:*

Desarrollo tecnológico de tempeh.

*Variable dependiente:*

Aprovechamiento de la okara.

*Respuesta Experimental:*

- Rendimientos de okara en el proceso de elaboración de leche de soya.
- Caracterización organoléptica del tempeh elaborado por un panel de catadores no entrenado.
- Evaluación nutricional del mejor tratamiento.
- Grado de beneficio del proceso de elaboración del Tempeh de okara para una empresa procesadora de soya.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Modalidad básica de la investigación**

El trabajo de investigación tiene un sustento bibliográfico documental y de campo. Es de tipo bibliográfico porque considera información publicada en diversas fuentes sobre estudios previos respecto a la utilización de la soya, para potencializar el uso de proteínas alternativas que pueden ser usadas en la alimentación diaria de la población,

Es una investigación de campo, debido a que la fase experimental aplicada donde se consideraron las variables de estudio se realizó en el laboratorio de Procesamiento de Alimentos y Post cosecha de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE. La materia prima para la elaboración del tempeh, así como la información necesaria para realizar el análisis de beneficio – costo se obtendrá por visitas a la industria procesadora de soya PROSOYEC.

#### **3.2 Nivel o tipo de investigación**

Este estudio empleará los siguientes tipos de investigación: exploratoria, descriptiva, deductiva, de correlación de variables e inductiva.

- Investigación exploratoria fundamenta las investigaciones correlacionales, además porque emplea como herramienta la búsqueda de información científica, permitiendo hacer un acercamiento a aquellos fenómenos relativamente desconocidos.
- Investigación descriptiva persigue especificar las propiedades, características y los perfiles importantes de un fenómeno, porque expone situaciones y resultados

previos a fin de desarrollar criterios y contenidos con un nivel de correlación poco elaborado.

- Investigación deductiva, porque parte de un análisis del problema a nivel macro, para llegar a establecer una alternativa de solución que contribuirá a reducir una parte del problema global de la alimentación.
- Investigación de correlación, porque busca encontrar el efecto de ciertas variables sobre una en particular, considerada de relativa importancia para el fin que desea lograr.
- Investigación inductiva porque la correlación de variables permite obtener resultados que puedan considerarse como principios generales y así dar validez a la hipótesis y mediante ella, a la propuesta de este trabajo.

### 3.3 Población y muestra

En el trabajo de investigación de la tecnología de fermentación sólida con *Rhizopus oligosporu* se evaluarán dos temperaturas de incubación (30 y 35°C) y tres tipos de envolturas (funda plástica, hoja de achira (*Canna indica*) y tarrina PET (Polietil enteref thalato)). Se utilizará un diseño completamente aleatorizado DFCA o diseño de una vía, denominado así en virtud de que las respuestas se hallan clasificadas únicamente por los tratamientos. El modelo de análisis de varianza aplicable a un diseño experimental de este tipo es:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:  $Y_{ij}$  es la respuesta (variable de interés o variable medida) o  $i$ -ésima respuesta experimental obtenida en el  $j$ -ésimo tratamiento;  $\mu$  es la medida general del experimento o promedio global para todos los tratamientos;  $T_i$  es el efecto de tratamiento o efecto del  $j$ -ésimo tratamiento;  $E_{ij}$  es el error aleatorio asociado a la respuesta  $Y_{ij}$  o error aleatorio presente en la  $i$ -ésima observación del  $j$ -ésimo tratamiento.

La combinación de factores se reporta en la Tabla 4. Se realizarán tres réplicas para cada tratamiento (tipos de envoltura). El análisis organoléptico se realizará de los atributos: color, textura, flavor (sabor y olor) y aceptabilidad a través de una boleta de evaluación con escala hedónica de 1 a 9, siendo 9 la mayor nota. (Anexo C).

**Tabla 4.** Tratamientos que realizar en la investigación

---

T1 = Bolsas plásticas polietileno comercial incubado a 30°C

T2 = Bolsas plásticas polietileno comercial incubado a 35°C

T3 = Hojas de achira incubado a 30°C

T4 = Hojas de achira incubado a 35°C

T5 = Tarrina perforada tipo PET incubado a 30°C

T6 = Tarrina perforada tipo PET incubado a 35°C

---

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017.

### 3.4 Operacionalización de variables

**Tabla 5.** Operacionalización de la variable independiente: desarrollo tecnológico de tempeh

Conceptualización	Dimensiones	Indicador	Ítems	Técnicas e instrumentos
El propósito principal de la tecnología de fermentación sólida es mejorar las características nutricionales y organolépticas del sustrato en este caso la okara de soya.	Temperatura de incubación y tipo de envase en la fermentación sólida.	Tempeh elaborado.	La inadecuada aplicación de los protocolos de elaboración de tempeh no permite aprovechar la okara como sustrato alterando su valor nutritivo, el sabor, aroma y la textura de los productos obtenidos.	Norma INEN 519 1980-12
	Calidad sensorial del tempeh.	Características organolépticas: color, textura, flavor (sabor, olor) y aceptabilidad.	Valor nutritivo importante en el tempeh	Fuentes bibliográficas.
	Valor nutricional del tempeh.	Análisis proximal del mejor tratamiento.		Resultados previos.
			El producto obtenido puede ser aceptado por el consumidor.	Experimentación.

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017.

**Tabla 6.** Operacionalización de la variable dependiente: aprovechamiento de la okara.

Conceptualización	Dimensiones	Indicador	Ítems	Técnicas e instrumentos
Se puede proyectar un beneficio económico para la empresa si se comercializa tempeh como alternativa de uso de la okara producida por la misma.	Beneficio /Costo de la alternativa tecnológica	Costos de producción	El producto obtenido puede ser aceptado por la empresa procesadora de soya como alternativa de aprovechamiento del residuo okara.	Fuentes bibliográficas.
				Resultados previos.
				Experimentación.

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017.

### **3.5 Recolección de información**

Para plantear el ensayo se revisó bibliografía sobre los siguientes temas: uso de la soya a nivel industrial, aprovechamiento del okara en la empresa auspiciante, costos de producción, aceptabilidad del tempeh por el consumidor, tendencia de la alimentación diaria, etc.

#### **3.5.1. Abasto y disponibilidad del okara**

El residuo okara se recolectó de la empresa procesadora de leche de soya PROSOYEC, ubicada en cantón Quito, provincia de Pichincha, está a una altitud de 2537 msnm; aproximadamente en la coordenadas 0°17'35.92"S 78°28'43.99"O. En la que se procesan batch 500 kg de soya seca aproximadamente cada 15 días, lo que genera 13 sacos de okara húmeda con un peso alrededor de 70 kg cada uno, es decir 910 kg de okara quincenal o 1820 kg/mes, esta materia prima debe ser acondicionada antes de pasar a la elaboración del tempeh por su alto contenido de agua residual y de esta forma favorecer el desarrollo del microorganismo inoculado durante la fermentación sólida.

Como información inicial se realizó un análisis proximal de la materia prima okara en el laboratorio particular QUIMILAB, con el propósito de determinar el contenido de humedad, grasa, proteína y cenizas, las muestras fueron enviadas a un laboratorio externo. (Tabla 11).

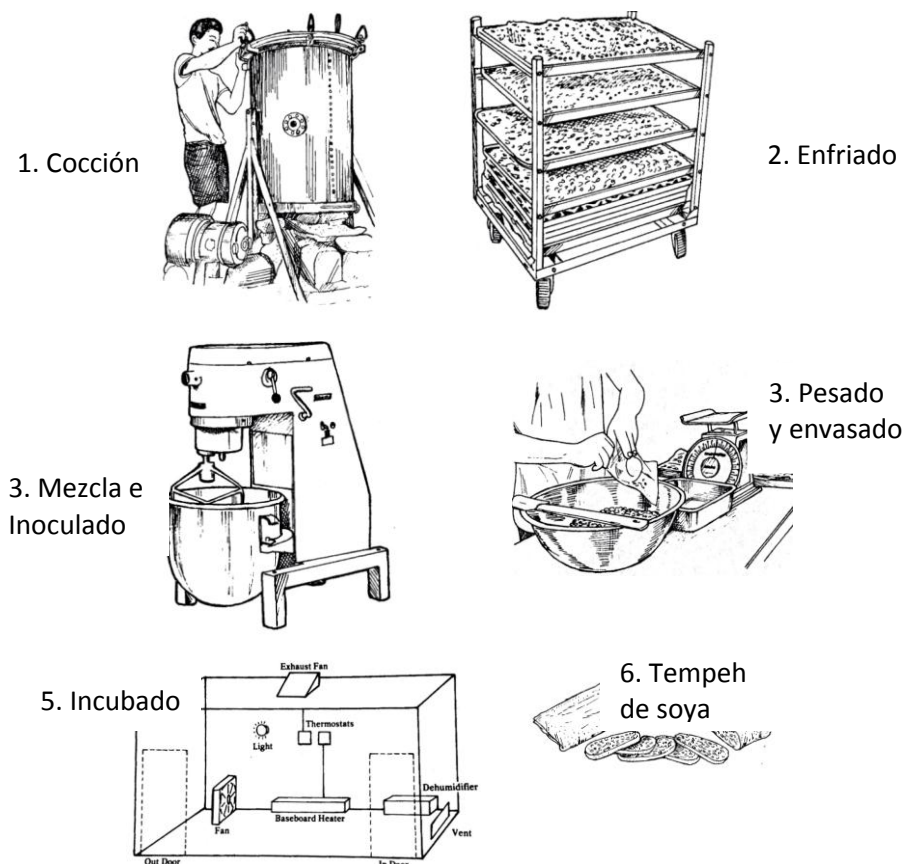
#### **3.5.2. Preparación del tempeh a partir del okara**

##### **3.5.2.1 Obtención del okara**

El okara es un residuo que se obtiene del procesamiento de la leche de soya. Para obtener leche de soya se deja remojando las semillas durante 12 horas, posteriormente se lavan y se trituran lo más fino posible con agua potable a 85°C, usando una relación de 8:1 (8 kg agua /kg soya). La mezcla obtenida se somete a ebullición por 5 minutos, se filtra a través de una tela lienzo, recogiendo por un lado el filtrado y por el otro lado el residuo sólido conocido como okara que fue la materia prima para la elaboración del tempeh.

### 3.5.2.2 Obtención del tempeh.

Según Shurtleff y Aoyagi (1986), el tempeh es un producto alimenticio procedente de dos fermentaciones, una láctica por bacterias y otra fúngica a cargo de diversas especies de *Rhizopus*, *Mucor* y *Actinomucor elegans*, y en ocasiones participa el *Neurospora sitophila*. El método tradicional para elaborar tempeh ha sido usando semillas enteras de soya, pasando por varios procesos de ebullición hasta ser inoculados con *Rhizopus oligosporus*. Las semillas previamente inoculadas se incuban en bolsas plásticas selladas por un lapso de 2 días. El proceso resumido se detalla a continuación:

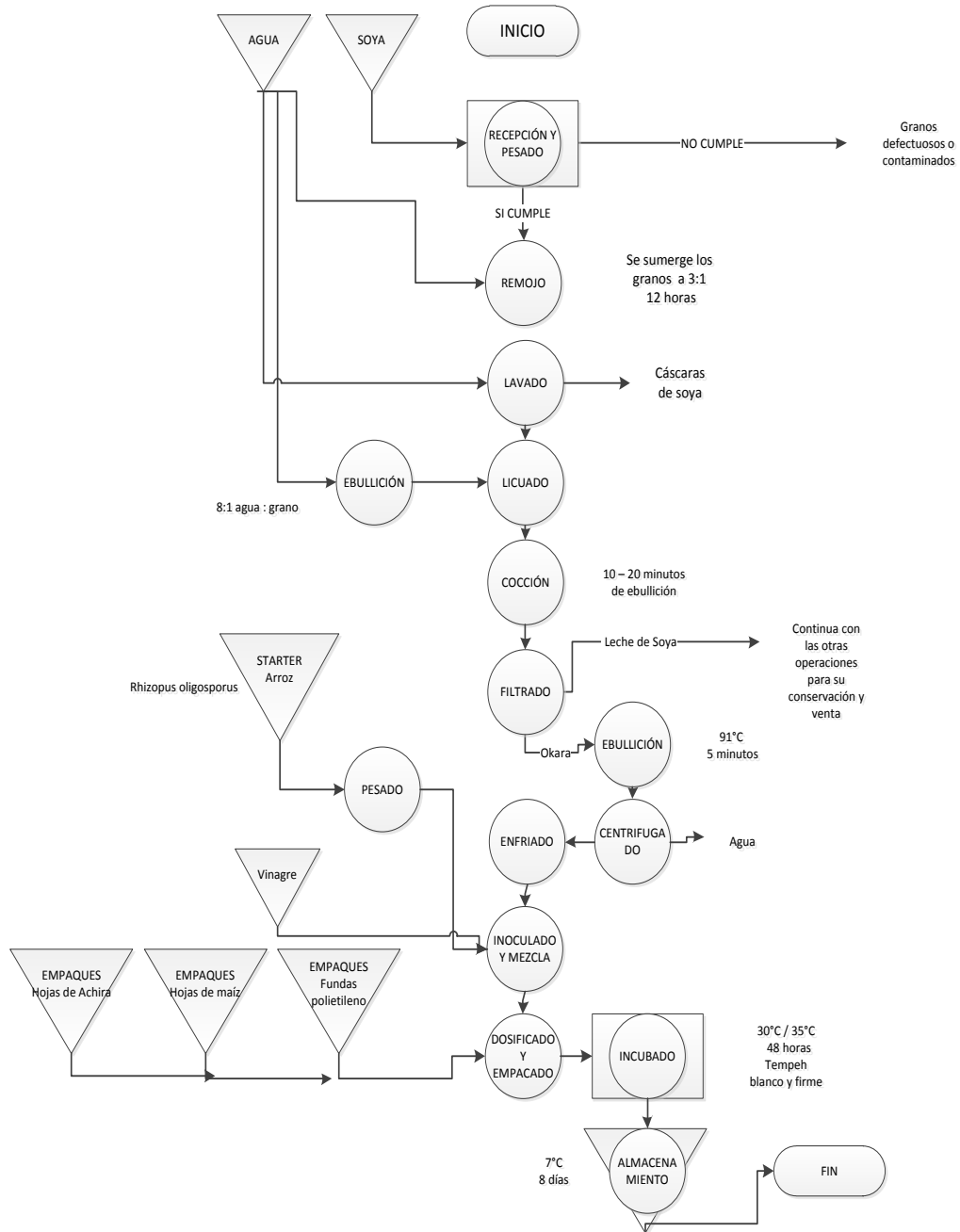


**Figura 4.** Diagrama simplificado para elaboración de tempeh de soya método tradicional, tomado del libro *Tempeh Production a Craft and Technical Manual*, (1986).

La finalidad del estudio es diseñar el tempeh a partir de okara, proveniente de la empresa PROSOYEC, la misma que una vez obtenida debe ser acondicionada antes de pasar a la elaboración del tempeh; a continuación, la muestra es sometida a ebullición (91°C) por 5 minutos y como paso previo antes de su uso es prensada para eliminar el exceso de agua. En la Figura 5 se observa la aplicación tecnológica sugerida a nivel industrial desde el uso del grano seco y el aprovechamiento del okara como subproducto de la elaboración de leche de soja.



## LÍNEA DE ELABORACIÓN INDUSTRIAL DE TEMPEH DE OKARA SUGERIDO PARA LA INDUSTRIA PROSOYEC



**Figura 5.** Diagrama de flujo para la elaboración de Tempeh de soya.

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017.

El protocolo propuesto para elaboración de tempeh se desarrolló en el Laboratorio de Procesamiento de Alimentos y Pos cosecha de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, el mismo que se describe a continuación:

- a. Recepción del okara. Se recibe una materia prima fresca proveniente de la empresa PROSOYEC, se pesa porciones de 3100 g por lote, lo que permitía elaborar entre 4 a 5 tratamientos de acuerdo con el cronograma de trabajo.
- b. Acondicionamiento del okara. Para garantizar la inocuidad de la materia prima primero se somete a ebullición a 91°C por 5 minutos con agua en una relación 1:1 (agua: okara).
- c. Prensado y acidulado. Se presó manualmente a través de una tela lienzo estéril la materia prima, eliminando el exceso de agua residual. Para acidular el okara se dosifica el 2.25% p/p de ácido acético comercial. Se tomó una muestra para realizar un análisis proximal, con el objetivo de caracterizar el sustrato.
- d. Inoculación. Utilizando una cámara de flujo laminar se procedió a inocular el *Rhizopus oligosporus* con dosificación de 0.0124% p/p., en un recipiente estéril de 5 kg de capacidad se realiza la homogenización manual del okara con el iniciador considerando la cantidad a trabajar por lote de 3100 g. La dosificación fue determinada mediante pruebas previas de viabilidad del starter comercial sobre okara y arroz. La cantidad disponible de starter para la investigación estaba limitada a 20 gramos, el microorganismo responsable de la formación del tempeh es la cepa del *Rhizopus oligosporus* comprada a la empresa TopColtures de Bélgica a través de la página web <https://www.tempeh.info/starter/tempeh-starter.php>
- e. Pesado y Envasado. Dependiendo del diseño experimental se pesa una porción de 80 gramos por unidad experimental, generándose 5 unidades para cada tratamiento (18). Los envases son de tres tipos: funda plástica (FP), hojas de achira (HA) y tarrinas PET (TPET). Previamente los envases FP y TPET fueron perforados para permitir el intercambio gaseoso, ya que la fermentación y el desarrollo del *Rhizopus* es aeróbico por lo que se debe evitar la formación de condensado que destruiría la formación de las hifas del hongo. En la Tabla 7 se presenta la planificación de la fase experimental.

