

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**



**Título:**

**ANÁLISIS SENSORIAL DE YOGURT ADICIONADO CON  
LECHE DE SOYA**

**POR:**

**ALEJANDRA MAGALY DE LA ROSA MATILDES**

**T E S I S**

**Presentada como requisito parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE  
ALIMENTOS**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Marzo del 2009.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

POR:

ALEJANDRA MAGALY DE LA ROSA MATILDES

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador  
Como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

APROBADA

M.C. Xochitl Ruelas Chacón  
Presidente

M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla  
Vocal

M.C. Mildred Inna Marcela Flores Verástegui  
Vocal

Ing. José Rodolfo Peña Oranday.  
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Marzo del 2009. DIVISION DE CIENCIA ANIMAL

## DEDICATORIAS

A **Dios** por permitirme llegar hasta este instante de mi vida y entender que todo esfuerzo culmina en un acto de felicidad.

A mi abuelita **Celerina Vázquez García**, a ti **Cheye**, te dedico y comparto este logro por ser la comprensión y mi guía desde mi infancia, por su cariño y amor de madre y por haber contribuido en mi formación.

A mi madre **Tomasa Matildes Vázquez** por haberme dado este regalo que es la vida por darme tu cariño y permitirme culminar la realización de esta meta, por contar con tu apoyo incondicional en momentos hermosos y difíciles de mi vida, por mostrarme como enfrentar la vida siendo tú el ejemplo de fortaleza y ganas de salir siempre adelante.

A mi esposo **Roberto Gatica Cantú**, por tu confianza, cariño, respeto, consejos, por amarme y estar conmigo en los momentos difíciles y más importantes de mi vida, por tu apoyo incondicional que me brindaste a lo largo de mi estancia en la Universidad y hasta la culminación de este trabajo de investigación, este sueño logrado también es para ti amor.

A mi hijo **Roberto Gatica de la Rosa**, a ti mi vida por ser el regalo más maravilloso que me ha dado la vida y por ser el ángel que me impulso y dio la fuerza para seguir adelante con uno de mis sueños y que este sacrificio de no estar contigo en tus primeros años de vida no fueron en vano.

A mi tío **Nau Matildes Vázquez**, por ser el padre, que con tu cariño y disciplina, disfrazado de regaño me inculcaste la responsabilidad, el respeto a mí y a todo en esta vida para ser una mujer de bien.

A mis tías **Dina, Analù y Rubí Matildes Vázquez**, por ser parte importante de mi vida, por sus consejos, cariño, comprensión y por ser cómplices de mis sueños.

A mis hermanos **Juan Carlos, Guadalupe, José Luis y Mayte**, por compartirme momentos hermosos desde mi infancia, por su cariño y confianza.

A mis primos **Brenda, Itzetzl, Héctor, Chayito, Fátima, Gretel, David, Beatriz, Ivette, Perla, Isabel, Junior, Karen**, por compartir conmigo momentos difíciles y felices de mi vida.

A mis sobrinas **Mayuri y Leilani** por darme la dicha de ser su tía y por la alegría que me dan en momentos difíciles y que hacen que la vida sea de felicidad.

A mi tío y amigo **Uriel Abundis Matildes**, por tu comprensión y cariño que me has brindado y ser parte fundamental en mi crecimiento espiritual, por tu compañía que en mi adolescencia fué la guía que necesitaba para no desistir de mis objetivos.

## AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** mi **ALMA TERRA MATER**, por haberme dado la oportunidad de cultivar el conocimiento y darme las herramientas necesarias para ser un profesional.

A mi asesora principal **M.C. Xochitl Ruelas Chacón**, por confiar en mí para la realización de este trabajo de investigación y por ser parte de mi formación profesional, por su paciencia, consejos y por su amistad que me brindo.

Al **M.C.Oscar Noé Reboloso Padilla**, por contribuir a la realización de este trabajo, por ser parte de los maestros en mi formación profesional, por su paciencia, consejos, confianza, enseñanzas que me brindo a lo largo de la realización del servicio social en el laboratorio de lácteos y por su amistad.

A la **M.C. Mildred Innà M. Flores Verástegui** gracias por su apoyo en la realización de este trabajo de investigación, por su paciencia, enseñanzas compartidas, consejos y su amistad.

A la **Q.F.B.Carmen Pérez, Lic. Laura Aguirre, Ing. María de Jesús Sánchez**, gracias por su apoyo brindado en este trabajo de investigación, por su amistad, confianza y cariño.

**A mis amigos**, Celia, Rossy, Gaspar, Gerardo, Delali, Rodrigo, Magda, Isis, Dani, Arcelia, Karen, Jibrahan, Orlando, Gis, Eloísa, gracias por su amistad que me han brindado y por estar conmigo en momentos difíciles y felices de mi vida.

**A mi cuñado** Jorge, gracias por contribuir en la realización de este trabajo, por su amistad y confianza.

**A mis tías**, Iris, Iréis, Carmen, Bochìa, Elpidia (+), Gerito, y a mi madrina Socorro, gracias por su apoyo, sus consejos y el cariño que me han brindado.

A la **Sra. María de la luz Bravo, Sra. María Elida Encino, familia Ortíz Guardiola, familia Cisneros Martínez**, gracias por su apoyo brindado a lo largo de mi estancia en Saltillo.

**A mis compañeros de generación**, Caro, Luzvia, Lupita, Paula, Bety, Brenda, Aricelda, Virgilio, Tafolla, Juan Buenrostro, Romeo, Guillermo, Omar, Armando, Hugo, Jesús, Adrian, Enrique, Juan Villada, Emilio, Esmeralda, Fredy, Montse, Toño, Lety, Belén, Humberto, José Francisco, Kenia, gracias por los momentos agradables que pasamos juntos a lo largo de la carrera.

## ÍNDICE GENERAL

<b>Dedicatoria</b>	iii
<b>Agradecimientos</b>	iv
<b>Índice general</b>	v
<b>Índice de cuadros</b>	viii
<b>Índice de figuras</b>	ix
<b>Índice de anexos</b>	x
<b>Resumen</b>	xi
<b>CAPÍTULO I</b>	1
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	1
1.1Objetivos	3
1.1.1 Objetivo general	3
1.1.2 Objetivo específico	3
1.2 Hipótesis	3
1.3 Justificación	4
<b>CAPÍTULO II</b>	5
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	5
2.1 Evaluación Sensorial	5
2.1.1 Definición	5
2.1.2 Propiedades sensoriales	6
2.1.3 Factores que influyen en la evaluación sensorial	9
2.1.4 Tipos de jueces	9
2.1.5 Clasificación de las pruebas sensoriales	11
2.2Índice R	13
2.2.1 Definición	13

2.3 Leche de soya	14
2.3.1 Definición	14
2.3.2 Obtención de la leche de soya	15
2.3.3 Beneficios de la leche de soya	16
2.3.4 Propiedades nutricionales de la leche de soya	18
2.4 Yogurt	18
2.4.1 Definición	18
2.4.2 Beneficios	19
2.4.3 Componentes nutritivos del yogurt	19
2.4.4 Las bacterias en el yogurt	21
2.4.5 Métodos de elaboración de yogurt	24
2.4.6 Microbiología de los cultivos iniciadores de yogurt	26
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>28</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>28</b>
3.1 Materiales biológicos	28
3.2 Materiales de laboratorio	28
<b>3.3 MÉTODO EXPERIMENTAL</b>	<b>29</b>
3.3.1 Procedimiento para elaborar la leche de soya	29
3.3.2 Procedimiento para preparar la mezcla de las leches para elaborar el yogurt	29
3.3.3 Análisis sensorial	30
3.3.4 Análisis estadístico	31

<b>CAPÍTULO IV</b>	32
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	32
4.1 Análisis sensorial utilizando la prueba de preferencia	32
4.2 Análisis sensorial utilizando la prueba discriminativa	33
<b>CAPÍTULO V</b>	36
<b>5. CONCLUSIONES</b>	36
<b>CAPÍTULO VI</b>	37
<b>6. RECOMENDACIONES</b>	37
<b>CAPÍTULO VII</b>	38
<b>7. LITERATURA CITADA</b>	38
<b>CAPÍTULO VIII</b>	40
<b>8. ANEXOS</b>	40

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Impresiones que se perciben a través de los sentidos en el análisis sensorial	6
Cuadro 2. Matriz de respuesta generalizada para el índice R	14
Cuadro 3. Componentes nutritivos fundamentales del yogurt	20
Cuadro 4. Porcentaje de las mezclas de la leche	30
Cuadro 5. Resultados de aceptabilidad de acuerdo a las concentraciones evaluadas en la prueba de preferencia	32
Cuadro 6. Resultados de la prueba de preferencia	33
Cuadro 7. Matriz de repuesta de jueces del segundo análisis, aplicada para el índice R	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Soya (Glycine Max)	2
Figura 2. Leche de soya	16
Figura 3. Proceso tradicional de la elaboración del yogurt	25
Figura 4. Proceso mejorado de la elaboración del yogurt	26

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Primer formato de evaluación sensorial	40
Anexo 2. Segundo formato de la evaluación sensorial	41
Anexo 3. Resultados de los atributos evaluados de acuerdo al método de Kruskal-Wallis	42

## RESUMEN

Para este trabajo de investigación, se realizó una evaluación sensorial, se prepararon cinco concentraciones de yogurt, la primera fué de 100% de leche de vaca, en las otras se adicionó leche de soya con los siguientes porcentajes 15, 30, 45 y 60.

El objetivo fué evaluar con la técnica del índice "R" si existe diferencia entre el yogurt a base de pura leche de vaca y el elaborado con diferentes porcentajes de leche de vaca y leche de soya.

