



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO**

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS

**“UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE OKARA EN LA ELABORACIÓN
DE YOGURT TIPO I”.**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS

AUTOR:

ROBERTO CARLOS PORTILLA RODAS

MACAS – ECUADOR

2015

Este trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente tribunal

Ing. Jonny Israel Guaiña Yungán.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Daniel Beltrán Del Hierro.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Lucía Janeth García.

ASESORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Macas, 31 de Julio del 2015.

AGRADECIMIENTO

A Dios por regalarme la oportunidad de vida, a mis padres por haberme enseñado día a día que el sacrificio, la perseverancia y la honradez son el camino seguro a la realización personal.

Agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Extensión Morona Santiago a la Escuela de Ingeniería en Industrias Agropecuarias, por abrirme sus puertas para recibir una educación formadora.

DEDICATORIA

Se lo dedico de todo corazón a **Dios** por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida estudiantil y posterior ejercer como profesional.

También agradezco la confianza y el apoyo brindado por parte de mi familia ya que con su apoyo he llegado a dar un paso más en la vida profesional, que siempre me han estado apoyándome, gracias de todo corazón a ellos.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	vii
Lista de anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. SOYA (Glycine max)	3
1. <u>Generalidades</u>	3
2. <u>Taxonomía de la soya</u>	5
3. <u>Propiedades de la soya</u>	5
4. <u>Productos elaborados a partir del grano de soya</u>	6
B. IMPORTANCIA DE LOS ALIMENTOS ENRIQUECIDOS	12
1. <u>Alimentos funcionales</u>	14
C. YOGURT	16
1. <u>Definición</u>	17
2. <u>Clasificación del yogurt</u>	18
3. <u>Valor nutritivo del yogurt</u>	20
4. <u>Beneficios del yogurt</u>	21
5. <u>Ingredientes utilizados en la elaboración del yogurt</u>	23
6. <u>Norma INEN del yogurt</u>	27
D. CONCEPTOS GENERALES DEL ANALISIS SENSORIAL	30
1. <u>Degustador</u>	30
2. <u>Degustación</u>	30
E. HOJA DE ESCALA NUMÉRICA DE DATOS “TEST SENSORIAL”	32
III. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	35
A. LOCALIZACION Y DURACION DEL EXPERIMENTO	35
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	35
C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	35
1. <u>Instalaciones</u>	36
2. <u>Equipos y Materiales de Procesamiento</u>	36
3. <u>Equipos y materiales de laboratorio</u>	36

D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	37
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	39
1.	<u>Análisis bromatológico del okara</u>	39
2.	<u>Análisis físico químico del producto final</u>	39
3.	<u>Análisis microbiológico</u>	39
4.	<u>Organoléptico</u>	40
5.	<u>Rentabilidad</u>	40
6.	<u>Vida de anaquel</u>	41
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	42
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	42
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	43
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	46
A.	ANALISIS FISICO QUIMICO DE LA MATERIA PRIMA (OKARA)	46
B.	ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL YOGURT TIPO I CON DIFERENTES NIVELES DE OKARA	48
C.	VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA	60
D.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL YOGURT TIPO I CON DIFERENTES NIVELES DE OKARA	64
E.	VIDA DE ANAQUEL DEL YOGURT TIPO I CON DIFERENTES NIVELES DE OKARA	65
F.	ANALISIS ECONOMICO DEL YOGURT TIPO I CON DIFERENTES NIVELES DE OKARA	66
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	69
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	71
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	72
	ANEXOS	72

RESUMEN

En las instalaciones de la Planta procesadora de Lácteos PROLACMOS, ubicada en la provincia de Morona Santiago, se evaluó el efecto de adición de okara en el yogurt tipo I, ajustado bajo un diseño completamente al azar, con tres repeticiones, teniendo ¿cómo unidad experimental 3 L de leche. La okara reportó un contenido de proteína en base seca contiene 23,76%, grasa 13,41% de grasa, su ingrediente por el cual se puede considerar como un aditivo funcional es su considerable contenido de fibra bruta de 18,50%. La adición de okara es proporcional a los parámetros medidos: pH, viscosidad, sólidos totales, ceniza, proteína, fibra, grasa, Ca y P; y fue inversamente proporcional al contenido de azúcares totales y grados Brix, determinándose diferencias significativas ($P < 0,05$) entre medias de los tratamientos. Los mayores valores se evidenciaron en el tratamiento T5 al 20% de adición de okara con respecto al tratamiento T1 con 0% de okara. El análisis organoléptico reportó diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0,05$), el tratamientos T1 muestra valores altos en cuanto al sabor y textura de 4,35 y 4,20 puntos respectivamente, seguido del tratamiento T2 con 3,30 puntos en sabor y textura. Los valores inferiores lo reportó el tratamiento T5 con 1,75 y 1,90 puntos. En el análisis de pH para determinar la vida útil del yogurt con diferentes niveles de okara se observó que no existe diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los tratamientos T2, T3 y T5 de 0 a 28 días de almacenamiento, pero si difieren del tratamiento T1 y T5, ($P < 0,05$). Para el tratamiento T1 el pH descendió de 4,3 a 3,73 y para el tratamiento T5 de 4,60 a 3,93. El menor costo de producción se observó en el tratamiento T1 con 0% de adición lográndose un beneficio/costo de 1,25 dólares, sin embargo la adición de okara como fuente rica en fibra puede ser representativo si se lo considera como un alimento funcional, siendo el tratamiento T2 el de mayor aceptación y mejor beneficio/costo (1,23 USD).

ABSTRACT

At the installations of the Dairy Product Processing Plant PROLACMOS, located in the Morona Santiago Province, the addition of okara in the type 1 yogurt was evaluated, adjusted under a completely at random design, with three replications, having as an experimental unit 3L milk. The dry okara reported a protein content which contains 23.76% fat, 13.41 fat; this is why it could be considered as a functional additive. Its considerable raw fiber is 18.50%. the okara is proportional to the measured parameters: pH, viscosity, total solids, ash, protein, fiber, fat inversely proportional to the total sugar content and "Brix, determining significant differences ($P < 0,05$) between treatment measurements. The higher values were evident in the treatment T5 at 20% okara addition as compared to the treatment T1 with 0% okara. The organoleptic analysis reported significant differences between the treatments ($P < 0,05$), the treatments T1 showed high values in flavor and texture of 4.35 and 4.20 points respectively, the treatment T2 with 3.30 points in flavor and texture. The lowest values were reported in the treatment T5 with 1.75 and 1.90 points. In the pH analysis to determine the service life of yogurt with different okara levels, it was observed that there were no significant differences ($P < 0,05$) between the T2, T3 and T5 treatments from 0 to 28 days storage, but there is a different between the treatment T1 and T5 ($P < 0,05$). For the T1 treatment the pH decreased from 4.3 to 3.73, and for the T5 treatment, from 4.60 to 3.93. the lowest production cost was observed in the T1 treatment with 0% addition resulting in a benefit-cost of 1.25 dollars. The okara as a rich fiber source can be significant if it is considered as a functional food, the treatment T2 being the most acceptable and having the highest benefit cost (1.23 dollars).

LISTA DE CUADROS

1.	COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE OKARA DE SOYA (100GR).	15
2.	VALOR NUTRITIVO DEL YOGURT ENTERO Y LIGHT.	22
3.	ESPECIFICACIONES DEL YOGURT.	31
4.	REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS.	31
5.	TABLA DE TEST SENSORIAL.	34
6.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	41
7.	ESQUEMA DEL ADEVA.	43
8.	FORMULACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE YOGURT TIPO I CON DISTINTOS NIVELES DE OKARA.	44
9.	ATRIBUTOS ORGANOLÉPTICOS A CALIFICARSE.	48
10.	PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA OKARA.	49
11.	ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL YOGURT TIPO I CON DIFERENTES NIVELES DE OKARA.	49
12.	ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DEL YOGURT TIPO I CON DIFERENTES NIVELES DE OKARA.	60
13.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL YOGURT TIPO I CON DIFERENTES NIVELES DE OKARA.	65
14.	VIDA DE ANAQUEL DEL YOGURT TIPO I CON DIFERENTES NIVELES DE OKARA.	67
15.	ANÁLISIS BENEFICIO/COSTO DEL YOGURT TIPO I CON DIFERENTES NIVELES DE OKARA.	68

LISTA DE GRAFICOS

Nº		Pág.
1.	Diagrama de flujo para la obtención de okara.	45
2.	Diagrama de flujo elaboración de yogurt con diferentes niveles de okara.	46
3.	Determinación de pH en yogurt tipo I elaborado con diferentes niveles de okara.	50
4.	Línea de regresión del contenido de sólidos totales en yogurt tipo I elaborado con diferentes niveles de okara.	52
5.	Línea de regresión del contenido de Proteína en yogurt tipo I elaborado con diferentes niveles de okara.	54
6.	Línea de regresión del contenido de Fibra en yogurt tipo I elaborado con diferentes niveles de okara.	56
7.	Valoración organoléptica (color) en yogurt tipo I elaborado con diferentes niveles de okara.	62

LISTA DE ANEXOS

N.-

- 1 Análisis estadístico de la Viscosidad (Cp) del yogurt elaborado con diferentes niveles de okara.
- 2 Análisis estadístico de Sólidos Totales (%) del yogurt elaborado con diferentes niveles de okara.
- 3 Análisis estadístico de Ceniza (%) del yogurt elaborado con diferentes niveles de okara.
- 4 Análisis estadístico de Proteína (%) del yogurt elaborado con diferentes niveles de okara.
- 5 Análisis estadístico de Fibra (%) del yogurt elaborado con diferentes niveles de okara.
- 6 Análisis estadístico de Grasa (%) del yogurt elaborado con diferentes niveles de okara.
- 7 Análisis estadístico de Azúcares (Brix) del yogurt elaborado con diferentes niveles de okara.
- 8 Evaluación organoléptica de yogurt tipo i elaborado con diferentes niveles de okara.

I. INTRODUCCIÓN

Ada, S. (2004), conforme aumenta la población del planeta se pone de manifiesto la importancia de los limitados y preciados recursos naturales de la Tierra, de manera que la producción adecuada de alimentos se convierte en una necesidad apremiante para alimentar a esa población cada vez mayor. De esto se deduce la importancia de conocer los alimentos habituales e introducir nuevos para cubrir esas necesidades y aportar algún beneficio para la salud.

Hermida, M. (2003), la industria alimentaria genera anualmente una gran cantidad de subproductos que no son aprovechados o se utilizan para la alimentación animal u otros fines distintos. Algunos de estos subproductos son parte del mismo vegetal que se eliminan con fines meramente comerciales pero cuyo contenido en nutrientes podrían hacerlo susceptibles de ser considerados como materia prima de interés para la elaboración o enriquecimiento de otros alimentos.

Champ, J. (2002), los subproductos con algún interés funcional más frecuente en el mercado actual provienen sobre todo de cereales y frutas (Laurrauri, 1999), sin embargo apenas se tiene en cuenta los procedentes de legumbres. Las legumbres son pobres en grasa, excepto la semilla de soya, que es una excelente fuente de proteínas y fibra alimentaria con una gran variedad de micronutrientes que hacen de ella una fuente de salud y prevención de enfermedades.

Dentro de los subproductos que genera el beneficio de la soya es el Okara, nombre que se le da a la pulpa residual obtenida de la elaboración de leche de soya. Es un subproducto rico en proteínas y fibra alimentaria, capaz de formar parte del bolo alimenticio, necesario para los movimientos intestinales normales, previniendo el estreñimiento y ayudando a expulsar toxinas del organismo. (Tetra Pak, 2005)

Rinaldi y col, (2000), el descubrimiento de formas convenientes para incorporar el okara podría eliminar una fuente de contaminación y añadir valor económico a productos menos valorados por su perfil nutricional. De manera que su

incorporación a diferentes alimentos proporciona un aumento de la fracción proteica y del contenido de fibra alimentaria.

INEN, (2012), en los últimos años en el Ecuador, se ha visto un crecimiento en la producción lechera así como en la producción de derivados como el yogurt. El yogurt ha conseguido situarse entre los doce productos más consumidos, aunque es menos prioritario que el pan, arroz, varios tipos de carnes, queso, gaseosas, huevos y papa.

Tamime y Robinson, (1999), este crecimiento refleja la necesidad de mejorar las tecnologías existentes en producción de yogurt, optimizando costos de producción y mejorando la calidad del producto final, para esto es de suma importancia conocer las características finales del producto. La industria láctea ha realizado estudios con el fin de mejorar las características del yogurt, empleando estabilizantes que incrementan el nivel de sólidos con adición de sustrato, entre ellos los subproductos agroindustriales.

Esta investigación tiene como finalidad utilizar diferentes niveles de okara para dar mayor consistencia y textura al yogurt, de esta manera se integra un producto nuevo bajo en grasa, rico en fibra y alto valor proteico; dando así un consumo apropiado y de calidad apto para el consumo humano.

Por lo expuesto anteriormente en la presente investigación resaltaron los siguientes Objetivos:

- Determinar las propiedades físico químicas del okara
- Evaluar la aceptabilidad de los diferentes niveles (5, 10, 15, y 20%) de okara en la elaboración de yogurt tipo I.
- Establecer el tiempo de vida de útil del producto terminado.
- Analizar el beneficio costo del producto terminado.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. **SOYA (*Glycine max*)**

1. Generalidades

Baumer, R. (2003), la soya (*Glycine max*) es una leguminosa anual de consistencia herbácea, tallos rígidos, fuertes y erectos. La altura, según las variedades y condiciones de cultivo, están comprendidas entre los 40 cm y 1.5 m. Las hojas son compuestas, excepto las primeras que se forman, que son simples, y tienen color verde característico.

La soya es una leguminosa con un excelente valor nutritivo. Procesada con el grano entero, contiene cantidades considerables de fibra, pequeñas porciones de grasa saturada, y por su origen vegetal no contiene colesterol. Contiene $\pm 40\%$ de proteína y provee la mayoría de los aminoácidos indispensables para el organismo. Además contiene hierro, calcio y varias vitaminas. Al contener diferentes sustancias que benefician la salud, la proteína de soya debe ser incluida en la alimentación de todas las personas, la recomendación general es consumir alrededor de 20 a 25 gramos de proteína de soya al día.

Ha sido definida como leguminosa-oleaginosa. Es leguminosa porque botánicamente tiene las mismas características de los granos incluidos en esa categoría; es oleaginosa por su contenido de aceite, porque en sus estructuras se almacena una cantidad importante de aceite.

2. Taxonomía de la soya

La Enciclopedia Agrícola Terranova muestra una clasificación taxonómica de la soya, donde se observa que esta planta pertenece al orden de las leguminosas dentro de la familia de las papilionáceas. (Ver cuadro 1).

Cuadro 1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA SOYA.

Nombre científico	Glycine max
Nombre común	Frijol de soya
Reino	Vegetal
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotyledoneae
Orden	Leguminoceae
Familia	Papilionosae
Género	Glycine
Especie	Max

Fuente: Encarta, clasificación de la soya (2012).

3. **Propiedades de la soya.**

La soya es muy rica en calcio, con un contenido muy cercano al de la leche de vaca, resulta adecuada para aquellas personas que no toleran bien la leche o que no pueden tomarla porque tienen intolerancia a la lactosa.

La soya es una de los alimentos más saludables sobre Tierra. Una evaluación completa de todos los beneficios, podría llenar un libro grande fácilmente. Los puntos clave, acerca de los beneficios de la soya están relacionados por su excelente contenido de proteína, alto contenido de ácidos grasos esenciales, numerosas vitaminas y minerales incluyendo isoflavones, saponinas y sus fibras. El haba de soya contiene una gran cantidad de nutrientes, esto está relacionado con una gran cantidad de beneficios médicos como:

Los decrecimientos de los síntomas de la menopausia.- Los productos de isoflavones de soya, parecen reducir los síntomas de la menopausia, especialmente rubores calientes.

Reduce el riesgo de ciertos cánceres.- Usar productos de soya disminuye el riesgo del cáncer de mama. Los productos de soya pueden también reducir el

riesgo de cáncer de colon y de próstata. La acción anticáncer es atribuida a los isoflavones. Los isoflavones tienen propiedades antioxidantes, que ayudan a prevenir la oxidación de DNA. Los isoflavones también impiden la oxidación de DNA; y también reducen el índice de crecimiento de las células cancerígenas.

Rica en proteínas saludables de soya.- Los productos de soya son vegetales con excelentes fuentes de proteínas. La mayoría de las sugerencias y recomendaciones para mejorar la salud, advierten limitar el uso de proteína animal, por lo tanto sustituir el pollo, la carne de res o cerdo por la soya.

Comparada con otros frijoles, la soya tiene el más alto contenido proteico. De hecho el 38 % del peso de la carga comestible del haba de soya es proteína, el resto corresponde a carbohidratos y grasas. La proteína de soya contiene todos los aminoácidos esenciales.

Libre de la grasa saturada - Los productos de soya están libres de grasa saturada, implicada en muchos problemas de salud. La soya es también libre de colesterol.