**Tabla 7.** Planificación de la fase experimental del proceso de elaboración de tempeh de okara de soya

Fechas de trabajo			Viernes 21-jul	Lunes 24-jul	Viernes 28-jul	Lunes 31-jul
Manejo del experimento			Temperaturas de Incubación en °C			
Arreglo aleatorio			35	35	30	30
Tratamientos	Código	Orden				
T3R3	101	1			HA	
T2R1	102	2	FP			
T1R2	105	3			FP	
T5R2	108	4			TPET	
T4R3	109	5	HA			
T4R2	118	6	HA			
T1R1	122	7			FP	
T2R3	153	8	FP			
T5R1	160	9			TPET	
T3R1	172	10				HA
T2R2	191	11	FP			
T6R3	212	12		TPET		
T4R1	219	13		HA		
T1R3	234	14				FP
T5R3	244	15				TPET
T3R2	263	16				HA
T6R2	265	17		TPET		
T6R1	272	18		TPET		

\*FP: Funda Plástica, HA: Hoja de achira, TPET: Tarrina PET. Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017.

Para ilustrar la mecánica de trabajo se tomó como ejemplo la producción del viernes 21 de julio 2017, los tratamientos que se elaboraron son los T2R1, T2R3, T2R2 los cuales corresponden a envase funda plástica (FP) y los T4R3, T4R2 empaque (HA) hoja de achira a una temperatura de 35°C por 48 horas.

- f. Incubación. Para observar el crecimiento del *Rhizopus oligosporus*, las muestras se colocaron en una incubadora vertical marca Thelco incubator, la cual dependiendo del tratamiento se calibró a 30°C o 35°C. El crecimiento de las hifas se evidenció a las 24 horas y a las 48 horas el hongo cubrió completamente la superficie de la muestra de okara. En este punto se debe retirar los envases, si no se hace en este

punto del proceso se inicia la esporulación apareciendo en el cuerpo del producto puntos negros.

- g. Almacenamiento. Una vez se ha desarrollado el microorganismo responsable de la fermentación sólida, se almacena el tempeh a temperatura de refrigeración entre 7 a 8°C. Cumplido este tiempo se realizó la evaluación organoléptica programada de acuerdo con la Tabla 8.

### **3.5.3 Análisis organoléptico y nutricional del tempeh**

#### **3.5.3.1 Análisis organoléptico.**

Hernández (2005), menciona que la evaluación sensorial surge como disciplina para medir la calidad de los alimentos, además para conocer la opinión y mejorar la aceptación de los productos por parte del consumidor. La evaluación sensorial es una herramienta útil para realizar investigaciones en la elaboración e innovación de nuevos productos, en el aseguramiento de la calidad y para su promoción y venta (marketing), es importante tener en cuenta la opinión del consumidor desde el momento de la etapa del diseño del producto, para así determinar las especificaciones de acuerdo a las expectativas y necesidades del mercado y del consumidor.

El tempeh preparado (frito) debe tener características sensoriales, nutricionales y de calidad deseadas por el consumidor como: un producto suave, color característico sin manchas y con un flavor agradable. En esta investigación no solo se pretendió obtener un producto alimenticio alternativo sino establecer los factores tecnológicos (temperatura de inoculación, tipo de envoltura) para obtener un producto con buena calidad nutricional, organoléptica y sanitaria.

La metodología para la evaluación organoléptica que satisface el objetivo de determinar la aceptabilidad de consumo del tempeh es de tipo afectiva, ya que permite contestar la pregunta: qué tratamientos de entre 6 distintos gustan más y cuáles son los preferidos? El tipo de prueba es hedónica y ha considerado el reclutamiento de 30 panelistas no entrenados, que debieron calificar en el tempeh de okara atributos de color, textura, flavor y aceptabilidad. Los atributos fueron calificados en una escala hedónica de 1 a 9; siendo 1,

me disgusta muchísimo a 9, me gusta muchísimo, utilizando una boleta de valoración que se puede observar en el Anexo C.

Las pruebas se realizaron teniendo en cuenta las siguientes consideraciones previas:

1. Se definió la cantidad de tratamientos a evaluar por parte de los panelistas, con un arreglo  $6 \times 2 \times 3 = 18$  total, que resultan de valorar 6 combinaciones resultantes de los factores: temperatura (30 y 35°C), envases (3 tipos) y con 3 repeticiones. Es decir cada panelista evaluó por triplicado en diferentes fechas de acuerdo a una planificación de la fase de evaluación organoléptica.
2. Se codificó las muestras aleatorizando el orden de presentación a los panelistas (Tabla 7). Para cada sesión se entregó 4 a 5 muestras para evitar el cansancio de los evaluadores. La cantidad entregada por muestra o tratamiento fue de 10 gramos aproximadamente, previamente, estas se sumergen en una solución de cloruro de sodio al 7% por 3 minutos, posteriormente se fríe en una plancha eléctrica con poco aceite vegetal por 12 minutos, se mantiene caliente hasta colocarlos en las bandejas de degustación.
3. El grupo de panelistas seleccionados fue de 35 estudiantes, 5 panelistas adicionales a los requeridos con el fin de obtener los resultados deseados. Los panelistas son estudiantes de octavo nivel de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad de las Fuerzas Armadas, los cuales tienen conocimientos previos sobre evaluación organoléptica lo que se facilita la ejecución de la evaluación sensorial.
4. Durante la ejecución de la prueba para cada uno de los panelistas se dispuso en la mesa un platillo con 4 o 5 muestras codificadas, boleta de evaluación y un vaso con agua. En el caso de que el mismo día se realicen dos sesiones también se entregó una manzana para que sirva como agente limpiador del aparato bucal del panelista.
5. Una vez terminado la fase de evaluación organoléptica que duró 3 semanas se llenaron 18 boletas por panelista. Los resultados obtenidos se tabularon en Excel, para ser evaluados y analizados estadísticamente bajo cada uno de los criterios sensoriales que permitan establecer la aceptabilidad del producto. (Tabla 8).

**Tabla 8.** Planificación de la fase de evaluación organoléptica del tempheh de acuerdo a tratamientos aleatorizados.

<b>Fechas de evaluación</b>	<b>Miércoles 26-jul</b>	<b>Jueves 27-jul</b>	<b>Miércoles 02-ago</b>	<b>Jueves 03-ago</b>	<b>Miércoles 09-ago</b>	<b>Jueves 10-ago</b>	<b>Miércoles 16-ago</b>	<b>Jueves 17-ago</b>
<b># Catadores</b>	<b>13</b>	<b>19</b>	<b>13</b>	<b>19</b>	<b>13</b>	<b>19</b>	<b>13</b>	<b>19</b>
<b>Tratamientos</b>	<b>Orden de cata</b>							
T3R3					HA 101	HA 101		
T2R1	FP 102	FP 102						
T1R2					FP 105	FP 105		
T5R2					TPET 108	TPET 108		
T4R3	HA 109	HA 109						
T4R2	HA 118	HA 118						
T1R1					FP 122	FP 122		
T2R3	FP 153	FP 153						
T5R1					TPET 160	TPET 160		
T3R1							HA 172	HA 172
T2R2	FP 191	FP 191						
T6R3			TPET 212	TPET 212				
T4R1			HA 219	HA 219				
T1R3							FP 234	FP 234
T5R3							TPET 244	TPET 244
T3R2							HA 263	HA 263
T6R2			TPET 265	TPET 265				
T6R1			TPET 272	TPET 272				

\*FP: Funda Plástica, HA: Hoja de achira, TPET: Tarrina PET. Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017

### **3.5.3.2 Análisis nutricional del tempeh**

Según Elliot y Michener (1998), menciona que se debe considerar que los alimentos fermentados, sometidos a la acción de microorganismos y/o enzimas experimentan cambios bioquímicos profundos que los hacen más digeribles, más nutritivos, más agradables y seguros.

Se realizó el análisis proximal específicamente en contenido de proteína, carbohidratos, fibra, grasa y ceniza en el mejor tratamiento obtenido en la valoración organoléptica del producto. (Tabla 24).

### **3.5.4 Rentabilidad de la propuesta**

Se estableció el balance de materia, cálculo de los presupuestos parciales del beneficio potencial para la empresa PROSOYEC.

Actualmente la empresa procesa en las instalaciones leche de soya solamente 2 veces al mes. La leche es enviada para su pasteurización a la empresa ANDINA ubicada en autopista Rumiñahui KM 17 sector Santa Clara. El resto del tiempo las instalaciones permanecen sin uso, lo que hace posible considerar su aprovechamiento y adecuación para la presente propuesta.

#### **3.5.4.1 Balance de materia**

Para la solución de un problema ingenieril se requiere el diseño de una propuesta tecnológica agroindustrial, el balance de materia genera información cuantitativa de importancia en el establecimiento de la capacidad instalada de la línea de tempeh, los requerimientos de infraestructura, materia prima, insumos, energía, talento humano, costos de producción.

Se estimó el balance de materia de la operación de elaboración de tempeh con base a 1820 kg de okara/mes que la empresa PROSOYEC genera de su actividad operativa de la elaboración de leche de soya. Se calculó la capacidad instalada que permita establecer un tamaño mínimo rentable de la propuesta y aprovecha las infraestructura actual.

### **3.5.4.2 Presupuestos parciales**

Miranda (2002), indica que bajo el actual contexto económico para lograr una administración agropecuaria eficiente, se hace necesario el uso de técnicas de evaluación de recursos y de presupuestos parciales para hacer frente al riesgo que rodea la toma de decisiones técnicas, productivas y económicas. En un presupuesto parcial se estiman los costos e ingresos futuros de actividades operativas de la empresa, considerando la conveniencia entre dos alternativas que se desean evaluar.

En la presente investigación se evaluó dos alternativas de aprovechamiento del okara procedente de una agroindustria de la soya, la primera es mantener el actual beneficio económico que consiste en entregar el mismo en sacos de 70 kg para consumo directo de pequeñas granjas porcinas y la segunda alternativa es la que se sugiere en el presente estudio, que se basa en la obtención de un producto mediante la fermentación sólida del okara.

El cálculo de presupuestos parciales será completo, ya que no se trata de un cambio de un proceso existente sino aprovechar la infraestructura y equipamiento para el uso del okara residual. Se necesitan los costos directos y los costos indirectos. Los rubros macros a considerar toman en cuenta los costos directos e indirectos de cada alternativa y se detallan en la Tabla 9.

Es importante destacar que para estimar la rentabilidad de las alternativas de manera marginal, se debe ver el incremento o decremento de los ingresos netos de cada una de ellas como consecuencia de la actividad económica, para esto se analizarán de manera sencilla las partidas básicas de las dos alternativas de acuerdo a la Tabla 10.



**Tabla 9.** Rubros para el análisis de costos parciales de las alternativas tecnológicas del aprovechamiento del okara, considerando un batch de 1820 kg/mes

<b>Alternativa actual okara consumo directo</b>	<b>Alternativa sugerida okara elaboración tempeh</b>
<b>Rubros de Costos directos</b>	
Sacos o lonas plásticas para envasar el okara fresca	Envases para tempeh Etiquetas
Gastos de energía por almacenamiento del okara en cámara fría.	Cultivo Starter importado Vinagre de manzana
Mano de obra (1 operario)	Mano de obra (3 operarios)
<b>Rubros de Costos indirectos</b>	
Tasa municipal de recolección del okara vencida	Infraestructura línea tempeh Balanza romana
Depreciación de instalaciones y maquinaria	Tina de cocción Quemador Industrial Prensa Estanterías de enfriamiento Tanques plásticos de 120 L Materiales y Utensilios Mesas de trabajo Balanza gramera Cámara de flujo laminar /inoculación Mezcladora (Batidora) Cuarto de Incubación. Tolva empacado Cámara de enfriado producto terminado Mercadeo Transporte y Distribución Depreciaciones Capital de Trabajo Imprevistos

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017.

**Tabla 10.** Partidas básicas a analizar de las dos alternativas estudiadas.

<b>Costos</b>	<b>Beneficios</b>
(a) Nuevos costos	(c) Costos economizados (ahorro)
(b) Ingresos a los que se renuncia	(d) Nuevos ingresos

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017.

La diferencia entre (a) + (b) y (c) + (d) indicará si el cambio o alternativa produce utilidades. Si (c) + (d) es superior a (a) + (b), el ingreso es incremental, claro está si la propuesta es técnicamente viable considerando el protocolo de elaboración de tempeh y el aprovechamiento de las instalaciones en el periodo que estas permanecen sin uso.

#### **3.5.4.2.1 Análisis Financiero de la Propuesta de Tempeh**

Para establecer la viabilidad de la propuesta se realizó un análisis financiero de la alternativa tecnológica de aprovechamiento de la okara para la elaboración de tempeh, asumiendo los siguientes aspectos:

- Existe un mercado potencial para el consumo de alimentos nutritivos alternativos.
- Aprovechamiento de los 1820 kg de okara por mes que aproximadamente produce la empresa PROSOYEC.
- Construcción y adecuación de áreas anexas pero independientes para manejar de manera segura los procesos de inoculación e incubación requeridos para la elaboración de tempeh.

Bajo estos supuestos se realizó el balance de materia, costos operativos o de producción, análisis financiero, cálculo de indicadores TIR y VAN y presupuestos parciales

### **3.6 Plan de procesamiento de datos**

El análisis de datos se realizó de manera estadística valorando el efecto que tiene el tipo de envoltura y la temperatura de incubación sobre las características organolépticas del tempeh como color, textura, flavor y aceptabilidad; estos resultados se presentan con el valor medio  $\pm$  desviación estándar, utilizando el programa InfoStat 2017 en lo referente a la información del mejor tratamiento valorado organolépticamente. Para el caso de las diferencias significativas con un valor  $p \leq 0.05$  se efectuó comparaciones múltiples empleando la prueba de Tukey.

La información de costos se establecerá en función de un balance de materia que permita dimensionar la tecnología más adecuada para la propuesta agroindustrial.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Análisis de resultados e interpretación

##### 4.1.1 Elaboración del tempeh.

Para garantizar la calidad del tempeh y determinar el nivel de incremento nutricional sobre el residuo okara se caracterizó nutricionalmente la materia prima mediante un análisis proximal (Tabla 11).

**Tabla 11.** Análisis Proximal del okara cocida de la empresa PROYOSEC.

Humedad	%	79.14
Materia seca	%	20.86
Proteínas (f 6.25*)	%	7.78
Grasa	%	5.88
Fibra	%	6.31
Ceniza	%	0.88
Carbohidratos totales	%	6.32
Carbohidratos disponibles	%	0.01
Energía	Kcal/100 g	84.09

\*Factor para transformar a proteína el nitrógeno orgánico. Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017.

Se observa que la materia prima utilizada posee un valor proteico de 7.78 %, en bibliografía se encuentran reportado valores cercanos a 3.2%. La proteína que proviene de esta leguminosa representa un nutriente fundamental para cualquier proceso biológico, ya que intervienen en el proceso digestivo, protegen el sistema circulatorio y forman parte de tejidos y órganos.

El tempeh obtenido con los diferentes tratamientos se obtuvo el producto esperado, todos los tratamientos completaron el proceso de fermentación sólida a las 48 horas, los mismos tenían una apariencia compacta, después se almacena a temperatura de refrigeración con el objetivo de detener el crecimiento de la hifas de *Rizhopus oligosporus*, responsable de cohesionar el okara perdiendo la característica de partículas sueltas y formar el tempeh. El resultado de la fermentación solida se observa a continuación:



**Figura 6.** Desarrollo del *Rhizopus oligosporus* sobre okara de soya.

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017.

#### **4.1.2 Evaluación organoléptica de los diferentes tratamientos.**

El producto obtenido posee las características de calidad deseadas en cuanto a color y textura. El análisis sensorial es un examen de las propiedades organolépticas del producto con el uso de los sentidos. Los datos de la evaluación sensorial se reportan para los criterios de color (Tabla 12), textura (Tabla 15), flavor (Tabla 18) y aceptabilidad (Tabla 21). Este análisis se realizó por triplicado a 31 catadores no entrenados, los datos de la media de las tres lecturas fueron utilizados para obtener la información que permite la medición de la calidad del tempeh.

#### 4.1.2.1. Análisis estadístico para el atributo color del tempeh

Al ser la vista el sentido que percibe el color como propiedad externa de los alimentos, este permite valorar el grado de aceptabilidad al asociarlo con experiencias previas en esta impresión. El tempeh que inicialmente es blanco, una vez frito adquiere color marrón anaranjado que relaciona el tempeh con carne frita o chicharrón.

Esta relación del tempeh con otros productos cárnicos está influenciada con el proceso de fritura al que fue sometido el producto, por lo que no fue considerado como un indicador, ya que todas muestras presentaron visualmente un color similar independiente de la temperatura de incubación o tipo de envase. (Tabla 12).

**Tabla 12.** Resultados de evaluación sensorial en escala hedónica estructurada para el color de tratamientos T1 a T3 y T4 a T6 de tempeh de okara por triplicado con sus medias.