En el primer análisis sensorial se utilizó la prueba de preferencia por ordenamiento, los jueces tenían que ordenar las muestras de menor a mayor preferencia, de la cual los resultados obtenidos mostraron que las concentraciones más aceptadas fueron el yogurt de 100% de leche de vaca y el yogurt con 15% de leche de soya y 85% de leche de vaca. Se aplicó el método de Kruskal-Wallis y los resultados obtenidos mostraron diferencias altamente significativas en cuanto a olor y sabor, razón por la que las dos muestras de yogurt antes mencionadas fueron distinguidas por los jueces.

En el segundo análisis se utilizó la técnica del índice R, en esta prueba se utilizaron dos pares de muestra: una era el yogurt natural de 100% leche de vaca y el adicionado con 15% de leche de soya; se pidió al juez clasificará de acuerdo al formato proporcionado. Para este análisis se obtuvo un índice R de 57.85%, que nos indica que hay diferencia significativa entre los dos tipos de yogurt.

**Palabras clave:** Yogurt, Índice R, Análisis Sensorial, Leche de Soya, prueba de ordenamiento, prueba discriminativa.

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

El yogurt es un alimento simple: consiste básicamente en leche con el agregado de una bacteria "buena" que produce enzimas. Esta enzima ataca los azúcares naturales de la leche produciendo el ácido láctico, que la convierte en yogurt, posee, proporcionalmente, más proteína digerible que la leche. Además de proteína, el yogurt contiene calcio, potasio y fósforo. Es una fuente extraordinaria de vitamina B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, B<sub>3</sub> (niacina) y ácido fólico (Anónimo 1, 2009).

Los microorganismos y sus enzimas, es decir, los cultivos iniciadores, juegan un papel esencial en la producción del yogurt por su contribución al desarrollo de la acidez y el sabor del producto (Varnam, 1994).

El yogurt es probablemente originario del oriente medio y la evolución de este producto fermentado a lo largo de los años se puede atribuir a las habilidades culinarias de los pueblos nómadas de esta parte del mundo. En principio, solo se producía el yogurt natural y el mercado del mismo se limitaba en gran medida a consumidores que consideraban el yogurt como un alimento sano, pero poco a poco la concepción del yogurt cambió la introducción de frutas al yogurt en los años 50 supuso una nueva imagen del producto, y se convirtió en un alimento o un postre popular y económico (Hernández S., 2007).

La soya es un cultivo que ocupa un lugar importante en la agricultura mundial debido principalmente a sus propiedades alimenticias e industriales. En México es un cultivo perfectamente establecido en el noroeste del país (Robles, 1985).

Según Vavilov (1940), es originaria de China, de donde se extendió a la mayor parte de los países de Asia, algunos países de Europa y posteriormente al continente Americano.

La soya (figura 1) pertenece a la familia leguminosa, subfamilia *papilionoideae* y genero *Glycine* L. De acuerdo con Mateo Box, el género *Glycine* comprende 12

ó15 especies, de las cuales *Glycine Max* es la de mayor importancia económica, ya que es un cultivo anual cuya planta alcanza generalmente una altura de 80 cm, la semilla de soya se produce en vainas de 4 a 6 cm de longitud y cada vaina contiene de 2 a 3 granos de soya.



*Figura 1. Soya (Glycine Max).*

La evaluación sensorial involucra el desarrollo y uso de principios y métodos para medir respuestas humanas a productos e ingredientes. Estos principios y métodos tienen amplia aplicación para una variedad de productos agropecuarios, alimenticios, artículos del hogar y del cuidado personal (Hernández M., 2007).

La evaluación sensorial surge de los trabajos realizados por los fisiólogos a finales del siglo XIX (1883) y principios del XX (1906), cuando el objetivo era realizar investigación sobre el entendimiento de los mecanismos y sensibilidad de los sentidos.

Cuando los estímulos son confusos, existen un índice de sensibilidad a pequeñas diferencias, éste se conoce como índice *R* (Brown, 1974). Fue desarrollado por Brown para sus estudios sobre funcionamiento de la memoria y básicamente es un valor de la probabilidad estimada. El índice *R* es la probabilidad de distinguir entre dos estímulos y elegir el estímulo correcto.

## **1.1 OBJETIVO**

### **1.1.1 Objetivo General**

Evaluar con la técnica del índice “R” si existen diferencias entre el yogurt a base de pura leche de vaca y el elaborado con diferentes porcentajes de leche de vaca y leche de soya.

### **1.1.2 Objetivo Específico**

- ∞ Evaluar con una prueba de ordenamiento el nivel de agrado de yogurt elaborado con 15, 30, 45 y 60 % de leche de soya.
- ∞ Aplicar la técnica del índice R.

## **1.2 HIPÓTESIS**

El yogurt elaborado con mezclas de leche de vaca y de soya presentará diferencias sensoriales.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

La calidad sensorial es la que se aprecia por los sentidos, y es la que nos hace decir que algo sabe bien, o que nos gusta o no, considerando su olor, aspecto, o alguna otra característica. Tomando en cuenta esto como un factor importante en la aceptación y éxito de los productos, y partiendo de una investigación (Hernández S., 2007) donde se analizaron y establecieron las características bioquímicas y biológicas del yogurt adicionado con diferentes concentraciones de leche de soya nace nuestra propuesta de realizar un estudio sensorial para poder definir la concentración de mayor agrado de los consumidores de yogurt y encontrar si existe diferencia entre el yogurt de 100% de leche de vaca y el que contiene la mezcla con leche de soya.

## CAPÍTULO II

### 2. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 Evaluación Sensorial

##### 2.1.1 Definición

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos u 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 (Anzaldúa, 1994).

La evaluación sensorial es una disciplina desarrollada desde hace algunos años; nació durante la segunda guerra mundial ante la necesidad de establecer las razones que hacían que las tropas rechazaran en gran volumen las raciones de campaña (Wittig, 2001).

La valoración sensorial es una función que la persona realiza desde la infancia y que le lleva, consciente o inconscientemente, a aceptar o rechazar los alimentos de acuerdo con las sensaciones experimentales al observarlos o ingerirlos. Sin embargo, las sensaciones que motivan este rechazo o aceptación varían con el tiempo y el momento en que se perciben: dependen tanto de la persona como del entorno. De ahí la dificultad de que con determinaciones de valor tan subjetivo, se pueda llegar a tener datos objetivos y fiables para evaluar la aceptación o rechazo de un producto alimentario (Sancho, 2002).

El primer contacto del ser humano con un producto alimenticio se produce habitualmente a través de la vista, el olfato, el oído, el tacto, el gusto, como se muestra a continuación (cuadro 1).

*Cuadro 1. Impresiones que se perciben a través de los sentidos en el análisis sensorial.*

<b>Vista</b>	<b>Olfato</b>	<b>Tacto</b>	<b>Gusto</b>	<b>Oído</b>
Color Brillo Tamaño Forma	Olor	Textura Temperatura Dureza Peso	Sabor 1- Acido 2- Dulce 3- Salado 4- Amargo	Sonido

### **2.1.2 Propiedades Sensoriales**

Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos. Hay algunas propiedades (atributos) que se perciben por medio de un solo sentido, mientras que otras son detectadas por dos o más sentidos (Anzaldúa, 1994).

A continuación se describen algunos atributos:

#### **∞ El color.**

El color puede ser discutido en términos generales del estímulo luminoso, pero en el caso específico del color de los alimentos es de más interés la energía que llega al ojo desde la superficie iluminada, y en el caso de los alimentos transparentes, a través del material (Wittig, 2001).

El color es la cualidad de la sensación provocada en la retina de un observador por las ondas luminosas de longitud de onda ( $\lambda$ ) entre 380 a 760 nm (Sancho, 2002).

El color resulta de la interacción de la luz en la retina y un componente físico que depende de determinadas características de la luz. Estas características son, esencialmente:

- a) El tono o matiz se refiere a aquella característica que permite clasificar un color como rojo o azul, y depende sobre todo de la longitud de onda dominante de la luz.

- b) La saturación o pureza describe el grado o intensidad con la que un color se separa del gris neutro y se acerca a un color puro del espectro.
- c) La luminosidad se define como la característica de una sensación de color que hace equivalente a la producida por algún elemento de la escala de grises que va desde el blanco (máxima luminosidad) hasta el negro (mínima luminosidad).

### ∞ Olor.

El olor es la percepción, por medio de la nariz, de sustancias volátiles liberados en los objetos. En el caso de los alimentos-y la mayoría de las sustancias olorosas-esta propiedad es diferente para cada uno y no ha sido posible establecer clasificaciones ni taxonomías completamente adecuadas para los olores (Anzaldúa, 1994).

Otra característica del olor es la intensidad o potencia de éste. Además, de su relación con el tiempo.

### ∞ Sabor.

Se define "sabor" como la sensación percibida a través de las terminaciones nerviosas de los sentidos del olfato y gusto principalmente, pero no debe desconocerse la estimulación simultánea de los receptores sensoriales de presión, y los cutáneos de calor, frío y dolor (Wittig, 2001).

El sabor se percibe principalmente por la lengua, aunque también por la cavidad bucal (por el paladar blando pared posterior de la faringe y la epiglotis). Las papilas gustativas de la lengua registran los 4 sabores básicos: dulce, ácido, salado y amargo, en determinadas zonas preferenciales de la lengua, así, lo dulce en la punta, lo amargo en el extremo posterior y lo salado y ácido en los bordes (Sancho, 2002).

### ∞ **Aroma.**

Esta propiedad consiste en la percepción de las sustancias olorosas o aromáticas de un alimento después de haberse puesto éste en la boca. Dichas sustancias se disuelven en la mucosa del paladar y la faringe, y llegan –a través de la trompa de Eustaquio- a los centros sensores del olfato. El aroma es el principal componente del sabor de los alimentos (Anzaldúa, 1994).

### ∞ **Gusto o sabor básico.**

El gusto o sabor básico de un alimento puede ser ácido (agrio), dulce, salado o amargo; o bien, puede haber una combinación de dos o mas de estos cuatro. Esta propiedad es detectada por medio de la lengua

### ∞ **Textura.**

Es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído, y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación (Anzaldúa, 1994).

