

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

" Obtención de bebida fermentada tipo yogurt a base de extracto de arroz pulido (*Oryza sativa*)"

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:  
**INGENIERO DE ALIMENTOS**

Presentado por:  
**FAUSTO JOSE LUCAS HIDALGO**

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**Año: 2015**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la sabiduría y fuerzas necesarias día a día.

A mi hija Irina, eres mi razón de vida, Te amo mucho.

Al Ing. Patricio Cáceres, mi director del proyecto, por su guía y apoyo constante y al Ing. Juan Manuel Cevallos por la ayuda brindada para la elaboración de este proyecto.

Wendy Salinas Freire, gracias por todo, tu amistad es invaluable y tu apoyo incondicional como siempre.

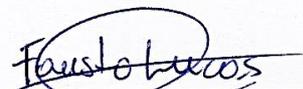
## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

Fausto José Lucas Hidalgo  
M.Sc. Patricio Cáceres.  
Ph.D.. Juan Manuel Cevallos

Y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".

Estamos también de acuerdo que el vídeo de la presentación oral es de plena propiedad de la FIMCP.



Fausto Lucas H.



M.Sc. Patricio Cáceres C.



Ph.D. Juan Cevallos C.

## RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo principal desarrollar una bebida tipo yogurt, a base de arroz (*Oryza Sativa*), siendo escogido por la disponibilidad e importancia del cultivo de esta gramínea y el valor nutricional con el que puede contribuir, además de su alta digestibilidad y gran aceptación.

Para esto se prepararon bebidas de arroz, las cuales se les varió la cantidad de sacarosa y glucosa en la formulación, obteniendo así tres formulaciones; la primera sin azúcares, una segunda con sacarosa y una tercera con sacarosa y glucosa.

Luego estas bebidas de arroz fueron sometidas al proceso de fermentación, utilizando un cultivo láctico de cepas de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus termófilo*, a una temperatura de incubación de  $42^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$  y tomándose el pH cada 30 minutos y se determinó el tiempo de proceso. Con los datos de pH y tiempo obtenidos se realizaron las curvas de cinética de fermentación mediante la cual se seleccionó la fórmula que contiene glucosa ya que cumple con las características de pH y organolépticas para ser considerada una bebida fermentada y de alta seguridad para el consumidor.

Una vez obtenida la bebida fermentada se determinó la composición proximal (Grasa=0,09%; Carbohidratos=13,915%), las características físico-químicas (Acidez=0,5%) y microbiológicas (E. Coli= Ausencia) con el fin de calcular el aporte energético - nutricional y se evaluó el cumplimiento de las especificaciones y requisitos de acuerdo a la normativa técnica. Además se determinó y evaluó el modelo reológico del producto que corresponde a un fluido No Newtoniano pseudoplástico.

Finalmente el producto se sometió a pruebas sensoriales en donde los atributos de sabor, color, olor, cremosidad y la aceptación general fueron evaluados.

Al finalizar este proyecto se obtuvo una bebida fermentada de arroz, rica en carbohidratos, baja en grasa, con características sensoriales y microbiológicas aceptables; dando valor agregado a esta importante materia prima nacional.

**Palabras claves:** Arroz, Bebida Fermentada

## ABSTRACT

*The main objective of this project is develop a yogurt drink made from rice (Oryza sativa), being chosen by the availability and importance of his cultivation and nutritional value that can contribute, in addition to his high digestibility and wide acceptance.*

*Rice drinks were prepared, which they were changed the amount of sucrose and glucose in his formulation, thus obtaining three formulations; a first with no sugar, a second with sucrose and a third formulation with sucrose and glucose blend.*

*These rice drinks were treated to fermentation process, using a lactic culture of Lactobacillus bulgaricus and Streptococcus thermophilus, incubation temperature was  $42^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$  and pH value was taken every 30 minutes and the process time was determined. With pH and time data obtained the kinetic fermentation curves were made and the formula containing glucose was selected because pH value and organoleptic characteristics obtained are considered for fermented drinks and safety for consumers.*

*Once the fermented beverage was obtained the proximate composition (fat = 0.09%; Carbohydrates = 13,915%), physico-chemical characteristics (acidity = 0.5%) and microbiological analysis (E. Coli = Absence) were determinated to calculate nutrition facts and energy values, and the compliance with specifications and requirements according to the technical regulations are evaluated. Also was determined and evaluated the rheological product model corresponding to a No-Newtonian pseudoplastic fluid.*

*Finally the sensory evaluation was examined. Taste, colour, smell, cremosiness attributes and general acceptance were studied.*

*With the realization of this project a fermented rice drink was obtained, high in carbohydrates, low fat and microbiological and sensory characteristics acceptables; adding value to this important national raw material.*

*Keywords: Rice, Fermented drink*

## INDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT .....	II
INDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS .....	V
SIMBOLOGIA.....	VI
INDICE DE FIGURAS .....	VII
INDICE DE TABLAS .....	VIII
CAPITULO 1	
1. INTRODUCCION .....	1
1.1 OBJETIVOS.....	1
1.1.1 OBJETIVO GENERAL.....	1
1.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	1
1.2 MARCO TEORICO.....	2
1.2.1 ARROZ .....	2
1.2.3 YOGUR .....	6
CAPITULO 2	
2. MATERIALES Y METODOS .....	9
2.1 BEBIDA BASE DE ARROZ .....	9
2.2 PROCESO DE FERMENTACION.....	10
2.2.1 CONDICIONES DE FERMENTACION .....	11
2.2.2 CINETICA DE FERMENTACION .....	12
2.3 CARACTERIZACION DEL PRODUCTO.....	12
2.3.1 COMPOSICION PROXIMAL.....	13
2.3.2 ANALISIS FISICO-QUIMICO .....	13
2.3.3 CARACTERIZACION REOLOGICA .....	13
2.4 ANALISIS MICROBIOLOGICO .....	16
2.5 EVALUACION SENSORIAL .....	16

## CAPITULO 3

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	17
3.1 CINETICA DE FERMENTACION .....	17
3.2 CARACTERIZACION DEL PRODUCTO .....	18
3.2.1 COMPOSICION PROXIMAL .....	18
3.2.2 ANALISIS FISICO – QUIMICO .....	19
3.2.3 CARACTERIZACION REOLOGICA .....	20
3.3 ANALISIS MICROBIOLOGICO .....	23
3.4 EVALUACION SENSORIAL .....	23

## CAPITULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	26
5. PROPIEDAD INTELECTUAL .....	27
BIBLIOGRAFIA .....	29
APENDICES .....	31

## ABREVIATURAS

BCE	Banco Central del Ecuador
ESPAC	Encuesta de Superficie de Producción Agropecuaria Continua
FAO	Food and Agriculture Organization
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
SINAGAP	Sistema de Información Nacional del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
SMC	Constante del spindle
SR	Velocidad de corte
SRC	Constante de la Velocidad de Corte
SS	Esfuerzo cortante
TK	Constante de torque
UNA	Unidad Nacional de Almacenamiento

## SIMBOLOGIA

TM	Toneladas métricas
%	Porcentaje
°C	Grados Centígrados
dyna	Dinas
g	Gramos
Ha	Hectáreas
k	Índice de consistencia
Kcal	Kilo calorías
log	Logaritmo
m	Metros
mg	Miligramos
ml	Mililitros
mm	Milímetros
n	Índice de comportamiento
N	Velocidad del spindle
pH	Potencial de Hidrógeno
Rad	Radianes
Rb	Radio del spindle
Rc	Radio del envase
rpm	Revoluciones por minuto
seg	Segundos
UFC	Unidades Formadoras de Colonias
$\mu_{ap}$	Viscosidad Aparente
$\pi$	Pi
$\tau$	Esfuerzo cortante
Y	Velocidad de corte
$\omega$	Velocidad Angular

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 PLANTA DE ARROZ ( <i>ORYZA SATIVA</i> ) .....	2
FIGURA 2 ARROZ EN GRANO .....	3
FIGURA 3 PROCESO DE ELABORACION DE YOGUR .....	7
FIGURA 4 BEBIDA BASE DE ARROZ .....	10
FIGURA 5 PROCESO DE OBTENCION DE LA BEBIDA FERMENTADA DE ARROZ .....	11
FIGURA 6 CURVA DE VISCOSIDAD .....	15
FIGURA 7 CURVA DE FLUIDEZ .....	15
FIGURA 8 CURVA DE FERMENTACION (PH VS TIEMPO) .....	17
FIGURA 9 BEBIDA FERMENTADA DE ARROZ .....	18
FIGURA 10 CURVA DE FLUIDEZ (SS VS SR) .....	20
FIGURA 11 CURVA DE FLUIDEZ EN ESCALA LOGARITMICA .....	21
FIGURA 12 CURVA DE VISCOSIDAD ( $U_A$ VS SR).....	21
FIGURA 13 CURVA DE VISCOSIDAD EN ESCALA LOGARITMICA .....	22

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1 INFORMACION NUTRICIONAL DEL ARROZ POR CADA 100 G.....	3
TABLA 2 PERFIL AMINOACIDOS DEL GRANO DE ARROZ .....	4
TABLA 3 ARROZ: SUPERFICIE SEMBRADA POR REGIONES.....	4
TABLA 4 ARROZ: SUPERFICIE Y PRODUCCION .....	5
TABLA 5 ARROZ: EXCEDENTES EN LA PRODUCCION .....	5
TABLA 6 EXPORTACIONES DE ARROZ POR AÑO, 2003-2013 .....	6
TABLA 7 FORMULAS PROPUESTAS PARA PREPARAR LA BEBIDA BASE DE ARROZ.....	9
TABLA 8 RENDIMIENTO DE ARROZ EN LA BEBIDA BASE .....	10
TABLA 9 COMPOSICION PROXIMAL: PARAMETROS Y METODOS .....	13
TABLA 10 ANALISIS FISICO-QUIMICO: PARAMETROS Y METODOS .....	13
TABLA 11 ANALISIS MICROBIOLOGICO PARA LA BEBIDA FERMENTADA .....	16
TABLA 12 COMPOSICION PROXIMAL DE LA BEBIDA BASE Y FERMENTADA.....	18
TABLA 13 CALCULO ENERGETICO DE LA BEBIDA FERMENTADA / 100 G .....	19
TABLA 14 ANALISIS FISICO-QUIMICO DE LA BEBIDA BASE Y FERMENTADA .....	20
TABLA 15 ANALISIS MICROBIOLOGICO DE LA BEBIDA BASE Y FERMENTADA....	23
TABLA 16 RESULTADOS DE LA PRUEBA SENSORIAL .....	23
TABLA 17 VALORES ASIGNADOS A LOS NIVELES DE AGRADO.....	24
TABLA 18 MEDIAS DE LOS PARAMETROS EVALUADOS.....	24
TABLA 19 MEDIA DEL PARAMETRO "GENERAL" .....	25
TABLA 20 VALORES DE F Y FCRIT (PARAMETROS VS GENERAL).....	25

# CAPITULO 1

## 1. INTRODUCCION

El arroz (*Oryza sativa L.*) es un alimento básico para la población ecuatoriana y contribuye aproximadamente al 21% de sus necesidades energéticas y al 15% del requerimiento proteico. Este cereal representa una alta fuente de carbohidratos, además de aportar con proteínas de alto valor biológico, vitaminas del grupo B como niacina, tiamina y riboflavina.

El cultivo de este cereal es el de mayor producción en el país, llegando en algunas ocasiones a ser excesivo y derivando en pérdidas. Las exportaciones a países vecinos han sido de ayuda significativa, sin embargo, los niveles de excedentes pueden ser empleados en el desarrollo de otros productos con mayor valor agregado tales como panes libres de gluten, harinas, tallarines, arroz integral germinado, etc.

En este sentido, el presente proyecto pretende diversificar el uso del grano de arroz, planteando la formulación y elaboración de una bebida fermentada a base de arroz, con características similares al yogurt, y determinar las condiciones del proceso y caracterización que permitan obtener un producto seguro y aceptable.

Se espera con este trabajo ampliar la lista de alimentos ecuatorianos aprovechando materias primas locales e impulsar nuevas alternativas de consumo del arroz

### 1.1 OBJETIVOS

#### 1.1.1 OBJETIVO GENERAL

Obtener una bebida fermentada vegetal, tipo yogurt, utilizando el grano de arroz como materia prima.

#### 1.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la fórmula de la bebida base para el proceso de fermentación.
- Realizar la fermentación de la bebida base para la obtención de la bebida tipo yogurt
- Caracterizar la bebida fermentada obtenida en sus parámetros proximales, físico-químicos, reológicos y microbiológicos
- Evaluar sensorialmente la bebida fermentada obtenida para medir el grado de aceptación del producto final.

## 1.2 MARCO TEORICO

### 1.2.1 ARROZ

El arroz, de nombre científico *Oryza Sativa*, es una planta de la familia del trigo o de la avena que puede llegar a alcanzar hasta 1,8 m de altura. Presenta un tallo en forma de caña hueca por dentro, excepto en los nudos y presenta hojas lanceoladas acabadas en punta con nerviación paralela. Lo más significativo son las espigas, formadas por una panícula caediza donde se encuentran los granos de arroz, comúnmente llamados semillas, que son los que se utilizan para consumo (BOTANICAL ONLINE, 2015).

