



**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

**Estudio Reológico de Leches Fermentadas Hidrolizadas**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:**  
**INGENIERA EN ALIMENTOS**

**Autor:**

**IVANA FABIOLA LEÓN LITUMA**

**Director:**

**DR. PIERCOSIMO TRIPALDI**

**CUENCA, ECUADOR**

**2016**

## DEDICATORIA

*A Dios, por ser el motor de mi vida y darme la fortaleza día a día para ser mejor e impulsarme a seguir adelante, por ayudar a levantarme de cada tropezón y esas fuertes caídas durante este duro caminar.*

*A mis padres, Marcelo y Luisa, por darme la vida y ser mi apoyo incondicional en todo momento, por su esfuerzo y sacrificio hacia conmigo para ayudarme tanto económica como emocionalmente para culminar con éxito este sueño.*

*A mis hermanas y su familia, que estuvieron pendientes de cada paso que di durante estos años, siempre dispuestas a escucharme y alentarme a dar lo mejor de mí, apoyándome en cada momento duro y gris de mi vida, por regalarme mis bellos sobrinos quienes me enseñaron que a pesar del dolor o el sufrimiento hay que sonreírle a la vida, y se convirtieron en la razón de mis días.*

*A la familia Encalada León, en especial a mi tía María León, por su amor desmedido y desinteresado hacia mi persona, siendo uno de mis mas grandes apoyos y por sobre todo mi amiga.*

*A mis amigas incondicionales en todo este trayecto, Doris y Luisana, por compartir los mejores, buenos, malos y peores momentos; dándonos una palabra de apoyo y un empujón para seguir con más ganas.*

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco a Dios por ser el motor fundamental de mi vida.*

*A mis padres, por ser las personas que sin escatimar recursos están a mi lado incondicionalmente, me enseñaron a ser una mujer luchadora, a saber dar el valor que cada cosa se merece y sobre todo por ser mi ejemplo a seguir.*

*Un agradecimiento especial al Doctor Piercosimo Tripaldi, por ayudarme en la dirección del trabajo.*

*Al Ingeniero Claudio Sánchez por la ayuda con el aporte de sus conocimientos durante la elaboración del trabajo.*

*A la Ingeniera María Fernanda Rosales por la ayuda brindada durante la elaboración del trabajo y sobre todo por ser mi consejera durante el mismo.*

*A la Ingeniera Ximena Orellana por estar pendiente durante estos meses llenos de estrés teniendo siempre una palabra de aliento para seguir adelante.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO I: DISEÑO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>3</b>
1.1. Marco Teórico.....	3
1.2. Diseño experimental.....	4
1.2.1. Tabla del diseño experimental para la hidrólisis.....	5
1.2.2. Punto crioscópico .....	7
1.2.3. Porcentaje de hidrólisis .....	7
1.2.3.1. Resultados porcentaje de hidrólisis.....	8
1.3. Producción de yogur hidrolizado .....	10
1.3.1. Hidrólisis de la leche.....	10
1.3.2. Descripción de la producción de yogur.....	11
1.3.2.1. Diagrama de bloques del yogur.....	11

<b>CAPÍTULO II: ANÁLISIS REOLÓGICO</b> .....	13
2.1. Marco Teórico.....	13
2.1.1. Reología .....	13
2.1.2. Viscosidad.....	14
2.2. Metodología .....	15
2.2.1. Análisis de Yogur Hidrolizado .....	15
2.2.2. Descripción del viscosímetro .....	16
2.2.2.1. Accesorios complementarios .....	16
2.2.3. Análisis de la muestra .....	17
2.3. Comportamiento Reológico .....	18
2.4. Análisis Factorial .....	21
2.4.1. Análisis de Componentes Principales (ACP).....	21
<b>CAPÍTULO III: Análisis de Resultados</b> .....	24
3.1. Resultados hidrólisis .....	24
3.1.1. Resultados de hidrólisis muestras aceptables.....	25
3.2. Análisis de datos .....	26
3.2.1. Resultados PCA .....	26
3.2.1.1. PCA Muestra #1 .....	33
3.2.1.2. PCA Muestra #2.....	35
3.2.1.3. PCA Muestra #3.....	37
3.2.1.4. PCA Muestra #4.....	40
3.3. Discusión.....	42

<b>CONCLUSIONES</b> .....	43
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I-1: Leche hidrolizada para la producción de yogur .....	10
Figura I-2: Muestras de yogur hidrolizado para análisis reológicos .....	12
Figura II-1: Viscosímetro rotacional Evo-Expert de Fungilab .....	15
Figura II-2: Baño termostático .....	16
Figura II-3: Accesorios complementarios del viscosímetro .....	17
Figura II-4: Comportamiento reológico del experimento No. 1. Semana 1 .....	18
Figura II-5: Comportamiento reológico del experimento No 1. Semana 2 .....	19
Figura II-6: Comportamiento reológico del experimento No 1. Semana 3 .....	19
Figura II-7: Comportamiento reológico del experimento No 1. Semana 4 .....	20
Figura II-8: Comportamiento reológico de la muestra No 1. Semana 5 .....	20
Figura II-9: Comportamiento reológico del experimento No 1. Semana 6 .....	21
Figura II-10: Representación gráfica de un ACP .....	23
Figura III-1: Porcentaje de Hidrólisis en las muestras del diseño experimental .....	24
Figura III-2: Porcentaje de Hidrólisis en muestras aceptables en planta piloto .....	25
Figura III-3: Componentes Principales muestra #1 .....	34
Figura III-4: Gráfica de las dos primeras componentes principales #1 .....	35
Figura III-5: Componentes Principales muestra #2 .....	36
Figura III-6: Gráfica de las dos primeras componentes principales #2 .....	37
Figura III-7: Componentes Principales muestra #3 .....	38
Figura III-8: Gráfica de las dos primeras componentes principales #3 .....	39
Figura III-9: Componentes Principales muestra #4 .....	40
Figura III-10: Gráfica de las dos primeras componentes principales #3 .....	41

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I-1: Diseño Experimental de la Hidrólisis.....	6
Tabla I-2: Crioscopía.....	8
Tabla I-3: Resultados de hidrólisis.....	9
Tabla I-4: Parámetros de producción para muestras aceptables .....	10
Tabla III-1: Datos para PCA muestra #1 .....	26
Tabla III-2: Datos Scree Plot #1.....	33
Tabla III-3: Resultados componentes principales #1 .....	34
Tabla III-4: Datos Scree Plot #2.....	35
Tabla III-5: Resultados componentes principales #2 .....	36
Tabla III-6: Datos Scree Plot #3.....	38
Tabla III-7: Resultados componentes principales #3 .....	39
Tabla III-8: Datos Scree Plot #4.....	40
Tabla III-9: Resultados componentes principales #4 .....	41

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Curvas del comportamiento reológico muestra #2 durante 6 semanas .....	47
Anexo 2: Curvas del comportamiento reológico muestra #3 durante 6 semanas .....	49
Anexo 3: Curvas del comportamiento reológico muestra #4 durante 6 semanas .....	51
Anexo 4: Datos para PCA muestra #2 .....	53
Anexo 5: Datos para PCA muestra #3 .....	60
Anexo 6: Datos para PCA muestra #4 .....	68
Anexo 7: Norma Técnica Ecuatoriana .....	77
Anexo 8: Ficha Técnica Ha-Lactase .....	83

## ESTUDIO REOLÓGICO DE LECHE FERMENTADAS HIDROLIZADAS

### RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo principal estudiar las propiedades reológicas de leches fermentadas variando los porcentajes de hidrólisis, por lo que se realizó la producción de yogur en planta piloto con cuatro muestras de leche con porcentajes de hidrólisis distintos: 89.31%, 93.09%, 88.44% y 86.99%; posteriormente se utilizó un viscosímetro, se analizaron los datos obtenidos realizando el gráfico del comportamiento reológico de cada una de las muestras durante las seis semanas analizadas, finalmente los datos fueron comparados mediante un análisis de Componentes Principales. Se concluye que este es un método que podría ser complementario para la determinación de vida de estante.

**Palabras Clave:** Reología, Componentes Principales, hidrólisis, yogur, lactosa



Piercosimo Tripaldi Capelletti

**Director de Titulación**



Fausto Tobías Parra Parra

**Director de Escuela**



Ivana Fabiola León Lituma

**Autora**

## RHEOLOGICAL STUDY OF HYDROLYZED FERMENTED MILK

### ABSTRACT

This research work has as main objective to study the rheological properties of fermented milks varying the hydrolysis percentages. Therefore, yogurt production was made in a pilot plant using four samples of milk with different hydrolysis percentages: 89.31%, 93.09%, 88.44% and 86.99%. Then, a viscometer was used; and data obtained was analyzed by performing a rheological behavior index graph of each of the samples during the six weeks. Finally, data were compared by analyzing the Main Components. It is concluded that this is a method that could be supplementary for determining shelf-life.

**Keywords:** Rheology, Main Components, Hydrolysis, Yogurt, Lactose



Piercosimo Tripaldi Capelletti  
**Thesis Director**



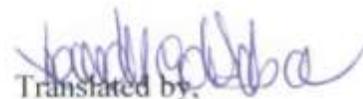
Fausto Tobías Parra Parra  
**School Director**



Ivana Fabiola León Lituma  
**Author**



UNIVERSIDAD DEL AZUAY  
Dpto. Idiomas



Translated by,  
Lic. Lourdes Crespo

León Lituma Ivana Fabiola

Trabajo de Titulación

Dr. Piercosimo Tripaldi Capelletti. PhD

Junio, 2016.

## **ESTUDIO REOLÓGICO DE LECHE FERMENTADAS HIDROLIZADAS**

### **INTRODUCCIÓN**

En el transcurso de la carrera de Ingeniería de Alimentos en la Universidad del Azuay, y después de haber realizado algunos proyectos con respecto a diferentes tipos de yogures, se determinó que uno de los problemas más comunes es lograr la textura deseada y estable, esto depende directamente de las características de la materia prima.

Al ser un proyecto de continuación se parte de muestras de yogurt con leche hidrolizada en diferentes porcentajes como materia prima, lo cual influirá en la formulación, por lo que se presenta la problemática de analizar algunas propiedades físico – químicas de dichas muestras como son: análisis de textura y medición de parámetros reológicas: viscosidad y flujo. Después de analizar estas propiedades podemos determinar cuál de las formulaciones presenta las mejores características.

El presente trabajo se realizó basado en la metodología del diseño cuasi-experimental con el objetivo principal de estudiar las propiedades reológicas de leches fermentadas variando los porcentajes de hidrólisis; esto se desarrollará con el desempeño de los objetivos específicos detallados a continuación:

- Aplicar diseño experimental para los porcentajes de hidrólisis.
- Verificar los valores de textura (fuerza de penetración) de yogur con leche deslactosada en diferentes proporciones durante el almacenamiento.
- Medir los parámetros reológicos con la aplicación de modelos matemáticos.
- Diagnosticar la existencia de diferencias significativas entre los resultados obtenidos, mediante un análisis estadístico.

El trabajo consta de tres capítulos en donde se detallará los análisis realizados y resultados obtenidos.

## CAPÍTULO I

### DISEÑO EXPERIMENTAL

#### 1.1. Marco Teórico

La fermentación de la leche por las bacterias lácticas da como resultado la modificación de los componentes normales de la leche, así como la lactosa se transforma parcialmente en ácido láctico o, en ciertas leches, en alcohol etílico. Los probióticos sufren un comienzo de peptonización que mejora su digestibilidad y, en ocasiones, la leche se carga de CO<sub>2</sub> y se vuelve espumosa. El yogur es la leche fermentada más conocida.(Canales, Cortés, & Martínez, 2004; Fox & Mcsweeney, 1998; Hernández & Romagosa, 2015).

Un diseño cuasi-experimental consiste en la escogencia de los grupos, en los que se prueba una variable, sin ningún tipo de selección aleatoria o proceso de pre-selección; después de esta selección, el experimento procede de manera muy similar a cualquier otro, con una variable que se compara entre grupos diferentes o durante un período de tiempo. (Shuttleworth, 2008).

El punto crioscópico en la leche depende exclusivamente de su contenido de sustancias disueltas como lactosa y sales, ya que las proteínas y grasas, por su dispersión no molecular, no tienen influencia. (Casas, 2012).

La lactosa es un disacárido que se encuentra en la leche de los mamíferos, está formada por glucosa y galactosa; la absorción de la misma se lleva a cabo en el intestino delgado mediante la hidrólisis de esta con una enzima propia del organismo del ser humano, lactasa-florisisina hidrolasa (LPH); sin embargo muchas personas sufren de intolerancia a la lactosa y esta enfermedad se puede presentar de forma congénita o al paso de los años por distintas situaciones, si no es detectada o tratada a tiempo puede ser la causante de enfermedades muy graves como la de Crohn.(Quevedo, Rojas, & Soto, 2011).

En algunas poblaciones ha sido conocida por muchos años el uso de algunas enzimas o métodos para hidrólisis de la leche para personas con problemas de intolerancia a la lactosa, entre estos métodos los más conocidos son métodos clásicos, los mismos que no son solo mediante cromatografía de gases sino requieren un tiempo relativamente más largo probando con equipos más sofisticados y personal calificado, por lo que se ha encontrado un método más rápido que una parte consiste en controlar el descenso del punto crioscópico. (Nijpels, Evers, & Ramet, 1980).

La leche con bajo contenido de lactosa se puede producir utilizando la enzima lactasa, que la encuentran disponible comercial. La lactasa es una enzima producida por levaduras como *Kluyveromyces lactis* y puede ser utilizada para productos con certificado *Kosher*, *Halal*, Vegetariano, Ecológicos y libres de OGM. La ruptura de la lactosa en glucosa y galactosa también incrementa el dulzor de los productos lácteos, permitiendo el desarrollo de productos más dulces, sin aumentar el contenido en calorías o la utilización de edulcorantes artificiales. (Information, 2014).

## **1.2. Diseño experimental**

El trabajo se basa en el análisis de yogur hidrolizado, por lo tanto se realizó un diseño experimental para la obtención de muestras con mejores condiciones de hidrólisis y responder a la pregunta de investigación que se planteó: ¿Cuál de los procesos de hidrólisis de la leche influye de mejor manera en la viscosidad, el flujo y la textura en la producción y estabilidad en estante del yogurt?; el diseño se basa en 15 experimentos que tienen un porcentaje de inóculo, temperatura y tiempo distintos según nos indica el diseño aleatorio en el que nos estamos basando.

Para la realización de los dos primeros capítulos se realizó un diseño experimental puro con pos prueba únicamente y grupo de control, ya que se parte de muestras con variables dependientes las mismas que no se pueden modificar y las variables independientes son los datos que se obtendrán de los equipos. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

Este diseño experimental habla de dos variables, por lo que en este caso, en el primer capítulo se utilizó para determinar la presencia o ausencia de hidrólisis, por ende se recomienda que el análisis para verificar la hidrólisis se debe realizar en seguida de que el experimento haya concluido, ya que en el proceso de almacenamiento el resultado puede ser variable.

En las muestras no se presentan ninguna inestabilidad ya que todas son realizadas con los mismos componentes y bajo las mismas condiciones designadas al azar según los cálculos del diseño.

Para el último capítulo, que es un diagnóstico de los datos se realizó un Análisis de Componentes Principales (PCA) utilizando los datos obtenidos en el viscosímetro y se analizó el comportamiento de la viscosidad frente al tiempo. (Escofier & Pagès, 1990)(Hernández Sampieri et al., 2014).

Las muestras que se tomaron en cuenta para la producción del yogur hidrolizado son aquellas que presentaron un porcentaje de hidrólisis entre 85% y 100%, las muestras restantes fueron desechadas porque presentan un bajo porcentaje de hidrólisis o a su vez porque su resultado es considerado erróneo.

### **1.2.1. Tabla del diseño experimental para la hidrólisis**

La hidrólisis de la leche se realizó con un diseño experimental, teniendo en cuenta tres variables que se detallan a continuación:

Tabla I-1: Diseño Experimental de la Hidrólisis

<b>VARIABLES</b>	-1	0	1
<b>%Inóculo (mL)</b>	1	2	3
<b>Temp (°C)</b>	30	40	50
<b>Tiempo (h)</b>	0.5	1.25	2

<b>StdOrder</b>	<b>RunOrder</b>	<b>PtType</b>	<b>Blocks</b>	<b>%Inóculo (mL)</b>	<b>Temp (°C)</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>%Inóculo (mL)</b>	<b>Temp (°C)</b>	<b>Tiempo (h)</b>
				<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
7	1	2	1	-1	0	1	1	40	2
11	2	2	1	0	-1	1	2	30	2
10	3	2	1	0	1	-1	2	50	0.5
3	4	2	1	-1	1	0	1	50	1.25
5	5	2	1	-1	0	-1	1	40	0.5
15	6	0	1	0	0	0	2	40	1.25
14	7	0	1	0	0	0	2	40	1.25
12	8	2	1	0	1	1	2	50	2
2	9	2	1	1	-1	0	3	30	1.25
1	10	2	1	-1	-1	0	1	30	1.25
4	11	2	1	1	1	0	3	50	1.25
13	12	0	1	0	0	0	2	40	1.25
8	13	2	1	1	0	1	3	40	2
9	14	2	1	0	-1	-1	2	30	0.5
6	15	2	1	1	0	-1	3	40	0.5

### 1.2.2. Punto crioscópico

A todas las muestras después de haber pasado por el proceso de hidrólisis se realizó la toma del punto crioscópico con la finalidad de obtener los datos para calcular el porcentaje de hidrólisis. Los datos se encuentran en la tabla N° 1.

### 1.2.3. Porcentaje de hidrólisis

Con los valores obtenidos anteriormente, se realizó el cálculo del porcentaje de hidrólisis (Juca & Pérez, 2010; Sánchez, Rosales, & Bustamante, 2014) obtenido en cada una de las muestras, se utilizó la fórmula que se detalla a continuación:

$$\%hidrólisis\ alcanzada = 350,77 * (|^{\circ}H\ final|) - \frac{|^{\circ}H\ inicial|}{0.00285}$$

Para la aplicación de dicha fórmula es necesario que los datos obtenidos del crioscopio se utilicen como valores absolutos, además deben ser transformados a grados Holver, ya que el equipo nos da la información en grados centígrados, por lo que en el anexo 7 se encuentra la norma (NTE INEN 9:2012) de la que se toma como referencia; esta norma habla de los requisitos de leche cruda; por lo que en la Tabla 2 se exponen los puntos crioscópicos en grados centígrados y Holver; a continuación se presenta la fórmula para convertir los grados centígrados a Holver que se encuentra en la norma antes mencionada.

$$^{\circ}C = ^{\circ}H * f \quad (f = 0.9656)$$

Tabla I-2: Crioscopía

<b>MUESTRA</b>	<b>° CENTÍGRADOS</b>	<b>° HOLVER</b>
1	-0.8111	-0.8400
2	-0.7542	-0.7811
3	-0.7904	-0.8186
4	-0.7959	-0.8243
5	-0.8054	-0.8341
6	-0.8971	-0.9291
7	-0.7745	-0.8021
8	-0.7673	-0.7946
9	-0.7272	-0.7531
10	-0.6813	-0.7056
11	0.8353	0.8651
13	-0.7760	-0.8036
13	-0.8508	-0.8811
14	-0.7311	-0.7571
15	-0.8493	-0.8796
INICIAL	-0.5118	-0.5300

### 1.2.3.1. Resultados porcentaje de hidrólisis

Después de haber realizado estos ajustes a los datos obtenidos de la crioscopía de las muestras se utilizó la fórmula antes mencionada del porcentaje de hidrólisis alcanzada y los resultados obtenidos se detallan a continuación:

Tabla I-3: Resultados de hidrólisis

# DE MUESTRA	% DE HIDRÓLISIS
1	108.71
2	88.01
3	101.17
4	103.10
5	106.61
6	139.93
7	95.38
8	92.75
9	78.19
10	61.53
11	117.48
12	95.91
13	123.09
14	79.60
15	122.57

Muestras no aceptables
Muestras aceptables
Muestras erróneas

Como resultado del análisis de las muestras con su respectivo cálculo se aceptan únicamente cuatro muestras que son consideradas como aceptables por presentar un porcentaje de hidrólisis comprendido en un rango de 85% al 100%, por lo tanto las muestras que serán utilizadas como materia prima para la producción en el yogur hidrolizado de tipo planta piloto son las muestras número: 2, 7, 8 y 12; las muestras consideradas como erróneas son descartadas ya que el error en el resultado del porcentaje de hidrólisis puede ser justificado porque la enzima utilizada en su composición contiene glicerol lo que influye el descenso del punto crioscópico; por lo que se encuentra como anexo 8 la ficha técnica de la enzima Ha-Lactase que fue utilizada.



Figura I-1: Leche hidrolizada para la producción de yogur

### 1.3. Producción de yogur hidrolizado

#### 1.3.1. Hidrólisis de la leche

Para la producción del yogur se realizó la hidrólisis de la leche, bajo las condiciones del diseño experimental que corresponde a cada una de las muestras consideradas como aceptables, partiendo con leche con un punto crioscópico de  $-0.5893^{\circ}\text{H}$ .

Tabla I-4: Parámetros de producción para muestras aceptables

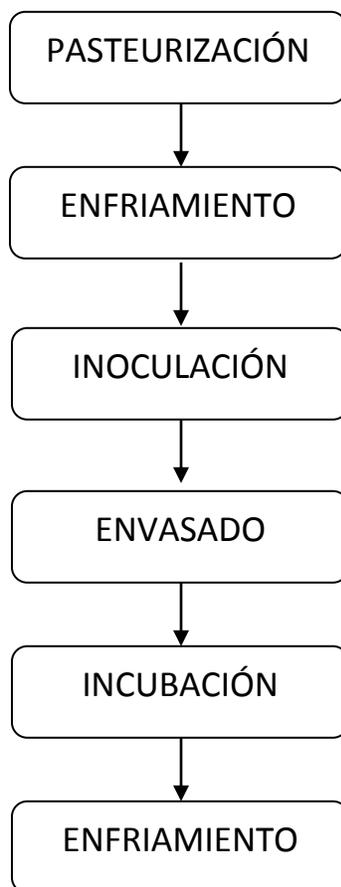
Muestra	# Muestra	% Inóculo	Temp	Tiempo	Punto crioscópico	% Hidrólisis
1	2	2mL	30°C	2h	-0.8441°H	89.31
2	7	2mL	40°C	1.25h	-0.8549°H	93.09
3	8	2mL	50°C	2h	-0.8416°H	88.44
4	12	2mL	40°C	1.25h	-0.8460°H	86.99

### 1.3.2. Descripción de la producción de yogur

La producción de yogur se realizó con la fórmula base:

- Leche – 550mL
- Inulina – 0.05%
- Carragenato – 0.02%
- Citrato de Sodio – 0.007%
- Tari k-7 – 0.002%
- Inóculo YC-180 – 0.5g

#### 1.3.2.1. Diagrama de bloques del yogur



- ✓ **Pasteurización:** La leche se calienta hasta alcanzar la temperatura de 85°C y se mantiene a esta temperatura por 10 min.
- ✓ **Enfriamiento:** Concluida la etapa de pasteurización, enfríe inmediatamente la leche hasta que alcance 43°C de temperatura.
- ✓ **Inoculación:** Consiste en adicionar a la leche el fermento que contiene las bacterias ácido lácticas que la transformen en yogurt.
- ✓ **Envasado:** Es una etapa fundamental en la calidad del producto, debe ser realizada cumpliendo con los principios de sanidad e higiene. Se obtuvieron alrededor de 25 envases con 20mL de cada una de las muestras.
- ✓ **Incubación:** Adicionado el fermento, la leche se debe mantener a 37°C hasta que alcance un pH igual o menor a 4,6.
- ✓ **Enfriamiento:** Alcanzando el pH indicado, inmediatamente deberá enfriarse el yogurt hasta que se encuentre a 15°C de temperatura con la finalidad de paralizar la fermentación láctica y evitar que el yogurt continúe acidificándose.

Una vez realizada la producción de yogurt hidrolizado a manera de planta piloto, las muestras son almacenadas en refrigeración para realizar los análisis durante seis semanas y poder determinar si hay o no pérdida de viscosidad.



Figura I-2: Muestras de yogurt hidrolizado para análisis reológicos

## CAPÍTULO II

### ANÁLISIS REOLÓGICO

#### 2.1. Marco Teórico

##### 2.1.1. Reología

Por definición, la reología es el estudio de la deformación y flujo de materia. La ciencia de la reología creció considerablemente debido a trabajos de investigación realizados en polímeros sintéticos y sus soluciones en diferentes disolventes, los cuales, a su vez, eran necesarios debido a los múltiples usos de los polímeros (“plásticos”) en el día a día y ofrece muchas oportunidades únicas de estudio y existe gran cantidad de literatura de reología de aplicaciones industriales. Sin embargo, debido a los alimentos de naturaleza biológica, la reología de alimentos. (Guillé Pérez, 2005; Rao, York, Chapman, Food, & Book, 1999).

Los alimentos pueden ser clasificados de diferentes maneras, incluyendo en forma de sólidos, geles, líquidos homogéneos, suspensiones de sólidos en líquidos y emulsiones. Los alimentos líquidos, son aquellos que no conservan su forma, pero adaptan la de su recipiente. Los alimentos líquidos que contienen cantidades significativas de compuestos de alto peso molecular disueltos (polímeros) y/o sólidos en suspensión presentan un comportamiento no newtoniano. Muchos alimentos no newtonianos también presentan propiedades viscosas y elásticas, es decir que presentan un comportamiento viscoelástico. (Rao et al., 1999).

Los alimentos líquidos y semisólidos presentan una amplia variedad de comportamiento reológico que van desde newtoniana a tiempo dependiente y viscoelástico. Los

alimentos líquidos que con tienen cantidades relativamente grandes de compuestos disueltos de bajo peso molecular (por ejemplo, azúcares) y ninguna cantidad significativa de un polímero o sólidos insolubles se puede esperar que muestren un comportamiento newtoniano. (Rao et al., 1999).