La medición instrumental de la textura fue propuesta como una alternativa a la evaluación sensorial con el fin de superar los principales inconvenientes y limitaciones de esta última: la gran variabilidad que puede existir en los resultados, la dificultad en la ejecución de las pruebas –debido a los naturales problemas que se presentan al trabajar con humanos y a lo laborioso de algunas pruebas- y las peculiaridades de la interpretación de los resultados (Bourne, 1982).

Szczesniak lo define como la percepción de características mecánicas (resultantes de la presión ejercida por dientes, lengua y paladar), características geométricas (provenientes del tamaño y forma de las partículas) y características relacionadas con las propiedades lubricantes (humedad y grasa), (Wittig, 2001).

### 2.2.3 Factores que Influyen en la Evaluación Sensorial

De la gran variedad de factores que ejercen influencia sobre la evaluación sensorial debemos considerar los siguientes grupos (Wittig, 2001):

- ∞ **Factores de personalidad o actitud:** Influyen en gran medida en experiencias sobre aceptación o preferencia de consumidores.
- ∞ **Factores relacionados con la motivación:** Influyen sobre los resultados al trabajar con concentraciones umbrales y supraumbrales.
- ∞ **Errores psicológicos de los juicios:** Se deben distinguir varios tipos de errores psicológicos, como son los de tendencia central, de posición y tiempo, de contraste. También deben considerarse la memoria, concentración y las instrucciones minuciosas, ya que pueden ser importantes.
- ∞ **Factores que dependen de la relación entre estímulo y percepción,** y
- ∞ **Adaptación:** Es un factor de importancia que debe ser considerado siempre.

### 2.1.4 Tipos de Jueces

La selección y el entrenamiento de las personas que tomarán parte en pruebas de evaluación sensorial son factores de los que dependen en gran parte el éxito y validez de las pruebas (Anzaldúa, 1994).

El número de jueces necesarios para que una prueba sensorial sea válida está en función del tipo de juez que vaya a ser empleado. Existen cuatro tipos de jueces:

- ∞ **Juez experto.**

El juez experto es, como en el caso de los catadores de vino, té, café, quesos, y otros productos, una persona que tiene gran experiencia en probar un determinado tipo de alimento, posee una gran sensibilidad para percibir las diferencias entre muestras y para distinguir y evaluar las características del alimento (Larmond, 1977; Ackerman, 1990).

Su habilidad, experiencia y criterio son tales que en las pruebas que efectúa solo es necesario contar con su respuesta. Por lo general, los jueces expertos o catadores solo intervienen en la degustación de productos caros, tales como los

mencionados anteriormente. Esto se debe a que su entrenamiento es muy largo y costoso y, además a que cobran sueldos muy altos (Anzaldúa, 1994).

∞ **Juez entrenado.**

Un juez entrenado es una persona que posee bastante habilidad para la detección de alguna propiedad sensorial o algún sabor o textura en particular, que ha recibido cierta enseñanza teórica y práctica acerca de la evaluación sensorial, y que sabe que es exactamente lo que desea medir en una prueba. Además, suele realizar pruebas sensoriales con cierta periodicidad (Anzaldúa, 1994).

∞ **Juez semientrenado o de laboratorio.**

Se trata de personas que han recibido un entrenamiento teórico similar al de los jueces entrenados, que realizan pruebas sensoriales con frecuencia y poseen suficiente habilidad, pero que generalmente solo participan en pruebas discriminativas sencillas, las cuales no requieren de una definición muy precisa de términos o escalas. Las pruebas con jueces semientrenados deben efectuarse con un mínimo de 10 jueces y un máximo de 20 o, cuando mucho 25, con tres o cuatro repeticiones por cada juez para cada muestra (Larmond, 1973, 1977).

∞ **Juez consumidor.**

Se trata de personas que no tienen que ver con las pruebas, ni trabajan con alimentos como investigadores o empleados de fábricas procesadoras de alimentos, ni han efectuado evaluaciones sensoriales periódicas. Por lo general son personas tomadas al azar, ya sea en la calle, o en una tienda, escuela, etc. (Anzaldúa, 1994).

Los jueces de este tipo deben emplearse solamente para pruebas afectivas y nunca para discriminativas o descriptivas (Anzaldúa, 1994).

### **2.1.5 Clasificación de las Pruebas Sensoriales**

Existen varias clasificaciones de las pruebas sensoriales. La primera agrupa a las pruebas en dos tipos: la evaluación sensorial de tipo I y II. La segunda agrupa a las pruebas sensoriales en tres tipos, las discriminativas, descriptivas y las afectivas (Hernández M., 2007).

#### **∞ De acuerdo al tipo de juez.**

La primera clasificación para las pruebas sensoriales se basa en el tipo de panelista para las pruebas, ya que puede ser una persona altamente entrenada o bien un consumidor típico (Hernández M., 2007).

##### **A. Evaluación Sensorial Tipo I.**

La evaluación sensorial tiene como objetivo caracterizar cualquier diferencia entre los alimentos y no caracterizar cómo los consumidores perciben los alimentos. Su objetivo es similar al del análisis instrumental, donde los instrumentos son los sentidos humanos y cada atributo es medido separadamente, teniendo cuidado de eliminar distracciones tales como la percepción de otros estímulos. Al evaluar individualmente los atributos se requiere la eliminación, o al menos la reducción, de interferencias sensoriales cruzadas (Hernández M., 2007).

En este tipo de pruebas sensoriales, la confiabilidad y la sensibilidad son factores claves, los participantes son vistos como instrumentos analíticos que detectan y miden cambios en los productos alimentarios. Entre las más comunes se incluyen a las pruebas psicofísicas, las pruebas triangulares, las pruebas dúo-trío y las pruebas de n-elección alternativa forzada.

## B. Evaluación Sensorial Tipo II.

En la evaluación sensorial II se evalúa si los consumidores pueden distinguir, bajo condiciones ordinarias de consumo, diferencias pequeñas. Para un grupo de muestras es posible que los jueces obtengan una preferencia dada y por otro lado no puedan discriminar usando pruebas de diferencia (Hernández M., 2007).

### ∞ De acuerdo al tipo de objetivo

Esta clasificación se basa en el tipo de objetivo que se persigue en la realización de la prueba, en el criterio para la selección del panelista y en su tarea específica (Hernández M., 2007).

#### A. Pruebas Discriminativas.

El objetivo de la prueba discriminativa es determinar si las muestras son detectablemente diferentes unas de otras. Esta prueba se emplea usualmente en ambiente de laboratorio, en el que se usan grupos de 12 a 20 personas calificadas (Hernández, 2007).

Los métodos de pruebas discriminativas mas frecuentemente usados son la diferencia apareada, las pruebas triangulares, las dúo-trío y; las pruebas 2-eleccion alternativa forzada (2-EAF) y 3-eleccion alternativa forzada (3-EAF), entre las más comunes.

#### B. Pruebas Descriptivas.

Las pruebas descriptivas están diseñadas para describir las propiedades sensoriales de los productos y medir las intensidades percibidas. Los métodos descriptivos más populares son: el perfil del sabor, el perfil de textura, el análisis descriptivo cuantitativo y el método Spectrum, entre otros. Los sujetos que realizan las pruebas descriptivas son seleccionados y entrenados; generalmente se requieren de 6 a 12 personas (Hernández M., 2007).

## C. Pruebas Afectivas.

En estas pruebas se miden actitudes subjetivas, tales como la aceptación de un producto y la preferencia. Los participantes son usualmente consumidores, seleccionados por su uso actual o potencial de los productos. En estos estudios de campo participan de 75 a 200 consumidores. El objetivo de estas pruebas es seleccionar, ordenar o calificar muestras (Hernández M., 2007).

### 2.2 ÍNDICE R

#### 2.2.1 Definición

El índice R se define como una probabilidad, la probabilidad de distinguir entre dos productos, en este caso, alimentos. Fue desarrollado por John Brown, inicialmente para estudios de memoria de reconocimiento, aunque se aplica mucho más en la ciencia sensorial (Hernández M., 2007).

En las pruebas de detección de señales, se desea saber si un juez o grupo de jueces son capaces de distinguir dos productos. Al medir el grado de diferencia entre los dos productos sin el uso de escalas, la tarea del juez es distinguir una sensación que marque algún cambio en el sabor de un producto "S" del ruido producido por el producto "R". Normalmente se le da a un juez un cierto número de muestras "S" y un cierto número de muestras "R" en orden aleatorio y se le pide que indique cual es "S" y cual es "R". A menudo, el juez no está seguro de su respuesta debido a la similitud de los productos evaluados, por lo que puede responder "S-seguro" (S), "S-no seguro" (S?), "R-no seguro" (R?) o "R-seguro" (R) (Hernández M., 2007). De esta información se obtienen las medidas numéricas de discriminabilidad que pueden ser analizadas (O'Mahony, 1992).

Una vez obtenidos los datos, se colocan en una matriz de respuesta como se muestra en el siguiente cuadro. De la matriz de respuesta (cuadro 2) se puede predecir que el juez distinguiría correctamente las muestras "S" y "R" el 95% de

las veces. Esta probabilidad estimada es el índice R, y una medida útil de la diferencias entre las muestras (Hernández M., 2007).

*Cuadro 2. Matriz de respuesta generalizada para el índice R.*

<b>ESTIMULO</b>	<b>RESPUESTAS DE JUECES</b>				<b>TOTAL</b>
	<b>S</b>	<b>S?</b>	<b>R?</b>	<b>R</b>	
<b>Señal</b>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<b>=a+b+c+d</b>
<b>Ruido</b>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<b>=e+f+g+h</b>

El índice R esta dado por:

$$R = \frac{a(f + g + h) + b(g + h) + ch + \frac{1}{2}(ae + bf + cg + dh)}{(a + b + c + d)(e + f + g + h)}$$

## 2.3 LECHE DE SOYA

### 2.3.1 Definición

La leche de soya es una de las leches vegetales más consumidas, especialmente por ser una alternativa a la de vaca gracias a sus propiedades nutricionales y beneficios más importantes, además de su agradable sabor (Pérez, 2003).