ALUMNOS CATADORES 8 <sup>vo</sup> NIVEL IASA- ESPE	Cód. ord.	122			105			234 $(\bar{X})$			102			191			153 $(\bar{X})$			172			263			101 $(\bar{X})$		
		T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3	T4R1	T4R2	T4R3	T5R1	T5R2	T5R3	T6R1	T6R2	T6R3									
		REINOSO PAUL	1	7	4	7	6	8	7	8	8	8	8	7	8	8	8	8	7	8	8							
AMAGUA BYRON	2	8	7	9	8	7	3	8	6	8	7	8	8	8	8	7	8	8	8									
LOYA CRISTINA	3	7	6	9	7	8	8	8	8	8	8	7	8	8	8	7	8	8	8									
CUICHAN ELIANA	4	3	3	9	5	7	6	6	6	8	6	9	8	8	8	6	9	8	8									
GUALLICHICOMIN D.	5	6	6	7	6	8	8	7	8	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7									
CORDOVA JHOANA	6	4	4	7	5	8	8	8	8	7	6	3	5	5	5	5	5	5	5									
BRAVO VERENICE	7	7	5	6	6	7	9	7	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7									
VEGA MAGALI	8	8	8	8	8	7	7	6	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8									
CRESPO CARO	9	7	7	7	7	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7									
GAON MAURICIO	10	6	8	8	7	7	6	7	7	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7									
MOYA CARLA	11	8	7	9	8	7	8	8	8	8	2	8	6	6	6	6	6	6	6									
SANI HOMERO	12	6	6	7	6	8	8	8	8	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6									
PINZÓN MARISELA	13	8	8	8	8	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8									
MANTILLA GABRIEL	14	8	7	7	7	8	8	8	8	8	6	8	7	7	7	7	7	7	7									
DIAZ SAMANTA	15	7	6	6	6	7	6	5	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7									
HINOJOSA GABRIEL	16	8	7	7	7	7	2	3	4	7	7	8	7	7	7	7	7	7	7									
QUILOANGO CARLOS	17	1	3	3	2	7	7	4	6	3	4	7	5	5	5	5	5	5	5									
USHIÑA KATALINA	18	7	8	8	8	7	8	8	8	7	7	9	8	8	8	8	8	8	8									
CHAVEZ EDUARDO	19	7	5	5	6	8	9	7	8	8	6	6	7	7	7	7	7	7	7									
GUALLE ANTONIO	20	3	5	5	4	6	6	4	5	4	4	6	5	5	5	5	5	5	5									
MACAS NADYA	21	6	7	7	7	8	8	7	8	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5									
QUISPE FABRICIO	22	4	3	3	3	5	3	7	5	4	8	5	6	6	6	6	6	6	6									
HERRERA JAZMIN	23	7	9	9	8	7	7	8	7	7	7	8	7	7	7	7	7	7	7									
TUFIÑO KATHERINE	24	7	6	6	6	5	4	5	5	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8									
TRIJILLO CARLOS	25	6	4	4	5	4	4	9	6	7	7	4	6	6	6	6	6	6	6									
GOMEZ LUIS	26	6	7	7	7	7	7	5	6	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7									
CEVALLOS GINO	27	9	8	8	8	7	3	6	5	7	7	9	8	8	8	8	8	8	8									
VELASCO STEFANO	28	7	4	4	5	8	8	7	8	7	7	4	6	6	6	6	6	6	6									
VELÁSQUEZ ISAAC	29	6	7	7	7	7	8	7	7	6	5	4	5	5	5	5	5	5	5									
ACOSTA JOHN	30	8	7	7	7	7	6	6	6	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8									
LARREA C.GABRIEL	31	8	8	8	8	7	8	8	8	9	9	7	8	8	8	8	8	8	8									

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017

**Tabla 13.** Resultados de evaluación sensorial en escala hedónica estructurada para el color de tratamientos T1 a T3 y T4 a T6 de tempeh de okara por triplicado con sus medias (Continuación)

ALUMNOS CATADORES 8 <sup>vo</sup> NIVEL IASA-	Cód. ord.	219			$\bar{X}$	160			$\bar{X}$	272			$\bar{X}$
		T4R1	T4R2	T4R3		T5R1	T5R2	T5R3		T6R1	T6R2	T6R3	
REINOSO PAUL	1	8	7	7	7	7	8	8	8	8	4	6	6
AMAGUA BYRON	2	5	6	6	6	6	7	7	7	5	6	8	6
LOYA CRISTINA	3	8	7	8	8	7	7	8	7	5	6	7	6
CUICHAN ELIANA	4	6	7	5	6	6	5	9	7	7	8	8	8
GUALLICHICOMIN D.	5	6	7	7	7	5	7	5	6	6	6	7	6
CORDOVA JHOANA	6	7	8	8	8	7	5	7	6	7	7	7	7
BRAVO VERENICE	7	7	8	6	7	8	6	9	8	8	8	8	8
VEGA MAGALI	8	7	7	7	7	8	8	9	8	7	7	8	7
CRESPO CARO	9	4	7	8	6	7	7	7	7	5	4	6	5
GAON MAURICIO	10	6	8	7	7	6	8	8	7	6	7	8	7
MOYA CARLA	11	8	4	4	5	3	8	9	7	5	4	8	6
SANI HOMERO	12	7	8	9	8	8	8	8	8	7	6	7	7
PINZÓN MARISELA	13	8	6	6	7	8	8	8	8	7	7	8	7
MANTILLA GABRIEL	14	8	8	8	8	8	8	8	8	7	9	8	8
DIAZ SAMANTA	15	7	7	7	7	6	8	7	7	8	8	7	8
HINOJOSA GABRIEL	16	6	5	6	6	6	6	8	7	8	7	7	7
QUILOANGO CARLOS	17	7	8	8	8	3	4	3	3	4	7	7	6
USHIÑA KATALINA	18	7	9	9	8	4	7	8	6	7	6	8	7
CHAVEZ EDUARDO	19	7	8	7	7	7	5	6	6	8	7	8	8
GUALLE ANTONIO	20	8	9	8	8	6	5	5	5	9	8	8	8
MACAS NADYA	21	9	7	6	7	7	6	5	6	8	8	7	8
QUISPE FABRICIO	22	7	6	4	6	6	8	6	7	8	8	6	7
HERRERA JAZMIN	23	8	8	8	8	7	7	7	7	9	8	8	8
TUFIÑO KATHERINE	24	7	7	8	7	7	8	7	7	8	8	8	8
TRIJILLO CARLOS	25	2	3	8	4	2	7	8	6	9	8	4	7
GOMEZ LUIS	26	6	6	6	6	5	5	5	5	5	7	7	6
CEVALLOS GINO	27	7	9	6	7	9	9	8	9	8	9	7	8
VELASCO STEFANO	28	5	7	8	7	5	6	6	6	9	9	7	8
VELÁSQUEZ ISAAC	29	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	8	7
ACOSTA JOHN	30	6	5	8	6	8	8	8	8	8	6	7	7
LARREA C.GABRIEL	31	7	7	6	7	8	8	9	8	7	6	7	7

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017

Estas calificaciones sobre 9 puntos fueron evaluados estadísticamente a través del análisis de varianza correspondiente al diseño DFCA trabajado en InfoStat 2017. (Tabla 13).

**Tabla 14.** Esquema del análisis de varianza para el criterio organoléptico color a diferentes temperaturas de incubación y tipo de envase en tempeh

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
COLOR	186	0.03	4.40E-03	17.04	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	7.83	5	1.57	1.16	0.3295
Error	242.58	180	1.35		
Total	250.41	185			

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017

Considerando un nivel de significancia igual a 0,05 con 5 grados de libertad para los tratamientos – color y 180 grados de libertad para el error de acuerdo al análisis de varianza realizado en INFOSTAT que considera 186 datos (31 x 6), se encuentra un valor crítico F de 2,4.; entonces como el valor calculado en el análisis es menor, 1,16 la hipótesis nula de que todos los tratamientos son iguales debe ser aceptada. El color no difiere entre tratamientos. El análisis de varianza de color determina en los tratamientos una probabilidad de 32,95% que es superior a la probabilidad del error del 5%, lo que significa que no existe diferencia significativa en el atributo de color evaluado por los 31 panelistas.

**Tabla 15.** Calificación de color promedio por tratamiento dada por 31 catadores

Tratamientos	Calificación promedio obtenida de 31 catadores sobre 9 de escala hedónica
T1= Bolsas plásticas polietileno comercial incubado a 30°C	6,5 Me gusta poco
T2= Bolsas plásticas polietileno comercial incubado a 35°C	6,8 Me gusta moderadamente
T3= Hojas de achira incubado a 30°C	6,8 Me gusta moderadamente
T4= Hojas de achira incubado a 35°C	6,9 Me gusta moderadamente
T5= Tarrina perforada tipo PET incubado a 30°C	6,8 Me gusta moderadamente
T6= Tarrina perforada tipo PET incubado a 35°C	7,1 Me gusta moderadamente

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017.

El color del tempeh es un criterio que no mostró diferencia significativa en las 6 combinaciones aplicadas, el factor temperatura de incubación ni el tipo de envase influyeron sobre esta característica organoléptica evaluada.

La aceptabilidad debida al color es la misma para todos los tratamientos, ya que no existe diferencia significativa debido a que se obtiene una calificación promedio de 7 que en la escala hedónica corresponde a un criterio de “Me gusta moderadamente”, los resultados obtenidos se deben a que todos los tratamientos fueron fritos en las mismas condiciones este proceso provocó que todos los tratamientos adquieren la misma tonalidad y brillo. (Tabla 14).

#### **4.1.2.2. Análisis estadístico para el atributo textura del tempeh frito**

La percepción de este criterio se basa en el uso de tacto y gusto (piel, boca), ya que es por la resistencia y consistencia a la masticación. (Saltos, 2010). El tempeh frito posee un comportamiento mecánico relativamente duro, geoméricamente friable y de composición húmeda y aceitosa.

El tiempo de fritura afecta la humedad y dureza del tempeh, al haber empleado el mismo tiempo y temperatura de fritura para todos los tratamientos se evidencia que la textura es casi la misma en las muestras. (Tabla 15).



**Tabla 16.** Resultados de evaluación sensorial en escala hedónica estructurada para la textura de tratamientos T1 a T3 y T4 a T6 de tempeh de okara por triplicado con sus medias.

ALUMNOS CATADORES 8 <sup>vo</sup> NIVEL IASA- ESPE	Cód.	122	105	234	$\bar{X}_1$	102	191	153	$\bar{X}_2$	172	263	101	$\bar{X}_3$
	Ord.	T1R1	T1R2	T1R3		T2R1	T2R2	T2R3		T3R1	T3R2	T3R3	
	REINOSO PAUL	1	7	4	8	6	8	6	7	7	7	7	8
AMAGUA BYRON	2	8	7	9	8	8	8	7	8	7	7	8	7
LOYA CRISTINA	3	7	5	8	7	9	7	8	8	8	8	8	8
CUICHAN ELIANA	4	2	2	8	4	8	6	5	6	8	6	9	8
GUALLICHICOMIN D.	5	6	6	7	6	7	7	7	7	6	5	7	6
CORDOVA JHOANA	6	4	2	6	4	5	7	7	6	7	4	4	5
BRAVO VERENICE	7	7	8	6	7	9	9	8	9	8	8	5	7
VEGA MAGALI	8	8	8	8	8	6	7	6	6	8	8	8	8
CRESPO CARO	9	1	3	6	3	8	7	7	7	7	3	6	5
GAON MAURICIO	10	7	7	8	7	6	7	6	6	9	7	8	8
MOYA CARLA	11	6	7	8	7	6	9	8	8	8	4	8	7
SANI HOMERO	12	8	8	7	8	9	9	9	9	7	8	7	7
PINZÓN MARISELA	13	8	8	8	8	7	7	7	7	8	9	7	8
MANTILLA GABRIEL	14	7	7	7	7	7	2	2	4	8	5	8	7
DIAZ SAMANTA	15	7	7	7	7	7	6	4	6	6	7	6	6
HINOJOSA GABRIEL	16	8	7	7	7	9	3	4	5	8	8	9	8
QUILOANGO CARLOS	17	2	3	3	3	7	7	7	7	4	2	8	5
USHIÑA KATALINA	18	6	7	7	7	2	2	2	2	8	7	9	8
CHAVEZ EDUARDO	19	8	4	4	5	6	6	6	6	8	6	8	7
GUALLE ANTONIO	20	4	5	5	5	7	7	4	6	5	5	7	6
MACAS NADYA	21	6	4	4	5	7	8	7	7	7	4	4	5
QUISPE FABRICIO	22	7	5	5	6	6	2	3	4	6	6	7	6
HERRERA JAZMIN	23	6	8	8	7	6	7	7	7	7	8	3	6
TUFIÑO KATHERINE	24	8	8	8	8	6	5	6	6	8	8	8	8
TRIJILLO CARLOS	25	8	8	8	8	8	8	9	8	9	8	8	8
GOMEZ LUIS	26	6	6	6	6	6	3	4	4	6	6	7	6
CEVALLOS GINO	27	9	8	8	8	7	7	7	7	9	6	6	7
VELASCO STEFANO	28	8	7	7	7	8	8	7	8	5	6	8	6
VELÁSQUEZ ISAAC	29	6	7	7	7	7	3	7	6	7	4	8	6
ACOSTA JOHN	30	6	8	8	7	5	4	6	5	8	8	7	8
LARREA C. GABRIEL	31	8	7	7	7	8	7	7	7	7	7	9	8

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017

**Tabla 17.** Resultados de evaluación sensorial en escala hedónica estructurada para la textura de tratamientos T1 a T3 y T4 a T6 de temphe de okara por triplicado con sus medias. (Continuación).

ALUMNOS CATADORES 8 <sup>vo</sup> NIVEL IASA- ESPE	Cód.	219	118	109	$\bar{1}(\bar{X})$	160	108	244	$\bar{1}(\bar{X})$	272	265	212	$\bar{1}(\bar{X})$
		Ord.	T4R1	T4R2	T4R3	T5R1	T5R2	T5R3	T6R1	T6R2	T6R3		
		REINOSO PAUL	1	7	7	7	7	8	8	8	8	7	6
AMAGUA BYRON	2	4	6	7	6	7	6	8	7	6	5	6	6
LOYA CRISTINA	3	7	7	9	8	7	6	7	7	6	6	6	6
CUICHAN ELIANA	4	6	4	8	6	6	4	9	6	7	8	8	8
GUALLICHICOMIN D.	5	7	5	6	6	5	6	6	6	6	6	7	6
CORDOVA JHOANA	6	6	6	6	6	6	3	7	5	5	5	8	6
BRAVO VERENICE	7	5	8	8	7	7	7	7	7	9	9	8	9
VEGA MAGALI	8	7	6	7	7	7	8	9	8	7	7	9	8
CRESPO CARO	9	5	8	7	7	2	5	8	5	4	5	7	5
GAON MAURICIO	10	7	6	4	6	8	8	9	8	8	8	8	8
MOYA CARLA	11	8	3	4	5	5	8	9	7	6	3	7	5
SANI HOMERO	12	6	9	9	8	8	7	7	7	7	7	7	7
PINZÓN MARISELA	13	8	3	3	5	8	8	9	8	6	6	8	7
MANTILLA GABRIEL	14	7	8	7	7	6	6	6	6	6	6	5	6
DIAZ SAMANTA	15	8	7	8	8	6	8	7	7	6	8	7	7
HINOJOSA GABRIEL	16	9	5	6	7	8	7	8	8	7	8	8	8
QUILOANGO CARLOS	17	7	7	7	7	2	3	3	3	4	7	6	6
USHIÑA KATALINA	18	6	9	9	8	7	7	8	7	7	6	6	6
CHAVEZ EDUARDO	19	7	5	5	6	7	5	6	6	8	6	8	7
GUALLE ANTONIO	20	7	8	6	7	5	3	6	5	8	8	8	8
MACAS NADYA	21	8	9	6	8	6	4	6	5	7	6	7	7
QUISPE FABRICIO	22	6	7	4	6	7	8	8	8	8	8	7	8
HERRERA JAZMIN	23	7	7	8	7	8	7	7	7	6	7	6	6
TUFIÑO KATHERINE	24	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TRIJILLO CARLOS	25	7	5	6	6	7	8	7	7	8	8	9	8
GOMEZ LUIS	26	5	5	6	5	3	4	4	4	3	5	4	4
CEVALLOS GINO	27	6	7	7	7	9	8	9	9	8	8	7	8
VELASCO STEFANO	28	6	8	8	7	6	7	6	6	9	8	7	8
VELÁSQUEZ ISAAC	29	7	6	8	7	7	7	7	7	6	8	7	7
ACOSTA JOHN	30	6	4	6	5	6	8	7	7	5	7	5	6
LARREA C. GABRIEL	31	8	8	7	8	7	7	7	7	7	8	8	8

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017

Los resultados obtenidos se evaluaron estadísticamente a través del análisis de varianza correspondiente al diseño DFCA. (Tabla 16).

**Tabla 18.** Esquema del análisis de varianza para el criterio organoléptico textura a diferentes temperaturas de incubación y tipo de envase en tempeh.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
TEXTURA	186	0.02	0	19.11	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	6.05	5	1.21	0.75	0.5895
Error	291.61	180	1.62		
Total	297.66	185			

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017

Considerando un nivel de significancia igual a 0,05, con 5 grados de libertad para los tratamientos – textura y 180 grados de libertad para el error, se encuentra un valor crítico F de 2,4. El valor calculado en el análisis es menor, 0,75 la hipótesis nula de que todos los tratamientos son iguales debe ser aceptada. La textura no difiere entre tratamientos. El análisis de varianza de textura muestra en los tratamientos una probabilidad de 58,95% que es superior a la probabilidad del error del 5%, lo que significa que no existe diferencia significativa en el atributo de textura evaluado por los 31 panelistas.

El criterio textura del tempeh no mostró diferencia significativa entre ninguna de las 6 combinaciones aplicadas. Los evaluadores no encuentran que exista influencia de la temperatura y tipo de envase en la textura.

Si se analiza el promedio de las calificaciones de textura obtenidas por cada combinación en la Tabla 17, la textura del tempeh evaluada presenta una aceptabilidad igual para todos los tratamientos estadísticamente y corresponde a un dato de 7 en la escala hedónica, es decir “Me gusta moderadamente”. Todos los tratamientos poseen la misma textura debido a que poseen una granulometría similar, lo que hace que su estructura sea prácticamente igual y los catadores al calificar las muestras no encuentren diferencias. (Tabla 19).

**Tabla 17.** Calificación de textura promedio por tratamiento dada por 31 catadores.

Tratamientos	Calificación promedio obtenida de 31 catadores sobre 9 de escala hedónica
T1= Bolsas plásticas polietileno comercial incubado a 30°C	6,5 Me gusta poco
T2= Bolsas plásticas polietileno comercial incubado a 35°C	6,4 Me gusta poco
T3= Hojas de achira incubado a 30°C	6,9 Me gusta moderadamente
T4= Hojas de achira incubado a 35°C	6,6 Me gusta moderadamente
T5= Tarrina perforada tipo PET incubado a 30°C	6,7 Me gusta moderadamente
T6= Tarrina perforada tipo PET incubado a 35°C	6,8 Me gusta moderadamente

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017.