Las propiedades reológicas se basan en las respuestas de flujo y deformación cuando los alimentos se someten a estrés. Un estudio minucioso de la reología de alimentos líquidos requiere un conocimiento básico de los tensores y los principios básicos del flujo de líquidos, tales como la ecuación de continuidad (conservación de masa) y la ecuación de movimiento (conservación del momento). (Panchi, 2013; Rao et al., 1999).

### **2.1.2. Viscosidad**

Los dispositivos de viscosidad más comúnmente utilizados son viscosímetros capilares de flujo, viscosímetros de tipo orificio, viscosímetros de caída de bola, y viscosímetros rotacionales. (Sahin & Gülüm Sumnu, 2006).

Los **viscosímetros capilares de flujo** generalmente tienen la forma de un tubo de U, estos tipos de viscosímetros son muy simples, baratos y adecuados para fluidos de baja viscosidad. (Sahin & Gülüm Sumnu, 2006).

En **viscosímetros de tipo orificio**, se mide el tiempo para que un volumen estándar de fluido fluya a través de un orificio. Se utilizan para fluidos newtonianos o casi newtonianos cuando no se requiere una precisión extrema. (Sahin & Gülüm Sumnu, 2006).

Los **viscosímetros de caída de bola**, implican un tubo vertical donde se permite caer a una bola bajo la influencia de la gravedad. Se opera sobre el principio de la medición del tiempo para que una bola caiga a través de un líquido bajo la influencia de la gravedad. (Sahin & Gülüm Sumnu, 2006).

En **viscosímetros rotacionales**, la muestra se corta entre las dos partes del dispositivo de medición por medio de rotación. En agitación, la velocidad de cizallamiento es proporcional a la velocidad de rotación. Es posible medir la tensión de cizallamiento como el cambio de velocidad de cizallamiento. (Sahin & Gülüm Sumnu, 2006).

## 2.2. Metodología

### 2.2.1. Análisis de Yogur Hidrolizado

El proceso del análisis reológico del yogur hidrolizado se realizó en un viscosímetro rotacional Evo-Expert de Fungilab que lo podemos observar a continuación:



Figura II-1: Viscosímetro rotacional Evo-Expert de Fungilab

Fuente: (“Geass Instruments & services,” n.d.)

### 2.2.2. Descripción del viscosímetro

Los viscosímetros rotacionales Fungilab EVO, son una herramienta profesional de gama alta que se puede utilizar en proyectos de investigación y desarrollo, sirve para estudiar el comportamiento de los fluidos, son de fácil programación conjuntamente con el nuevo software Fungilab DATABOSS; tiene una extrema precisión mecánica para la medición de la viscosidad de los líquidos, una velocidad programable entre 01 y 200 RPM. (“Geass Instruments & services,” n.d.).

El sistema de viscosímetros rotacionales, utiliza el principio de un esfuerzo que se opone a un fluido impulsor con un impulsor diseñado para ese rango de viscosidad; los viscosímetros rotacionales siempre muestran el esfuerzo impulsor dentro de la gama constructiva. (“Geass Instruments & services,” n.d.).

#### 2.2.2.1. Accesorios complementarios

Para una mayor precisión el equipo se complementa con algunos accesorios como el baño termostático, en donde la temperatura debe ser regulada para garantizar que la muestra se mantenga a una temperatura constante durante el proceso de análisis. (“Geass Instruments & services,” n.d.).



Figura II-2: Baño termostático

Tiene una cámara de muestra de acero inoxidable de fácil extracción y limpieza, una camisa de flujo que permite la regulación de temperatura de la muestra que va desde  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $100^{\circ}\text{C}$ ; el volumen de la muestra está de 8mL a 13 mL dependiendo de la cámara de muestra usada y una sonda PT 100 para determinar la temperatura de la muestra con mayor precisión; los impulsores son otro de los accesorios necesarios y se piden de acuerdo al rango de medición, en este análisis se utilizó el TR8. (“Geass Instruments & services,” n.d.).



Figura II-3: Accesorios complementarios del viscosímetro

Fuente: (“Geass Instruments & services,” n.d.).

### 2.2.3. Análisis de la muestra

Para empezar el análisis se regula la temperatura del baño termostático para mantener una temperatura en un rango de  $18^{\circ}\text{C}$  a  $20^{\circ}\text{C}$ , que es una temperatura que los yogures se encuentran durante su vida de estante; una vez alcanzada esta temperatura se colocan los datos necesarios en el software DATABOSS de Fungilab, posteriormente se coloca el yogur hidrolizado en la cámara de muestra y se da inicio al análisis; los parámetros de análisis son: gradiente de velocidad hasta velocidad final de 50 RPM en un tiempo de 800 segundos.

### 2.3. Comportamiento Reológico

Se obtuvieron los datos de cada una de las muestras durante seis semanas y se realizaron las curvas para cada una de ellas relacionando la velocidad de cizalla con la viscosidad, obteniendo de esta manera el comportamiento reológico de cada una de las muestras.

Las curvas del comportamiento reológico se realizaron tomando como variables: en el eje “x” la velocidad de cizalla y en el eje “y” la viscosidad, se obtuvieron un total de veinte y cuatro curvas, es decir seis curvas para cada una de las muestras, cada curva representa cada semana en la que se realizó el análisis, los datos de la viscosidad son de cada una de las muestras mientras que la velocidad de cizalla es un valor constante de cada aguja (TR8) que multiplica la velocidad de rotación (RPM).

Las curvas obtenidas presentan el comportamiento reológico de cada una de las muestras, como se puede observar en los siguientes gráficos que indican el comportamiento reológico de la primera muestra durante cada una de las semanas que fueron analizadas, los gráficos restantes que muestran el comportamiento reológico de las otras tres muestras analizadas se los puede encontrar como anexos N° 1 al N°3.

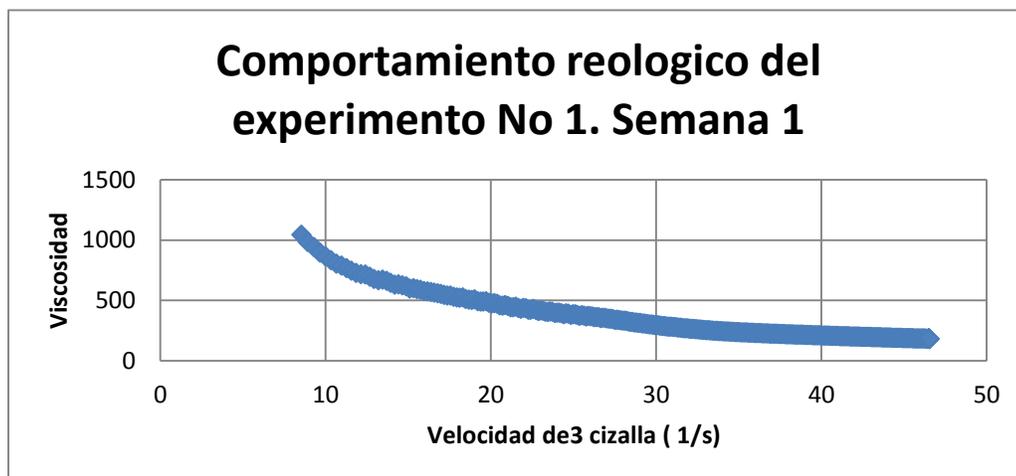


Figura II-4: Comportamiento reológico del experimento No. 1. Semana 1

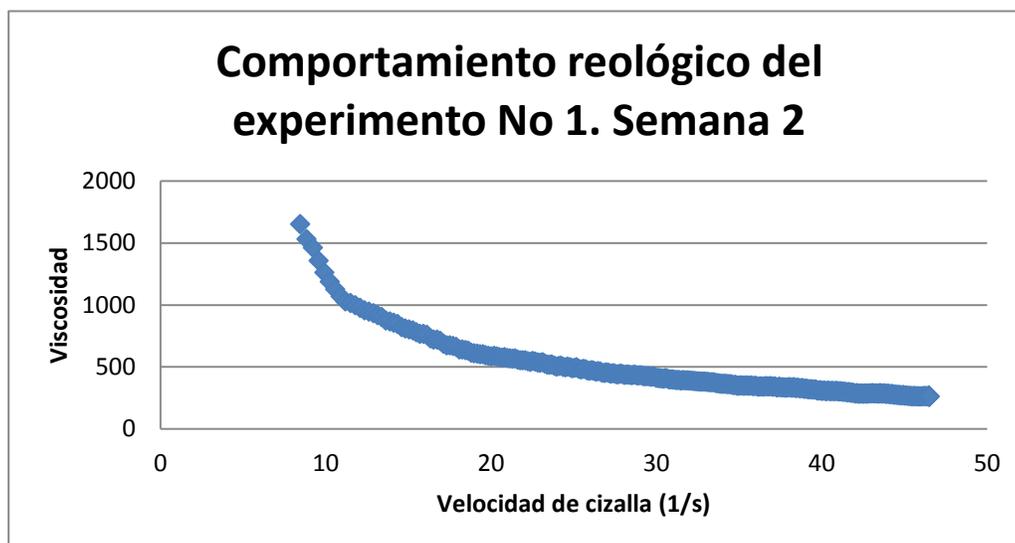


Figura II-5:Comportamiento reológico del experimento No 1. Semana 2

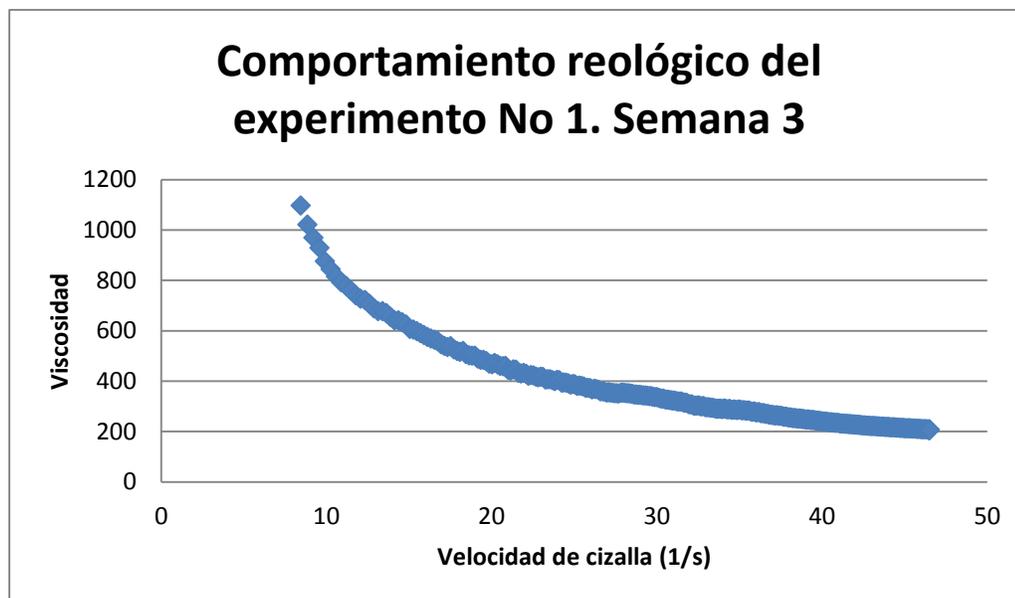


Figura II-6: Comportamiento reológico del experimento No 1. Semana 3

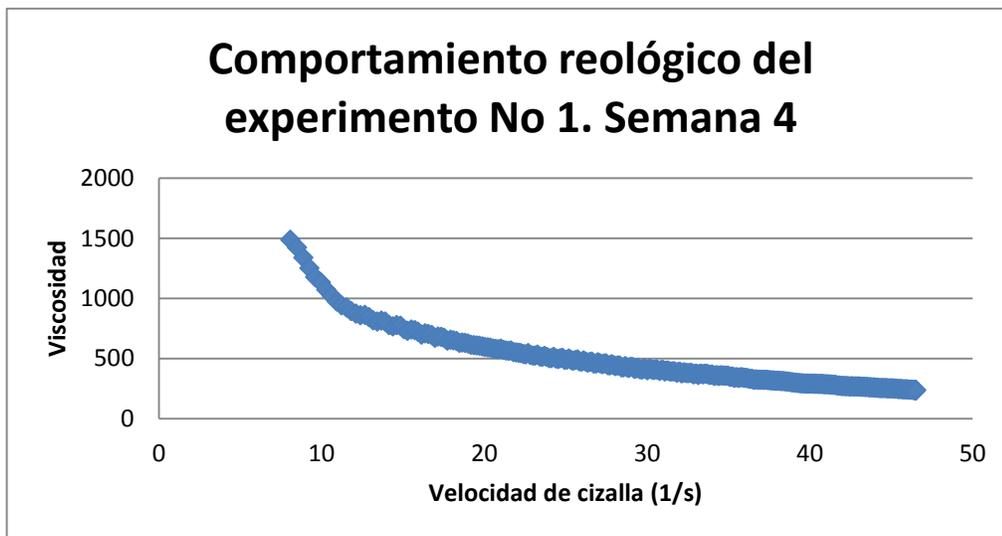


Figura II-7: Comportamiento reológico del experimento No 1. Semana 4

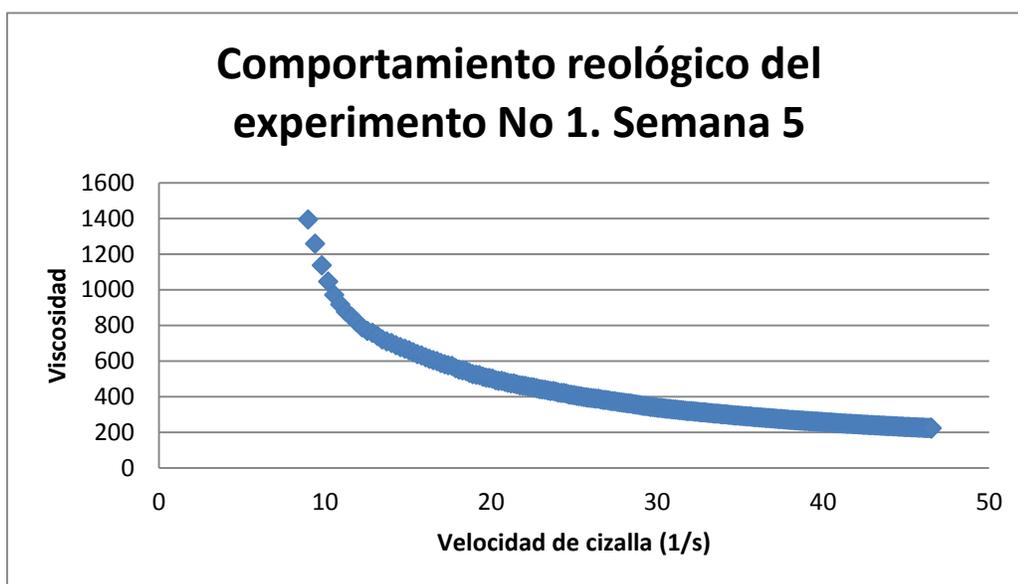


Figura II-8: Comportamiento reológico de la muestra No 1. Semana 5

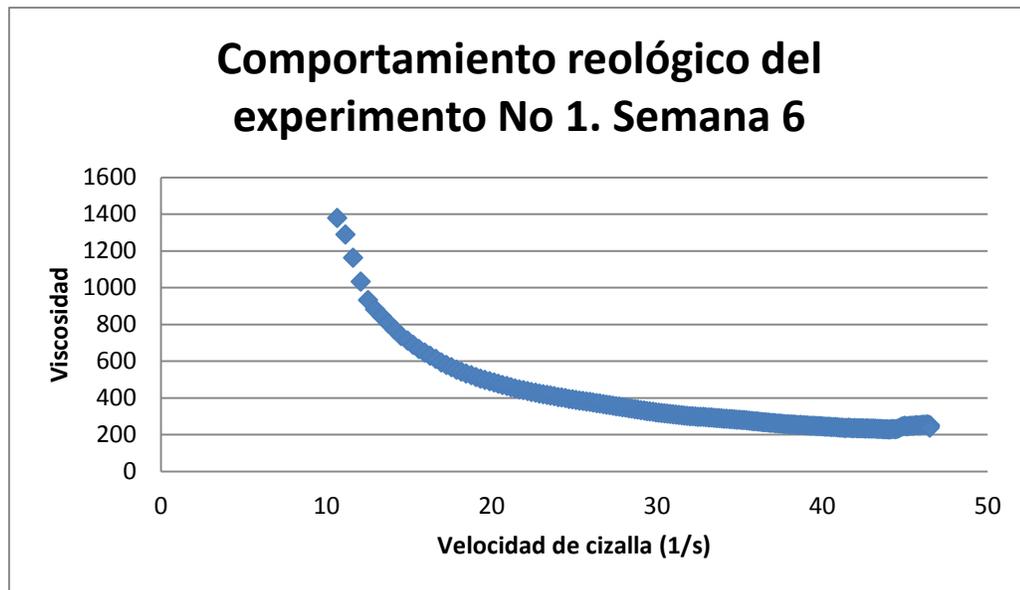


Figura II-9: Comportamiento reológico del experimento No 1. Semana 6

## 2.4. Análisis Factorial

Posteriormente, los datos de la viscosidad obtenidos se ingresan a SCAN (Software for Chemometric Analysis); la quimiometría es la disciplina que tiene la finalidad de interpretar datos y colocarlos en el contexto adecuado para convertirlos en información útil para los usuarios, ya que el obtener muchos datos no es sinónimo de tener información. (Tarragona, n.d.).

### 2.4.1. Análisis de Componentes Principales (ACP)

Los datos que fueron ingresados al software antes mencionado fueron sometidos a un análisis de componentes principales, el mismo que se trata de tablas que cruzan individuos y variables numéricas, y tiene por objetivo general, realizar un estudio exploratorio, se aplica a tablas bidimensionales; las filas de la tabla representan los individuos es decir es el número de datos y las columnas representan las variables en nuestro caso es la viscosidad de la muestra para cada semana que fue analizada. (Escofier & Pagès, 1990).

Este es un tipo de análisis factorial particular ya que tiene otro aspecto del estudio de la relación de las variables, que permite resumir el conjunto de estas en un pequeño número de variables sintéticas llamadas componentes principales, cada componente es representante de un grupo de variables que se relacionan entre sí. (Escofier & Pagès, 1990).

El número de componentes resultantes es igual al número de variables que posee la tabla, cada una de las componentes resultantes brinda información. En la Figura 2-10, pueden ver que la información total contenida en los datos se concentra en las primeras componentes, mientras que las últimas contienen prácticamente solo la información relativa a los errores experimentales. (Escofier & Pagès, 1990).

Este es un método que está vigente desde 1901, descubierto por Karl Pearson, en ese entonces se utilizaban muchos métodos matemáticos para poder obtener cada una las componentes principales, actualmente hay muchos software que ayudan a simplificar todos estos procesos y todos los datos necesarios se obtienen tan solo copiando los datos en el programa, en este caso los datos fueron ingresados al software antes mencionado.(Pearson, n.d.).

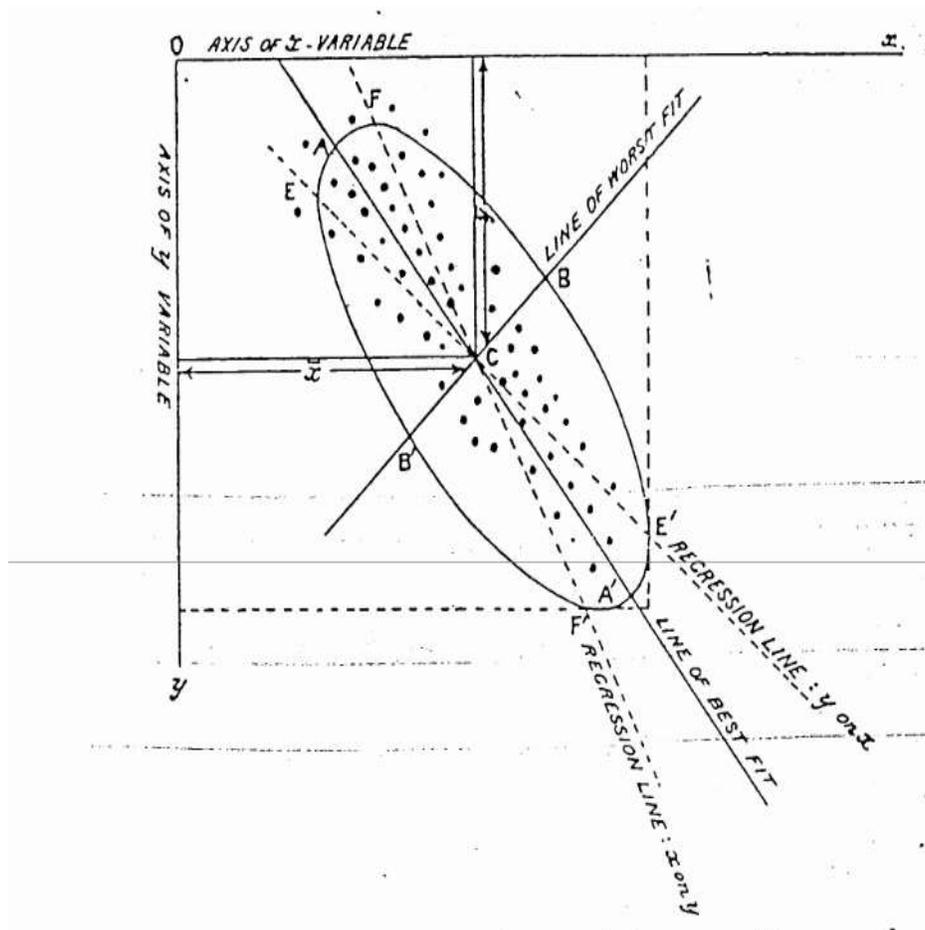


Figura II-10: Representación gráfica de un ACP

Fuente: (Pearson, n.d.)

## CAPÍTULO III

### Análisis de Resultados

#### 3.1. Resultados hidrólisis

Una vez aplicado el diseño experimental en las quince muestras se determinó que, del total, cuatro se consideran como idóneas para comenzar con la producción a nivel de prueba piloto y poder realizar el análisis reológico de las mismas, estos cálculos fueron analizados mediante la determinación del punto crioscópico antes y después del proceso de hidrólisis.

Esta fórmula se utilizó ya que se tuvo como referencia una tesis realizada en la Universidad de Cuenca y del libro de Modelos de Hidrólisis para Fermentación Láctica; en donde se realiza una correlación de la crioscopía y el porcentaje de hidrólisis, teniendo como datos los puntos crioscópicos de las muestras, el punto inicial es el mismo para todos ya que se utilizó la misma materia prima para todas las muestras.

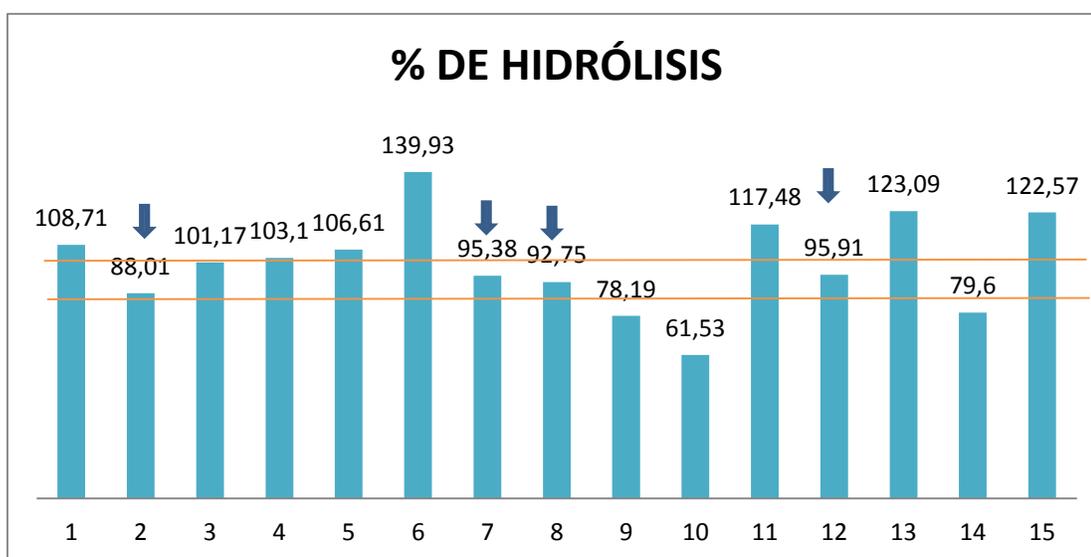


Figura III-1: Porcentaje de Hidrólisis en las muestras del diseño experimental

En la figura 3-1, se observa el resultado del porcentaje de hidrólisis de las muestras realizadas con los parámetros del diseño experimental, se obtuvo un total de 4 muestras como aceptables ya que se encuentran entre el 85% y el 100%, las muestras restantes se consideran como erróneas o no aceptables, por no encontrarse dentro de este rango.

### 3.1.1. Resultados de hidrólisis muestras aceptables

Se realizó la producción a nivel de planta piloto de las cuatro muestras aceptables bajo las mismas condiciones realizadas en el diseño experimental y se determinó nuevamente el porcentaje de hidrólisis para garantizar que se encuentre dentro del rango antes mencionado.