La leche de soya es uno de tus mayores aliados si quieres enriquecer tu alimentación y evitar problemas de salud. Se elabora de una proteína vegetal de gran calidad nutritiva que a la vez es una buena fuente de proteínas también presentes en la leche de vaca, huevos, carne y pescado. Así mismo pueden obtenerse derivados al igual que de la leche de vaca se obtienen sus derivados como los, helados, natilla, yogurt, entre otros. La leche de soya se obtiene del remojo, trituración, cocción y filtrado de las semillas de soya (Casavantes, 2004).

La leche soya contiene todos los aminoácidos esenciales, por lo que es el alimento vegetariano perfecto. También es un potente fitoestrógeno y puede ayudar a prevenir el cáncer de mama y ovarios. Además, es una fuente muy importante de lecitina, que controla el colesterol y contiene los siguientes nutrientes: calcio, hierro, fósforo, beta-caroteno, vitaminas B<sub>3</sub> y C, ácidos grasos esenciales omega<sub>3</sub>, proteínas y los citados aminoácidos (Oliveira, 2002).

### **2.3.2 Obtención de la leche de soya.**

La leche de soya se obtiene a partir de la soya y agua, aunque existen diferentes formas de obtener leche de soya. El mayor problema en su elaboración es que si no se hace con cuidado puede tener sabor a frijol de soya y este es desagradable. A continuación se muestra una forma de cómo preparar la leche de soya (Anónimo 2, 2009).

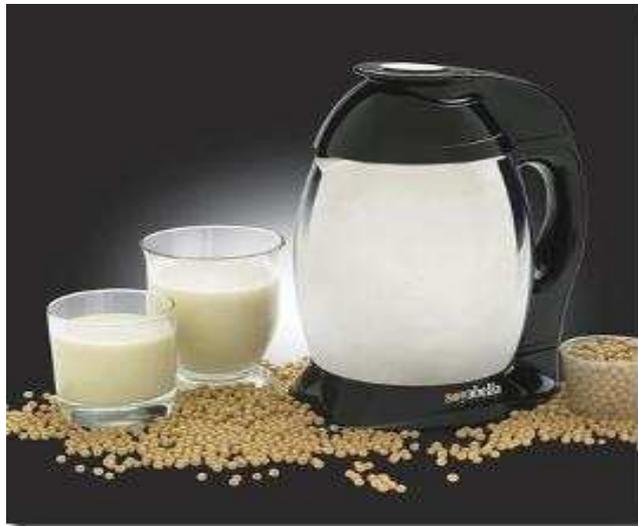
Rinde 4 o 5 tazas de leche

- ∞ 1 taza de frijoles soya
- ∞ 6 tazas de agua

Preparación:

- 1- Revisar visualmente revisar los frijoles de soya. Descartar los que estén quebrados o se vean amarillentos o con manchas.
- 2- Lavar bien los frijoles con agua y ponerlos a remojar en agua (que el agua cubra el doble de los frijoles) de 6 a 15 horas. Si los tienes que remojar por más tiempo ponlos en la refrigeradora después de 15 horas y cámbiales el agua.
- 3- Calentar cuatro tazas de agua preferiblemente que alcance una temperatura de 180°F o 82°C (temperaturas sugeridas por la universidad de Cornell).
- 4- Precalentar la licuadora o procesador poniendo agua caliente y moviéndola, después descartar.

- 5- Colocar un poco de los frijoles con un poco de agua en la refrigeradora o procesador de alimentos (este es mejor) y licua. Entre más fina la mezcla mas leche obtendrás. Repite con el resto de los frijoles.
- 6- Añadir el resto del agua y cuela usando un colador súper fino o tela para hacer queso (o cualquier otra manta). Trata de apretar y extraer tanto como puedas.
- 7- Poner la leche (figura 2) a hervir por 20 o 30 minutos. Necesitas moverla constantemente para que no se pegue. Después refrigerar y consumir.
- 8- Agregar vainilla y miel o azúcar y usarla como la leche normal, si se desea.



*Figura 2. Leche de soya.*

### **2.3.3 Beneficios de la leche de soya.**

En el mundo moderno donde el tiempo es oro, como lo es también la salud, existe en el mercado un producto orgánico con toda la riqueza del frijol de soya adicionada con calcio, vitaminas A, B<sub>12</sub> y D<sub>2</sub> y riboflavina (B<sub>2</sub>), su presentación como leche de soya facilita su consumo para aquellos que no están acostumbrados a consumir la soya como grano, gozando así con un vaso de leche de todos los beneficios que tiene la soya para la salud, entre los que se encuentran(Anónimo 3):

- ∞ Prevención del cáncer de mama y de próstata
- ∞ Aliado contra las enfermedades del corazón
- ∞ Alternativa para los intolerantes a la lactosa
- ∞ Un tratamiento alternativo de la osteoporosis
- ∞ Reducción de los síntomas de la menopausia
- ∞ Ayuda a controlar la diabetes
- ∞ Reducción y control de peso
- ∞ El contenido de ácido fólico ayuda a mujeres embarazadas
- ∞ Instantánea y de fácil digestión
- ∞ Sin colesterol

No en vano, la soya es la única legumbre que tiene todos los aminoácidos esenciales para el cuerpo, por lo que se digiere con facilidad y previene ciertas enfermedades (Pérez, 2003).

Lo más importante es que contiene lecitina, una sustancia que, entre otras cuestiones, evita problemas cardíacos y ayuda a mantener las arterias limpias.

Además, contiene isoflavonas, que son estrógenos vegetales que poseen una acción estrogénica muy pequeña comparada con la de los verdaderos estrógenos corporales. Según se cree, este mecanismo ofrece una acción protectora frente al cáncer de mama en las mujeres.

En lo que se refiere a la osteoporosis, las proteínas provenientes de la soya ayudan a conservar el calcio corporal, contando que además las citadas isoflavonas inhiben el proceso de destrucción ósea.

Estas mismas proteínas son capaces de reducir la velocidad de la oxidación con oxígeno del colesterol, reduciendo asimismo el colesterol y los triglicéridos.

Los ácidos grasos que posee son poliinsaturados (araquidónico, linoléico y linolénico), que son ácidos grasos esenciales omega<sub>3</sub> que no tienen colesterol y

cuyo déficit retrasa el crecimiento, y produce enfermedades de la piel y alteraciones nerviosas.

#### **2.3.4 Propiedades nutricionales de la leche de soya.**

Cuenta con una buena relación entre el calcio y el fósforo, por lo que como ya indicamos anteriormente, es ideal para niños y jóvenes, y también para mujeres gestantes o durante la lactancia (Pérez, 2003).

Es rica en magnesio, útil en personas hipertensas, problemas cardíacos y artrosis, y ayuda en la asimilación del calcio.

Además, su contenido en hierro también es ciertamente alto, al igual que el zinc, que ayudan a mejorar la asimilación de las proteínas, siendo asimismo una fuente realmente buenas de vitaminas del grupo B, especialmente vitamina B<sub>6</sub> y ácido fólico.

## **2.4 YOGURT**

### **2.4.1 Definición**

El yogurt es un producto lácteo obtenido mediante la fermentación bacteriana de la leche. Si bien se puede emplear cualquier tipo de leche, la producción actual usa predominantemente leche de vaca. La fermentación de la lactosa (el azúcar de la leche) en ácido láctico es lo que da al yogurt su textura y sabor tan distintivo. A menudo se le añade fruta, vainilla, chocolate y otros saborizantes, pero también puede elaborarse sin añadidos; en algunos países se conoce al de sabor natural como Kumis («natural») (Anónimo 4, 2009).

Las cualidades nutritivas del yogurt provienen no solo de la presencia de los compuestos de la leche, sino también de la transformación de éstos como resultado de la fermentación ácido-láctica causada por los microorganismos (Varnam, 1994).

### **2.4.2 Beneficios**

Los principales beneficios que el yogurt brinda a nuestro organismo son (Bauman, 1997):

- ∞ 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 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.

### **2.4.3 Componentes nutritivos del yogurt.**

La composición química de un alimento, es el mejor indicativo de su potencial como nutriente de calidad (cuadro 3) (Mahaut, 2004).

*Cuadro 3. Componentes nutritivos fundamentales del yogurt.*

Contenido medio en 100 g de yogurt								Valor energético
Tipos de yogurts	Proteínas (g)	Lípidos (g)	CHO'S (g)	Calcio (mg)	Sodio (mg)	Potasio (mg)	Fósforo (mg)	kJ
Yogurt natural	4,15	1,2	5,2	174	57	210	114	201
Yogurt de leche entera	3,8	3,5	5,3	171	56	206	112	284

El azúcar que predomina en el yogurt es la lactosa, pero como ya se ha dicho, 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 protéica en este lácteo, es superior a la concentración presente en la leche, esto es debido a que la incorporación de extracto seco lácteo en la elaboración de 250 ml de yogurt cubre los requerimientos diarios de proteínas de origen animal (15 gr.) de un adulto promedio.

Con respecto a las proteínas existen dos puntos muy importantes que mencionar:

- ∞ Son altamente digestibles debido a la proteólisis provocada por las cepas bacterianas.
- ∞ 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 grasas en nuestra dieta se encuentra dentro de los valores normales establecidos, éste será beneficioso para nuestra salud, ya que es una fuente energética. Qué está presente y ejercen en las membranas celulares y ejercen función de protección a nuestros órganos internos.

El calcio, fósforo y magnesio facilitan los procesos de mineralización de los huesos, junto con la vitamina D.

La riboflavina (vitamina B<sub>2</sub>) mejora la utilización energética de nuestro cuerpo. Además que la vitamina B<sub>12</sub> o cobalamina es un nutriente esencial del tejido nervioso.

El zinc es un mineral importante 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.