Desarrolla huesos más fuertes - Aparentemente los isoflavones presentes en la soya parecen incrementar el contenido mineral de los huesos en la mujeres durante la posmenopausia, reduciendo la posibilidad de osteoporosis. Los isoflavones de soya son los responsables de la protección de los huesos; por lo tanto, al remplazar la proteína animal por vegetal, mejora la salud de los huesos.

Bajo colesterol - Aparentemente los productos de soya disminuyen el contenido de colesterol total en la sangre y los niveles de LDL, así como disminuye los porcentajes de grasa en la dieta. Se recomienda 25gr de proteína de soya en el consumo de las tres comidas diarias según la FDA. Existen demandas de salud aprobadas que dicen, que 25gr de proteína de soya en la dieta diaria, contiene bajo contenido de grasa saturada y colesterol y lo cual puede reducir el riesgo a enfermedades del corazón. Muchos productos de comida que contienen proteína de soya, anuncian esto, como advertencia en sus etiquetas. Benigno para el riñón - Personas con la función de riñón reducida, tales como los diabéticos que tienen neuropatía, pueden beneficiarse remplazando proteína animal con proteína de soya.

4. Productos elaborados a partir del grano de soya

De acuerdo a la Administración de Drogas y Alimentos de Estados Unidos (FDA). Existen en la actualidad diversos productos elaborados a base del grano de soya y esto se debe a que los productos de soya ofrecen muchos beneficios para la salud (SICA, 2006). Entre estos tenemos:

a. Miso

El miso es una mezcla fermentada de soya, sal y otro grano que resulta en una pasta salada. Esta combinación de ingredientes se deja madurar de uno a tres años en barriles de madera de cedro. El miso se puede usar para sazonar sopas, salsas, aderezos y salsas para marinar.

b. Tofu

Este es la leche de soya cuajada y se prepara al mezclar la leche de soya caliente con un coagulante. El tofu es blanco, tiene la forma cuadrada y su textura, sabor y consistencia es similar a la del queso. El tofu está disponible en consistencia firme, suave o de seda y puede encontrarse en la sección de productos lácteos del supermercado. El tofu de consistencia firme se usa en recetas de “stirfry”, en sopas y en guisados. El tofu suave puede ser mezclado con hierbas y especias para usarse en salsas.

c. Nueces de soya

Las nueces de soya tostadas son frijoles de soya enteros que han sido remojados en agua y horneados. Estas nueces están disponibles en diferentes sabores, incluyendo las nueces de soya cubiertas en chocolate. Las nueces de soya son parecidas en textura y sabor al maní y son altas en proteínas e isoflavonas.

d. Tempeh

El tempeh es hecho de frijoles de soya fermentados. Es un alimento tradicional de Indonesia. Se le da la forma de una torta de soya que es suave y rica. El tempeh puede ser marinado, asado o añadido a guisados, sopas y cazuelas. Tiene un sabor ahumado o a nuez. El tempeh se puede encontrar en la sección de productos lácteos del supermercado o en tiendas de productos naturales.

e. Salsa soya

Este líquido color marrón oscuro se prepara de los frijoles de soya fermentados. Aunque las salsas de soya tienen un sabor salado, son más bajas en sodio que la sal. Algunos tipos de salsa de soya son shoyu, tamari y la salsa teriyaki. La salsa shoyu es una mezcla de soya con trigo, mientras que la salsa tamari es hecha de soya solamente. La salsa teriyaki es más espesa que los otros tipos de salsa e incluye ingredientes tales como azúcar y vinagre.

f. Natto

El Natto es preparado de frijoles de soya enteros que son fermentados y cocinados. El Natto se digiere más fácilmente que los frijoles de soya enteros porque el proceso de fermentación destruye las proteínas complejas de los frijoles. El Natto tiene una textura como la del queso con una capa viscosa y pegajosa. En países asiáticos, el Natto se sirve con arroz, en sopas de miso y con vegetales. El Natto se vende en tiendas asiáticas y tiendas de productos naturales.

g. Leche de soya

Los frijoles de soya son remojados, molidos y luego se cuelean para producir un líquido llamado leche de soya, el cual es un buen sustituto para la leche de vaca. La leche de soya pura, sin ser fortificada, es una buena fuente de alta calidad de proteínas y vitaminas del complejo B. La leche de soya también está disponible en versiones fortificadas y se vende en envases que se consiguen en los anaqueles del supermercado. La leche de soya debe refrigerarse luego de ser abierto el envase y se puede usar con cereales, batidos y en natillas.

5. Métodos para la obtención de leche de soya

La leche de soya básicamente es un extracto acuoso del grano de soya, una dispersión estable de las proteínas de soya en agua, semejante, en apariencia, a la leche de vaca, la misma que puede ser obtenida mediante diversos métodos. Actualmente existen métodos que, a gran escala y con tecnología moderna, permiten producir productos de buena calidad y de mejor apariencia.

Entre los principales métodos para la elaboración de la leche de soya se destacan:

- Método Tradicional
- Método de Illinois
- Método de Cornell

a. Método Tradicional

El método tradicional es un método sencillo, donde su producto final no solo tiene sabor y aroma residual a leguminosa sino que también es un producto del cual se espera rendimientos de producción bajos.

b. Método Illinois

Tetra pak, (2005), el método Illinois fue descubierto e introducido en el año 1975, donde su mayor parámetro crítico consiste en desactivar la enzima lipoxigenasa sumergiendo los granos de soya en agua caliente por un tiempo aproximado de 20 min. En este método también se utiliza bicarbonato de sodio en una de sus etapas para darle mejor sabor al producto final.

c. Método Cornell

Tetra Pak, (2005), el método Cornell consiste en la desactivación de la enzima lipoxigenasa, directamente moliendo los granos de soya en agua caliente en temperaturas de 80 -100° C, por un tiempo de 5 – 10 min. Este método aprovecha íntegramente el grano de soya el cual significa que el grano no es descascarado para su posterior proceso. El método cornell da como resultado un producto con altos niveles de proteína, baja percepción del aroma y sabor a leguminosa y permite que el rendimiento de producción sea alto.

6. Importancia de la soya

Calvo D, (2003), la soya es un cultivo de un elevado poder nutritivo y de gran contenido proteico, de ahí que los chinos la llamen “carne sin huesos”. Por sus propiedades nutritivas y saludables, y basándose en aprobaciones científicas de los Estados Unidos, para el Control de Alimentos y Medicamentos (F.D.A), han resuelto permitir a las empresas de alimentos que contengan un mínimo de 6,25 gramos de proteína de soya por ración de consumo, que incluyan en el envoltorio

del producto la siguiente alegación: “25 gramos de proteína de soya al día, incluida en una dieta baja en grasas saturadas y colesterol, pueden reducir el riesgo de sufrir trastornos cardíacos”.

La soya puede cultivarse en cantidades suficientemente grandes para ayudar a resolver algunos problemas de desnutrición en el mundo. Por más de 4.000 años los chinos han aprovechado los beneficios de la soya, sin embargo les ha tomado mucho tiempo.

Dávila, J. (2004), la soya no solo es fuente de proteína de buena calidad, también proporciona aceite de soya, grasas insaturadas, fibra dietética y lecitina. Hoy en el mundo empieza a darse cuenta cuán nutritiva y económica fuente de proteína es realmente la soya. Y en los años por venir, la soya puede convertirse en un alimento importante para la salud y buena nutrición de la población mundial.

Chianu, J. (2010), actualmente escasean los alimentos en el mundo, la soya es considerada como la planta más eficiente en la producción de proteínas de buena calidad. La soya puede proveer cinco veces más proteína aprovechable por acre de tierra cultivada, que la proteína que se obtiene del ganado criado en la misma extensión de tierra.

Calvo, D. (2003), la soya es uno de los cultivos más rentables, debido a la importancia estratégica que tiene para los esquemas tecnológicos de producción de alimentos concentrados para la alimentación de animales y en la actualidad ha tomado gran impulso en el desarrollo de productos derivados de la soya para la alimentación humana, debido a su alto contenido proteico (alrededor de 40%). Además posee en el grano hasta 20% de aceite de excelente calidad para consumo humano. Es también un cultivo que ofrece en la agricultura una alternativa variable para una producción óptima, basada en la rotación de cultivos, garantizando al productor un alto nivel de rentabilidad.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSO (INEC). (2010), las tasas de conversión del grano de soya son: un 70% del grano se transforma en pasta de soya y un 18% en aceite; el resto de usos de la soya para elaborar carne, leche o harinas es marginal. El cultivo de soya es una alternativa adecuada como cultivo de verano para pequeños agricultores sin infraestructura de riego, (se

aprovecha el remanente de humedad del ciclo invernal) para la rotación con maíz, por cuanto aporta nitrógeno al suelo. Las condiciones agroecológicas que caracterizan a ciertas provincias de la Costa permitirían incrementar este cultivo, especialmente en Manabí.

7. Características del okara

Do Santos, (2004), okara es el nombre que se le da a la pulpa residual obtenida una vez que se filtra el frijol molido mezclado con agua para obtener la leche de soya. Es de color beige claro y tiene una textura grumosa fina, constituye la fibra dietética vegetal de la soya.

El okara presenta, aproximadamente, un 80% de humedad. Este alto contenido hace que sea difícil de manejar y su secado por medios convencionales resulte demasiado caro y por otro lado, es un producto muy nutritivo, con una gran cantidad de proteínas, y un alto contenido de fibra alimentaria. Se puede utilizar para elaborar diversos productos secundarios, o bien, se puede añadir al pan o a otros productos de panificación. Sin embargo, la mayoría de las veces, debido a la gran cantidad de subproducto que se obtiene y lo altamente susceptible que es a la putrefacción, siendo potencialmente un problema medioambiental, acaba siendo usada como alimento para animales.

Bowles, M. (2005), este subproducto contiene mayoritariamente fibra compuesta por celulosa, hemicelulosas y lignina, pero además presenta más de un 20% de proteínas, 10-15% de grasa, alrededor del 10% de isoflavonas y muy poco almidón y carbohidratos simples. Esta composición hace que el Okara se pueda utilizar por su fibra alimentaria para el enriquecimiento de distintos alimentos. Así, podría ser un candidato adecuado para enriquecer nutricionalmente a los productos hechos a base de cereales, bizcochos y snacks, ya que reduciría el contenido calórico de estos y aumentaría su contenido en fibra alimentaria.

Cerca de 1.1kg de Okara fresco, base húmeda, es producido por el procesamiento de 1kg de granos de soja más cantidades iguales de agua, para obtener extracto acuoso. De la deshidratación de 1 kg de este subproducto, son obtenidos aproximadamente 250g de Okara seco, harina.

Do Santos, (2004), en el procesamiento de la soja, la etapa de inmersión de los granos en el agua buscando el ablandamiento es casi siempre necesaria, y el tratamiento térmico adecuado del grano aumenta la digestibilidad de las proteínas, también como inactiva los inhibidores de las proteasas y otros factores anti nutricionales.

Souza, R. (2000), el descubrimiento de formas convenientes para incorporar el okara en los alimentos podría eliminar una posible fuente de contaminación y añadiría valor económico a productos menos valorados por su perfil nutricional. De manera que su incorporación a diferentes alimentos proporcionaría un aumento de la fracción proteica y del contenido de fibra alimentaria, además de aportar isoflavonas.

8. Obtención de okara

Soy, Q. (2006), durante la elaboración de la leche de soja en la operación de filtrado o tamizado queda un gran remanente llamado okara o pulpa de soja que usualmente se desecha, el cual contiene cerca del 17% de proteína, éste puede servir de base para elaborar un sustituto de la carne de animal.

Coello K. (2011), el proceso de obtención es por el método Cornell, consiste en la desactivación de la enzima lipoxigenasa, directamente moliendo los granos de soja en agua caliente en temperaturas de 80 a 100°C, por un tiempo de 5 a 10 min. Este método aprovecha íntegramente el grano de soja el cual significa que el grano no es descascarado. El método Cornell da como resultado un producto con altos niveles de proteína, baja percepción del aroma, sabor a leguminosa y permite que el rendimiento de producción sea alto. El okara que previamente ha sido sometido a un proceso térmico mantendrá una utilidad 2 a 3 días a temperatura de refrigeración (2 a 5°C) o hasta 4 a 5 meses si la congelamos.

9. Propiedades y Beneficios del Okara

Souza, R. (2000), desde el punto de vista nutricional, productos a base de soja son ejemplos de alimentos funcionales, ya que además de presentar elevados niveles de proteínas de buena calidad, los componentes de la misma presentan sustancias fisiológicamente activas y moduladoras de varios procesos metabólicos en el ser humano.

Souza, R. (2000), cultivada por sus semillas es una mercadería agrícola de gran valor económico debido a su composición química peculiar. Entre cereales y leguminosas tiene el mayor contenido proteico, cerca del 40%; en comparación con otras legumbres donde ese tenor es del 20 al 30%, y en los cereales varía del 8 al 15%. También debe su importancia económica y nutricional al elevado tenor de lípidos, aproximadamente 20%. Los lípidos y las proteínas son responsables del 60% del peso seco de la misma, el resto está compuesto por hidratos de carbono, aproximadamente 35%, y cenizas cercano al 5%. La humedad representa en media 13% del grano, que en una base húmeda contiene aproximadamente 35% de proteínas, 17% de lípidos, 31% de hidratos de carbono y 4,4% de cenizas. Se demuestra que cerca del 8% del grano corresponde a la cáscara, 90% a los cotiledones y el 2% al hipo cotiledón. El cotiledón contiene la mayor proporción de proteínas y lípidos, en cuanto que la cáscara contiene los menores tenores de este componente. El contenido proteico del hipo cotiledón es similar al del cotiledón, pero la tasa de lípidos es casi la mitad del mismo.

Do santos, (2004), en relación a los hidratos de carbono, en base seca posee cerca del 35% de este componente, siendo el segundo mayor porcentaje de su composición. Por ello, el valor económico de los hidratos de carbono de la soja es considerado pequeño si se compara con las proteínas y lípidos. El principal uso de los hidratos de carbono de la soja ha sido la alimentación de animales, contribuyendo en la ingesta calórica. A principio su uso se destinaba básicamente a los rumiantes, debido a la presencia de fibras no digeribles por los animales monogástricos. Se conocen los beneficios de dietas ricas en oligosacáridos y fibra en la prevención de cáncer de colon y de otras enfermedades.

Souza, R. (2000), los granos de soja maduros contienen trazas de monosacáridos como glucosa y arabinosa, y cantidades mensurables de di y oligosacáridos como sacarosa, 2,5 - 8,2%, rafinosa 0,1 - 0,9%, y estaquiosa 1,4 - 4,1%.

Silva, M. (2012), fuera de la presencia de oligosacáridos en los granos de soja y productos a base de soja sea considerada indeseable por ser asociada a flatulencias, se demostraron algunos beneficios de la indigestión de estos componentes en los humanos como el aumento del contenido total de bífido bacterias en el colon por el efecto antagónico de la actividad putrefactivas de las

bacterias; la supresión de metabolitos tóxicos y enzimas nocivas. Además la prevención de diarreas por el efecto antagónico de putrefacción bacteriana; prevención de constipación debido a la producción de niveles elevados de ácidos grasos de cadena corta por las bífido bacterias; reducción de la presión sanguínea efectos anti cancerígenos y la producción de nutrientes como vitaminas, también debido al aumento de la actividad de las bífido bacterias.

Silva, M. (2012), componentes como antioxidantes, isoflavonas, fosfolípidos, aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales hacen que la utilización de productos a base de soja en la dieta alimentaria contribuyan a una mejor calidad de vida, incrementando el funcionamiento orgánico en la reducción de la concentración sérica de colesterol y triglicéridos, previniendo así, enfermedades crónico-degenerativas y algunos tipos de cáncer.

Charley, H. (2001), se sugiere trabajar entre 80 a 100°C para tratamientos térmicos de corto tiempo y entre 70 y 80°C para tratamientos más prolongados, para evitar grandes pérdidas de valor biológico de la proteína.

10. Valor Nutricional del Okara

Akiko, A. Shurtleff, W. (2011), la okara contiene cerca del 17% de las proteínas originales de la soya, 3.5% de su peso, cerca de la misma proporción encontrada en la leche entera de vaca o en el arroz integral cocido. Por lo que además de las funciones de fibra, aporta también una cantidad de proteína. La okara es baja en grasa, rica en fibra, y también contiene proteína, calcio, hierro y riboflavina. 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. En seco contiene un 24% de proteína en peso, 8 a 15% de grasa y 12 a 14,5% de fibra cruda. Contiene 17% de la proteína de las semillas de soya originales, en la siguiente tabla se detalla la información nutricional. (Ver cuadro 2).

Cuadro 2. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE OKARA DE SOYA (100GR).

COMPONENTE	PORCENTAJE
Humedad	70,00 – 80,00
Proteína	12,30
Grasa	6,10
Fibra	3,40
Sodio	0,70

Fuente: Dávila, J. (2004).