**FIGURA 1 PLANTA DE ARROZ (*Oryza sativa*)**



**FUENTE:** BOTANICAL ONLINE

Las condiciones agroecológicas óptimas para el cultivo de arroz incluyen pluviosidad de 800 mm a 1240 mm, zonas con alta luminosidad (la planta necesita de por lo menos 1000 horas de sol durante el ciclo vegetativo), temperatura que oscile entre 22 °C a 30 °C, y un suelo con pH de 6,5 a 7,5, que sea arcilloso, franco arcilloso o franco limoso y que tenga buen drenaje.

Sus orígenes son ampliamente discutidos, se han encontrado vestigios de cultivo de arroz de antiguas civilizaciones en países del continente asiático tales como Tailandia y China, razón por la cual se la considera la cuna de la gramínea. (INEC, 2008)

### **COMPOSICION QUIMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL ARROZ**

El arroz es un cereal que proporciona el 20 por ciento del suministro de energía alimentaria del mundo. No sólo es una rica fuente de energía sino también constituye una buena fuente de tiamina, riboflavina y niacina (FAO, 2004)

**FIGURA 2 ARROZ EN GRANO**



El almidón, como en el resto de los cereales, es el principal componente del arroz (70-80%). El contenido de proteínas es algo más bajo que en el resto de los cereales (7%), pero la lisina está presente en mayor concentración. La digestibilidad y el valor biológico de las proteínas del arroz son mayores y, por lo tanto, la utilización proteica es la más alta de todos los cereales (74%), y la calidad de la proteína del arroz es superior a la de las otras gramíneas. El arroz se caracteriza por el contenido en vitaminas del grupo B, también se caracteriza por su bajo contenido en sodio (5mg/100g) y su elevado contenido de potasio (100 mg/100 g), por lo que se recomienda en dietas para hipertensos. El arroz junto con el maíz y el sorgo se recomiendan en la dieta para enfermos celíacos. La excelente digestibilidad del arroz, junto con su suave acción astringente, hacen del arroz un alimento recomendable en la recuperación de un proceso de gastroenteritis (Gil, 2010)

A continuación en las Tablas 1 y 2 se detalla la información nutricional y el perfil de aminoácidos, respectivamente, por cada 100 gr de arroz:

**TABLA 1 INFORMACION NUTRICIONAL DEL ARROZ POR CADA 100 g.**

<b>PARAMETRO</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>
HUMEDAD	11,5 - 12,7	%
CALORÍAS	350 - 370	%
PROTEÍNA	6,5 - 10	%
EXTRACTO ETÉREO	0,5 - 2,3	%
CARBOHIDRATOS	76 - 81	%
FIBRA	0,2 - 0,7	%
CENIZA	0,4 - 1,3	%
CALCIO	9 - 20	mg
FÓSFORO	116 - 160	mg
HIERRO	0,8 - 3	mg
CAROTENO	0,01	mg
TIAMINA	0,05	mg
RIBOFLAVINA	0,04	mg
NIACINA	1,9	

**FUENTE:** TABLA DE COMPOSICIÓN DE LOS ALIMENTOS ECUATORIANOS, 1975

**TABLA 2 PERFIL AMINOACIDOS DEL GRANO DE ARROZ**

<b>PERFIL DE AMINOACIDOS ESENCIALES</b>	
<b>AMINOACIDO</b>	<b>VALOR (g/100 g de proteína)</b>
ISOLEUCINA	4,1
LEUCINA	8,2
LISINA	3,8
METIONINA + CISTEÍNA	3,6
FENILALANINA + TIROSINA	10,5
TREONINA	3,8
TRIPTÓFANO	1,1
VALINA	6,1

**FUENTE:** FAO, 2013

## **SITUACION DEL ARROZ EN ECUADOR**

### **SUPERFICIE Y PRODUCCION DE ARROZ**

El cultivo del arroz es la producción más importante y extensa de Ecuador, ocupa aproximadamente la tercera parte de la superficie de los cultivos transitorios del país. Según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) se sembraron 414 mil hectáreas con una producción de 1'516.045 Tm para el año 2013 (ESPAC, 2013). Su cultivo es propio de la Región Costa, en razón de las facilidades climáticas y geográficas de la zona, y representa el 99,04% de la superficie total nacional del cultivo del arroz.

**TABLA 3 ARROZ: SUPERFICIE SEMBRADA POR REGIONES**

<b>REGIÓN</b>	<b>SUPERFICIE SEMBRADA</b>	
	<b>Ha</b>	<b>%</b>
TOTAL NACIONAL	<b>414.146</b>	<b>100</b>
REGIÓN SIERRA	3.902	0,94
REGIÓN COSTA	410.170	99,04
REGIÓN ORIENTAL	74	0,02

**FUENTE:** ESPAC, 2013

**ELABORADO POR:** Fausto Lucas H.

La superficie sembrada (Tabla 4) de esta gramínea se encuentra altamente concentrada en las provincias de Guayas (66,13%) y Los Ríos (27,66%) (INEC, 2008; ESPAC, 2013). Así mismo, en cuanto a lo correspondiente a la producción estas provincias generan un total de 1'060.670 y 359.560 TM respectivamente de la producción nacional.

**TABLA 4 ARROZ: SUPERFICIE Y PRODUCCION**

PROVINCIAS	TM	%	Ha	%
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>1516,045</b>	<b>100</b>	<b>414.146</b>	<b>100</b>
GUAYAS	1060,67	69,96%	273.879	66,13%
LOS RIOS	359,569	23,72%	114.545	27,66%
RESTO DEL PAIS	95,806	6,32%	25.722	6,21%

**FUENTE:** ESPAC 2013, ECUADOR EN CIFRAS, INEC

**ELABORADO POR:** Fausto Lucas H.

### DESTINO DE LA PRODUCCION DE ARROZ

El Ecuador es un país autosuficiente e incluso excedentario en la producción de arroz, siendo el principal destino el consumo interno como arroz de mesa. Otros de los destinos que se da a la producción de arroz y sus subproductos son: el consumo animal como parte de fórmulas de balanceados y exportaciones a diferentes países.

Según datos del MAGAP e INEC, las ventas de arroz en los últimos años son inferiores a la producción total, y este excedente deriva en pérdidas a los productores por la falta de silos de almacenamiento o variación en los precios.

Debido a esto el gobierno ha tomado diferentes medidas para evitar estas pérdidas entre las cuales ha creado la UNA (Unidad Nacional de Almacenamiento) que tiene a cargo el desarrollo y fortalecimiento de los servicios de:

- 1.- Almacenamiento y comercialización de productos agropecuarios; y,
- 2.- Administración de la reserva estratégica de los mismos.

Estos servicios se implementan para el efectivo funcionamiento del mercado, brindando mejores y mayores oportunidades de ingresos a los productores de materia prima agropecuaria, evitando su especulación y acaparamiento. La tabla 5 muestra los excedentes de la producción de arroz en los últimos años.

**TABLA 5 ARROZ: EXCEDENTES EN LA PRODUCCION**

AÑO	PRODUCCION TM	VENTAS TM	EXCEDENTE TM
2013	1'516.045	1'431.552	84.493
2012	1'565.560	1'416.970	148.590
2011	1'477.940	1'299.400	178.540
2010	1'706.200	1'548.540	157.660

**FUENTE:** MAGAP, INEC 2013

## EXPORTACIONES DE ARROZ

En cuanto a las exportaciones de arroz, Ecuador ha aprovechado los excedentes de la producción a lo largo del tiempo para comercializar el arroz con los países vecinos, principalmente con Colombia y en menor proporción con Perú y Venezuela (MAGAP, 2012), esto también depende de la oferta-demanda, de la variación de los precios y de las regulaciones comerciales vigentes con estos países. La tabla 6 presenta las exportaciones de arroz desde el año 2003.

**TABLA 6 EXPORTACIONES DE ARROZ POR AÑO, 2003-2013**

<b>Año</b>	<b>TM</b>
2004	1.484
2005	32.734
2006	161.035
2007	100.693
2008	5.419
2009	5.119
2010	12.827
2011	25.370
2012	14.418
2013	43.227

**FUENTE:** BCE, SINAGAP

### 1.2.3 YOGUR

El yogur es el producto lácteo más popular de la actualidad. Debe su popularidad a una gran variedad de productos fabricado a partir de la base de leche, que pueden ser clasificados en base a sus características nutricionales (entero, semidescremado, bajo en grasa o calorías) o por sus características de textura (batido, líquido, firme, con frutas) (Shah, and Vasiljevic, 2008).

### DEFINICION Y ESPECIFICACIONES

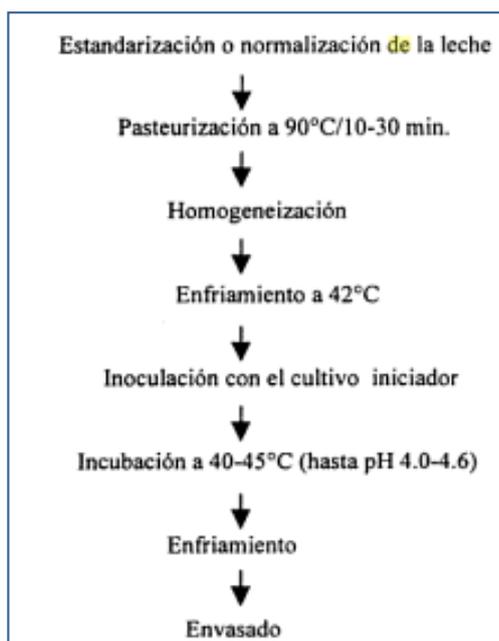
Según la NTE INEN (Norma Técnica Ecuatoriana) se define a la leche fermentada, yogur, como el producto coagulado obtenido por fermentación láctica de la leche o mezcla de esta con derivados lácteos, mediante la acción de bacterias lácticas *Lactobacillus delbruecki* subsp. *Bulgaricus* y *Streptococcus salivaris* subsp. *thermophilus*, pudiendo estar acompañadas de otras bacterias benéficas que por su actividad le confieren las características al producto terminado, teniendo como resultado la reducción del pH y la coagulación (precipitación isoelectrica); estas bacterias deben ser viables y activas desde su inicio y durante toda la vida útil del producto (INEN, 2011).

Entre las especificaciones que deben cumplir las leches fermentadas son: presentar aspecto homogéneo, el sabor y olor deben ser característicos del producto fresco, sin materias extrañas, de color blanco cremoso y otro propio resultante de la materia prima, de consistencia pastosa; textura lisa y uniforme. Además podrán añadirse: azúcares o edulcorantes permitidos, frutas frescas enteras o en trozos, pulpa de frutas, frutas secas y otros preparados a base de frutas, así como la adición de otros ingredientes como hortalizas, miel, chocolate, cacao, coco, café, cereales, especias y otros ingredientes naturales (INEN, 2011).

## PROCESO DE ELABORACION DE YOGUR

El proceso de elaboración de yogur (Figura 3) consta de varios pasos que incluyen la estandarización de la bebida base, pasteurización, enfriamiento a temperatura de incubación, inoculación del cultivo para yogur, incubación o fermentación, enfriamiento y envasado (Shah and Vasiljevic, 2008). Cada uno de estos pasos juega un papel importante en la definición de la calidad del producto final.

**FIGURA 3 PROCESO DE ELABORACION DE YOGUR**



FUENTE: INFORMACION TECNOLOGICA, VOL 12 N° 6, 2001

## FERMENTACION

El principio para la elaboración de yogur es la fermentación, que es considerada un método de conservación y es uno de los métodos más antiguos practicados por el hombre para la transformación de la leche en productos de mayor vida útil.

La fermentación es el proceso mediante el cual se inocula un cultivo de microorganismos específicos que fermentan la leche produciendo una serie de modificaciones que

caracterizan el producto final. En este proceso parte de la lactosa es transformada en ácido láctico, lo cual produce una disminución de pH que inhibe el crecimiento de microorganismos (GIL, 2010)

La fermentación se realiza durante un promedio de tres a seis horas, a una temperatura entre los 40 y 45° C. El tiempo de fermentación depende de la temperatura de incubación y de la capacidad de producción de ácido láctico de los microorganismos. El proceso se debe detener cuando se alcanza una concentración de ácido láctico entre 0,70 y 1,1%. En este rango de concentración de ácido, el valor de pH se encuentra entre 4,6 y 3,7 (Hernández, 2003).

## **CARACTERISTICAS DE LOS CULTIVOS FERMENTADORES**

Los cultivos fermentadores son preparaciones de microorganismos activos que son añadidos intencionalmente a las bases lácteas de acuerdo a las modificaciones deseadas. Estos tienen varias funciones sobre los productos fermentados como son la biopreservación, creación de estructuras y modificación en la generación de sabores. Estos cultivos pueden consistir en cepas individuales usadas solas o en combinación con otras cepas o pueden ser una mezcla de cepas. De acuerdo a su temperatura óptima de crecimiento pueden ser clasificados como mesofílicos (temperatura óptima alrededor de 26° C) y termofílicos (temperatura óptima alrededor de 42° C).