No existe duda alguna que el yogurt es un alimento equilibrado nutricionalmente y que debe ser incorporado en la dieta de manera diaria, para así beneficiarnos con todas sus ventajas nutritivas.

#### **2.4.4 Las bacterias en el yogurt.**

Las bacterias ácido-lácticas se han empleado para fermentar o crear cultivos de alimentos durante al menos cuatro milenios. Su uso más corriente se ha aplicado en todo el mundo a los productos lácteos fermentados, como el yogurt, el queso, la mantequilla, el kefir y el koumiss (Tamime, 1991).

Las bacterias ácido-lácticas constituyen un vasto conjunto de microorganismos benignos, dotados de propiedades similares, que fabrican ácido láctico como producto final del proceso de fermentación. Se encuentran en grandes cantidades en la naturaleza, así como en nuestro aparato digestivo (Bauman, 1997).

La acción de estas bacterias desencadena un proceso microbiano por el cual la lactosa (el azúcar de la leche) se transforma en ácido láctico. A medida que el ácido se acumula, la estructura de las proteínas de la leche va modificándose (van cuajando), y lo mismo ocurre con la textura del producto. Existen otras variables, como la temperatura y la composición de la leche, que influyen en las cualidades particulares de los distintos productos resultantes.

El ácido láctico es también el que confiere a la leche fermentada ese sabor ligeramente acidulado. Los elementos derivados de las bacterias ácido-lácticas producen a menudo otros sabores o aromas característicos. El acetaldehído, por ejemplo, da al yogurt su aroma característico, mientras que el diacetilo confiere un sabor de mantequilla a la leche fermentada. Pueden añadirse asimismo al cultivo de microorganismos, levaduras, a fin de obtener sabores particulares. El alcohol y el dióxido de carbono producidos por la levadura, por ejemplo, dan al kefir, al koumiss y al leben (variedades de yogurt líquido) una frescura y esponjosidad características. Entre otras técnicas empleadas cabe mencionar las que consisten en eliminar el suero o añadir sabores, que permiten crear una variada gama de productos.

En lo que concierne al yogurt, su elaboración deriva de la simbiosis entre dos bacterias, el *Streptococcus thermophilus* y el *Lactobacillus bulgaricus*, que se caracterizan porque cada una estimula el desarrollo de la otra. Cualquier yogurt comercial también puede llevar aunque no es necesario *Streptococcus lactis*. Esta interacción reduce considerablemente el tiempo de fermentación y el producto resultante tiene peculiaridades que lo distinguen de los fermentados mediante una sola cepa de bacteria.

Los *lactobacilos* son bacilos microaerófilos, gram positivos y catalasa negativos, estos organismos forman ácido láctico como producto principal de la fermentación de los azúcares. Los *Lactobacilos* homofermentativos dan lugar a ácido láctico como producto principal de fermentación. Este grupo está integrado por *Lactobacillus caucasicus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus delbrueckii*. Los *Lactobacilos* heterofermentativos producen además de ácido láctico, dióxido de carbono, etanol y otros productos volátiles; *Lactobacillus fermenti* es heterofermentativo y es capaz además, de dar buen crecimiento a temperaturas elevadas (45 °C, 113 °F).

Morfológicamente, algunos bacilos son bastones delgados y largos; otros son algo parecido al colibacilo, pero, al contrario de éste, todos son gram positivos. Casi todos son inmóviles, pero se han señalado excepciones. Muchos cultivos muestran una forma diplobacilar característica, a menudo reniforme.

Los *Lactobacilos*, son microaerófilos o anaerobios, pero después de cultivos continuos, algunas cepas pueden desarrollarse en presencia de aire. Sus necesidades nutritivas son complejas, y la mayor parte de las cepas no puede cultivarse en los medios nutritivos ordinarios, a menos que se enriquezcan con glucosa y suero. Las necesidades individuales de aminoácidos varían de 2 a 15.

Además, en general se requiere piridoxina, tiamina, riboflavina, biotina, ácido fólico y ácido nicotínico, variando las necesidades en cada caso. Estos requerimientos nutritivos variados tienen aplicación práctica en técnicas de dosificación microbiológica de vitaminas y de algunos aminoácidos, para los cuales son más sensibles que los métodos químicos disponibles. En concentración adecuada, hay cierta relación definida, incluso lineal, entre la concentración de vitamina en un medio de cultivo adecuado, pero exento de vitamina, y el desarrollo o la cantidad de ácido producidos.

*Lactobacillus bulgaricus*, es una bacteria láctea homofermentativa. 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*.

Observadas bajo el microscopio, se ve que *Streptococcus thermophilus* crece formando pares (diplococos) o cadenas medianamente largas de células esféricas o elipsoides de un diámetro aproximado de 0,7 a 0,9 flm.

*Streptococcus thermophilus*, es una bacteria homofermentativa termorresistente, produce ácido láctico como principal producto de la fermentación, se desarrolla a 37 a 40°C pero puede resistir 50°C e incluso 65°C media hora. Tiene menor poder de acidificación que el *Lactobacillus*. En el yogurt viven en perfecta simbiosis.

### 2.4.5 Métodos de elaboración de yogurt.

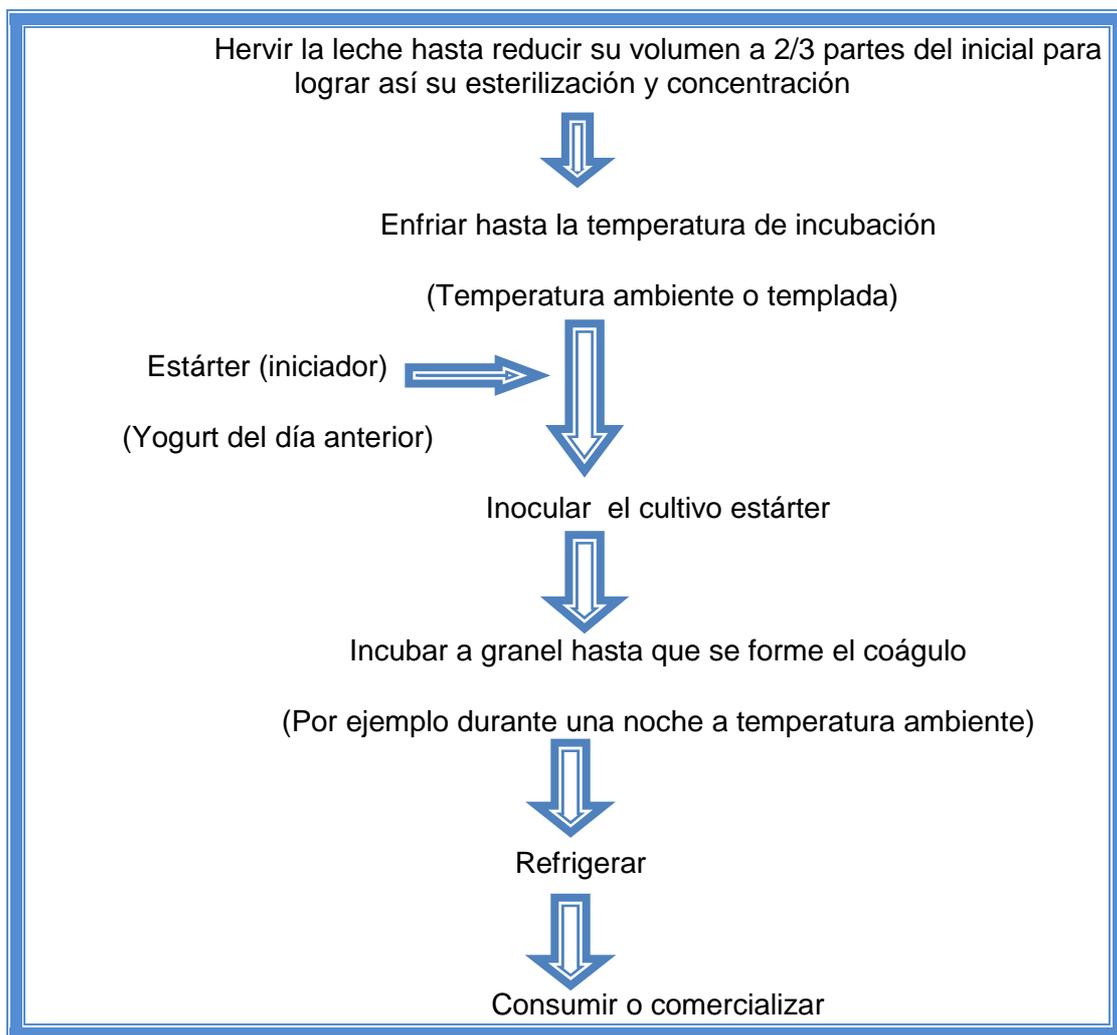
En la figura 3 se esquematiza el método de elaboración tradicional de yogurt, y a continuación se presentan varios inconvenientes de este método como son (Tamime, 1991):

1. Las repetidas siembras del cultivo iniciador tienden a estabilizar la relación entre *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*.
2. La baja temperatura de incubación, temperatura ambiente, determina una lenta acidificación de la leche (18 horas o más) en comparación con las 2,5 a 3 horas en las que el proceso tiene lugar en condiciones óptimas a temperatura de 40 a 45°C.
3. La lenta acidificación puede tener efectos secundarios no deseables, como por ejemplo: una exudación de suero, los cuales pueden influir negativamente sobre la calidad del yogurt.
4. El proceso tradicional no permite controlar la concentración de ácido láctico producida durante la fase de fermentación.

No obstante, a pesar de sus inconvenientes, es obvio que el proceso tradicional ha sido la base fundamental para la actual producción industrial de yogurt (véase fig. 4). Las modificaciones básicas se basan principalmente en:

1. La pureza de los cultivos iniciador de yogurt obtenidos a partir casa comerciales, de “bancos” de iniciadores o de centros de investigación.
2. La capacidad de las personas que trabajan en las industrias lácteas para sembrar la leche esterilizada con estos cultivos en condiciones asépticas, consiguiendo así iniciadores realmente activos.
3. La posibilidad de controlar con precisión la temperatura de incubación, pudiendo prever con antelación la velocidad de la acidificación y la duración del proceso.

