

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA**  
**UNAN-LEÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**



**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO  
DE ALIMENTOS**

**TEMA:**

**“COMPARACIÓN ENTRE EL MÉTODO VOLUMÉTRICO DE  
BABCOCK CON LA TÉCNICA DEL ANALIZADOR ULTRASÓNICO  
EKOMILK PARA LA DETERMINACIÓN DE MATERIA GRASA EN  
LECHE DE VACA ESTANDARIZADA”**

**AUTORES:**

- ◆ **Bra. ISABEL DE LA C. VILCHEZ RUGAMA**
- ◆ **Br. CARLOS LENIN MORALES GARCIA**

**TUTORA:**

- ◆ **MSc. CHRISTIANE GONZÁLEZ CALDERÓN**

**LEÓN, AGOSTO DE 2006**



## *AGRADECIMIENTO*

*Agradecemos infinitamente a Dios nuestro señor, por darnos la fuerza y sabiduría pero ante todo la paciencia para lograr la culminación de nuestro trabajo monográfico y así cumplir nuestras metas.*

*Agradecemos a nuestros Queridos Padres por su apoyo moral y ayuda incondicional que nos brindaron durante el tiempo que duró nuestro trabajo de investigación.*

*A nuestra tutora Msc. Christiane González Calderón y al Lic. Rohenic Rugama por su apoyo desinteresado.*

*Gracias a todos los que nos ayudaron de una u otra manera a hacer realidad este trabajo.*



## DEDICATORIA

*A mi Dios y su Madre Santísima por darme fortaleza y sabiduría para salir adelante y lograr hacer realidad mis metas.*

*A mis padres por sus sacrificios, amor, paciencia y sobre todo por estar siempre conmigo.*

*A mis hermanos en especial al Lic. Samuel Vílchez por su ayuda incondicional en la realización de este trabajo de investigación.*

*A todos mis amigos que con su paciencia y ánimos me alentaron a alcanzar mis objetivos.*

*Isabel de la C. Vílchez Rugama*



## *DEDICATORIA*

*Por el resultado de todas mis oraciones, doy gracias a mi Señor y Dios Jehová, por permitir alcanzar con éxito mis metas y darme fuerza para cumplir con ellos.*

*A mis padres que con su amor y sacrificio, me brindaron su apoyo desde mi infancia hasta la vida universitaria y su culminación, porque sin su motivación no hubiese podido superarme día con día y cumplir con mis objetivos.*

*A mis hermanos por su apoyo moral e incondicional, su paciencia, cariño y consejos.*

*Dedico este trabajo a todas aquellas personas que con su amistad y cariño me alentaron para seguir adelante y no dejarme vencer, a todos mis amigos que de una manera u otra siempre me supieron brindar el regalo más hermoso, su amistad.*

*Carlos Lenín Morales García*



## ÍNDICE

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>i. RESUMEN</b> _____	
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> _____	<b>6</b>
<b>II. JUSTIFICACIÓN</b> _____	<b>7</b>
<b>III. OBJETIVOS</b> _____	<b>8</b>
<b>IV. FUNDAMENTO TEORICO</b> _____	<b>9</b>
<b>V. DISEÑO METODOLÓGICO</b> _____	<b>15</b>
<b>VI. RESULTADOS</b> _____	<b>19</b>
<b>VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> _____	<b>26</b>
<b>VIII. CONCLUSIONES</b> _____	<b>28</b>
<b>IX. RECOMENDACIONES</b> _____	<b>29</b>
<b>X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> _____	<b>30</b>
<b>XI. ANEXOS</b> _____	<b>31</b>



## **RESUMEN**

En el presente trabajo se realizó una comparación de los porcentajes de grasa obtenidos a través del método de Babcock y la técnica del analizador ultrasónico Ekomilk en leche de vaca estandarizada procedente de una cooperativa láctea, de la zona de Rivas.

Se realizaron cálculos para determinar el número de muestras por medio de la fórmula de muestreo simple obteniendo un tamaño de 20 muestras equivalentes a 452 ml; los datos fueron analizados estadísticamente para lo cual se utilizó la prueba t pareada siendo esta igual a  $\pm 1.7291$  mostrando así que existe una diferencia significativa entre ambos de 0.1245 %, el cual corresponde al método de Babcock ya que este presenta el promedio mayor de grasa (2.74%) con respecto a Ekomilk (2.615 %); mediante el estadígrafo de fisher donde este es igual a 4.41- 8.28, se confirma así la diferencia entre ambos.

Se representó gráficamente la región de aceptación y rechazo obtenida mediante la prueba t pareada, el comportamiento de la grasa con respecto al número de muestras y la frecuencia para verificar si los datos obtenidos se encontraban entre el rango establecido por la cooperativa, donde el 55% de valores correspondientes al método de Babcock se aproximan al mínimo valor establecido por la cooperativa, por otro lado los valores correspondientes a la técnica del Ekomilk no se aproximan al parámetro que se utiliza como referencia.



## **I. INTRODUCCIÓN**

Como consecuencia del libre comercio y el ingreso al país de un sinnúmero de productos lácteos elaborados por diferentes empresas internacionales, Nicaragua ha venido sufriendo grandes cambios socio-económicos.

La industria láctea ha tenido que aumentar las exigencias en sus procesos y productos, por lo que se hace necesario contar con métodos para el Control de Calidad de la leche que sean rápidos y confiables. En la leche, la grasa es un parámetro muy importante en la comercialización de la misma, así como en su valor nutricional tanto en su estado natural como en sus formas derivadas, ya que comparadas a otras grasas es una fuente de energía y rinde aproximadamente 9 Kcal. / g de grasa, y el hecho de encontrarse altamente emulsificada facilita su digestión por el organismo.

La determinación de grasa en la leche es un parámetro que permite estandarizarla a los valores requeridos para su aporte en la dieta y al buen funcionamiento del organismo humano, para su estandarización se toma como referencia el porcentaje de la misma especificado en la Norma Obligatoria Nicaragüense NTON 03-034-00, dicha determinación y estandarización facilita la elaboración de productos competitivos, su comercialización y disminución de los efectos que trae sobre su rentabilidad.

El propósito del presente trabajo de investigación es comparar los resultados, en la determinación del porcentaje de grasa en la leche entera de vaca estandarizada a través del método de Babcock y la técnica analítica Ekomilk y verificar si existen diferencias entre sus análisis y si el contenido de grasa cumple con lo especificado por la cooperativa.



## **II. JUSTIFICACIÓN**

La realización del presente trabajo de investigación es de mucha importancia, ya que para la elaboración y desarrollo de nuevos productos es necesaria la utilización de métodos y/o técnicas analíticas que permitan cuantificar los componentes de las materias primas de manera rápida y confiable, teniendo en cuenta que la grasa favorece significativamente el valor nutricional de la leche, es necesario conocer su proporción para establecer la finalidad de la misma.

Por lo tanto se compararán los resultados obtenidos por el método de Babcock y la técnica analítica Ekomilk para conocer si existen diferencias la determinación del porcentaje de grasa en la leche de vaca estandarizada.



### **III. OBJETIVOS**

#### **Objetivo General:**

Comparar el método volumétrico de Babcock con la técnica del analizador ultrasónico Ekomilk para la determinación de materia grasa en leche de vaca estandarizada a través de los valores determinados con cada uno de ellos.

#### **Objetivos Específicos:**

- Determinar el porcentaje de grasa en la leche estandarizada a través de la técnica del analizador ultrasónico Ekomilk y el método Babcock.
- Establecer si existen diferencias significativas entre los resultados obtenidos en la cuantificación de grasa en leche estandarizada, mediante el método de Babcock y la técnica Ekomilk.
- Verificar si el contenido de grasa encontrado a través del método de Babcock y la técnica analítica Ekomilk cumple con lo especificado en el rango establecido por la cooperativa láctea (2.8 - 3 %).



## **IV. FUNDAMENTO TEÓRICO**

### **IV. 1. Leche**

Es un líquido que se segrega en las glándulas mamarias de hembras sanas, libre de calostro de composición compleja, blanco y opaco de sabor ligeramente dulce y pH casi neutro, es un producto del ordeño completo e ininterrumpido. (3)

### **IV.2. Leche Estandarizada**

Es aquella cuyo porcentaje de grasas ha sido alterado, pudiendo ser mayor o menor que el que tenía anteriormente. La leche estandarizada debe tener como mínimo un 3 % de grasa. (4)

#### **CUADRO N° 1.**

#### **Principales características de la leche (6)**

<b>Característica</b>	<b>Valores</b>
Densidad (15 °C)	1.030 - 1.034 g/cm <sup>3</sup>
Calor Específico	0.93 °C
Punto de Congelación	-0.55 °C
PH	6.5 - 6.6
Acidez	16 – 18 (Dornic)*
Índice de Refracción (20°C)	1.35

\*Decigramos de ácido láctico por litro



**CUADRO N° 2.**  
**Composición química de la leche de vaca <sup>(6)</sup>**

<b>Constituyente</b>	<b>Limites de variación (%)</b>	<b>Valor medio (%)</b>
Agua	8.5 - 98.5	87.5
Sólidos Totales	10.5 - 14.5	13.0
Grasa	3.6 - 5.5	2.9
Proteína	2.5 - 6.0	3.9
Lactosa	3.4 - 5.0	4.8
Minerales	0.6 - 0.9	0.8

### **IV.3. Grasa de la leche**

Es una gran cantidad de esferas de tamaño variable, cada esfera esta rodeada por una membrana delgada, entre los componentes que predominan están triglicéridos que constituyen el 98% y se encuentran pequeñas cantidades de di y monoglicéridos, así como ácidos grasos libres, fosfolípidos, colesterol, ésteres de colesterol y cerebrócidos, pequeñas cantidades de vitaminas liposolubles (A, D, E, K), compuestos responsables del olor como aldehídos, cetonas y lactonas, así como pigmentos carotenoides. <sup>(6)</sup>



**CUADRO N° 3. Composición lipídica media de la leche <sup>(6)</sup>**

<b>Lípido</b>	<b>Porcentaje en peso</b>
Triglicéridos	97-98
Diglicéridos	0.3-0.6
Monoglicéridos	0.02-0.04
Ácidos grasos libres	0.1-0.4
Esteroles libres	0.2-0.4
Esteres de esteroles	Solo trazas
Fosfolípidos	0.2-0.1
Hidrocarburos	Solo trazas