#### 4.1.2.3. Análisis estadístico para el atributo flavor del tempeh

Saltos (2010) menciona que el flavor, se define como la descripción sensorial del conjunto “olfato – gustativo”, debiendo notarse que la liberación o retención selectiva de aromas en la boca (retronasal), depende tanto de la volatilidad de los propios aromas como de la textura que está asociada con el contenido de materia grasa, solubilidad, etc. del alimento. En tal contexto el flavor es la sensación compleja de olor + aroma +sabor + sensación trigimal (sensación agresivas o irritaciones en boca).

El tempeh presenta una mezcla de sabor/aroma compleja debido a las etapas del proceso y de las características propias del okara de soya, el desarrollo del *Rhizopus*, el uso del ácido acético, la sal y el aceite vegetal. Algunos de los panelistas poco entrenados, establecieron calificaciones para flavor muy buenas, considerando que el producto posee un sabor y aroma que recuerda a un “chicharrón frito”, observación realizada por algunos de los catadores, esto debido precisamente a la manera de preparación. Los resultados de las calificaciones del flavor del tempeh resultaron bastante variables. (Tabla 18).

**Tabla 18.** Resultados de evaluación sensorial en escala hedónica estructurada para el flavor de tratamientos T1 a T3 y T4 a T6 de tempeh de okara por triplicado con sus medias.

ALUMNOS CATADORES 8 <sup>vo</sup> NIVEL IASA- ESPE	Cód.	$(\bar{X})$			$(\bar{X})$			$(\bar{X})$					
		122	105	234	102	191	153	172	263	101			
		Ord.	T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3		
REINOSO PAUL	1	5	7	8	7	2	5	5	4	8	5	7	7
AMAGUA BYRON	2	7	7	8	7	6	7	7	7	7	6	8	7
LOYA CRISTINA	3	6	4	8	6	6	8	7	7	8	7	9	8
CUICHAN ELIANA	4	3	3	9	5	7	4	4	5	8	5	9	7
GUALLICHICOMIN D.	5	5	5	7	6	6	7		7	6	6	6	6
CORDOVA JHOANA	6	5	3	5	4	3	5	5	4	8	4	3	5
BRAVO VERENICE	7	7	4	6	6	7	7	7	7	8	4	8	7
VEGA MAGALI	8	6	5	8	6	6	7	6	6	8	7	8	8
CRESPO CARO	9	1	2	6	3	7	6	6	6	7	3	6	5
GAON MAURICIO	10	8	7	8	8	7	5	6	6	8	7	8	8
MOYA CARLA	11	8	6	9	8	7	8	8	8	8	1	7	5
SANI HOMERO	12	7	2	7	5	7	8	8	8	8	2	8	6
PINZÓN MARISELA	13	7	1	9	6	2	4	4	3	7	4	7	6
MANTILLA GABRIEL	14	6	7	7	7	5	2	2	3	6	4	9	6
DIAZ SAMANTA	15	4	4	4	4	4	7	2	4	6	6	6	6
HINOJOSA GABRIEL	16	9	6	6	7	8	4	1	4	8	6	9	8
QUILOANGO CARLOS	17	2	3	3	3	5	3	5	4	4	3	8	5
USHIÑA KATALINA	18	7	8	8	8	2	2	2	2	8	7	9	8
CHAVEZ EDUARDO	19	7	5	5	6	5	3	4	4	7	6	7	7
GUALLE ANTONIO	20	5	3	3	4	5	6	4	5	5	5	7	6
MACAS NADYA	21	6	4	4	5	6	6	5	6	7	2	7	5
QUISPE FABRICIO	22	7	4	4	5	7	2	2	4	4	9	8	7
HERRERA JAZMIN	23	5	7	7	6	6	6	6	6	9	8	6	8
TUFIÑO KATHERINE	24	7	6	6	6	2	2	5	3	8	4	8	7
TRIJILLO CARLOS	25	5	6	6	6	7	9	7	8	8	6	5	6
GOMEZ LUIS	26	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	7	5
CEVALLOS GINO	27	9	8	8	8	6	3	5	5	9	5	6	7
VELASCO STEFANO	28	7	7	7	7	6	5	4	5	6	8	7	7
VELÁSQUEZ ISAAC	29	6	8	8	7	4	4	6	5	7	7	8	7
ACOSTA JOHN	30	7	6	6	6	6	5	7	6	9	9	8	9
LARREA C. GABRIEL	31	8	7	7	7	8	6	8	7	8	7	8	8

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017

**Tabla 18.** Resultados de evaluación sensorial en escala hedónica estructurada para el flavor de tratamientos T1 a T3 y T4 a T6 de tempeh de okara por triplicado con sus medias. (Continuación).

ALUMNOS CATADORES 8 <sup>vo</sup> NIVEL IASA- ESPE	Cód.	219			118			109			160			108			244			272			265			212		
		Ord.	$(\bar{X})$			$(\bar{X})$			$(\bar{X})$			$(\bar{X})$			$(\bar{X})$			$(\bar{X})$			$(\bar{X})$			$(\bar{X})$				
			T4R1	T4R2	T4R3	T5R1	T5R2	T5R3	T6R1	T6R2	T6R3	T4R1	T4R2	T4R3	T5R1	T5R2	T5R3	T6R1	T6R2	T6R3	T4R1	T4R2	T4R3	T5R1	T5R2	T5R3	T6R1	T6R2
REINOSO PAUL	1	6	3	3	4	7	8	3	6	7	6	5	6															
AMAGUA BYRON	2	4	6	4	5	7	6	7	7	5	5	6	5															
LOYA CRISTINA	3	7	8	7	7	8	7	7	7	6	6	6	6															
CUICHAN ELIANA	4	7	4	5	5	6	6	9	7	8	8	8	8															
GUALLICHICOMIN D.	5	5	5	6	5	5	6	7	6	6	5	4	5															
CORDOVA JHOANA	6	5	7	7	6	6	4	7	6	7	7	7	7															
BRAVO VERENICE	7	3	6	6	5	7	7	8	7	7	6	7	7															
VEGA MAGALI	8	7	6	7	7	6	7	9	7	7	6	9	7															
CRESPO CARO	9	4	8	6	6	2	2	8	4	6	4	5	5															
GAON MAURICIO	10	7	6	5	6	9	8	9	9	7	7	6	7															
MOYA CARLA	11	9	2	8	6	2	8	9	6	4	2	8	5															
SANI HOMERO	12	7	7	6	7	7	6	7	7	7	7	5	6															
PINZÓN MARISELA	13	7	2	2	4	4	8	6	6	8	8	7	8															
MANTILLA GABRIEL	14	7	6	7	7	6	6	5	6	6	7	6	6															
DIAZ SAMANTA	15	7	7	6	7	2	8	7	6	4	8	5	6															
HINOJOSA GABRIEL	16	8	5	6	6	9	4	9	7	8	7	8	8															
QUILOANGO CARLOS	17	3	4	7	5	1	2	4	2	3	5	6	5															
USHIÑA KATALINA	18	5	4	7	5	5	7	8	7	6	5	5	5															
CHAVEZ EDUARDO	19	7	4	4	5	7	4	5	5	8	5	8	7															
GUALLE ANTONIO	20	7	8	8	8	4	2	4	3	5	3	5	4															
MACAS NADYA	21	6	4	6	5	6	3	5	5	6	4	3	4															
QUISPE FABRICIO	22	4	7	5	5	4	9	4	6	3	9	8	7															
HERRERA JAZMIN	23	6	5	7	6	6	7	6	6	4	8	6	6															
TUFIÑO KATHERINE	24	2	7	8	6	6	2	7	5	3	7	8	6															
TRIJILLO CARLOS	25	7	8	8	8	2	4	8	5	9	6	9	8															
GOMEZ LUIS	26	2	5	7	5	3	3	4	3	2	4	3	3															
CEVALLOS GINO	27	5	9	9	8	9	6	9	8	8	9	6	8															
VELASCO STEFANO	28	6	4	5	5	7	8	6	7	8	7	7	7															
VELÁSQUEZ ISAAC	29	7	5	6	6	6	6	7	6	7	8	6	7															
ACOSTA JOHN	30	8	6	5	6	7	7	7	7	8	7	5	7															
LARREA C. GABRIEL	31	7	9	8	8	7	7	8	7	6	7	8	7															

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017

Estos resultados de flavor fueron evaluados estadísticamente a través del análisis de varianza correspondiente al diseño DFCA. (Tabla 19).

**Tabla 19.** Esquema del análisis de varianza para el criterio organoléptico flavor a diferentes temperaturas de incubación y tipo de envase en tempeh.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
FLAVOR	186	0.09	0.06	22.68	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	33.12	5	6.62	3.57	0.0042
Error	333.87	180	1.85		
Total	366.99	185			

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017

Considerando un nivel de significancia igual a 0,05, con 5 grados de libertad para los tratamientos – flavor y 180 grados de libertad para el error, se encuentra un valor crítico F de 2,4 entonces como el valor calculado en el análisis es mayor a 3,57 la hipótesis nula de que todos los tratamientos son iguales debe ser rechazada. El flavor difiere entre tratamientos. El análisis de varianza de flavor muestra en los tratamientos una probabilidad de 4,2% que es inferior a la probabilidad del error del 5%, lo que significa que existe diferencia significativa en el atributo de flavor evaluado por los 31 panelistas.

**Tabla 20.** Calificaciones de flavor obtenidas a diferentes temperaturas de incubación u tipo de envase en tempeh.

TRATAMIENTOS	Medias	N	E.E.		
2	5.26	31	0.24	A	
1	5.94	31	0.24	A	B
4	5.94	31	0.24	A	B
5	6	31	0.24	A	B
6	6.23	31	0.24	A	B
3	6.68	31	0.24		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ). Letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad. Por: Ing. Gladys Heras Mosquera,

2017

Al rechazarse la hipótesis nula se acepta la hipótesis alternativa que indicaría que al menos uno de los seis tratamientos es diferente a los demás. Para identificar cuál o cuáles difieren se aplicó una prueba de comparación de Tukey con un nivel de significancia del 5%. (Tabla 20).

La prueba de comparación de Tukey determinó que existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores hedónicos de flavor. Como mejores se agrupan los calificados en la escala de 6 “Me gusta poco” es decir los tratamientos 1, 3, 4, 5 y 6 que se describen a continuación:

- Bolsas plásticas polietileno comercial, incubado a 30°C,
- Hojas de achira, incubado a 35°C,
- Tarrina perforada tipo PET, incubado a 30°C,
- Tarrina perforada tipo PET, incubado a 35°C,
- Hojas de achira, incubado a 30°C,

El tratamiento 2 que consistía en el uso de Bolsas plásticas polietileno comercial y con una temperatura de incubación de 35°C, es el tratamiento con menor aceptación ya que obtuvo las menores calificaciones en cada una de las evaluaciones. Esto permitió considerar que los panelistas aceptan el flavor del tempeh elaborado con la hoja de achira incubada a 30 ° C, seguido de los tratamientos envasados en tarrinas PET, dejando al final los elaborados en fundas plásticas. Cabe destacar que los tratamientos elaborados en la hoja de achira poseen un aroma agradable antes de su fritura en comparación con los otros.

Hackett (2017) menciona que las características organolépticas del tempeh, el mismo no posee el sabor tan desagradable de este grano cuando se lo consume por ejemplo como grano cocido, leche de soya o “queso” (tofu), indicando que el tempeh posee un flavor único, no característico a soya que puede ser manipulado al incorporar en su preparación especias y aromatizantes.



#### 4.1.2.4. Análisis estadístico para el atributo aceptabilidad general del tempeh

La aceptabilidad sensorial es un criterio afectivo que engloba todas las percepciones de calidad mediante los perfiles sensoriales que contribuyen a que el producto sea consumido por el mercado meta y satisfaga las necesidades del consumidor en un entorno dado. En la tabla 21 se muestran los resultados de aceptabilidad de la prueba del grado de satisfacción de las muestras de tempeh evaluadas.

**Tabla 21.** Resultados de evaluación sensorial en escala hedónica estructurada para el aceptabilidad de tratamientos T1 a T3 y T4 a T6 de tempeh de okara por triplicado.

ALUMNOS CATADORES 8 <sup>vo</sup> NIVEL IASA- ESPE	Cód.	122			105			234			102			191			153			172			263			101			
		Ord.	T1R1			T1R2			T1R3			T2R1			T2R2			T2R3			T3R1			T3R2			T3R3		
REINOSO PAUL	1	6	5	8	6	5	5	6	5	8	6	8	6	8	7														
AMAGUA BYRON	2	8	7	7	7	8	3	7	6	6	6	8	7																
LOYA CRISTINA	3	6	6	8	7	7	7	7	7	8	7	8	8																
CUICHAN ELIANA	4	3	3	9	5	7	4	4	5	8	6	9	8																
GUALLICHICOMIN D.	5	5	5	6	5	6	7	5	6	6	6	6	6																
CORDOVA JHOANA	6	5	3	6	5	3	5	5	4	7	3	4	5																
BRAVO VERENICE	7	7	6	6	6	7	7	6	7	8	5	7	7																
VEGA MAGALI	8	6	6	8	7	7	7	6	7	8	8	8	8																
CRESPO CARO	9	1	2	6	3	7	6	6	6	7	2	6	5																
GAON MAURICIO	10	8	7	8	8	6	6	7	6	8	7	8	8																
MOYA CARLA	11	7	6	9	7	7	8	7	7	8	5	8	7																
SANI HOMERO	12	7	5	7	6	8	9	8	8	8	5	8	7																
PINZÓN MARISELA	13	7	1	9	6	2	4	4	3	8	6	7	7																
MANTILLA GABRIEL	14	7	7	7	7	5	3	3	4	7	4	8	6																
DIAZ SAMANTA	15	4	4	4	4	5	7	2	5	7	7	6	7																
HINOJOSA GABRIEL	16	8	6	6	7	9	1	3	4	8	6	8	7																
QUILOANGO CARLOS	17	2	3	3	3	6	3	5	5	4	3	8	5																
USHIÑA KATALINA	18	6	8	8	7	2	2	2	2	8	7	9	8																
CHAVEZ EDUARDO	19	8	5	5	6	7	7	6	7	8	6	7	7																
GUALLE ANTONIO	20	5	3	3	4	7	6	4	6	5	5	6	5																
MACAS NADYA	21	6	4	4	5	7	6	5	6	5	4	7	5																
QUISPE FABRICIO	22	7	4	4	5	5	2	3	3	6	9	8	8																
HERRERA JAZMIN	23	6	7	7	7	8	7	7	7	8	8	6	7																
TUFIÑO KATHERINE	24	6	5	5	5	3	2	4	3	8	4	8	7																
TRIJILLO CARLOS	25	6	7	7	7	8	8	9	8	8	6	7	7																
GOMEZ LUIS	26	5	6	6	6	5	4	4	4	4	6	6	5																
CEVALLOS GINO	27	9	8	8	8	8	4	5	6	9	6	7	7																
VELASCO STEFANO	28	7	6	6	6	6	5	4	5	6	7	7	7																
VELÁSQUEZ ISAAC	29	5	7	7	6	4	4	6	5	7	6	7	7																
ACOSTA JOHN	30	7	6	6	6	6	5	7	6	8	8	8	8																
LARREA C. GABRIEL	31	8	8	8	8	8	7	8	8	7	8	8	8																

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017

**Tabla 21.** Resultados de evaluación sensorial en escala hedónica estructurada para el aceptabilidad de tratamientos T1 a T3 y T4 a T6 de tempeh de okara por triplicado.