4. La posibilidad de refrigerar rápidamente el yogurt una vez alcanzada la acidez requerida, permitiendo una mayor uniformidad en la calidad del producto final.
5. La disponibilidad de métodos sencillos para determinar el desarrollo de la acidez en la leche (utilizando pH metros o acidómetros) que permiten controlar el proceso incluso por operarios poco preparados.



*Figura 3. Proceso tradicional de la elaboración del yogurt (Tamime, 1991).*

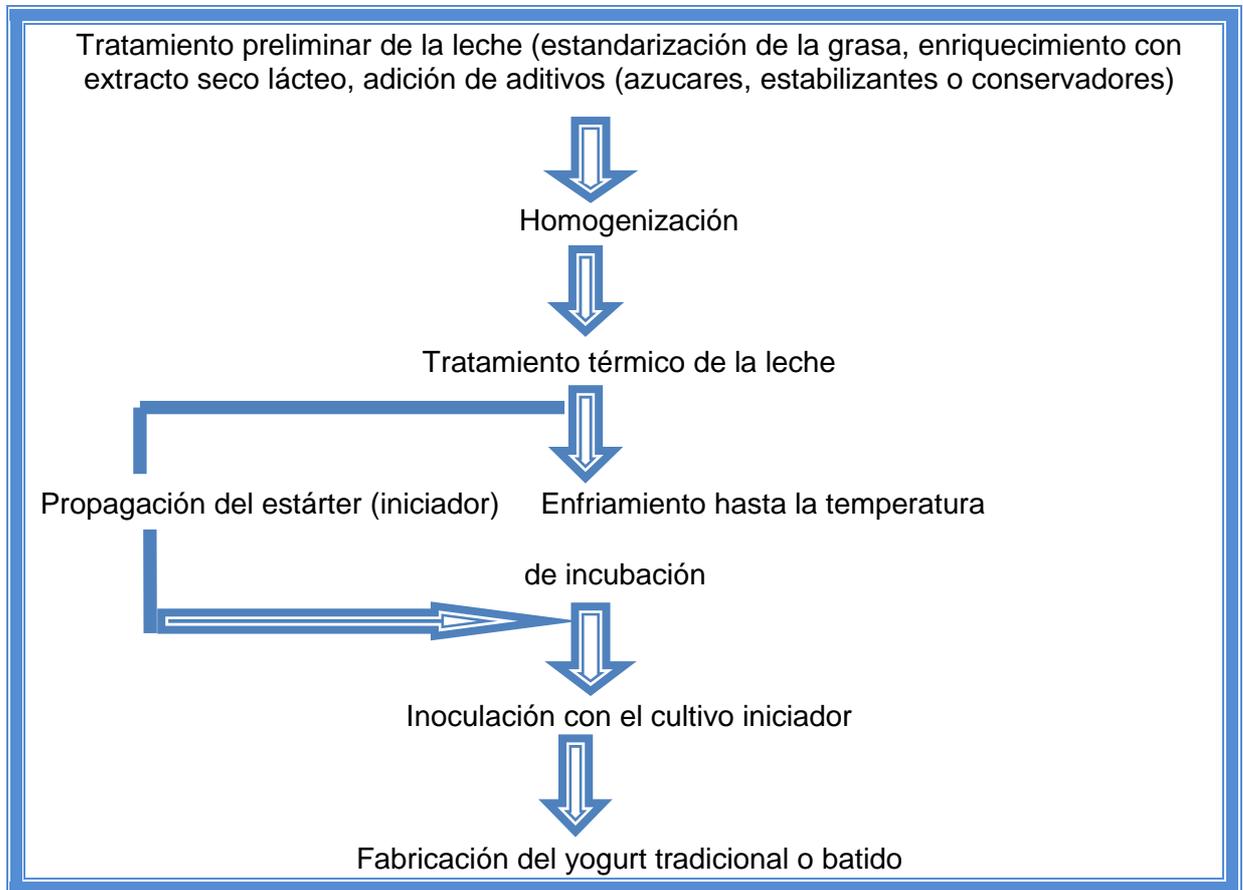


Figura 4. Proceso mejorado de la elaboración del yogurt (Tamime, 1991).

#### 2.4.6 Microbiología de los cultivos iniciadores de yogurt.

El primer estudio bacteriológico del yogurt fue realizado por Grigoroff (1905) quien observó la presencia de tres tipos distintos de microorganismos, denominados “*diplostreptococcus*”, lactobacilos de forma cocobacilar y *lactobacilos* de forma bacilar. Esta misma observación fue realizada por Luerksen & Kuhn (1908). No obstante, la popularidad alcanzada por el yogurt se atribuye a Metchnikoff (1910). Quien postuló la teoría de que la ingestión de una bacteria ácido láctica, denominada *Bulgarian bacillus*, prolongaba la vida. La presencia de este organismo en el yogurt parecía inhibir el crecimiento en el intestino de los microorganismos responsables de la putrefacción (Tamime, 1991).

El *Bulgarian bacillus* es en realidad el "*Thermobacterium bulgaricum*" (Orla-Jensen, 1931), actualmente denominado *Lactobacillus bulgaricus*. No obstante, Rettger & Cheplin (1921) y Rettger et al. (1935) encontraron que *Th. Scidophilin* (*L. acidophilus*) es la bacteria ácido láctica que puede asentarse en el intestino y, además, las principales propiedades terapéuticas del yogurt se ponen de manifiesto cuando *L. acidophilus* es una de las bacterias presentes en el cultivo iniciador.

## CAPÍTULO III

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

El yogurt fué elaborado en el Laboratorio de Productos Lácteos del Departamento de Producción Animal y las evaluaciones sensoriales se realizaron en el Laboratorio de Evaluación Sensorial del Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

#### 3.1 Materiales biológicos

- ∞ Soya se consiguió en el mercado de abastos de la Ciudad de Monterrey.
- ∞ Leche de vaca, proveniente del establo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- ∞ Cultivo iniciador de yogurt fresco formado por *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*.
- ∞ Agua potable

#### 3.2 Materiales de laboratorio

- ∞ Vaso de precipitado de 100 ml.
- ∞ Vaso de precipitado de 1000 ml.
- ∞ Vaso de precipitado de 500 ml.
- ∞ Probeta de 1000ml.
- ∞ Termómetro de 110°C máximo, -10°C mínimo
- ∞ Licuadora con vaso de 1.5 litros
- ∞ Colador
- ∞ Manta de filtración
- ∞ Baño maría circular con una capacidad de 25 litros.
- ∞ Vasitos del número 00

- ∞ Charolas de plástico rectangular plana con 26cm de largo y 23 cm de ancho.
- ∞ Vaso de unicel del número 8
- ∞ Hieleras de unicel
- ∞ Cuchara nevera
- ∞ Popotes
- ∞ Servilletas
- ∞ Etiquetas número 4
- ∞ Hojas de evaluación
- ∞ Bolígrafos
- ∞ Insentivos (dulces o botanas)

### **3.3 MÉTODO EXPERIMENTAL**

#### **3.3.1 Procedimiento para preparar la leche de soya**

1. Pesar 1000g de soya.
2. Limpiar de impurezas.
3. Lavar.
4. Remojar con agua caliente (50°C) durante 12 a 24 horas.
5. Lavar la soya y quitar algunas películas que desprende durante el remojo.
6. Licuar la soya con agua caliente (50°C).
7. Colar el contenido de lo que se licuo para la separación de la pasta y el líquido.

#### **3.3.2 Procedimiento para preparar la mezcla de las leches para elaborar el yogurt**

1. Preparar 4 muestras diferentes de las leches de vaca y soya, y 1 muestra de leche de vaca como se muestra en el cuadro siguiente:

*Cuadro 4. Porcentaje de las mezclas de la leche.*

<b>Concentraciones</b>	<b>Leche de soya</b>	<b>Leche de vaca</b>	<b>Total</b>
<b>15% de leche de soya</b>	150ml	850ml	1000ml
<b>30% de leche de soya</b>	300ml	700ml	1000ml
<b>45% de leche de soya</b>	450ml	550ml	1000ml
<b>60% de leche de soya</b>	600ml	400ml	1000ml
<b>Leche de vaca</b>	0	1000ml	1000ml

2. Pasteurizar a 85°C por 15 minutos.
3. Choque térmico a 40°C.
4. Agregar a cada una de las concentraciones 40ml de cultivo iniciador (yogurt).
5. Incubar a 45°C por 3 a 4 horas.

### **3.3.3 Análisis sensorial**

Para el análisis sensorial participó un panel de jueces no entrenados, estudiantes de 18 a 22 años de edad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

A cada juez se le proporcionaron cinco muestras de yogurt donde cuatro de ellas correspondían a la mezcla con los porcentajes de leche de soya de 15, 30, 45 y 60% para elaborar el yogurt, y la quinta muestra era de yogurt natural elaborado con 100% de leche de vaca.

El análisis sensorial se realizó empleando dos técnicas. La primera fue de preferencia, en esta prueba se les pidió a los jueces que ordenaran las muestras de menor a mayor preferencia, en la que se les asignó el número 1 como menor preferencia y el 5 como mayor preferencia, de acuerdo a los siguientes atributos: textura, color, sabor y olor; posteriormente se les pidió que contestaran el ¿Por qué? prefirieron más "X" muestra y el ¿Por qué? menos "Y" muestra (Anexo 1).

La segunda técnica que se aplicó fue la prueba discriminativa de detección de señales (índice "R"), aquí a cada juez se le asignaron dos pares de muestras, y se les pidió que probaran un par de muestras siguiendo una codificación determinada, y que el código lo ubicaran en la tabla correspondiente a la hoja de evaluación (Anexo 2).