**CUADRO N° 4. Principales ácidos grasos en la grasa de leche <sup>(6)</sup>**

<b>Tipo de ácido graso</b>	<b>Porcentaje sobre el contenido de leche</b>	<b>Punto de fusión (°C)</b>
<b>Ácidos grasos saturados</b>		
Ácido Butírico	3.0-4.5	-7.9
Ácido Caprónico	1.3-2.2	-1.5
Ácido Caprílico	0.8-2.5	+16.5
Ácido Caprílico	1.8-3.8	+31.4
Ácido Laurico	2.0-5.0	+43.6
Ácido Mirístico	7.0-11.0	+53.8
Ácido Palmítico	25.0-29.0	+62.6
Ácido Estearico	7.0-13.0	+69.3
<b>Ácidos grasos insaturados</b>		
Ácido Oléico	30.8-40.0	+14.0
Ácido Linolénico	3.0-3	-5.0



#### **IV.4. Métodos volumétricos empleados para la determinación de grasa en leche**

Los métodos volumétricos son los que se basan en la medición del volumen y utilizan agentes químicos como el ácido sulfúrico y detergentes para lograr la ruptura de la emulsión, la separación de la grasa y medir consecutivamente la grasa separada en botellas especiales, a este grupo pertenecen los métodos de Babcock (Herréis 1942), de Gerber (Gerber-Schneider) y aquellos que emplean detergentes tales como la técnica Tesa. (1)

##### **IV.4.1. Método de Babcock**

Este método utiliza como reactivo ácido sulfúrico a una densidad de 1.815 -1.820 g/cm<sup>3</sup> con una concentración de 98%.

**Pauta de análisis:** Transferir 17.6 ml de leche al butirómetro, agregar 17.5 ml de ácido sulfúrico teniendo cuidado en agitar la muestra, las cuáles deben tener un color marrón, transferir a la centrífuga y centrifugar por 5 minutos, empezar el conteo cuando la centrífuga desarrolle entre 1000 -1200 rpm, añadir agua a 60 -65 °C hasta donde empieza el cuello de la botella, centrifugar por tres minutos, luego sacarlo de la centrífuga y añadir agua entre 60-65 °C hasta que la parte inferior de la columna suba sobre cero, fijándose que la parte superior de la columna no pase de 7, luego colocar las botellas en la centrífuga y centrifugar 2 minutos más, transferir las botellas a baño maría a 60-65 °C por 5 minutos, teniendo cuidado que la columna de grasa quede sumergida para lograr la estabilidad de la misma, retirar las botellas del baño maría y medir la columna de grasa con un compás. En este no se deben leer muestras quemadas, carbonizadas o nubladas, se recomienda hacer las pruebas en duplicado.(9)



#### **IV.4.1.1. El ácido sulfúrico y su efecto sobre el proceso de separación de la grasa**

El ácido sulfúrico industrial tiene una pureza del 98 % y es un líquido transparente muy denso ( $d = 1.8 \text{ g/cc}$ , casi el doble que el agua) y viscoso, por lo que se le conoce como aceite de vitriolo. Su punto de ebullición es bastante alto ( $290^\circ\text{C}$ ). Tiene una enorme afinidad por el agua, en la que se disuelve violentamente generando una gran cantidad de calor. Por tanto es un poderoso deshidratante, propiedad que se deja notar especialmente cuando entra en contacto con compuestos orgánicos o tejidos vivos, a los que extrae toda el agua, carbonizándolos. Una de las razones por la que el ácido sulfúrico es deshidratante es porque suele venir acompañado de una cantidad variable de su forma anhidra  $\text{SO}_3$ , que tiende a reaccionar con agua para dar la forma hidratada  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . (5)

Al mezclarse la grasa con el ácido en determinadas proporciones, el ácido primero precipita y luego disuelve las proteínas y demás constituyentes de la leche con excepción de la grasa. Al mismo tiempo el ácido digiere la membrana del glóbulo de grasa y eleva la temperatura de la muestra, lo que a su vez disminuye la tensión interfacial (grasa-fase acuosa ácida) y la viscosidad. En estas condiciones la grasa funde, se aglomera y tiende a separarse favorecidos por la diferencia de su densidad ( $0.93 \text{ g/cm}^3$ ) y la densidad de la mezcla ácida ( $1.43 \text{ g/cm}^3$ ). (8)

#### **IV.4.2. Analizadores de leche ultrasónicos.**

Se utilizan para el análisis rápido y eficaz del contenido de grasa y sólidos no grasos, proteínas, densidad de la leche de vaca, oveja, cabra y otros así como el agua agregada a la leche. (8)



#### **IV.4.2.1. Principio utilizado por los analizadores ultrasónicos.**

Consta de un transductor que emite una onda sonora la cual se mueve a través de un medio líquido, sólido o gaseoso, el cuál alcanza el objeto a su propagación y produce al chocar con el una onda de rebote, esta se devuelve al transductor el cual genera la señal ultrasónica y suministra los datos al transmisor, este procesa la señal y a su vez provee una salida para la indicación de la totalización del objeto. Está basado en el principio del efecto Doppler. (3)

#### **IV.4.2.2. Características principales del analizador ultrasónico: (8)**

- Diseño simple.
- Suministro de corriente de +12V DC y 220V.
- Bajo consumo de energía.
- Interfaces RS 232.
- Apoyo de impresión ESC POS.
- Volumen de la muestra 5ml. Dosificado automáticamente.
- No requiere ácido u otros químicos.
- Tiempo de análisis 90 segundos. Media de 35 análisis por hora.
- El ajuste de precisión de medidas puede ser hecho por el usuario.

#### **IV.4.2.3. Parámetros de medida. (8)**

- Grasa; de 2% a 6% con precisión  $\pm 0,2\%$
- Grasa no sólida (SNF); de 0 % a 60 % con precisión  $\pm 5 \%$ .
- Densidad de la leche; de 1,0260 g/cm<sup>3</sup> a 1,033 g/cm<sup>3</sup>  $\pm 0,0005$  g/cm<sup>3</sup>.
- Proteína; de 6 % a 12 % con precisión  $\pm 0,2 \%$ .
- Agua adicionada de 0,5 % a 9 % con precisión  $\pm 0,1 \%$ .



## **V. DISEÑO METODOLOGICO**

### **V.1. Tipo de estudio:**

Experimental

### **V.2. Período de ejecución:**

Marzo - abril del 2006

### **V.3. Area de estudio:**

Leche acopiada en una de las cooperativas lácteas ubicada en el Departamento de Rivas, Nicaragua.

### **V.4. Poblacion de estudio:**

Se tomó como población de estudio los 530 galones , equivalentes a 2,120,000 ml de leche acopiados en la cooperativa antes mencionada en marzo del 2006 .

### **V.5. Número de muestras:**

Este cálculo se realizó utilizando la fórmula estadística de muestreo simple con el objeto de calcular el número de muestras representativas a tomar para el análisis de la tina de acopio, dando como resultado 20 muestras equivalentes a 452 ml de leche estandarizada estas se dividieron en 40 alícuotas, de las cuáles 20 (352 ml) fueron utilizadas para el método de Babcock y las otras 20 (100 ml) para la técnica Ekomilk.



## **V.6. Recolección de la información:**

**V.6.1** Para el método de Babcock se elaboró una tabla que contiene: el número de muestras a analizar (leche estandarizada), temperatura de la muestra y el porcentaje de grasa.

Para este método se utilizó como muestra leche estandarizada, a esta se agrega ácido sulfúrico concentrado en el butirómetro, que se coloca en una centrifuga por cinco minutos, luego se les adiciona agua caliente hasta el nivel del cuello, centrifugándose una vez más por tres minutos, se transfieren a baño maría para luego dar lectura.

**(Ver Anexo N°1)**

**V.6.2.** Para el analizador Ekomilk se elaboró otra tabla que contiene el número de muestras a analizar, temperatura de la muestra y el porcentaje de grasa.

En este equipo se utilizó como muestra leche estandarizada, la que se adicionó en frascos con capacidad de 5 ml, los cuáles son colocados en el equipo, el cuál absorbe la muestra y analiza por un período de tiempo de 90 segundos, mostrando luego los resultados en su pantalla.

**(Ver Anexo N° 2)**

## **V.7. Plan de análisis:**

El tamaño muestral se calculó usando la fórmula de muestreo simple utilizada cuando no se tienen estimaciones de los parámetros (varianza), se determinó suponiendo que **p** es igual a **q** y esta es igual a **0.50**, donde **p** es la proporción de presencia de grasa en la leche y **q** es igual a **1-p** este es la ausencia de grasa contenida en la leche con límite de error muestral a **5%** y una confianza de **95%**, usando estos valores, el tamaño de población y el límite de error de muestreo se encontró un tamaño muestral de **n** igual a 20.



Se plantearon las siguientes hipótesis:

1. **H<sub>0</sub>**: El porcentaje de grasa determinado a través del método de Babcock y la técnica analítica Ekomilk es igual, es decir no existe ninguna diferencia en los resultados obtenidos utilizando ambos para la determinación de grasa en leche estandarizada. (**D = 0**)
2. **H<sub>a</sub>**: El porcentaje de grasa determinado a través del método de Babcock y la técnica analítica Ekomilk es diferente, es decir existe diferencia en los resultados obtenidos utilizando ambos para la determinación de grasa en leche estandarizada. (**D ≠ 0**).

\***D** = Media de población de la distribución de diferencias.

Los resultados se analizaron a través de el estadígrafo de fisher (análisis de varianza) y la prueba t pareada (prueba de hipótesis en las diferencias de dos medias de población), a fin de establecer si existe diferencia significativa entre ambos, para lo cuál se calcularon los siguientes parámetros: Desviación estándar, media, diferencia de medias, tomando en cuenta sus criterios de aceptación o rechazo.

Los resultados se compararon con el valor establecido por la cooperativa para la elaboracion de determinado producto (2.8 – 3 % grasa).



## V.8. Presentación de los resultados

Los resultados se presentaron a través de gráficos y tablas individuales, que reflejan para el método de Babcock y la técnica Ekomilk; la temperatura de la muestra (leche estandarizada) y el porcentaje de grasa obtenido de cada ensayo.

Luego se presentan las tablas de los resultados analizados, las cuáles contienen el promedio y desviación estándar para la variable en estudio, el porcentaje de grasa, análisis de la varianza (F), la prueba T pareada y el intervalo de confianza con que se trabaja, y los criterios de aceptación o rechazo de la hipótesis nula ( $H_0$ ) y alternativa ( $H_a$ ) para cada uno de los valores calculados.