(Continuación)

ALUMNOS CATADORES 8 <sup>vo</sup> NIVEL IASA- ESPE	Cód.	219			118			109			160			108			244			272			265			212		
		Ord.	$(\bar{X})$			$(\bar{X})$			$(\bar{X})$			$(\bar{X})$			$(\bar{X})$			$(\bar{X})$			$(\bar{X})$			$(\bar{X})$				
			T4R1	T4R2	T4R3	T5R1	T5R2	T5R3	T6R1	T6R2	T6R3	T4R1	T4R2	T4R3	T5R1	T5R2	T5R3	T6R1	T6R2	T6R3	T4R1	T4R2	T4R3	T5R1	T5R2	T5R3	T6R1	T6R2
REINOSO PAUL	1	7	4	4	5	7	8	7	7	7	6	6	6	6	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
AMAGUA BYRON	2	5	6	6	6	8	7	7	7	7	6	5	7	6	7	6	5	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
LOYA CRISTINA	3	7	7	7	7	8	7	8	8	8	7	6	7	7	8	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
CUICHAN ELIANA	4	6	4	5	5	6	6	9	7	7	8	8	8	8	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
GUALLICHICOMIN D.	5	5	5	5	5	5	5	7	6	6	5	5	5	5	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
CORDOVA JHOANA	6	5	5	7	6	7	4	7	6	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
BRAVO VERENICE	7	5	6	6	6	7	7	8	7	7	6	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
VEGA MAGALI	8	7	7	7	7	6	7	9	7	7	6	8	7	7	7	7	6	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
CRESPO CARO	9	5	8	6	6	2	3	8	4	6	5	6	6	6	4	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
GAON MAURICIO	10	7	6	6	6	8	8	9	8	8	8	8	6	7	8	8	8	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
MOYA CARLA	11	8	6	7	7	4	8	9	7	6	5	8	6	7	7	6	5	8	6	7	7	7	7	7	7	7	7	
SANI HOMERO	12	7	8	7	7	8	7	8	8	7	7	6	7	7	8	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
PINZÓN MARISELA	13	7	2	2	4	4	8	7	6	8	8	7	8	6	8	8	7	8	6	7	7	7	7	7	7	7	7	
MANTILLA GABRIEL	14	7	6	7	7	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
DIAZ SAMANTA	15	7	7	6	7	4	7	7	6	5	8	5	6	7	6	5	8	5	6	7	7	7	7	7	7	7	7	
HINOJOSA GABRIEL	16	8	6	6	7	8	4	7	6	9	5	7	7	6	9	5	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	
QUILOANGO CARLOS	17	5	4	7	5	2	2	3	2	3	4	6	4	2	3	4	6	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	
USHIÑA KATALINA	18	4	2	8	5	6	7	8	7	5	3	5	4	6	7	8	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	
CHAVEZ EDUARDO	19	8	6	6	7	8	4	5	6	7	6	9	7	6	7	6	9	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	
GUALLE ANTONIO	20	8	8	7	8	4	2	4	3	6	6	6	6	6	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
MACAS NADYA	21	6	5	6	6	6	4	6	5	6	5	4	5	6	5	6	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	
QUISPE FABRICIO	22	4	8	6	6	4	9	6	6	4	8	7	6	6	6	4	8	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
HERRERA JAZMIN	23	7	7	7	7	7	7	7	7	5	8	7	7	7	7	5	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
TUFIÑO KATHERINE	24	5	6	8	6	6	6	7	6	5	8	8	6	6	6	5	8	8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
TRIJILLO CARLOS	25	6	8	7	7	2	3	8	4	9	8	9	9	4	9	8	9	9	4	9	8	8	8	8	8	8	8	
GOMEZ LUIS	26	3	5	6	5	2	4	5	4	3	5	4	4	4	3	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
CEVALLOS GINO	27	5	9	9	8	9	8	9	9	8	9	6	8	9	9	8	9	6	8	9	8	8	8	8	8	8	8	
VELASCO STEFANO	28	6	4	5	5	7	8	6	7	8	8	7	8	7	8	8	7	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
VELÁSQUEZ ISAAC	29	7	5	7	6	5	6	7	6	7	8	6	6	6	7	8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
ACOSTA JOHN	30	7	6	6	6	7	7	8	7	7	6	5	6	7	7	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
LARREA C. GABRIEL	31	7	8	8	8	8	8	7	8	6	7	8	7	8	6	7	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017

Estas calificaciones sobre 9 puntos fueron evaluados estadísticamente a través del análisis ANOVA de varianza correspondiente al diseño DFCA. (Tabla 22).

**Tabla 22.** Esquema del análisis de varianza para el criterio organoléptico aceptabilidad a diferentes temperaturas de incubación y tipo de envase en tempeh

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
ACEPTABILIDAD	186	0.09	0.06	21.09	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	30.11	5	6.02	3.52	0.0047
TRATAMIENTOS	30.11	5	6.02	3.52	0.0047
Error	308.13	180	1.71		
Total	338.24	185			

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017

Considerando un nivel de significancia igual a 0,05, con 5 grados de libertad para los tratamientos – aceptabilidad y 180 grados de libertad para el error, se encuentra un valor crítico F de 2,4. El valor calculado en el análisis es mayor a 3,52 por lo que la hipótesis nula en la que todos los tratamientos son iguales debe ser rechazada. El análisis de varianza muestra que todos los tratamientos tienen una probabilidad de 4.7% que es inferior a la probabilidad del error del 5%, lo que significa que existe diferencia significativa en el atributo de aceptabilidad evaluada por los 31 panelistas.

De acuerdo a la hipótesis alternativa al menos uno de los seis tratamientos es diferente a los demás, para identificar cuál o cuáles difieren estructuralmente se aplicó una prueba de comparación de Tukey con un nivel de significancia del 5%. (Tabla 23).

La aceptabilidad evaluada por los catadores es el conjunto de atributos de calidad que tiene el tempeh, por tal razón, los resultados de este criterio resumen la percepción general que tienen de los aspectos organolépticos del producto los catadores.

La prueba de comparación de Tukey determinó que existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores hedónicos de aceptabilidad. Los mejores tratamientos con calificaciones cercanas a 6 “Me gusta poco” son los tratamientos 1, 4, 5, 6 correspondientes a:

- Bolsas plásticas polietileno comercial incubado a 30°C.
- Hojas de achira incubada a 35 ° C.
- Tarrina perforada tipo PET incubado a 30°C.
- Tarrina perforada tipo PET incubado a 35°C.
- Hojas de achira incubada a 30 ° C.

**Tabla 23.** Calificaciones de aceptabilidad obtenidas a diferentes temperaturas de incubación y tipo de envase en tempeh

Test:Tukey Alfa=0.05						
DMS=0.94887						
Error: 1.7118 gl: 180						
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.			
2	5.52	31	0.23	A		
1	5.97	31	0.23	A		B
4	6.23	31	0.23	A		B
5	6.23	31	0.23	A		B
6	6.48	31	0.23			B
3	6.81	31	0.23			B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017

#### 4.1.3 Análisis nutricional del tempeh

El termino alimento está definido según Carbajal (2002) como un producto o sustancia de cualquier naturaleza que una vez ingerido aporta materiales asimilables que cumplen una función nutritiva en el organismo. Un alimento de amplio consumo en Asia es el tempeh el cual es obtenido por la fermentación solida de la soya y presenta en su composición nutrientes importantes para una dieta sana y saludable. Este producto se lo elabora principalmente con soya entera, pero puede ser obtenido de muchos otros granos fermentados como arroz, lenteja, frijoles, etc. Como alternativa al uso de granos enteros está el okara el cual es un residuo pulposo obtenido luego de la producción de la leche de soya. El okara suele ser el sustrato para elaborar un tipo de producto fermentado muy nutritivo que en Indonesia se denominado “tempeh gembus”; en la Tabla 24 se reporta los resultados del análisis nutricional del tempeh de okara.

Al comparar el contenido proteico obtenido entre la materia prima okara y el tempeh obtenido (Anexos D y E), se observa que existe un ligero incremento en su contenido. Este contenido pasa de 7.78 % a 8,74% de proteína, demostrando una hidrólisis del sustrato producida por el metabolismo del hongo. (Tabla 24).

Fabára y Proaño (2011) mencionan que existen incrementos en el contenido de proteína en el tempeh elaborado con mezclas de frejol (*Phaseolus vulgaris L*) y quinua (*Chenopodium quinoa*,) con diferentes niveles de *Rhizopus oligosporus*.

Murata, *et al.* (1967) mencionan que al evaluar el valor nutricional del tempeh de soya a partir granos enteros concluyen que no existen diferencias significativas entre los valores de proteína y ceniza obtenidos en el tempeh y el grano sin fermentar. Stodolak, *et al.* (2008) menciona que el proceso de fermentación sólida en la elaboración de tempeh de lentejas in vitro, permiten incrementar la biodisponibilidad de la proteína y disminuyen niveles de anti-nutrientes. La elaboración de tempeh permite mejorar la biodisponibilidad de la proteína del sustrato.

El incremento de la biodisponibilidad de la proteína del tempeh de okara es importante para que este producto pueda ser ofrecido como una fuente nutritiva de interés para la población local.

**Tabla 24.** Análisis proximal del tempeh de okara

Humedad	%	79.64
Materia seca	%	20.36
Proteínas (f 6.25)	%	8.74
Grasa	%	3.08
Fibra	%	6.77
Ceniza	%	0.92
Carbohidratos totales	%	7.62
Carbohidratos disponibles	%	0.85
Energía	Kcal/100 g	66.12

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017

#### **4.1.4 Beneficio potencial de la propuesta**

El diseño tecnológico de la propuesta de elaboración de tempeh estableció un balance de materia (Figura 7). La propuesta aprovecha la totalidad de la okara que actualmente genera la empresa PROSOYEC, genera cada 15 días. Esto permite tener disponible 1.820 kg mensuales, que se sugiere serían aprovechados diariamente en la elaboración de tempeh en una proporción de 91 kg/día, con un turno de 8 horas por día de trabajo y 20 días al mes, aprovechando la capacidad ociosa de las instalaciones y permitiendo el diseño, equipamiento y personal adicional necesario para aprovechar dicha cantidad.

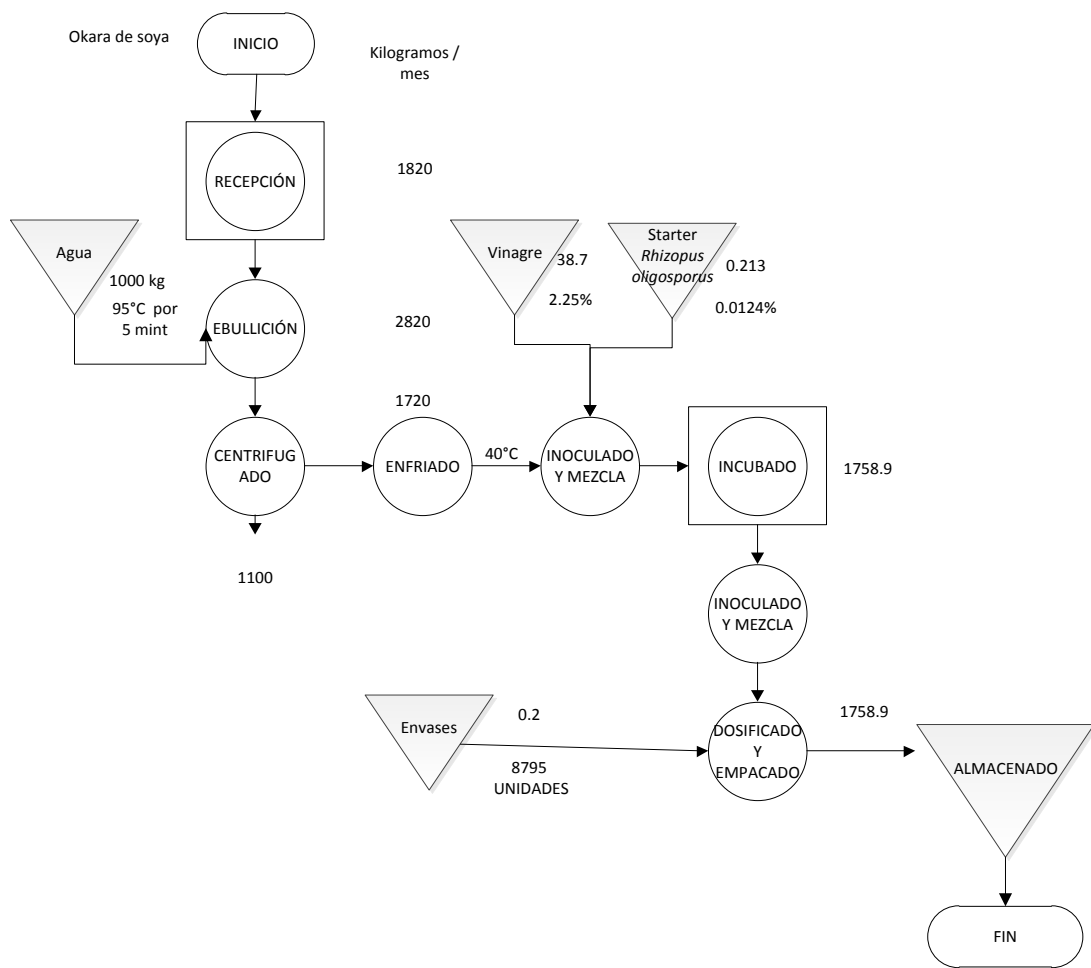
De acuerdo con el balance de materia, la capacidad instalada de la línea de tempeh es del 91%, calculado por las etapas cuyo porcentaje de utilización del equipo es la más elevada. Se consideró la capacidad equipos que garanticen el aprovechamiento del material entrante de cada etapa dentro del flujo.

**Tabla 25.** Análisis de la capacidad instalada, equipos, personal y horas de la propuesta de la línea de tempeh.

ETAPA DE PROCESO	EQUIPOS BASE	CAPACIDAD MÁXIMA DEL EQUIPO kg/día	% RENDIMIENTO	ENTRADA DE MATERIAL kg/día	% UTILIZACIÓN DEL EQUIPO	PERSONAL EMPLEADO	HORAS EN EL DÍA DE 8
Recepción	Balanza romana	200	100%	91.00	45.50	2	1
Ebullición	Olla Cocción	100	200%	91.00	91.00	2	1
Centrifugado	Centrifuga	200	60%	141.00	70.50	3	0.5
Enfriado	Estantería enfriamiento	100	100%	86.00	86.00	1	1
Inoculado	Cámara flujo	200	103%	87.95	87.95	1	0.5
Mezcla	Batidora	100	103%	87.95	87.95	2	
Dosificado/ Empacado	Balanza gramera		100%	87.95		2	1
Dosificado/ Empacado	Tolva	100	100%	87.95	87.95		
Incubado	Incubadora*	200	100%	100.00	50.00	1	*
Etiquetado (unidades producidas)	Mesas de trabajo	500	100%	0.00	0.00	2	1
Actividades limpieza y desinfección							2
Producción mensual	1820 kg de okara						
Producción diaria o turno 8 horas.	91 kg de okara						

\* La incubadora posee una capacidad de 200 kg considerando que puede retener la producción de dos días ya que el proceso de fermentación dura 48 horas

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017.



**Figura 7.** Balance de Materia de Tempeh de Okara para una producción mensual.

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017.



## Costos de Producción de la línea de tempeh

La información del balance de materia y la de investigación de campo sobre costos, generó una estimación de los requerimientos de dinero para el proceso propuesto.

**Tabla 26.** Costos de Producción tempeh de okara.

<b>RUBROS</b>	<b>unidad</b>	<b>CANT.</b>	<b>PRECIO / U</b>	<b>TOTAL MENSUAL</b>
<b>COSTOS TOTALES</b>				<b>9.581</b>
<b>COSTOS VARIABLES</b>				<b>4.485</b>
<b>MATERIALES DIRECTOS</b>				<b>120</b>
Okara	kg	1.820,00	0	0
Starter	kg	0,2133	200	43
Vinagre	kg	38,70	2	77
<b>MATERIALES INDIRECTOS</b>				<b>1.495</b>
Envases 200g	u	8.795	0,15	1.319
Cajas ( 50 tarrinas)	u	176	1	176
<b>SEGURIDAD INDUSTRIAL</b>				<b>260</b>
Cofias	u	3	1	3
Calzado	pares	3	55	165
Guantes	caja 100	1	2	2
Indumentaria de seguridad	u	3	30	90
<b>SERVICIOS</b>				<b>330</b>
Luz	kwh	2.000	0,09	180
Agua	m3	200	0,75	150
<b>SUELDOS Y SALARIOS</b>				<b>2.280</b>
Operarios	u	3	400	1.200
Jefe de Planta	u	1	750	750
Servicios de Transporte y Distribución		1	330	330
<b>COSTOS FIJOS</b>				<b>5.096</b>
Depreciación Muebles y Equipos		1	535	<b>535</b>
<b>SUELDOS Y SALARIOS ADMINISTRATIVOS*</b>				<b>900</b>
Gerente general y de Ventas	u	0	900	0
Contabilidad	u	0	380	0
Secretaria	u	0	350	0
Guardias	u	0	330	0
Laboratorista	u	0	400	0
Jefe ventas		1	500	500
Choferes	u	1	400	400
MANTENIMIENTO		1	53,5	54
SEGUROS EQUIPOS		1	5,4	5
IMPREVISTOS (maquinaria) 10%		1	6.020	602

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017.

Se consideró que los costos de las actividades administrativas y otros rubros indirectos no sean tomados en cuenta, ya que al ser una línea adicional que aprovecha la infraestructura cuando no se procesa la leche de soya, estos valores no son cargados a la nueva línea de tempeh. Para la propuesta se establece un costo del okara de cero, ya que actualmente no se percibe ingreso alguno por este concepto. Además, se establece un valor para imprevistos de 6.020 dólares en el periodo pre-operativo correspondiente al 10% de la inversión total y de \$ 602 mensuales durante la vida del proyecto.

### **Resultados del Análisis Financiero de la Propuesta de Tempeh**

La rentabilidad de la alternativa fue establecida luego de establecer una proyección financiera a 10 años de la propuesta, con base a los diseños técnicos del proceso y el aprovechamiento del okara de la empresa PROYOSEC y la posibilidad de depreciar más tiempo las inversiones. Para el análisis financiero se trabajó información sobre inversiones tangibles, inversiones corrientes, necesidad de capital, plan de financiamiento, servicio de la deuda, depreciaciones, pérdidas y ganancias, flujo de caja en efectivo y cálculo de indicadores financieros, los cuales se reportan y analizan a continuación.

### **Inversiones en infraestructura y equipos**

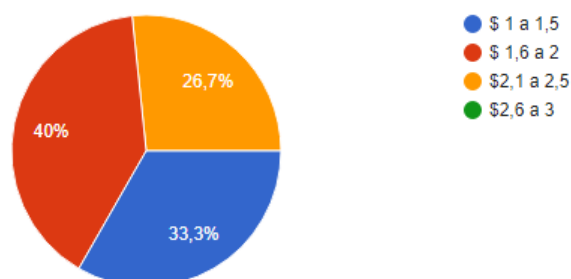
Se considera inversiones para adecuaciones físicas, construcciones (Anexo H) y la compra de equipos que justifican la nueva línea tecnológica de tempeh. Las construcciones físicas anexas están destinadas en mantener procesos estériles como cámara de inoculación y de incubación, cambios de pisos movimiento de tuberías y movimiento de equipos actuales. Estas inversiones en activos de infraestructura se estiman en \$30.000. Los equipos mínimos son descritos en el protocolo de elaboración del tempeh de okara. (Tabla 27).

### **Capital de trabajo y costos pre-operativos**

La empresa requiere considerar inversiones intangibles y corrientes (capital de trabajo) para manejar la nueva línea. (Tabla 27 y 28).

