

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

# “ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL SUERO DE LECHE FERMENTADO EN LA ELABORACIÓN DE JABÓN LÍQUIDO CON pH ÁCIDO”

## **Autores:**

Cristina Daniela Proaño Tamayo  
Danny Gustavo Armas Andrade

Ibarra-Ecuador

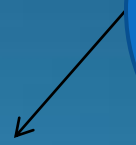
PRODUCCIÓN

NECESIDAD DE  
NUEVOS  
PRODUCTOS

SUERO DE LECHE

EN EL  
AMBIENTE

ALTERNATIVAS  
AGROINDUSTRIALES



BAJO COSTO  
COMO  
MATERIA  
PRIMA

JABÓN pH  
ÁCIDO

ALTERNATIVAS  
DE USO DEL  
SUERO DE LECHE

COSMETOLOGÍA

ALTO VALOR  
NUTRITIVO

OBTENCIÓN  
DE ÁCIDO  
LÁCTICO



# OBJETIVOS

## GENERAL

Estudiar la influencia del suero de leche fermentado en la elaboración de jabón líquido con pH ácido.

## ESPECÍFICOS:

- ❖ Determinar el mejor porcentaje de suero de leche fermentado (30%, 40% y 50%) para obtener jabón con pH ácido.
- ❖ Determinar el mejor porcentaje de Ácido Bórico utilizado para mejorar la viscosidad en la elaboración de jabón líquido con pH ácido.
- ❖ Evaluar la influencia de la velocidad de agitación (300, 500 y 1100 r.p.m.) en la elaboración de jabón ácido.
- ❖ Evaluar la calidad del producto final comparando con un producto comercial (pH LAC) mediante análisis: nivel de espuma, pH, viscosidad, acidez y turbidez.
- ❖ Determinar el rendimiento del jabón líquido, mediante balance de materiales.

## HIPÓTESIS

**Ha:** El suero de leche fermentado, el ácido bórico y la velocidad de agitación influyen en las características del jabón líquido con pH ácido.

**Ho:** El suero de leche fermentado, el ácido bórico y la velocidad de agitación NO influyen en las características del jabón líquido con pH ácido.



# MARCO TEÓRICO

CLASES DE  
SUERO

**SUERO DE  
LECHE**

COMPOSICIÓN  
QUÍMICA

USOS Y  
APLICACIONES





# JABÓN

```
graph TD; A[JABÓN] --> B[Obtención]; A --> C[Clasificación]; A --> D[Finalidad]; C --> E[Duros]; C --> F[Blandos]
```

The diagram is a hierarchical flowchart with a dark blue background and white text. At the top is a box labeled 'JABÓN'. Three arrows point downwards from this box to three separate boxes: 'Obtención' on the left, 'Clasificación' in the center, and 'Finalidad' on the right. The words 'Obtención' and 'Finalidad' are underlined. From the 'Clasificación' box, two arrows point downwards to two more boxes: 'Duros' on the left and 'Blandos' on the right.

Obtención

*Clasificación*

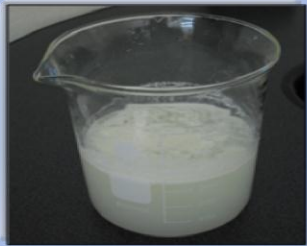
Finalidad

Duros

Blandos



# **MATERIALES Y MÉTODOS**



MATERIA PRIMA



INSUMOS



REACTIVOS



INSTRUMENTOS y  
EQUIPOS

# FACTORES EN ESTUDIO

## **Factor A**

**Porcentaje de Suero de leche Fermentado (SLF) hasta completar 81.90 % de H<sub>2</sub>O**

- **30% SLF + 51.90% H<sub>2</sub>O**
- **40% SLF + 41.90% H<sub>2</sub>O**
- **50% SLF + 31.90% H<sub>2</sub>O**

## **Factor B (Porcentaje de Ácido Bórico)**

- **0 %**
- **0.1%**
- **0.15%**

## ***Factor C (r.p.m.)***

- **300 r.p.m.**
- **500 r.p.m.**
- **1100 r.p.m.**

# CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO

- ***Tratamientos: 27***
- ***Repeticiones: 3***
- ***Unidades experimentales: 81***