Se representa también gráficamente la región antes mencionada, la comparación de los porcentajes de grasa del método de Babcock y la técnica del analizador ultrasónico Ekomilk, la frecuencia de los datos con respecto al valor establecido.

## V.9. Operacionalización de las variables

<b>Variable</b>	<b>Conceptualización</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medición</b>
Cantidad de grasa	gramos de grasa presente en la leche expresada en relación a 100 gramos de leche	Porcentaje de grasa en la leche	Método de Babcock.  Técnica Análítica Ekomilk



## **VI. RESULTADOS**

**CUADRO N° 1. Porcentaje de grasa en leche utilizando el Método de Babcock.**

**(Ver Anexo N° 3 )**

<b>Número de muestra</b>	<b>Temperatura de muestra °C</b>	<b>% de grasa</b>
<b>1</b>	20.0	<b>2.8</b>
<b>2</b>	20.0	<b>2.8</b>
<b>3</b>	20.0	<b>2.7</b>
<b>4</b>	20.0	<b>2.6</b>
<b>5</b>	20.5	<b>2.8</b>
<b>6</b>	20.7	<b>2.8</b>
<b>7</b>	20.9	<b>2.6</b>
<b>8</b>	21.1	<b>2.7</b>
<b>9</b>	21.7	<b>2.8</b>
<b>10</b>	22.0	<b>2.8</b>
<b>11</b>	21.0	<b>2.7</b>
<b>12</b>	20.9	<b>2.7</b>
<b>13</b>	20.5	<b>2.8</b>
<b>14</b>	20.1	<b>2.8</b>
<b>15</b>	20.0	<b>2.6</b>
<b>16</b>	20.0	<b>2.7</b>
<b>17</b>	20.0	<b>2.7</b>
<b>18</b>	20.0	<b>2.8</b>
<b>19</b>	20.0	<b>2.8</b>
<b>20</b>	20.0	<b>2.8</b>



**CUADRO N° 2. Porcentaje de grasa en leche utilizando la Técnica del analizador ultrasónico Ekomilk  
( Ver Anexo N° 4)**

<b>Número de muestra</b>	<b>Temperatura de muestra °C</b>	<b>% de grasa</b>
<b>1</b>	20.0	<b>2.70</b>
<b>2</b>	20.0	<b>2.63</b>
<b>3</b>	20.0	<b>2.62</b>
<b>4</b>	20.0	<b>2.61</b>
<b>5</b>	20.0	<b>2.61</b>
<b>6</b>	20.0	<b>2.62</b>
<b>7</b>	20.0	<b>2.59</b>
<b>8</b>	20.0	<b>2.69</b>
<b>9</b>	20.5	<b>2.59</b>
<b>10</b>	20.5	<b>2.59</b>
<b>11</b>	20.7	<b>2.59</b>
<b>12</b>	20.7	<b>2.59</b>
<b>13</b>	20.9	<b>2.69</b>
<b>14</b>	20.9	<b>2.60</b>
<b>15</b>	21.0	<b>2.61</b>
<b>16</b>	21.0	<b>2.60</b>
<b>17</b>	21.2	<b>2.60</b>
<b>18</b>	21.2	<b>2.59</b>
<b>19</b>	21.4	<b>2.60</b>
<b>20</b>	21.4	<b>2.59</b>



**CUADRO N° 3. Comparación del porcentaje de grasas de cada una de las muestras determinado por el Método Babcock y la Técnica del analizador ultrasónico Ekomilk.  
( Ver Anexo N° 5)**

<b>Número de muestra</b>	<b>% de grasa Babcock</b>	<b>% de grasa Ekomilk</b>
<b>1</b>	<b>2.80</b>	<b>2.70</b>
<b>2</b>	<b>2.80</b>	<b>2.63</b>
<b>3</b>	<b>2.70</b>	<b>2.62</b>
<b>4</b>	<b>2.60</b>	<b>2.61</b>
<b>5</b>	<b>2.80</b>	<b>2.61</b>
<b>6</b>	<b>2.80</b>	<b>2.62</b>
<b>7</b>	<b>2.60</b>	<b>2.59</b>
<b>8</b>	<b>2.70</b>	<b>2.69</b>
<b>9</b>	<b>2.80</b>	<b>2.59</b>
<b>10</b>	<b>2.80</b>	<b>2.59</b>
<b>11</b>	<b>2.70</b>	<b>2.59</b>
<b>12</b>	<b>2.70</b>	<b>2.59</b>
<b>13</b>	<b>2.80</b>	<b>2.69</b>
<b>14</b>	<b>2.80</b>	<b>2.60</b>
<b>15</b>	<b>2.60</b>	<b>2.61</b>
<b>16</b>	<b>2.70</b>	<b>2.60</b>
<b>17</b>	<b>2.70</b>	<b>2.60</b>
<b>18</b>	<b>2.80</b>	<b>2.59</b>
<b>19</b>	<b>2.80</b>	<b>2.60</b>
<b>20</b>	<b>2.80</b>	<b>2.59</b>



**CUADRO N° 4. Medias y desviaciones estándar para la determinación de grasa con el Método de Babcock y la Técnica del analizador ultrasónico Ekomilk**

Variable	Método y Técnica	N	Media	Desviación Estándar	Diferencia de medias
Grasas	Babcock	20	2.7400	7.54E-02	0.1245
	Ekomilk	20	2.6155	3.56E-02	

**CUADRO N° 5. Análisis de Varianza: Prueba de Fisher.**

Método	Técnica		Criterio	Hipótesis
Babcock	Ekomilk			
$N_1 = 20$ $X = 2.74$ $S^2 = 0.00568$	$N_1 = 20$ $X = 2.61$ $S^2 = 0.00127$	$N_T = 20$ $X_T = 2.67$ $S^2_T = 0.0035$	$F_c > F_{0.95}$ (se rechaza $H_0$ )	$H_0: (D = 0)$  $H_a: (D \neq 0)$

**Suma de cuadrados (SC)**

$$(2.74 - 2.67)^2 + (2.61 - 2.67)^2$$

$$0.0049 + 0.0036 = 0.01$$

$$S_x^2 = SC / K - 1 = 0.01 / 1$$

$$S_x^2 = 0.01$$

$$S^2 = 20 * 0.01$$

$$S^2 = 0.2$$

$$F_c = 0.2 / 0.0035$$

$$F_c = 57.4$$

$$Df \text{ numerador} = 1$$

$$Df \text{ denominador} = 18$$

$$F_{(0.05, 0.01)} = 4.41, 9.28$$



**CUADRO N° 6. Prueba de hipótesis en la diferencia de dos medias de población**  
**Prueba t Pareada**

<b>Grasa Babcock</b>	<b>Grasa Ekomilk</b>	<b>D</b>	<b>D - D<sub>MEDIA</sub></b>	<b>(D - D<sub>MEDIA</sub>)<sup>2</sup></b>
2.8	2.7	0.10	- 0.022	0.00048
2.8	2.63	0.17	0.048	0.0023
2.7	2.62	0.08	- 0.042	0.00176
2.6	2.61	- 0.01	-0.132	0.0174
2.8	2.61	0.19	0.068	0.0046
2.8	2.62	0.18	0.058	0.0034
2.6	2.59	0.01	-0.112	0.0125
2.7	2.69	0.01	-0.112	0.0125
2.8	2.59	0.21	0.088	0.010
2.8	2.59	0.21	0.088	0.010
2.7	2.59	0.11	-0.012	0.0001
2.7	2.59	0.11	-0.012	0.0001
2.8	2.69	0.11	-0.012	0.0001
2.8	2.6	0.2	0.078	0.0055
2.6	2.61	0.01	-0.112	0.0125
2.7	2.6	0.10	-0.022	0.0005
2.7	2.6	0.10	-0.022	0.0005
2.8	2.59	0.21	0.088	0.100
2.8	2.6	0.2	0.078	0.0055
2.8	2.59	0.21	0.088	0.010
<b>TOTAL</b>		<b>D<sub>MEDIA</sub> = 2.44</b> <b>∑ D<sub>MEDIA</sub> = 0.122</b>		<b>∑(D - D<sub>MEDIA</sub>)<sup>2</sup> = 0.12</b>



**Criterio**

$$T_c > T_{0,95} \text{ (se rechaza } H_0)$$

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum (D - D_{\text{MEDIA}})^2}{n - 1}} = 0.12 / 19$$

$$S_D = \mathbf{0.0063}$$

$$SD_{\text{MEDIA}} = S_D / \sqrt{n} = 0.0063 / 4.472$$

$$SD_{\text{MEDIA}} = \mathbf{0.0014}$$

$$T_C = D_{\text{MEDIA}} - 0 / SD_{\text{MEDIA}} = 0.1220 - 0 / 0.0014$$

$$T_C = \mathbf{87.143}$$

$$T_{\alpha=0.05} = \pm \mathbf{1.7291}$$

$$IC = D_{\text{MEDIA}} \pm T_{\alpha=0.05} S_D / \sqrt{n}$$

$$IC = 0.122 + 1.7291 (0.0014)$$

$$IC = \mathbf{0.1245}$$

$$IC = 0.122 - 1.7291 (0.0014)$$

$$IC = \mathbf{0.12}$$

$$(\mathbf{0.12} \text{ } (\alpha = 0.01), \mathbf{0.1245} \text{ } (\alpha = 0.05))$$



**CUADRO N° 7. Frecuencia del porcentaje de grasa determinada por el Método Babcock. ( Ver Anexo N° 9)**

<b>% Grasa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>% de Frecuencia</b>
2.8	11	55
2.7	6	30
2.6	3	15
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

**CUADRO N° 8. Frecuencia del porcentaje de grasa determinada por la Técnica del analizador ultrasónico Ekomilk. ( Ver Anexo N° 10)**

<b>% Grasa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>% de frecuencia</b>
2.59	7	35
2.6	4	20
2.61	3	15
2.62	2	10
2.63	1	5
2.69	2	10
2.7	1	5
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100</b>



## **VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

En el Cuadro N° 4 se observan los resultados del porcentaje de grasa de la materia prima (leche estandarizada) de las 20 muestras analizadas, teniendo un promedio de grasa para el método de Babcock de 2.74 % y 2.6155 % para la técnica del analizador ultrasónico Ekomilk; con una desviación estándar de  $7.54 \times 10^{-2}$  para el método de Babcock y  $3.56 \times 10^{-2}$  para la técnica Ekomilk.