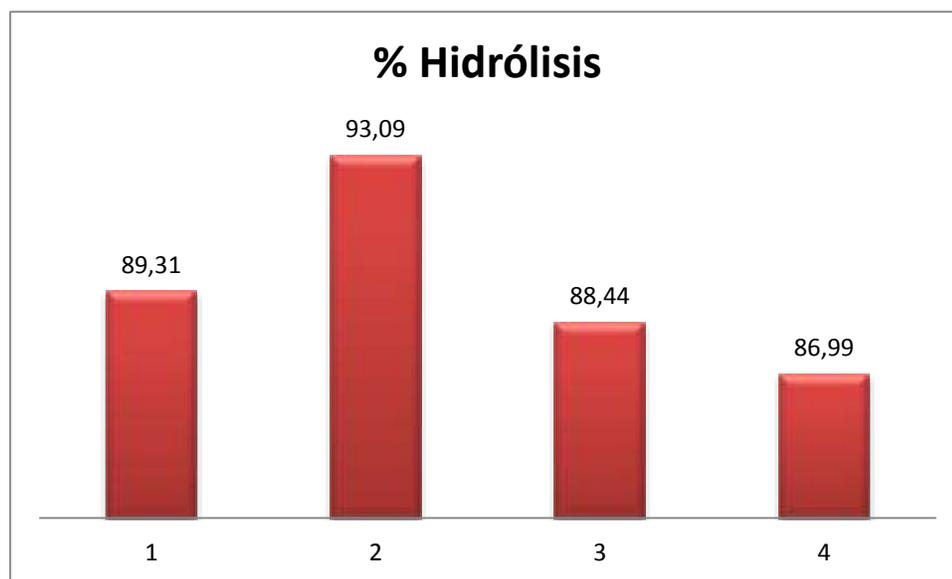


Figura III-2: Porcentaje de Hidrólisis en muestras aceptables en planta piloto

### 3.2. Análisis de datos

Una vez realizada la producción del yogur se analizó cada una de las muestras en el viscosímetro y con los datos obtenidos se determinó el comportamiento reológico de las mismas, como lo pueden ver en los anexos del 1 al 3 para realizar una comparación de dichos datos mediante un análisis de componentes principales (PCA).

#### 3.2.1. Resultados PCA

Se realizó una tabla de datos para cada una de las muestras, las mismas que se encuentran como anexo del 4 al 6, es una tabla bidimensional en la cual cada una de sus columnas representa una semana ya que los análisis se realizaron durante seis semanas.

A continuación, la tabla 3-1 es un ejemplo de las tablas que se realizaron para el análisis PCA, esta tabla se realizó con los datos de la muestra #1.

Tabla III-1: Datos para PCA muestra #1

#	Viscosidad 1	Viscosidad 2	Viscosidad 3	Viscosidad 4	Viscosidad 5	Viscosidad 6
1	1043.82907	1653.59162	1096.61946	1486.83445	1393.40533	1380.29474
2	983.572729	1532.40996	1020.93813	1424.44448	1257.74366	1290.11147
3	940.234708	1462.75262	969.411383	1338.08753	1137.12348	1163.27238
4	895.911444	1359.1253	928.861188	1252.18471	1046.66807	1033.01546
5	865.265555	1263.18807	875.624551	1177.15783	970.572128	932.253616
6	833.048804	1187.94195	844.237808	1132.79585	918.259265	882.58009
7	804.463153	1126.63488	814.909927	1073.29143	876.60202	844.14451
8	787.992294	1071.96442	793.29744	1020.60433	847.919073	807.188184
9	768.330573	1029.38252	777.040906	975.167307	818.393213	771.849655
10	746.803851	1016.20878	759.760168	941.318115	789.510629	738.133725
11	728.080173	1000.14862	740.494186	923.482917	768.913687	712.993442

12	717.892831	978.164374	727.156186	895.062812	757.904276	688.896225
13	713.766965	959.09808	721.522296	873.692688	740.406943	666.759021
14	694.966418	947.78779	706.725333	859.937497	721.143488	646.803015
15	677.315234	934.416864	689.702014	864.2231	709.719128	629.475194
16	667.272397	919.165826	678.178299	844.256997	700.973831	612.735487
17	671.818393	904.494196	677.559048	818.233476	688.767801	594.132193
18	661.419983	876.718008	669.898074	806.554485	678.583572	579.36843
19	644.685878	869.160449	655.498796	816.562616	669.505142	567.198222
20	631.174049	858.45184	641.586122	806.854197	659.712103	554.240019
21	633.908113	847.378171	641.302827	778.636108	649.248529	543.219952
22	626.099203	822.616479	634.110475	767.34976	639.498718	533.002525
23	616.42854	812.254022	624.416722	779.25824	631.638815	523.607225
24	597.870007	804.934946	606.965825	772.3826	621.476611	514.803226
25	600.339572	795.905832	604.017232	743.858736	611.508191	506.195102
26	594.057001	779.432037	597.726025	730.403153	605.675824	498.447157
27	586.85052	767.389658	590.841556	742.319577	599.961841	491.994952
28	577.624797	766.927637	582.41066	736.905829	589.72085	484.397101
29	575.754799	758.86926	575.990585	722.290823	581.731749	477.487677
30	569.984061	732.748267	569.474359	699.836741	576.437462	470.990254
31	564.042731	720.713071	563.556032	710.219428	572.293993	465.256871
32	558.522012	721.339221	558.945137	705.366147	559.823537	458.987772
33	552.366678	711.300247	547.016603	696.225817	552.416603	452.455028
34	546.680809	687.676682	540.248297	672.698631	548.312386	447.105742
35	541.607568	675.606454	535.482649	683.206726	544.213271	442.28391
36	539.871133	675.163974	539.388701	679.309519	533.326523	437.474539
37	530.38028	669.950778	525.667459	671.271003	526.473592	433.374196
38	525.095856	662.655908	519.58515	647.573043	523.117577	429.272601
39	520.932886	642.94173	516.083244	655.703061	520.987126	424.407281
40	524.355228	641.97753	519.573253	652.291302	512.029535	420.117224
41	510.756088	636.841608	507.675745	646.041693	507.182832	416.560356

42	506.038092	631.273135	502.381349	629.808803	505.58327	413.087851
43	503.072049	615.875739	500.794383	633.002451	501.8487	409.359853
44	508.027023	612.432175	500.355989	629.59614	492.878691	405.411661
45	493.697688	607.597461	489.137375	623.646428	489.133	402.428847
46	489.048595	602.898749	484.581665	614.099312	488.372974	399.03118
47	489.642668	602.748526	484.875517	612.837561	483.46835	395.33782
48	493.345869	595.415829	479.907928	609.226932	477.524757	392.742821
49	478.466455	590.328461	469.905957	605.131916	475.098256	389.915775
50	474.318381	586.089165	467.059999	600.065802	475.103032	386.573476
51	478.127718	589.462755	471.822125	596.601349	468.740816	383.435475
52	472.022998	584.35811	466.625882	593.392119	464.019116	380.932758
53	457.362729	579.538725	460.212241	590.68466	463.132637	378.303629
54	454.536993	576.454141	459.66033	582.980816	461.070006	375.152805
55	462.42318	580.282431	459.923997	579.154024	455.204332	372.378131
56	454.086523	574.013486	445.963449	576.442922	452.741998	369.711034
57	442.011435	569.390228	441.69104	583.359793	452.012901	366.186328
58	443.740746	566.832356	446.816144	571.438544	448.740834	363.706046
59	448.147906	570.122609	444.761986	567.483521	442.589166	361.344748
60	436.109016	559.718979	432.54119	565.237742	441.053503	358.48244
61	430.577216	555.35901	430.510637	565.970273	439.511838	354.960344
62	436.59091	554.905608	432.901021	554.150124	435.097226	352.45638
63	434.641739	554.75761	429.091606	550.477921	431.661642	350.216228
64	421.697102	546.357996	421.307874	549.315364	431.447598	347.320648
65	422.41553	542.393498	423.508301	545.242224	429.265382	344.414909
66	428.57179	549.123289	422.510225	538.243896	423.651311	342.064986
67	422.757413	544.847438	417.614932	535.611553	421.757053	339.642946
68	411.051053	536.20152	415.028149	544.229743	420.623598	336.750706
69	415.068697	533.726773	417.707849	528.529784	417.073071	334.063278
70	414.694189	540.242311	415.767664	524.052686	411.867998	331.923393
71	405.862347	529.036235	406.10063	523.048337	410.795978	329.429948

72	401.969682	518.415048	407.80137	532.979441	409.207079	326.863313
73	408.649791	519.867963	407.522295	517.204273	405.273987	324.465894
74	406.221773	522.64424	403.429262	513.492738	402.781186	322.597212
75	393.846814	510.241226	399.902583	522.191016	401.994971	320.336908
76	398.416302	502.616193	404.478355	513.05715	398.749138	318.193785
77	398.278377	509.260718	403.075964	503.955056	395.554855	316.692856
78	391.790796	511.194316	393.715427	502.436866	394.645042	314.650806
79	385.466386	499.660977	394.473694	514.365631	393.23009	312.654306
80	391.549344	497.567445	393.694432	500.186536	390.334854	311.103462
81	389.922588	502.244492	390.592561	496.173407	388.862279	309.725694
82	379.991634	498.382726	385.493257	502.663121	388.448453	307.709351
83	384.492686	491.042136	388.584151	505.74742	385.325554	305.993271
84	384.00771	493.493871	387.269823	491.145423	382.350558	304.772699
85	378.223947	497.821045	380.912944	489.182964	381.394203	303.18998
86	371.605737	486.743539	381.982664	500.731479	379.55764	301.545963
87	375.868881	479.311453	380.571381	488.204063	376.548	300.390588
88	374.370596	484.519429	377.783723	481.944593	375.161618	299.182845
89	366.643044	482.953166	373.0358	488.200285	374.289517	297.79675
90	370.602542	471.835489	373.534094	492.556498	371.474329	297.221844
91	369.811909	471.15782	372.009689	475.999375	369.014153	296.707625
92	366.789317	475.801459	366.494049	473.998047	368.290958	295.121434
93	360.709404	470.046704	369.661191	485.358344	366.466304	294.083318
94	361.879521	462.903296	368.534785	473.481624	363.504745	293.843042
95	360.437096	466.788582	365.576692	465.658969	362.037279	292.2573
96	352.668298	465.650752	359.83551	471.684243	361.618462	291.035219
97	356.249461	454.630481	359.030832	474.743694	358.919641	290.583641
98	355.083247	452.404323	357.673032	458.524824	356.188771	289.28226
99	351.356737	456.463216	353.936893	456.887605	355.290108	287.967102
100	347.254034	453.878143	355.9879	469.623654	353.710042	287.154602
101	346.527148	446.098994	354.735919	460.621466	350.548251	285.94599

102	344.895213	449.44017	352.556769	451.706798	348.703166	284.705554
103	337.833925	448.882239	352.107896	458.704526	348.273215	284.060393
104	339.134283	442.117032	351.510495	460.260778	345.791055	282.818388
105	337.933546	442.155576	350.422949	445.083353	343.169701	281.412248
106	333.974153	447.674203	353.720288	443.171155	342.728677	280.839774
107	331.404915	445.503281	353.913324	453.610633	341.576428	279.525906
108	330.481129	437.436748	352.869035	444.527879	338.948509	278.062465
109	329.066801	440.431421	351.285393	435.663712	337.966014	277.236005
110	323.40724	439.764716	351.53159	442.574469	337.642215	275.69312
111	322.529698	436.152544	350.617209	442.047696	335.764328	273.476299
112	321.32764	435.395497	349.395396	427.631916	333.56566	272.812455
113	317.148044	438.831015	347.400824	427.48972	332.867586	271.631104
114	314.653537	436.995755	346.274811	435.975782	332.108488	269.219785
115	313.65392	430.543854	345.3313	426.949349	329.781779	268.688581
116	312.286757	433.985475	346.043066	420.525815	327.939192	267.95079
117	308.191336	433.221472	344.328671	430.977129	328.167989	265.678011
118	307.171996	427.698457	343.336006	429.631084	326.88735	264.70639
119	306.069356	427.001909	342.413052	413.84792	324.701544	264.106483
120	301.927716	427.207407	341.243381	418.516333	324.116295	262.495184
121	300.80385	425.284769	340.486258	421.168017	323.718047	261.306313
122	299.806956	420.085689	339.919232	411.320304	321.629588	260.823987
123	298.31521	423.773975	338.311409	407.646894	320.149745	259.293098
124	294.821716	422.800517	337.079077	416.760341	320.090718	258.282445
125	293.830595	414.416753	336.186226	415.009753	319.154675	258.268686
126	292.751172	411.368852	333.693117	402.599913	317.317912	256.862759
127	288.276904	410.698991	331.027965	414.145403	316.449341	255.70313
128	287.157753	408.818636	330.28815	414.140541	316.069354	255.744189
129	286.23649	406.94738	329.855762	404.159784	314.399869	254.526646
130	283.946365	409.875574	326.991026	405.436295	312.87019	253.278616
131	282.71913	408.586403	325.997707	409.860594	312.43862	253.448728

132	281.757919	401.536287	325.674509	406.181612	311.64769	252.403243
133	280.699685	401.118211	324.047948	396.270607	310.190276	251.178721
134	279.21888	400.277817	322.993892	405.236918	309.293839	251.074642
135	278.160689	398.465248	322.490605	404.186453	308.857559	249.88259
136	277.096355	396.830606	320.00835	391.417432	307.678009	248.813509
137	273.648355	396.054948	319.332094	399.36052	305.989388	248.867811
138	272.610293	394.755629	318.743092	399.775277	305.381273	248.036004
139	271.600901	391.52518	319.447534	391.453273	304.783624	246.755389
140	269.423952	394.83575	315.364449	391.413796	303.212444	246.532985
141	268.280143	393.918671	314.133397	394.699792	302.042941	245.840325
142	267.335915	392.287366	314.353105	392.190083	301.803204	244.442678
143	265.624445	391.783444	309.356255	381.969039	300.806752	244.229296
144	264.272151	390.899269	308.161798	390.07756	299.252127	243.749305
145	263.470835	389.681429	308.165361	389.007209	298.450223	242.127235
146	262.098974	387.909776	303.153615	375.063274	297.915407	241.619986
147	260.535971	386.902019	302.418779	383.475281	296.694551	241.577319
148	259.888657	385.851387	302.374477	384.013206	295.352054	239.766142
149	258.823364	384.126645	303.453087	378.795348	294.761443	239.340532
150	256.957523	383.859433	300.592813	378.120848	294.121835	239.374587
151	255.933804	383.038483	300.28381	380.322463	292.878812	237.711475
152	255.284943	382.250806	300.953459	378.162575	291.833987	237.323988
153	253.551643	381.838245	296.633682	368.294536	291.390237	238.048331
154	252.346291	380.877254	295.715823	374.582378	290.356105	236.581846
155	251.84984	380.084279	296.358388	373.724375	289.143465	236.055634
156	250.655347	378.427106	294.420129	363.241723	288.785057	236.885361
157	249.203448	377.378168	293.117201	373.305014	288.252287	235.458669
158	248.557944	376.494847	293.908885	373.500748	287.021938	234.75775
159	247.925695	375.457156	290.958293	367.738236	286.105542	235.968736
160	246.512138	369.844176	289.530353	372.30616	285.694897	234.839872
161	245.561114	368.732632	290.125612	372.915542	284.812212	234.095541

162	245.155328	367.86772	290.872803	370.723561	283.574063	235.400934
163	244.209515	366.084369	289.277499	363.263841	282.99247	234.30404
164	242.998162	364.972522	289.513065	366.396602	282.444289	233.39259
165	242.420475	364.556035	291.409804	365.069045	281.588741	234.022124
166	241.873136	364.179956	288.288622	354.535404	280.608405	233.19811
167	240.807463	363.047653	287.993935	360.4116	280.05943	231.862917
168	239.981023	362.811977	290.335011	359.951042	279.5174	232.46834
169	239.571304	361.839764	286.787312	353.804002	278.590108	231.850953
170	238.795644	356.121997	286.310704	359.097354	277.703065	230.377952
171	237.90324	355.315358	288.009758	359.416139	277.062177	230.864722
172	237.390329	356.479332	285.694968	357.052114	276.425577	229.600611
173	236.929738	350.399725	284.841435	357.297326	275.532811	228.051059
174	235.985114	349.439764	287.175977	357.981071	274.82235	230.669669
175	235.264641	351.126196	285.537903	356.471632	274.237497	232.410404
176	234.831164	351.633255	284.107367	346.251691	273.387268	230.810664
177	234.115736	350.373108	285.062016	349.198374	272.409497	231.551109
178	233.381363	350.564015	283.560471	348.387372	271.786932	234.427565
179	232.852645	352.02236	282.552397	338.824082	271.148756	241.964983
180	232.360925	350.263074	283.352356	343.564148	270.306992	245.697802
181	231.676996	350.24733	282.110133	343.153977	269.710632	248.384826
182	231.080756	352.844528	278.509979	340.082399	269.257539	246.319466
183	230.553358	347.041849	279.080795	343.202807	268.491061	246.763301
184	230.057511	346.517935	279.940768	343.301221	267.83643	249.532019
185	229.457359	349.101315	276.029697	341.694378	267.082364	248.256539
186	228.929716	343.8047	276.208185	337.867464	266.540065	248.536126
187	228.461546	342.927831	277.141562	338.040645	265.83864	252.36561
188	227.884679	344.776016	273.050179	336.841236	265.266595	251.470443
189	227.3453	343.875085	272.760033	330.28775	264.611909	251.186805
190	226.902982	342.694547	273.507289	331.23097	263.975352	254.145398
191	226.410873	343.304764	270.385984	330.523187	263.403218	253.474786

192	225.838992	345.864488	269.734374	322.463165	262.859897	253.774361
193	225.307448	344.114746	270.251116	325.243342	262.187081	255.525473
194	224.867963	344.413379	266.961537	324.683693	261.550888	252.75444
195	224.370412	346.956096	265.832098	322.262223	260.970815	249.986948
196	223.869598	341.167963	266.526771	323.854487	260.362861	251.361282
197	223.40128	340.988495	265.061333	323.581961	259.792434	250.623289
198	222.947552	344.264864	263.848706	322.341811	259.172357	246.705349
199	222.483098	337.720811	264.341925	323.442063	258.609439	238.638795

### 3.2.1.1. PCA Muestra #1

En la tabla III-2 tenemos los valores resultantes del PCA en la muestra #1, en donde se puede observar que la primera componente es la más representativa con un 98% de todos los datos, por lo que las últimas componentes se les considera como errores experimentales.

Tabla III-2: Datos Scree Plot #1

Eigenvalue	5.9341	0.0581	0.0034	0.0024	0.0012	0.0009
Proportion	0.9890	0.0097	0.0006	0.0004	0.0002	0.0001
Cumulative	0.9890	0.9987	0.9993	0.9997	0.9999	1.0000

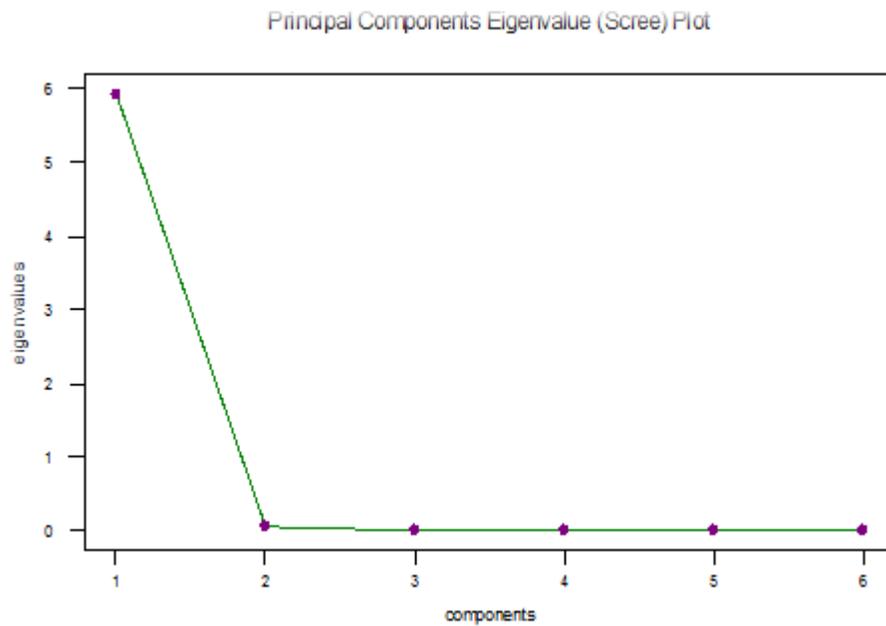


Figura III-3: Componentes Principales muestra #1

Tabla III-3: Resultados componentes principales #1

Tiempo	Loa 1	Loa2	Loa 3	Loa 4
1	-0.405605	0.626571	-0.202547	-0.548531
2	-0.410092	-0.105062	0.398344	0.431159
3	-0.40938	0.25702	0.629181	0.016311
4	-0.410013	0.079669	-0.609433	0.477895
5	-0.410012	-0.153411	-0.177216	0.127934
6	-0.404347	-0.70741	-0.040167	-0.51788

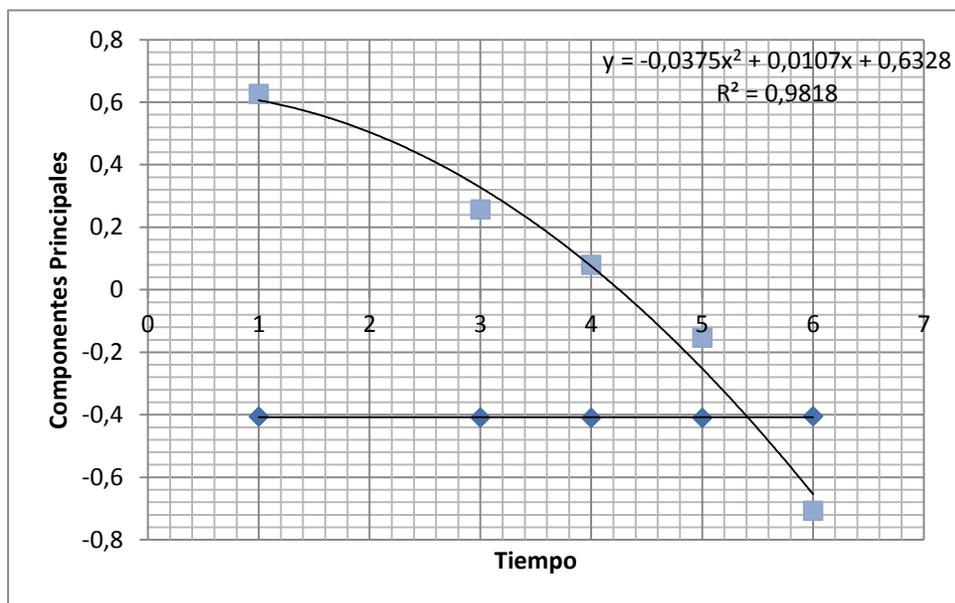


Figura III-4: Gráfica de las dos primeras componentes principales #1

La figura III-4 es la gráfica realizada con los datos del PCA de la tabla III-3 con relación al tiempo y se observa que la primera componente se mantiene constante, mientras que la segunda hay una pérdida de viscosidad de acuerdo al tiempo.

### 3.2.1.2. PCA Muestra #2

En la tabla III-4 tenemos los valores resultantes del PCA en la muestra #2, en donde se puede observar que la primera componente es la más representativa con un 83% de todos los datos, sin embargo, en la segunda componente también encontramos datos que nos ayudan en el análisis con un 9.7%, por lo que las últimas componentes se les considera como errores experimentales.

Tabla III-4: Datos Scree Plot #2

Eigenvalue	4.9815	0.5814	0.3508	0.0506	0.0339	0.0019
Proportion	0.830	0.097	0.058	0.008	0.006	0.000
Cumulative	0.830	0.927	0.986	0.994	1.000	1.000

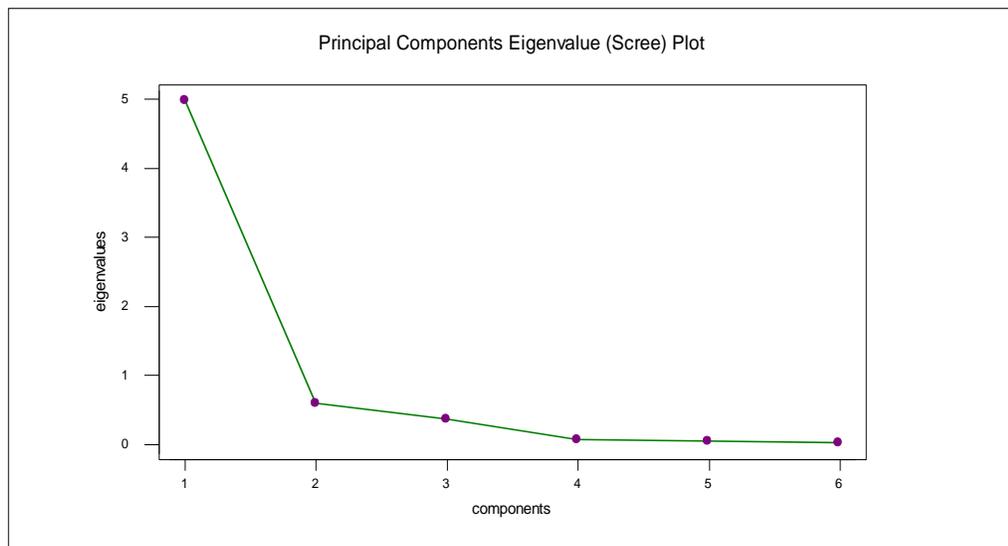


Figura III-5: Componentes Principales muestra #2

Tabla III-5: Resultados componentes principales #2

Tiempo	PcaLoa1	PcaLoa2
1	-0.440982	0.058098
2	-0.436329	0.151125
3	-0.4214	0.101492
4	-0.313209	-
5	-0.376151	0.313638
6	-0.444954	0.08495

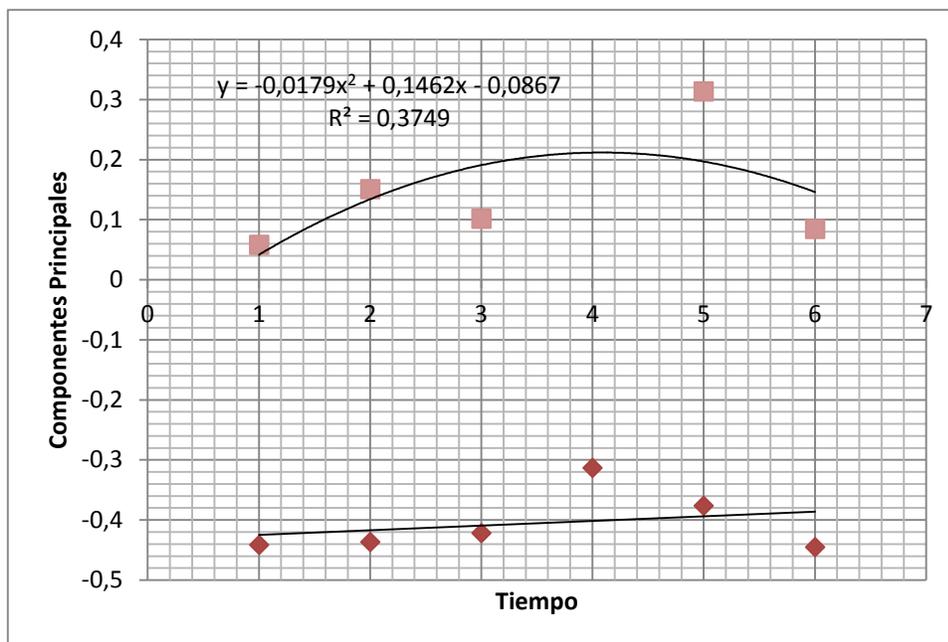


Figura III-6: Gráfica de las dos primeras componentes principales #2

La figura III-6 es la gráfica realizada con los datos del PCA de la tabla III-5 con relación al tiempo y se observa que las dos componentes más representativas no son del todo constantes porque presentan inestabilidad, sin embargo, no se demuestra una pérdida significativa de la viscosidad de acuerdo al tiempo.