#### **3.3.4 Análisis estadístico**

Los resultados obtenidos de la prueba de preferencia se analizaron por el método de Kruskal-Wallis, en las que se obtuvieron diferencias significativas de los atributos evaluados en los yogurts.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Análisis sensorial utilizando la prueba de preferencia.

De acuerdo a los resultados de la prueba de preferencia, de las concentraciones de leche de soya, los jueces se inclinaron por la concentración más baja de leche de soya como se observa en el siguiente cuadro:

*Cuadro 5. Resultados de aceptabilidad de acuerdo a la prueba de preferencia.*

Concentraciones	Características Sensoriales			
	Textura	Color	Sabor	Olor
15% de leche de soya	27*	25*	18*	12*
30% de leche de soya	15*	7*	6*	6*
45% de leche de soya	8*	4*	2*	4*
60% de leche de soya	3*	3*	4*	5*
100% leche de vaca	28*	34*	45*	53*

\*Número de juicios

En base al cuadro anterior la concentración que tiene la mayor aceptabilidad es la del 100% de leche de vaca, cabe mencionar que se toman en cuenta los resultados de las cuatro características evaluadas y esta concentración fue la de mayor agrado para los jueces. Seguida de ésta, la concentración del 15% de leche de soya es aceptada, pero haciendo la comparación de las cuatro concentraciones adicionadas con los diferentes porcentajes de leche de soya la que eligieron fue la de menor porcentaje.

En el cuadro 6 se muestran los resultados en los que se identificaron las características o atributos sensoriales del producto por los consumidores. Aplicando el método de Kruskal-Wallis (Anexo 3).

Cuadro 6. Resultados de la prueba de preferencia.

CARACTERÍSTICAS	EVALUACIONES			
	1	2	3	4
<b>Textura</b>	0,000**	0,026**	0,007**	0,000**
<b>Color</b>	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
<b>Sabor</b>	0,000**	0,000**	0,000**	0,002**
<b>Olor</b>	0,000**	0,003**	0,000**	0,000**

ns no significativo a  $p \geq 0.05$ , \*\* Significativo a  $p \leq 0.05$

El cuadro anterior muestra que en todas las evaluaciones los resultados obtenidos presentan diferencias altamente significativas, ya que las características sensoriales de los productos evaluados sí fueron distinguidas.

De acuerdo a Ureña y Arrigo, (1999), cuando se evalúa la apariencia de un alimento se determina las características de la superficie de la muestra que son componentes de la textura y lo anterior se lleva a cabo por el sentido de la vista. Algunos jueces expresaron durante la evaluación la presencia de grumos y otros cremosidad en las muestras, éstas se pueden ver reflejadas en las evaluaciones 2 y 3 del cuadro 6.

En el color, la diferencia fue altamente significativa, ya que desde la primera evaluación se mostró la significancia, por la diferencia que hay entre la leche de vaca a la de soya, que es fácil de distinguir.

Los resultados de sabor y olor también mostraron significancia, sin embargo en la quinta evaluación del sabor y la segunda de olor, algunos jueces dudaron, a pesar de que anteriormente ya habían detectado diferencias.

#### 4.2 Análisis sensorial utilizando la prueba discriminativa.

En el siguiente cuadro se observan los resultados obtenidos, en el segundo análisis sensorial donde se aplicó la prueba discriminativa y la ecuación para definir el índice R.

El estímulo de la señal S, significa que están seguros que el yogurt es de pura leche de vaca, y el estímulo ruido R, significa que están seguros que el yogurt tenía algún ingrediente mas que la leche de vaca o sea la leche de soya, el significado de S? y R? es que dudaban o sea que no estaban seguros.

En el siguiente cuadro se presentan los resultados de la matriz de respuestas según la técnica del índice R.

*Cuadro 7. Matriz de repuesta de jueces.*

<b>ESTIMULO</b>	<b>RESPUESTAS DE JUECES</b>				<b>TOTAL</b>
	<b>S</b>	<b>S?</b>	<b>R?</b>	<b>R</b>	
<b>Señal</b>	41	47	27	47	<b>162</b>
<b>Ruido</b>	32	29	36	65	<b>162</b>

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cuadro anterior, se observa que las respuestas de los jueces para S (yogurt de leche vaca) presentan un menor valor numérico, por lo que R (yogurt adicionado con leche de soya) es mayor, ésto nos indica que los jueces sí lograron identificar el ingrediente extra que tenía el yogurt. Lo anterior se debe a que los jueces ya estaban familiarizados con la muestra que evaluaron y podían identificar más fácilmente

En cuanto a los resultados de S? y R? que representan al número de jueces que dudan o no están seguros, son altos, en el caso del S es más alto el S? debido a que dudaban que el yogurt era de leche de vaca, con lo que respecta al R? en los resultados hubo jueces que dudaron que el yogurt tenía un ingrediente más que la leche de vaca o sea la soya.

Para saber la significancia de este análisis, es decir, la diferencia entre señal y ruido, a continuación se muestra el cálculo del índice R.

$$R = \frac{41(29+36+65) + 47(29+36) + 27*65 + \frac{1}{2} (41*32+47*29+27*36+47*65)}{(41+47+27+47) (32+29+36+65)}$$

$$**R= 0,5785**$$

Para expresar el índice R en porcentaje se multiplica por 100.

$$**0.5785 (100) = 57.85%**$$

La probabilidad de que los jueces identificaron S y R es de un 57.85%, por lo que nos indica que no hay diferencia significativa ya que casi el 50% de los jueces no identificaron entre un producto y otro, y que el producto si podría ser aceptado por los consumidores, a pesar de que los atributos sensoriales encontrados en el yogurt adicionado con leche de soya si se diferencian.

## **CAPÍTULO V**

### **5. CONCLUSIONES**

El yogurt adicionado con el 15% de leche de soya, fue el preferido por los jueces considerando cada una de las características evaluadas.

Los jueces encontraron diferencias significativas entre las muestras de yogurt así como entre las características de cada una, principalmente en las de sabor y el olor.

Al aplicar la prueba o técnica del índice R se obtuvo que un 57.85% de los jueces diferenciaron las muestras del yogurt con leche de vaca y el yogurt elaborado con una mezcla al 15% de leche de soya y leche de vaca.

## **CAPÍTULO VI**

### **6. RECOMENDACIONES**

Se recomienda que la presente investigación tenga una continuidad, aplicando la técnica del QDA para cuantificar las diferencias de los atributos detectados por los jueces.

Se recomienda que se difundan los beneficios que aporta el adicionar leche de soya al yogurt elaborado con leche de vaca.

## CAPÍTULO VII

### 7. LITERATURA CITADA

- Ackerman, D. (1990).** A natural history of senses. Random House. New York.
- Anónimo 1,** “Generalidades del yogurt” [En línea] Consultado el 25 de Enero de 2009. Disponible en: [[www.textoscientificos.com/alimentos/yogur/que-es-yogur - 18k](http://www.textoscientificos.com/alimentos/yogur/que-es-yogur-18k)].
- Anónimo 2,** “Leche de Soya” [En línea] Consultado el 29 de Enero de 2009. Disponible en: [<http://www.lindisima.com/recetas/leche-soya.htm>].
- Anónimo 3,** “Leche de soja” [En línea] Consultado el 29 de Enero de 2009. Disponible en:[<http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=874>]
- Anónimo 4,** “Yogur” [En línea] Consultado el 25 de Enero de 2009. Disponible en:[<http://www.Yogur - Wikipedia, la enciclopedia libre.mht>].
- Anzaldúa-Morales A. 1994.** La evaluación sensorial de los alimentos en teoría y la práctica. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España.
- Bauman, Longo. 1997.** “El yogurt un alimento esencial” [En línea] Consultado el 29 de Enero de 2009. Disponible en: [<http://www.monografias.com/trabajos38/yogurt/yogurt.shtml>]
- Bourne M. C. 1982.** Food texture and viscosity concept and measurement. Academic Press. New York.
- Casavantes Gabriela 2004.** “Leche de soya ¿mejor que la de vaca?” [En línea] Consultado el 29 de Enero de 2009. Disponible en: [<http://www.Lече de soya ¿mejor que la de vaca?.html>].
- Hernández Montes Arturo. 2007.** Evaluación sensorial de productos agroalimentarios. Chapingo, Texcoco, Estado de México.
- Hernández Serrano José Manuel 2007.** Tesis de nivel licenciatura. Características bioquímicas y biológicas del yogurt adicionado con leche de soya. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo Coahuila.
- Larmond, E. (1977).** Laboratory methods for sensory evaluation of foods. Can Dept. Agr. Publ. 1637

- Larmond, E. (1973).** Physical requirements for sensory testing. *Food Technol.* 27, 28
- Mahaut Michel, Jeantet Romain, Schuck Pierre, Brulé Gerard. 2004.** Productos lácteos industriales. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza España.
- Marín Fernández Josefa. 2006.** MINITAB 14. Departamento de Estadística e Investigación Operativa. Facultad de Matemáticas. Universidad de Murcia.
- Oliveira Lucia.** Revista Medicinas alternativas. Septiembre de 2002. Editada por LATINOAMERICANA S.A. pág. 44.
- O'Mahony M. 1992.** Understanding discrimination tests: A user – friendly treatment of response bias rating and ranting R-index test and their relationship to signal detection. *J. Sensory Studies* 7:1-47.
- Pérez Christian 2003.** “Leche de soja, nutritiva y beneficiosa para nuestra salud” [En línea] Consultado el 29 de Enero de 2009. Disponible en: [<http://www.natursan.net/leche-de-soja-nutritiva-y-beneficiosa-para-nuestra-salud/>].
- Robles Sánchez Raúl. 1985.** Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa, S. A. de C. V.
- Sancho J., Bota E., de Castro J. J. 2002.** Introducción al Análisis Sensorial de los Alimentos. Edición de la Universidad de Barcelona, Barcelona España.
- Tamime A. Y., Robinson R. K. 1991.** Yogurt ciencia y tecnología. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza España.
- Ureña Peralta Milber O. y Arrigo Matilde D. 1999.** Evaluación Sensorial de los Alimentos Aplicación Didáctica. Lima Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Varnam H. A. Sutherland P. J. 1994.** Leche y productos lácteos, tecnología, química y microbiología.
- Wittig de Penna Emma. 2001.** Evaluación Sensorial una metodología actual para tecnología de alimentos. Edición Digital reproducida con autorización del autor.[[http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias\\_quimicas\\_y\\_farmacuticas/wittinge01/index.html](http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmacuticas/wittinge01/index.html)].