Aplicando la prueba de análisis de varianza se calculó un  $F_c$  con un valor de 57.14, y utilizando los grados de libertad (1,18) se obtuvo  $F_{\alpha(0.05, 0.01)}$  de 4.41, 8.28, el  $f$  calculado es significativo ya que sobrepasa el nivel crítico de 0.01 (8.28); por lo tanto según el criterio ( $F_c > F_{0.95}$ ); se rechaza la hipótesis nula la cual plantea que el porcentaje de grasa determinado a través del método de Babcock y la técnica del analizador ultrasónico Ekomilk es igual, es decir no existe ninguna diferencia en los resultados obtenidos utilizando a ambos para la determinación de la grasa en leche estandarizada. ( $D = 0$ ). (Ver Anexo N° 6)

En la prueba T pareada se obtuvo un  $t_c$  igual a 87.143 y utilizando los grados de libertad correspondientes a  $t_{\alpha(0.05)}(19)$ , (Ver Anexo N° 7) se obtuvo  $t_{\alpha(0.05)} \pm 1.7291$ , quedando  $t_c$  dentro de la región de rechazo ya que es mayor que  $t_{\alpha(0.05)}$  (Ver Anexo N° 8) por lo cual se rechaza  $H_0$  y se tiene la seguridad del 95% de que la diferencia verdadera en el promedio de grasa para ambos grupos queda dentro del intervalo (0.12 - 0.1245), por lo cual se aprueba la hipótesis alternativa que plantea que el porcentaje de grasa determinado a través del método de Babcock y la técnica del analizador ultrasónico Ekomilk es diferente, es decir existe diferencia en los resultados obtenidos utilizando ambos para la determinación de la grasa en leche estandarizada. ( $D \neq 0$ ).



En los cuadros N° 7 y 8 (ver anexos N° 9 y 10) se muestran la frecuencia de los porcentajes de grasa con respecto al método y la técnica aplicada, observándose que el 55 % de muestras analizadas a través del método de Babcock se aproximan solo al límite inferior del rango establecido por la cooperativa (2.8 % grasa), en cambio la técnica del analizador ultrasónico Ekomilk no tiene resultados que se aproximen al rango.

## **VIII. CONCLUSIONES**



En el presente trabajo de investigación se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Se determinó el porcentaje de grasa en la materia prima utilizada (leche estandarizada 2.8 – 3 % de grasa) utilizando la técnica analítica Ekomilk y el método de Babcock obteniéndose como valores promedio 2.61% y 2.74% respectivamente.
- La diferencia entre ambos se determinó a través del análisis estadístico utilizando el estadígrafo de Fisher y la prueba t pareada encontrándose que el método de Babcock tiene un nivel medio de grasa en porcentaje con una diferencia de 0.1245 % mayor que la técnica analítica Ekomilk.
- Considerando el rango que utiliza la cooperativa láctea para el porcentaje de grasa (2.8 - 3 %) el método de Babcock tiene una frecuencia del 55 % de resultados que cumplen con este, contrario a la técnica con Ekomilk que no posee ninguno.
- Dado que la determinación de grasa en leche es un análisis de rutina en las empresas lácteas, la utilización de métodos tradicionales como el de Babcock, demuestra su vigencia en el control de calidad de la leche ya que este proporciona a través de sus análisis mayor cantidad de valores establecidos por una empresa láctea.

## **IX. RECOMENDACIONES**



Dado que el método Babcock es un método confiable y rápido, se recomienda a todas aquellas empresas lácteas que determinan el contenido de grasa a través de este, seguirlo utilizando, considerando que para su uso es necesaria la adecuada capacitación del personal y el montaje del mismo de acuerdo a las condiciones de sus laboratorios de ensayo.

## **X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**



1. **Mendez V. Neptali.** Práctica Universitaria. Reporte de laboratorio: métodos volumétricos. (Disponible. 2006)  
<http://html.rincondelvago.com/reportes-de-laboratorio-de-bromatologia.html>
2. **Montgomery, Douglas C.** Diseño y Análisis de Experimentos. 1991 Grupo Editorial Iberoamericana S.A. de CV. México DF.  
Cáp. III: Pág. 45 – 47, 49- 59
3. **Moreno, Armando Santos.** Leche y Sus Derivados. Junio 2003. Editorial Trillas México, D. F. Pág. 27.
4. **Norma técnica obligatoria de leche pasteurizada.** NTON 03-034-00
5. **Pérez Alberto .** Química : Acido Sulfúrico.Tesis . (Disponible 2006).  
[http://www.rincondelvago.com/acido-sulfurico\\_3.html](http://www.rincondelvago.com/acido-sulfurico_3.html).
6. **Pérez P. Arnulfo.** (2003) Apuntes Académicos y de Producción. XVII Curso Nacional de Cultivos Lácticos y Fabricación de Quesos.
7. **Romero V. José R.** Escuela Nacional de Agricultura. Diagnóstico de la Producción de Quesillo. (Disponible).  
[http://paila.rds.org.hn/archivos/tesis\\_reiniery.pdf](http://paila.rds.org.hn/archivos/tesis_reiniery.pdf)
8. **Scheffler, William C.** Bioestadística. 1981, Fondo Educativo Interamericano S.A. Medico DF.  
Cáp. VI: Pág. 84 – 97.  
Cáp. VIII: Pág. 122 -126
9. **Steven David.** Tesis sobre método de Babcock.  
Glándulas mamarias. (Disponible 04/06/06).  
<http://html.rincondelvago.com/glandula-mamaria.html>



# ANEXOS



## **ANEXO N° 1**

### **Materiales y reactivos para el Método de Babcock**

#### **Equipo**

- Beaker 250 ml
- Butirómetro estándar 0- 8 %
- Pipeta calibrada 17.6 ml
- Baño maría
- Compás.

#### **Reactivo:**

- Ácido sulfúrico de densidad 1.815 -1.820 a una temperatura de 15 °C
- Leche a 20 -25 °C.
- 



## **ANEXO N° 2**

### **Parámetros de la Técnica Ekomilk**



### **Condiciones Ambientales**

- Temperatura ambiente 15 - 30 °C
- Temperatura de leche 15 - 30 °C
- Humedad relativa 30 – 80 %
- Dimensiones: 95 x 300 x 250 mm
- Peso <= 3,5 Kg.

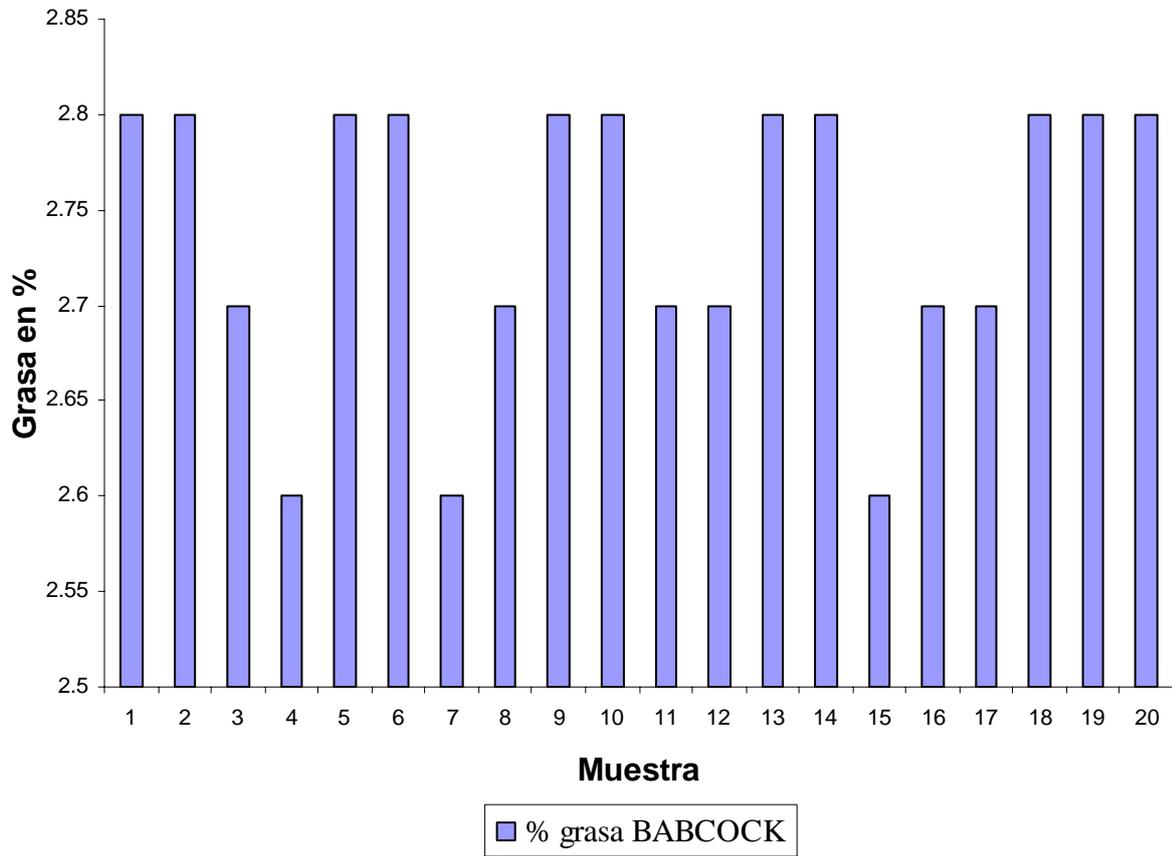
### **Parámetros Eléctricos**

- AC (Corriente Alterna) voltaje de alimentación 12V a 14,2 V.
- DC (Corriente Continua) voltaje de alimentación 220V.
- Consumo de energía 30 W máx.