Entre los cultivos mesofílicos se encuentran los géneros *Lactococcus*, *Leuconostoc* y en menor grado *Pediococcus*. Por el lado de los cultivos termofílicos tenemos a los géneros *Lactobacillus* y *Streptococcus*, específicamente *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* (Shah, and Vasiljevic, 2008).

# CAPITULO 2

## 2. MATERIALES Y METODOS

### 2.1 BEBIDA BASE DE ARROZ

#### MATERIA PRIMA

Para la elaboración de la bebida base se utilizó como materia prima arroz blanco de grano largo y entero, el cual fue adquirido en un supermercado de la ciudad de Guayaquil.

#### FORMULACION DE LA BEBIDA BASE

Para la formulación de la bebida base se utilizaron recetas caseras de leches vegetales, siendo la más común una receta en que se utilizan 300 gramos de arroz para preparar dos litros de bebida (Valdéz, 2015; Brunne, 2003). Con el objetivo de obtener una bebida que produzca fermentación se realizaron tres formulaciones, las mismas en que se varió la inclusión de azúcares a pesar del alto contenido de carbohidratos que aporta el arroz. Para esto se utilizó sacarosa y glucosa en distintas proporciones, con la finalidad de que puedan ser utilizados como fuente de energía por los microorganismos fermentadores en caso de que los azúcares propios del arroz no puedan ser utilizados para la fermentación. En la tabla 7 se muestran las fórmulas propuestas para la bebida base.

**TABLA 7 FORMULAS PROPUESTAS PARA PREPARAR LA BEBIDA BASE DE ARROZ**

<b>INGREDIENTE</b>	<b>FORMULA 1 (%)</b>	<b>FORMULA 2 (%)</b>	<b>FORMULA 3 (%)</b>
ARROZ	15	15	15
AGUA	85	73	73
SACAROSA	-	12	7
GLUCOSA	-	-	5
TOTAL	100	100	100

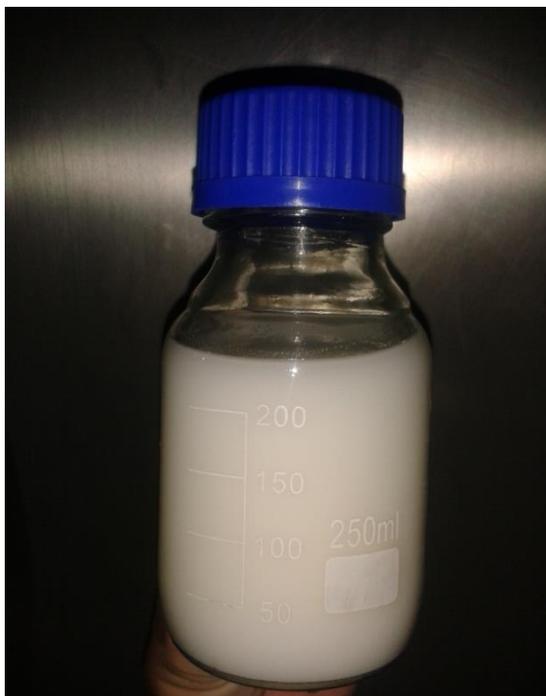
**ELABORADO POR:** Fausto Lucas H.

#### PREPARACION DE LA BEBIDA BASE

Para preparar la bebida base se pesan 300 gramos de arroz y se lavan con agua potable tres veces. El arroz lavado se licua, por partes, con agua y con ayuda de un liencillo se procede a filtrar el licuado. Se agregan los demás ingredientes, se completa con agua hasta llegar a los dos litros y se mezclan hasta disolver los ingredientes. La mezcla se

somete a cocción durante 30 minutos a una temperatura de  $95^{\circ} \text{C} \pm 1^{\circ}$ . Después de la cocción se enfría rápidamente hasta  $4^{\circ} \text{C}$  y se almacena en refrigeración hasta el momento de uso.

**FIGURA 4 BEBIDA BASE DE ARROZ**



## RENDIMIENTO

Se obtuvo al relacionar los pesos de arroz inicial y el peso del residuo de la molienda. Los resultados se muestran en la tabla 8.

**TABLA 8 RENDIMIENTO DE ARROZ EN LA BEBIDA BASE**

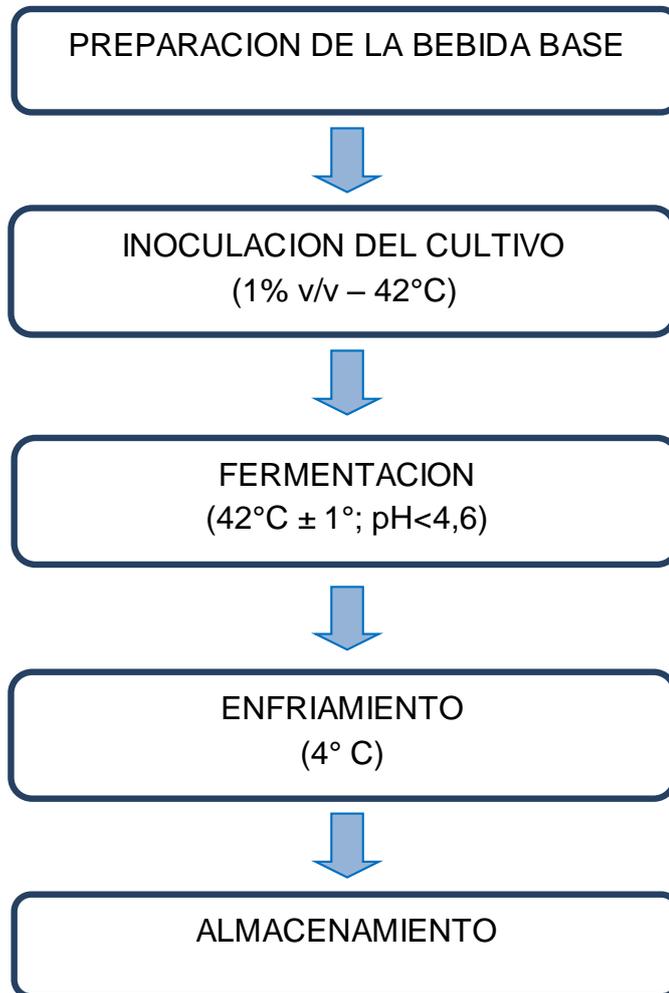
<b>PESO INICIAL (g)</b>	<b>PESO RESIDUO (g)</b>	<b>PESO INICIAL – RESIDUO (g)</b>	<b>RENDIMIENTO (%)</b>
300	203	97	32%

**ELABORADO POR:** Fausto Lucas H.

## 2.2 PROCESO DE FERMENTACION

Para el proceso de fermentación se seguirán operaciones similares para la obtención de yogur de leche de vaca. El proceso para la obtención de la bebida fermentada se resume en la figura 5.

**FIGURA 5 PROCESO DE OBTENCION DE LA BEBIDA FERMENTADA DE ARROZ**



**ELABORADO POR:** Fausto Lucas H.

A continuación se describen las condiciones de fermentación: cultivo fermentador y sus características, preparación e inoculación del cultivo fermentador y los parámetros del proceso; además se describirá la cinética de fermentación.

El proceso de fermentación se realizará por duplicado para cada fórmula.

### **2.2.1 CONDICIONES DE FERMENTACION**

#### **CULTIVO FERMENTADOR**

El cultivo utilizado fue FD-DVS YC-180 Yo-Flex marca CHR HANSEN, que es un cultivo termófilo, de inoculación directa a cuba (DVS), compuesto de una mezcla de cepas de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Lactis* y

*Streptococcus thermophilus*. La ficha técnica del producto se encuentra en el apéndice A (CHR HANSEN, 2012).

## **PREPARACION E INOCULACION DEL CULTIVO**

El cultivo se diluyó en 100 ml de bebida base para obtener así una bebida madre para la inoculación, la cual se conservó en refrigeración hasta el momento de su uso. Para la inoculación del cultivo las bebidas se calientan hasta una temperatura de 42°C. Una vez alcanzada la temperatura se inoculó el cultivo en proporción de 1% v/v en relación a la cantidad de bebida base inicial. Después de la inoculación la bebida se agita suavemente durante 5 minutos para distribuir el cultivo homogéneamente.

## **PROCESO DE FERMENTACION**

Las bebidas con el cultivo inoculado y homogenizado se colocan en una incubadora a temperatura de 42° ± 1° C. Durante esta etapa se toma la medida del pH cada 30 minutos. Una vez que el pH ha alcanzado valores entre 4,6 y 4,2 se detiene el proceso de fermentación enfriando la bebida rápidamente hasta una temperatura de 4°C.

### **2.2.2 CINETICA DE FERMENTACION**

Para determinar la cinética de fermentación se tomaron datos de valor de pH cada 30 minutos. El valor de pH y el tiempo se determinaron mediante el pH-metro de mesa BOECO BT-600 y por un cronómetro SPER SCIENTIFIC respectivamente. Luego, con estos valores, se realizaron las curvas de fermentación (Tiempo vs pH) de las 3 formulaciones propuestas. Mediante estas curvas se determinará con cuál de las fórmulas propuestas se obtiene una bebida fermentada tipo yogur por el valor de pH alcanzado y se determinará el tiempo del proceso de fermentación.

## **2.3 CARACTERIZACION DEL PRODUCTO**

Finalizado el proceso de fermentación se realizó la caracterización de la bebida fermentada obtenida. Se determinó la composición proximal, físico-química y caracterización reológica de la bebida base y la bebida fermentada siguiendo los métodos establecidos por las normas técnicas ecuatorianas INEN. Los valores obtenidos de las bebidas base y fermentadas se compararon entre sí con el objetivo de determinar cambios debidos al proceso de fermentación.

Adicional, los valores obtenidos de caracterizar la bebida fermentada también se evaluaron con los valores de requisitos y especificaciones establecidos en las normas: NTE INEN 2395:2011 Leches fermentadas. Requisitos y CODEX STAN 243-2003 Norma del Codex para leches fermentadas. Los requisitos y especificaciones de las normas se encuentran consignados en el apéndice B.

### 2.3.1 COMPOSICION PROXIMAL

En la tabla 9 se presentan los parámetros y métodos utilizados para determinar la composición proximal del producto final. Los análisis se realizarán por duplicado.

**TABLA 9 COMPOSICION PROXIMAL: PARAMETROS Y METODOS**

PARAMETRO	UNIDAD	METODO
PROTEINA	%	NTE INEN 16 - DETERMINACION DE PROTEINAS
GRASAS	%	NTE INEN 12 - DETERMINACION DEL CONTENIDO DE GRASA
CARBOHIDRATOS	%	POR DIFERENCIACION DE PROXIMALES
CENIZAS	%	NTE INEN 14 - DETERMINACION DE SOLIDOS TOTALES Y CENIZAS

**ELABORADO POR:** Fausto Lucas H.

### 2.3.2 ANALISIS FISICO-QUIMICO

En la tabla 10 se presentan los parámetros y métodos o equipos utilizados para determinar los parámetros físico-químicos del producto final. Los análisis se realizarán por duplicado.

**TABLA 10 ANALISIS FISICO-QUIMICO: PARAMETROS Y METODOS**

PARAMETRO	UNIDAD	METODO / EQUIPO
HUMEDAD	%	ANALIZADOR DE HUMEDAD "METLER TOLEDO HB43-S"
GRADOS BRIX	°	REFRACTOMETRO DE MANO "ATAGO"
SOLIDOS TOTALES	%	NTE INEN 14 - DETERMINACION DE SOLIDOS TOTALES Y CENIZAS
ACIDEZ (ác. Láctico)	%	NTE INEN 13 - DETERMINACION DE LA ACIDEZ TITULABLE
DENSIDAD	g/ml	NTE INEN 11 - DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA

**ELABORADO POR:** Fausto Lucas H.

### 2.3.3 CARACTERIZACION REOLOGICA

Para la determinación de las características reológicas se utilizó el viscosímetro de BROOKFIELD DV II + PRO con los spindles S61-S64. Mediante este equipo se determinan los valores de esfuerzo de torsión o torque (%) y viscosidad aparente (Ua), a diferentes revoluciones por minuto (RPM); con estos datos se determinan los valores de esfuerzo cortante (SS) y velocidad de corte (SR). Una vez obtenidos los valores SS y

SR se graficarán las curvas de Fluidez (SS vs SR) y de Viscosidad (Ua vs SR) mediante las cuales se determinará el tipo de fluido y el índice de comportamiento (n) y el índice de consistencia (k).

Para calcular la velocidad de corte (SR), se determina primero la velocidad angular del spindle ( $\omega$ ) por medio de la siguiente ecuación:

$$\omega = \frac{2\pi}{60} N \left( \text{Rad}/\text{Seg} \right) \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

N= velocidad del spindle en revoluciones por minutos (RPM).