B. IMPORTANCIA DE LOS ALIMENTOS ENRIQUECIDOS

Pantanelli, L. (2008), a medida que avanza el estudio de las interacciones entre genética y alimentación, se incrementa la evidencia de la conveniencia de consumir en ocasiones determinadas alimentos funcionales junto con una dieta bien equilibrada, un alimento puede considerarse funcional si se demuestra satisfactoriamente que ejerce un efecto beneficioso sobre una o más funciones selectivas del organismo, además de sus efectos nutritivos intrínsecos, de tal modo que resulte apropiado para mejorar el estado de salud y bienestar, reducir el riesgo de enfermedad, o ambas cosas. Los alimentos funcionales deben seguir siendo alimentos, y deben demostrar sus efectos en las cantidades en que normalmente se consumen en la dieta. No se trata de comprimidos ni cápsulas, sino de alimentos que forman parte de una comida normal.

El desarrollo de alimentos funcionales abre grandes posibilidades para mejorar la salud y la calidad de vida de muchas personas, es fundamental que las pruebas científicas relativas a estos productos estén correctamente fundamentadas antes de comunicar al consumidor sus potenciales beneficios, esto asegurará la credibilidad de los beneficios alegados. Por todo ello, la colaboración entre las diversas disciplinas implicadas en la Ciencia de los Alimentos y la Nutrición resulta esencial para generar innovaciones de éxito y creíbles en el desarrollo de los alimentos funcionales.

Varelas, S. (2003), las cuestiones fundamentales en el enriquecimiento de alimentos son la selección de compuestos enriquecedores apropiados, la

identificación de vehículos adecuados, la determinación de tecnologías a utilizar en el proceso de enriquecimiento y por último la implementación de mecanismos de seguimiento apropiados. También son necesarios métodos fiables para determinar el estado de los micronutrientes tanto en el establecimiento de la necesidad para el enriquecimiento como en el seguimiento de su efecto nutricional. Cuando se evalúan los alimentos enriquecidos y fortificados en el contexto de una dieta saludable hay que tener en cuenta las concentraciones para que sean seguros ya que, el margen de seguridad entre ingesta habitual de nutrientes y la que produciría efectos adversos, varía enormemente para cada componente.

Los cambios registrados en los últimos años en el perfil de los consumidores y en sus hábitos alimenticios brindaron importantes oportunidades de negocios a la industria alimentaria, también impulsaron la elaboración de productos fortificados y enriquecidos, destinados a satisfacer necesidades específicas de personas sanas, que tienen efectos benéficos sobre el organismo y evitan posibles enfermedades. Los productos enriquecidos han sido modificados en su composición original mediante la adición de nutrientes esenciales a fin de satisfacer necesidades particulares de alimentación de determinados grupos de la población.

La suplementación de productos alimenticios con Okara fue relatada en el 2002, por Waliszewski S. M., y sus colaboradores, en esta investigación, los autores realizaron una validación química y sensorial de la misma, incluyendo un perfil de composición en aminoácidos, y fueron incorporados porcentajes de 5, 10, 15, 20, y 25% de este subproducto en tortillas. Por medio de estudios, los autores demostraron que concentraciones de hasta 10% de Okara pueden ser adicionados en las tortillas, alcanzando niveles satisfactorios de aceptación, sin producir efectos negativos desde el punto de vista sensorial, además, el enriquecimiento de tortillas resultó un importante aumento en la concentración de aminoácidos como lisina, triptófano, treonina e isoleucina (Vargas 1998).

1. **Alimentos funcionales**

Alarcón, P. (2002), indica que esta denominación se refiere a cualquier alimento o ingrediente potencialmente saludable que pueda proveer beneficios a la salud más allá de los nutrientes tradicionales que contiene. Diversas instituciones a nivel internacional han elaborado su propia definición sobre los alimentos funcionales, y existen aún controversias sobre qué es y que no es un alimento funcional; incluso la American Dietetic Association señala que todos los alimentos podrían considerarse como funcionales según el estado fisiológico (ADA, 2004).

El mercado de los alimentos funcionales, es un negocio muy atractivo no solo por los efectos sobre la salud, sino por los márgenes de rentabilidad que maneja, alrededor del 60% (Revista Dinero, 2007). Datos reportados por el IICA indican que este mercado y el de productos nutracéuticos, en el cual Japón, Canadá, Estados Unidos y algunos países de Europa ya han tomado la delantera, presenta una proyección de crecimiento increíblemente acelerada (US\$500 billones para el año 2010) y es actualmente una de las actividades productivas y comerciales de mayor impacto a nivel mundial, dado que las previsiones de crecimiento anual se encuentran entre el 15 y el 30%.

En Ecuador este espacio de mercado presentó un crecimiento cercano al 30% en los últimos dos años, despertando el interés de las grandes empresas, las cuales han incrementado el presupuesto destinado a la investigación, con el fin de generar nuevos desarrollos que den respuesta a estas tendencias de alimentación, atendiendo un segmento de mercado cada vez más importante.

La industria láctea ha sido pionera en la oferta de estos alimentos, con aproximadamente un 33% de su portafolio de productos. Sin embargo, la búsqueda continua y sigue siendo una de las prioridades del sector.

Es importante anotar que el acceso de los alimentos funcionales al mercado ecuatoriano está condicionado por los avances en materia de legislación. Una estrategia ha sido buscar cambios en la regulación que permitan comunicar los beneficios en la salud.

C. YOGURT

1. Definición

Torres, C. (2002), deduce que el yogurt es un producto lácteo ácido, que se obtiene con ayuda de microorganismos especiales, a partir de leche fresca. Presenta estructura gelatinosa, de grano fino, notablemente ácido, de sabor aromático agradable que se diferencia claramente de la leche fresca. Para la obtención del yogurt, la leche pasteurizada se enfría a 40°C o 45°C y se inocula (se le añade) con un cultivo láctico (bacterias ácido lácticas, como *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*), en una proporción de 1,5% a 3% y se deja en reposo de 3 a 4 horas. Transcurrido ese tiempo, se produce la floculación (cuajado). A este tipo de producto fermentado se le añade cualquier fruta o bien la pulpa de fruta.

Pazmiño, J (2006), nos dice que al yogurt se lo define como el producto de la fermentación de la leche entera, semidescremada o descremada previamente pasteurizada o esterilizada por parte de bacterias específicas como son el *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus termófilus*, los cuales mediante condiciones adecuadas se multiplican dando como resultado el yogurt.

Licata, M. (2006), indica que el yogurt es un alimento lácteo que se obtiene mediante la fermentación bacteriana de la leche. Su textura y sabor tan particular le viene dado por la conversión de la lactosa (azúcar de la leche) en ácido láctico.

El yogurt se elabora con diferentes tipos de leche, con frutas y variados sabores. La preparación de este alimento requiere de la presencia de microorganismos (bacterias) saludables en la leche, bajo temperaturas y condiciones óptimas, cuando estas características están logradas, comienza la función de esas bacterias, que es la de ingerir la lactosa, es decir los azúcares de la leche. Tras esa ingestión y digestión se libera ácido láctico como producto de desecho, ese ácido, o acidez, es lo que genera que las proteínas precipiten formando un coagulo o cuajada, normalmente en el proceso de fermentación se incluyen diferentes cepas bacterianas que se encargan entonces de descomponer a la lactosa. Gracias a esto es que el yogurt es un alimento que puede consumirse cuando se padece de intolerancia a la lactosa.

Black, M. (1990), nos dice que el yogurt es uno de los productos lácteos coagulantes que se obtiene a través de la fermentación; esta coagulación se da debido a la acción de los tipos de bacterias (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*). El yogurt se hace y se consume en muchas partes del mundo y tiene muchos nombres. Por ello según de donde proceda puede llamarse: yogurt, yogurt, yogourt, yoghourt, yaourt, yaourti, kiselo, miedo, mast, prostokvasha, madzoon, y lavan zabadí, entre otros. Los ingredientes básicos pueden ser: leche entera, leche semi descremada, leche desnatada, leche evaporada, leche en polvo o una mezcla de cualquiera de estos productos derivados. La mezcla seleccionada normalmente contiene un poco menos de grasa y un poco más de sólidos no grasos que la leche.

2. Clasificación del yogurt

a. Según su estructura física

- Yogurt firme o yogurt clásico: el coágulo se mantiene íntegro, con lo que su estructura es una masa continua semisólida. La coagulación de la leche se lleva a cabo en el recipiente de venta al consumidor.
- Yogurt batido: el coágulo está roto, por la estructura es una masa casi líquida muy viscosa. La coagulación se realiza en depósitos y, después de fermentada la leche, se rompe el coágulo antes de la refrigeración y envasado finales. Es el yogurt batido de baja viscosidad, con un extracto seco inferior normalmente homogenizado.

b. Según su contenido de grasa

- Yogurt entero: con más de 3 % de grasa.
- Yogurt semidescremado: entre el 0,5 % y el 3 % de grasa.
- Yogurt descremado: con el 0,5 % o menos de grasa.

c. Según los productos añadidos

- Yogurt natural: es el tradicional con un sabor ácido neutro.
- Yogurt azucarado: es el yogurt natural al que se le añade azúcar.

- Yogurt edulcorado: es el yogurt natural al que se añadio edulcorantes (sacarina).
- Yogurt con frutas, zumos y otros productos naturales: es el yogurt natural al que se añadio algunos de los mencionados productos.
- Yogurt aromatizado: es en el que la fruta se constituye por aromatizantes sintéticos y naturales.

3. Valor nutritivo del yogurt

Pazmiño, J. (2006), manifiesta que la composición común del yogurt es de Grasa: 1,80%, Carbohidratos: 5%, Sólidos totales: 12%, Acidez: 70-80 °D. Actualmente existen en el mercado la presencia de yogures dietéticos o hipocalóricos, los cuales poseen en su composición un porcentaje muy bajo de grasa. La función que cumple la grasa en los productos alimenticios es de palatabilidad, viscosidad en algunos casos, en otros, jugosidad, en definitiva textura y un sabor agradable.

Alvarado, J. (1996), nos señala que el yogurt es un producto que constituye una buena fuente de Calcio, Magnesio y Fósforo, que son los minerales más importantes para nuestros huesos, lo curioso que estos minerales están en mayor cantidad en el yogurt que en la misma leche. Es como que si los microorganismos que fermentan la leche para convertirla en yogurt además de hacerla más digestiva nos aumentan la cantidad de estos minerales. El yogurt disminuye la porción del colesterol que contiene la leche antes de la fermentación, por cada 100gr. de yogurt obtenemos 180 mg de calcio, 17 de magnesio, 240 de potasio y 7140 de fósforo.

Licata, M (2006), reporta que la composición química de un alimento, es el mejor indicativo de su potencial como nutriente de calidad. La forma de azúcar que predomina en el yogurt es la lactosa, que al estar digerida por los microorganismos no provoca intolerancia. Las proteínas de alto valor biológico forman, mantienen y renuevan todos los tejidos de nuestro cuerpo. La concentración proteica en este lácteo, es superior a la concentración presente en la leche, esto es debido a la incorporación de extracto seco lácteo en la elaboración, 250 ml de yogurt cubren los requerimientos diarios de proteína de origen animal (15 gr.) de un adulto promedio.

Con respecto a las proteínas existen dos puntos muy importantes que mencionar: que son altamente digestibles debido a la proteólisis provocada por las cepas bacterianas y que se encuentran ya coaguladas antes de ser ingeridas, por lo tanto al consumir yogurt no existen molestias estomacales e intestinales. Los lípidos influyen directamente en la consistencia y textura del producto. Siempre que el aporte de grasa en nuestra dieta este dentro de los valores normales establecidos, este será beneficioso para nuestra salud, ya que es una fuente energética, está presente en las membranas celulares y ejercen función de protección a nuestros órganos interno.

Entre los minerales y vitaminas están los siguientes: calcio, fósforo y magnesio que facilitan los procesos de mineralización de los huesos, junto con la vitamina D. La riboflavina (vitamina B2), mejora la utilización energética de nuestro cuerpo. La vitamina B12 es el nutriente esencial del tejido nervioso. El zinc es un importante mineral para el sistema inmunológico que también contribuye a la correcta utilización energética de los carbohidratos.

La vitamina C es fundamental para cicatrizar heridas, mantenimiento de cartílagos, huesos y dientes sanos. La vitamina D es un antioxidante que bloquea los efectos de los radicales libres. Concluyendo que no existe ninguna duda, que el yogurt es un alimento equilibrado nutricionalmente y que debe ser incorporado en la dieta de manera diaria, para así beneficiarnos de todas sus ventajas nutritivas, ya que su aporte nutritivo se reporta en el siguiente (cuadro 3).

Cuadro 3. VALOR NUTRITIVO DEL YOGURT ENTERO Y LIGHT.

Nutriente	Entero	Desnatado/Light
Calorías	75	35 a 40
Proteínas	3,9	4,1
Lípidos	3,4	0,1
Carbohidratos	5,0	4,5

Fuente: Licata, M. (2006).

El valor nutritivo del yogurt es muy similar al de la leche de la cual procede; a excepción de la lactosa, que se encuentra en concentraciones mínimas debido a su transformación en ácido láctico. Su contenido calórico varía en función de la cantidad de grasa, pero también de si se han añadido o no durante el proceso de elaboración ciertos ingredientes adicionales: azúcar, edulcorantes no calóricos, mermelada, frutas frescas o desecadas, cereales, frutos secos, etc). Es rico en proteínas de alto valor biológico y en cuanto a su contenido graso y de vitaminas A y D (están junto con la grasa) dependerán de si se trata de un yogurt completo, enriquecido en nata, con o sin queso o desnatado, siendo la mayor parte de las mismas grasas saturadas. El mineral más abundante es el calcio, éste de fácil absorción, vitaminas del grupo B (en especial B2 o riboflavina) y vitaminas liposolubles A y D.

4. Beneficios del yogurt

Los principales beneficios que el yogurt brinda a nuestro organismo son:

- Generar tolerancia a la lactosa: Como antes mencionamos, este es un punto muy importante, para así aclarar que su consumo es posible entre las personas que no toleran los lácteos. Las bacterias ácido lácteas contienen lactasa (enzima que digiere la lactosa).
- Previene y mejora los síntomas de diarrea: esto se debe a que el yogurt ayuda a restablecer la flora bacteriana intestinal sana, que se destruye por las diarreas. Por otro lado este alimento fortalece nuestro sistema inmunológico ayudándolo a defenderse contra las infecciones.
- Reduce los valores de colesterol sanguíneo: diferentes estudios demuestran que el consumo de yogurt desnatado baja los niveles de colesterol en la sangre, en consecuencia este alimento debe formar parte de la dieta de aquellas personas que presentan riesgo cardiovascular.
- Gran fuente de calcio: las pérdidas diarias de este mineral en nuestro organismo deben ser repuestas a través de la dieta diaria. El calcio presente en el yogurt se ha disuelto en el ácido láctico, haciéndose así más absorbible para nuestro sistema digestivo y para su fácil paso posterior a todo nuestro

cuerpo. Es notable que destaquemos que este producto lácteo tiene efecto preventivo ante el cáncer de colon (Licata, 2006).

5. Ingredientes utilizados en la elaboración del yogurt

a. Leche

Torres, C. (2002), define que la leche natural es el producto integro, no alterado ni adulterado y sin calostro, del ordeño integral y completo de hembras de mamíferos, denominados vacas. Cuando se hace referencia a las hembras de otros animales se indica el nombre de las especies correspondientes, así: leche de oveja, leche de cabra, leche de burra, leche de yegua, leche de mujer.

La leche es el único material elaborado por la Naturaleza para funcionar exclusivamente como fuente de alimento. Por tanto, un factor fundamental que influye sobre el valor y la aceptación universal de la leche es la imagen de esta: una fuente nutritiva no superada por ningún otro alimento consumido por los seres humanos.

Brito, M. (1997), indica que la leche es una emulsión de grasas en agua, estabilizada por una dispersión coloidal de proteínas en una solución de sales, vitaminas, péptidos, lactosa, oligosacáridos, caseína, y otras proteínas. La leche también contiene enzimas, anticuerpos, hormonas, pigmentos, (carotenos, xantofilas, riboflavina), células (epiteliales, leucocitos, bacterias y levaduras), CO₂, O₂, y nitrógeno. Por eso desde el punto de vista químico la leche constituye un sistema complejo. La leche de algunas especies, como la de vaca, la de búfalo y la de cabra, se utiliza como un importante alimento para los humanos por su calidad nutricional (fuente de proteínas, vitaminas A y B₂, de fósforo y calcio). Pero cada animal produce una leche con un perfil nutricional diferente.

Alaís, M. (1971), la leche es el producto integral del ordeño total e interrumpido, en condiciones de higiene que da la vaca lechera en buen estado de salud, alimentación y sin aditivos. La leche es fuente de calcio, por lo tanto debe ingerirse diariamente desde el nacimiento a través de la leche materna y a lo largo de la vida a través de la leche vacuna y derivados, para formar y mantener la masa ósea y prevenir la aparición de Osteoporosis.

b. Fermento o bacterias en el yogurt

Salcedo, R. y Martínez, M. (2010), nos indican que el yogurt es un tipo de leche fermentada en cuya elaboración se utilizan, según la normativa vigente. *L. bulgaricus* y *S. thermophilus*, que son bacterias lácticas termófilas, cuya perfecta simbiosis permite conseguir el aroma y el sabor característicos del yogurt. Estos microorganismos deben mantenerse en óptima proporción.