**Para cada unidad experimental se utilizó, un volumen de 200ml c/u de la mezcla.**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Factor A</b> <b>Suero de</b> <b>Leche fermentado</b> <b>(%)</b>	<b>Factor B</b> <b>Ácido Bórico</b> <b>(%)</b>	<b>Factor C</b> <b>revoluciones por minutos</b> <b>(r.p.m.)</b>
<b>T1</b>	<b>30,00</b>	<b>0,00</b>	<b>300</b>
<b>T2</b>	<b>30,00</b>	<b>0,10</b>	<b>300</b>
<b>T3</b>	<b>30,00</b>	<b>0,15</b>	<b>300</b>
<b>T4</b>	<b>30,00</b>	<b>0,00</b>	<b>500</b>
<b>T5</b>	<b>30,00</b>	<b>0,10</b>	<b>500</b>
<b>T6</b>	<b>30,00</b>	<b>0,15</b>	<b>500</b>
<b>T7</b>	<b>30,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1100</b>
<b>T8</b>	<b>30,00</b>	<b>0,10</b>	<b>1100</b>
<b>T9</b>	<b>30,00</b>	<b>0,15</b>	<b>1100</b>
<b>T10</b>	<b>40,00</b>	<b>0,00</b>	<b>300</b>
<b>T11</b>	<b>40,00</b>	<b>0,10</b>	<b>300</b>
<b>T12</b>	<b>40,00</b>	<b>0,15</b>	<b>300</b>
<b>T13</b>	<b>40,00</b>	<b>0,00</b>	<b>500</b>
<b>T14</b>	<b>40,00</b>	<b>0,10</b>	<b>500</b>
<b>T15</b>	<b>40,00</b>	<b>0,15</b>	<b>500</b>
<b>T16</b>	<b>40,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1100</b>
<b>T17</b>	<b>40,00</b>	<b>0,10</b>	<b>1100</b>
<b>T18</b>	<b>40,00</b>	<b>0,15</b>	<b>1100</b>
<b>T19</b>	<b>50,00</b>	<b>0,00</b>	<b>300</b>
<b>T20</b>	<b>50,00</b>	<b>0,10</b>	<b>300</b>
<b>T21</b>	<b>50,00</b>	<b>0,15</b>	<b>300</b>
<b>T22</b>	<b>50,00</b>	<b>0,00</b>	<b>500</b>
<b>T23</b>	<b>50,00</b>	<b>0,10</b>	<b>500</b>
<b>T24</b>	<b>50,00</b>	<b>0,15</b>	<b>500</b>
<b>T25</b>	<b>50,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1100</b>
<b>T26</b>	<b>50,00</b>	<b>0,10</b>	<b>1100</b>
<b>T27</b>	<b>50,00</b>	<b>0,15</b>	<b>1100</b>

# ANÁLISIS FUNCIONAL

- TUKEY para tratamientos (5%)
- DMS para factores
- GRÁFICO para interacciones
- FRIEDMAN para variables cualitativas (análisis no paramétrico) del producto final

# VARIABLES EVALUADAS

## *VARIABLES CUANTITATIVAS*

- *Determinación de Potencial Hidrógeno (pH)*
- *Determinación de acidez libre*
- *Determinación de la Viscosidad*
- *Determinación de Materia Insoluble en Agua*
- *Determinación de Materia Insoluble en Alcohol*
- *Determinación del Nivel de Espuma*
- *Turbidez*