Luego se realizan los cálculos para obtener la velocidad de corte (SR), que se encuentra en función del envase en que se realizó la medición, mediante la siguiente ecuación:

$$SR = \frac{2\omega Rc^2 Rb^2}{X^2[Rc^2 - Rb^2]} \left( 1/\text{Seg} \right) \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

$\omega$ = Velocidad angular del spindle (Rad/seg)

Rc= Radio del envase (cm)

Rb= Radio del spindle (cm)

X= Radio en el cual el esfuerzo cortante será calculado, normalmente es el mismo valor que Rb (cm)

Adicionalmente, para calcular el esfuerzo cortante (SS) se debe calcular la constante de la velocidad de corte (SRC), mediante la siguiente ecuación:

$$SRC = \frac{SR}{RPM} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

SR= Velocidad de corte

RPM= Revoluciones por minuto, velocidad del spindle.

Una vez obtenido el valor de la constante de velocidad de corte (SRC), se determina el esfuerzo cortante (SS) mediante la siguiente ecuación:

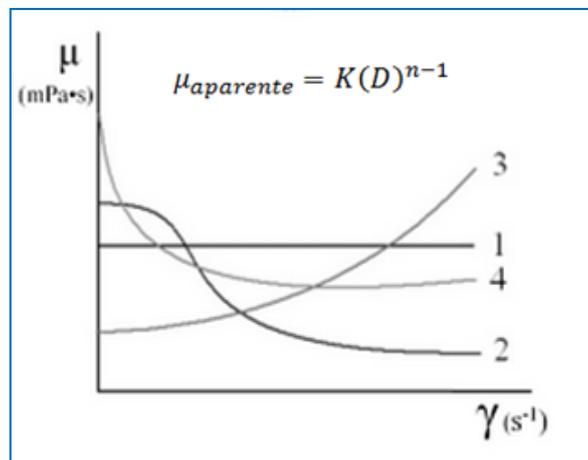
$$SS = TK \times SMC \times SRC \times TORQUE \left( \text{dyna}/\text{cm}^2 \right) \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

TK= Constante del esfuerzo de torsión del viscosímetro  
 SMC= Constante multiplicadora del spindle utilizado  
 SRC= Constante de la velocidad de corte  
 TORQUE= Esfuerzo de torsión (%)

Finalmente con los valores de Viscosidad aparente ( $U_a$ ), esfuerzo cortante (SS) y velocidad de corte (SR) se realizan las curvas de SS vs SR y  $U_a$  vs SR con las cuales se determinarán el tipo de comportamiento reológico que presenta la bebida fermentada. Las figuras 6 y 7 muestra las curvas patrones de comportamiento reológico de los distintos tipos de fluidos con sus respectivas fórmulas para determinar los valores de  $n$  y  $K$ .

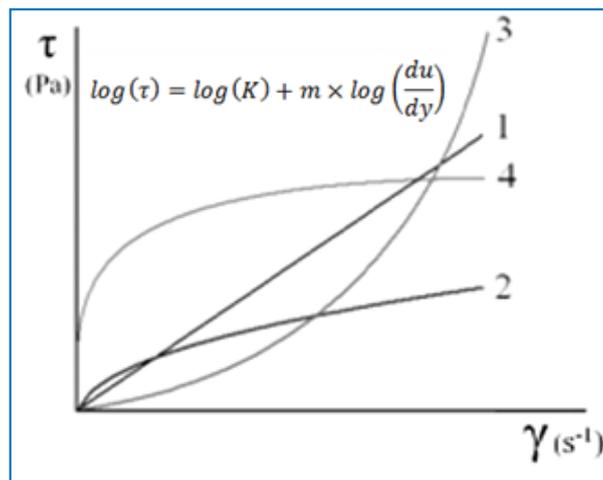
**FIGURA 6 CURVA DE VISCOSIDAD**



**FUENTE:** INTRODUCCION A LA REOLOGIA DE ALIMENTOS

1. Newtoniano; 2. Seudoplástico; 3. Dilatante; 4. Plástico de Bingham

**FIGURA 7 CURVA DE FLUIDEZ**



**FUENTE:** INTRODUCCION A LA REOLOGIA DE ALIMENTOS

1. Newtoniano; 2. Seudoplástico; 3. Dilatante; 4. Plástico de Bingham

## 2.4 ANALISIS MICROBIOLÓGICO

La población de bacterias, mohos, levaduras fueron examinadas. El conteo de bacterias *Aerobios totales*, *Coliformes fecales*, *E. Coli*, *Mohos* y *levaduras* fueron determinados por el método de conteo en placas compact dry. Para el conteo de aerobios totales y mohos y levaduras se realizaron siembras de  $10^{-2}$  y para el conteo de *Coliformes fecales* y *E. Coli* se realizaron siembras de  $10^{-1}$ . Como medio de enriquecimiento y dilución para todas las diluciones se utilizó agua de peptona.

En la tabla 11 se resumen los análisis microbiológicos realizados.

**TABLA 11 ANALISIS MICROBIOLÓGICO PARA LA BEBIDA FERMENTADA**

MICROORGANISMO	UNIDAD	DILUCION	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO
Aerobios totales	UFC/g	$10^{-2}$	35	48 horas
E. Coli		$10^{-1}$	35	24 horas
C. fecales		$10^{-1}$	42	24 horas
Mohos y levaduras		$10^{-2}$	ambiente	5 días

**ELABORADO POR:** Fausto Lucas H.

## 2.5 EVALUACION SENSORIAL

La bebida fermentada obtenida será sometida a evaluación sensorial con el objetivo de medir el grado de satisfacción, para lo cual se aplicará una escala hedónica verbal de 5 puntos y se realizará ante un panel conformado por 20 jueces. La ficha de evaluación sensorial se muestra en el apéndice C.

Las escalas hedónicas son instrumentos de medición de las sensaciones placenteras o desagradables producidas por un alimento a quienes lo prueban.

Los parámetros que se evaluarán son color, sabor, olor, cremosidad debido a los cambios que produce la fermentación sobre estas características, además se evaluará la aceptación general del producto. De estos resultados se obtendrán las medias y desviación estándar, y se someterán a análisis estadístico ANOVA; para evaluarlos con los valores asignados a la escala hedónica y determinar el grado de aceptación y las características que pueden influir sobre la aceptación general del producto.

# CAPITULO 3

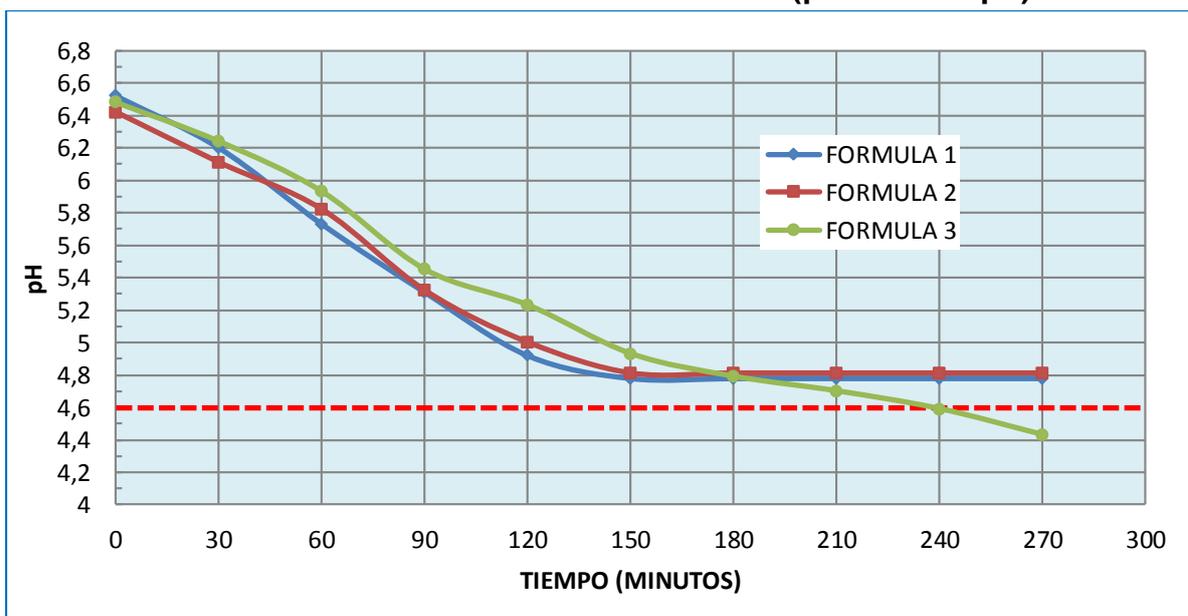
## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Finalizado el proceso de fermentación se obtiene una bebida fermentada de arroz con características sensoriales deseables entre las que se destacan la buena cremosidad, con un sabor y olor dulce ligero, intenso, agradable y característico de arroz. En este capítulo se presenta toda la información y resultados obtenidos del proceso de fermentación, caracterización y evaluación sensorial del producto final.

### 3.1 CINETICA DE FERMENTACION

En la figura 8 se muestra como varía el pH en función del tiempo de fermentación de las formulaciones propuestas. Los datos obtenidos de la fermentación se encuentran consignados en el apéndice D.

**FIGURA 8 CURVA DE FERMENTACION (pH vs Tiempo)**



**ELABORADO POR:** Fausto Lucas H.

Respecto a la disminución de pH, en la figura #, se puede observar que el comportamiento de las tres formulaciones es muy similar a través del tiempo. El pH inicial de las fórmulas 1, 2 y 3 fueron 6,52; 6,48 y 6,42 respectivamente.

En las fórmulas 1 y 2, que no contienen glucosa, el proceso de fermentación se detuvo en un tiempo de dos horas y treinta minutos, además los valores de pH descienden hasta un valor de 4,78 y 4,81 respectivamente y a partir de ahí se mantuvieron constantes a través del tiempo lo cual indica que no hay producción de fermentación por parte de los

microorganismos. Sin embargo, a pesar de haberse producido fermentación por la disminución del pH y presentar cambios a nivel organolépticos, los valores alcanzados no cumplen con los niveles recomendados de pH ( $pH < 4,6$ ).

Con respecto a la fórmula 3, que contiene 5% de glucosa, se puede observar que el valor de pH sigue descendiendo en función del tiempo, llegando por debajo del valor de 4,6; este valor cumple con los requisitos de pH para considerarse una bebida fermentada de alta inocuidad. El proceso de fermentación se detiene en un tiempo aproximado de cuatro horas y treinta minutos, aplicando disminución rápida de temperatura, una vez que la bebida alcanzó un valor de pH de 4,43.

### 3.2 CARACTERIZACION DEL PRODUCTO

Una vez obtenida la bebida fermentada de arroz, se determinaron los diferentes parámetros para caracterizar el producto final.

**FIGURA 9 BEBIDA FERMENTADA DE ARROZ**



#### 3.2.1 COMPOSICION PROXIMAL

La tabla 12 muestra los resultados de los parámetros de proteína, grasa, carbohidratos y ceniza obtenidos de la bebida base y la bebida fermentada.

**TABLA 12 COMPOSICION PROXIMAL DE LA BEBIDA BASE Y FERMENTADA**

PARAMETRO	RESULTADOS		UNIDAD
	BEBIDA BASE	BEBIDA FERMENTADA	
PROTEINA	0,77±0,04	0,80±0,02	%
GRASAS	0,09±0,01	0,09	%
CARBOHIDRATOS	14,045±0,092	13,915±0,021	%
CENIZAS	0,079±0,001	0,081±0,001	%

**ELABORADO POR:** Fausto Lucas H.

De acuerdo con la NTE INEN 2395:2011 LECHE FERMENTADAS. REQUISITOS, el valor de proteína de  $0,80 \pm 0,02\%$  se encuentra por debajo del valor mínimo de 2,7% que debe cumplir una bebida fermentada. El valor de grasa es de 0,09% y cumple con el requisito de una bebida fermentada descremada. Además el valor de carbohidratos es de  $13,915 \pm 0,021\%$ , esto es debido a que el arroz es rico en carbohidratos y a la cantidad de sacarosa y glucosa añadidos en la formulación inicial; esta cantidad de carbohidratos hace que sea una bebida fuente de energía.

Los valores obtenidos de composición proximal analizados de la bebida base no presentan diferencia significativa frente a los valores de la bebida fermentada. Los resultados obtenidos del análisis estadístico se encuentran en el apéndice E.

### **APORTE ENERGETICO**

Luego de haber obtenido la bebida fermentada se procedió a calcular el aporte energético que posee el producto teniendo como base su composición proximal. En la tabla 13 se muestra el aporte energético de la bebida fermentada.

**TABLA 13 CALCULO ENERGETICO DE LA BEBIDA FERMENTADA / 100 g**

<b>COMPONENTE</b>	<b>ENERGIA (Kcal)</b>
PROTEINA	3,12
GRASA	0,81
CARBOHIDRATO	55,72
<b>TOTAL</b>	<b>59,67</b>

**ELABORADO POR:** Fausto Lucas H.

El tamaño de una porción de la bebida fermentada es de 200 g. La bebida aporta con un 5,96% del valor diario de Kcal, basado en una dieta de 2000 Kcal.