El *Lactobacillus bulgaricus*, morfológicamente se trata de un bacilo que se encuentra en forma de bastoncillo corto en los cultivos jóvenes y que posteriormente puede dar lugar a formas filamentosas. Prácticamente no se multiplica a unos 15°C de temperatura, no es muy termorresistente, pero crece bien a 45°C. La acidificación que proporciona al medio es elevada, pero se consigue muy lentamente. Su actividad proteolítica es relativamente baja y produce, exclusivamente, el isómero D (-) láctico.

Streptococcus thermophilus, esta especie se presenta bajo forma de células esféricas u ovoideas (cocos), por parejas o bien en largas cadenas (cuando se trata de cultivos en pleno crecimiento). Al contrario que el anterior, produce en la fermentación el isómero L (+) del ácido láctico. Acidifica el medio de forma limitada pero rápidamente y lo prepara para la actuación del *L. bulgaricus*, actuando de esta manera simbióticamente las dos bacterias. La actividad proteolítica global es menor que la del *L. bulgaricus*.

La obtención de las características propias del yogurt se debe primordialmente a la perfecta simbiosis entre las dos bacterias lácticas, *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, simbiosis que se manifiesta tanto a nivel tecnológico como nutricional. Desde el punto de vista tecnológico, los fermentos lácticos desarrollan un triple papel:

- **Acidificación:** la acidificación del medio es debida a la degradación de una parte de la lactosa de la leche que se transforma en ácido láctico, lo que implica una disminución del pH en el yogurt, inferior a 4,6. Esta acidificación es de gran importancia desde el punto de vista tecnológico y de calidad del producto, ya que impide el desarrollo de gérmenes indeseables patógenos o agentes de la putrefacción.

- Desarrollo de las características organolépticas (aroma y sabor): la fermentación láctica desarrollada por *S. thermophilus* y *L. bulgaricus* no produce, únicamente, ácido láctico sino una serie de metabolitos secundarios que afectan positivamente al sabor y al aroma del producto. Entre ellos, debemos citar acetaldehído, acetona, etanol, butanona, diacetilo, 2-pentanona y diversos ácidos orgánicos.
- De la proporción en que se encuentren estos compuestos dependerá, en definitiva, la aceptación del producto acabado por parte del consumidor y estas proporciones vienen determinadas por la calidad de las cepas escogidas para la elaboración del yogurt.
- Desarrollo de la textura adecuada: la obtención de la textura adecuada es quizá uno de los principales problemas tecnológicos que plantea la fabricación del yogurt. Esta característica sensorial también es función directa de las cepas utilizadas en la elaboración. Su acción sobre las proteínas provoca por un lado la coagulación de la caseína, mientras que por otro se produce una cierta proteólisis que incide en la mayor digestibilidad del producto.

Espinoza, A y Zapata, L (2010), reportan que los cultivos lácteos que se incorporan a la leche con el objetivo de obtener un producto con características específicas. Pero, además aporta grandes beneficios a nuestra salud. Tienen la capacidad de intervenir en los procesos digestivos, regulan el sistema inmune del organismo. Y previenen el cáncer, puesto que, su consumo tiene efectos antimutagénicos. Además, los cultivos lácteos participan en la movilidad del intestino, esto se debe principalmente a la producción de ácido lo que estimula los movimientos de peristaltismo (movimientos del tracto gastrointestinal) y ayudan a la excreción de las heces fecales.

Lactobacillus bulgaris, es una bacteria láctea-homo-fermentativa. Se desarrolla muy bien entre 42 y 45°C, produce disminución del pH, puede producir hasta un 2,7% de ácido láctico, es proteolítica, produce hidrolasas que hidrolizan las proteínas. Esta es la razón por la que se liberan aminoácidos como la valina, la cual tiene interés porque favorece el desarrollo del *Streptococcus thermophilus*.

Los Streptococcus son un género de bacterias gram-positivas y catalasa negativos. Observadas bajo el microscopio, se ve que Streptococcus termophilus crece formando pares (diplococos) o cadenas medianamente largas de células esféricas o elipsoides. El Streptococcus termophilus, es una bacteria homofermentativa termorresistente, produce ácido láctico como principal producto de la fermentación, se desarrolla a 37-40°C, pero puede resistir 50°C e incluso 65°C por media hora. Tiene menor poder de acidificación que el Lactobacillus. En el yogurt viven en perfecta simbiosis.

c. Azúcar

Morales, P. (2000), reporta que el azúcar, término aplicado a cualquier compuesto químico del grupo de los hidratos de carbono que se disuelve en agua con facilidad; son incoloros, inodoros y normalmente cristalizables. Todos tienen un sabor más o menos dulce. En general, a todos los monosacáridos, disacáridos y trisacáridos se les denomina azúcares para distinguirlos de los polisacáridos como el almidón, la celulosa y el glucógeno. Entre los azúcares importantes desde el punto de vista comercial están la glucosa, la lactosa y la maltosa, que se usan frecuentemente en la alimentación para bebés. Sin embargo, el más importante es la sacarosa, llamado también azúcar de caña, aunque no proceda de la caña de azúcar. Se utiliza para dar sabor dulce a las comidas y en la fabricación de confites, pasteles, conservas, bebidas alcohólicas y no alcohólicas, y muchos otros alimentos. Como material alimenticio básico, la sacarosa suministra aproximadamente un 13% de la energía que se deriva de los alimentos.

Según el INEN 710 (1996), podrá añadirse al yogurt de sabores, frutas frescas o desecadas, en conservas, congeladas, enteras o fraccionadas, puré de frutas, pulpa de fruta fresca o conservada. Debe usarse como único conservante, ácido sórbico o sus sales, en cantidad no superior a 100 mg/kg., jarabe de frutas o jugo de frutas; y se podrá o no agregar azúcar.

d. Espesantes

Constante, L. (2012), nos indica que los espesantes y estabilizantes son los que proporcionan estabilidad, textura y consistencia a los procesos térmicos y mejoran

la palatabilidad, reducen el desuerado, dan brillo, buena apariencia y aumentan vida de anaquel en diferentes tipos de yogurt como batido, cremoso, aplanado, para beber, reducido en grasa. Estos son: alginatos, carrageninas.

INEN 710 (1996), manifiesta que, podrá agregarse al yogurt, yogurt con frutas y yogurt de sabores, durante su proceso de fabricación: gelificantes, siempre que la cantidad total, no sea superior a 0.5%, alginatos de amonio, potasio, sodio, calcio, agar, carragenina, goma karaya, goma garrofín, goma de espina corona, pectina, goma arábica, gelatina, en cantidades técnicamente adecuadas.

6. Norma INEN del yogurt

De acuerdo al Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN 1996 para la elaboración del yogurt se debe basar en la norma INEN 710, la misma que manifiesta:

a. Objeto

Esta norma establece las características que deben tener el yogurt y el yogurt con sabores.

b. Alcance

Esta norma se aplica al yogurt y yogurt con sabores, provenientes de leche entera, semidescremada o descremada.

c. Terminología

Yogurt. Es el producto lácteo obtenido por fermentación de la leche entera, semi-descremada o descremada, previamente pasteurizada o esterilizada y por acción de bacterias específicas: *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, libre de bacilos pseudo lácticos proteolíticos.

d. Clasificación

De acuerdo a sus características, el yogurt, yogurt con frutas y yogurt de sabores, se clasifica según el contenido de grasa, proveniente de la leche, en los tipos siguientes:

Tipo I. Elaborado con leche entera.

Tipo II. Elaborado con leche semidescremada.

Tipo III. Elaborado con leche descremada.

6.1 Requisitos del producto

a. Requisitos generales

El yogurt, yogurt con frutas y yogurt con sabores, debe presentar aspecto homogéneo; el sabor y olor deben ser características del producto fresco, sin materias extrañas, de color blanco cremoso u otro propio, resultante del color de la fruta o colorante natural añadido, de consistencia pastosa característica; textura lisa y uniforme libres de hongos y levaduras, debiendo prestar gérmenes vivos de la flora normal.

b. Requisitos de fabricación

El yogurt elaborado con cualquiera de las tres clases de leches según el numeral 4 debe provenir de leches debidamente pasteurizadas o esterilizadas, en condiciones sanitarias que permitan al mínimo su contaminación con microorganismos.

c. Ingredientes

- Podrá agregarse al yogurt, yogurt con frutas y yogurt de sabores, durante su proceso de fabricación, crema previamente pasteurizada, leche en polvo y/o leche evaporada.
- Podrá añadirse al yogurt de sabores, frutas frescas o desecadas, en conservas, congeladas, enteras o fraccionadas, puré de frutas, pulpa de fruta fresca o conservada. Debe usarse como único conservante, ácido sórbico o sus sales, en cantidad no superior a 100 mg/kg., jarabe de frutas o jugo de frutas; y se podrá o no agregar azúcar.

d. Aditivos

- Podrá agregarse al yogurt, yogurt con frutas y yogurt de sabores, durante su proceso de fabricación: gelificantes, siempre que la cantidad total, no sea

superior a 0,5%, alginatos de amonio, potasio, sodio, calcio, agar, carragenina, goma karaya, goma garrofín, goma de espina corona, pectina, goma arábica, gelatina, en cantidades técnicamente adecuadas.

- El yogurt debe estar libre de conservantes como: ácido benzoico, anhídrido sulfuroso y otros.
- El peso total de las sustancias agregadas al yogurt no será superior al 30% del peso total del producto.

e. Especificaciones

Los tres tipos de yogurt, ensayados de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes, deberán cumplir con los requisitos establecidos en el (cuadro 4).

Cuadro 4. ESPECIFICACIONES DEL YOGURT.

REQUISITOS	TIPO I		TIPO II		TIPO III		Método de ensayo
	Min.%	Max.%	Min.%	Max.%	Min.%	Max.%	
Grasa	3,0	—	1,50	2,00	—	0,1	INEN 165
Acidez	0,60	1,50	0,60	1,50	0,60	1,50	INEN 162
Proteína	3,0	—	3,00	—	3,00	—	INEN 016
Sólidos lácteos N.G	8,1	—	8,0	—	8,1	—	INEN 014
Alcohol etílico	—	0,25	—	0,25	—	0,25	INEN 379

Fuente: Norma INEN 710. (1996).

Los tres tipos de yogurt, ensayados de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes, deberán cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en el (cuadro 5).

Cuadro 5. REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS.

REQUISITOS	UNIDAD POR g	MÉTODO DE ENSAYO
Bacterias coliformes	Neg	INEN 171
Bacterias patógenas	Neg	INEN 720
Hongos	Neg	INEN 172

Fuente: Norma INEN 710. (1996).

D. CONCEPTOS GENERALES DEL ANÁLISIS SENSORIAL

1. Degustador

Sancho, J. Bota, E. (2002), es la persona, la cual es entrenada y seleccionada para evaluar las características organolépticas de un alimento según los modelos preestablecidos.

Los degustadores expresan su forma (numérica) en función de un patrón ideal o escalado, por medio de preguntas. La compilación de los datos obtenidos de su análisis para valorar la certeza en la evaluación de los productos comparados.

a. Análisis

Distinción y separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principales elementos. También se define como un examen detallado de cualquier cosa compleja, con el fin de entender su naturaleza o determinar sus caracteres esenciales (Sancho, J. Bota, E. de Castro, J.J. 2002).

b. Sensorial

Perteneciente o relativo a las sensaciones, sentidos.

2. Degustación

Sancho, J. Bota, E. (2002), es analizar con los sentidos las características organolépticas de un producto comestible. Todos los sentidos deben estar en alerta. En la degustación de vinos hay una cronología que se deben cumplir a la hora de hacer una buena degustación.

a. Vista

Para detectar la apariencia de vino, la botella, forma, color, transparencia, etc.

b. Oído

En donde se puede detectar el descorche de la botella, que puede ser por presión, en el caso de los espumantes y por depresión en el caso de los vinos tranquilos, y aquellos que no tienen el suficiente gas.

c. Olfato

Este es el sentido más complejo a los efectos de un estudio, para la degustación. Para producir olores, las sustancias volátiles deben ser solubles en la mucosa del bulbo olfativo. La nariz es sólo un conducto, no es el órgano olfativo. Hay percepción de olores por vía nasal directa y vía nasal indirecta.

d. Gusto

Dentro de la Boca: Actúan los sentidos del gusto, con la lengua, del tacto, con la superficie interna de la boca y del olfato, por vía nasal indirecta o retronasal, con el bulbo olfativo.

2.1. Funciones de la degustación

- Clasificar
- Ordenar
- Describir
- Analizar
- Integrar

2.2. Tipos de degustación

- Analítica
- Técnica
- Hedónica

e. Analítica

Esta tiene por objetivo separar, ordenar y finalmente dentro de lo posible identificar las impresiones dominantes. Es la interpretación de un conjunto de sensaciones que se perciben simultánea o sucesivamente.

f. Técnica

Sancho, J. Bota, E. (2002), pretende juzgar las cualidades comerciales del producto, siendo exclusiva y eliminatoria, ya que debe evaluar si tiene o no el nivel de calidad que se pretende y debe permitir apreciar los defectos

conociendo su causa. Tiende a la objetividad, y el catador debe llenar un cuestionario punto por punto. El placer o satisfacción no tiene lugar en ella.

g. Hedónica

Tiene como objeto el placer de comer o beber, desea extraer la quinta esencia del producto. Se trata de comer o beber de forma inteligente que sea aprovechado todo lo que el producto ofrece al catador.

E. HOJA DE ESCALA NUMÉRICA DE DATOS “TEST SENSORIAL”

Relación escala numérica clasificación de alimentos pruebas hedónicas (Ver cuadro 6).

Cuadro 6. TABLA DE TEST SENSORIAL.

ESCALA	VALOR
Muy Buena	5
Buena	4
Aceptable	3
Regular	2
Mala	1
Muy mala	0

Fuente: Sancho, J. Bota, E. (2002).

F. EVALUACIÓN SENSORIAL

Sancho, J. Bota, E. (2002), la evaluación sensorial es el análisis de alimentos y otros materiales por medio de los sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que quiere decir sentido. La evaluación sensorial es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, etc. Este tipo de análisis tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones lleva consigo sus propios instrumentos de análisis, o sea, sus cinco sentidos.

1. Los Sentidos

Proceso fisiológicos de recepción y reconocimiento de sensaciones y estímulos que se produce a través de la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto o la situación de su propio cuerpo.

Sancho, J. Bota, E. (2002), el sistema sensitivo del ser humano es una gran herramienta para el control de calidad de los productos de diversas industrias. En la industria alimentaria la vista, el olfato, el gusto y el oído son elementos idóneos para determinar el color, olor, aroma, gusto, sabor y la textura quienes aportan al buen aspecto y calidad al alimento que le dan sus propias características con los que los podemos identificar y con los cuales podemos hacer un discernimiento de los mismos.

2. El olor

Sancho, J. Bota, E. (2002), es la percepción por medio de la nariz de sustancias volátiles liberadas en los alimentos; dicha propiedad en la mayoría de las sustancias olorosas es diferente para cada una. En la evaluación de olor es muy importante que no haya contaminación de un olor con otro, por tanto los alimentos que van a ser evaluados deberán mantenerse en recipientes herméticamente cerrados.

3. El aroma

Sancho, J. Bota, E. (2002), consiste En la percepción de las sustancias olorosas y aromáticas de un alimento después de haberse puesto en la boca. Dichas sustancias se disuelven en la mucosa del paladar y la faringe, llegando a través del eustaquio a los centros sensores del olfato. El aroma es el principal componente del sabor de los alimentos, es por eso que cuando tenemos gripe o resfriado el aroma no es detectado y algunos alimentos sabrán a lo mismo. El uso y abuso del tabaco, drogas o alimentos picantes y muy condimentados, insensibilizan la boca y por ende la detección de aromas y sabores

4. El gusto

Sancho, J. Bota, E. (2002), el gusto o sabor básico de un alimento puede ser ácido, dulce, salado, amargo, o bien puede haber una combinación de dos o más

de estos. Esta propiedad es detectada por la lengua. Hay personas que pueden percibir con mucha agudeza un determinado gusto, pero para otros su percepción es pobre o nula; por lo cual es necesario determinar que sabores básicos puede detectar cada juez para poder participar en la prueba.

5. El sabor

Esta propiedad de los alimentos es muy compleja, ya que combina tres propiedades: olor, aroma, y gusto; por lo tanto su medición y apreciación son más complejas que las de cada propiedad por separado. El sabor es lo que diferencia un alimento de otro, ya que si se prueba un alimento con los ojos cerrados y la nariz tapada, solamente se podrá juzgar si es dulce, salado, amargo o ácido. En cambio, en cuanto se perciba el olor, se podrá decir de qué alimento se trata. El sabor es una propiedad química, ya que involucra la detección de estímulos disueltos en agua aceite o saliva por las papilas gustativas, localizadas en la superficie de la lengua, así como en la mucosa del paladar y el área de la garganta. Estas papilas se dividen en 4 grupos, cada uno sensible a los cuatro sabores o gustos:

Papilasiformes: Localizadas en la punta de la lengua sensible al sabor dulce.

Fungiformes: Localizada en los laterales inferiores de la lengua, detectan el sabor salado.