Si el mercado está en capacidad de adquirir la totalidad de las 8.795 unidades de 200 g de tempeh, el costo unitario es de un \$1,7 unidad, que resulta de dividir los costos totales anuales estimados \$179.988 para el número de unidades.

Los ingresos se estimaron por la venta del producto a un precio de \$1,5 los 200 g. este precio fue seleccionado como intermedio considerando que más del 70% de los panelistas prefieren precios bajos.



**Figura 8.** Precio que está dispuesto a pagar el panelista por 100 g de tempeh.

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017.

Los ingresos proyectados considerando el balance de materia y el aprovechamiento de la okara disponible actualmente corresponden a \$ 13.192 por mes de manera constante hasta el décimo año de vida del proyecto.

**Tabla 27.** Infraestructura y equipo mínimos requerido para línea de tempeh.

Descripción	USD
Construcción cámaras inoculación e incubación	30.000
Balanza romana	1.000
Tina de cocción acero inoxidable (aceite térmico)	6.000
Quemador industrial	200
Centrífuga	5.000
Estanterías de enfriamiento	1.000
Materiales y Utensilios	300
Mesas de trabajo de acero	4.000
Balanza gramera	500
Mezcladora (Batidora)	3.000
Incubadora 200 kg	8.000
Tolva envasado	1.200
<b>TOTAL</b>	<b>60.200</b>

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017.

**Tabla 28.** Estimación del capital de trabajo para la nueva línea al mes.

<b>RUBRO</b>	<b>UDS</b>
<b>COSTOS TOTALES</b>	<b>14.999</b>
<b>COSTOS VARIABLES</b>	<b>4.485</b>
<b>MATERIALES DIRECTOS</b>	<b>120</b>
Okara	0
Starter	43
Vinagre	77
<b>MATERIALES INDIRECTOS</b>	<b>1.495</b>
Envases (tarrina)	1.319
Cajas ( 50 tarrinas)	176
<b>SEGURIDAD INDUSTRIAL</b>	<b>260</b>
Cofias	3
Calzado	165
Guantes	2
Indumentaria de seguridad	90
<b>SERVICIOS</b>	<b>330</b>
Luz	180
Agua	150
<b>SUELDOS Y SALARIOS</b>	<b>2.280</b>
Operarios	1.200
Jefe de Planta y Supervisores de Producción	750
Servicios de Transporte y Distribución	330
<b>COSTOS FIJOS</b>	<b>10.514</b>
Depreciación Muebles y Equipos	535
<b>SUELDOS Y SALARIOS ADMINISTRATIVOS</b>	<b>900</b>
Gerente general y de Ventas	0
Contabilidad	0
Secretaria	0
Guardias	0
Laboratorista	0
Jefe ventas	500
Choferes	400
<b>MANTENIMIENTO</b>	<b>54</b>
<b>PROMOCIÓN /PUBLICIDAD</b>	<b>3.000</b>
<b>SEGUROS EQUIPOS</b>	<b>5</b>
<b>IMPREVISTOS (maquinaria)</b>	
10%	<b>6.020</b>

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017.

**Tabla 29.** Costos Pre-operativos

<b>Descripción</b>	<b>USD</b>
Costos de Constitución	0.00
Tramite Notificación Sanitaria- Permisos	3.000
Pagos de Estudios	1.000
Investigación y Desarrollo	300
Asesorías para instalación	1.000
<b>Total</b>	<b>5.300</b>

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017.

### **Necesidad de capital y fuente de financiamiento**

La cantidad de dinero requerido para el proyecto de okara y la fuente de financiamiento se puede ver en la Tabla 30. Y el servicio de la deuda en la Tabla 31.

**Tabla 30.** Necesidad de capital y fuente de financiamiento de la propuesta.

<b>Necesidades de Capital</b>	<b>USD</b>	<b>Fuente de Financiamiento</b>	<b>USD</b>	<b>%</b>
Activos Fijos	60.200			
Activos Corrientes (capital de trabajo)	14.999			
Costos de Constitución y Estudios	5.300			
		Participación efectivo dueño	17.100	21,24%
		Opciones de Crédito Préstamo Bancario	63.399	78,76%
<b>Total</b>	<b>80.499</b>	<b>Total</b>	<b>80.499</b>	<b>100%</b>

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017.

### **Análisis del Flujo de Caja del Proyecto Tempeh de Okara**

Para entender el movimiento económico y la liquidez de la propuesta se analizó financieramente los flujos de ingresos y egresos, así como sus saldos (beneficios o pérdidas) que tendría la actividad con un horizonte de 10 años y considerando un costo de oportunidad o tasa mínima aceptable de rendimiento TMAR del 23,15% calculado de la siguiente manera:

TMAR del proyecto = % Pasiva + % de Inflación anual + % de Riesgo del Proyecto

TMAR = tasa pasiva BCE Sept 2017 4,97% + inflación Agto2016-Agt. 2017 11,75% + Riesgo país Agt. 2017, 643 /100

TMAR = 4,97% + 11,75% + 6,43% = 23,15%

Fuente de los datos: Banco Central del Ecuador,

[https://contenido.bce.fin.ec/resumen\\_ticker.php?ticker\\_value=pasiva](https://contenido.bce.fin.ec/resumen_ticker.php?ticker_value=pasiva)

[https://contenido.bce.fin.ec/resumen\\_ticker.php?ticker\\_value=inflacion](https://contenido.bce.fin.ec/resumen_ticker.php?ticker_value=inflacion)

[https://contenido.bce.fin.ec/resumen\\_ticker.php?ticker\\_value=riesgo\\_pais](https://contenido.bce.fin.ec/resumen_ticker.php?ticker_value=riesgo_pais)

Los flujos de caja se evaluaron con financiamiento y sin financiamiento para conocer si el proyecto está en capacidad de cubrir las expectativas del inversionista y si puede cumplir con los gastos financieros ocasionados por el préstamo. En el caso de la propuesta con financiamiento presenta liquidez con flujos positivos actualizados a partir del segundo año. (Tablas 33 y 34).

Se realizó el cálculo de los indicadores financieros, Valor Actual Neto (VAN) que nos presenta el valor en dólares de la actividad el día de hoy y la Tasa Interna de Retorno (TIR) que establece la tasa de oportunidad a la que la propuesta generaría un VAN igual a cero. Estos indicadores se establecieron tanto para el flujo de caja sin financiamiento y como con financiamiento, esto con el propósito de dar más información a la empresa PROSOYEC y sus dueños sobre la viabilidad económica de la propuesta. Los resultados de los indicadores financieros están en la Tabla 32.

Para aceptar la propuesta de la nueva línea de tempeh de okara, el VAN debe ser mayor o igual cero y la TIR debe tener cinco puntos porcentuales sobre la TMAR y el B/C >1. En ambos casos tanto para el inversionista como para el banco la propuesta resulta atractiva y financieramente viable.

Al comparar esta propuesta tecnológica de aprovechamiento de la okara con el actual desperdicio de este subproducto en términos de presupuestos parciales el análisis de resultados de la Tabla 35, permite evaluar la propuesta de fermentación sólida desde el punto de vista de la persona que toma la decisión de ejecutar el proyecto, considerando no solamente los retornos netos, sino también la conveniencia económica de cambiar de tecnología.

**Tabla 31.** Servicio de la deuda, método alemán con Banco Pichincha.

Tasa crédito productivo a sept. 2017 (%)											
		11,23%	Plazo:		10 Años						
Monto 63.399											
Periodos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Descripción											
Saldo de Capital	63.399	57.059	50.719	44.379	38.039	31.699	25.360	19.020	12.680	6.340	0
Abono Capital (fijo)		6.340	6.340	6.340	6.340	6.340	6.340	6.340	6.340	6.340	6.340
Intereses		7.120	6.408	5.696	4.984	4.272	3.560	2.848	2.136	1.424	712
Valor de la Cuota		13.460	12.748	12.036	11.324	10.612	9.900	9.188	8.476	7.764	7.052

Con base al Simulador de crédito del Banco Pichincha, sin seguros. <https://www.pichincha.com/portal/Simulador>  
 Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017

**Tabla 32.** Resultados de indicadores financieros de flujos en efectivo de la propuesta considerando una TMAR 23,15%

Condición del análisis	TIR (%)	VAN (USD)	B/C actualizado
Sin financiamiento	36%	\$36.390	1,10
Con financiamiento	117 %	\$63.624	1,17

Base de cálculo Tablas 33 y 34. Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017

**Tabla 33.** Flujo de caja en efectivo sin financiamiento, a una TMAR de 23,15%

PERIODOS (AÑOS)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Descripción		0	158.302	158.302	158.302	158.302	158.302	158.302	158.302	158.302	158.302	158.302
Total Ingresos		0	158.302	158.302	158.302	158.302	158.302	158.302	158.302	158.302	158.302	158.302
INVERSION TOTAL	80.499											
Costos Operacionales			114.972	114.972	114.972	114.972	114.972	114.972	114.972	114.972	114.972	114.972
Costos Financieros												
Intereses por créditos												
Depreciaciones			6.420	6.420	6.420	6.420	6.420	5.620	5.620	5.620	5.620	5.620
Amortizaciones			1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Total Egresos	80.499	122.892	122.892	122.892	122.892	122.892	122.092	122.092	122.092	122.092	122.092	122.092
FLUJO												
OPERACIONAL	-80.499	35.411	35.411	35.411	35.411	35.411	36.211	36.211	36.211	36.211	36.211	36.211
Participación 15%		5.312	5.312	5.312	5.312	5.312	5.432	5.432	5.432	5.432	5.432	5.432
Impuesto 25%		7.525	7.525	7.525	7.525	7.525	7.695	7.695	7.695	7.695	7.695	7.695
FLUJO DESPUÉS												
DE IMPUESTOS		22.574	22.574	22.574	22.574	22.574	23.084	23.084	23.084	23.084	23.084	23.084
Depreciaciones y												
Amortizaciones		7.920	7.920	7.920	7.920	7.920	7.120	7.120	7.120	7.120	7.120	7.120
Valor de Rescate												15.000
FLUJO NETO DE												
EFFECTIVO	-80.499	30,494	30,494	30,494	30,494	30,494	30,204	30,204	30,204	30,204	30,204	45,204
FLUJO NETO DE												
EFFECTIVO												
ACUMULADO	-80.499	-50,005	-19,511	10,983	41,477	71,972	102,176	132,380	162,584	192,788	237,992	
FACTOR DE ACT	1.00	0.81	0.66	0.54	0.43	0.35	0.29	0.23	0.19	0.15	0.12	
F. ACTUALIZADO	-80.499	24,762	20,107	16,327	13,258	10,766	8,659	7,031	5,709	4,636	5,634	
F. ACTUALIZADO												
ACUMULADO	-80.499	-55,737	-35,630	-19,303	-6,045	4,721	13,380	20,411	26,120	30,756	36,390	

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017.



**Tabla 34.** Flujo de caja en efectivo con financiamiento, a una TMAR de 23,15%.

PERIODOS (AÑOS)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Descripción											
Total Ingresos	0	158.302	158.302	158.302	158.302	158.302	158.302	158.302	158.302	158.302	158.302
INVERSION	80.499										
Costos Operacionales		114.972	114.972	114.972	114.972	114.972	114.972	114.972	114.972	114.972	114.972
Costos Financieros											
Intereses por créditos		7.120	6.408	5.696	4.984	4.272	3.560	2.848	2.136	1.424	712
Depreciaciones		6.420	6.420	6.420	6.420	6.420	5.620	5.620	5.620	5.620	5.620
Amortizaciones		1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Total Egresos	80.499	130.011	129.299	128,587	127.875	127.164	125.652	124.940	124.228	123.516	122.804
FLUJO											
OPERACIONAL	-80.499	28.291	29.003	29.715	30.427	31.139	32.651	33.363	34.075	34.787	35.499
Participación de Trabajadores			4.244	4.350	4.457	4.564	4.671	4.898	5.004	5.111	5.218
Impuesto a la Renta		6.012	6.163	6.314	6.466	6.617	6.938	7.090	7.241	7.392	7.543
FLUJO DESPUÉS DE											
IMPUESTOS			18.035	18.489	18.943	19.397	19.851	20.815	21.269	21.723	22.176
Cuota Préstamo		6.340	6.340	6.340	6.340	6.340	6.340	6.340	6.340	6.340	6.340
Depreciaciones y Amortizaciones			7.920	7.920	7.920	7.920	7.920	7.120	7.120	7.120	7.120
Préstamo	63.399										
Valor de Rescate											15.000
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-17.100	19.615	20.069	20.523	20.977	21.431	21.595	22.049	22.503	22.956	38.410
FLUJO NETO DE											
EFECTIVO											
ACUMULADO	-17.100	2.515	22.585	43.108	64.085	85.516	107.111	129.159	151.662	174.618	213.029
FACTOR DE ACT	1.00	0.81	0.66	0.54	0.43	0.35	0.29	0.23	0.19	0.15	0.12
F. ACTUALIZADO	-17.100	15.928	13.233	10.989	9.120	7.566	6.191	5.133	4.254	3.524	4.787
F. ACTUALIZADO											
ACUMULADO	-17.100	-1.172	12.061	23.050	32.170	39.736	45.927	51.059	55.313	58.837	63.624

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017.

Al analizar los resultados de la propuesta como se puede ver en la Tabla 39., la suma de los nuevos costos (gastos mensuales) con los ingresos que se renuncia resultan menores a la suma de los costos antiguos con los ingresos nuevos (venta de tempeh). Al ser (c) + (d) es superior a (a) + (b),  $\$13.270 > \$10.116$ , el ingreso real al acoger la nueva propuesta es incremental haciendo atractiva la nueva alternativa de aprovechamiento de la okara.

**Tabla 35.** Partidas básicas mensuales para analizar las dos actividades (actual y propuesta).

Costos	Beneficios
(a) Nuevos costos, relacionados a la implementación de la línea de Tempeh Para mantener operativo la actividad :	(c) Costos economizados (ahorro) que se dejan de realizar debidos a la actividad actual de aprovechamiento del Okara al mes.
<b>\$ 9.581/mes</b>	Gastos en 26 sacos/mes : \$13
Infraestructura \$ 30.000 por depreciación mensual equivale a <b>\$ 535</b>	Consumo eléctrico de cámara fría para el almacenamiento de okara en sacos: \$20
Total: <b>\$ 10.116</b>	Mano obra proporcional a la actividad de eliminación del okara \$ 40
	Tasa de recolección basura: \$5
	Total : <b>\$ 78/mes</b>
(b) Ingresos a los que se renuncia	(d) Nuevos ingresos
Actualmente no se percibe ingreso por el okara eliminado del proceso de leche de soya.	Venta potencial mensual de 8.795 unidades de 200 g de tempeh (1820,0 kg de tempeh /mensual). Precio de venta \$1,5 por unidad.
<b>\$ 0</b>	<b>\$ 13.192</b>
(a) + (b) = \$10.116 ; (c) + (d) = \$13270	

Por: Ing. Gladys Heras Mosquera, 2017.

## 4.2 Comprobación de hipótesis

Una vez obtenido el tempeh a partir del okara residual del proceso de elaboración de leche de soya, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa al tener una tecnología con una aceptabilidad organoléptica, nutricional y financieramente atractiva.

**H<sub>1</sub>** = El desarrollo tecnológico de tempeh permite aprovechar el okara obtenida como residuo en el proceso de elaboración de leche de soya.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se desarrolló un proceso tecnológico para el aprovechamiento total del okara de soja residual proveniente de la industria de la leche de soja PROSOYEC.
- Mediante evaluación afectiva por parte de 31 panelistas, se determinó que las dos temperaturas de fermentación (30 y 35°C) y tres tipos de envases (funda plástica, tarrina PET y hoja de achira), no afectan la percepción de los criterios de color, textura al no existir ninguna diferencia significativa entre los tratamientos resultantes. Los panelistas calificaron a todos los tratamientos con una escala hedónica promedio de 7 “Me gusta moderadamente” y 6 “Me gusta poco”, a los criterios textura y color respectivamente, lo que resulta atractivo para la aceptación del producto por parte de potenciales consumidores.
- Las características de flavor y aceptabilidad general presentaron diferencias significativas debido a la complejidad de sabor y aroma desarrollados en el producto frito, aunque solo uno de los 6 tratamientos mostro estar fuera del grupo con mayor calificación, este fue el tratamiento 2 correspondiente a tempeh elaborado a 35°C y envasado en bolsas plásticas.
- El análisis proximal del tempeh de okara muestra un contenido proteico de 8,74%, elevando el contenido de proteína de la materia prima okara utilizada en 0,96% adicional, esto debido a los procesos hidrolíticos en la fermentación por *Rhizopus oligosporus*, el mismo que mejora la disponibilidad de los nutrientes presentes en el okara.

- La propuesta tecnológica de elaboración de tempeh bajo los supuestos del estudio presenta una rentabilidad financiera proyectada a 10 años es numéricamente interesante debido a que los indicadores financieros obtenidos bajo una TMAR de 23% son atractivos tanto para el inversionista como para la institución bancaria que apueste por esta inversión. El análisis de los flujos de efectivo con financiamiento externo del 78% de la inversión de un total de \$80.498,98, presentan un valor actual neto, VAN de \$ 63.624 con una tasa interna de retorno, TIR de 117%, y sin financiamiento, presentó un valor actual neto, VAN de \$ 36.390 con una tasa interna de retorno, TIR de 36%.
- Por presupuestos parciales la propuesta de aprovechamiento de okara es atractiva, ya que la nueva alternativa produce utilidades superiores a la actual situación.