### **3.2.2 ANALISIS FISICO – QUIMICO**

La tabla 14 muestra los resultados de los parámetros de humedad, sólidos totales, grados brix, acidez (como ácido láctico) y densidad obtenidos.

**TABLA 14 ANALISIS FISICO-QUIMICO DE LA BEBIDA BASE Y FERMENTADA**

PARAMETRO	RESULTADOS		UNIDAD
	BEBIDA BASE	BEBIDA FERMENTADA	
ACIDEZ	-	0,5	%
SOLIDOS TOTALES	15,00±0,014 <sup>a</sup>	14,905±0,021 <sup>b</sup>	%
HUMEDAD	85,00±0,01 <sup>a</sup>	85,10±0,02 <sup>b</sup>	%
GRADOS BRUX	12,8	12,4	°
DENSIDAD	1,05	1,04	g/ml

**ELABORADO POR:** Fausto Lucas H.

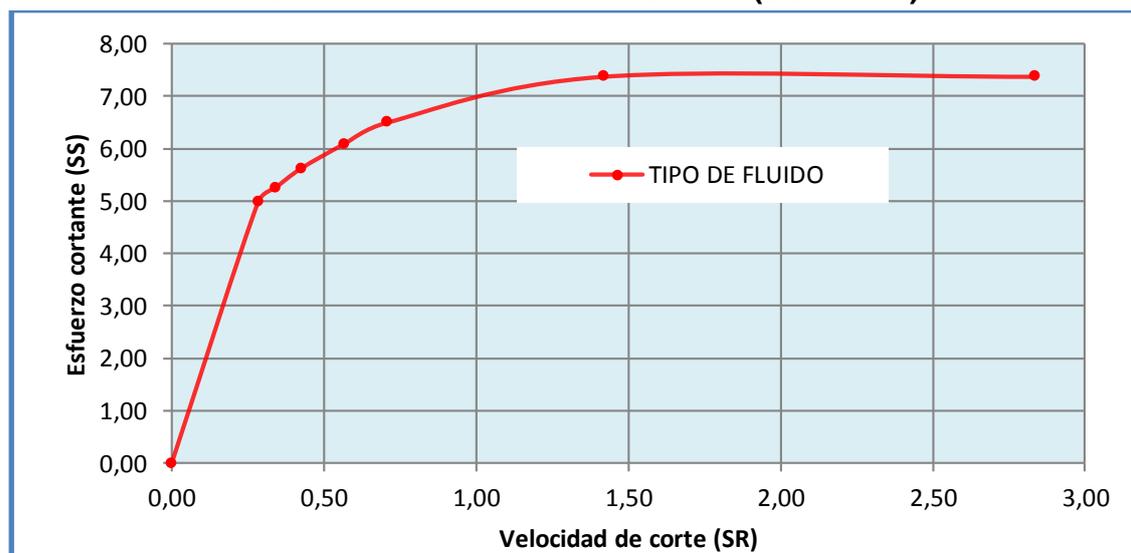
El valor de acidez de la bebida fermentada es de 0,5% como ácido láctico y este valor cumple con el requisito del % de acidez establecido por la NORMA DEL CODEX PARA LECHES FERMENTADAS.

Los valores obtenidos de sólidos totales y de humedad presentan diferencia significativa. Los resultados obtenidos del análisis estadístico se encuentran en el apéndice E.

### 3.2.3 CARACTERIZACION REOLOGICA

Se realizaron las curvas de fluidez (Figura 10) y viscosidad (Figura 11). Los datos obtenidos y los cálculos realizados para determinar la caracterización reológica se encuentran consignados en el apéndice F.

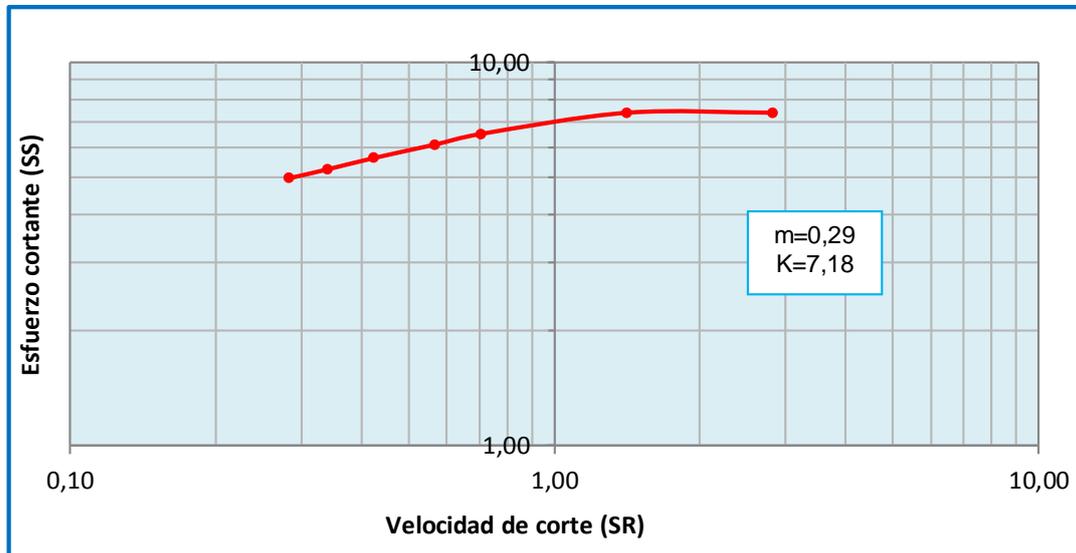
**FIGURA 10 CURVA DE FLUIDEZ (SS vs SR)**



**ELABORADO POR:** Fausto Lucas H.

En la figura 10, se puede observar la forma que toma de la curva de fluidez, que parte desde el punto 0, de acuerdo a esto se tiene que la bebida fermentada presenta el comportamiento de un fluido No Newtoniano.

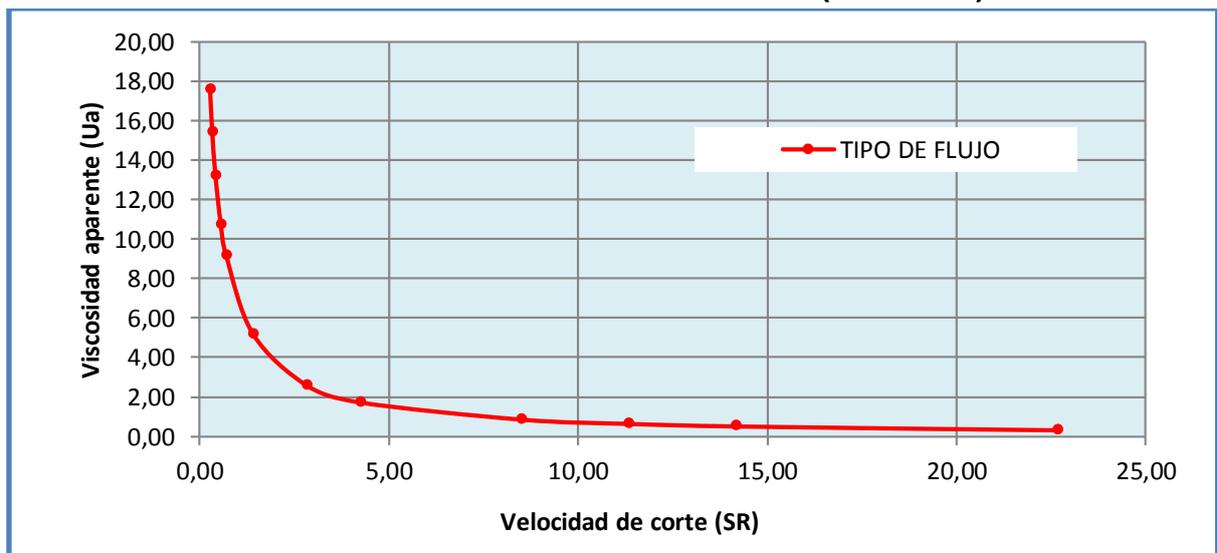
**FIGURA 11 CURVA DE FLUIDEZ EN ESCALA LOGARITMICA**



**ELABORADO POR:** Fausto Lucas H.

En la figura 11 se puede observar la linealización de la curva de fluidez en escala logarítmica, mediante la cual se obtuvieron los valores del índice de comportamiento,  $m=0,29$  y del índice de consistencia de  $K=7,18$

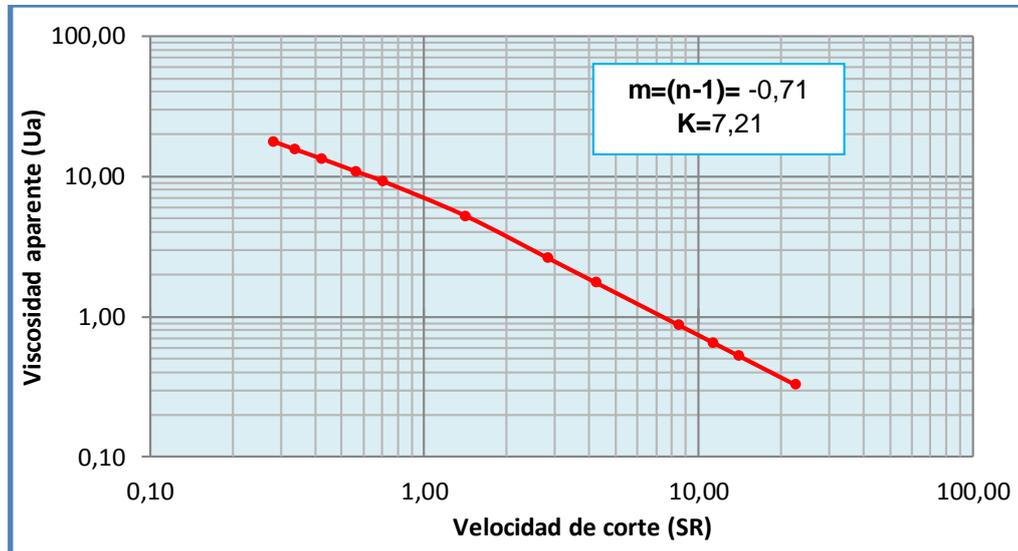
**FIGURA 12 CURVA DE VISCOSIDAD ( $U_a$  vs SR)**



**ELABORADO POR:** Fausto Lucas H.

En la figura 12, se puede observar la forma que toma de la curva de viscosidad, de acuerdo a esto se tiene que la bebida fermentada presenta el comportamiento de un flujo pseudoplástico.

**FIGURA 13 CURVA DE VISCOSIDAD EN ESCALA LOGARITMICA**



**ELABORADO POR:** Fausto Lucas H.

En la figura 13 se puede observar la linealización de la curva de viscosidad en escala logarítmica, mediante la cual se obtuvieron los valores del índice de comportamiento,  $m=0,29$  ( $n-1= -0,71$ ) y del índice de consistencia,  $k=7,21$ .

Con los valores obtenidos de las curvas de fluidez y viscosidad y a las formas que presentan las curvas se pudo determinar el modelo reológico y el tipo de fluido al que corresponde la bebida fermentada.

El modelo reológico responde a la siguiente ecuación:

$$\tau = 7,21 (\gamma)^{0,29} \quad (\text{Ecuación 4})$$

El valor de  $m < 1$  nos indica que la bebida fermentada obtenida corresponde a un fluido No Newtoniano de tipo pseudoplástico, y responde a la ley de potencia o modelo de Ostwald de Walde.

De acuerdo a estos datos y comparados con los valores de índice de comportamiento de yogures tradicionales de leche de vaca (apéndice F), se tiene también que la bebida fermentada obtenida presentó un comportamiento similar de modelo reológico No newtoniano pseudoplástico ( $m < 1$  y  $K > 1$ ).

### 3.3 ANALISIS MICROBIOLÓGICO

En la tabla 15 se muestran los resultados de los análisis microbiológicos realizados a la bebida base y la bebida fermentada.

**TABLA 15 ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE LA BEBIDA BASE Y FERMENTADA**

MICROORGANISMO	BEBIDA BASE	BEBIDA FERMENTADA	REQUISITO	UNIDAD
AEROBIOS TOTALES	300	<10	-	UFC/g
COLIFORMES FECALES	10	<10	Max. 100	
E. COLI	0	Ausencia	Ausencia	
MOHOS Y LEVADURAS	900	<10	Max. 500	

**ELABORADO POR:** Fausto Lucas H.

De acuerdo a los resultados de análisis de microorganismos la bebida fermentada de arroz cumple con los requisitos microbiológicos indicados en la norma NTE INEN 2395:2011 Leches fermentadas. Requisitos.

### 3.4 EVALUACION SENSORIAL

Se realizó la evaluación sensorial de la bebida fermentada con un panel de 20 jueces no entrenados. Para esta prueba se tomaron como parámetros a evaluar el sabor, color, olor, cremosidad y general. La tabla 16 presenta en resumen la cantidad de juicios por parámetros de los resultados obtenidos de la prueba.