Coraliformes: Localizadas en los laterales posteriores de la lengua, sensible al sabor ácido.

Caliciformes: Localizadas en la parte posterior de la cavidad bucal detectan sabor amargo.

Es importante en la evaluación de sabor la lengua del juez esté en buenas condiciones, no tenga problemas con su nariz y garganta. Los jueces no deben ponerse perfume antes de participar en las degustaciones, ya que el olor del perfume puede inferir con el sabor de las muestras.

6. La textura

Sancho, J. Bota, E. (2002), es la propiedad de los alimentos apreciada por los sentidos del tacto, la vista y el oído; se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación. La textura no puede ser percibida si el alimento no ha sido deformado; es decir, por medio del tacto podemos decir, por ejemplo si el alimento está duro o blando al hacer presión sobre él. Al morderse una fruta, más atributos de textura empezarán a manifestarse como el crujido, detectado por el oído y al masticarse, el contacto de la parte interna con las mejillas, así como con la lengua, las encías y el paladar.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Procesamiento de Alimentos en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el kilómetro 1 ½ de la Panamericana Sur, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. El presente experimento tuvo una duración de 120 días.

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

En la presente investigación se utilizó 45 litros de leche distribuidos en cinco tratamientos (incluido el testigo), con tres repeticiones con un total de 15 unidades experimentales, donde cada unidad experimental estuvo formada por tres litros de leche.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

1. Instalaciones

- Planta de procesamiento de alimentos de la facultad de Ciencias Pecuarias.
- Laboratorios INIAP Santa Catalina.

2. Equipos y Materiales de Procesamiento

- Bidones de aluminio
- Baldes plásticos
- Cuchara
- Agitador de acero inoxidable
- Rallador
- Cuchillo
- Ollas
- Cocineta
- Tanque de gas
- Yogurtera
- Refrigeradora
- Balanza

- Termómetro
- Franela
- Envases plásticos
- Materiales de limpieza
- Equipo de protección personal (botas, mandil, cofia, etc.)
- Tela para filtrar leche
- Lactodensímetro
- Jarra

3. **Equipos y materiales de laboratorio**

- Pipetas
- Tubo de ensayo
- Probetas
- Balanza analítica
- Balones kjeldahl
- Aparato de digestión y destilación kjeldahl
- Soporte universal
- Bureta con su pinza
- Agitador magnético
- Matraz Erlenmeyer
- Gotero
- Cápsulas de platino
- Estufa 65/105°C
- Equipo Soxlet
- Desecador
- Cajas petri
- Cajas petrifilm
- Acidómetro
- Vaso de precipitación
- Papel aluminio
- Peachimetro digital

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluó la adición de cuatro niveles de okara (5, 10, 15 y 20%) en la elaboración de yogurt tipo I, frente a un tratamiento control (0% okara) con tres repeticiones, las unidades experimentales se distribuyeron bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) con sub muestras, el mismo que se ajustó al siguiente modelo lineal aditivo (Ver cuadro 7).

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

Donde:

Y_{ij} : Valor estimado de la variable

μ : Media general

T_i : Efecto de los niveles de okara (A)

E_{ij} : Error experimental

Cuadro 7. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamientos	Ensayos	Códigos	Repet.	L/TUE	L/ Tratamiento
Tratamiento control 0%	1	T1	3	3	9
Yogurt okara 5 %	1	T2	3	3	9
Yogurt okara 10 %	1	T3	3	3	9
Yogurt okara 15 %	1	T4	3	3	9
Yogurt okara 20 %	1	T5	3	3	9
Total					45

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

1. Análisis bromatológico del okara

- pH
- Humedad (%)
- Ceniza (%)
- Proteína (%)
- Fibra (%)

- Grasa (%)
- Calcio (%)
- Fosforo (%)

2. **Análisis Físico químico del producto final**

- pH
- Viscosidad
- Solidos totales, %
- Grasa (%)
- Cenizas (%)
- Grados brix
- Azucares totales
- Fibra (%)
- Proteína (%)
- Calcio (%)
- Fosforo (%)

3. **Análisis Microbiológico**

- Coliformes Coliformes Totales UFC/g
- Aerobios mesofilos UFC/g

4. **Organoléptico**

- Color
- Olor
- Sabor
- Textura

5. **Rentabilidad**

- Beneficio / Costo

6. **Vida de Anaquel**

A los 7, 14, 21 y 28 días de almacenamiento en base al pH y microorganismos.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados experimentales fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos, mientras que el análisis de varianza se detalla en el (Cuadro 8).

- Análisis de varianza para las diferencias.
- Análisis de regresión y correlación al mejor ajuste de la curva.
- Separación de medias ($P \leq 0,05$), a través de la prueba de Duncan.
- Las variables sensoriales se evaluaron mediante la prueba de rating test para pruebas no paramétricas.

Cuadro 8. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	14
Tratamientos	4
Error	10

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Elaboración del yogurt

- Del mercado de la ciudad de Macas se obtuvo 25 kg de soya para su posterior elaboración de leche.
- Se determinó el porcentaje de rendimiento de okara a partir de los 10 kg de soya
- Se procedió a realizar la deshidratación de la okara controlando tiempo y temperatura de secado (60°C), posterior a una molienda se almacenó en bolsas ziploc.
- Se realizó la recepción de la leche y posterior a eso se procedió al control de calidad, pesado de ingredientes y filtrado de la leche.

- Se pasteurizó la leche en una tina doble fondo de acero inoxidable donde se elevó la temperatura a 65°C por 30 minutos de retención, con el objetivo de eliminar y/o bajar la carga microbiana existente en esta materia prima, además de facilitar la propagación de las bacterias lácticas del fermento utilizado.
- Los diferentes niveles de okara fueron adicionados con el fin de elevar la cantidad de sólidos en la leche y su posterior incubación.
- La inoculación se realizó luego del tratamiento térmico, bajando la temperatura a 45°C; donde fue adicionado el fermento lácteo.
- La incubación se realizó de 4 a 6 horas, a una temperatura de 45°C.
- Transcurrido el tiempo de incubación, se agitó para romper el gel y así también homogenizar el yogurt.
- Finalmente se procedió a envasar, enfriar y almacenar en refrigeración para su posterior análisis.

Para la formulación del yogurt tipo I con diferentes niveles de okara se describe a continuación. (Ver cuadro 9).

Cuadro 9. FORMULACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE YOGURT TIPO I CON DISTINTOS NIVELES DE OKARA.

Ingredientes	Niveles de Okara (%)				
	0	0.5	1.0	1.5	2.0
Okara (g)	0.0	15	30	45	60
Leche (L)	3	3	3	3	3
Fermento láctico (g)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Sorbato de Potasio (g)	1	1	1	1	1
Azucar, (g)	360	360	360	360	360
Saborizante (mL)	3	3	3	3	3

Véase también (Gráfico 1) y (Gráfico 2).

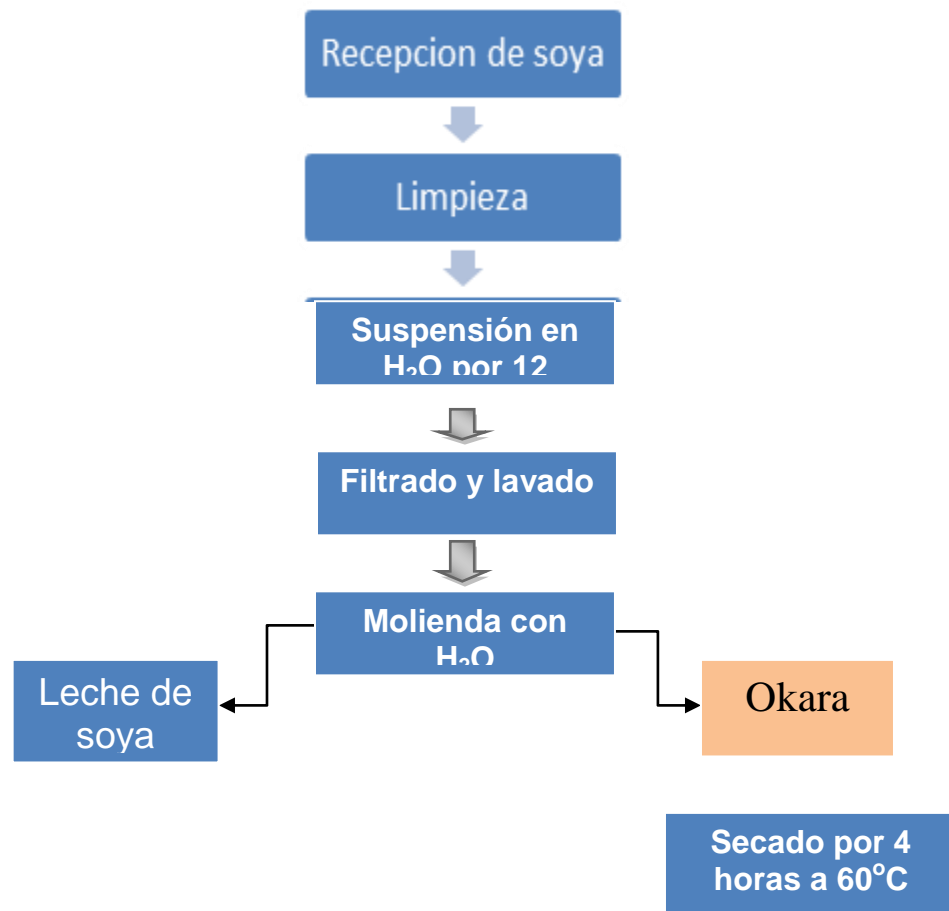


Gráfico 1. Diagrama de flujo para la obtención de okara.

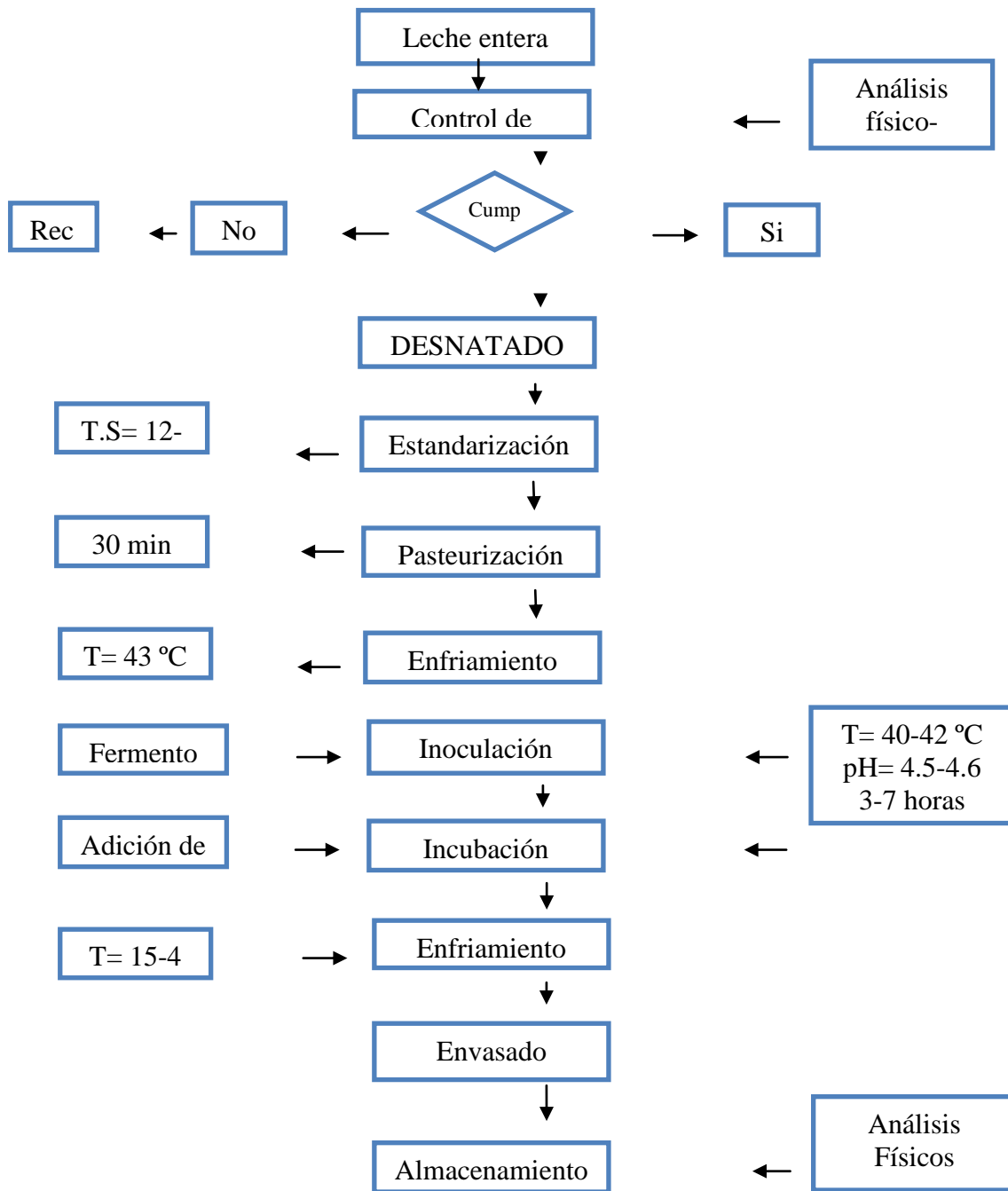


Gráfico 2. Diagrama de flujo elaboración de yogurt con diferentes niveles de okara

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Análisis Físico Químico y Microbiológico

Para el análisis físico-químico fueron entregadas muestras de yogurt provenientes de los diferentes tratamientos y réplicas realizadas en la presente investigación al Laboratorio LSAIA/DNC/EESC-INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias), y en el laboratorio de control y análisis de alimentos para la determinación de los siguientes parámetros:

- pH: Método- MO-LSAIA-01.01.
- Viscosidad: Método- DIN 1342.
- Solidos totales (%): Método- MO-LSAIA-11.
- Grasa (%): Método-MO-LSAIA-01.03.
- Cenizas (%): Método-MO-LSAIA-01.02.
- Grados brix: Método-MO-LSAIA-20.
- Azúcares totales: Método-MO-LSAIA-19.
- Fibra (%): Método- MO-LSAIA-01.05.
- Proteína (%): Método- MO-LSAIA-01.04.
- Calcio (%): Método- MO-LSAIA-3.01.02.
- Fósforo (%): Método- MO-LSAIA-3.01.04.

2. Análisis microbiológicos

Coliformes totales (UFC/g): Petrifilm AOAC991.

Mohos y levaduras (UFC/g): Petrifilm AOAC991.02.

3. Análisis sensorial

Para el análisis y obtención de resultados organolépticos del yogurt con diferentes niveles de okara se emplearon hojas de cata (Anexos 1 y 2), a estudiantes provenientes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias, donde se registró la aceptación del producto bajo los atributos expuestos en la siguiente (Cuadro 10).

Cuadro 10. ATRIBUTOS ORGANOLÉPTICOS A CALIFICARSE.

Atributo	Calificación
Apariencia y color	5 puntos
Olor	5 puntos
Textura en boca	5 puntos
Sabor	5 puntos
Total	20 puntos

El panel calificador cumplió con ciertas normas como:

- Que exista estricta individualidad entre panelistas para que no haya influencia entre los mismos.
- Disponer a la mano de agua suficiente para equiparar los sentidos y no haber ingerido bebidas alcohólicas u otros alimentos.

4. Vida de Anaquel

Para la evaluación de la vida de anaquel del producto se tomó como referencia la valoración inicial del pH (potenciómetro), y las variaciones de sus aportes cada 7 días hasta los 28 días posteriores de almacenamiento en refrigeración (6°C – 10°C), para verificar los cambios como un indicador de la vida de anaquel del yogurt con diferentes niveles de okara.

5. Programa Sanitario

El programa sanitario utilizado se dividió en los siguientes periodos: antes, durante y después de cada jornada de producción durante los 120 días que duró el trabajo de campo; en los cuales se realizó una limpieza y desinfección de instalaciones, equipos y materiales a utilizados, con el objetivo de que se encuentren correctamente desinfectados y libres de gran parte de agentes perjudiciales que puedan alterar el producto.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LA MATERIA PRIMA (OKARA)

La composición química de los alimentos es una información importante pues nos permite contar con una mejor apreciación de la calidad de alimento, dependiendo del contenido de nutrientes presentes, una vez consumidos permitirá incorporarse al organismo y cumplir con las diferentes funciones vitales.

Del análisis físico químico, la okara presenta un contenido de humedad de 78.68%, en cuanto al contenido de proteína bruta, la okara en base seca contiene 23.76%, 13,41% de grasa y una considerable cantidad de fibra 18,50%, como se puede observar en el (Cuadro 11).

Cuadro 11. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA OKARA.

PARÁMETROS FISICO-QUIMICOS	
Ph	5,8
Humedad (%)	78,68
Ceniza (%)	3,67
Proteina (%)	23,76
Fibra (%)	18,50
Grasa (%)	13,41
ELN (%)	40,66
Calcio (%)	0,78
Fosforo (%)	0,51

Los resultados obtenidos en la presente investigación son similares a los reportados por Benavides, G (2007), quien indica que la okara contiene entre un 76% y un 80% de humedad, de un 20% a un 24% de sólidos y del 3,5% al 4,0% de proteína.