### **Recomendaciones**

- Realizar un estudio de mercado del tempeh de okara que permita justificar la venta completa de las 8800 unidades de 200 gr. que se obtendrían de esta propuesta tecnológica y mejorar el beneficio incremental.
- Establecer la vida útil de tempeh envasado para establecer estrategias de comercialización.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1 Datos informativos**

**Título:** “Aprovechamiento de Okara de Soya (*Glicine Max*) en el desarrollo tecnológico de Tempeh”.

**Unidad Ejecutora:** Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ingeniería de Alimentos.

**Beneficiarios:** Empresa PROSOYEC

**Provincia:** Pichincha

**Cantón:** Quito

**Parroquia:** Conocoto

**Director del Proyecto:** Ph.D. Liliana Alexandra Cerda Mejía

**Personal Operativo:** Ing. Gladys Heras Mosquera.

#### **6.2 Antecedentes de la propuesta.**

La empresa de leche de soya, PROSOYEC en crecimiento requiere del apoyo para el aprovechamiento de los residuos de sus procesos. La pulpa de soya residual denominada okara está siendo actualmente colocada en sacos y llevada a refrigeración

hasta su entrega para la alimentación de cerdos en sitios rurales cercanos. La leche obtenida está siendo transportada para su pasteurización y envasado por la empresa ANDINA la cual cobra por dicho servicio a PROSOYEC.

El residuo okara es un subproducto que tiene un contenido de humedad cercano al 80% y de proteína de alrededor de 3,5%, rico en fibra y altamente sensible al ataque de microorganismos y su rápido deterioro incluso a bajas temperaturas.

El tempeh es un producto cuyo origen están en el Asia específicamente en la Isla de Java y su consumo es extendido en China, Korea y Japón. La soya es la principal materia prima empleada para este tipo de alimento. Su valor nutritivo es reconocido y es parte de la dieta de la población en algunas regiones del mundo.

El desarrollo de este producto en el país no es reciente la Carrera de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, ha realizado algunos estudios sobre fermentación sólida, pero su aprovechamiento industrial no ha sido importante y de interés para la empresa privada hasta el presente estudio.

Se probó el desarrollo de la fermentación con *Rhizopus oligosporus* sobre la okara cambiando el tipo de envase utilizado y la temperatura de incubación requerida, obteniéndose 6 tratamientos para su evaluación organoléptica por panelistas no entrenados.

Debido al interés de parte del agroindustrial de esta tecnología se plantea el diseño y análisis de una propuesta rentable para la elaboración y comercialización del nuevo producto.

### **6.3 Justificación**

Tomando en cuenta de la dificultad de establecer la cantidad de empresas a nivel del país que fabrican leche de soya y de la novedad de la propuesta se delimitó el campo de estudio al interés de una empresa pequeña que se dedica a la elaboración de leche de soya en la provincia de Pichicha.

El volumen de leche de soya producido por esta empresa es relativamente pequeño comparado con el mercado de leches alternativas, pero la cantidad de residuo obtenido es significativamente interesante considerando que el potencial mercado el nuevo producto denominado tempeh de okara es nuevo por lo que no se requiere mucha okara. La capacidad instalada del diseño de producción de tempeh aprovecha toda la disponibilidad de okara de la empresa PROSOYEC, esto es 1820 kg/ mes de okara.

El tempeh frito, independientemente del tipo de envase y temperatura de incubación, evaluado por 31 panelistas de manera afectiva presentó estadísticamente una aceptabilidad atractiva considerando que los evaluadores nunca antes habían probado este tipo de productos. El flavor de aquellos tempehs elaborados en hoja de achira presento mejor sabor, aunque los panelistas observaron que la presentación en tarrina es más comercial. En cuanto a textura y color no se presentó rechazo por parte de los panelistas.

El consumo de este producto se justifica como una alternativa alimenticia por los valores nutricionales que presenta y su fácil preparación. Las expectativas financieras de la propuesta diseñada bajo los criterios de venta completa son atractivas para cualquier inversionista.

## **6.4 Objetivos**

### **6.4.1 Objetivo General**

Aprovechar el okara de soya en el desarrollo tecnológico de tempeh.

### **6.4.2 Objetivos Específicos**

- Elaborar tempeh a partir de okara ensayando dos temperaturas de incubación y tres tipos de envase
- Evaluar organolépticamente el tempeh obtenido.
- Establecer la composición nutricional del mejor tratamiento.



- Calcular por presupuestos parciales, el beneficio potencial entre el uso actual y propuesto del residuo en base a balance de materia

## **6.5 Análisis de Factibilidad**

El Sr. Orlando Espín gerente y dueño de la empresa familiar denominada PROSOYEC, apoyó la presente investigación abriendo las puertas de su actividad para la toma de información productiva, así como la entrega de muestras de okara para la elaboración de tempeh (Ver. Anexo J Carta de Auspicio.) A cambio de ello se entrega información técnica, nutricional y financiera de la propuesta que permita a PROSOYEC tomar la decisión de implementar la propuesta fruto de la presente investigación. Por tratarse de una pequeña industria es viable técnica y financieramente (beneficio económico), el aprovechamiento del okara y su posterior comercialización como producto con valor agregado denominado tempeh ya que el consumidor representado por los panelistas desea tener nuevos y más accesibles alimentos nutritivos que contribuyan a la seguridad alimentaria.

## **6.6 Fundamentación**

La soya es una de las fuentes más ricas de proteína vegetal. Contiene cerca de 37g de proteínas por cada 100g y posee bajos niveles de grasas saturadas.

### **Okara de soya**

Es un subproducto del grano de soya, se presenta como una pulpa blanca o amarillenta formada por las partes insolubles que quedan en el filtro cuando las semillas son trituradas para elaborar leche de soya. El okara es baja en grasa, rica en fibra, y también contiene proteína, calcio, hierro y riboflavina

### **Valor nutricional del okara de soya**

La composición de este subproducto es atractiva desde el punto de vista nutricional, dado que contiene fundamentalmente fibra insoluble y carbohidratos de bajo índice glucémico - por ello apropiado para diabéticos. Datos nutricionales del okara está que contiene entre un 76 y un 80% de humedad, de un 20 a un 24% de sólidos y 3,5 a 4,0% de proteína. Contiene el 17% de la proteína de las semillas de soya originales;

## **Tempeh**

El tempeh es una torta de soja fermentado de forma natural tradicionalmente a partir de dos ingredientes principales, la soja y una cultura de esporas tempeh específica, son alternativas de alimentos que contienen derivados del grano de soya y diversos tipos de frijoles y guisantes. La *Rhizopus oligosporus* cultura es esencialmente esporas de moho comestibles que ayudan a pre-digerir los granos que producen propiedades deseables y metabolitos que inhiben otros potencialmente mohos y bacterias dañinas de la formación

## **Valor nutricional del tempeh**

El proceso de fermentación produce un alimento de textura carnosa firme rica en proteínas, alto contenido de componentes de fibra y nutricionales que ayudan a fomentar una mayor digestión de las proteínas de soja y aminoácidos.

## **Evaluación organoléptica**

Hernández (2005), manifiesta que la evaluación sensorial surge como disciplina para medir la calidad de los alimentos, conocer la opinión y mejorar la aceptación de los productos por parte del consumidor. Además la evaluación sensorial no solamente se tiene en cuenta para el mejoramiento y optimización de los productos alimenticios existentes, sino también para realizar investigaciones en la elaboración e innovación de nuevos productos, en el aseguramiento de la calidad y para su promoción y venta (marketing); es importante tener en cuenta la opinión del consumidor desde el momento de la etapa del diseño del producto, para así poder determinar las especificaciones de acuerdo a las expectativas y necesidades del mercado y por consiguiente del consumidor; por otra parte es un análisis tan importante como los métodos químicos, físico microbiológicos, etc , tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones lo hace a través de los cinco sentidos.

## **Evaluación financiera**

La evaluación puede considerarse como aquel ejercicio teórico mediante el cual se intentan identificar, valorar y comparar entre sí los costos y beneficios asociados a determinadas alternativas de proyecto con la finalidad de coadyuvar a decidir la más conveniente.

Para establecer la viabilidad de la propuesta se realizó un análisis financiero de la alternativa tecnológica de aprovechamiento de la okara para la elaboración de tempeh, asumiendo los siguientes aspectos:

- Existe un mercado potencial para el consumo de alimentos nutritivos alternativos.
- Aprovechamiento de los 1820 kg de okara por mes que aproximadamente produce la empresa PROSOYEC.
- Construcción y adecuación de áreas anexas pero independientes para manejar de manera segura los procesos de inoculación e incubación requeridos para la elaboración de tempeh.

Bajo estos supuestos se realizó el balance de materia, costos operativos o de producción, análisis financiero, cálculo de indicadores TIR y VAN y presupuestos parciales

## **6.7 Metodología**

### **6.7.1 Tecnología de la producción de tempeh**

El protocolo propuesto para elaboración de tempeh se describe a continuación:

- a. Recepción del okara.- Se recibe una materia prima fresca proveniente de la empresa PROSOYEC, se pesa porciones de 3100 g por lote, lo que permitía elaborar entre 4 a 5 tratamientos de acuerdo al cronograma de trabajo.
- b. Acondicionamiento del okara.- Para garantizar la inocuidad de la materia prima primero se somete a ebullición a 91°C por 5 minutos con agua en una relación 1:1 (agua: okara).

- c. Prensado y acidulado.- Se presno manualmente a través de una tela lienzo estéril la materia prima, eliminando el exceso de agua residual. Para acidular el okara se dosifica el 2.25% p/p de ácido acético comercial. Se tomó una muestra para realizar un análisis proximal, con el objetivo de caracterizar el sustrato.
- d. Inoculación.- Utilizando una cámara de flujo laminar se procedió a inocular el *Rhizopus oligosporus* con dosificación de 0.0124% p/p.; en un recipiente estéril de 5 kg de capacidad se realiza la homogenización manual del okara con el iniciador considerando la cantidad a trabajar por lote de 3100 g. La dosificación fue determinada mediante pruebas previas de viabilidad del starter comercial sobre okara y arroz. La cantidad disponible de starter para la investigación estaba limitada a 20 gramos; el microorganismo responsable de la formación del tempeh de okara pertenece a la cepa del *Rhizopus oligosporus* comprada a la empresa TopColtures de Bélgica a través de la página web <https://www.tempeh.info/starter/tempeh-starter.php>
- e. Pesado y Envasado.- Dependiendo del diseño experimental se pesa una porción de 80 gramos por unidad experimental, generándose 5 unidades para cada tratamiento (18). Los envases son de tres tipos: fundas plástica (FP), hojas de achira (HA) y tarrinas PET (TPET). Previamente los envases FP y TPET fueron perforados para permitir el intercambio gaseoso ya que la fermentación y el desarrollo del *Rhizopus* es aeróbico también para evitar la formación de condensado que destruiría la formación de las hifas del hongo. En la Tabla 7 se presenta la calendarización de la fase experimental

### **6.7.2 Aceptabilidad organoléptica del tempeh.**

Ramirez (2012), manifiesta que en el diseño de cualquier producto alimenticio nuevo o modificado es importante considerar lo que agrada, lo que desagrada y las preferencias de los grupos consumidores a quienes se destinan. Hacerlo optimiza la probabilidad de conseguir un efecto positivo, especialmente para beneficio de los productores, elaboradores y consumidores.

Las pruebas empleadas para evaluar la preferencia, aceptabilidad o grado en que gusta un producto se conocen como "pruebas cuantitativas de consumo" o —pruebas orientadas al consumidor (POC), ya que se llevan a cabo con paneles de consumidores no entrenados. Existen tres dimensiones básicas en este tipo de investigación: a) sensorial o hedónica, b) conveniencia (facilidad para comprar, transportar, conservar, etc.), y, c) beneficios del producto relacionados con la salud. (Ramírez, 2012).

Para este estudio se trabajó en aspectos afectivos es decir en la dimensión hedónica o de nivel de agrado. La escala hedónica es de nueve puntos ya que el objetivo fue el determinar si existen diferencias entre los productos en la aceptación del consumidor. Ramírez (2012) indica que a los panelistas se les pide evaluar muestras codificadas de varios productos, indicando cuanto les agrada cada muestra, marcando una de las categorías en la escala, que va desde "me gusta extremadamente" hasta "me disgusta extremadamente".

Al mismo tiempo para el análisis de los datos, los puntajes numéricos para cada muestra, se tabulan y analizan utilizando análisis de varianza (ANOVA) con la prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), para determinar si existen diferencias significativas en el promedio de los puntajes asignados a las muestras, para cada uno de los atributos evaluados: color, textura, flavor y aceptabilidad.

### **6.7.3. Análisis Financiero de la propuesta**

De acuerdo a la entrevista personal con el Ing. Gabriel Larrea, docente de la asignatura de diseño y evaluación de proyectos de la carrera de agropecuaria de la ESPE (2017), la factibilidad económica de una propuesta de negocios, es realizada por medio de un análisis financiero, para lo cual es necesario construir los flujos de efectivo proyectados (ingresos y egresos) que consideren al menos un horizonte de tiempo de 10 años. Esto también permite tener datos sobre la necesidad de capital de la alternativa, con las inversiones y capital de trabajo así como las fuentes de financiamiento. El flujo neto es evaluado a través de dos indicadores financieros, tasa interna de retorno o TIR y valor actual neto o VAN, que permitan tener información decisional para el inversionista y disminuir el costo del error sobre la consideración del costo de oportunidad, tasa de descuento o tasa mínima aceptable de rentabilidad TMAR.

## Referencias Bibliográficas

- Alan H., Sutherland, J. P. (1995). Leche y productos lácteos: Tecnología, química y microbiología. Zaragoza, Editorial Acribia.
- American Soybean Association. (2009). La Soya sus productos y aplicaciones. Soyfood council. Guadalajara - México
- Borges, A. (2011). Ataque de lepidópteros en agroecosistemas de soya *Glycine max*. *Protección Vegetal*, 202.
- Borges Álvarez, A. (2011). Ataque de Lepidópteros en Agro ecosistemas de Soya *Glycine Max (L)*. Etología del complejo plaga y pesquizaje de caracteres de resistencia genotípica. *Revista de Protección Vegetal* 26, p. 202.
- Carbajal Azcona Ángeles. (2002). Manual de Nutrición y Dietética .Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid.
- Fabára, C. y Proaño, A. (2011). Evaluación nutricional de tempeh obtenido por fermentación de frejol y quinua con *Rhizopus oligosporus*. Tesis de Grado para el título de Ing. Agroindustrial. Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda. pp.34-35.
- Ferrari, B. (2016). Alimentando el Futuro. Asociación civil Jesús Misericordioso. Argentina.
- Ferrer J., Machado J. y Brieva J. 2014. Fermentación en estado sólido: una alternativa biotecnológica para el aprovechamiento de desechos agroindustriales. *Revista tecno científica URU – Universidad Rafael Urdaneta, Facultad de Ingeniería. ISSN2343636*.
- Gabin, M. (2007). La Soya y la Nutrición. Disponible en [http://www.nutrisalud.com.ar/articulos/soja\\_y\\_nutricion.php](http://www.nutrisalud.com.ar/articulos/soja_y_nutricion.php)
- Guamán, R. (1996). Sistemática y morfología de la soya: Manual del Cultivo de Soya. INIAP. Guayas. EC. Manual N° 32. p.6-11
- Hackett, J. (2017). What es Tempeh? A definition and how to cook it. Blog the spruce.
- Hernández, E. (2005).Evaluación Sensorial. UNAD. Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería. Bogotá
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (2009). Sistema Agroalimentario de la Soya. Análisis del Sistema Agroalimentario de la Soya en el Ecuador. Recuperado de
- Instituto Nacional Tecnológico Industrial, (2015). Okara, un beneficioso derivado de la soja apto para celíacos. *Noticiero Tecnológico Semanal #471*.
- Jiménez, A. (2006). Valor Nutritivo de la Proteína de Soya. *Aguas Calientes México (Investigación y Ciencia, 36)*.

- Jiménez , A. (2007).Composición y Procesamiento de la Soya para consumo humano. Aguas Calientes México (Investigación y Ciencia, 37).
- Larrea, G. (2017). Entrevista personal realizada el 20 de Mayo de 2017 con el docente de la Universidad de la Fuerzas Armadas – ESPE.
- Murata, K., Ikehata, H. and Miyamoto, T. (1967), Studies on the Nutritional Value of Tempeh. *Journal of Food Science*, 32: 580–586. doi: 10.1111/j.1365-2621.1967.tb00837.x
- Observatorio socioambiental de la soja, OSAS. (2013). El cultivo de la soja en América del Sur. Fundación ProYugas. Argentina.
- O'Toole, D. (1999). Characteristics and Use of Okara, the Soybean Residue from Soy Milk Production A Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 1999 47 (2), 363-371. DOI: 10.1021/jf9807541
- Ramirez, J. (2012).Análisis Sensorial: Pruebas Orientadas al consumidor. Revista ReCiTeIA. Universidad del Valle -Colombia
- Ruperez,P., Villanueva, M., Yokoyama, W., Hong, Y. y Barttley, G. (2011). Effect of high-fat diets supplemented with okara soybean by-product on lipid profiles of plasma, liver and faeces in Syrian hamsters. Vol. 124. Pp 72-79.
- Pengue, W. (2004). Producción agroexportadora e (in) seguridad alimentaria: El caso de la soja en Argentina-. *Iberoamericana de Economía Ecológica*, 46-55.
- Shurtleff, W., & Aoyagi, A. (1986). *Tempeh Production*. Lafayette: ISBN.
- Sociedad Española de Biotecnología. 2003. *Biotecnología y Alimentos preguntas y respuestas*. Depósito Legal: M-17140-2003.
- Stodolak, B. and Starzyńska-Janiszewska, A. (2008), The influence of tempeh fermentation and conventional cooking on anti-nutrient level and protein bioavailability (in vitro test) of grass-pea seeds. *J. Sci. Food Agric.*, 88: 2265–2270. doi: 10.1002/jsfa.3341 . Pagina Siete. (2015). Bolivia es el décimo productor de soja en el mundo. La paz, Bolivia.
- Pengue, W. (2004). Producción agroexportadora e (in)seguridad alimentaria: El caso de la soja en Argentina. Vol. 1 46 -55. Buenos Aires Argentina (Revista Iberoamericana de Economía Ecológica).
- Pérez R. (2008). Limitada oferta de productos elaborados a base de soja (Glicina Max L) y su escaso consumo en la ciudad de Ambato.
- Quiñonez, K. (2012). Elaboración de tempeh.
- Ramirez, J. (2012). Analisis Sensorial: Pruebas orientadas al consumidor. Revista Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería de Alimentos, Universidad del Valle (Vol 12). Pp. 89-91. Cali Colombia (Revista ReCiTeIA).