**TABLA 16 RESULTADOS DE LA PRUEBA SENSORIAL**

NIVELES DE AGRADO	CANTIDAD DE JUICIOS POR PARAMETRO				
	SABOR	COLOR	OLOR	CREMOSIDAD	GENERAL
Me gusta mucho	0	0	1	7	0
Me gusta	6	2	9	10	7
Ni me gusta ni me disgusta	8	9	7	3	9
Me disgusta	6	7	2	0	4
Me disgusta mucho	0	2	1	0	0

**ELABORADO POR:** Fausto Lucas H.

Se determinaron los valores de las medias de cada parámetro y se los compararon con los valores asignados a cada nivel de agrado para determinar el grado de aceptación. En la tabla 17 se presentan los valores asignados a cada nivel de agrado.

**TABLA 17 VALORES ASIGNADOS A LOS NIVELES DE AGRADO**

<b>NIVEL DE AGRADO</b>	<b>VALOR ASIGNADO</b>
Me gusta mucho	5
Me gusta	4
Ni me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1

**ELABORADO POR:** Fausto Lucas H.

En la tabla 18 se presentan los resultados del análisis estadístico de las medias de cada parámetro:

**TABLA 18 MEDIAS DE LOS PARAMETROS EVALUADOS**

<b>PARAMETRO</b>	<b>CREMOSIDAD</b>	<b>OLOR</b>	<b>SABOR</b>	<b>COLOR</b>
<b>MEDIAS</b>	4,2 ± 0,696	3,35 ± 0,933	3,00 ± 0,795	2,55 ± 0,826

**ELABORADO POR:** Fausto Lucas H.

**CREMOSIDAD:**

La media para el parámetro Cremosidad fue de 4,2. Este resultado se ubica de acuerdo a la tabla 18 entre los niveles de “Me gusta mucho” y “Me gusta”

**OLOR:**

La media para el parámetro Sabor fue 3,35. Este resultado se ubica de acuerdo a la tabla 18 entre los niveles de “Me gusta” y “Ni me gusta ni me disgusta”.

**SABOR:**

La media para el parámetro Sabor fue 3,00. Este resultado se ubica de acuerdo a la tabla 18 entre los niveles de “Ni me gusta ni me disgusta”

**COLOR:**

La media para el parámetro color fue 2,55. Este resultado se ubica de acuerdo a la tabla 18 entre los niveles de “Ni me gusta ni me disgusta” y “Me disgusta”

**GENERAL:**

El valor de la media para el parámetro GENERAL, fue de 3,15. Este resultado se ubica de acuerdo a la tabla 19 entre los niveles de “Me gusta” y “Ni me gusta ni me disgusta”.

**TABLA 19 MEDIA DEL PARAMETRO “GENERAL”**

PARAMETRO	GENERAL
MEDIA	3,15 ± 0,745

**ELABORADO POR:** Fausto Lucas H.

El análisis estadístico se lo llevó a cabo mediante el programa MINTAB 15, usando la función ANOVA, obteniéndose valores de  $F(14,61) > F_{\text{crít}}(2,72)$  para todos los parámetros evaluados, lo que indica que si existen diferencias significativas entre ellos y que influyen sobre la aceptación general del producto. Además, de acuerdo a los valores de  $F > F_{\text{crít}}$  obtenidos de la evaluación entre cada parámetro y general (Tabla 20), se determina que los parámetros que influyen sobre el nivel de aceptación general del producto son la cremosidad de manera positiva y el color de manera negativa.

**TABLA 20 VALORES DE F Y FCRT (PARAMETROS VS GENERAL)**

PARAMETRO	F	F crítico
SABOR	0,379	4,098
COLOR	5,821 <sup>a</sup>	4,098
OLOR	0,561	4,098
CREMOSIDAD	21,213 <sup>a</sup>	4,098

**ELABORADO POR:** Fausto Lucas H.

# CAPITULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a la experiencia obtenida y mediante el desarrollo de este proyecto se concluye que se puede obtener una bebida fermentada, aprovechando el grano de arroz como materia prima base, con propiedades sensoriales similares al yogur.

Para que se produzca fermentación la bebida base debe contener un azúcar como fuente de energía para el cultivo fermentador, en este proyecto se utilizó 5 % de glucosa en la fórmula inicial. Las condiciones de fermentación fueron: Cantidad de cultivo inoculado del 1% v/v y temperatura de incubación de  $42^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$ . El pH final fue 4,43 y el tiempo de fermentación fue de cuatro horas y treinta minutos.

De la caracterización se tiene que el contenido de acidez fue de 0,5%. El contenido de grasa fue 0,81%, lo cual de acuerdo a la normativa técnica la hace una bebida descremada. Adicional, la bebida es rica en carbohidratos con un valor de 13,84% y una porción de 200 g. representa 120 Kcal. El análisis microbiológico determinó la ausencia de microorganismos, por lo tanto es un producto seguro para el consumo. Con respecto a las características reológicas la bebida presenta el comportamiento de un fluido No Newtoniano pseudoplástico.

La evaluación sensorial demostró que la aceptación general, de la bebida obtenida, por parte de los jueces se ve influenciado por las características organolépticas, siendo la cremosidad, el olor y el sabor los parámetros que pueden influenciar en la aceptación del producto de manera positiva.

Se recomienda experimentar con diferentes mezclas de cultivos fermentadores, cultivos pro bióticos y la adición de frutas o pulpas de frutas que ayuden a mejorar las características organolépticas y generen una mayor aceptación por parte del consumidor. También se recomienda optimizar el proceso de molienda y filtrado para aumentar el rendimiento de la materia prima así como también probar con mezclas de granos, como la soya, para incrementar sus propiedades nutricionales.

La elaboración de este proyecto nos muestra que la bebida fermentada puede ser una propuesta comercial viable para el aprovechamiento del grano de arroz generando una nueva alternativa de uso; además el estudio realizado puede servir de base para el desarrollo y mejoramiento del producto obtenido, así como también para la optimización de su proceso.

## **5. PROPIEDAD INTELECTUAL**

### **5.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA**

El cultivo de arroz es el de mayor producción y consumo en el país, con lo cual es autosuficiente para satisfacer la demanda interna. A pesar de abastecer el mercado nacional, la producción puede llegar a valores excesivos y estos niveles derivan en pérdidas. Las exportaciones a países vecinos han sido de ayuda significativa, sin embargo, los niveles de excedentes pueden ser empleados para el desarrollo de otros productos con mayor valor agregado.

### **5.2 PRUEBA DE CONCEPTO**

El presente proyecto busca diversificar el uso del grano de arroz, para de alguna manera ayudar a utilizar este excedente, mediante el desarrollo de un nuevo producto. Para esto se elaboró una bebida fermentada tipo yogur con extracto de arroz pulido y utilizando técnicas similares para la elaboración de yogur de leche de vaca.

Se revisaron formulaciones de bebidas vegetales con cereales y gramíneas con las cuales se determinó la cantidad de arroz a utilizar. Se elaboraron 3 recetas a las cuales se adicionó algún tipo de azúcar que sirva como fuente de energía. Se utilizó un cultivo láctico para yogur tradicional.

### **5.3 PROGRESO A LA FECHA**

Se obtuvo, al presente, una bebida fermentada de arroz tipo yogur. Las características sensoriales son aceptables. La bebida es rica en carbohidratos, baja en grasa, libre de microorganismos patógenos.

### **5.4 CONTRIBUCIONES INDIVIDUALES**

El director del proyecto, Ing. Patricio Cáceres, contribuyó con la idea principal y la guía para el desarrollo del proyecto. El autor del proyecto investigó recetas de leches vegetales y procesos de fermentación lácticos, desarrolló la formulación, realizó las pruebas de fermentación y finalmente los análisis proximales, físico-químicos, reológicos, microbiológicos y sensoriales. Con esto se probó que la idea puede ser desarrollada.

### **5.5 TRABAJOS FUTUROS**

- Probar con diferentes tipos de cultivos comerciales, ya que estos cambian de diversas maneras las características sensoriales.
- Utilizar probióticos y prebióticos que ayudarán a realzar los beneficios que puede ofrecer una bebida fermentada.

- Optimizar el proceso de molienda y filtración para obtener un mejor rendimiento del arroz utilizado.
- Realizar una hidrólisis enzimática del almidón para aprovechar los carbohidratos disponibles en el arroz.
- Adicionar pulpas de frutas, sabores y otros cereales o gramíneas para diversificar las características sensoriales y nutricionales.

## BIBLIOGRAFIA

- ANDALZUA – MORALES, ANTONIO. *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Editorial Acribia. España. 1994. Páginas: 70-74, 85-87, 134, 163-167.
- BOTANICAL ONLINE. (2015). *Arroz (oryza sativa): Características del Arroz. Propiedades del arroz*. Disponible en: <http://www.botanical-online.com/arroz.htm>
- BROOKFIELD ENGINEERING. *DV-II+ PROGRAMMABLE VISCOMETER. Operating Instructions Manual*. Disponible en: <http://www.brookfieldengineering.com>
- BRUNNER, ANNE. *Leches y yogures vegetales hechos en casa*. Editorial Hispano Europea. España. 2014. Páginas: 21-40.
- CHR-HANSEN (2012). *FD-DVS YC-180 Yo-Flex: Información de Producto*. Disponible en: <http://www.chr-hansen.com>
- CODEX ALIMENTARIUS. *Norma Técnica para Leches Fermentadas*. CODEX STAN 243- 2003.
- ECUAQUIMICA (2009). *Cultivo de arroz: Información técnica*. Disponible en: [http://www.ecuaquimica.com.ec/info\\_tecnica\\_arroz.pdf](http://www.ecuaquimica.com.ec/info_tecnica_arroz.pdf)
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (2004). *El arroz es vida*. Recuperado de <http://www.fao.org/rice2004/es/f-sheet/hoja3.pdf>
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (2013). *Perfil de aminoácidos del arroz*. Recuperado de <http://www.fao.org>
- GIL, ÁNGEL. *Cap. 1 Leche y Derivados Lácteos*. En *Tratado de nutrición: Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Editorial Médica Panamericana. España. 2010. Páginas: 17-20.
- GIL, ÁNGEL. *Cap. 5 Cereales y Productos Derivados*. En *Tratado de nutrición: Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Editorial Médica Panamericana. España. 2010. Páginas: 127-128.
- HERNANDEZ, ANGELA. *Microbiología Industrial*. Editorial EUNED. Costa Rica. 2003. Páginas: 65-74.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS (2008). *Sistema agroalimentario del arroz*. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.com/sistagroalim/pdf/Arroz.pdf>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS (2013). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, ESPAC 2013*. Disponible en: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac%202013/PRESENTACIONESPAAC2013.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac%202013/PRESENTACIONESPAAC2013.pdf)

INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICION (1975). *Tabla de Composición de los Alimentos Ecuatorianos*. Quito – Ecuador. Páginas: 17-18.

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION. *NORMA TECNICA ECUATORIANA NTE INEN 2395:2011 Leches Fermentadas. Requisitos. 2<sup>da</sup> Rev.*

MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y PESCA (2012). *Informe Situacional de la Cadena del arroz*. Disponible en: [http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/Comercializacion/Boletines/arroz/arroz\\_2012\\_1.pdf](http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/Comercializacion/Boletines/arroz/arroz_2012_1.pdf)

MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y PESCA (2015). *Comercio Exterior: Productos Agropecuarios Exportaciones – Importaciones*. Disponible en: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/productos-agropecuarios>.

SHAH, N.; VASILJEVIC, T. *Cap. 10 Cultured milk and Yogurt*. En *Dairy Processing & Quality Assurance*. Editorial Wiley-Blackwell. United States. 2010. Páginas: 219-245.

VALDEZ, MARIA PAZ. *Cocina Vegana*. Editorial Selector. España. 2015. Páginas: 14-17, 20-21

VELEZ, J.; RIVAS, A. *Propiedades y Características del yogur*. En *INFORMACION TECNOLOGICA, Vol. 12, N°6*. Editorial del Norte. Chile. 2001. Páginas 35-42.

# APENDICES

## APENDICE A

### FICHA TECNICA DEL CULTIVO FERMENTADOR



#### FD-DVS YC-180 Yo-Flex®

Información de Producto

Versión: 4 PI-EU-ES 09-05-2012

<b>Descripción</b>	Cultivo termófilo Yo-Flex®		
<b>Taxonomía</b>	Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis Streptococcus thermophilus		
<b>Envase</b>	<b>No Material:</b> 100249	<b>Tamaño</b> 10X50 U	<b>Tipo</b> Sobre (s) en caja
<b>Propiedades Físicas</b>	<b>Color:</b>	Blanco a ligeramente rojizo o marrón	
	<b>Aspecto Físico:</b>	Granulado	
<b>Aplicación</b>	<b>Uso</b> El cultivo producirá un yogur con un aroma medio, alta viscosidad y media post-acidificación. Adecuado para la fabricación de yogur firme, batido y líquido.		