En seco contiene un 24% de proteína en peso, del 8% al 15% de grasa y del 12% a 14,5% de fibra cruda. Contiene el 17% de la proteína de las semillas de soya original además de ser rica en calcio, hierro y riboflavina, elemento también conocido como vitamina B2, juega un papel muy importante para la salud.

Presenta un alto contenido en isoflavonas de soya y fibra insoluble, la que mejora el tránsito intestinal.

La fracción grasa es importante en el Okara, mientras que es minoritaria en las demás legumbres, esto es lógico, ya que es un subproducto que proviene de las semillas de la soja, y ésta es rica en grasa 18-22%. La mayoría de las legumbres son muy pobres en grasa, pero en especial esta leguminosa presenta hasta un 47% de energía en forma de fracción lipídica (Katamaya, M. 2008). (Ver cuadro 12).

Cuadro 12. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL YOGURT TIPO I CON DIFERENTES NIVELES DE OKARA.

VARIABLES	NIVELES DE OKARA					Cv	Media	Prob
	T1	T2	T3	T4	T5			
Ph	4,3a	4,37 ^a	4,60b	4,60b	4,63b	1,28	4,5	0,0001
VISCOSIDAD (cp)	9150a	13511,67b	15845c	21553,33d	25317e	0,06	17075,4	0,0001
SOLIDOS TOTALES (%)	12,82a	13,82b	14,33b	18,70c	23,49d	1,7	13,23	0,0001
CENIZA (%)	0,77a	0,9a	1,23b	1,57c	1,63c	6,69	1,22	0,0001
PROTEINA (%)	3,47a	6,43b	7,17c	7,7d	9,37e	1,51	6,83	0,0001
FIBRA (%)	0a	7,67b	8,43c	9,4d	10,37e	1,08	7,17	0,0001
GRASA (%)	2,67a	2,8a	3,33b	4,03c	4,37d	3,52	3,44	0,0001
BRIX	18,46c	17,35b	17,22b	16,87a	16,77a	0,99	17,33	0,0001
AZUCARES TOTALES (%)	7,27c	6,73b	6,57b	6,13a	6,1a	1,42	6,56	0,0001
CALCIO (%)	0,14a	0,18b	0,21bc	0,22cd	0,25d	9,4	0,2	0,0004
FOSFORO (%)	0,15a	0,15a	0,17b	0,18bc	0,18c	3,79	0,17	0,0001

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

T1= 0%.

T2= 0,5%.

T3= 10%.

T4= 15%.

T5= 20%.

B. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL YOGURT TIPO I CON DIFERENTES NIVELES DE OKARA.

1. pH

Los valores de pH obtenidos para los distintos niveles de okara adicionados al yogurt Tipo I, no presentan diferencias significativas en los tratamientos T1 y T2, pero difieren significativamente ($P < 0,05$) de los tratamientos T3, T4 y T5 con valores de pH de 4.3 a 4.6.

Estudios donde se evaluó la adición de fibra a yogurt reportan valores de pH similares a los determinados en la presente investigación, autores como: Briceño et al., 2001; De Oliveira et al., 2005; Pérez, 2005; Blanco et al., 2006; Maragkoudakis et al., 2006; Ramírez, 2007, señalan que el pH característico del yogurt está entre 3,8 y 4,5. Cabe señalar que Aportela-Palacios et al. (2005) indican que el aporte de fibra en yogures incrementa los valores de pH, lo que podría explicar el valor de pH de 4.6 obtenidos en esta investigación.

La adición de diferentes niveles de okara en la elaboración de yogurt Tipo I no la altera el valor de pH, pudiendo mencionar que la okara mantiene estabilidad a pH y temperatura alta, (Gráfico 3).

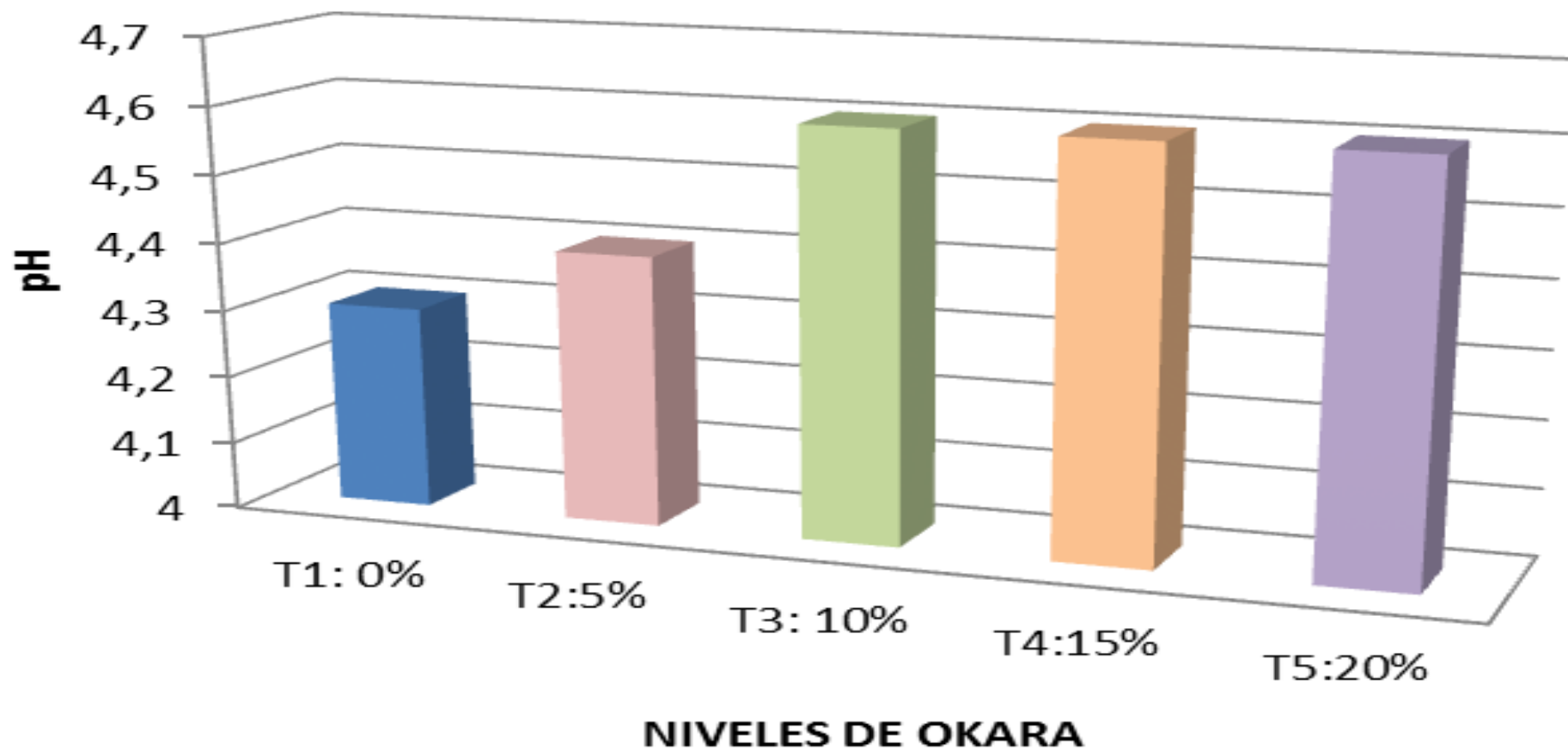


Gráfico 3. Determinación de pH en yogurt tipo I elaborado con diferentes niveles de okara.

Contenido de Sólidos totales

El contenido de sólidos totales o materia seca en el análisis de yogurt formulado con diferentes niveles de okara, presenta diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos, alcanzando valores altos en el tratamiento T5 (23,49%) con respecto al tratamiento T1 (12,82%), los tratamientos T2 y T3 presentan el mismo comportamiento.

El análisis de regresión que se presenta en el Gráfico 4, indica que existe una diferencia significativa ($P < 0,01$), ya que por cada nivel de okara que se incluye en el yogurt los sólidos totales se incrementarán en 2,622%.

Los resultados obtenidos en la presente investigación son inferiores a los obtenidos por García, L. (2008), quien determinó valores de materia seca de 18,9% en el tratamiento testigo hasta 23,78% en el tratamiento donde se adicionó el 20 % de fibra de trigo.

Se puede evidenciar que a medida que se adiciona la okara el contenido de sólidos totales se incrementa. Los sólidos totales que incluyen los propios de la leche como los adicionados, pueden variar dependiendo del tipo de yogurt a elaborar y de las características deseadas en el producto final. (Ver gráfico 4).

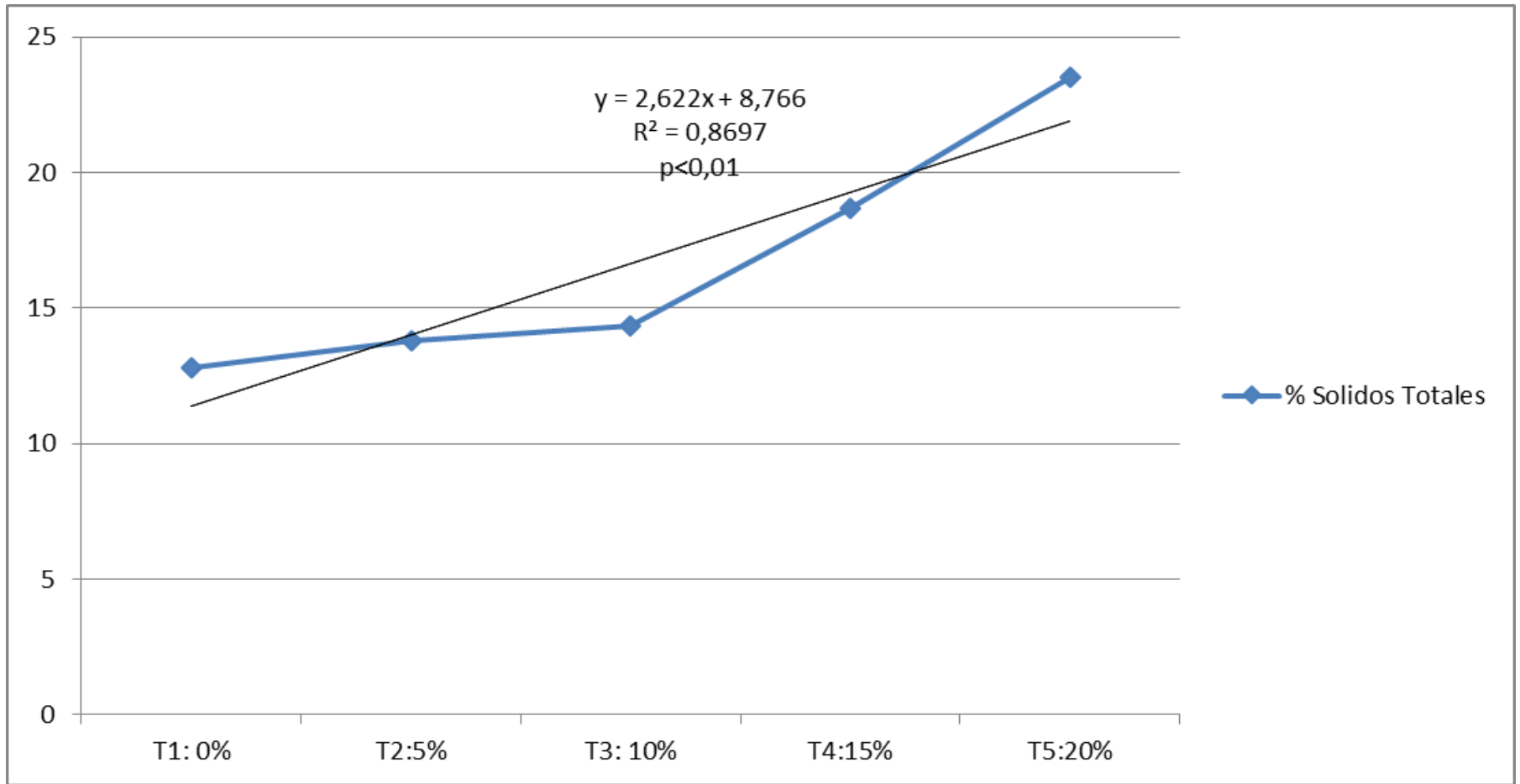


Gráfico 4. Línea de regresión del contenido de sólidos totales en yogurt tipo I elaborado con diferentes niveles de okara.

2. Contenido de Proteína

Los resultados promedios de proteína obtenidos en la presente investigación indican que este parámetro se incrementa a medida que se incluye los niveles de okara, determinando que el porcentaje de proteína en el tratamiento control de 3,47% difieren significativamente ($p < 0,05$) de los demás tratamientos, registrándose un valor mayor de proteína para el tratamiento T5 de 9,37%, seguido del tratamiento T4 con 7,70%.

El análisis de regresión nos indica que el porcentaje de proteína depende de un 90% de los niveles de okara adicionados al yogurt tipo I, mientras que el otro 10% obedece a otros factores no considerados en la presente investigación, como se evidencia en el (Gráfico 5).

Un estudio llevado a cabo por García, L. (2008), donde se determinó el efecto de la adición de fibra de trigo en la elaboración de yogurt muestran valores de proteína que van de 5,81 a 6,07% valores inferiores al presente estudio, este comportamiento puede ser debido a que el contenido proteico de la fibra de okara en base seca es de 23,76% mientras que el de la fibra de trigo de 0,4%.

3. Contenido de Grasa

El porcentaje de grasa analizado en el yogurt con diferentes niveles de okara, registra diferencias significativas ($P < 0,01$), entre tratamientos, presentando el T5 el mayor contenido de grasa (4,37%) con respecto al tratamiento T1 (2,67%). Si observamos en la tabla 11, el T1 y el T2 comparten la misma significancia.

El contenido de grasa se incrementa a medida que se adiciona la okara, es decir existe una relación directamente proporcional del tratamiento con respecto al contenido de grasa en el yogurt. La diferencia en la concentración de la grasa de la leche estandarizada inicial y el porcentaje de grasa final en el yogurt se debió al contenido de grasa de la okara (13,41%), existiendo una mayor concentración de sólidos grasos y no grasos.

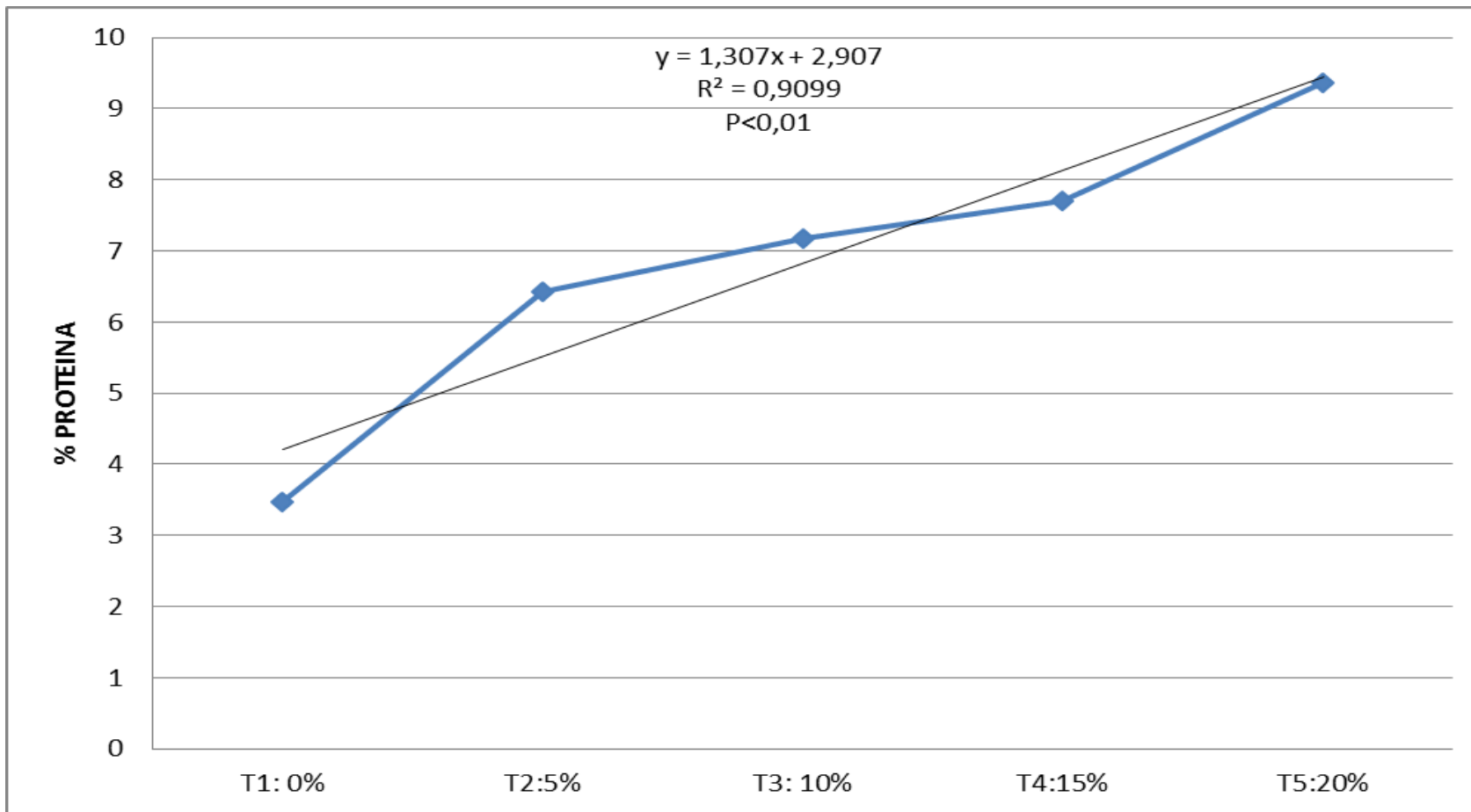


Gráfico 5. Línea de regresión del contenido de Proteína en yogurt tipo I elaborado con diferentes niveles de okara.