Vanegas, L.; Restrepo, D. y Vargas, J. (2009). Características de las bebidas con proteína de soya. *Revista Facultad Nacional de Agronomía* (62) pp. 5165–5175.

Zudaire, M. (2009). La okara, un nuevo derivado de la soja. Fundación Eroski. *Alimentación Eroski Consumer*.



## **ANEXOS**

**ANEXO A** Pasos para elaboración de okara de soya



## ANEXOS B Proceso de elaboración del tempeh de okara



## ANEXO C. Boleta para evaluación sensorial

BOLETA DE EVALUACION SENSORIAL. Escala hedónica estructurada																			
<b>Nombre:</b>		<b>Producto: <u>Tempeh de Okara de soya</u></b>																	
<b>Fecha:</b>																			
Pruebe por favor las muestras, e indique su nivel de agrado, marcando con una X en la escala que mejor interprete su reacción para cada uno de los atributos del producto.																			
Puntuación	Atributo	Color				Textura				Flavor				Aceptabilidad General					
	Código de la Muestra	172	234	244	263	172	234	244	263	172	234	244	263	172	234	244	263		
9	Me gusta muchísimo																		
8	Me gusta mucho																		
7	Me gusta moderadamente																		
6	Me gusta poco																		
5	No me gusta ni me disgusta																		
4	Me disgusta poco																		
3	Me disgusta moderadamente																		
2	Me disgusta mucho																		
1	Me disgusta muchísimo																		
Comentarios																			
		Gracias																	

## ANEXO D. Resultados de los análisis nutricionales del okara



### INFORME DE RESULTADOS

IN.AQ 494  
OT 387

Cliete	GLADYS HERAS	Lote	-----
Direccion	Av. Atahualpa 25-46	Fecha elaboracion	04/09/2017
		Fecha Vencimiento.	-----
Muestreado por	El Cliente	Fecha Recepción.	05/09/2017
Muestra de	Alimento	Hora Recepcion.	16.42
Descripcion	OKARA	Fecha Analisis.	05/09/2017
		Fecha entrega.	12/09/2017
		Codigo.	-----



CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS			
Color.	Blanco		
Olor	Caracteristico		
Estado.	Sólido		
Verificación Contenido			
Contenido Declarado.	100g	Contenido Encontrado.	100g

### RESULTADOS AREA QUIMICA

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO REFERENCIA
Humedad	%	79.14	MQ-04	INEN 540
Materia Seca	%	20.86	CALCULO	CALCULO
Ceniza	%	0.88	MQ-02	INEN 544
Grasa	%	5.88	MQ-03	INEN 541
Proteina (f.6.25)	%	7.78	MQ-05	INEN 543
Fibra Cruda	%	6.31	MQ-01	INEN 542
Carbohidratos Totales	%	6.32	CALCULO	CALCULO
Carbohidratos Disponibles	%	0.01	CALCULO	CALCULO
Energia	kcal/100g	84.09	CALCULO	CALCULO



  
 Ing. Leonidas Mosquera  
 DIRECTOR TECNICO

Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.

Dirección: Quito- Ecuador. Av. Luis Tufiño Oe3-165 y María Tigsilema.  
 Teléfonos 2403197-2402842-0987359182  
 Web: www.quimica-labs.com

RQ-43-06  
EDICION R2 01

## ANEXO E. Resultados del análisis nutricional del tempeh de okara



### INFORME DE RESULTADOS

INAQ 495  
07/202a

Cliente	GRUPVS HERAS	Lote	-----
Dirección	Av. Atahualpa 23-46	Fecha elaboración	07/09/2017
Ante el cual por	El Cliente	Fecha Recepción	08/09/2017
Ante el de	Alimento	Hora Recepción	14:18
Descripción	Tempeh (13)	Fecha Análisis	13/09/2017
		Fecha entrega	15/09/2017
		Código	-----

#### CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

Color	Café		
Olor	Característico		
Estado	Sólido		
Verificación Contenido			
Contenido Declarado	90g	Contenido Encontrado	90g

#### RESULTADOS AREA QUIMICA

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO REFERENCIA
Humedad	%	79,64	MQ-04	INEN 540
Materia Seca	%	20,36	CALCULO	CALCULO
Cenizas	%	0,92	MQ-02	INEN 544
Grasa	%	3,08	MQ-03	INEN 541
Proteína (N x 2,5)	%	8,74	MQ-05	INEN 543
Fibra cruda	%	6,77	MQ-01	INEN 542
Carbohidratos Totales	%	7,62	CALCULO	CALCULO
Carbohidratos Disponibles	%	0,85	CALCULO	CALCULO
Energía	kcal/100g	66,12	CALCULO	CALCULO



*[Firma manuscrita]*

Dña. Pamela Jácome  
DIRECTORA DE CALIDAD

Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.

Dirección: Quito - Ecuador: Av. Juan Tufiño (Cst. 103) y Alameda Tapalona  
Teléfono: 2469197-2462942-0981399182  
Web: www.quimicalabs.com

No. 44-20  
000004011

## Encuesta para determinar estrategias de mercado para el alimento alternativo Tempeh de Okara de Soya

El Tempeh es un producto alimenticio procedente de la fermentación de la soja o derivados (okara) que se presenta en forma de pastel. Es un producto originario de Indonesia, donde es muy popular, se considera un alimento sencillo que proporciona proteínas a la dieta normal.

El tempeh, al igual que el tofu, procede de la soja; en este caso de la soja fermentada (aunque se puede elaborar con otras legumbres, cereales o semillas) con hongo *Rhizopus*. Es el único de los tres alimentos que está fermentado, su textura es más dura y su sabor bastante más potente que el del tofu (también contiene más fibra y vitaminas que este). Como los anteriores, contiene proteína vegetal (no es completa, ya que le falta una parte de metionina y cisteína que se puede cubrir con el consumo de cereales), poca grasa y no mucha densidad calórica.

A la hora de cocinarlo se puede hornear, marinar, hacerlo a la plancha, en barbacoa... También podemos condimentarlo en seco con las especias que prefiramos. En algunas ocasiones es mejor cocerlo en agua hirviendo primero para que se reduzca su dureza, y luego pasar a cocinarlo con los demás ingredientes.

La noticia Tofu, tempeh y seitán: cómo puedes preparar cada uno de ellos fue publicada originalmente en Vítónica por Lady Fitness .

Por favor responder a las siguientes preguntas que permitirán establecer algunas estrategias de introducción en el mercado de esta alternativa alimentaria sana. Gracias

**\*Obligatorio**

1. Dirección de correo electrónico \*

---

2. Nombre encuestado \*

---

3. Edad \*

---

4. Fecha

*Ejemplo: 15 de diciembre de 2012*

### Tempeh alimento alternativo



5. Seleccione de los siguientes el tipo de envase y presentación que mas le agrada para la comercialización de tempeh \*

Marca solo un óvalo.



Funda plástica



Hoja atchira



Tarrina PET

6. Qué precio estaría dispuesto a pagar por una porción de 100 gramos de este alimento nutritivo y sano? \*

Marca solo un óvalo.

- \$ 1 a 1,5
- \$ 1,6 a 2
- \$2,1 a 2,5
- \$2,6 a 3

7. Si usted fuera a consumirlo, con qué frecuencia lo compraría, considerando que la porción de 100 g permite satisfacer a dos personas en su familia? \*

Marca solo un óvalo.

- 100 gr / día
- 100 g /semana
- 200 gr/ día
- 200 gr / semana
- 200 gr / mes



**8. En dónde le gustaría encontrar este producto para su compra o consumo? \***

*Marca solo un óvalo.*

- Supermercados
- Tiendas naturistas
- Patios de comidas
- Food trucks

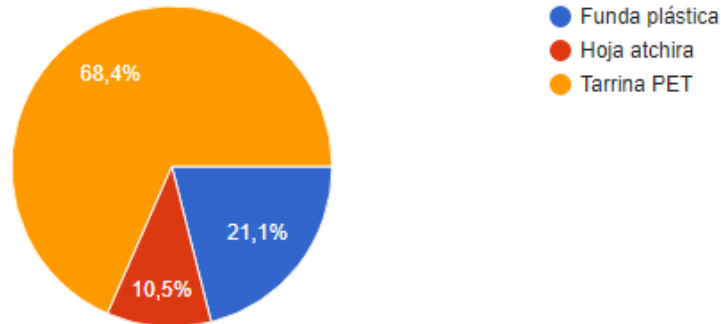
---

Con la tecnología de  
 Google Forms

## ANEXO G. Resultados de sondeo de mercado para tempeh

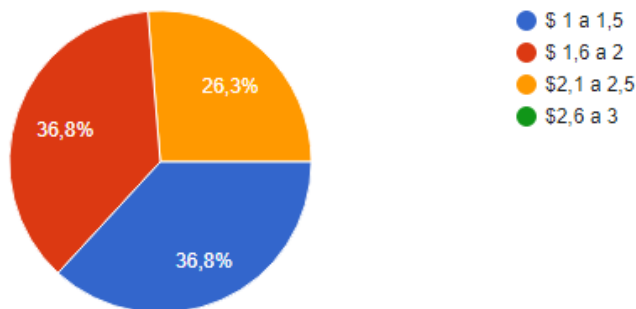
Seleccione de los siguientes el tipo de envase y presentación que más le agrada para la comercialización de tempeh

19 respuestas



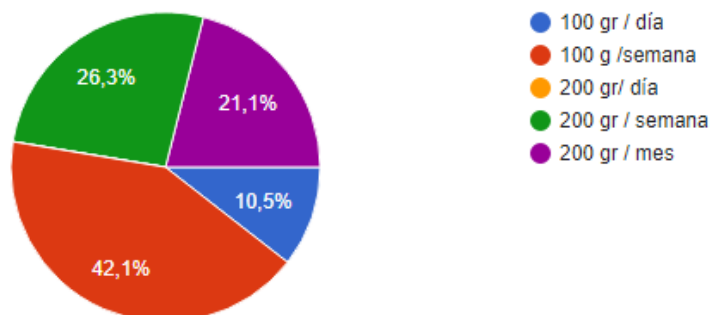
Qué precio estaría dispuesto a pagar por una porción de 100 gramos de este alimento nutritivo y sano?

19 respuestas



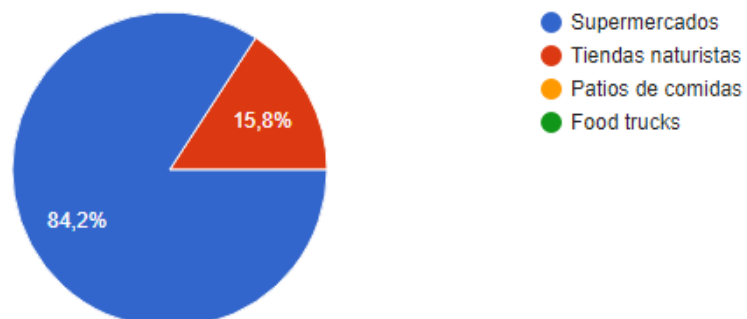
Si usted fuera a consumirlo, con qué frecuencia lo compraría, considerando que la porción de 100 g permite satisfacer a dos personas en su familia?

19 respuestas

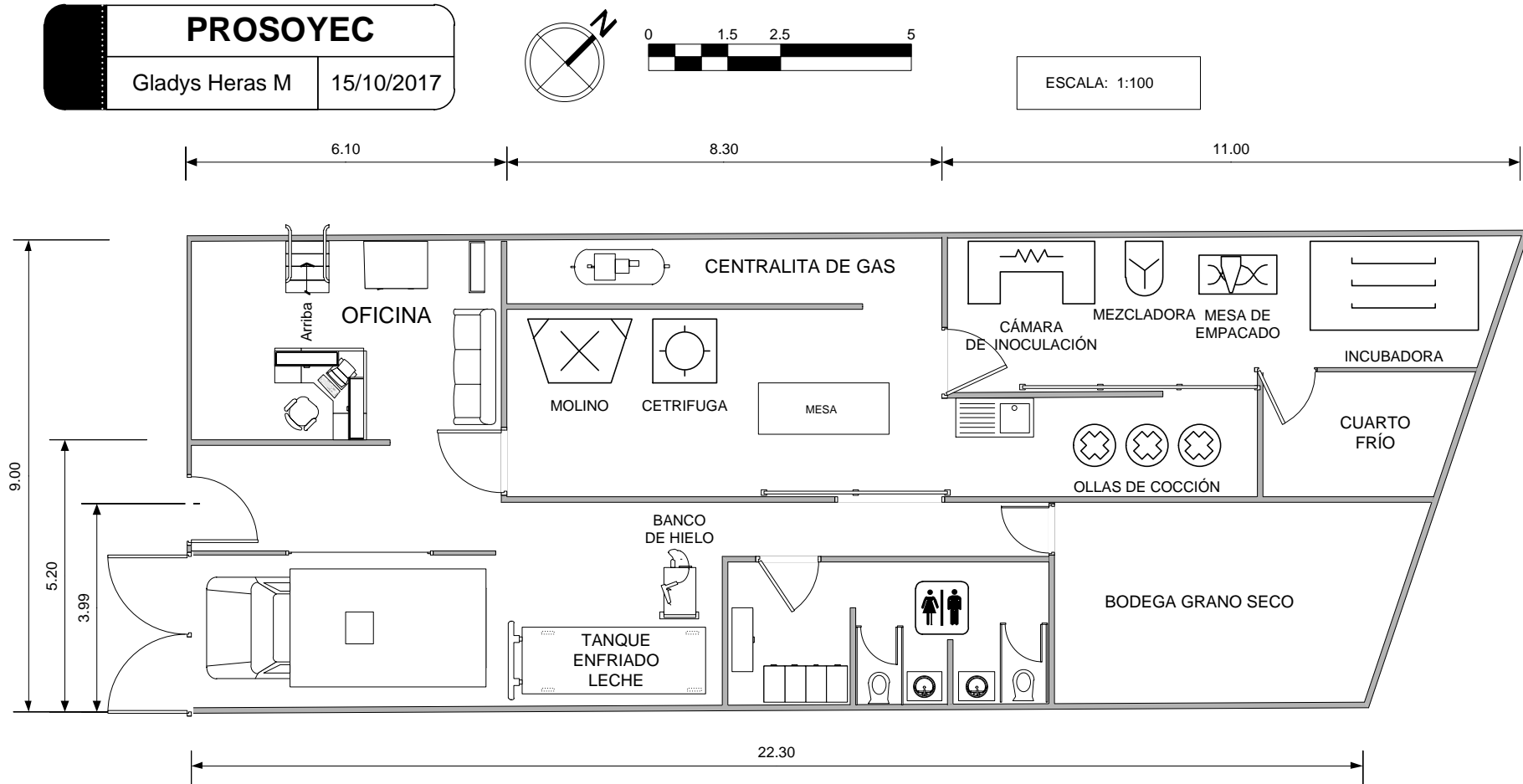


## En dónde le gustaría encontrar este producto para su compra o consumo?

19 respuestas



## ANEXO H Layout de la planta Elaboración de Tempeh de Okara de soya-



## ANEXO I. Autorización para uso de laboratorios de la Carrera de Agropecuaria - ESPE.



Oficio No. C.C.2017-02- NGGR-ESPE-i-35

Sangolquí, 15 de mayo de 2017

Ingeniera  
Gladys Elena Heras Mosquera  
Presente

De mi consideración

Reciba usted un cordial saludo de todos quienes conformamos el Departamento de Ciencias de la Vida, y en especial de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad de las Fuerzas Armadas –ESPE.

En atención a su petición de apoyo para utilizar el Laboratorio de Procesamiento de Alimentos de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, a fin de desarrollar la fase experimental de la tesis de maestría bajo su autoría, me permito comunicar que se autoriza el uso de instalaciones y equipos de dicho laboratorio, sin embargo es importante indicar que los reactivos deberán ser adquiridos por usted. Para el efecto deberá coordinar con el Ing. Gabriel Larrea responsable de esta área.

Sin otro particular, reciba usted una vez más los sentimientos de consideración más distinguida.

Atentamente,

  
Ing. Diego Vela

Director Carrera de Ingeniería Agropecuaria – IASA 1

## ANEXO J. Carta de Auspicio e interés por parte de la empresa PROSOYEC



Conocoto, 16 de Mayo de 2017

Ing. Gladys Heras Mosquera

**MAESTRANTE DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS  
GESTION DE LA PRODUCCION AGROINDUSTRIAL**

Presente.-

Estimada ingeniera, en respuesta a su solicitud de auspicio, me es grato indicarle que mi empresa PROSOYEC, está muy interesada en el tema de su investigación, por tal razón como gerente de la misma me comprometo en apoyar a su investigación en lo correspondiente a la donación de okara de soya necesaria para su trabajo y aquella información en cuanto a datos sobre su uso, costos y volúmenes de la misma.

Deseo que los resultados de su investigación sean positivos y contribuyan con alternativas de valor agregado a este subproducto de la soya, esperando que una vez tenga sus resultados me los pueda compartir.

La presente respuesta puede ser presentada por la interesada, ante las autoridades de la Institución de Educación Superior como fe de la voluntad de apoyo de la empresa privada a la academia.

Atentamente,

**PROSOYEC**

Sr. ~~Mos~~ Orlando Espín

**GERENTE PROPIETARIO PROSOYEC**

<http://www.prosoyec.com.ec>

prosoyec@gmail.com

Telf. 0992701850