#### Dosis de inoculación recomendada

Cantidad de leche a inocular	250 l/ 70 gal	1,000 l/ 250 gal	2,500 l/ 660 gal	5,000 l/ 1,300 gal	10,000 l/ 2,600 gal
Cantidad de cultivo DVS	50 U	200 U	500 U	1,000 U	2,000 U

#### Directivas para su uso

Sacar el cultivo del congelador justo antes de su utilización. Limpiar la parte superior del sobre con cloro. Abrir el sobre y añadir los gránulos liofilizados directamente al producto pasteurizado mientras se agita suavemente. Agitar la mezcla durante 10-15 minutos para distribuir el cultivo homogéneamente. La temperatura recomendada de incubación es de 35-45°C (95-113°F). Para más información sobre aplicaciones específicas, por favor, consulte nuestros catálogos técnicos y recetas recomendadas.

<b>Gama</b>	La gama de cultivos Yo-Flex® de inoculación directa a cuba, Direct Vat Set (DVS®) varían desde cultivos muy suaves que aportan características distintivas de aroma de yogur con perfiles distintos de viscosidad.
<b>Almacenaje y manipulación</b>	< -18 °C / < 0 °F

**FD-DVS YC-180 Yo-Flex®**

Información de Producto

Versión: 4 PI-EU-ES 09-05-2012

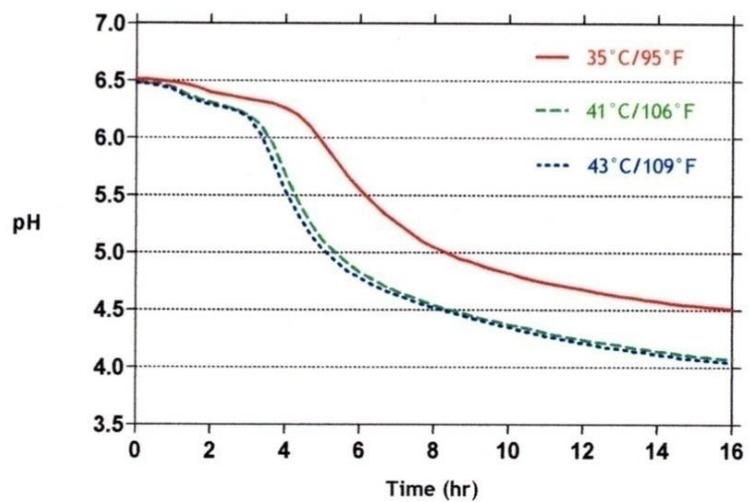
**Vida útil**

Como mínimo 24 meses desde la fecha de fabricación cuando se almacena siguiendo las recomendaciones.

A +5°C (0°F) la caducidad es de cómo mínimo 6 semanas.

**Información técnica**

**Curva de acidificación**



Condiciones de fermentación:

Leche entera +2 % leche desnatada en polvo (85°C/185°F, 30 minutos)

Inoculación: 500U/2500L

**Métodos analíticos**

Los métodos de referencia y analíticos están disponibles bajo petición.

**Legislación**

Chr. Hansen cumple con los requerimientos generales de seguridad alimentaria establecidos por el Reglamento 178/2002/EC. Las bacterias ácido lácticas son reconocidas de forma general como seguras y pueden ser utilizadas en alimentos, sin embargo, para aplicaciones específicas recomendamos que consulte la legislación nacional.

El producto está destinado a ser utilizado en alimentos.

**FD-DVS YC-180 Yo-Flex®**

Información de Producto

Versión: 4 PI-EU-ES 09-05-2012

**Seguridad alimentaria**

No existe garantía de seguridad alimentaria implícita para aplicaciones de este producto distintas de las indicadas en la sección de utilización. Si desea utilizar este producto en otra aplicación por favor, contacte con su representante de Chr. Hansen para solicitar ayuda.

**Etiquetado**

Etiquetado recomendado "cultivo ácido láctico" o "cultivo iniciador", sin embargo, la legislación puede variar. Por favor, consulte la legislación local.

**Marcas comerciales**

Los nombres de productos, nombres de conceptos, logotipos, marcas y otras marcas comerciales mencionadas en este documento, figuren o no en mayúsculas, en negrita o con el símbolo ® o TM son propiedad de Chr. Hansen A/S o utilizados bajo licencia. Las marcas registradas que aparecen en este documento pueden no estar registradas en su país, aunque estén marcadas con un ®.

**Certificados alimentarios**

**Kosher:** Kosher Lácteo exclu. Pascua

**Halal:** Certificado

**Servicio técnico**

Personal de los Laboratorios de Aplicación y Desarrollo de Productos de Chr Hansen están a su disposición si necesita mas información.

---

**Información GMO**

Con arreglo a la legislación de la Unión Europea\*, podemos declarar que FD-DVS YC-180 no contiene OMG ni materias primas con la etiqueta MG.\*\*. Con arreglo a la legislación europea sobre etiquetaje en producto alimentario acabado\*\*, podemos informar de que el uso de FD-DVS YC-180 no requiere etiquetado MG del producto alimenticio final. La posición de Chr. Hansen sobre GMO puede encontrarse en:

[www.chr-hansen.com/About-us/Policies-and-positions/Quality-and-product-safety](http://www.chr-hansen.com/About-us/Policies-and-positions/Quality-and-product-safety).

\* Directiva 2001/18/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 12 de marzo de 2001 sobre la liberación intencional en el medio de organismos modificados genéticamente y por la que se deroga la Directiva del Consejo 90/220/CEE.

\*\* Reglamento (CE) 1829/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo del 22 de septiembre de 2003 sobre alimentos y piensos modificados genéticamente. Reglamento (CE) 1830/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo del 22 de septiembre de 2003 relativo a la trazabilidad y al etiquetado de organismos modificados genéticamente y a la trazabilidad de los alimentos y piensos producidos a partir de estos y por el que se modifica la Directiva 2001/18/CE.

**FD-DVS YC-180 Yo-Flex®**

Información de Producto

Versión: 4 PI-EU-ES 09-05-2012

**Información sobre Alérgenos**

List of common allergens in accordance with the US Food Allergen Labeling and Consumer Protection Act of 2004 (FALCPA) and EU labeling Directive 2000/13/EC with later amendments	Presente como ingrediente en el producto
Cereales que contengan gluten* y productos derivados	No
Crustáceos y productos a base de crustáceos	No
Huevos y productos a base de huevo	No
Pescado y productos a base de pescado	No
Cacahuets y productos a base de cacahuets	No
Soja y productos a base de soja	No
Leche y sus derivados (incluida la lactosa)	Sí
Frutos de cáscara* y productos derivados	No
<b>Lista de alérgenos de acuerdo con la Directiva sobre etiquetado 2000/13/EC de la UE, exclusivamente</b>	
Apio y productos derivados	No
Mostaza y productos derivados	No
Granos de sésamo y productos a base de granos de sésamo	No
Altramuces y productos a base de altramuces	No
Moluscos y productos a base de moluscos	No
Anhidrido sulfuroso y sulfitos en concentraciones superiores a 10 mg/kg o 10 mg/litro expresado como SO <sub>2</sub>	No

\* Please consult the EU Labeling Directive 2000/13 Annex IIIa for a legal definition of common allergens, see European Union law at: [www.eur-lex.europa.eu](http://www.eur-lex.europa.eu)

## APENDICE B

### ESPECIFICACIONES Y REQUISITOS DE LAS NORMAS TECNICAS

#### COMPOSICION ESENCIAL PARA LECHE FERMENTADAS

	Leche fermentada	Yogur, yogur en base a cultivos alternativos y leche acidófila	Kefir	Kumys
Proteína láctea <sup>(a)</sup> (% w/w)	mín. 2,7%	mín. 2,7%	mín. 2,7%	
Grasa láctea (% w/w)	menos del 10%	menos del 15%	menos del 10%	menos del 10%
Acidez valorable, expresada como % de ácido láctico (% w/w)	mín. 0,3%	mín. 0,6%	mín. 0,6%	mín. 0,7%
Etanol (% vol./w)				mín. 0,5%
Suma de microorganismos que comprenden el cultivo definido en la sección 2.1 (ufc/g, en total)	mín. 10 <sup>7</sup>	mín. 10 <sup>7</sup>	mín. 10 <sup>7</sup>	mín. 10 <sup>7</sup>
Microorganismos etiquetados <sup>(b)</sup> (ufc/g, en total)	mín. 10 <sup>6</sup>	mín. 10 <sup>6</sup>		
Levaduras (ufc/g)			mín. 10 <sup>4</sup>	mín. 10 <sup>4</sup>

(a) El contenido en proteínas es 6,38 multiplicado por el nitrógeno Kjeldahl total determinado.

(b) Se aplica cuando en el etiquetado se realiza una declaración de contenido que se refiere a la presencia de un microorganismo específico (aparte de aquellos especificados en la sección 2.1 para el producto en cuestión) que ha sido agregado como complemento del cultivo específico.

**FUENTE: CODEX STAN 243-2003**

#### ESPECIFICACIONES DE LECHE FERMENTADA

REQUISITOS	ENTERA		SEMIDESCREMADA		DESCREMADA		METODO DE ENSAYO
	Min %	Max %	Min %	Max %	Min %	Max %	
Contenido de grasa	2,5	---	1,0	<2,5	---	<1,0	NTE INEN 12
Proteína, % m/m							
En yogur, kéfir, kumis, leche cultivada	2,7	--	2,7	--	2,7	--	NTE INEN 16
Alcohol etílico, % m/v							
En kéfir suave	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	NTE INEN 379
En kéfir fuerte	--	3,0	--	3,0	--	3,0	
Kumis	0,5	---	0,5	---	0,5	---	
Presencia de adulterantes <sup>1)</sup>	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500
Grasa Vegetal	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500
Suero de Leche	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 2401

1) Adulterantes: Harina y almidones (excepto los almidones modificados) soluciones salinas, suero de leche, grasas vegetales.

**FUENTE: NTE INEN 2395 LECHE FERMENTADAS. REQUISITOS**

**REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS EN LECHE FERMENTADA SIN TRATAMIENTO  
TÉRMICO POSTERIOR A LA FERMENTACIÓN**

<b>Requisito</b>	<b>n</b>	<b>m</b>	<b>M</b>	<b>c</b>	<b>Método de ensayo</b>
Coliformes totales, UFC/g	5	10	100	2	NTE INEN 1529-7
Recuento de <i>E. coli</i> , UFC/g	5	<1	-	0	NTE INEN 1529-8
Recuento de mohos y levaduras, UFC/g	5	200	500	2	NTE INEN 1529-10

**FUENTE:** NTE INEN 2395 LECHE FERMENTADAS. REQUISITOS

## APENDICE C

### FICHA PARA LA EVALUACION SENSORIAL: ESCALA HEDONICA DE CINCO PUNTOS

PRUEBA DE REFERENCIA: ESCALA HEDONICA					
NOMBRE:			FECHA:		
Por favor pruebe la muestra de bebida fermentada recibida y califique en la escala de acuerdo a su preferencia. Ponga una X en el casillero que corresponda					
Me gusta bastante Me gusta ligeramente Ni me gusta ni me disgusta Me disgusta ligeramente Me disgusta bastante	<b>PARAMETRO</b>				
	<b>SABOR</b>	<b>COLOR</b>	<b>OLOR</b>	<b>CREMOSIDAD</b>	<b>GENERAL</b>
COMENTARIOS:					
MUCHAS GRACIAS POR SU TIEMPO					

## APENDICE D

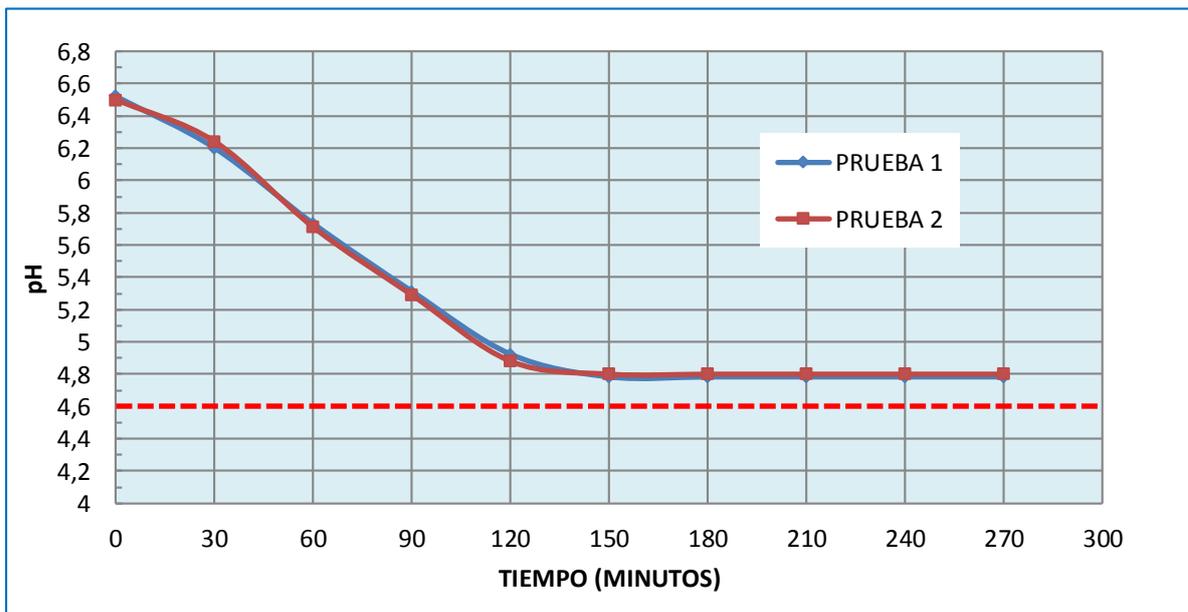
### DATOS OBTENIDOS DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN PARA LA ELABORACION DE LAS CURVAS DE FERMENTACION