### 3.2.1.3. PCA Muestra #3

En la tabla III-6 tenemos los valores resultantes del PCA en la muestra #3, en donde se puede observar que la primera componente es la más representativa con un 91% de todos los datos; en la segunda componente también encontramos datos que nos ayudan en el análisis con un 7%, por lo que las últimas componentes se les considera como errores experimentales.

Tabla III-6: Datos Scree Plot #3

Eigenvalue	5.4935	0.3952	0.0667	0.0386	0.0035	0.0026
Proportion	0.9156	0.0659	0.0111	0.0064	0.0006	0.0004
Cumulative	0.9156	0.9814	0.9926	0.9990	0.9996	1.0000

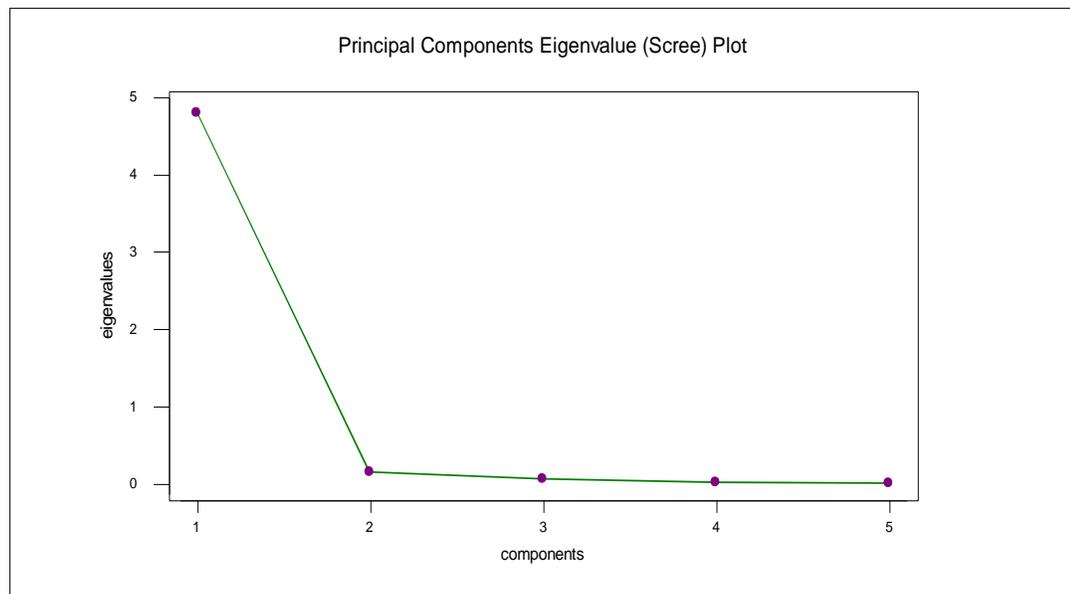


Figura III-7: Componentes Principales muestra #3

Tabla III-7: Resultados componentes principales #3

Tiempo	PC1	PC2
1	-0.424097	0.133698
2	-0.410482	-
3	-0.41562	0.152118
4	-0.411848	0.399187
5	-0.418079	0.294425
6	-0.366739	-0.796151

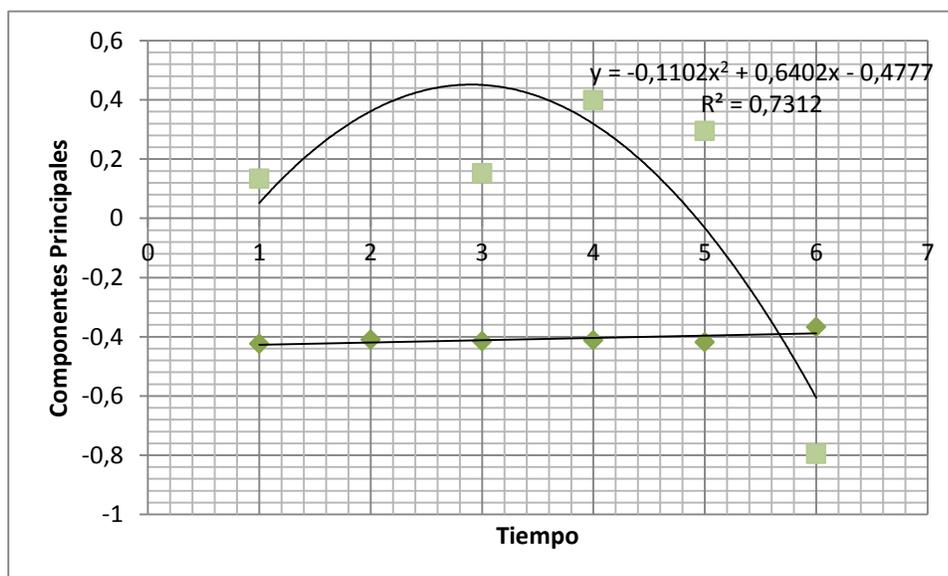


Figura III-8: Gráfica de las dos primeras componentes principales #3

La figura III-8 es la gráfica realizada con los datos del PCA de la tabla III-7 con relación al tiempo y se observa que la primera componente principal es constante, y la segunda presenta una pérdida de viscosidad de acuerdo al tiempo, es un caso similar a la muestra #1.

#### 3.2.1.4. PCA Muestra #4

En la tabla III-8 tenemos los valores resultantes del PCA en la muestra #4, y se observa que la primera componente es la más representativa con un 97% de todos los datos; en la segunda componente también encontramos datos que nos ayudan en el análisis con un 2%, por lo que las últimas componentes se les consideran como errores experimentales.

Tabla III-8: Datos Scree Plot #4

Eigenvalue	5.8448	0.1046	0.0397	0.0085	0.0020	0.0004
Proportion	0.9741	0.0174	0.0066	0.0014	0.0003	0.0001
Cumulative	0.9741	0.9916	0.9982	0.9996	0.9999	1.0000

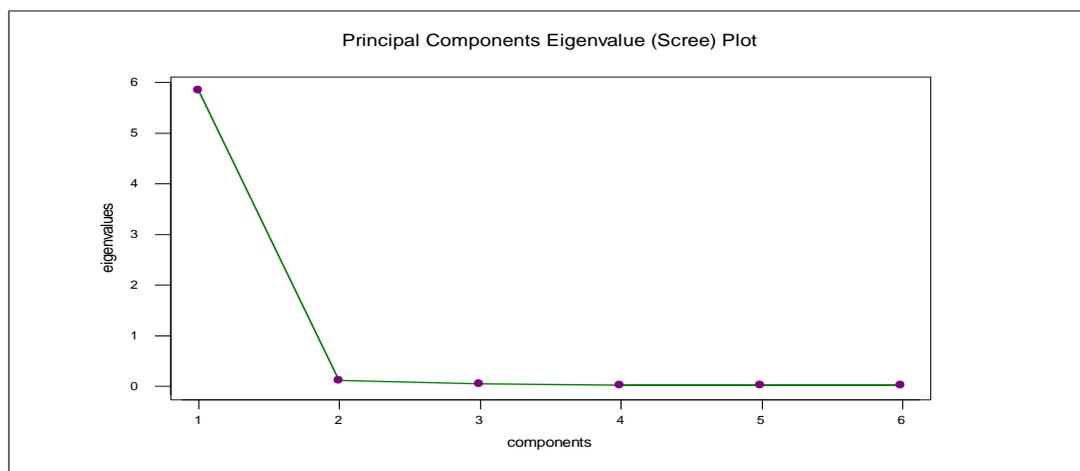


Figura III-9: Componentes Principales muestra #4

Tabla III-9: Resultados componentes principales #4

tiempo	PC1	PC2
1	-0.412216	-0.006017
2	-0.410756	0.232196
3	-0.403279	0.528088
4	-0.412464	-
5	-0.412038	0.127381
6	-0.398525	-0.801243

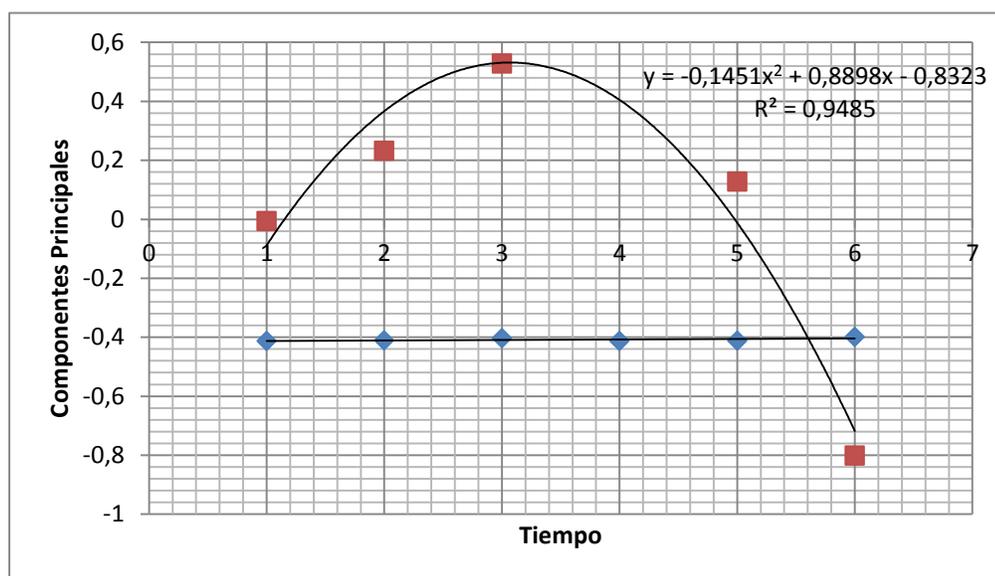


Figura III-10: Gráfica de las dos primeras componentes principales #3

La figura III-10 es la gráfica realizada con los datos del PCA de la tabla III-9 con relación al tiempo y se observa que la primera componente principal es constante, y la segunda presenta una pérdida de viscosidad de acuerdo al tiempo, esta muestra coincide con las muestras #1 y #3 antes mencionadas.

### **3.3. Discusión**

Las muestras de yogur realizadas en planta piloto presentaron pH entre 4.5 y 4.6, valores que ayudan a que la muestra sea más estable en cuanto a viscosidad durante su almacenamiento, este dato se corroboró revisando un artículo científico realizado en las Fundación Universidad de las Américas Puebla, (Hernandez & Velez, 2015) que se trata de un análisis del efecto de la reducción de lactosa en las propiedades fisicoquímicas de flujo y sensoriales del yogur; este artículo presenta que se realizó el análisis a varias muestras de yogur con diferentes valores de pH, siendo el lote con pH de 4.5 el que presenta mejores características de viscosidad, y mayor estabilidad durante su almacenamiento.

## CONCLUSIONES

- Una vez realizado el análisis de componentes principales de cada una de las muestras se determinó que no hay un cambio significativo en la viscosidad de la muestra; en las muestras #1, #3 y #4 hay una leve pérdida de viscosidad, mientras que la muestra #2 presenta una mínima inestabilidad.
- Por otro lado, no se puede considerar como un método para determinar vida de estante ya que los datos que se han obtenido en cuanto a viscosidad son inestables y no están directamente relacionados con el tiempo; sin embargo, el análisis del comportamiento reológico y la variación en el tiempo del segundo loading del análisis de Componentes Principales PCA muestra una dependencia del tiempo en sus valores por lo que promete ser un indicador de vida útil siempre previo un estudio específico.
- La finalidad de este trabajo de investigación fue determinar cuál de las cuatro muestras analizadas resultaba ser la mejor de acuerdo a su porcentaje de hidrólisis, por lo que esta hipótesis no se cumple, ya que la muestra #2 es la mejor ya que presentó el mayor porcentaje de hidrólisis y más estabilidad en cuanto a su viscosidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Canales, C., Cortés, V., & Martínez, J. A. (2004). Guía de mejores técnicas disponibles en España del sector lácteo, 258.
- Casas, A. A. de. (2012). Punto de Congelación o Índice Crioscópico. Retrieved June 17, 2016, from <https://es.scribd.com/doc/102019124/Punto-de-Congelacion-o-Indice-Crioscopico>
- Escofier, B., & Pagès, J. (1990). *Análisis factoriales simples y múltiples* (Servicio E). DUNDOD.
- Fox, P. F., & Mcsweeney, P. L. H. (1998). Milk proteins. *Dairy Chemistry and Biochemistry*, 1, 146–264.
- Geass Instruments & services. (n.d.). Retrieved February 4, 2016, from <http://www.geass.com/chi-siamo/>
- Guillé Pérez, J. M. (2005). *Diccionario de la industria de la leche y los productos lácteos*. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Retrieved from <http://site.ebrary.com/lib/uasuaysp/detail.action?docID=10751587>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN* (sexta).
- Hernández, A., & Romagosa, S. (2015). Desarrollo de una leche fermentada probiótica con jugo de Aloe vera. *RTQ*, 35(2224-6185), 81–97. Retrieved from [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-61852015000100008&lang=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852015000100008&lang=es)
- Hernandez, A., & Velez, J. F. (2015). EFECTO DE LA REDUCCIÓN DE LACTOSA EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS, DE FLUJO Y SENSORIALES DE YOGUR.
- Information, P. (2014). Ha-Lactase 5200, 1(7), 1–7. Retrieved from <http://www.chr->

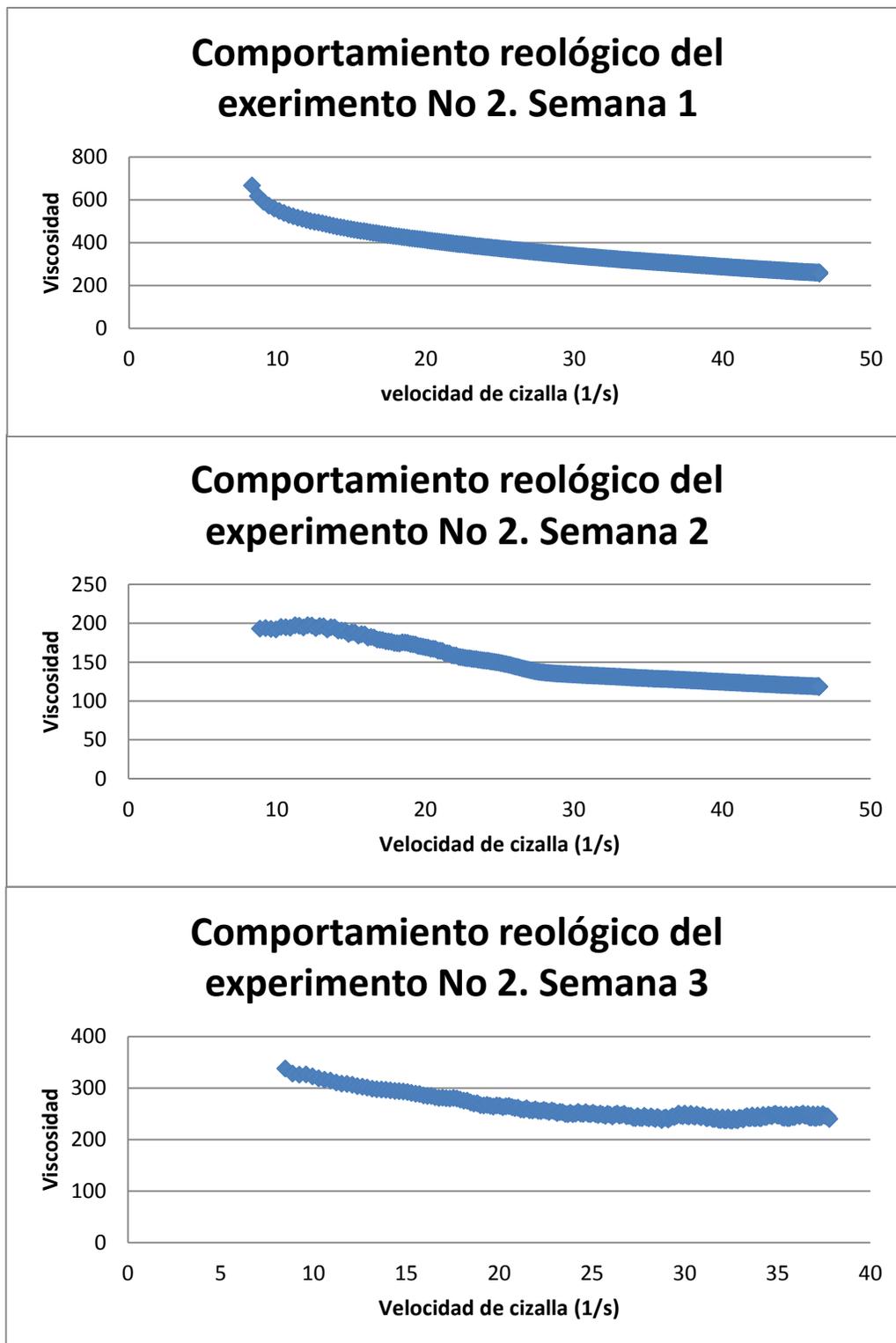
[hansen.es/productos/enzimas/introduccion-a-las-enzimas-lacteas/lactasa.html](http://hansen.es/productos/enzimas/introduccion-a-las-enzimas-lacteas/lactasa.html)

- Juca, R., & Pérez, A. (2010). *DETERMINACIÓN DE LACTOSA EN LECHE DESLACTOSADA Y SU COMPARACIÓN CON LA FÓRMULA APLICADA EN LA EMPRESA DE LÁCTEOS SAN ANTONIO*. Universidad de Cuenca. Retrieved from <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2427/1/tq1068.pdf>
- Nijpels, P., Evers, G., & Ramet, J. (1980). Measuring Enzymatic Hydrolysis of Lactose by Cryoscopy. *Journal of Food Science*, 45, 1684–1687.
- Panchi, A. (2013). *DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS REOLÓGICOS EN BEBIDAS DE FRUTAS CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SÓLIDOS SOLUBLES MEDIANTE EL USO DEL EQUIPO UNIVERSAL TA – XT2i*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. Retrieved from [http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6561/1/AL\\_506.pdf](http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6561/1/AL_506.pdf)
- Pearson, K. (n.d.). Onlines and planes of closest fit to systems of points in space. In *Philosophical Magazine 2* (pp. 559 – 572). Retrieved from <http://stat.smmu.edu.cn/history/pearson1901.pdf>
- Quevedo, L., Rojas, M., & Soto, M. (2011). Intolerancia a la Lactosa. *Revista Pediatría Electrónica*, 8(0718-0918). Retrieved from [http://www.revistapediatria.cl/vol8num3/pdf/3\\_INTOLERANCIA\\_LACTOSA.pdf](http://www.revistapediatria.cl/vol8num3/pdf/3_INTOLERANCIA_LACTOSA.pdf)
- Rao, M. A., York, N., Chapman, A., Food, H., & Book, S. (1999). *Rheology of Fluid and Semisolid Foods Principles and Applications*.
- Sahin, S., & Gülüm Sumnu, S. (2006). *Physical Properties of Foods*.
- Sánchez, C., Rosales, M. F., & Bustamante, A. (2014). *MODELOS DE HIDRÓLISIS DE LACTOSA PARA FERMENTACIÓN LÁCTICA*. Cuenca - Ecuador: Académica Española.
- Shuttleworth, M. (2008). Diseño Cuasi-Experimental. Retrieved January 17, 2016, from <https://explorable.com/es/disenho-cuasi-experimental>

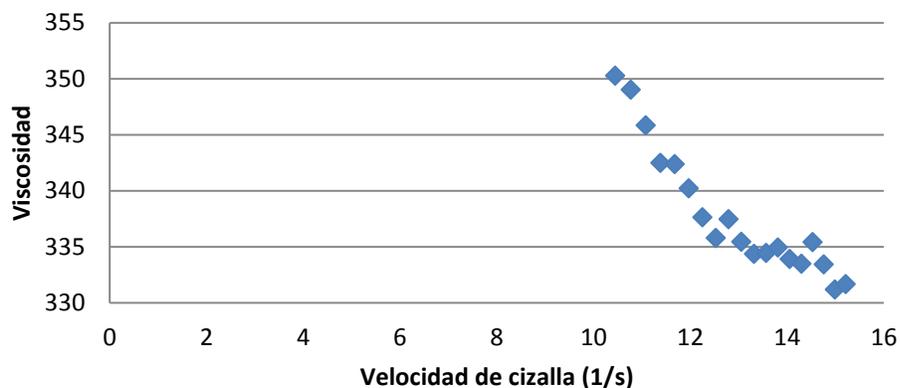
Tarragona, G. de Q. y C. de. (n.d.). *QUIMIOMETRÍA, Una disciplina útil para el análisis químico*. Tarragona. Retrieved from <http://www.quimica.urv.es/quimio/general/quimio.pdf>

## ANEXOS

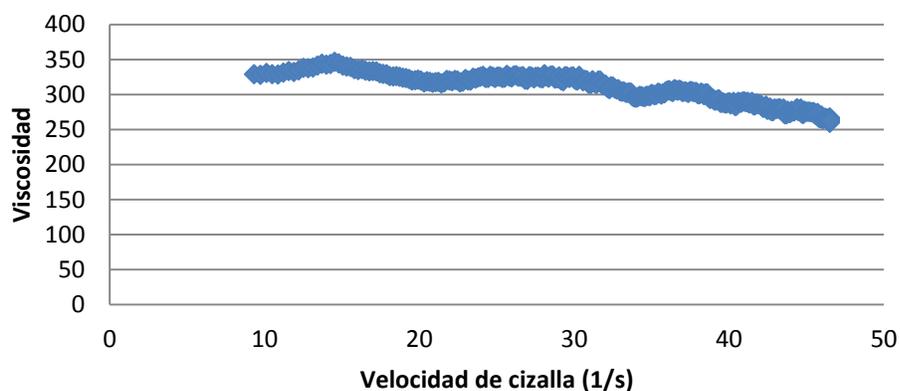
Anexo 1: Curvas del comportamiento reológico muestra #2 durante 6 semanas



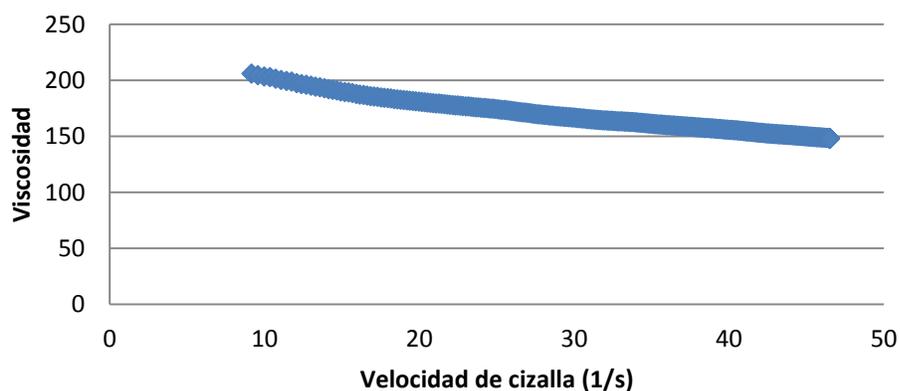
### Comportamiento reológico del experimento No 2. Semana 4