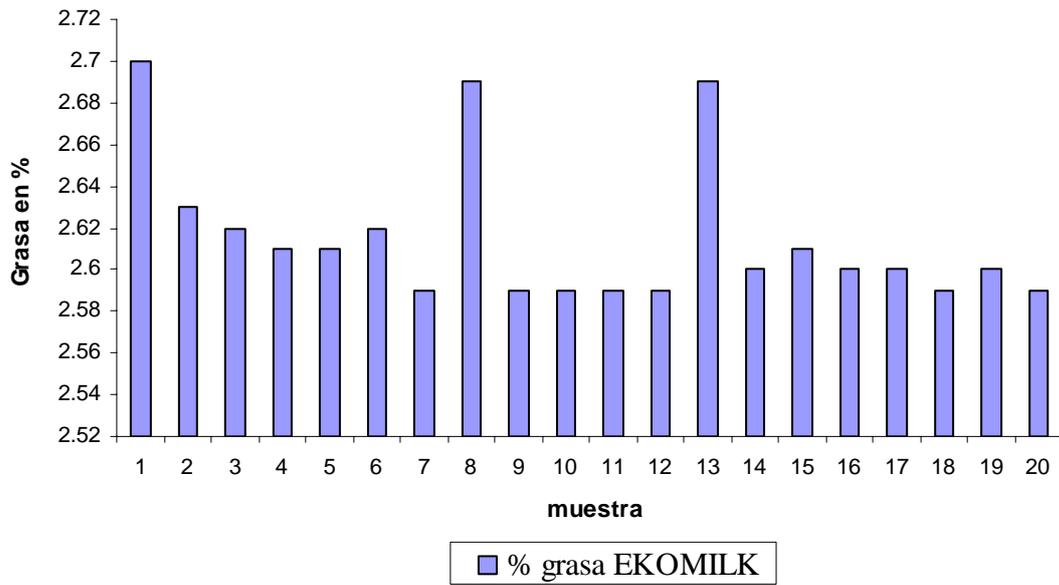
### ANEXO N° 3

#### REPRESENTACIÓN GRAFICA DEL PORCENTAJE DE GRASA MEDIANTE EL MÉTODO BABCOCK



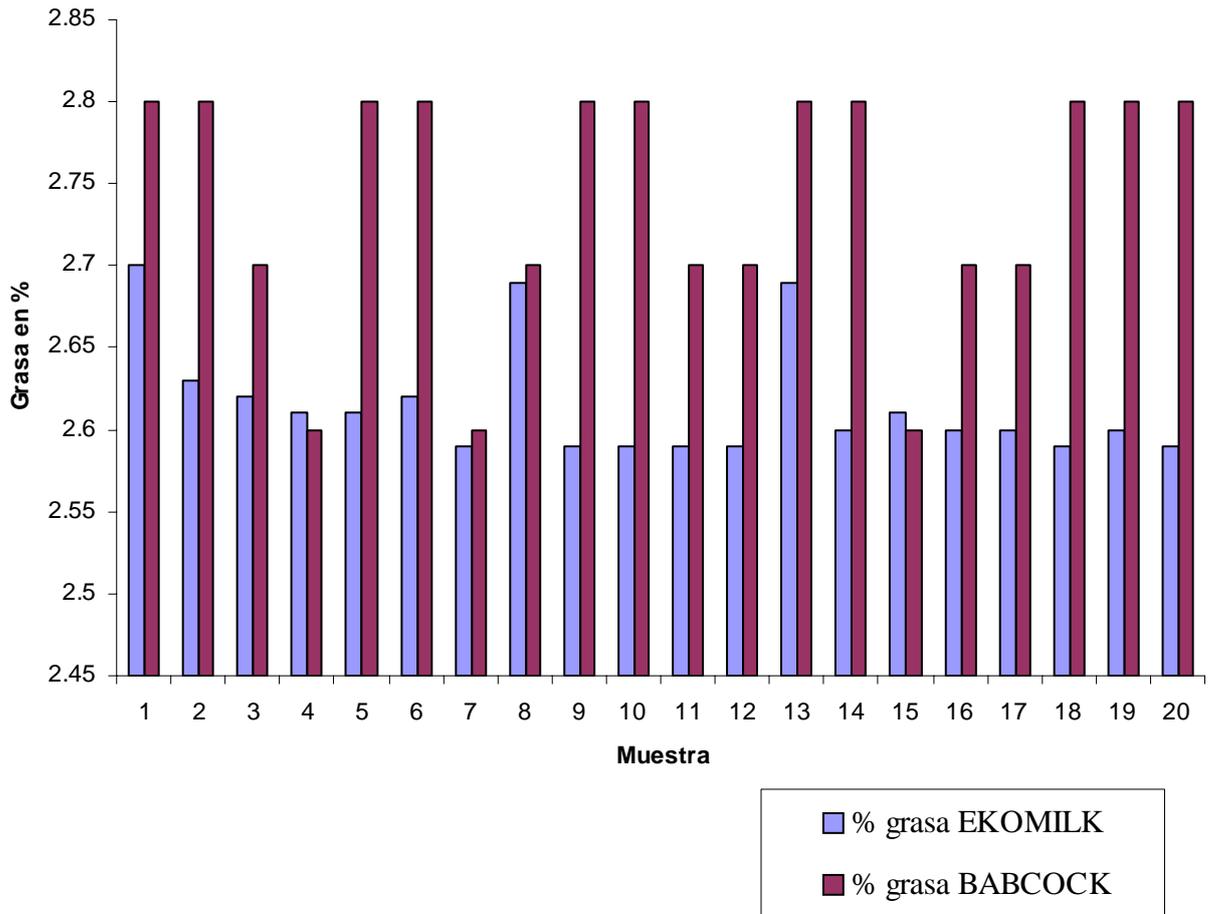
## ANEXO N° 4

### REPRESENTACION GRAFICA DEL PORCENTAJE DE GRASA MEDIANTE LA TECNICA DEL ANALIZADOR ULTRASÓNICO EKOMILK



## ANEXO N° 5

### COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE DE GRASA RESPECTO AL NÚMERO DE MUESTRA PARA EL METODO BABCOCK Y LA TECNICA DEL ANALIZADOR ULTRASÓNICO EKOMILK.



**ANEXO N° 6**  
**PRUEBA F (FISHER)**

cuadro E. Distribución F ( $\alpha = 0.05$ )

Grados de libertad del denominador	Grados de libertad del numerador										Grados de libertad del numerador									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.0	243.9	244.6	245.1	245.5	245.8	246.0	246.1	246.2	
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.39	19.40	19.41	19.41	19.42	19.42	19.43	19.43	19.43	19.44	
3	10.13	9.55	9.38	9.28	9.21	9.16	9.12	9.09	9.07	9.06	9.05	9.04	9.04	9.03	9.03	9.03	9.03	9.03	9.03	
4	7.71	6.94	6.70	6.58	6.48	6.41	6.36	6.32	6.30	6.29	6.28	6.27	6.27	6.26	6.26	6.26	6.26	6.26	6.26	
5	6.61	5.70	5.41	5.19	5.03	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.72	4.71	4.70	4.69	4.69	4.68	4.68	4.68	4.68	
6	5.99	5.14	4.78	4.53	4.35	4.26	4.21	4.15	4.10	4.06	4.04	4.03	4.02	4.01	4.01	4.00	4.00	4.00	4.00	
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.93	3.84	3.79	3.73	3.68	3.64	3.62	3.61	3.60	3.59	3.59	3.58	3.58	3.58	3.58	
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.65	3.56	3.51	3.45	3.40	3.36	3.34	3.33	3.32	3.31	3.31	3.30	3.30	3.30	3.30	
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.44	3.35	3.30	3.24	3.18	3.14	3.12	3.11	3.10	3.09	3.09	3.08	3.08	3.08	3.08	
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.29	3.20	3.14	3.07	3.02	2.98	2.96	2.95	2.94	2.93	2.93	2.92	2.92	2.92	2.92	
11	4.81	3.94	3.55	3.32	3.13	3.04	2.98	2.91	2.86	2.82	2.80	2.79	2.78	2.77	2.77	2.76	2.76	2.76	2.76	
12	4.75	3.88	3.49	3.26	3.07	2.98	2.92	2.85	2.80	2.76	2.74	2.73	2.72	2.71	2.71	2.70	2.70	2.70	2.70	
13	4.67	3.81	3.41	3.18	2.99	2.90	2.84	2.77	2.72	2.68	2.66	2.65	2.64	2.63	2.63	2.62	2.62	2.62	2.62	
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.92	2.83	2.77	2.70	2.65	2.61	2.59	2.58	2.57	2.56	2.56	2.55	2.55	2.55	2.55	
15	4.54	3.68	3.28	3.05	2.86	2.77	2.71	2.64	2.59	2.55	2.53	2.52	2.51	2.50	2.50	2.49	2.49	2.49	2.49	
16	4.49	3.63	3.23	3.00	2.81	2.72	2.66	2.59	2.54	2.50	2.48	2.47	2.46	2.45	2.45	2.44	2.44	2.44	2.44	
17	4.44	3.58	3.18	2.95	2.76	2.67	2.61	2.54	2.49	2.45	2.43	2.42	2.41	2.40	2.40	2.39	2.39	2.39	2.39	
18	4.41	3.55	3.15	2.92	2.73	2.64	2.58	2.51	2.46	2.42	2.40	2.39	2.38	2.37	2.37	2.36	2.36	2.36	2.36	
19	4.38	3.52	3.12	2.89	2.70	2.61	2.55	2.48	2.43	2.39	2.37	2.36	2.35	2.34	2.34	2.33	2.33	2.33	2.33	
20	4.35	3.49	3.09	2.86	2.67	2.58	2.52	2.45	2.40	2.36	2.34	2.33	2.32	2.31	2.31	2.30	2.30	2.30	2.30	
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.65	2.56	2.50	2.43	2.38	2.34	2.32	2.31	2.30	2.29	2.29	2.28	2.28	2.28	2.28	
22	4.30	3.44	3.04	2.82	2.63	2.54	2.48	2.41	2.36	2.32	2.30	2.29	2.28	2.27	2.27	2.26	2.26	2.26	2.26	
23	4.28	3.42	3.02	2.80	2.61	2.52	2.46	2.39	2.34	2.30	2.28	2.27	2.26	2.25	2.25	2.24	2.24	2.24	2.24	
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.59	2.50	2.44	2.37	2.32	2.28	2.26	2.25	2.24	2.23	2.23	2.22	2.22	2.22	2.22	
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.57	2.48	2.42	2.35	2.30	2.26	2.24	2.23	2.22	2.21	2.21	2.20	2.20	2.20	2.20	
26	4.23	3.37	2.97	2.74	2.55	2.46	2.40	2.33	2.28	2.24	2.22	2.21	2.20	2.19	2.19	2.18	2.18	2.18	2.18	
27	4.21	3.35	2.95	2.73	2.54	2.45	2.39	2.32	2.27	2.23	2.21	2.20	2.19	2.18	2.18	2.17	2.17	2.17	2.17	
28	4.20	3.34	2.94	2.71	2.52	2.43	2.37	2.30	2.25	2.21	2.19	2.18	2.17	2.16	2.16	2.15	2.15	2.15	2.15	
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.51	2.42	2.36	2.29	2.24	2.20	2.18	2.17	2.16	2.15	2.15	2.14	2.14	2.14	2.14	
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.50	2.41	2.35	2.28	2.23	2.19	2.17	2.16	2.15	2.14	2.14	2.13	2.13	2.13	2.13	
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.42	2.33	2.27	2.20	2.15	2.11	2.09	2.08	2.07	2.06	2.06	2.05	2.05	2.05	2.05	
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.34	2.25	2.19	2.12	2.07	2.03	2.01	2.00	1.99	1.98	1.98	1.97	1.97	1.97	1.97	
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.26	2.17	2.11	2.04	1.99	1.95	1.93	1.92	1.91	1.90	1.90	1.89	1.89	1.89	1.89	
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.18	2.10	2.04	1.97	1.92	1.88	1.86	1.85	1.84	1.83	1.83	1.82	1.82	1.82	1.82	

Apéndice

# PRUEBA F (FISHER)

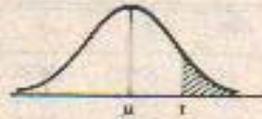
## Continuación

tablero E. Distribución F ( $\alpha = 0.01$ ) (continuación).