#### VALORES DE pH Y TIEMPO DE CADA FORMULA

TIEMPO (minutos)	pH					
	FORMULA 1 (SIN AZUCARES)		FORMULA 2 (CON SACAROSA)		FORMULA 3 (CON SACAROSA Y GLUCOSA)	
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 1	PRUEBA 2
0	6,52	6,5	6,42	6,43	6,48	6,46
30	6,2	6,24	6,11	6,14	6,24	6,27
60	5,73	5,71	5,82	5,82	5,93	5,85
90	5,31	5,29	5,32	5,33	5,45	5,58
120	4,92	4,88	5,00	5,01	5,23	5,35
150	4,78	4,8	4,81	4,73	4,93	5,07
180	4,78	4,8	4,81	4,73	4,79	4,83
210	4,78	4,8	4,81	4,73	4,7	4,63
240	4,78	4,8	4,81	4,73	4,59	4,55
270	4,78	4,8	4,81	4,73	4,43	4,46

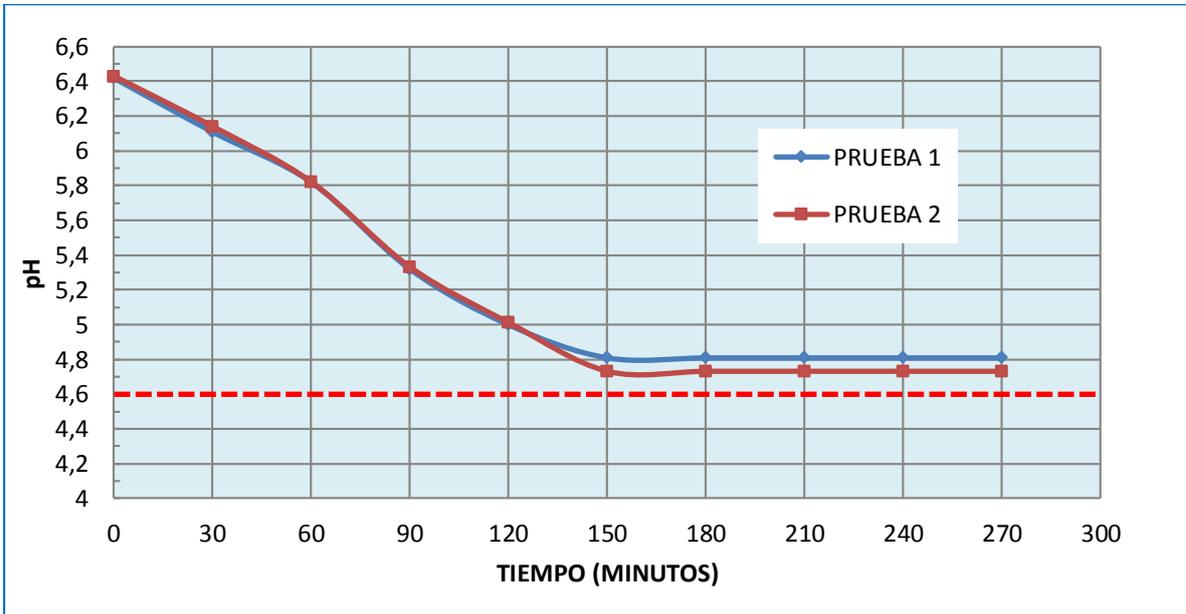
ELABORADO POR: FAUSTO LUCAS H.

#### CURVA DE FERMENTACION PARA FORMULA 1



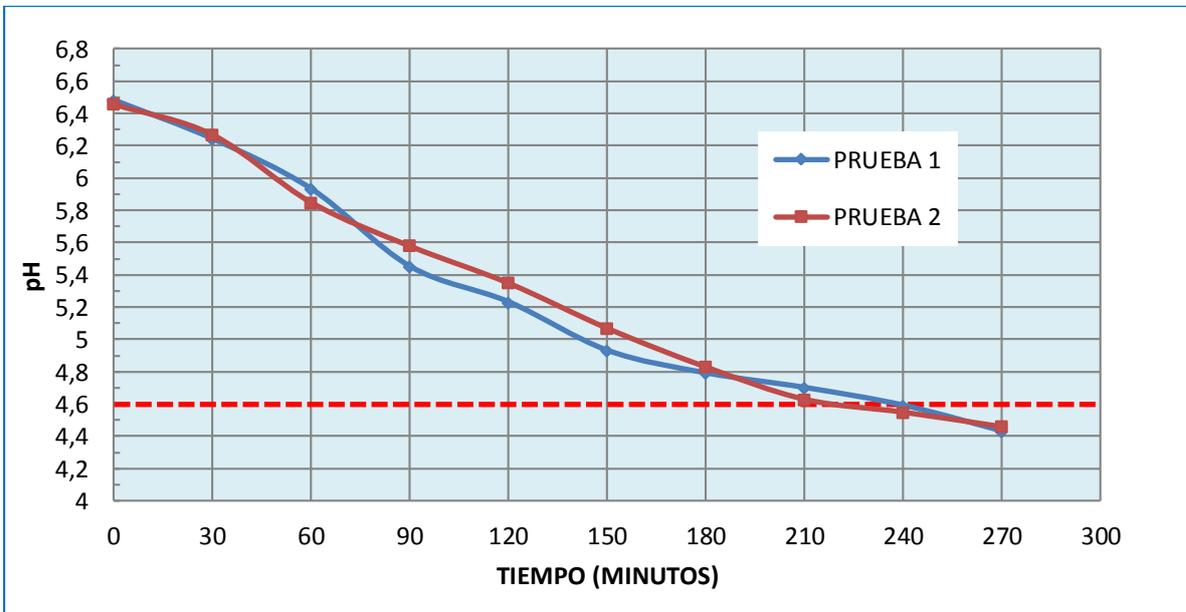
ELABORADO POR: FAUSTO LUCAS H.

### CURVA DE FERMENTACION PARA FORMULA 2



ELABORADO POR: FAUSTO LUCAS H.

### CURVA DE FERMENTACION PARA FORMULA 3



ELABORADO POR: FAUSTO LUCAS H.

## APENDICE E

### DATOS OBTENIDOS DE LA COMPOSICION PROXIMAL Y ANALISIS FISICO QUIMICO

PARAMETRO	F	F CRITICO
PROTEINA	1,05	18,51
GRASA	1	
CENIZA	1,8	
CARBOHIDRATOS	3,79	
HUMEDAD	27,76	
SOLIDOS TOTALES	27,76	

PARAMETRO	BEBIDA BASE	BEBIDA FERMENTADA
PROTEINA	0,74	0,78
	0,79	0,81
MEDIA	0,77	0,80
DESVEST	0,04	0,02

PARAMETRO	BEBIDA BASE	BEBIDA FERMENTADA
GRASAS	0,08	0,09
	0,09	0,09
MEDIA	0,09	0,09
DESVEST	0,01	0,00

PARAMETRO	BEBIDA BASE	BEBIDA FERMENTADA
CENIZAS	0,078	0,081
	0,08	0,08
MEDIA	0,079	0,081
DESVEST	0,001	0,001

<b>PARAMETRO</b>	<b>BEBIDA BASE</b>	<b>BEBIDA FERMENTADA</b>
<b>CARBOHIDRATOS</b>	14,11	13,93
	13,98	13,9
<b>MEDIA</b>	14,045	13,915
<b>DESVEST</b>	0,092	0,021

<b>PARAMETRO</b>	<b>BEBIDA BASE</b>	<b>BEBIDA FERMENTADA</b>
<b>HUMEDAD</b>	84,99	85,11
	85,01	85,08
<b>MEDIA</b>	85,00	85,10
<b>DESVEST</b>	0,01	0,02

<b>PARAMETRO</b>	<b>BEBIDA BASE</b>	<b>BEBIDA FERMENTADA</b>
<b>SOLIDOS TOTALES</b>	15,01	14,89
	14,99	14,92
<b>MEDIA</b>	15,000	14,905
<b>DESVEST</b>	0,014	0,021

## APENDICE F

### DATOS OBTENIDOS DE LA CARACTERIZACIÓN REOLOGICA

$\omega$ (Rad)	$R_c$ (cm)	$R_b$ (cm)	$X$ (cm)	$N$ (rpm)	$\pi$	SHEAR RATE (1/S)	SRC	$t_k$	SMC	TORQ	SHEAR STRESS (DYNAS/CM <sup>2</sup> )	SS (N/m <sup>2</sup> )	$U_a$ (Kg/m s)
0,000	0,3661	0,187	0,187	0	3,1416	0,00	0,000	0,09373	32	0	0,00	0,00	0,00
0,105	0,3661	0,187	0,187	1	3,1416	0,28	0,283	0,09373	32	58,6	49,81	4,98	17,58
0,126	0,3661	0,187	0,187	1,2	3,1416	0,34	0,283	0,09373	32	61,8	52,53	5,25	15,45
0,157	0,3661	0,187	0,187	1,5	3,1416	0,43	0,283	0,09373	32	66,2	56,27	5,63	13,24
0,209	0,3661	0,187	0,187	2	3,1416	0,57	0,283	0,09373	32	71,7	60,94	6,09	10,75
0,262	0,3661	0,187	0,187	2,5	3,1416	0,71	0,283	0,09373	32	76,5	65,02	6,50	9,18
0,524	0,3661	0,187	0,187	5	3,1416	1,42	0,283	0,09373	32	86,8	73,77	7,38	5,21
1,047	0,3661	0,187	0,187	10	3,1416	2,83	0,283	0,09373	32	86,8	73,77	7,38	2,60
1,571	0,3661	0,187	0,187	15	3,1416	4,25	0,283	0,09373	32	86,8	73,77	7,38	1,74
3,142	0,3661	0,187	0,187	30	3,1416	8,50	0,283	0,09373	32	86,8	73,77	7,38	0,87
4,189	0,3661	0,187	0,187	40	3,1416	11,33	0,283	0,09373	32	86,8	73,77	7,38	0,65
5,236	0,3661	0,187	0,187	50	3,1416	14,17	0,283	0,09373	32	86,8	73,77	7,38	0,52
8,378	0,3661	0,187	0,187	80	3,1416	22,67	0,283	0,09373	32	86,8	73,77	7,38	0,33
10,472	0,3661	0,187	0,187	100	3,1416	28,34	0,283	0,09373	32	86,8	73,77	7,38	0,26
12,566	0,3661	0,187	0,187	120	3,1416	34,00	0,283	0,09373	32	86,8	73,77	7,38	0,22
14,661	0,3661	0,187	0,187	140	3,1416	39,67	0,283	0,09373	32	86,8	73,77	7,38	0,19
16,755	0,3661	0,187	0,187	160	3,1416	45,34	0,283	0,09373	32	86,8	73,77	7,38	0,16
20,944	0,3661	0,187	0,187	200	3,1416	56,67	0,283	0,09373	32	86,8	73,77	7,38	0,13

## PROPIEDADES REOLOGICAS DEL YOGURT

K (Pa.s <sup>n</sup> )	n	Método/ Comentario	Referencia
<b>Batido:</b>			
18.9	0.17	Método	Geraghty
19.1	0.19	Vane	y Butler, 1999
1.8	0.44	CP de suero 35%	Ginee et al.,
6.8	0.33	CP de suero 45%	1995
13.9	0.12	CP de suero 75%	Ginee et al.,
13.8	0.16	Leche en polvo	1995
41.3	0.26	Normal	Keogh y
14.8	0.18	Con grasa	O'Kennedy,
11.6	0.12	Con almidón	1998
8.3	0.12	Con proteína	Keogh y
4.2	0.18	Con goma	O'Kennedy,
3.7	0.10	Con caseinato	1998
0.6	0.82	Modelo H-B	Rozycky y
0.6	0.78	Modelo H-B	Seguro, 1995
1.3	0.79	Sin fortificar	Rohm y
1.6	0.70	Con proteína	Schmid, 1993
<b>Asentado:</b>			
18.1	0.59	85°C/20 min	Parnell-Clunies
10.0	0.61	98°C/0.95 min.	et al.,1986b
16.0	0.61	98°C/1.42 min	Parnell-Clunies
8.9	0.62	140°C/4 s	et al.,1986b
8.7	0.65	140°C/8 s	"
13.7	0.21	Curva ascend.	Ramaswamy
28.8	0.13	Curva descend.	y Basak, 1991

FUENTE: INFORMACION TECNOLOGICA, VOL. 12 N°6, 2001