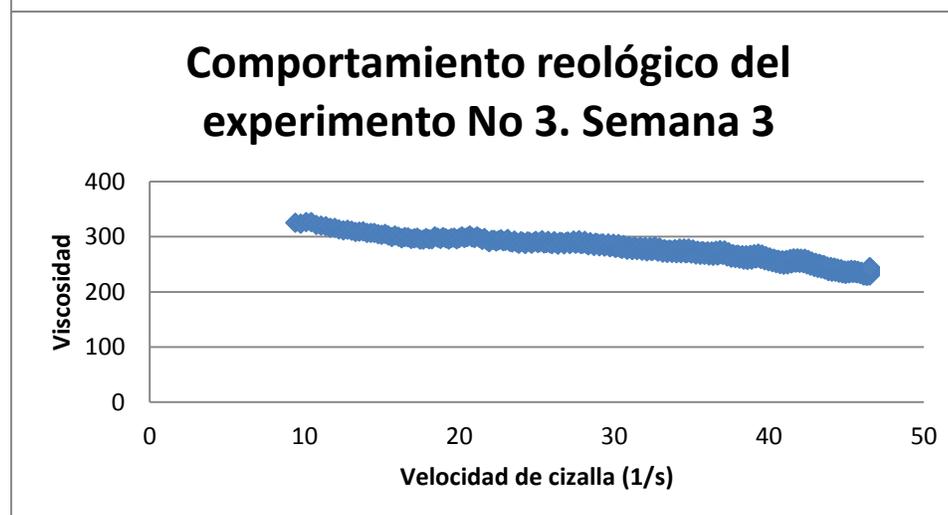
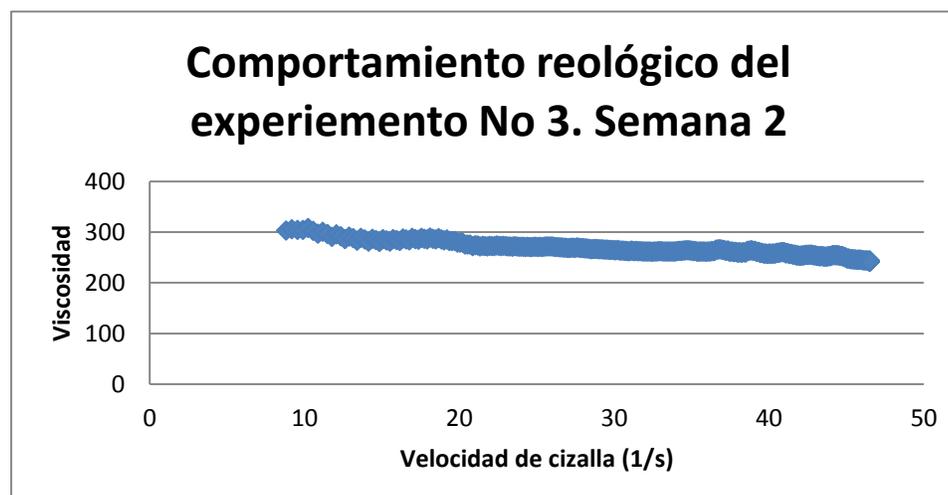
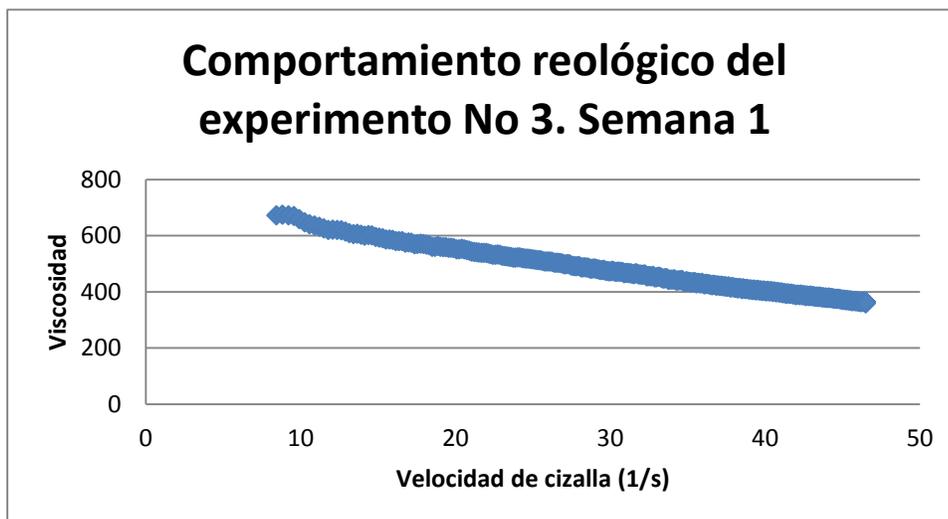
### Comportamiento reológico del experimento No 2. Semana 5



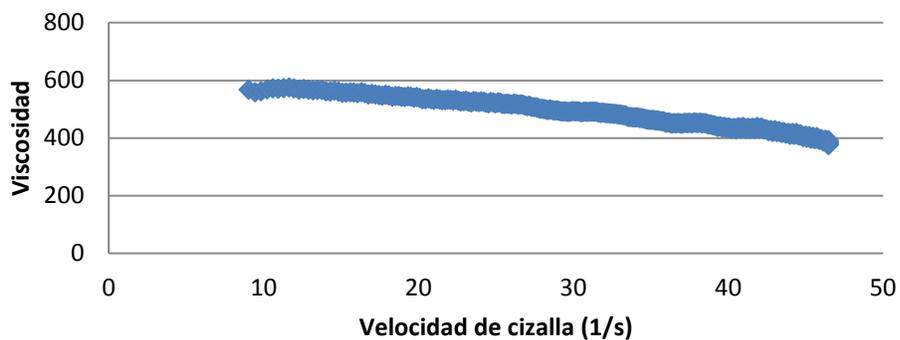
### Comportamiento reológico del experimento No 2. Semana 6



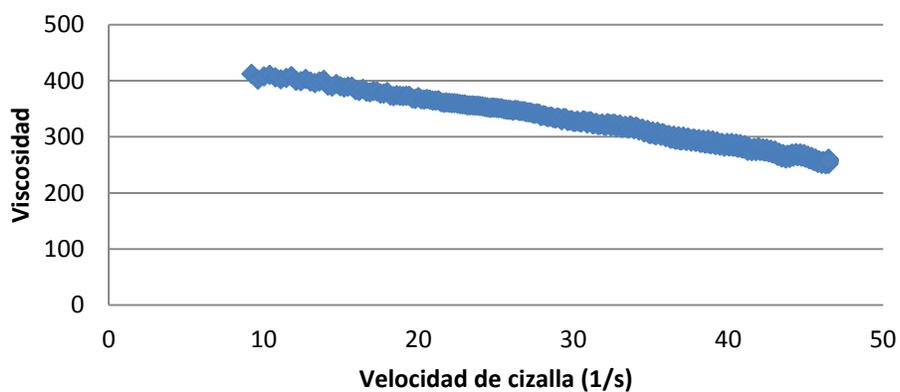
Anexo 2: Curvas del comportamiento reológico muestra #3 durante 6 semanas



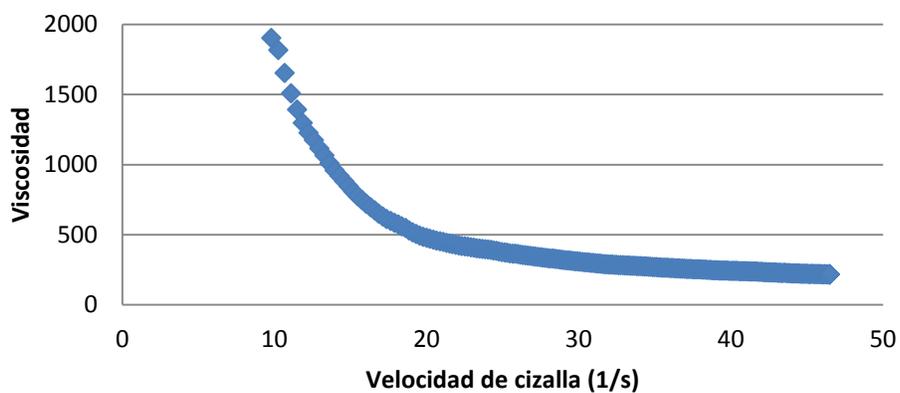
### Comportamiento reológico del experimento No 3. Semana 4



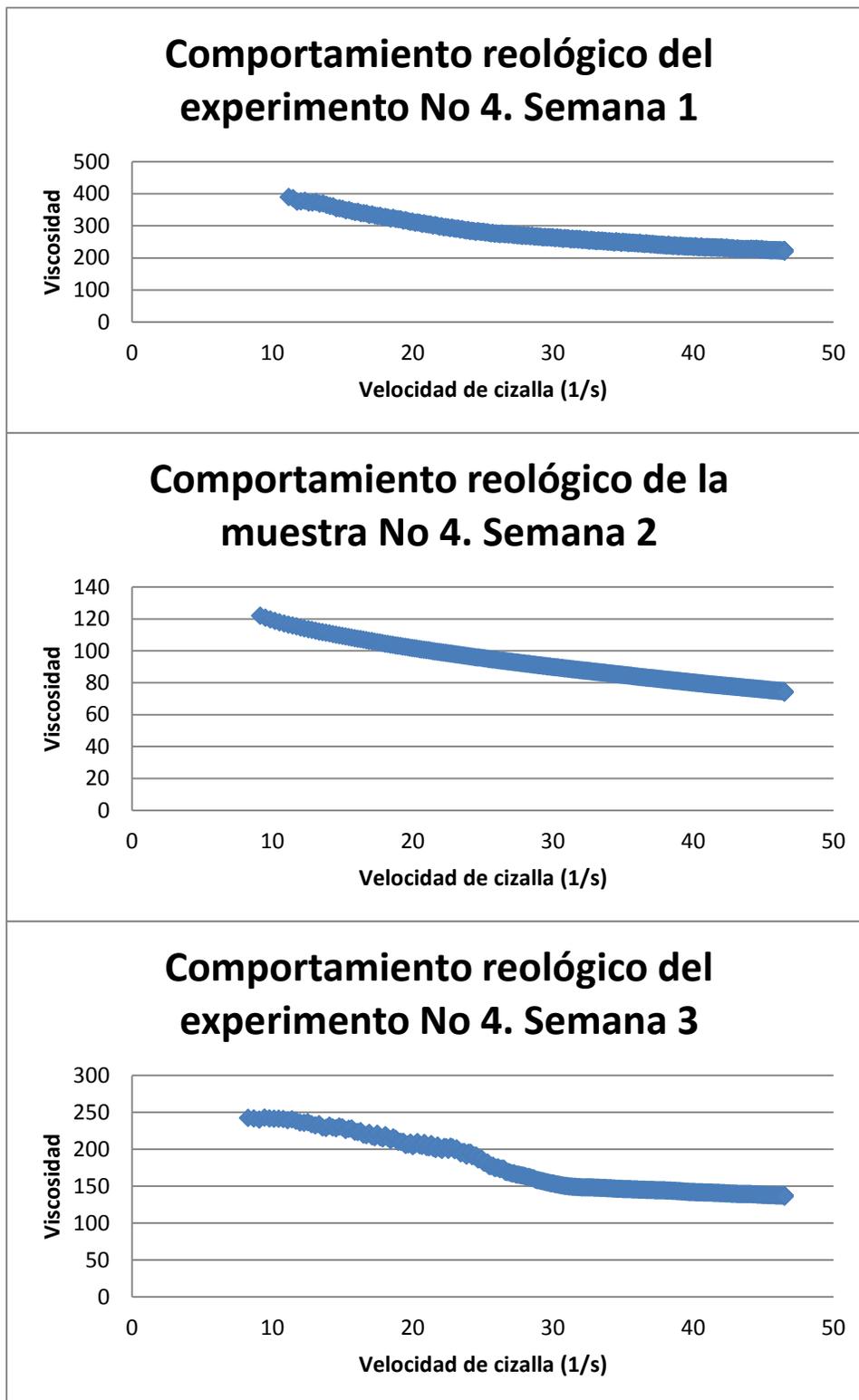
### Comportamiento reológico del experimento No 3. Semana 5



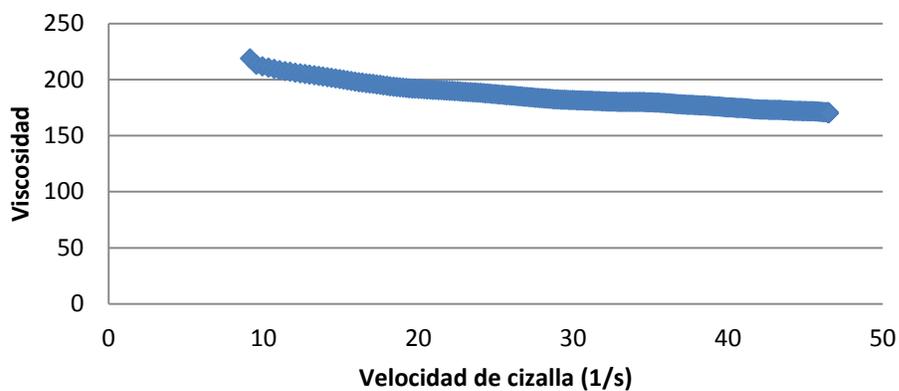
### Comportamiento reológico del experimento No 3. Semana 6



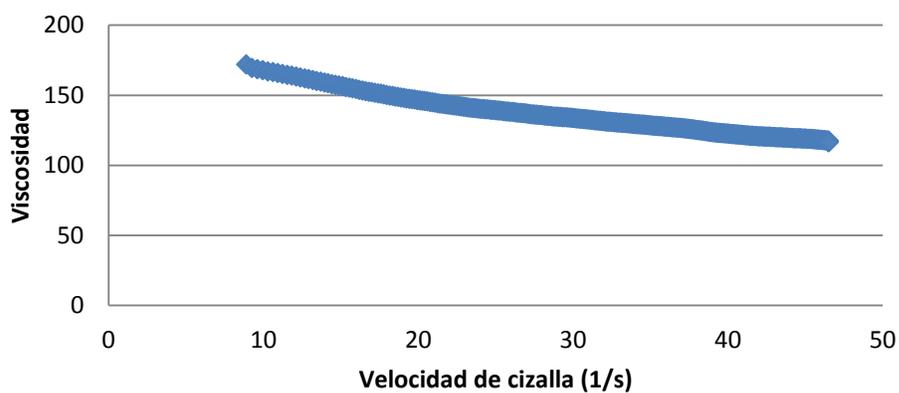
Anexo 3: Curvas del comportamiento reológico muestra #4 durante 6 semanas



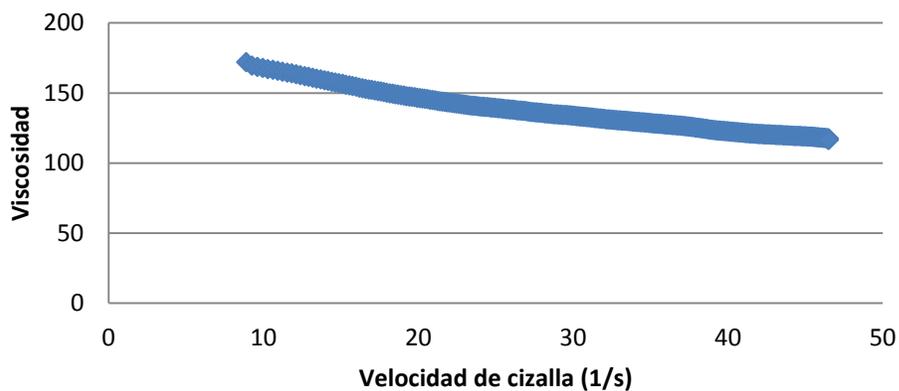
### Comportamiento reológico del experimento No 4. Semana 4



### Comportamiento reológico del experimento No 4. Semana 5



### Comportamiento reológico del experimento No 4. Semana 6



## Anexo 4: Datos para PCA muestra #2

#	Viscosidad 1	Viscosidad 2	Viscosidad 3	Viscosidad 4	Viscosidad 5	Viscosidad 6
1	667.228307	193.01116	337.872818	349.29035	329.013927	205.967935
2	617.442963	193.635029	328.092101	349.098509	328.184239	204.366239
3	591.356648	192.820342	326.247841	350.040187	330.758034	203.484164
4	573.161285	192.099163	326.583565	349.633138	329.089703	202.685918
5	559.596881	195.233557	322.616386	350.267117	328.539697	201.362132
6	548.52374	194.765173	319.050444	349.030441	331.192076	200.237
7	539.189088	194.074234	316.257315	345.84593	333.482726	199.517294
8	530.422578	197.303522	314.592574	342.509973	332.169507	198.685593
9	523.33096	196.764231	310.627325	342.378203	334.458974	197.510874
10	517.041147	194.538709	308.362921	340.237827	338.026448	196.66314
11	511.283821	197.396304	307.856319	337.637468	337.806866	196.069507
12	506.006027	196.98624	306.22218	335.806956	338.672435	195.084408
13	501.117409	193.731152	303.95005	337.478481	341.362488	194.184269
14	496.56714	196.344154	302.45224	335.458087	343.812839	193.611919
15	494.197908	195.832204	300.878654	334.39521	342.758769	192.94453
16	490.177708	191.863082	298.550848	334.482797	343.76797	192.020409
17	486.370619	194.911164	297.705408	334.944434	346.799559	191.351728
18	482.780762	194.471334	297.162245	333.92648	344.281664	190.930499
19	478.821805	190.479218	296.873199	333.513416	341.255103	190.142712
20	475.50643	190.545601	295.630092	335.431415	339.991141	189.4479
21	472.325374	190.087347	294.694667	333.437584	339.519499	189.044292
22	469.29006	186.249199	293.992316	331.206755	336.40266	188.541278
23	466.357758	188.337914	293.228703	331.692972	334.92722	187.83118
24	463.520959	188.013515	292.347417	332.01122	336.357484	187.312408
25	460.780734	184.124803	290.516138	329.699762	334.002103	186.975283
26	458.094096	185.818327	289.073212	329.860193	333.227234	186.411443
27	455.513281	185.561369	288.502028	332.467978	333.713492	185.898647

28	453.791586	181.647224	285.860048	331.548373	333.295648	185.554559
29	451.028185	182.170512	284.713303	329.822816	330.387213	185.16237
30	448.656662	181.576878	284.493259	331.097342	329.542981	184.69623
31	446.371425	178.925112	282.633411	331.914221	329.218707	184.349164
32	444.168001	178.838091	280.922925	329.80173	326.453168	184.07804
33	441.991544	178.424299	281.490828	330.133347	325.995378	183.679157
34	439.926633	176.855693	280.250262	332.785245	326.209561	183.312515
35	437.881902	176.540195	279.782947	330.706554	325.562901	183.034029
36	435.903076	176.111425	280.660968	327.852838	324.207306	182.710744
37	433.688837	174.745923	279.844814	329.43356	323.515497	182.377763
38	431.799446	174.407781	277.361427	331.709007	322.355882	182.094173
39	430.428589	174.015889	275.491095	328.513272	319.886525	181.872379
40	428.624979	175.407669	275.624573	329.626608	320.345988	181.582092
41	426.856525	175.18108	271.912127	333.586566	321.503618	181.262608
42	425.121539	174.768735	269.943788	333.551299	320.05833	181.009857
43	423.434563	173.433187	270.56344	330.181104	317.189684	180.741157
44	421.79473	173.084319	266.956737	333.338658	319.159067	180.432593
45	420.182217	172.526811	265.937121	336.224309	318.334737	180.148941
46	418.613666	170.682977	267.34266	332.114169	316.640485	179.906344
47	417.053207	170.338215	265.478095	332.83004	317.491928	179.636458
48	415.503751	169.692181	264.160755	336.869026	317.994704	179.371507
49	414.349893	168.836824	266.320661	336.482503	315.974246	179.147973
50	412.872255	168.604165	265.432122	331.11627	317.288071	178.886797
51	411.400911	167.0794	262.981726	333.519539	320.804099	178.632888
52	409.966222	166.981386	264.806296	336.38564	320.093859	178.393327
53	408.574951	166.792312	265.264961	331.444879	318.822073	178.159013
54	407.160405	164.649069	262.777907	330.682845	320.644816	177.906831
55	405.793878	164.530849	261.530788	335.110446	319.771159	177.653649
56	404.451404	164.240165	262.055207	334.726891	317.421854	177.440977
57	403.391281	161.516028	258.755453	328.25077	318.48704	177.215928

58	401.871927	161.440116	258.171781	330.023109	322.096291	176.972498
59	400.595155	161.103403	260.487135	333.190003	319.900285	176.736383
60	399.316217	158.798872	256.825593	327.264296	319.879533	176.548215
61	398.067494	158.568639	256.241986	326.764256	323.795729	176.327168
62	396.817802	158.337634	258.568966	331.019247	322.588637	176.111543
63	395.42131	156.786863	256.005246	331.540942	324.492227	175.924905
64	394.2129	156.420226	255.453881	325.535687	325.54505	175.748585
65	393.015465	156.156615	257.662444	328.152805	326.798557	175.550663
66	391.851816	155.313327	256.078207	332.618268	323.564617	175.354082
67	390.717226	154.995039	253.863891	326.039508	323.452895	175.162872
68	389.587645	154.764928	256.265052	323.102711	326.599189	174.960843
69	388.443898	154.292923	254.565232	326.471005	325.457314	174.754581
70	387.137926	153.950293	251.443214	325.567498	323.656354	174.567101
71	386.041808	153.678818	253.532558	318.894312	325.917921	174.348512
72	384.950894	153.018883	253.332758	317.616627	325.420445	174.124789
73	383.877319	152.764257	249.943021	317.492454	323.421754	173.886933
74	382.820073	152.497934	249.51323	312.477566	324.091785	173.652374
75	381.769638	152.077895	252.288919	312.412814	328.164169	173.419833
76	380.712114	151.834843	249.290569	311.565438	325.233369	173.170683
77	379.681927	151.505517	250.387775	311.907268	324.365867	172.93018
78	378.848471	150.996057	253.656695	309.756833	327.311324	172.711995
79	377.829335	150.714148	250.290269	309.1534	327.484631	172.462686
80	376.824107	150.212051	249.970641	309.399099	325.282017	172.162352
81	375.82619	149.785035	253.121649	304.556112	325.425185	171.942307
82	374.844354	149.349078	250.001395	304.401063	326.099558	171.689268
83	374.034999	148.689424	249.34356	304.371456	321.444299	171.417632
84	373.06675	148.30689	252.292616	302.983205	320.98892	171.158753
85	372.122261	147.876822	249.419493	302.512997	326.183166	170.908851
86	371.163942	147.295759	247.473363	303.640647	325.256598	170.649828
87	370.201776	146.79585	250.641868	304.149503	322.88812	170.407864

88	369.27178	146.233916	248.483447	305.216404	325.434186	170.160274
89	368.358824	145.439243	246.279906	307.356901	325.370838	169.922149
90	367.625526	144.858543	249.676308	311.046051	323.533678	169.68996
91	366.726239	144.294917	248.197489	310.440695	323.315418	169.46114
92	365.829871	143.579976	245.036076	314.425804	329.192014	169.263649
93	364.931963	142.976542	248.008826	319.569202	325.694901	169.086996
94	364.048953	142.398926	250.407612	319.012851	323.813741	168.911303
95	363.172368	141.704439	246.533975	316.829074	327.26797	168.72677
96	362.320557	141.158067	247.676297	324.083609	327.041744	168.561385
97	361.472163	140.609537	249.607795	323.56839	322.8769	168.371223
98	360.629428	139.996665	245.566631	318.345226	322.904137	168.186731
99	359.779445	139.514047	245.892366	319.227562	325.939954	168.015353
100	358.954651	139.014399	246.113389	323.810994	320.471072	167.845107
101	358.113519	138.510465	242.187099	322.663868	319.139932	167.665752
102	357.300943	138.126742	241.751065	321.266547	326.080417	167.52268
103	356.480412	137.733115	245.275826	326.383656	325.852071	167.36995
104	355.56498	137.345605	242.223294	328.252193	323.523515	167.232867
105	354.749399	137.022274	241.802782	321.345993	325.199779	167.083463
106	353.956165	136.757254	245.858282	322.911282	325.785108	166.916917
107	353.172038	136.459698	242.792939	328.000507	320.837239	166.748749
108	352.384056	136.253318	241.342588	322.882681	320.053667	166.603628
109	351.606938	136.063256	245.095738	321.670033	326.551559	166.435878
110	350.831914	135.875768	242.208201	326.400871	322.292326	166.271977
111	350.070122	135.703918	240.106346	329.434682	318.840445	166.125584
112	349.308919	135.54943	243.693013	322.33752	320.809001	165.960954
113	348.554187	135.385215	241.601287	324.521777	320.411088	165.789194
114	347.811613	135.23365	238.162696	330.617274	315.214085	165.623897
115	347.069405	135.104366	241.957504	325.380714	314.748182	165.464146
116	346.337389	134.968311	242.904119	322.989707	320.27743	165.302191
117	345.521638	134.837044	238.953886	331.139288	316.920132	165.155501

118	344.806682	134.710862	241.590167	335.043633	315.141546	165.010038
119	344.018292	134.582664	244.878264	329.560718	319.884988	164.859542
120	343.306749	134.464232	244.150191	332.577443	319.878597	164.727414
121	342.618456	134.347049	245.911917	338.085189	314.4356	164.593797
122	341.941759	134.233054	250.496968	331.853329	312.902828	164.450473
123	341.268649	134.116524	246.471673	328.372835	314.172153	164.314639
124	340.687247	133.997344	245.778808	334.339647	309.419966	164.186683
125	340.014676	133.874924	250.625465	335.662815	307.488286	164.060941
126	339.349783	133.765951	246.079418	327.041615	311.937247	163.962043
127	338.685091	133.663497	245.135081	329.796772	311.07404	163.863728
128	337.959496	133.557471	249.850531	335.466935	308.780611	163.770832
129	337.303357	133.44802	245.91776	327.831225	307.136827	163.684751
130	336.668195	133.340209	244.566381	325.445956	307.601826	163.578169
131	336.023392	133.220644	248.950271	330.291477	304.354239	163.470103
132	335.389609	133.12892	245.397633	329.898531	303.808337	163.388424
133	334.753055	133.012202	243.259856	321.60935	304.374091	163.323377
134	334.1168	132.908453	247.027391	323.951279	302.738504	163.23829
135	333.489856	132.816688	244.692621	329.21619	302.175085	163.159811
136	332.86618	132.715014	241.353748	322.908018	302.939191	163.069491
137	332.257611	132.620226	243.25888	320.652595	302.598402	162.960978
138	331.643825	132.530715	244.436077	324.286231	297.336667	162.851921
139	331.104253	132.439944	240.204362	324.421181	295.680891	162.742506
140	330.486215	132.339138	240.274955	318.311411	295.469826	162.629935
141	329.866751	132.241544	243.25234	321.796369	296.408496	162.508062
142	329.240094	132.165124	238.276125	327.666765	298.152451	162.390971
143	328.557628	132.075291	238.110925	322.704645	297.469087	162.283797
144	327.961768	131.980531	242.894397	321.941864	296.701559	162.155639
145	327.364726	131.88485	237.31471	327.719241	296.275337	162.038815
146	326.770819	131.800187	237.214809	329.210304	298.312769	161.909521
147	326.179494	131.687705	242.594739	323.431662	298.120912	161.767906