Grados de libertad del denominador	Grados de libertad del numerador										Grados de libertad del numerador									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	17	19	20	24	30	40	60	120	$\infty$
1	4052	4999.5	5403	5625	5784	5899	5985	6051	6102	6154	6200	6241	6279	6315	6349	6381	6411	6439	6465	6489
2	58.50	69.40	74.17	77.25	79.50	81.10	82.36	83.37	84.20	84.97	85.69	86.37	87.01	87.61	88.18	88.73	89.25	89.75	90.22	90.67
3	34.12	39.82	42.40	44.71	46.24	47.31	48.11	48.77	49.33	49.81	50.29	50.76	51.21	51.64	52.05	52.44	52.81	53.17	53.52	53.86
4	21.20	24.00	25.69	27.09	28.24	29.11	29.81	30.41	30.93	31.40	31.84	32.26	32.66	33.04	33.40	33.74	34.07	34.39	34.70	35.00
5	16.26	18.27	19.60	20.70	21.61	22.36	23.00	23.56	24.05	24.50	24.93	25.34	25.73	26.10	26.45	26.78	27.10	27.41	27.70	28.00
6	13.75	15.82	17.00	17.95	18.75	19.43	20.03	20.57	21.06	21.52	21.96	22.38	22.78	23.16	23.52	23.87	24.20	24.52	24.83	25.13
7	12.25	14.35	15.45	16.35	17.10	17.74	18.29	18.79	19.26	19.70	20.14	20.56	20.96	21.34	21.70	22.05	22.39	22.71	23.02	23.32
8	11.36	13.45	14.50	15.35	16.05	16.64	17.14	17.59	18.03	18.46	18.88	19.29	19.68	20.06	20.42	20.77	21.11	21.43	21.74	22.04
9	10.56	12.65	13.65	14.45	15.10	15.64	16.10	16.51	16.92	17.32	17.71	18.09	18.46	18.82	19.17	19.51	19.84	20.16	20.46	20.75
10	10.04	12.10	13.05	13.80	14.40	14.89	15.31	15.68	16.03	16.37	16.70	17.02	17.34	17.64	17.93	18.21	18.49	18.76	19.02	19.28
11	9.65	11.70	12.60	13.30	13.85	14.31	14.67	15.00	15.32	15.63	15.93	16.22	16.50	16.77	17.04	17.30	17.56	17.81	18.06	18.30
12	9.30	11.35	12.20	12.85	13.35	13.77	14.08	14.38	14.66	14.93	15.20	15.46	15.71	15.96	16.21	16.45	16.69	16.92	17.15	17.37
13	9.00	11.05	11.85	12.45	12.90	13.28	13.56	13.81	14.05	14.28	14.49	14.69	14.87	15.04	15.20	15.35	15.50	15.64	15.77	15.90
14	8.76	10.80	11.55	12.10	12.50	12.84	13.08	13.29	13.47	13.63	13.77	13.91	14.04	14.17	14.29	14.41	14.52	14.63	14.73	14.83
15	8.56	10.55	11.25	11.75	12.10	12.40	12.61	12.78	12.92	13.04	13.15	13.25	13.34	13.43	13.51	13.59	13.66	13.73	13.80	13.86
16	8.38	10.35	11.00	11.45	11.75	12.00	12.18	12.31	12.42	12.51	12.59	12.66	12.73	12.79	12.85	12.90	12.95	13.00	13.05	13.10
17	8.20	10.15	10.75	11.15	11.40	11.60	11.74	11.84	11.92	12.00	12.06	12.12	12.17	12.22	12.26	12.30	12.33	12.36	12.39	12.42
18	8.05	10.00	10.55	10.90	11.10	11.25	11.36	11.44	11.50	11.55	11.60	11.64	11.68	11.71	11.74	11.76	11.78	11.80	11.82	11.84
19	7.90	9.85	10.35	10.65	10.80	10.93	11.02	11.08	11.13	11.17	11.20	11.23	11.25	11.27	11.29	11.31	11.32	11.34	11.35	11.36
20	7.76	9.70	10.15	10.40	10.50	10.60	10.67	10.72	10.76	10.79	10.81	10.83	10.84	10.85	10.86	10.87	10.88	10.89	10.90	10.91
21	7.63	9.55	9.95	10.15	10.20	10.25	10.29	10.32	10.34	10.36	10.37	10.38	10.39	10.40	10.40	10.41	10.41	10.42	10.42	10.43
22	7.50	9.40	9.75	9.90	9.95	9.98	10.00	10.01	10.02	10.03	10.03	10.04	10.04	10.04	10.04	10.04	10.04	10.04	10.04	10.04
23	7.38	9.25	9.55	9.65	9.68	9.70	9.71	9.72	9.72	9.73	9.73	9.73	9.73	9.73	9.73	9.73	9.73	9.73	9.73	9.73
24	7.26	9.10	9.35	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40
25	7.15	8.95	9.15	9.15	9.15	9.15	9.15	9.15	9.15	9.15	9.15	9.15	9.15	9.15	9.15	9.15	9.15	9.15	9.15	9.15
26	7.04	8.80	8.95	8.95	8.95	8.95	8.95	8.95	8.95	8.95	8.95	8.95	8.95	8.95	8.95	8.95	8.95	8.95	8.95	8.95
27	6.93	8.65	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75
28	6.83	8.50	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55
29	6.73	8.35	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40
30	6.63	8.20	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25
40	6.36	7.89	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90
50	6.21	7.70	7.70	7.70	7.70	7.70	7.70	7.70	7.70	7.70	7.70	7.70	7.70	7.70	7.70	7.70	7.70	7.70	7.70	7.70
60	6.08	7.55	7.55	7.55	7.55	7.55	7.55	7.55	7.55	7.55	7.55	7.55	7.55	7.55	7.55	7.55	7.55	7.55	7.55	7.55
80	5.95	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35
100	5.85	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20
$\infty$	5.75	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00

**ANEXO N° 7**  
**DISTRIBUCION T PAREADA**

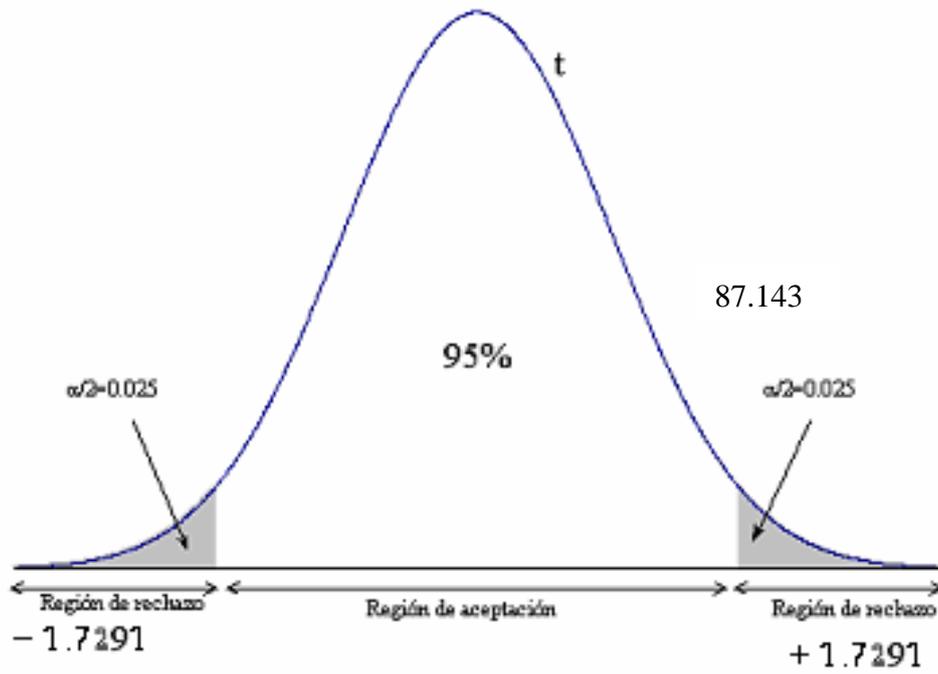
CUADRO C. La distribución t.