Este comportamiento similar se puede evidenciar en un estudio realizado por García, L. (2008), donde el contenido de grasa en el yogur se incrementa (2,33 a 2,53%), a medida que se adiciona los diferentes niveles de fibra de trigo. Los resultados obtenidos por García, L. (2008), son inferiores a los reportados en el presente estudio debido a que el contenido graso de la fibra de trigo es de 0.2%.

4. Contenido de Fibra

Los valores de fibra total provienen de la suma de la fibra insoluble y de la fibra soluble. La composición de la fibra presente en la okara va a depender sobre todo del procedimiento que se emplee en la obtención de la leche de soya (Erdman y col., 2004).

En la presente investigación el contenido de fibra adicionado al yogurt difieren significativamente entre los tratamientos ($P < 0.01$). Como era de esperarse el porcentaje mayor de fibra se determinó en el tratamiento T5 al 20% de adición. Si observamos en la Tabla 11, el contenido de fibra va en aumento conforme se adiciona la okara, es decir la adición de okara es directamente proporcional al contenido de fibra. Se evidencia que el tratamiento testigo T1, no presenta porcentajes de fibra.

Según Díaz, et al. 2004. La adición de fibra en la elaboración de yogurt influye de manera directamente proporcional sobre el índice de consistencia y el índice de flujo. Por lo cual, la adición de okara en la elaboración de yogurt, hace que este se torne más consistente y menos pseudoplástico.

El análisis de regresión del contenido de fibra con respecto al tratamiento, determina que el porcentaje de fibra se incrementa a un 73,75% por cada unidad porcentual de aditivo que se adicione al yogurt, la variable de adición se incrementa en 2.247, como se observa en el (Gráfico 6).

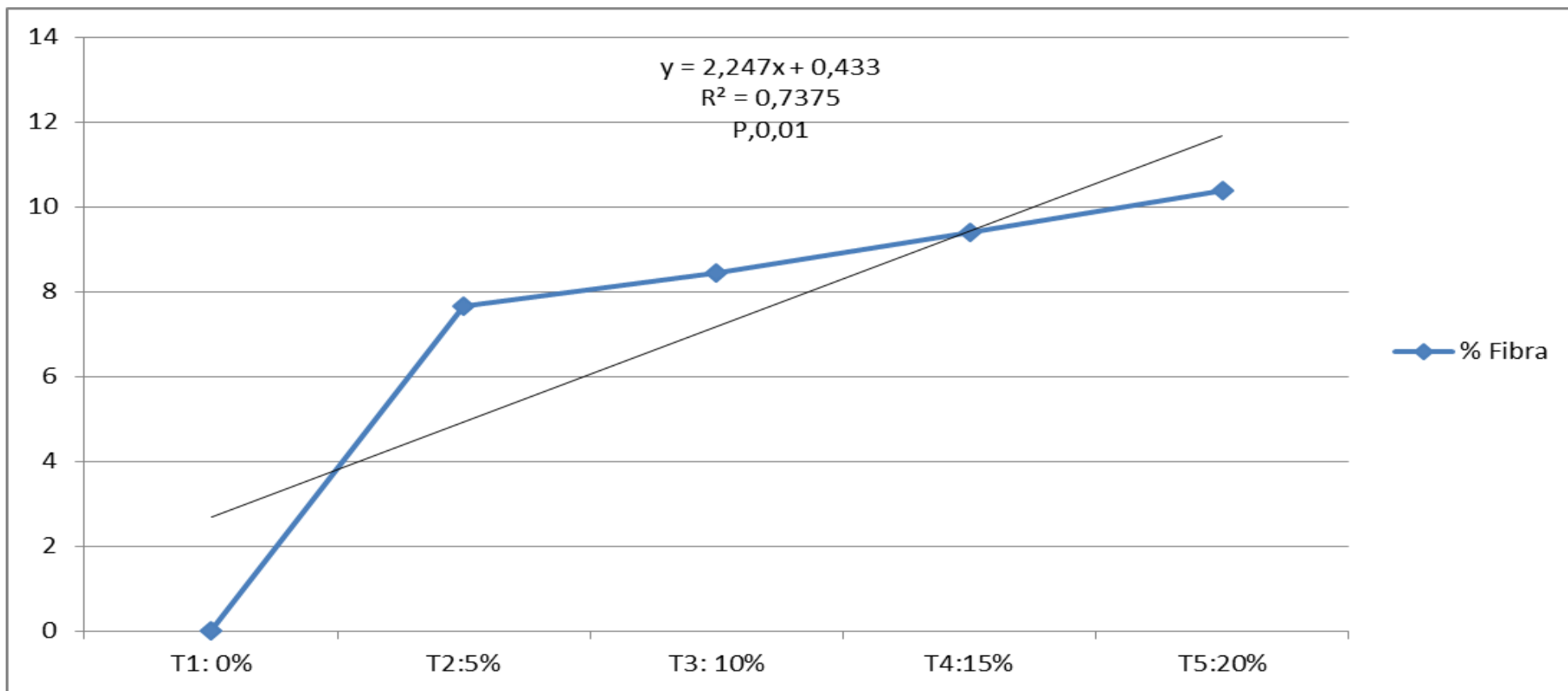


Gráfico 6. Línea de regresión del contenido de Fibra en yogurt tipo I elaborado con diferentes niveles de okara.

5. Contenido de Ceniza

Con respecto al contenido de ceniza en el yogurt elaborado con diferentes niveles de okara observamos que existe diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0.05$), encontrándose que el valor más alto se evidencia en T5 (1.63%), seguido del T4 (1.57 %) con respecto al T1 (0.77%), sin adición de okara.

Aunque numéricamente se observa que el contenido de ceniza se incrementa por efecto de adición de okara empleada para la elaboración de yogurt (Tabla 11), este comportamiento se debe a que el contenido de ceniza en okara es de 3.67%. Los valores de ceniza encontrados en el presente estudio son superiores a los que reporta García, L. (2008) quien indica que el contenido de ceniza en yogurt elaborado con fibra de trigo contiene 0.91% al adicionar el 20% de fibra.

El porcentaje de ceniza depende de un 95% de los niveles de fibra incrementados en el yogurt, por lo que cada unidad porcentual que se incrementa de okara, el contenido de fibra se eleva en 0.24%.

6. Contenido de °Brix

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de °Brix del yogurt elaborado con fibra de okara se reportan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre medias, registrándose que el valor más alto alcanzó el tratamiento T1 (18.46), sin adición de okara, el menor contenido de grados °Brix se evidencia en el tratamiento al 20% de adición de okara (16.87)

Comparando estos resultados con los de Salamanca, F. (2007), quien señala valores medios de Brix en el yogurt elaborado con pectina, estos son inferiores, este comportamiento pudo deberse a lo manifestado por Delorme, J. (1980), “Los grados Brix son la medida de los sólidos solubles presentes en una solución”, en este caso representan a los azúcares en general disueltos en el yogurt. La disminución de los grados Brix se debe a un fenómeno de dilución del soluto en este caso la okara no presenta sustancias solubles por ser una fibra cruda.

7. Contenido de Calcio y Fosforo

La leche y los productos lácteos son las fuentes principales de calcio, con una elevada bio disponibilidad y una relación calcio/fósforo óptima.

Para el presente estudio los contenidos de calcio y fósforo en el yogurt con fibra de okara difieren significativamente entre los tratamientos evidenciándose los valores más altos en el tratamiento donde se adicionó el 20% de okara con 0,22% y 0,18% para calcio y fósforo respectivamente al ser comparados con el tratamiento T1 sin adición de okara (0.14%).

Con respecto al contenido de calcio y fósforo Domínguez (2005) indica “Por cada 100 g de yogurt se obtiene 180 mg de calcio y 7140 mg de fosforo”, fortaleciendo los componentes nutritivos necesarios para mantener el organismo en buen estado. De igual manera, Díaz manifiesta que “lo curioso es que estos minerales están en mayor cantidad en el yogurt que en la leche” estas afirmaciones se pueden evidenciar en cada tratamiento debido que a medida que se adiciona la okara se incrementa el contenido de calcio y fósforo.

8. Viscosidad

Como era de esperarse los valores obtenidos en el presente estudio muestran una relación directamente proporcional de la viscosidad con respecto a los diferentes niveles de okara, observándose una mayor viscosidad en el tratamiento donde se adicionó el 20% de okara (21553.33cp), con respecto al tratamiento T1 sin adición de okara (9150cp), en general este parámetro difiere significativamente en cada tratamiento ($P < 0,05$).

Según Castillo, M. (2004), los cambios de viscosidad del yogurt, depende de una serie de factores propios de las proteínas tales como el tamaño molecular, forma, carga superficial, tipo de las proteínas concentración, solubilidad, capacidad de retención de agua, y estas a su vez están influenciadas por los factores del medio ya mencionados, importante es el calcio que queda retenido en la caseína cuya proporción con la superficie micelar influye en la formación del gel.

De lo mencionado anteriormente, el contenido de proteínas que se encuentran en la fibra de okara 23.76%, pueden ser representativas para aumentar la viscosidad del yogurt.

C. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA

1. Olor

La calificación asignada al yogurt tipo I elaborado con adición de okara presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre medias (cuadro 13), de acuerdo a la prueba de rating test, registrándose las mejores respuestas en el tratamiento T1, con calificación de 4,10 puntos sobre 5, mientras que la menor aceptación por parte de los catadores reportó los tratamientos T4 y T5, con 3,50 y 3,40 puntos respectivamente.

Respuestas que pudieron deberse a que el yogurt tipo I a base de okara tomó el aroma de la fibra de soya, el cual enmascara el olor característico, ya que según Salamanca, F. (2007), los productos lácteos tienen una alta receptación a los aromas de los aditivos añadidos, refiriendo también en las normas INEN en el que se exige que el yogurt debe presentar un olor característico del producto fresco. (Cuadro 13).

Cuadro 13. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DEL YOGURT TIPO I CON DIFERENTES NIVELES DE OKARA.

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	T4	T5	MEDIA	CV	PROBABILIDAD
OLOR	4,10 a	3,90ab	3,80ab	3,50b	3,40b	3,74	16,6	0,003
SABOR	4,35a	3,30b	2,05c	1,95c	1,75c	2,6	28,75	0,0001
COLOR	3,85a	3,85a	3,25ab	3,20ab	2,95b	3,42	22,65	0,0005
TEXTURA	4,20a	3,30b	2,95bc	2,25cd	1,90d	2,67	28,09	0,0001

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

T1= 0%.

T2= 0,5%.

T3= 10%.

T4= 15%.

T5= 20%.

2. Sabor

Las calificaciones asignadas al sabor del yogurt elaborado con okara presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$), entre medias, los valores más altos se registraron en el tratamiento T1 con 4,35 sobre 5 puntos, seguido de tratamiento T2 con 3,30. Con respecto a los tratamientos T3, T4 y T5 se puede observar que presentan el mismo comportamiento.

A medida que se adiciona la okara, el yogurt va perdiendo su aceptabilidad por los catadores esto puede deberse a que existe mayor concentración de fibra de soya haciéndolo más notoria su presencia.

La Norma INEN 710(1966), manifiesta que “Podrá añadirse al yogurt de sabores, frutas frescas o desecadas, en conserva, congeladas, enteras o fraccionarias, puré de frutas, pulpas de fruta fresca o conservada, jarabe de fruta o jugo; y se podrá o no agregar azúcar, debiendo hacerse referencia que a todos los tratamientos se asignó las mismas proporciones de aditivos y azúcar, por lo que no se considera a esta como una fuente de variación, sin más bien los valores están sujetos a la aceptación del panel de catadores.

3. Color

Las medias del color del yogurt obtenido por efecto de los niveles de okara, presentan estadísticas significativas ($P < 0,05$), aunque en este caso los tratamientos presentan similares comportamientos con respecto a control con un valor de 3,85 sobre cinco puntos, el valor menor se observó en el tratamiento T5 con 2,95 puntos. Se puede considerar que las diferencias no son causales, ya que en todos los tratamientos las variaciones de la tonalidad de color en el yogurt tipo I a base de okara tuvo una relación directamente proporcional con los niveles de okara; es decir a mayor contenido de okara. (Ver gráfico 7).

COLOR

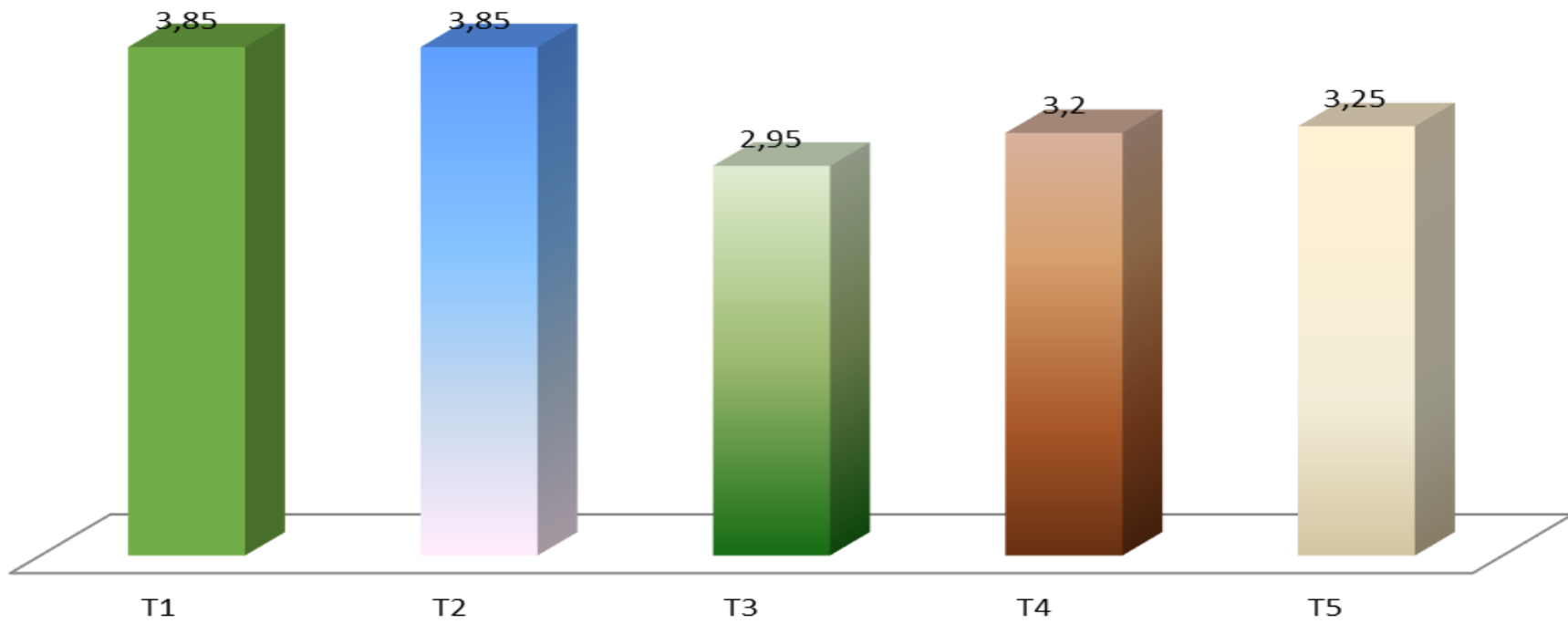


Gráfico 7. Valoración organoléptica (color) en yogurt tipo I elaborado con diferentes niveles de okara.

Mayor intensidad en la tonalidad del color, por lo que la adición al 5% representa de okara no altera notablemente el color.

Según Salcedo, et, al. (1998), indica que los principales defectos del color son: olor desigual debido a la mala distribución de los ingredientes en el momento de colorear la muestra, mala distribución del colorante; color no natural, debido al empleo de colorantes inadecuados y materias extrañas; poco color, falta de colorante; puntos pigmentados, colorantes no disueltos totalmente.

4. Textura

Las medias registradas en la valoración sensorial de textura del yogurt tipo I elaborado con diferentes niveles de okara, fueron diferentes estadísticamente ($P < 0,05$), entre sí, con una media general de 2,67 puntos sobre cinco, observándose que la mejor textura se registró en el tratamiento control T1, con una valoración de 4,20 sobre cinco puntos de referencia puesto que el tratamiento control presentó una textura mucho más fluida que los demás tratamientos, debido a que las partículas sólidas fueron lo suficientemente pequeñas para no ser detectadas en la boca.