148	325.677054	131.581889	237.206883	326.707002	297.781735	161.621757
149	325.108087	131.482224	236.70591	332.497337	300.963402	161.47126
150	324.455975	131.376746	241.801958	326.068674	300.001015	161.334896
151	323.890692	131.286753	238.197145	325.11348	299.193342	161.201129
152	323.262822	131.179744	237.497458	331.030771	299.424294	161.050015
153	322.712823	131.08935	242.057391	330.033236	302.816194	160.886031
154	322.165715	130.984773	241.30915	324.045147	301.536782	160.740707
155	321.624831	130.87557	239.167559	328.084864	300.142474	160.6083
156	321.090361	130.769914	243.127877	332.666722	301.716915	160.487112
157	320.63779	130.654182	245.708588	325.951853	301.617739	160.384193
158	320.106808	130.55127	241.557637	326.249541	304.823402	160.288155
159	319.592094	130.439799	241.661672	332.572302	305.997596	160.183967
160	319.080594	130.346701	246.737544	329.509519	306.398047	160.073161
161	318.568079	130.245048	241.510862	323.536692	304.264545	159.98325
162	318.05695	130.133707	241.459168	326.242759	303.383868	159.886826
163	317.625296	130.031335	246.638879	330.309669	307.718409	159.782483
164	317.123587	129.933687	241.543825	322.409409	306.784229	159.669041
165	316.629541	129.842126	241.60519	321.310963	305.599985	159.561261
166	316.157825	129.72712	247.784316	325.545964	306.624065	159.431956
167	315.673093	129.632506	243.866084	321.912995	306.467418	159.310954
168	315.184268	129.54082	243.95506	317.245106	303.679457	159.19847
169	314.690239	129.449229	248.452632	320.070023	303.954289	159.107362
170	314.273889	129.364992	246.799344	323.893758	304.656816	159.01132
171	313.783356	129.275503	245.579496	316.037483	303.260334	158.904699
172	313.384058	129.187075	248.714912	316.125288	302.145477	158.807298
173	312.913959	129.09832	249.847432	316.186119	304.731538	158.706424
174	312.443535	129.026614	246.465318	312.647864	304.924337	158.615415
175	311.972221	128.948039	246.449433	307.14803	303.493938	158.515791
176	311.501933	128.879821	248.055163	307.902144	303.512049	158.419491
177	311.04115	128.810854	242.792072	307.483412	303.606343	158.32521

178	310.573651	128.742377	242.474581	300.145568	300.411885	158.203079
179	310.045462	128.663789	248.203374	299.765389	300.293604	158.081947
180	309.582278	128.57799	241.911581	299.944414	302.480299	157.970674
181	309.129051	128.509934	241.795027	296.042033	301.653214	157.848544
182	308.679901	128.441119	247.805215	295.438867	299.262099	157.728604
183	308.238393	128.366542	244.159484	296.643893	301.851321	157.604404
184	307.784889	128.299132	243.794595	296.455058	301.96279	157.48391
185	307.348866	128.251658	248.99211	294.919596	296.388971	157.370429
186	306.875533	128.189886	247.478078	295.472544	293.446997	157.29972
187	306.437358	128.116671	245.742332	295.982079	294.424638	157.238084
188	305.98894	128.038575	248.430367	295.245351	293.372668	157.160414
189	305.572241	127.96431	250.304211	295.517873	291.43426	157.070728
190	305.132437	127.890963	246.713125	295.499603	291.358119	156.973295
191	304.692982	127.811698	246.600607	295.433348	292.619293	156.863506
192	304.23396	127.735993	249.062695	294.650862	292.984137	156.758881
193	303.791525	127.658251	242.842463	300.578896	287.93925	156.652884
194	303.355542	127.572628	242.59752	300.687203	288.329784	156.542113
195	302.914316	127.499826	248.867067	300.440859	288.477185	156.435112

## Anexo 5: Datos para PCA muestra #3

#	Viscosidad 1	Viscosidad 2	Viscosidad 3	Viscosidad 4	Viscosidad 5	Viscosidad 6
1	672.958832	324.874704	344.206873	567.417291	412.795737	1904.60885
2	675.611594	302.904495	325.378583	558.519037	402.447343	1818.61912
3	672.98074	305.594061	324.115331	562.489708	408.046681	1655.06488
4	670.188647	304.412622	326.623427	568.930165	411.150517	1510.64978
5	659.546136	304.732465	326.782057	571.633102	406.683316	1394.02343
6	647.839087	308.494781	321.846732	570.747153	402.882578	1299.12002
7	640.990945	302.773781	320.289063	572.972891	405.260439	1227.90759
8	636.536792	296.99442	319.133778	575.222488	408.90985	1175.80945
9	632.513644	300.544998	316.346933	571.703973	400.195486	1117.08033
10	626.867361	296.244678	316.166666	567.899445	399.764027	1066.59542
11	620.85535	290.413422	313.306261	569.573816	403.817032	1010.43312
12	621.441516	295.664456	311.928841	567.056772	399.006749	961.144125
13	620.676782	291.844913	312.74646	564.961121	396.495451	921.772949
14	619.2927	286.251992	311.140724	566.799054	399.091243	883.719373
15	615.228946	291.303856	308.968008	566.618542	401.676237	847.137296
16	609.857617	288.083323	309.323569	561.567816	391.638226	811.495697
17	606.457663	283.210378	309.954807	560.505872	389.898965	776.997458
18	607.471191	288.541302	307.061494	564.394263	394.42016	749.906226
19	603.755905	285.821263	306.910153	561.102609	390.462138	722.622897
20	600.624802	281.367084	307.140936	556.605099	388.491229	697.972183
21	602.425452	286.7481	304.81711	557.935571	390.157523	675.073102
22	601.697989	284.180773	303.598598	559.027231	390.167783	652.47719
23	595.77739	280.751136	305.444103	557.183527	383.521204	631.967116
24	593.497336	286.236796	302.289271	555.526791	382.22292	613.297935
25	591.010696	283.919027	299.633437	558.716138	386.114706	598.663358
26	586.699646	281.313924	302.426659	555.315958	381.088345	585.583626
27	586.440259	286.205083	300.018927	551.277597	379.746094	573.327222
28	585.495508	284.058223	297.483942	552.944769	381.823259	561.029927
29	581.379919	282.401666	299.617885	551.397058	381.272821	548.976549

30	581.039044	287.352601	299.072137	548.548209	377.342996	532.037852
31	580.875256	285.539806	296.367278	546.781964	377.691566	517.450121
32	575.90397	283.594482	297.406725	550.352963	380.553227	505.630196
33	576.071716	288.462595	298.730437	547.578006	374.320595	495.573727
34	575.124338	286.385184	295.217102	543.582416	372.788896	486.622203
35	570.163686	284.767658	295.258264	545.498727	374.895686	478.247903
36	570.437309	289.054169	298.029068	545.140143	373.658777	471.538101
37	572.509755	286.967137	295.528575	542.921756	372.874431	465.240605
38	570.708675	285.855104	295.66385	541.644305	373.75607	459.08903
39	569.107246	289.522878	300.872696	544.855475	373.7586	453.945547
40	566.582562	287.034686	298.647711	542.678326	368.991992	449.309033
41	560.636247	285.317179	295.955112	539.654321	368.076326	442.565292
42	560.86089	288.164092	299.64119	541.640778	371.055408	437.439969
43	564.259981	285.323651	297.480412	538.557112	367.467082	433.648868
44	560.907225	283.777367	295.04729	534.864412	366.537459	429.579822
45	560.090334	285.53214	298.074456	534.119511	367.628789	424.704175
46	559.41431	282.535185	298.455955	537.21216	366.882565	420.816623
47	556.875488	282.31178	295.841045	534.739348	365.1177	417.202379
48	557.500934	282.560609	297.681161	531.819023	364.925691	414.501607
49	556.462247	279.040626	300.555842	535.870076	365.444998	410.97805
50	551.609534	279.293093	297.905381	533.460432	362.396986	407.676236
51	551.739142	279.048424	299.876971	531.027505	361.264577	405.090215
52	553.669714	275.423085	302.830625	531.474728	361.813399	402.508562
53	552.229153	275.626689	298.83892	533.657401	360.825935	399.705122
54	549.450543	275.428584	297.720573	532.02998	360.437428	397.078362
55	546.648515	272.575707	300.919005	529.536118	360.698775	395.481342
56	543.223532	274.11052	297.848776	533.098233	360.095631	392.16441
57	542.258716	273.727444	294.295657	530.402908	358.722598	387.970175
58	541.917432	271.625581	297.775231	526.86851	358.233755	385.612704
59	540.764212	273.059637	293.532311	528.149892	358.208534	382.222189
60	539.250926	272.622073	290.565208	528.435553	356.212112	377.571935
61	538.741048	272.041893	294.262528	525.058379	356.237753	374.45692
62	539.015141	273.135869	294.459139	522.918999	356.488878	372.152203

63	537.464113	272.600779	291.320244	527.579047	355.800809	368.771077
64	535.039531	272.414404	293.726865	526.428119	355.646945	366.319664
65	532.342456	273.612865	295.898576	523.891672	355.16353	364.809621
66	532.031496	273.159559	291.937221	526.166052	354.494093	362.10627
67	533.796889	272.161182	292.993759	525.253604	353.749798	359.56001
68	532.604558	273.12809	296.447282	522.008484	353.280372	356.845134
69	529.331026	272.539188	291.288365	519.478751	352.073969	354.453477
70	527.965495	271.978812	289.758656	524.016077	352.554624	351.577817
71	526.538637	272.118252	293.116562	522.950931	352.49121	349.371849
72	525.743184	271.460727	289.83419	520.462933	351.874772	347.014981
73	524.290004	272.250594	287.342647	523.591135	351.608959	344.727408
74	522.629179	271.990305	292.439648	522.055095	351.472581	342.620992
75	522.175677	271.297769	290.353895	517.90914	349.933291	339.749577
76	523.452278	271.349004	287.05248	517.684622	349.322637	337.837001
77	523.56628	271.137054	291.505758	518.920081	348.669624	336.141171
78	521.315523	270.718909	290.906052	518.061197	348.372527	333.605632
79	519.48017	271.109025	287.474282	515.349756	346.886489	331.811899
80	518.433365	270.822897	290.688847	518.677873	348.421818	330.364302
81	518.638487	270.616548	292.749084	518.077623	347.90117	328.175075
82	518.220253	271.352374	288.737006	515.927512	346.232735	326.699213
83	516.153795	271.159155	290.414931	516.959256	346.226262	325.122682
84	515.133908	270.368983	293.909466	515.221173	346.153645	322.595422
85	513.770215	270.965355	288.145129	512.044101	344.441916	320.335927
86	512.849338	270.763863	288.862051	509.958273	344.043679	318.601663
87	513.280359	271.120879	292.981269	512.445862	343.954731	316.992842
88	510.525528	271.972734	288.198682	508.393845	342.343375	315.079938
89	508.166362	271.702221	287.20768	506.492606	341.064204	313.645961
90	508.508496	271.880074	292.334923	506.96687	342.148555	311.932523
91	508.442725	271.843633	288.730891	504.842375	341.530707	309.960661
92	508.680417	271.489209	285.857961	501.305705	337.113617	308.23819
93	507.97417	270.584654	291.288753	500.759206	338.847646	306.299242
94	504.630191	270.251347	290.290753	500.173619	338.15798	304.653992
95	504.56722	270.044376	286.405725	498.411334	335.623537	303.223267

96	504.628905	269.729754	290.585004	496.650339	335.77817	301.500081
97	502.4869	269.53353	291.469724	498.887466	336.875854	299.984154
98	501.383568	269.449781	286.936866	496.597498	333.671156	298.781154
99	498.906078	268.92658	289.801493	494.976723	333.037817	297.031111
100	498.015797	268.736853	293.447967	495.564439	335.177004	295.531813
101	499.534587	269.245242	287.769855	494.450447	333.851728	294.26476
102	498.319713	269.098734	289.049737	492.34868	329.568095	292.504366
103	493.999142	268.863557	293.700848	491.750066	333.943235	291.310541
104	492.765269	269.811211	287.163475	492.654274	333.731701	290.379385
105	491.852039	268.998303	287.447482	491.728571	328.688837	289.346642
106	492.140144	268.819666	292.616324	490.502292	329.434704	288.482587
107	492.628337	268.680244	286.974787	490.97114	330.256091	287.646391
108	488.302321	268.236689	284.790123	493.257373	326.843197	286.449779
109	487.633806	268.147571	290.508913	492.138934	326.954217	285.304849
110	488.037405	267.222003	287.111452	492.611597	329.409698	284.694975
111	486.861403	266.612402	283.681684	492.221254	327.049168	283.849113
112	487.617528	266.423344	289.320425	490.567052	325.928081	283.15502
113	484.224248	266.775026	288.129525	489.548067	329.725215	282.4636
114	482.900858	266.488927	283.219917	491.328578	328.716725	281.641472
115	484.043723	266.744695	287.519585	491.796429	324.114034	280.609738
116	483.215015	266.262885	288.317457	490.735547	328.107684	279.775676
117	481.278629	266.026034	282.304572	490.935916	328.148883	278.998494
118	480.379489	266.426936	284.872885	491.57339	322.556868	278.18101
119	478.541821	265.822266	288.393166	490.76944	323.94463	277.368097
120	478.497314	265.626357	281.131873	491.007199	325.176599	276.758606
121	478.916278	265.467662	282.765748	490.308978	321.567133	275.812138
122	475.477036	264.737781	287.359917	487.73161	321.756911	275.149419
123	474.700755	264.590673	279.867793	486.440839	324.345709	274.391891
124	473.942035	264.725967	281.028638	487.863173	320.884137	273.553462
125	473.697321	264.122424	286.733868	487.024623	319.616688	272.792403
126	476.288847	264.124365	279.527376	486.220461	324.964913	271.887267
127	473.631087	264.69695	278.15651	485.870345	323.696983	270.677382
128	471.048096	263.886497	285.218977	484.830569	319.139285	270.155652

129	472.334172	263.89118	280.425351	484.239879	323.530454	269.443724
130	472.033833	263.772747	276.600905	484.045824	323.368974	268.318953
131	471.703239	263.163454	282.775792	483.468146	317.264654	267.706712
132	470.924797	263.315668	281.0033	482.27977	320.490656	266.600359
133	467.106903	262.501345	276.112868	481.382037	322.433147	265.594011
134	467.48418	262.295355	281.505952	481.277072	316.285446	264.933513
135	468.149802	263.706072	281.577357	479.664787	316.820038	264.505405
136	466.140558	262.940589	275.938023	478.794971	319.875069	263.537934
137	467.127837	262.590964	280.234635	477.886945	315.332101	263.004993
138	463.911101	263.250542	282.158997	474.190665	315.043551	262.477964
139	463.284595	262.284052	275.049339	473.042963	320.459942	261.529587
140	466.370351	262.111017	277.625577	472.029666	317.734978	261.217621
141	465.276939	262.520949	281.726062	471.824089	313.715475	260.708303
142	461.847469	262.010535	273.812426	471.711108	318.224503	259.585355
143	461.659967	261.78908	276.05298	471.914236	317.161956	259.216059
144	461.377361	262.042837	281.835658	471.380731	311.845452	258.719108
145	462.479068	261.650396	274.243269	469.338963	314.172362	257.556025
146	461.581396	261.479433	275.336263	468.950784	315.120183	257.001595
147	455.736722	261.482591	282.771313	468.552071	308.025551	256.746933
148	456.773747	261.378759	275.810588	465.792116	309.74517	255.438718
149	456.854021	261.599165	273.206654	465.174382	312.70987	255.005296
150	455.658557	262.062164	280.514775	463.891295	305.128645	254.834268
151	457.530406	262.000163	276.376555	463.089914	305.295377	253.693484
152	452.064059	262.417152	271.647618	462.493964	309.718287	253.314326
153	451.691203	262.666217	277.878007	462.450171	304.103667	253.299298
154	454.724673	262.481555	276.255062	461.390175	302.960364	252.232619
155	453.769275	261.630302	270.889535	460.05522	309.400451	251.519139
156	452.361964	261.823366	276.317462	460.186394	306.026357	251.41822
157	449.056999	261.564272	276.835045	459.547833	302.124605	250.392536
158	447.037238	261.611848	271.084892	458.358896	307.191088	249.659946
159	449.523289	261.928205	275.252126	458.095058	305.399148	249.653958
160	448.371614	261.621078	277.937749	455.91227	299.919639	248.360238
161	443.314494	261.782632	270.494267	452.622952	302.315558	247.640326

162	444.272585	262.009428	273.883179	453.263307	303.8802	247.678819
163	443.459505	261.901243	278.622138	453.425264	296.827745	246.653844
164	443.817981	262.332787	270.187147	451.003033	298.290041	245.939882
165	445.579056	262.707021	272.4602	450.529343	302.673907	246.216466
166	440.581331	262.815051	278.772955	451.474715	295.072694	245.267976
167	440.319041	263.208145	270.229037	450.214783	295.606804	244.473773
168	441.603708	263.70125	270.902374	451.079369	301.368677	245.172622
169	441.358786	263.933511	279.127556	452.033759	294.024583	244.239156
170	442.554065	264.233612	272.113889	450.943948	293.96275	243.381226
171	437.575754	264.247134	269.495334	449.028528	300.716449	243.885675
172	435.300195	263.963513	277.21245	451.542281	295.344711	242.895543
173	438.452301	263.621591	272.717957	452.635667	292.657038	241.879858
174	437.200233	263.409347	268.084069	451.490482	299.385535	242.735539
175	434.787901	262.389481	274.906829	451.958452	296.170464	241.833361
176	434.83259	262.87055	273.095602	452.853613	291.888104	240.970238
177	433.340146	262.601228	267.539346	450.982095	296.772799	241.616109
178	434.725471	261.116325	273.474693	452.041827	296.91766	240.864786
179	434.780249	261.814967	273.640272	453.539777	291.445083	239.91725
180	430.937857	261.688699	267.374653	452.535504	292.87721	240.405502
181	432.458524	261.657612	272.175339	451.446442	296.382795	239.73281
182	431.747241	262.076922	273.756476	452.803874	289.546017	238.836524
183	430.662537	261.779808	265.973938	452.339653	290.228627	239.189529
184	432.495995	261.058134	269.811328	450.523122	295.277254	238.455791
185	428.208521	261.843138	273.90232	451.5867	288.160807	237.322964
186	426.906592	261.792165	265.54563	451.88526	288.682582	237.85295
187	428.901585	262.008035	268.55934	448.872992	295.209116	237.256313
188	427.579953	262.791582	274.823011	447.303931	287.614054	235.711646
189	427.380602	262.5839	266.326859	447.438312	287.344986	236.135923
190	425.796425	263.277485	268.103773	445.502386	294.062576	235.56414
191	423.660707	265.658751	276.276574	443.369485	287.856261	234.060862
192	426.289696	265.789402	268.280493	443.487692	285.487041	234.638661
193	424.930496	266.061187	267.310633	441.92001	292.103846	234.194386
194	422.184535	266.056741	275.612347	438.043259	288.243258	232.31218

195	423.901297	265.340829	268.942691	439.682596	284.125175	232.910758
196	422.078249	264.890796	264.464953	440.583331	289.601278	232.451833
197	421.715533	264.779343	272.119359	436.720351	288.633878	230.844353
198	422.807391	263.200452	267.55686	437.323283	282.778406	231.334112
199	419.842841	263.868054	262.193745	437.938594	285.294353	231.037052
200	420.664647	263.535618	268.787961	434.73739	289.310573	229.544122
201	419.999921	261.075384	267.116925	434.874814	283.023827	229.765286
202	417.617909	261.855235	261.463363	436.186911	283.881593	229.529546
203	419.948878	261.467517	267.294387	433.650917	289.498576	228.030193
204	416.889435	260.467165	267.355999	431.534987	282.825239	228.268675
205	415.281664	261.393582	260.376011	433.822687	283.260854	228.165154
206	417.496162	260.630086	265.311388	434.051172	288.331746	226.732455
207	415.321997	259.421623	266.892072	430.896907	281.075094	226.887296
208	414.916347	260.532935	258.840005	434.73208	281.336554	226.967951
209	414.904578	259.627793	263.334668	437.74859	287.388638	225.484036
210	412.070793	259.046297	266.527232	433.019579	280.304952	225.68726
211	414.557472	260.229288	258.037962	434.979311	279.172799	225.751234
212	413.130032	259.651374	262.149408	438.051218	285.65267	224.313228
213	410.461453	260.031676	267.340501	433.972014	278.742175	224.581041
214	412.925751	262.914884	258.924236	432.087947	275.422235	224.768745
215	410.707364	263.219236	261.355553	434.608278	282.352525	223.270234
216	409.924573	263.489223	268.722797	433.387663	278.891914	223.462114
217	411.280017	264.309511	260.912111	431.162204	274.70817	223.485017
218	408.416867	263.846188	261.476379	433.851668	279.535464	221.965131
219	409.1446	263.285741	269.379915	435.436212	280.627203	221.997182
220	408.688126	263.032699	262.255452	431.548651	274.977934	222.257706
221	406.447917	260.900454	260.042232	434.67106	278.355061	221.017575
222	408.934169	261.194814	268.040287	437.899979	281.846285	221.027268
223	406.62572	260.877367	261.7483	432.56268	275.353135	221.764404
224	405.558675	258.541637	257.476025	433.911514	276.071186	220.442631
225	407.87231	259.238309	265.107654	436.405463	280.085255	220.388117
226	405.734134	258.490162	260.554341	431.795142	274.280434	220.931728
227	405.615744	257.254327	255.579213	429.377011	274.709489	219.628323

228	405.64967	258.112391	262.69391	430.557018	279.386867	219.585972
229	403.379036	257.553136	260.043319	428.110359	272.76835	220.101425
230	405.465654	256.734149	254.006519	424.007175	272.832555	218.850349
231	403.742036	257.937096	260.444193	426.21006	277.576992	218.913035
232	402.008589	257.150431	259.180165	426.807274	270.726955	219.380816
233	404.674997	257.264419	252.202616	421.162265	270.736192	218.09905
234	402.470547	258.188943	258.117785	423.945323	275.661864	218.089051
235	402.205449	257.271156	258.277384	426.986874	268.576137	218.752321
236	403.118039	257.772246	250.72331	420.798682	266.3939	217.540411
237	400.30191	259.541399	256.090319	421.26808	272.170092	217.690049
238	401.536459	259.360413	257.748714	423.935536	267.385686	218.231658
239	400.324081	259.383625	249.750974	419.090955	263.606093	217.125425
240	398.159511	260.694075	254.583915	417.042393	269.870119	217.140208
241	400.34157	260.717789	258.250202	420.107062	266.416462	217.644073

## Anexo 6: Datos para PCA muestra #4

#	Viscosidad 1	Viscosidad 2	Viscosidad 3	Viscosidad 4	Viscosidad 5	Viscosidad 6
1	398.089363	122.107878	242.713517	218.958879	171.88437	1653.59162
2	391.438666	120.789265	241.709939	213.42505	169.384914	1532.40996
3	395.086836	119.717732	240.35514	211.941443	168.55356	1462.75262
4	401.760399	118.827814	243.141936	210.805161	167.770737	1359.1253
5	405.724466	118.033614	241.755305	209.694755	167.03501	1263.18807
6	404.606444	117.302505	241.545624	208.624084	166.409055	1187.94195
7	397.693547	116.625235	241.381899	207.737799	165.75159	1126.63488
8	390.271402	115.977507	241.003672	207.013208	165.089179	1071.96442
9	386.501193	115.365101	239.332362	206.344691	164.514262	1029.38252
10	375.884514	114.781744	240.511069	205.678079	163.915128	1016.20878
11	376.488754	114.249423	238.861481	205.041529	163.253656	1000.14862
12	378.501888	113.711041	236.490237	204.456654	162.623681	978.164374
13	373.740096	113.214031	235.879498	203.892432	162.028289	959.09808
14	373.073555	112.756525	236.789856	203.349366	161.399323	947.78779
15	374.951784	112.283554	233.859991	202.775299	160.767536	934.416864
16	370.021123	111.853578	232.563584	202.210406	160.181831	919.165826
17	370.822821	111.433383	234.008353	201.639512	159.659246	904.494196
18	365.81369	111.028104	229.817618	201.131413	159.075204	876.718008
19	362.662352	110.618586	228.749702	200.63828	158.522549	869.160449
20	361.642471	110.251878	232.000816	200.035746	157.951064	858.45184
21	354.985808	109.879215	229.85883	199.444087	157.410893	847.378171
22	355.104312	109.514188	228.347767	198.835623	156.876432	822.616479
23	353.556424	109.153138	230.792237	198.244429	156.36932	812.254022
24	349.078682	108.795949	229.699476	197.728494	155.842559	804.934946
25	350.346997	108.436655	226.312077	197.353629	155.299051	795.905832
26	346.06357	108.092366	227.778769	196.949564	154.790092	779.432037
27	344.071417	107.738018	228.122363	196.586616	154.327885	767.389658
28	344.573732	107.430542	223.682511	196.205124	153.823432	766.927637
29	339.617221	107.11514	223.390652	195.774471	153.30689	758.86926