df	$t_{.10}$	$t_{.05}$	$t_{.025}$	$t_{.01}$	$t_{.005}$
1	3.078	6.3139	12.706	51.821	63.657
2	1.886	2.9200	4.3027	6.965	9.9248
3	1.638	2.3534	3.1827	4.541	5.8409
4	1.538	2.1318	2.7764	3.747	4.6041
5	1.476	2.0150	2.5706	3.365	4.0821
6	1.440	1.9432	2.4469	3.143	3.7074
7	1.415	1.8946	2.3646	2.998	3.4995
8	1.397	1.8595	2.3060	2.896	3.3554
9	1.383	1.8331	2.2622	2.821	3.2498
10	1.372	1.8125	2.2284	2.764	3.1693
11	1.363	1.7959	2.2010	2.718	3.1058
12	1.356	1.7823	2.1788	2.681	3.0546
13	1.350	1.7709	2.1604	2.650	3.0128
14	1.345	1.7613	2.1448	2.624	2.9768
15	1.341	1.7530	2.1315	2.602	2.9467
16	1.337	1.7459	2.1199	2.583	2.9209
17	1.335	1.7396	2.1098	2.567	2.8982
18	1.330	1.7341	2.1009	2.552	2.8784
19	1.328	1.7291	2.0930	2.539	2.8609
20	1.325	1.7247	2.0860	2.528	2.8453
21	1.323	1.7207	2.0796	2.518	2.8314
22	1.321	1.7171	2.0739	2.508	2.8188
23	1.319	1.7139	2.0687	2.500	2.8073
24	1.318	1.7109	2.0639	2.492	2.7969
25	1.316	1.7081	2.0595	2.485	2.7874
26	1.315	1.7056	2.0555	2.479	2.7787
27	1.314	1.7033	2.0518	2.473	2.7707
28	1.313	1.7011	2.0484	2.467	2.7635
29	1.311	1.6991	2.0452	2.462	2.7564
30	1.310	1.6973	2.0423	2.457	2.7500
35	1.3062	1.6895	2.0301	2.453	2.7239
40	1.3031	1.6839	2.0211	2.423	2.7045
45	1.3007	1.6794	2.0141	2.412	2.6896
50	1.2987	1.6759	2.0086	2.405	2.6778
60	1.2959	1.6707	2.0003	2.390	2.6603
70	1.2938	1.6669	1.9945	2.381	2.6480
80	1.2922	1.6641	1.9901	2.374	2.6388
90	1.2910	1.6620	1.9867	2.368	2.6316
100	1.2901	1.6602	1.9840	2.364	2.6260
120	1.2887	1.6577	1.9799	2.358	2.6175
140	1.2876	1.6558	1.9771	2.353	2.6114
160	1.2869	1.6545	1.9749	2.350	2.6070
180	1.2863	1.6534	1.9733	2.347	2.6035
200	1.2858	1.6525	1.9719	2.345	2.6006
∞	1.282	1.645	1.96	2.326	2.576

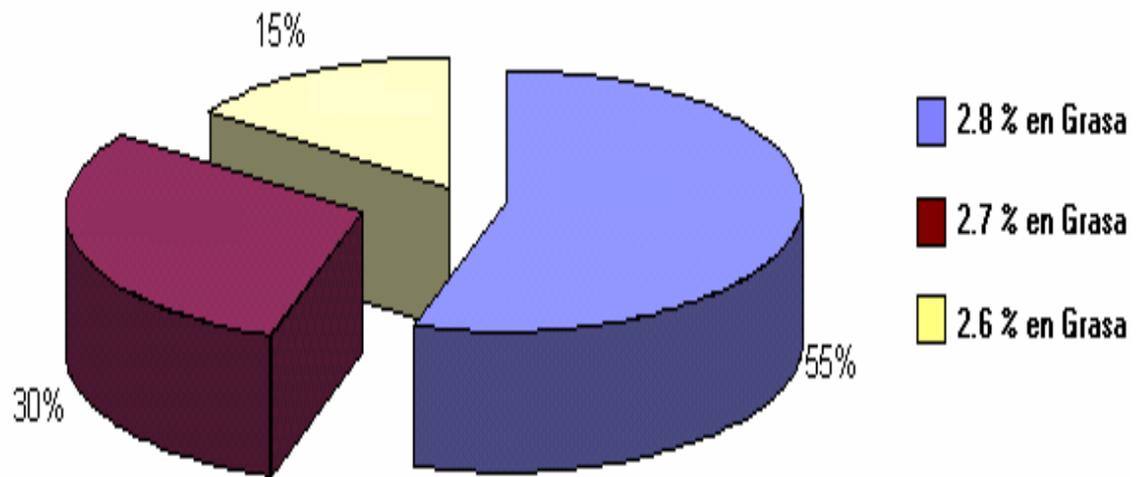
## ANEXO N° 8

### GRAFICO DE LA REGIÓN DE ACEPTACION Y/O RECHAZO PARA LA PRUEBA T PAREADA



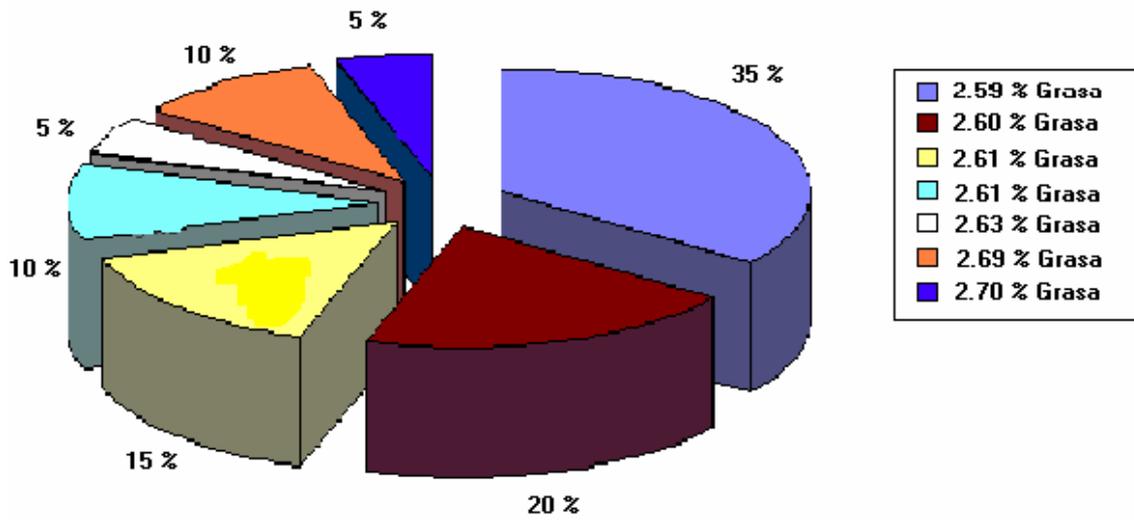
## ANEXO N° 9

### **GRAFICO DE FRECUENCIA DEL PORCENTAJE DE GRASA DEL MÉTODO BABCOCK**



## ANEXO N° 10

### GRAFICO DE FRECUENCIA DEL PORCENTAJE DE GRASA DE LA TÉCNICA EKOMILK



**ANEXO N° 11**

**NORMA TECNICA OBLIGATORIA**

**NICARAGUENSE DE LECHE**

**ENTERA PASTEURIZADA.**



**NORMA TECNICA DE LECHE ENTERA  
PASTEURIZADA**

**NTON  
03 034 - 00**

Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad, Ministerio de Fomento, Industria y Comercio  
Teléfono: 2774671, Norma Técnica Nicaragüense (NTN)

**NORMA TECNICA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE**

Derecho de reproducción reservado

La Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 03 034-99 Leche Entera Pasteurizada, ha sido preparada por el Grupo de Trabajo de para Productos Lácteos del Comité Técnico de Alimento y en su elaboración participaron las siguientes personas:

Rito Aguilar	Ministerio Agropecuario y Forestal (MAG-FOR)
Aris Mejía	Ministerio Agropecuario y Forestal (MAG-FOR)
Diego Velásquez	Ministerio Agropecuario y Forestal (MAG-FOR)
Luis Carrión Sequeira	Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos (UNAG)
Gustavo Rosales	Ministerio de Salud (MINSA)
Leonardo García	Instituto de Desarrollo Lechero (IDR/Proyecto Lechero)
Jaime Mercado Leiva	Industria Láctea LA SELECTA
Solón Guerrero	Federación de Asociaciones Ganaderas de Nicaragua (FAGANIC)
Ariel Campos Toledo	Proyecto de Ganadería (PRODEGA)
Rigoberto Batres	Cámara de Industria de Nicaragua
Nicolás Escobar	Fabrica de Productos Lácteos (PARMALAT La Perfecta S.A.)
José Jesús Urbina	Fabrica de Productos Lácteos (PARMALAT La Perfecta S.A.)
Miguel Mendoza Hurtado	Cooperativa San Francisco Lácteos Camopan
Luis Saballos	Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC/CATPYME)
Julio Fernández	Cooperativa MASIGUITO
Ricardo Llanes	Productor
Róger Berrios	Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC)
Noemí Solano	Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC)

Esta norma fue aprobada por el Grupo de Trabajo en su última sesión de trabajo el día 17 de Octubre de 2000.

Continúa

## 1. OBJETO

Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos que debe cumplir la leche pasteurizada.

## 2. DEFINICIONES

2.1 Leche entera o íntegra. Es el producto no alterado, no adulterado, del ordeño higiénico, regular, completo e ininterrumpido de vacas sanas, que no contenga calostro y que esté exento de color, olor, sabor y consistencia anormales.

2.2 Leche Cruda. Es la leche que ha sido sometida a un tratamiento térmico o a una acción del calor.

2.3 Leche estandarizada. Es aquella cuyo porcentaje de grasa ha sido alterado, pudiendo ser mayor o menor que el que tenía originalmente. La leche estandarizada, debe tener como mínimo un 3 % de grasa.

La leche estandarizada tendrá como mínimo 3.0 de grasa de leche y 8.35 de sólidos no grasos

2.4 Leche Pasteurizada. Es aquella leche íntegra o entera, semidescremada o descremada, que ha sido sometida a un tratamiento térmico específico y por un tiempo determinado que asegura la total destrucción de los organismos patógenos que pueda contener y casi la totalidad de los organismos no patógenos, sin alterar en forma considerable su composición, sabor ni valor nutritivo.

2.5 Leche semidescremada. Es aquella cuyo contenido de grasa es mayor de 0.5 % y menor que 3%.

2.6 Leche descremada. Es aquella cuyo contenido de grasa es de 0.5 % o menos.

2.7 Leche reconstituida. Es el producto uniforme que se obtiene mediante un proceso apropiado de incorporación a la leche en polvo, (entera, semidescremada o descremada), de la cantidad necesaria de agua potable, adicionándole o no grasa deshidratada de leche o grasa butírica a fin de que presente características físico-química y organolépticas similares a las de la leche líquida correspondiente.

2.8 Leche recombinada. Es el producto que resulta de la mezcla de la leche reconstituida con la leche cruda en proporción no mayor del 30 % de leche reconstituida, higienizada posteriormente y que presenta características físicoquímicas y organolépticas similares a la leche correspondiente.