## CAPÍTULO VIII

### 8. ANEXOS

#### Anexo 1. Primer formato de evaluación sensorial

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_  
 MUESTRA: YOGURT

Ante usted tiene una serie de muestras, pruebe cada una y ordene de menor a mayor preferencia (1=menor, 5=mayor) de acuerdo a su selección considerando las características que señalan. Recuerde NO tragarse la muestra hay que desecharla y después de cada muestra hay que enjuagarse la boca con agua y desechar el agua en el recipiente de unigel grande.  
 Anote el código numérico de cada muestra según su preferencia en cada cuadro, o según su preferencia puede haber empates.

CARACTERISTICA	PREFERENCIA(1=menor, 5=mayor)				
	1	2	3	4	5
Textura					
Color					
Sabor					
Olor					

Conteste lo siguiente:

CARACTERISTICA	¿Por qué le agrado más la muestra considerada como más preferida?	¿Por qué le gusto menos la muestra considerada como menos preferida?
Textura		
Color		
Olor		
Sabor		

**MUCHAS GRACIAS POR TU COLABORACIÓN!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!** 😊

## Anexo 2. Segundo formato de la evaluación sensorial.

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

Pruebe el primer par de muestra (\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_) en el orden en que se le presentan y responda de acuerdo a la opción que mejor la defina. Entre cada muestra debe enjuagarse nuevamente la boca y expectorarla. Por favor no se trague el agua.

Anote casillero correspondiente:

Posibles respuestas:	Numero de la muestra
Estoy seguro(a) que el yogurt es de pura leche de vaca.	
Creo que el yogurt es de leche de vaca pero no estoy seguro(a).	
Creo que el yogurt tiene un ingrediente mas que la leche de vaca pero no estoy seguro(a).	
Estoy seguro(a) que el yogurt tiene algún ingrediente mas que la leche de vaca.	

Ahora pruebe el siguiente par (\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_) y responda de acuerdo a la opción que mejor la defina. Entre cada muestra debe enjuagarse nuevamente la boca y expectorarla. Por favor no se trague el agua.

Anote casillero correspondiente:

Posibles respuestas:	Numero de la muestra
Estoy seguro(a) que el yogurt es de pura leche de vaca.	
Creo que el yogurt es de leche de vaca pero no estoy seguro(a).	
Creo que el yogurt tiene un ingrediente mas que la leche de vaca pero no estoy seguro(a).	
Estoy seguro(a) que el yogurt tiene algún ingrediente mas que la leche de vaca.	

**MUCHAS GRACIAS POR TU COLABORACIÓN!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!** 😊

### Anexo 3. Resultados de los atributos evaluados de acuerdo al método de Kruskal-Wallis.

#### ∞ PRIMERA EVALUACIÓN

##### Textura

##### Prueba de Kruskal-Wallis

C1	N	Media	Promedio	Z
1	16	4,000	49,8	1,78
2	16	4,000	49,9	1,82
3	16	2,000	25,1	-2,96
4	16	2,000	23,3	-3,30
5	16	5,000	54,3	2,66
Total	80	40,5		

H = 26,58 DF = 4 **P = 0,000**

H = 27,70 DF = 4 P = 0,000 (ajustado para empates)

##### Color

C1	N	Media	Promedio	Z
1	16	4,000	57,7	3,31
2	16	3,000	38,7	-0,35
3	16	2,000	31,9	-1,66
4	16	1,000	19,3	-4,08
5	16	5,000	55,0	2,78
Total	80	40,5		

H = 30,63 DF = 4 **P = 0,000**

H = 31,91 DF = 4 P = 0,000 (ajustado para empates)

##### Sabor

C1	N	Media	Promedio	Z
1	16	3,500	44,6	0,79
2	16	3,000	42,6	0,40
3	16	2,000	21,7	-3,63
4	16	2,500	29,8	-2,07
5	16	5,000	63,9	4,50
Total	80	40,5		

H = 30,80 DF = 4 **P = 0,000**

H = 32,09 DF = 4 P = 0,000 (ajustado para empates)

### Olor

C1	N	Media	Promedio	Z
1	16	4,000	55,1	2,81
2	16	3,000	36,7	-0,73
3	16	2,000	23,0	-3,36
4	16	1,500	19,2	-4,11
5	16	5,000	68,5	5,38
Total	80	40,5		

H = 52,48 DF = 4 **P = 0,000**

H = 54,69 DF = 4 P = 0,000 (ajustado para empates)

### ∞ SEGUNDA EVALUACIÓN

#### Textura

C1	N	Media	Promedio	Z
1	20	2,500	45,5	-0,86
2	20	4,000	67,5	2,93
3	20	3,500	54,5	0,69
4	20	3,000	44,5	-1,03
5	20	2,000	40,5	-1,72
Total	100	50,5		

H = 11,07 DF = 4 **P = 0,026**

H = 11,53 DF = 4 P = 0,021 (ajustado para empates)

#### Color

C1	N	Media	Promedio	Z
1	20	4,000	63,3	2,21
2	20	3,000	61,3	1,87
3	20	2,000	44,6	-1,01
4	20	1,000	23,9	-4,59
5	20	4,000	59,4	1,53
Total	100	50,5		

H = 26,24 DF = 4 **P = 0,000**

H = 27,34 DF = 4 P = 0,000 (ajustado para empates)

#### Sabor

C1	N	Media	Promedio	Z
1	20	4,000	60,1	1,65

2	20	3,000	57,7	1,24
3	20	2,000	39,5	-1,90
4	20	1,000	30,4	-3,47
5	20	4,500	65,0	2,49
Total	100	50,5		

H = 20,91 DF = 4 **P = 0,000**

H = 21,76 DF = 4 P = 0,000 (ajustado para empates)

### Olor

C1	N	Media	Promedio	Z
1	20	4,000	64,7	2,45
2	20	3,000	52,9	0,41
3	20	2,000	39,6	-1,87
4	20	1,500	34,6	-2,74
5	20	4,000	60,7	1,75
Total	100	50,5		

H = 16,22 DF = 4 **P = 0,003**

H = 16,90 DF = 4 P = 0,002 (ajustado para empates)

## ∞ TERCERA EVALUACIÓN

### Textura

C1	N	Media	Promedio	Z
1	23	4,000	68,0	1,61
2	23	3,000	58,0	0,00
3	23	3,000	55,0	-0,48
4	23	2,000	38,0	-3,22
5	23	4,000	71,0	2,09
Total	115	58,0		

H = 14,03 DF = 4 **P = 0,007**

H = 14,61 DF = 4 P = 0,006 (ajustado para empates)

### Color

C1	N	Media	Promedio	Z
1	23	4,000	84,0	4,18
2	23	3,000	56,0	-0,32
3	23	2,000	42,0	-2,57
4	23	1,000	30,0	-4,50
5	23	4,000	78,0	3,22
Total	115	58,0		

H = 43,86 DF = 4 **P = 0,000**

H = 45,69 DF = 4 P = 0,000 (ajustado para empates)

### **Sabor**

C1	N	Media	Promedio	Z
1	23	4,000	76,0	2,89
2	23	2,000	47,0	-1,77
3	23	3,000	54,0	-0,64
4	23	1,000	34,0	-3,86
5	23	5,000	79,0	3,38
Total	115	58,0		

H = 30,58 DF = 4 **P = 0,000**

H = 31,85 DF = 4 P = 0,000 (ajustado para empates)

### **Olor**

C1	N	Media	Promedio	Z
1	23	4,000	68,0	1,61
2	23	3,000	62,0	0,64
3	23	2,000	42,0	-2,57
4	23	2,000	33,0	-4,02
5	23	5,000	85,0	4,34
Total	115	58,0		

H = 35,71 DF = 4 **P = 0,000**

H = 37,20 DF = 4 P = 0,000 (ajustado para empates)

## **∞ CUARTA EVALUACIÓN**

### **Textura**

C1	N	Media	Promedio	Z
1	19	5,000	73,3	4,47
2	19	3,000	50,5	0,45
3	19	3,000	40,6	-1,31
4	19	2,000	32,5	-2,74
5	19	2,000	43,1	-0,86
Total	95	48,0		

H = 24,14 DF = 4 **P = 0,000**

H = 25,15 DF = 4 P = 0,000 (ajustado para empates)

### Color

C1	N	Media	Promedio	Z
1	19	4,000	67,4	3,44
2	19	3,000	52,8	0,85
3	19	2,000	31,5	-2,92
4	19	1,000	21,2	-4,74
5	19	5,000	67,1	3,37
Total	95	48,0		

H = 43,91 DF = 4 **P = 0,000**

H = 45,74 DF = 4 P = 0,000 (ajustado para empates)

### Sabor

C1	N	Media	Promedio	Z
1	19	4,000	60,3	2,18
2	19	3,000	40,1	-1,40
3	19	3,000	43,1	-0,86
4	19	2,000	33,1	-2,63
5	19	5,000	63,3	2,71
Total	95	48,0		

H = 17,40 DF = 4 **P = 0,002**

H = 18,13 DF = 4 P = 0,001 (ajustado para empates)

### Olor

C1	N	Media	Promedio	Z
1	19	4,000	53,6	0,98
2	19	3,000	49,6	0,28
3	19	2,000	33,4	-2,57
4	19	2,000	28,4	-3,47
5	19	5,000	75,0	4,78
Total	95	48,0		

H = 34,03 DF = 4 **P = 0,000**

H = 35,44 DF = 4 P = 0,000 (ajustado para empates)