30	340.392053	106.805575	224.534633	195.344053	152.844244	732.748267
31	338.778516	106.468638	219.856559	194.941072	152.457702	720.713071
32	334.612605	106.150324	219.238345	194.557677	152.075254	721.339221
33	336.447188	105.83653	222.4426	194.189482	151.71647	711.300247
34	332.660098	105.531578	217.44882	193.829303	151.353591	687.676682
35	331.352968	105.262207	216.536005	193.518404	150.973446	675.606454
36	331.65222	104.981967	221.181532	193.156542	150.559521	675.163974
37	327.002029	104.693788	216.47604	192.836838	150.127029	669.950778
38	328.48006	104.412861	214.736393	192.599292	149.757843	662.655908
39	326.594057	104.1378	219.208889	192.39919	149.403635	642.94173
40	323.165318	103.855033	215.607504	192.17802	149.087184	641.97753
41	325.372446	103.588479	212.497816	191.978672	148.735666	636.841608
42	321.596944	103.344342	215.973734	191.818331	148.395608	631.273135
43	321.466078	103.087878	214.185683	191.656416	148.064606	615.875739
44	320.853578	102.836814	210.081494	191.487842	147.729587	612.432175
45	316.296956	102.598403	210.267598	191.343551	147.432076	607.597461
46	318.013264	102.369274	210.078703	191.216936	147.148096	602.898749
47	315.67843	102.150365	206.019157	191.012653	146.835709	602.748526
48	313.326633	101.908279	206.604343	190.834802	146.582048	595.415829
49	314.277159	101.679567	209.113442	190.706696	146.336729	590.328461
50	310.163989	101.455341	204.474886	190.556026	146.057555	586.089165
51	311.372252	101.241537	206.550269	190.441348	145.765444	589.462755
52	310.749541	101.026329	209.93614	190.345735	145.473581	584.35811
53	306.865948	100.816375	205.286807	190.146268	145.154797	579.538725
54	308.885837	100.607685	204.824902	189.95783	144.856326	576.454141
55	305.523221	100.390749	208.661077	189.848711	144.565933	580.282431
56	304.744193	100.19741	203.205148	189.716962	144.289678	574.013486
57	305.297539	99.992815	202.637917	189.497764	144.029424	569.390228
58	301.539395	99.7886078	206.939089	189.341375	143.748705	566.832356
59	302.941824	99.5912453	201.881352	189.195354	143.491389	570.122609
60	301.107959	99.3948116	200.422897	189.066679	143.237776	559.718979
61	297.904796	99.2121033	205.050973	188.924259	143.011333	555.35901
62	299.619699	99.0015438	201.160986	188.792761	142.829926	554.905608

63	295.623767	98.8115707	199.115005	188.601013	142.615778	554.75761
64	296.402399	98.6220955	203.211799	188.443887	142.404509	546.357996
65	296.142421	98.4352077	202.630231	188.292169	142.198573	542.393498
66	293.300722	98.2370338	199.350789	188.048148	141.949271	549.123289
67	295.373943	98.0668396	203.604147	187.849213	141.743959	544.847438
68	292.156256	97.8814754	202.510594	187.724712	141.521447	536.20152
69	291.544786	97.7041092	198.74702	187.49978	141.305002	533.726773
70	292.686317	97.5271488	201.028648	187.281355	141.114813	540.242311
71	288.948662	97.3536953	198.399364	187.120267	140.922979	529.036235
72	290.157449	97.188789	194.388326	186.955129	140.738427	518.415048
73	287.980011	97.0213898	196.264527	186.784592	140.569721	519.867963
74	285.782716	96.852491	196.076689	186.622403	140.370054	522.64424
75	287.837592	96.6857277	191.607867	186.416394	140.204123	510.241226
76	284.552081	96.5056973	195.373875	186.235651	140.041051	502.616193
77	284.861674	96.3429573	195.350803	186.098354	139.915285	509.260718
78	284.397503	96.1789375	190.454266	185.925169	139.797204	511.194316
79	281.948833	96.0135468	191.236024	185.718714	139.670921	499.660977
80	284.575106	95.8499519	191.45933	185.540115	139.54259	497.567445
81	282.068463	95.6744637	186.273073	185.358801	139.414674	502.244492
82	281.285472	95.5112453	186.756552	185.155544	139.223357	498.382726
83	282.435622	95.3543884	186.972387	184.989108	139.072343	491.042136
84	279.620438	95.2144932	182.166045	184.823125	138.910232	493.493871
85	281.089011	95.0618465	181.839674	184.630034	138.744853	497.821045
86	278.881686	94.910939	182.195185	184.464057	138.607882	486.743539
87	276.908617	94.7488914	177.267813	184.314515	138.425373	479.311453
88	279.153603	94.6020695	177.512247	184.141682	138.269241	484.519429
89	276.249677	94.4583321	177.790075	183.963598	138.119102	482.953166
90	276.922803	94.311475	174.754312	183.80765	137.983109	471.835489
91	276.502281	94.1668598	174.906837	183.644019	137.850898	471.15782
92	274.511642	94.0232906	175.524651	183.485146	137.681657	475.801459
93	277.383995	93.8814735	172.974795	183.336258	137.518115	470.046704
94	274.838342	93.7398659	173.839526	183.172002	137.39989	462.903296
95	274.709001	93.5993809	173.820821	183.028664	137.250603	466.788582

96	275.516758	93.4583008	169.485294	182.85815	137.108443	465.650752
97	273.40333	93.3306107	169.268217	182.689124	136.91534	454.630481
98	275.159975	93.1946941	169.313452	182.552428	136.731458	452.404323
99	273.142749	93.0715328	167.813228	182.442739	136.5573	456.463216
100	271.282072	92.9367619	167.324891	182.324566	136.384093	453.878143
101	273.036857	92.8050243	167.434502	182.232034	136.206126	446.098994
102	270.371389	92.6741489	166.084568	182.165188	136.076427	449.44017
103	271.518851	92.5410748	165.656374	182.110339	135.938535	448.882239
104	270.600279	92.3907063	165.622419	182.034603	135.822153	442.117032
105	268.792485	92.2697803	164.984203	181.98615	135.713111	442.155576
106	271.566112	92.1377247	164.355244	181.914369	135.575983	447.674203
107	269.04509	92.0077084	164.206843	181.831681	135.440325	445.503281
108	269.63838	91.8795628	163.337233	181.747662	135.313112	437.436748
109	270.163783	91.7481323	162.679064	181.668445	135.180558	440.431421
110	267.727486	91.6217686	162.519664	181.576453	135.048645	439.764716
111	269.951913	91.4966724	161.711598	181.505939	134.892609	436.152544
112	267.484529	91.3740654	160.792254	181.437914	134.794456	435.395497
113	266.751822	91.2512093	160.574817	181.354777	134.698859	438.831015
114	268.392387	91.1296463	158.893732	181.314859	134.59558	436.995755
115	265.876384	91.0075062	158.378966	181.262797	134.497436	430.543854
116	267.410284	90.8893494	158.135201	181.215611	134.405116	433.985475
117	265.410509	90.7579021	157.361797	181.172504	134.332694	433.221472
118	264.192794	90.6396637	156.929311	181.125983	134.267799	427.698457
119	266.679936	90.5129715	156.70394	181.097929	134.173141	427.001909
120	264.318777	90.3955151	155.995765	181.014915	134.063982	427.207407
121	265.367747	90.2776005	155.396037	180.936123	133.950996	425.284769
122	265.134393	90.1608719	155.138697	180.850082	133.815768	420.085689
123	263.127767	90.046265	154.491862	180.752441	133.689568	423.773975
124	265.603586	89.9333927	154.022201	180.647303	133.551436	422.800517
125	263.052423	89.8178661	153.756055	180.570298	133.402328	414.416753
126	263.020642	89.7047768	153.11759	180.522733	133.295893	411.368852
127	264.501433	89.5917019	152.646723	180.437942	133.188871	410.698991
128	261.992559	89.4751778	152.332243	180.380274	133.070871	408.818636

129	263.573215	89.3637856	151.845573	180.367284	132.962953	406.94738
130	261.049252	89.2619007	151.452248	180.348454	132.846074	409.875574
131	260.355881	89.1470535	151.253501	180.287225	132.741069	408.586403
132	262.795526	89.0323509	150.781874	180.226302	132.600353	401.536287
133	260.464573	88.9196987	150.434469	180.172569	132.454106	401.118211
134	261.305694	88.8096855	150.233913	180.111633	132.308302	400.277817
135	259.627673	88.699094	149.936001	180.105141	132.163863	398.465248
136	258.130238	88.5868301	149.704553	180.146502	132.032652	396.830606
137	260.875068	88.4787167	149.618917	180.158009	131.89669	396.054948
138	258.52121	88.3834076	149.377102	180.147202	131.757822	394.755629
139	259.040624	88.2716244	149.158104	180.108102	131.620409	391.52518
140	259.599446	88.1676125	149.064941	180.090398	131.507359	394.83575
141	257.481568	88.0621059	148.904916	180.112074	131.393233	393.918671
142	259.74164	87.9569866	148.75687	180.096056	131.276114	392.287366
143	257.169989	87.8639706	148.698482	180.081863	131.156984	391.783444
144	256.758739	87.7633476	148.642638	180.065011	131.043697	390.899269
145	258.533961	87.6520241	148.55564	180.042703	130.945062	389.681429
146	256.254723	87.5487785	148.545016	180.016757	130.820315	387.909776
147	257.359733	87.4464355	148.539075	179.990179	130.729329	386.902019
148	254.85399	87.3480919	148.491949	179.919887	130.64117	385.851387
149	254.111031	87.249086	148.452531	179.855207	130.538469	384.126645
150	257.018687	87.1392765	148.386752	179.767581	130.446149	383.859433
151	254.701823	87.0549137	148.317338	179.735268	130.361254	383.038483
152	255.420983	86.9562447	148.282868	179.683358	130.295374	382.250806
153	253.917556	86.8573032	148.228918	179.630995	130.220978	381.838245
154	252.539037	86.7575741	148.151437	179.566856	130.122923	380.877254
155	255.437669	86.6590084	148.069666	179.468288	130.032713	380.084279
156	253.357012	86.5631107	147.95327	179.351659	129.929082	378.427106
157	253.801055	86.4646427	147.865685	179.279078	129.808208	377.378168
158	254.451106	86.3547066	147.7875	179.220451	129.701189	376.494847
159	251.910282	86.2606972	147.683324	179.140143	129.60423	375.457156
160	253.719913	86.1642166	147.613026	179.08154	129.503693	369.844176
161	251.531786	86.0684505	147.50106	178.894436	129.411876	368.732632

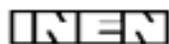
162	250.938692	85.9866119	147.400262	178.751292	129.322501	367.86772
163	253.014458	85.8802013	147.308253	178.611035	129.236373	366.084369
164	250.622549	85.7839565	147.224968	178.507422	129.151963	364.972522
165	251.732389	85.6857193	147.155028	178.380183	129.068591	364.556035
166	249.410813	85.5899681	147.031123	178.25249	128.987861	364.179956
167	249.112331	85.4952213	146.906735	178.169852	128.897411	363.047653
168	252.350904	85.4001781	146.803101	178.096585	128.80523	362.811977
169	249.962437	85.3025341	146.692965	178.019504	128.714929	361.839764
170	250.554816	85.2202511	146.610229	177.955109	128.615251	356.121997
171	248.969688	85.1112278	146.54752	177.849906	128.507193	355.315358
172	247.66673	85.0166885	146.428735	177.738896	128.396123	356.479332
173	250.584392	84.9227497	146.380288	177.642439	128.292187	350.399725
174	248.794569	84.8316082	146.296125	177.605687	128.206043	349.439764
175	249.01416	84.737616	146.224958	177.56819	128.1055	351.126196
176	248.831326	84.643837	146.160586	177.491903	128.012497	351.633255
177	246.751836	84.5514561	146.092776	177.408059	127.943579	350.373108
178	248.746069	84.457513	146.038916	177.320118	127.846668	350.564015
179	247.367847	84.3633461	146.000202	177.233241	127.762967	352.02236
180	247.165943	84.2670082	145.932554	177.157401	127.688997	350.263074
181	248.70546	84.1747688	145.887288	177.11286	127.604031	350.24733
182	246.538815	84.0710037	145.820785	177.04541	127.512754	352.844528
183	247.785715	83.9769485	145.752167	176.989607	127.422381	347.041849
184	246.05636	83.8832634	145.667442	176.918266	127.332169	346.517935
185	245.675392	83.7931576	145.583302	176.87298	127.230703	349.101315
186	248.206622	83.7027142	145.531704	176.781714	127.131434	343.8047
187	245.818937	83.6245144	145.482442	176.64716	127.035766	342.927831
188	245.938194	83.5324474	145.406212	176.527522	126.94083	344.776016
189	244.583128	83.4448654	145.342512	176.407616	126.858432	343.875085
190	243.771012	83.3434265	145.286147	176.295403	126.785423	342.694547
191	246.521818	83.2575672	145.190434	176.185732	126.709251	343.304764
192	244.531007	83.1722351	145.140102	176.102983	126.6261	345.864488
193	244.557697	83.0973839	145.039628	176.045952	126.534848	344.114746
194	243.946993	83.0067337	144.985517	175.901461	126.447	344.413379

195	242.523321	82.9170788	144.926614	175.776817	126.361919	346.956096
196	244.851207	82.830825	144.89337	175.675072	126.26693	341.167963
197	243.098475	82.7456337	144.858961	175.576772	126.148168	340.988495
198	242.654377	82.6591545	144.781152	175.453922	126.036721	344.264864
199	243.130603	82.5756172	144.715572	175.389776	125.915001	337.720811
200	240.799827	82.4923656	144.632312	175.29911	125.790902	337.178917
201	242.398703	82.4090096	144.567752	175.242284	125.66978	340.687215
202	240.899596	82.3222778	144.516473	175.190023	125.533854	336.453584
203	240.644112	82.2520264	144.485457	175.109991	125.396967	335.695953
204	242.368357	82.1701408	144.45467	175.012027	125.25792	336.879686
205	239.985555	82.0890495	144.450846	174.881168	125.130828	335.254083
206	240.836878	82.0075081	144.403854	174.808874	125.011102	333.934703
207	239.261123	81.9130383	144.367088	174.776594	124.868437	335.406816
208	239.10131	81.8419998	144.303341	174.724207	124.735448	338.179602
209	241.608803	81.7578793	144.244085	174.646818	124.582505	334.04623
210	239.393874	81.6746681	144.167499	174.550243	124.432973	334.465323
211	239.580219	81.5948769	144.105778	174.460018	124.290001	338.731723
212	238.366357	81.5153606	144.012419	174.34965	124.144386	331.900832
213	237.810865	81.4372814	143.935374	174.222932	124.003389	331.89088
214	240.28924	81.3625492	143.855347	174.120564	123.86194	335.114194
215	238.26907	81.2900341	143.747086	173.985587	123.716774	328.687451
216	238.185414	81.2134682	143.669719	173.877343	123.580051	328.219102
217	237.812956	81.1340549	143.563408	173.748204	123.466108	330.859503
218	236.777922	81.0582989	143.438185	173.666739	123.372863	325.844846
219	238.83196	80.9812511	143.333338	173.55986	123.278522	324.875301
220	237.658482	80.9042019	143.221214	173.503209	123.182457	327.049069
221	237.227842	80.8279873	143.086212	173.451677	123.093259	322.319818
222	237.671247	80.7509903	142.975169	173.383021	123.025785	320.885332
223	235.634188	80.6649963	142.858963	173.321391	122.943291	322.318622
224	237.1147	80.5920734	142.742183	173.303135	122.882838	321.0944
225	236.019351	80.5187489	142.60532	173.301871	122.797819	317.337326
226	235.99425	80.4442425	142.498838	173.269837	122.69857	318.374457
227	237.713217	80.3698505	142.394127	173.227796	122.623515	318.369218

228	235.455445	80.289064	142.311891	173.17907	122.535857	311.3513
229	236.193184	80.219236	142.216294	173.149573	122.452762	311.771635
230	234.957121	80.1479866	142.158918	173.137976	122.360977	313.929285
231	234.93949	80.0708099	142.12328	173.098822	122.285862	307.251608
232	237.515105	79.9944332	142.057773	173.068229	122.212033	307.43743
233	235.040232	79.906411	142.003385	173.052686	122.138997	310.654086
234	235.183613	79.8280548	141.934926	173.008502	122.05568	305.461977
235	234.206224	79.7518559	141.873638	172.999504	121.984266	305.512823
236	233.824901	79.6764973	141.806427	172.969176	121.901426	309.768047
237	236.12388	79.6046299	141.741399	172.952032	121.82599	305.818799
238	234.129496	79.5319729	141.718033	172.916255	121.742175	305.498019
239	233.966605	79.4588394	141.655677	172.883874	121.662993	308.9653
240	233.338571	79.3887661	141.608392	172.788326	121.58219	305.763377
241	232.684653	79.3143276	141.608434	172.709452	121.489355	305.091017
242	235.033627	79.2440994	141.572997	172.615888	121.39198	307.151616
243	233.843872	79.1717537	141.515128	172.560986	121.32448	304.834309
244	233.642836	79.0975426	141.473525	172.46496	121.231659	303.235234
245	233.909927	79.0231266	141.422708	172.399358	121.161679	304.599948
246	232.162684	78.9528229	141.363216	172.34026	121.089111	303.153925
247	233.645318	78.8832275	141.302848	172.27997	121.016855	300.150002
248	232.666806	78.8149269	141.251674	172.241143	120.949838	301.269724
249	232.525275	78.7586502	141.224135	172.197952	120.898234	300.459286
250	233.70074	78.6882057	141.171658	172.166863	120.854998	296.34082
251	231.777907	78.6223358	141.087991	172.134482	120.777368	297.182645
252	232.622293	78.5553593	141.026835	172.100883	120.699499	296.79265
253	231.834968	78.5023232	140.968333	172.065967	120.632073	291.972406
254	231.873792	78.4364727	140.879223	172.047926	120.581174	292.596948
255	234.011395	78.3689533	140.814082	172.076009	120.553356	292.893166
256	231.747465	78.3026279	140.721876	172.061922	120.510052	287.303426
257	232.180578	78.2382557	140.625185	172.017014	120.460603	287.808009
258	231.184695	78.1723476	140.544642	171.984653	120.418706	289.634106
259	230.964477	78.1063488	140.470323	171.944321	120.386063	285.071353
260	233.334729	78.0384068	140.386677	171.900638	120.34413	285.236467

261	231.013242	77.9767601	140.302391	171.846439	120.300019	287.508844
262	230.730751	77.9154194	140.20826	171.809791	120.267955	284.440109
263	229.780019	77.8519279	140.143755	171.704989	120.210104	284.440514
264	229.12304	77.7904358	140.091061	171.617216	120.170169	287.600586
265	231.051196	77.7405888	140.026501	171.524152	120.097031	285.502621
266	229.603735	77.6769653	139.995038	171.444185	120.049546	285.21888
267	229.291064	77.6139526	139.929553	171.34229	120.003838	288.960641
268	228.815324	77.5477085	139.87674	171.265907	119.966355	287.258865
269	227.971998	77.4831257	139.804223	171.199154	119.914848	286.764273
270	229.940482	77.4189602	139.740247	171.110388	119.875441	289.478484
271	228.667648	77.3538525	139.674152	171.017463	119.848814	288.013087
272	228.601668	77.2877071	139.635786	170.959487	119.820214	287.1181
273	228.750674	77.207415	139.593892	170.940682	119.788125	289.022591
274	227.338028	77.1472298	139.586687	170.857631	119.765694	287.869708
275	228.534631	77.0844112	139.587508	170.72118	119.714694	286.379834
276	227.724551	77.0210316	139.580836	170.622706	119.658965	290.189276
277	227.796128	76.9590534	139.572135	170.539327	119.607528	288.934157
278	228.788565	76.9002163	139.53963	170.484195	119.553681	285.941678
279	227.354768	76.8384636	139.5274	170.408466	119.499306	287.553029
280	228.357751	76.7804539	139.523833	170.343894	119.451371	286.645505
281	227.676147	76.716127	139.528094	170.277387	119.409857	283.464337
282	227.644835	76.6513123	139.487405	170.228593	119.332472	285.376717
283	229.39683	76.586668	139.426693	170.232527	119.296192	284.786162
284	227.5437	76.5206615	139.341017	170.23243	119.24624	280.777238
285	228.109335	76.445364	139.252888	170.212516	119.24435	281.849281
286	227.237707	76.3969109	139.163769	170.169438	119.22634	281.730029
287	227.171309	76.3358166	139.091512	170.155606	119.18245	277.206075

Anexo 7: Norma Técnica Ecuatoriana



## INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

---

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 9:2012**  
**Quinta revisión**

---

### **LECHE CRUDA. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

RAW MILK. REQUIREMENTS.

First Edition

---

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos, leche cruda, requisitos  
AL 03.01-401  
CDU: 637.133.4  
CIIU: 3112  
ICS: 67.100.01

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	LECHE CRUDA REQUISITOS	NTE INEN 9:2012 Quinta revisión 2012-01
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la leche cruda de vaca, destinada al procesamiento.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma se aplica únicamente a la leche cruda de vaca. La denominación de leche cruda se aplica para la leche que no ha sufrido tratamiento térmico, salvo el de enfriamiento para su conservación, ni ha tenido modificación alguna en su composición.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DEFINICIONES</b></p> <p>3.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>3.1.1 <b>Leche.</b> Producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción, destinada a un tratamiento posterior previo a su consumo.</p> <p>3.1.2 <b>Leche cruda.</b> Leche que no ha sido sometida a ningún tipo de calentamiento, es decir su temperatura no ha superado la de la leche inmediatamente después de ser extraída de la ubre (no más de 40°C).</p> <p style="text-align: center;"><b>4. DISPOSICIONES GENERALES</b></p> <p>4.1 La leche cruda se considera no apta para consumo humano cuando:</p> <p>4.1.1 No cumple con los requisitos establecidos en el Capítulo 5 de la presente norma.</p> <p>4.1.2 Es obtenida de animales cansados, deficientemente alimentados, desnutridos, enfermos o manipulados por personas afectadas de enfermedades infectocontagiosas.</p> <p>4.1.3 Contiene sustancias extrañas ajenas a la naturaleza del producto como: conservantes (formaldehído, peróxido de hidrógeno, hipocloritos, cloraminas, dicromato de potasio, lactoperoxidasa adicionada), adulterantes (harinas, almidones, sacarosa, cloruros, suero de leche, grasa vegetal), neutralizantes, colorantes y residuos de medicamentos veterinarios, en cantidades que superen los límites indicados en la tabla 1.</p> <p>4.1.4 Contiene calostro, sangre, o ha sido obtenida en el período comprendido entre los 12 días anteriores y los 7 días posteriores al parto.</p> <p>4.1.5 Contiene gérmenes patógenos o un conteo microbiano superior al máximo permitido por la presente norma, toxinas microbianas o residuos de pesticidas, y metales pesados en cantidades superiores al máximo permitido.</p> <p>4.2 La leche cruda después del ordeño debe ser enfriada, almacenada y transportada hasta los centros de acopio y/o plantas procesadoras en recipientes apropiados autorizados por la autoridad sanitaria competente.</p> <p>4.3 En los centros de acopio la leche cruda debe ser filtrada y enfriada, a una temperatura inferior a 10°C con agitación constante.</p> <p>4.4 Los límites máximos de pesticidas serán los que determine el Codex Alimentarius CAC/MRL 1</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos, leche cruda, requisitos.</p>		

4.5 Los límites máximos de residuos de medicamentos veterinarios para la leche serán los que determine el Codex Alimentario CAC/MRL 2.

## 5. REQUISITOS

### 5.1 Requisitos específicos

#### 5.1.1 Requisitos organolépticos (ver nota 1)

5.1.1.1 **Color.** Debe ser blanco opalescente o ligeramente amarillento.

5.1.1.2 **Olor.** Debe ser suave, lácteo característico, libre de olores extraños.

5.1.1.3 **Aspecto.** Debe ser homogéneo, libre de materias extrañas.

#### 5.1.2 Requisitos físicos y químicos

5.1.2.1 La leche cruda, debe cumplir con los requisitos físico-químicos que se indican en la tabla 1.

TABLA 1. Requisitos físicoquímicos de la leche cruda.

REQUISITOS	UNIDAD	MIN.	MAX.	MÉTODO DE ENSAYO
Densidad relativa a 15 °C A 20 °C	-	1,029 1,028	1,033 1,032	NTE INEN 11
Materia grasa	% (fracción de masa) <sup>1</sup>	3,0	-	NTE INEN 12
Acidez titulable como ácido láctico	% (fracción de masa)	0,15	0,17	NTE INEN 13
Sólidos totales	% (fracción de masa)	11,2	-	NTE INEN 14
Sólidos no grasos	% (fracción de masa)	8,2	-	*
Cenizas	% (fracción de masa)	0,68	-	NTE INEN 14
Punto de congelación (punto crioscópico) **	°C °F	-0,536 -0,565	-0,512 -0,500	NTE INEN 15
Proteínas	% (fracción de masa)	2,9	-	NTE INEN 16
Ensayo de reductasa (AZU de melilano)***	h	3	-	NTE INEN 018
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)	Para leche destinada a pasteurización: No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 60 % en peso o 75 % en volumen; y para la leche destinada a ultrapasteurización: No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 71 % en peso o 78 % en volumen.			NTE INEN 1500
Presencia de conservantes <sup>1</sup>	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de neutralizantes <sup>2</sup>	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de adulterantes <sup>3</sup>	-	Negativo		NTE INEN 1500
Grasas vegetales	-	Negativo		NTE INEN 1500
Suero de Leche	-	Negativo		NTE INEN 2401
Prueba de Brucella	-	Negativo		Prueba de antígeno PAL (Ring Test)
RESIDUOS DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS <sup>4</sup>	ug/l	---	MRL, establecidos en el CODEX Alimentarius CAC/MRL 2	Los establecidos en el compendio de métodos de análisis identificados como adóscos para respetar los LMR del código <sup>5</sup>

\* Diferencia entre el contenido de sólidos totales y el contenido de grasas.

\*\*  $^{\circ}\text{C} = \text{F} - 32$ , donde  $\text{F} = 0,9605$

\*\*\* Aplicable a la leche cruda antes de ser sometida a enfriamiento

1) Conservantes: formaldehído, peróxido de hidrógeno, cloro, hipoclorito, cloramina, lactoperoxidasa adicionada y dióxido de cloro.