2.9 Leche homogenizada. Es aquella que ha sido sometida a tratamientos térmico-mecánicos para cambiar ciertas propiedades físicas y dividir el tamaño de los glóbulos grasos para prolongar la estabilidad de la emulsión.

## 3. CONDICIONES GENERALES

3.1 La leche entera o íntegra se debe someter a un proceso de limpieza (filtración o centrifugación) antes de la pasteurización.

Continúa

3.2 La leche pasteurizada debe presentar un aspecto normal, estar limpia y libre de calostro, conservantes (tales como formaldehído, agua oxigenada, hipoclorito, cloraminas dicromato de potasio), adulterantes (tales como harinas, almidones, sacarosa, cloruros), neutralizantes, colorantes, antibióticos, drogas, materias extrañas y sabores u olores objetable o extraños.

3.3 No se permite la venta al público de leche reconstituida o re combinada como leche entera íntegra, descremada y semidescremada.

**4. REQUISITOS Y CARACTERÍSTICAS**

4.1 La leche pasteurizada deberá cumplir en momento de su entrega al consumidor, todos los requisitos indicados en la tabla No. 1.

**Tabla No. 1  
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS-QUÍMICAS DE LA LECHE**

Características	Leche Estandarizada	Leche Semidescremada	Leche Descremada
Materia Grasa (%)	3	>0.5 y ≤3	≤0.5
Sólidos totales mínimos %	11.0	10.0	8.0
Sólidos no grasos mínimos (%)	8.35	8.0	8.0
Acidez como ácido láctico			
máximo (%)	0.17	0.17	0.17
mínimo (%)	0.13	0.13	0.13
Cenizas			
máximo (%)	0.8	0.8	0.8
Proteínas (N * 6,38)			
mínimo (%)	3,0	3,0	3,0
Densidad 15 °C			
mínimo	1,032	1,032	1,032
Índice crioscópico*			
máximo	0,530 °C (-0,550 °H)	-0,512 °C (-0,531 °H)	-0,512 °C (-0,531 °H)
mínimo	-0,510 °C (-0,530 °H)	-0,539 °C (-0,560 °H)	-0,539 °C (-0,560 °H)
Ensayo de fosfatasa		Negativo	
Presencia de conservantes		Negativo	
Presencia de adulterantes		Negativo	
Presencia de neutralizantes		Negativo	
Ensayo de peroxidasa		Negativo	

Continúa

Sedimento mg/kg	Negativo
Prueba de alcohol	No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol de 68 % en peso o 75% en volumen

- El Índice crioscópico se puede expresar también en Horvet (°H)

4.2 Requisitos microbiológicos. La leche pasteurizada deberá cumplir con los siguientes

Requisitos	N	M	M	c
Recuento total de microorganismos mesofilicos /cm <sup>3</sup>	3	< 100 000	100 000	1
NMP coliformes totales/cm <sup>3</sup>	3	<39	39	1
NMP coliformes fecales/cm <sup>3</sup>	3	< 3	-	0

Donde :

- n = Número de muestras que deben analizarse  
 m = Recuento mínimo recomendado  
 M = Recuento máximo permitido  
 c = Número de muestras que se permite que tengan un recuento mayor que m pero no mayor que M

4.3 Especificaciones Organolépticas.

- Olor: Característico, no debe presentar olor a hervido, envejecido u otros olor extraños  
 Color: Blanco opaco amarillento o marfil.  
 Sabor: Característico, no debe presentar sabor a hervido, rancio u otros sabores extraños.  
 Aspecto: Puede presentar una línea perfectamente definida de crema en la parte superior del envase cuando no sea leche homogeneizada sin sedimento.

## 5. LIMITES MAXIMOS PARA RESIDUOS DE PLAGUICIDAS Y PARA METALES PESADOS

5.1 Las tolerancias admitidas para residuos de plaguicidas en la leche pasteurizada son las indicadas a continuación:

Nombre del Plaguicida	Límite máximo, mg/kg
Aldrin y dieldrin (HHDN Y HEODO); residuo: aldrin y dieldrin, solo grasa o en combinación expresados como dieldrin	0.006 referido a la leche F
Bromofós – residuos: bromofós	No LMR

Continúa

Bromofós etílico – residuos: brp,fcps etílico	No LMR	
Carbofenotión – residuo total de carbofenotión, junto con sus respectivos análogos oxigenados sin grasa. Si están presentes, expresados como carbofenotión.	No LMR	
Clordano – residuos: es una combinación de los isómeros cis- y trans clordano y oxiclordano	0.002 referido a la leche	F
Clordimeform – residuo: la suma de clordimeform y sus metabolitos determinados como 4-cloro-o-toluidina y expresados como clor-dimeform-	No LMR	
Clorfenvinfós-residuos: expresados como la suma de los isómeros alfa y beta de clorfenvinfós	0.008 referido a la leche	F
Clormequat – residuo: clormequat cation	0.1 referido a la leche	F

Los residuos de plaguicidas liposolubles que se aplican en esta disposición, aparecen señalados con letra "F", junto al límite máximo para residuos especificados en la leche

5.2 Los límites máximos permitidos para metales pesados en la leche pasteurizada son los indicados a continuación

Especificaciones	Límites máximos (mg/kg)
Arsénico (As)	0.2
Mercurio (Hg)	0.005
Plomo (Pb)	0.1

## 6. TOMA DE MUESTRA Y CRITERIOS DE ACEPTACION O RECHAZO

6.1 Toma de muestras. La toma de muestra se llevará a cabo siguiendo el procedimiento descrito en la norma del Codex Alimentarius de la FAO/OMS (según la norma No. B1 de la FAO/OMS, "Toma de Muestra de Leche y de Productos Lácteos", párrafos 2 y 5); para los análisis microbiológicos deberán tomarse 3 muestras de un litro por lote y para los análisis físicos y químicos deberá tomarse el número de muestras que indica la norma antes mencionada, de acuerdo al número de unidades que componen el lote. Las muestras se podrán tomar en la fábrica o en los lugares de distribución y venta.

6.2 Criterio de Aceptación o Rechazo. Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos indicados en esta norma, se rechazará el lote. En caso de discrepancia, se realizará un segundo ensayo sobre la muestra reservada para tales efectos. Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso, será motivo de rechazar el lote

## 7 ENSAYOS Y ANALISIS

7.1 Determinación del contenido de grasa. La determinación del contenido de grasa se lleva a cabo de acuerdo al método correspondiente del Codex Alimentarius de la FAO/OMS (según la norma B.2 de la FAO/OMS: "Determinación del Contenido de Materia Grasa de la Leche").

Continúa

7.2 Otros ensayos y análisis (incluyendo los bacteriológicos, físico-químicos, metales pesados y plaguicidas). La determinación de los demás requisitos especificados en la presente norma se llevarán a cabo de acuerdo con las técnicas analíticas del Codex Alimentarius.

7.3 Las plantas industriales realizarán diariamente los ensayos y análisis respectivos y la Autoridad Sanitaria realizará los ensayos y análisis cada 2 meses.

## 8. ENVASE Y ETIQUETADO

8.1 Envase. Los envases para leche pasteurizada, serán de material y forma tales que den al producto una adecuada protección durante el almacenamiento y transporte, y con cierre hermético que impida la contaminación. Estar limpios, asépticos, exentos de desperfectos y se ajustarán a las disposiciones sanitarias del producto.

8.2 Etiquetado. Para los efectos de esta norma las etiquetas serán de cualquier material que pueda ser adherido a los envases, o bien, de impresión permanente sobre los mismos.

El contenido de las etiquetas deberán cumplir con la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 03 021 – 99 Norma de Etiquetado de alimentos preenvasados para consumo humano.

Además en el etiquetado deberá aparecer la frase “Leche pasteurizada”, “Leche semidescremada”, “Leche descremada” “leche reconstituida” “leche recombinada” etc. según sea el caso.

## 9. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Las condiciones de almacenamiento y transporte cumplirán con las normas sanitarias que rijan en éstos temas.

## 10. REFERENCIAS

- a) Norma ICAITI 34 041 Leche de vaca pasteurizada, Homogeneizada o no.
- b) Norma Técnica Colombiana NTC 506 Productos Lácteos Leche Entera Pasterizada
- c) Norma Salvadoreña Obligatoria NSO Productos Lácteos Leche de vaca pasterizada
- d) Norma NTON 03 022 – 99 Norma de Queso Fresco no Madurado. Especificaciones
- e) Norma NTON 03 027 – 99 Norma Técnica de Leche Entera Cruda.
- f) Norma NTON 03 021 – 99 Norma de etiquetado para productos preenvasado de consumo humano
- g) Norma Cubana Norma de Leche entera Pasteurizada.
- h) Tecnología de la leche

## 10. OBSERVANCIA DE LA NORMA

La verificación y certificación de esta Norma estará a cargo del Ministerio Agropecuario y Forestal a través de la Dirección de Salud Animal y del Ministerio de Salud a través de la Dirección de Control de Alimento.

Continúa



## **11. ENTRADA EN VIGENCIA**

La presente Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense entrará en vigencia con carácter Obligatorio forma inmediata a partir de su publicación en la Gaceta Diario Oficial

## **12. SANCIONES**

El incumplimiento a las disposiciones establecidas en la presente norma, debe ser sancionado conforme lo establecido en la Ley 291 Ley Básica de Salud Animal y Sanidad Vegetal y su Reglamento; Disposiciones Sanitarias; Decreto No. 391 y No. 432 y en la Ley de Normalización Técnica y Calidad

ULTIMA LINEA



1. **Desviación estándar:** constituye una medición más estable de la extensión de los valores de la media. Es una medida de la dispersión de los datos.
2. **F (fisher):** estadígrafo utilizado para testar si dos técnicas de laboratorio tienen igual dispersión o bien para elegir aquella con mayor precisión.
3. **Fórmula de muestreo simple:**  $n = N pq / [ ND + (1/N) pq ]$ .
4. **Grados de libertad:** son el número de muestras menos la unidad (N- 1).
5. **Intervalo de confianza:** es el porcentaje de confianza que se trabaja.
6. **K:** número de método o técnica aplicada (K -1).
7. **Media:** es la sumatoria total del número de datos entre el número de muestras.
8. **Prueba t pareada:** se utiliza cuando se seleccionan pares en forma aleatoria, partiendo de una sola población.
9. **T:** estadígrafo prueba utilizado para la comparación de dos medias entre sí para detectar si hay diferencia significativa entre ellas.
10. **Varianza:** representa el promedio de las desviaciones elevadas al cuadrado.