En tanto que los valores más bajos fueron registrados en el tratamiento T5 con 1,90 puntos, es decir el yogurt registró la presencia de partículas sólidas en la fase líquida que al ser ingeridas su presencia es perceptible.

D. ANALISIS MICROBIOLÓGICO DEL YOGURT TIPO I CON DIFERENTES NIVELES DE OKARA

Al realizar los análisis microbiológicos del yogurt tipo I con diferentes niveles de okara, se determinó en todos los tratamientos analizados la ausencia de mohos y levaduras, coliformes totales y aerobios mesófilos, este comportamiento pudo deberse a que la elaboración y almacenamiento fueron minuciosamente controlados bajo normas de calidad e inocuidad.

Por otro lado Alais, C. (199), afirma que la pasteurización permite una reducción de microorganismos patógenos, puesto que la temperatura aplicada es de 85°C

durante 30 minutos. El yogurt a ser un producto obtenido de la fermentación, la variación de pH es evidente, e yogurt al tener un pH de 4,3 a 4,6, el desarrollo de microorganismos es inhibido. (Ver cuadro 14).

Con respecto a las Normas INEN (1996), en su norma 700, señala que la carga bacteriana total no sobrepasa las 1500 UFC/mL, debiéndose posiblemente, la presencia de estos microorganismos a algún factor externo como posible contaminación de este producto. (Cuadro 15).

E. VIDA DE ANAQUEL DEL YOGURT TIPO I CON DIFERENTES NIVELES DE OKARA

Para la determinación de la vida útil de los tratamientos estos fueron almacenados de 6 a 10°C, tomándose como único indicador el pH a los 7, 14 21 y 28 días. Muestra el comportamiento de los tratamientos durante los días de almacenamiento, donde se observa que no existe diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0,05$), sin embargo se observa una diferencia numérica con un valor de pH de 4,30 para el tratamiento T1 y un pH mayor 4,43 para el tratamiento T4. Esto indica que la adición de okara al yogurt no influye en el cambio de pH. Un descenso en el valor de pH indica que existe proliferación de bacterias y como resultado un incremento en el contenido de ácido láctico, en el presente estudio no se observa dicha variación puesto que se tomó muy en cuenta la inocuidad en el proceso de elaboración.

Cuadro 14. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL YOGURT TIPO I CON DIFERENTES NIVELES DE OKARA.

TRATAMIENTOS	AEROBEOS MESOFILOS (UFC/g)	MOHOS Y LEVADURAS (UFC/g)	COLIFORMES TOTALES (UFC/g)
T1	ausencia	ausencia	Ausencia
T2	ausencia	ausencia	Ausencia
T3	ausencia	ausencia	Ausencia
T4	ausencia	ausencia	Ausencia
T5	ausencia	ausencia	Ausencia

Fuente: Laboratorio Bromatología. UEA. (2015).

Cuadro 15. REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS.

REQUISITOS	UNIDAD POR g	MÉTODO DE ENSAYO
Bacterias coliformes	Neg	INEN 171
Bacterias patógenas	Neg	INEN 720
Hongos	Neg	INEN 172

Fuente: Norma INEN 710. (1996).

F. ANALISIS ECONOMICO DEL YOGURT TIPO I CON DIFERENTES NIVELES DE OKARA

Con respecto al análisis económico del yogurt elaborado con distintos niveles de okara podemos indicar que la única variación que se realiza en cuanto a costos de producción fue la cantidad de okara que se adicionó a cada tratamiento, el costo de producción para la obtención de 250 g de okara seca a partir de un kilo de soya es de 0,80 ctvs de dólares.

Se obtuvieron 3200 mL de yogurt a partir de la formulación que se observa en la tabla....para el tratamiento T1, 3210 mL para T2, 3212 mL para T3, 3213 mL para T4 y 3215 para T5, los mismos que fueron envasados en 16 frascos de 250 mL. Los costos de producción para cada tratamiento fueron de 3,08 ctvs. (T1), 3,13 ctvs. (T2), 3,18 ctvs. (T3), 3,22 ctvs. (T4) y 3,27 ctvs. (T5). Por cuanto el beneficio costo para cada tratamiento es de 1,25, 1,23, 1,21, 1,20, y 1,18 respectivamente. (Cuadro 17).

Cuadro 17. ANÁLISIS BENEFICIO/COSTO DEL YOGURT TIPO I CON DIFERENTES NIVELES DE OKARA.

INGREDIENTE	CANTIDAD	COSTO/U	NIVELES DE OKARA				
			0%	5%	10%	15%	20%
			COSTO/T	COSTO/T	COSTO/T	COSTO/T	COSTO/T
OKARA (g)	0	0	0	0,05	0,096	0,14	0,19
LECHE (L)	3	0,35	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
FERMENTO (g)	1,5	0,04	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
SORBATO DE POTASIO (g)	1	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
AZUCAR (g)	360	0,6	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
SABORIZANTE (mL)	3	0,02	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
ENVASES (250mL)	10	0,14	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
GAS	1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
TOTAL			3,08	3,13	3,176	3,22	3,27
LITROS DE YOGURT PRODUCIDO			3,2	3,21	3,212	3,213	3,215
			1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
PRECIO DE VENTA			1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
INGRESOS TOTALES			3,84	3,852	3,8544	3,8556	3,858
BENEFICIO/COSTO			1,25	1,23	1,21	1,20	1,18

V. **CONCLUSIONES**

- El análisis de la okara reportó una composición química considerable especialmente en el contenido de proteína que en base seca contiene 23,76%, en cuanto al contenido de grasa al ser la soya una leguminosa rica en aceite, la okara presenta un 13,41% de grasa, su ingrediente por el cual se puede considerar como un aditivo funcional es su considerable contenido de fibra bruta de 18,50%.
- La adición de okara en la elaboración de yogurt tipo I es proporcional a los parámetros medidos, es decir a medida que se incrementó el contenido de okara se incrementó también las características como pH, viscosidad, sólidos totales, ceniza, proteína, fibra, grasa, Ca y P; y fue inversamente proporcional al contenido de azúcares totales y grados Brix, determinándose diferencias significativas ($P < 0,05$) entre medias de los tratamientos. Los mayores valores se evidenciaron en el tratamiento T5 al 20% de adición de okara con respecto al tratamiento T1 con 0% de okara.
- El análisis organoléptico mostró una interesante respuesta en cuanto a la aceptación del yogurt elaborado con diferentes niveles de okara, observándose diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0,05$), el tratamiento T1 muestra valores altos en cuanto al sabor y textura de 4,35 y 4,20 puntos respectivamente, seguido del tratamiento T2 con 3,30 puntos en sabor y textura. Los valores inferiores lo reportó el tratamiento T5 con 1,75 y 1,90 puntos.
- En el análisis de pH para determinar la vida útil del yogurt con diferentes niveles de okara se observó que no existe diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los tratamientos T2, T3 y T5 de 0 a 28 días de almacenamiento, pero si difieren del tratamiento T1 y T5, ($P < 0,05$). Para el tratamiento T1 el pH descendió de 4,3 a 3,73 y para el tratamiento T5 de 4,60 a 3,93.
- El menor costo de producción se observó en el tratamiento T1 con 0% de adición lográndose un beneficio/costo de 1,25 dólares, sin embargo la adición de okara como fuente rica en fibra puede ser representativo si se lo

considera como un alimento funcional, siendo el tratamiento T2 el de mayor aceptación y mejor beneficio/costo (1,23 USD).

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio específico acerca de los beneficios de la fibra de okara en yogurt como alimento funcional.
- Determinar el contenido de fibra dietética de la okara y su adición en diferentes productos agroindustriales.
- Investigar el efecto que pueda provocar la okara micro pulverizada como fuente de sólidos en la elaboración de yogurt.
- Difundir los resultados de esta investigación a empresas destinadas a la elaboración de alimentos funcionales con la finalidad de incorporales en el mercado.

VII. LITERATURA CITADA

1. ALAIS, C. (1985). Ciencia de la leche. (4ta edición). España. Reverté. S.A. pp 52-53.
2. ALZAMORA, S. GUERRERO, S., NIETO, A., VIDALES, S. (2004). Conservación de frutas y hortalizas. pp 152.
3. ARAYA, J. (2008). Agrocadena de plátano caracterización de la Agrocadena. Recuperado el 8 de septiembre del 2011, de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00082.pdf>.
4. BELAUNZARÁN, M. (2010). Desarrollo y caracterización de yogurt firme elaborado con leche ovina. Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Argentina pp 5-6.
5. BERNAL, E., RESTREPO, D. (2010). Plan de negocio para la creación de una empresa de producción de derivados lácteos, yogurt y kumis en el Municipio de Roncesvalles Tolima en la finca San Pablo. Tesis de pregrado. Pontificia Universidad Javeriana. Colombia. pp 12-13
6. BONE, L. CORONEL, C. Y RAMÍREZ, P. 2001. Compendio de recomendaciones tecnológicas para los principales cultivos de la Amazonía. 1a ed. Quito-Ecuador. pp 119-123.
7. BRITO, M. 1997. La leche, Alimento indispensable, Sao Paulo, Brasil, Editora y consultoría emNutricao Ltda. pp. 66.
8. BUITRAGO, J., ESCOBAR, A. (2009). Aplicación de levadura calidad spp. Como una alternativa viable para la retardación en la pudrición del banano (*Musa acuminata*). Tesis de pregrado. Pontifica Universidad Javeriana. Colombia. pp 20.
9. CABRERA, J. (2011). Estudio de pre factibilidad e impacto ambiental para el establecimiento de una planta de procesamiento de lácteos en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Tesis de pregrado. Escuela Politécnica Nacional. Ecuador. pp 23-24.

10. CRUZ, J., GONZÁLEZ, J., ROSALES, J., BAEZA, M., CALDERÓN, M., RAMÍREZ, C., HERRERA, S. (2010). Estudio de factibilidad técnica de un yogurt enriquecido con vitamina A encapsulada por medio de almidones modificados. Recuperado el 1 de Octubre del 2011, de la Universidad de Guanajuato: <http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CE8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.respyn.uanl.mx%2Fespeciales%2F2010%2Fee>.
11. CUVI, J. (2004). Utilización de diferentes niveles de caseinato de calcio para la producción de yogurt dietético. Tesis de pregrado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.
12. ERDMAN, J.W., BADGER, T.M., LAMPE, J.W., SETCHELL, K.D.R., MESSINA, M. (2004). Not all soy products are created equal: Caution needed in interpretation of research results. *J Nutr*, 134: 1229s-1233s.
13. ESPINOZA, A Y ZAPATA, L. (2010). Estudio de yogurt. http://www.educapalimentos.org/site2/archivos/investigaciones/Estudio_de_Yogurt.pdf.
14. HERMIDA, J. R. (1993). Tratamiento y aprovechamiento del orujo de aceituna. *Tecnologías complementarias en la industria alimentaria*, pp 137-148.
15. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION, INEN (1996). *Elaboración y requisitos exigidos para el yogurt. Norma 710. Quito-Ecuador.*
16. LARA, F. (2012). *Sector Industrial bebidas*. pp 23.
17. LICATA, M. (2006). *Ventajas del consumo de yogurt*.
18. LACASA, A, (1985). *Ciencia de la leche: principios de técnica lechera. Componentes de la Leche. México, D.F. pp 73-74.*

ANEXOS

Anexo 1. Análisis estadístico de la Viscosidad (Cp) del yogurt elaborado con diferentes niveles de okara.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	REPETICIONES		
	I	II	III
0	9148.00	9150.00	9152.00
5	13500.00	13515.00	13520.00
10	15830.00	15845.00	15860.00
15	21540.00	21560.00	21560.00
20	25320.00	25315.00	25318.00

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	F. Cal	P.Fisher
Total	14.00	495039628			
Tratamientos	4	495038674	123759668	1297271.16	1.59E-28
Error	10.00	954.00	95.40		
CV %			0.06		
Media			17075.53		

SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN (P<0,05)

Tratamientos	Media	Rango
0	9150.00	E
5	13511.67	D
10	15845.00	C
15	21553.33	B
20	25317.67	A

ANALISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	489090639	489090639	1068.78299	7.2048E-14
Residuos	13	5948989.03	457614.541		
Total	14	495039628			

Anexo 2. Análisis estadístico de Sólidos Totales (%) del yogurt elaborado con diferentes niveles de okara.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	REPETICIONES		
	I	II	III
0	13.46	12.51	12.48
5	13.68	13.94	13.84
10	14.30	14.30	14.40
15	18.40	18.80	18.90
20	23.48	23.48	23.51

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	F. Cal	P. Fisher
Total	14.00	237.97			
Tratamientos	4	237.17	59.29	738.45	2.62E-12
Error	10.00	0.80	0.08		
CV %			1.70		
Media			16.63		

SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN (P<0,01)

Tratamientos	Media	Rango
0	12.82	d
5	13.82	c
10	14.33	c
15	18.70	b
20	23.49	a

ANALISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	206.351413	206.351413	84.8328087	4.6315E-07
Residuos	13	31.6218267	2.43244821		
Total	14	237.97324			

Anexo 3. Análisis estadístico de Ceniza (%) del yogurt elaborado con diferentes niveles de okara.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	REPETICIONES		
	I	II	III
0	0.70	0.70	0.90
5	0.90	0.90	0.90
10	1.20	1.30	1.20
15	1.50	1.70	1.50
20	1.60	1.60	1.70

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	F. Cal	P. Fisher
Total	14.00	1.86			
Tratamientos	4	1.80	0.45	67.40	3.41E-07
Error	10.00	0.07	0.01		
CV %			6.69		
Media			1.22		

SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN (P<0,01)

Tratamientos	Media	Rango
0	0.77	c
5	0.90	c
10	1.23	b
15	1.57	a
20	1.63	a

ANALISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	1.728	1.728	165.176471	9.1396E-09
Residuos	13	0.136	0.01046154		
Total	14	1.864			

Anexo 4. Análisis estadístico de Proteína (%) del yogurt elaborado con diferentes niveles de okara.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	REPETICIONES		
	I	II	III
0	3.40	3.50	3.50
5	6.50	6.50	6.30
10	7.10	7.20	7.20
15	7.80	7.80	7.50
20	9.30	9.40	9.40

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	F. Cal	P. Fisher
Total	14.00	56.43			
Tratamientos	4	56.32	14.08	1320.06	1.45E-13
Error	10.00	0.11	0.01		
CV %			1.51		
Media			6.83		

SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN (P<0,01)

Tratamientos	Media	Rango
0	3.47	e
5	6.43	d
10	7.17	b
15	7.70	c
20	9.37	a

ANALISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	51.2213333	51.2213333	127.856631	4.2494E-08
Residuos	13	5.208	0.40061538		
Total	14	56.4293333			

Anexo 5. Análisis estadístico de Fibra (%) del yogurt elaborado con diferentes niveles de okara.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	REPETICIONES		
	I	II	III
0	0.00	0.00	0.00
5	7.80	7.60	7.60
10	8.40	8.40	8.50
15	9.40	9.40	9.40
20	10.30	10.50	10.30

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	F. Cal	P. Fisher
Total	14.00	205.39			
Tratamientos	4	205.33	51.33	8555.39	1.28E-17
Error	10.00	0.06	0.01		
CV %			1.08		
Media			7.17		

SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN (P<0,01)

Tratamientos	Media	Rango
0	0.00	e
5	7.67	d
10	8.43	c
15	9.40	b
20	10.37	a

ANALISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	151.425333	151.425333	36.478566	4.1677E-05
Residuos	13	53.964	4.15107692		
Total	14	205.389333			

Anexo 6. Análisis estadístico de Grasa (%) del yogurt elaborado con diferentes niveles de okara.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	REPETICIONES		
	I	II	III
0	2.70	2.70	2.60
5	2.80	2.70	2.90
10	3.10	3.40	3.50
15	3.90	4.10	4.10
20	4.40	4.40	4.30

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	F. Cal	P. Fisher
Total	14.00	6.84			
Tratamientos	4	6.69	1.67	114.02	2.68E-08
Error	10.00	0.15	0.01		
CV %			3.52		
Media			3.44		

SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN (P<0,01)

Tratamientos	Media	Rango
0	2.67	d
5	2.80	d
10	3.33	c
15	4.03	b
20	4.37	a

ANALISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	6.44033333	6.44033333	211.603201	2.0148E-09
Residuos	13	0.39566667	0.0304359		
Total	14	6.836			

Anexo 7. Análisis estadístico de Azúcares (Brix) del yogurt elaborado con diferentes niveles de okara.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	REPETICIONES		
	I	II	III
0	18.47	18.45	18.47
5	17.45	17.61	17.00
10	17.21	17.24	17.20
15	16.80	16.70	16.80
20	17.10	16.80	16.70

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	F. Cal	P. Fisher
Total	14.00	5.78			
Tratamientos	4	5.49	1.37	46.59	1.97E-06
Error	10.00	0.29	0.03		
CV %			0.99		
Media			17.33		