2) Neutralizantes: otros, carbonatos, hidróxido de sodio, jabones.

3) Adulterantes: Harina y almidones, soluciones azucaradas o soluciones salinas, colorantes, leche en polvo, suero de leche, grasas vegetales.

4) Fracción de masa de  $\text{N}_2$ ,  $\text{W}_2$ . Esta cantidad se expresa frecuentemente en por ciento, %. La notación "% (m/m)" no deberá usarse.

5) Se refiere a aquellos medicamentos veterinarios aprobados para uso en ganado de producción lechera.

6) Establecidos por el comité del Codex sobre residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos

NOTA 1. Se podrán presentar variaciones en estas características, en función de la raza, estación climática o alimentación, pero estas no deben afectar significativamente las características sensoriales indicadas.

5.1.3 **Contaminantes.** El límite máximo para contaminantes es el que se indica en la tabla 2.

**TABLA 2. Límites máximo para contaminantes**

Requisito	Límite máximo (LM)	Método de ensayo
Plomo, mg/kg	0,02	ISO/TS 6733
Aflatoxina M1, µg/kg	0,5	ISO 14674

5.1.4 **Requisitos microbiológicos.** La leche cruda debe cumplir con los requisitos especificados en la tabla 3.

**TABLA 3. Requisitos microbiológicos de la leche cruda tomada en hato**

Requisito	Límite máximo	Método de ensayo
Recuento de microorganismos aeróbicos mesófilos REP, UFC/cm <sup>3</sup>	$1,5 \times 10^7$	NTE INEN 1529-5
Recuento de células somáticas/cm <sup>3</sup>	$7,0 \times 10^5$	ACAC – 975.28

5.2 **Requisitos complementarios.** El almacenamiento, envasado y transporte de la leche cruda debe realizarse de acuerdo a lo que señala el Reglamento de leche y productos lácteos del Ministerio de Salud Pública.

## 5. INSPECCIÓN

6.1 **Muestreo.** El muestreo debe realizarse de acuerdo con la NTE INEN 4.

6.2 **Aceptación o rechazo.** Se acepta el producto si cumple con los requisitos indicados en esta norma, caso contrario se rechaza.

## APÉNDICE Z

## Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 4	<i>Leche y productos lácteos. Muestreo. Primera Revisión.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 11	<i>Leche. Determinación de la densidad relativa. Primera Revisión.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 12	<i>Leche. Determinación del contenido de grasa.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 13	<i>Leche. Determinación de la acidez titulable. Primera Revisión.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 14	<i>Leche. Determinación de sólidos totales y cenizas. Primera Revisión.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 15	<i>Leche. Determinación del punto de congelación.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 16	<i>Leche. Determinación de las proteínas. Primera Revisión.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 18	<i>Leche. Ensayos de reductasas.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1500	<i>Leche. Métodos de ensayo cualitativos para la determinación de la calidad.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-5	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de microorganismos aerobios mesófilos REP. Primera Revisión</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2401	<i>Leche. Determinación de suero de quesería en leche. Método cromatográfico</i>
ISO/TS 6733	<i>Milk and milk products – Determination of lead content – Graphite furnace atomic absorption spectrometric method</i>
ISO 14874	<i>Milk and milk powder – Determination of aflatoxin M1 content – Clean-up by immunoaffinity chromatography and determination by thin-layer chromatography</i>
AOAC 978.26	<i>Somatic Cells in milk, Optical Somatic Cell Counting Method (Fossomatic) Revised First Action 1993</i>
AOAC 988.08	<i>Antimicrobial Drug in Milk. Receptor assay. First Action, 1988</i>
CODEX ALIMENTARIO CAC/MRL 1-2001	<i>Lista de Límites Máximos para Residuos de Plaguicidas</i>
CODEX ALIMENTARIO CAC/LMR 02-2005	<i>Límites Máximos del Codex para residuos de Medicamentos Veterinarios</i>
CODEX ALIMENTARIUS Codex Stan 193-1995	<i>Norma General del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos. United States Department of Agriculture, USDA Regulations Drugs</i>
CODEX ALIMENTARIO CAC/RCP 57-2004	<i>Código de práctica de higiene para la leche y los productos lácteos</i>
Decreto ejecutivo No. 2800 de 1984-08-01	<i>Reglamento de leche y productos lácteos. Registro oficial No. 802 de 1984-08-07</i>

## Z.2 BASES DE ESTUDIO

- Norma Andina NA 0063-2009 *Leche cruda. Requisitos.* Comunidad Andina, Lima 2009.
- Norma venezolana COVENIN 903.93 (1R) *Leche pasteurizada.* Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, 1989.
- Norma Técnica Colombiana NTC 506.93. *Productos lácteos. Leche entera Pasteurizada.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, Santa Fé de Bogotá. Colombia 1993.
- Asociación of Official Analytical Chemists Official Methods of Analysis, última edición.
- United States Department of Agriculture Milk for Manufacturing Purposes and its Production and Processing Recommended Requirements Effective. September 1, 2005.

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b> NTE INEN 9 <i>Quinta revisión</i>	<b>TÍTULO: LECHES CRUDA. REQUISITOS</b>	<b>Código:</b> <b>AL 03.01-401</b>
<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 2008-03-28 Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Resolución No. 071-2008 de 2008-05-19 publicado en el Registro Oficial No. 490 de 2008-12-17  Fecha de iniciación del estudio: 2011-04	
Fechas de consulta pública: de _____ a _____		
<b>Subcomité Técnico: LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS</b>		
Fecha de iniciación: 2011-07-04	Fecha de aprobación: 2011-07-04	
<b>Integrantes del Subcomité Técnico:</b>		
<b>NOMBRES:</b>	<b>INSTITUCIÓN REPRESENTADA:</b>	
Dr. Rafael Vizcarra (Presidente)	CENTRO DE LA INDUSTRIA LÁCTEA	
Ing. Martha Palacios	INLECHE CIA. LTDA.	
Ing. Alexander Salazar	REYBANPAC - LACTEOS	
Tlga. Tatiana Gallegos	MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA –SISTEMA ALIMENTOS	
Dra. Rosa Rivadeneira	INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, QUITO	
Dra. Teresa Rodríguez	INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, Guayaquil	
Dra. Mónica Sosa	INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, Quito	
Dra. María Eufemia Ramón	INDUSTRIAS LACTEAS TONI S.A.	
Sr. Rodrigo Gómez de la Torre	PRODUCTORES DE LECHE	
Dr. Christian Muñoz	PFIZER Cia. Ltda.	
Dra. Rocío Cobos	QUIMEN CIA. LTDA.	
Ing. Patricia Guano	PARMALAT	
Ing. Viviana Salas	DESCALZI	
Dr. David Villegas	MIPRO	
Dr. Marlon Revelo	PASTEURIZADORA QUITO	
Ing. Jorge Chávez	MIPRO	
Ing. Diego Escudero	DEL CAMPO CIA. LTDA.	
Ing. Marco Cevallos	DEL CAMPO DIA. LTDA	
Dra. Indim delgado	ALPINA ECUADOR	
Ing. Julio Vera	DPA – NESTLÉ	
Dra. Katya Yépez	NESTLÉ S.A.	
Dra. Viviana Gaibor	NESTLÉ S.A.	
Ing. Sánchez	REYBANPAC – LACTEOS	
Ing. Ernesto Toalombo	EL SALINERITO	
Ing. Pablo Herrera	PARMALAT	
Dr. Hernán Cortes	PARMALAT	
Dr. Hernán Riofrío	SECRETARIA DE SALUD – MUNICIPIO, Quito	
Dra. Rocío Conteno	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	
Ing. Paola Simbaña	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	
Dra. Noela Baurista	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA – ECOLAC	
Ing. Orlando Caba	MERAFLORES – ALJIBE	
Ing. María E. Dávalos (Secretaría Técnica)	INEN.	
Otros trámites: Esta NTE INEN 9:2012 (Quinta Revisión), reemplaza a la NTE INEN 9:2008 (Cuarta Revisión).		
La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma		
Oficializada como: Obligatoria	Por Resolución No. 11383 de 2011-12-26	
Registro Oficial No. 623 de 2012-01-20		

## Anexo 8: Ficha Técnica Ha-Lactase



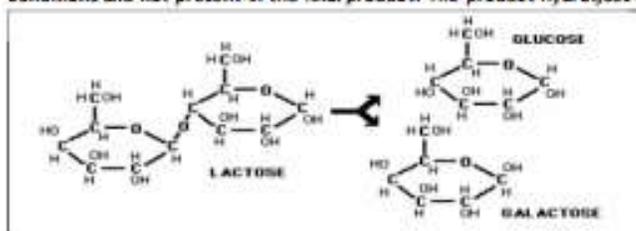
## Ha-Lactase 5200

### Product Information

Version: 3 PI-GLOB-EN 03-14-2014

### Description

Ha-Lactase 5200 is a highly-purified, standardized liquid neutral  $\beta$ -galactosidase (lactase). It is produced by submerged fermentation on a vegetable substrate using a select strain of the yeast *Kluyveromyces fragilis* kept under contained conditions and not present in the final product. The product hydrolyses lactose to a mixture of glucose and galactose.



Material No: 450804

Size 5 L

Type Can

Storage temp: 0 - 8 °C / 32 - 46 °F

Conditions: Cool. Keep closed in the original container.

### Shelf life

24 months from quality release when stored according to the recommended storage conditions. The shelf life is limited to 3 months after opening, provided the product is maintained according to the recommended storage conditions.

### Transport

The product should be transported between -5 and 20 °C with a maximum transit time of 4 days outside this interval. Prolonged exposure to heat above this temperature may influence the shelf life and activity of the product.

### Application

Ha-Lactase 5200 may be used in various dairy-based products such as milk, cream, fermented products, cheese, whey drinks, whey/whey permeate, dulce de leche, ice cream and other desserts. The product is suitable for

- Lactose free/reduced lactose products (Lactose malabsorption/intolerance);
- Increased sweetness without increasing caloric content;
- Reduction of added sugar, flavors;
- Improved appearance/stability by preventing lactose crystallization;
- Improved product characteristics (e.g. improved scoopability in ice cream);

Separate application sheets on milk, fermented milk products, ice cream and dulce de leche are available upon request.

[www.chr-hansen.com](http://www.chr-hansen.com)

Page: 1 (7)

The information contained herein is presented in good faith and is, to the best of our knowledge and belief, true and reliable. It is offered solely for your consideration, testing and evaluation, and is subject to change without prior and further notice. There is no warranty being extended as to its accuracy, completeness, currency, non-infringement, merchantability or fitness for a particular purpose. To the best of our knowledge and belief, the product(s) mentioned herein do(es) not infringe the intellectual property rights of any third party. The product(s) may be covered by pending or issued patents, registered or unregistered trademarks, or similar intellectual property rights. Copyright © Chr. Hansen A/S. All rights reserved.



## Ha-Lactase 5200

Product Information

Version: 3 PI-GLOB-EH 03-14-2014

	Milk	Fermented products	Dulce de leche	Condensed milk	Probiotics	Ice cream
Removal of lactose	x	x	x	x	x	x
Decrease added sugar		x	x	x	x	x
Increase sweetness	x	x	x	x	x	x
Decrease ferm. time		x			x	
Higher cell count					x	
Avoid lactose crystallisation			x	x		x
Increase Maillard effect			x	x		
Less calories	x	x	x	x	x	x

### Dosage

500-4000 HLU/ L milk

The composition of the milk/substrate and preceding treatment will influence lactase activity during hydrolysis. Dosage is dependent on the initial lactose concentration. As calcium and sodium ions can inhibit the enzyme, it is advised to treat products such as condensed milk and dulce de leche with lactase prior to evaporation. In fermented milk production, the pasteurization temperature will affect enzymatic activity during subsequent fermentation with high temperature pasteurization (95°C/203°F) providing the most optimal substrate.

### Directions for use

Directions for use are highly dependent on the application. Application sheets are available upon request.

### Composition

Glycerol (E 422) , Water , Beta-galactosidase

### Specification

#### Properties

Average activity: 5200 HLU/g      Guaranteed activity:  $\geq$  4,800 HLU/g

Guaranteed activity is the minimum activity at best-before date.

#### Content

Enzyme type: Lactase

#### Physical Properties

[www.chr-hansen.com](http://www.chr-hansen.com)

Page: 2 (7)

The information contained herein is presented in good faith and is, to the best of our knowledge and belief, true and reliable. It is offered solely for your consideration, testing and evaluation, and is subject to change without prior and further notice. There is no warranty being extended as to its accuracy, completeness, currency, non-infringement, merchantability or fitness for a particular purpose. To the best of our knowledge and belief, the product(s) mentioned herein does not infringe the intellectual property rights of any third party. The product(s) may be covered by pending or issued patents, registered or unregistered trademarks, or similar intellectual property rights. Copyright © Chr. Hansen A/S. All rights reserved.



## Ha-Lactase 5200

Product information

Version: 3 PI-GLOB-EH 03-14-2014

Color:	Light brown	Form:	Liquid
Solubility:	Water soluble	Odor:	Characteristic
pH:	6.50 - 8.00	Density:	1.10 - 1.20

The product may exhibit batch-to-batch color variations. This has no influence on the activity.

### Formulation

Glycerol %:                    ±45 %

### Microbiological quality

Total count:	< 100 cfu/ml	Yeast and mould:	Negative in 1 ml
Clostridia:	< 1 cfu/ml	Coliform bacteria:	Negative in 5 ml
Escherichia coli:	Negative in 25 ml	Salmonella:	Negative in 25 ml
Listeria:	Negative in 25 ml	Staphylococcus aureus:	Negative in 1 ml

### Conformity

Protease side activity PU/g:   ± 75,00 PU/G

### Comments

Methods are available on request.

Our fermentation produced enzymes are tested for the relevant mycotoxins and metabolites according to JECFA's General Specifications for Enzymes.

This product complies with the recommended purity specifications for food-grade enzymes given by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) and the Food Chemical Codex (FCC) with heavy metal specifications for Lead (≤ 5 ppm), Cadmium (≤ 0,5 ppm), Mercury (≤ 0,5 ppm) and Arsenic (≤ 3 ppm).

### Certificate of Analysis

A Certificate of Analysis (CoA) will normally accompany the goods.

### Technical Data

#### Temperature

The desired degree of hydrolysis can be obtained by selecting the appropriate temperature, time and dosage for the reaction. The optimal temperature is between 35-45°C (95-113°F). The enzyme is denatured at temperatures above 50°C (122°F).

Figure 1 illustrates the influence of temperature on activity using whey permeate substrate. It is often preferable to carry out hydrolysis at low temperatures to minimize microbial spoilage.

Figure 2 illustrates the degree of hydrolysis obtained in milk at 5°C (41°F) for 24 hours at different dosages of lactase. The reaction time may be reduced at higher temperatures. A hydrolysis of 80-90% is observed within 2-4 hours at 40°C (104°F) using a dosage of 2000 NLU/L.

[www.chr-hansen.com](http://www.chr-hansen.com)

Page: 3 (7)

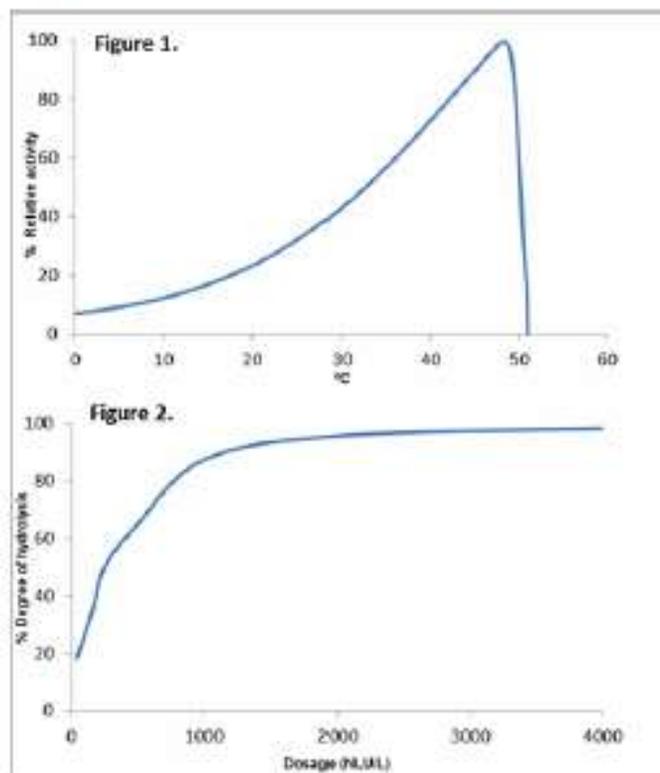
The information contained herein is presented in good faith and is, to the best of our knowledge and belief, true and reliable. It is offered solely for your consideration, testing and evaluation, and is subject to change without prior and further notice. There is no warranty being extended as to its accuracy, completeness, currentness, non-infringement, merchantability or fitness for a particular purpose. To the best of our knowledge and belief, the product(s) mentioned herein does not infringe the intellectual property rights of any third party. The product(s) may be covered by pending or issued patents, registered or unregistered trademarks, or similar intellectual property rights. Copyright © Chr. Hansen A/S. All rights reserved.



## Ha-Lactase 5200

Product Information

Version: 3 PI-GLOB-EN 03-14-2014



### pH

Ha-lactase is a neutral lactase. The pH optimum is between pH 6.0 - 7.0. The enzyme is significantly inhibited at pH values below 5.5.

The figure illustrates the influence of pH on activity using whey permeate substrate.

Temp: 40°C (104°F), Dosage: 800 NLU/L, Substrate: Whey permeate (5% lactose)

[www.chr-hansen.com](http://www.chr-hansen.com)

Page: 4 (7)

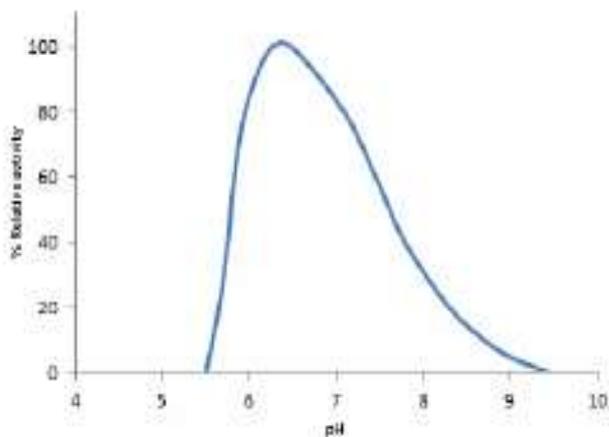
The information contained herein is presented in good faith and is, to the best of our knowledge and belief, true and reliable. It is offered solely for your consideration, testing and evaluation, and is subject to change without prior and further notice. There is no warranty being extended as to its accuracy, completeness, currency, non-infringement, merchantability or fitness for a particular purpose. To the best of our knowledge and belief, the product(s) mentioned herein do(es) not infringe the intellectual property rights of any third party. The product(s) may be covered by pending or issued patents, registered or unregistered trademarks, or similar intellectual property rights. Copyright © Chr. Hansen A/S. All rights reserved.



## Ha-Lactase 5200

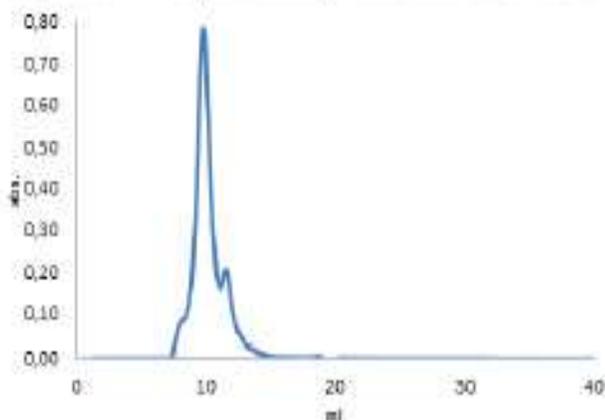
Product Information

Version: 3 PI-GLOB-EH 03-14-2014



### Purity

This product is one of the purest lactase products available on the market.



### Technical support

Chr. Hansen's Application and Product Development Laboratories and personnel are available if you need further information.

### Dietary Information

[www.chr-hansen.com](http://www.chr-hansen.com)

Page: 5 (7)

The information contained herein is presented in good faith and is, to the best of our knowledge and belief, true and reliable. It is offered solely for your consideration, testing and evaluation, and is subject to change without prior and further notice. There is no warranty being extended as to its accuracy, completeness, currency, non-infringement, merchantability or fitness for a particular purpose. To the best of our knowledge and belief, the product(s) mentioned herein does not infringe the intellectual property rights of any third party. The product(s) may be covered by pending or issued patents, registered or unregistered trademarks, or similar intellectual property rights. Copyright © Chr. Hansen A/S. All rights reserved.



## Ha-Lactase 5200

Product Information

Version: 3 PI-GLOB-EN 03-14-2014

Kosher:	Kosher Pareve Excl. Passover
Halal:	Certified
Vegetarians:	Yes

### Handling precautions

For detailed handling information, please refer to the appropriate Safety Data Sheet. Enzymes may cause irritation upon inhalation or skin contact among sensitive individuals. The use of personal protection equipments such as gloves, goggles and respiratory equipment can prevent sensitization. For additional guidelines refer to 'Guide to the safe handling of microbial enzymes preparations' published by the Association of Manufacturers and Formulators of Enzyme Products (AMFEP) and 'Working Safely With Enzymes' by the Enzyme Technical Association (ETA).

According to EU legislation, disposal of packaging material of this product should be treated as hazardous waste. Alternatively, or for non EU countries, packaging may be disposed of as normal waste by rinsing with plenty of water to ensure no enzyme residues are present.

### Legislation

This product complies with JECFA- (FAO/WHO) and FCC-recommended specifications for food-grade enzymes. The application of enzymes in food processing is governed by general food laws and by Reg. (EC) No 1332/2008. However, the approval system provided by Reg. 1332/2008 is not yet fully operational. Chr. Hansen A/S will ensure EU approval in due time. Meanwhile, please check for local/national rules or regulations as national requirements may apply.

The product is intended for use in food.

### Labeling

The product is a processing aid. There are no legislative requirements for labelling processing aids on final food products.

### Trademarks

Product names, names of concepts, logos, brands and other trademarks referred to in this document, whether or not appearing in large print, bold or with the ® or TM symbol are the property of Chr. Hansen A/S or used under license. Trademarks appearing in this document may not be registered in your country, even if they are marked with an ®.

### Additional information

The following application sheets are available upon request:

- Ha-lactase™ - Milk
- Ha-lactase™ - Fermented milk products
- Ha-lactase™ - Dulce de leche
- Ha-lactase™ - Ice cream

[www.chr-hansen.com](http://www.chr-hansen.com)

Page: 6 (7)

The information contained herein is presented in good faith and is, to the best of our knowledge and belief, true and reliable. It is offered solely for your consideration; testing and evaluation, and is subject to change without prior and further notice. There is no warranty being extended as to its accuracy, completeness, currency, non-infringement, merchantability or fitness for a particular purpose. To the best of our knowledge and belief, the product(s) mentioned herein do(es) not infringe the intellectual property rights of any third party. The product(s) may be covered by pending or issued patents, registered or unregistered trademarks, or similar intellectual property rights. Copyright © Chr. Hansen A/S. All rights reserved.



## Ha-Lactase 5200

Product Information

Version: 3 PI-GLOB-EN 03-14-2014

### GMO Information

In accordance with the legislation in the European Union\* we can state that Ha-Lactase 5200 does not contain GMOs and does not contain GM labeled raw materials<sup>†</sup>. In accordance with European legislation on labeling of final food products<sup>‡</sup> we can inform that the use of Ha-Lactase 5200 does not trigger a GM labeling of the final food product. Chr. Hansen's position on GMO can be found on: [www.chr-hansen.com/About-us/Politics-and-positions/Quality-and-product-safety](http://www.chr-hansen.com/About-us/Politics-and-positions/Quality-and-product-safety).

\* Directive 2001/18/EC of the European Parliament and of the Council of 12 March 2001 on the deliberate release into the environment of genetically modified organisms and repealing Council Directive 90/269/EEC.

† Regulation (EC) No 1829/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 on genetically modified food and feed.

‡ Regulation (EC) No 1820/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 concerning the traceability and labeling of genetically modified organisms and the traceability of food and feed products produced from genetically modified organisms and amending Directive 2001/18/EC.

### Allergen Information

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	Present as an ingredient in the product
Cereals containing gluten* and products thereof	No
Crustaceans and products thereof	No
Eggs and products thereof	No
Fish and products thereof	No
Peanuts and products thereof	No
Soybeans and products thereof	No
Milk and products thereof (including lactose)	No
Nuts* and products thereof	No
<b>List of allergens in accordance with EU labeling Directive 2000/13/EC only</b>	
Celery and products thereof	No
Mustard and products thereof	No
Sesame seeds and products thereof	No
Lupine and products thereof	No
Mollusks and products thereof	No
Sulphur dioxide and sulphites at concentrations of more than 10 mg/kg or 10 mg/litre expressed as SO <sub>2</sub>	No

\* Please consult the EU Labeling Directive 2000/13 and its list for a legal definition of common allergens, see [Europea.europa.eu](http://europea.europa.eu)

[www.chr-hansen.com](http://www.chr-hansen.com)

Page: 7 (7)

The information contained herein is presented in good faith and is, to the best of our knowledge and belief, true and reliable. It is offered solely for your consideration, testing and evaluation, and is subject to change without prior and further notice. There is no warranty being extended as to its accuracy, completeness, currency, non-infringement, merchantability or fitness for a particular purpose. To the best of our knowledge and belief, the product(s) enclosed herein does not infringe the intellectual property rights of any third party. The product(s) may be covered by pending or issued patent, registered or unregistered trademarks, or similar intellectual property rights. Copyright © Chr. Hansen A/S. All rights reserved.