## *VARIABLES CUALITATIVAS:*

*Consistencia (viscosidad)*

*Tersedad (suavidad y grasa al lavarse)*

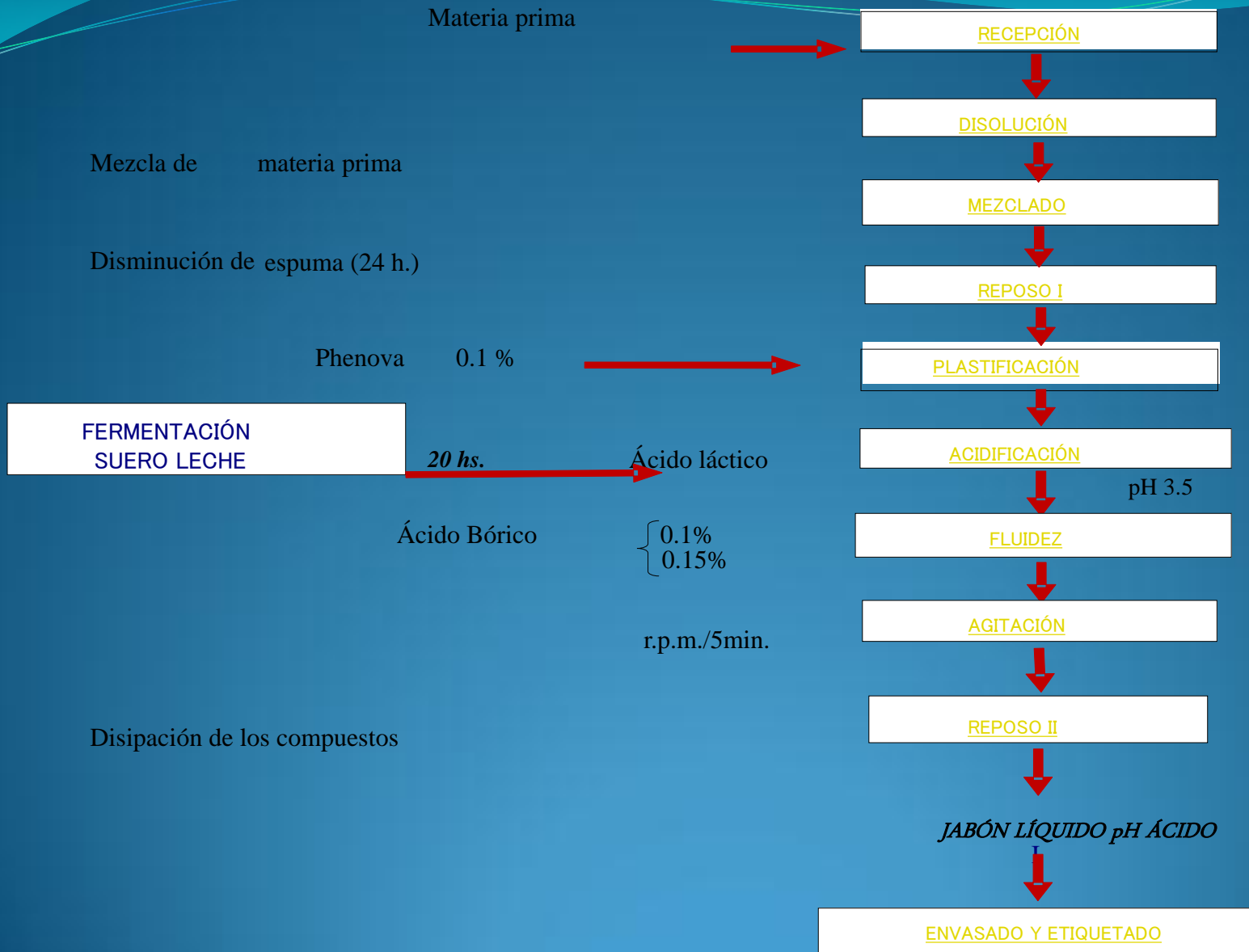


# MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

# FÓRMULA PARA OBTENER JABÓN LÍQUIDO pH ÁCIDO

<b>COMPUESTO</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>g</b>
Texapon	<b>9,00</b> (9*208/100)	<b>9,00</b> (9*208/100)	<b>9,00</b> (9*208/100)	18,72
Viscamid	<b>4,00</b> (4*208/100)	<b>4,00</b> (4*208/100)	<b>4,00</b> (4*208/100)	8,32
Glicerina	<b>2,00</b> (2*208/100)	<b>2,00</b> (2*208/100)	<b>2,00</b> (2*208/100)	4,16
Obsidox	<b>2,00</b> (2*208/100)	<b>2,00</b> (2*208/100)	<b>2,00</b> (2*208/100)	4,16
CINa 25 %	<b>1,00</b> (1*208/100)	<b>1,00</b> (1*208/100)	<b>1,00</b> (1*208/100)	2,08
Phenova	<b>0,10</b> (0,1*208/100)	<b>0,10</b> (0,1*208/100)	<b>0,10</b> (0,1*208/100)	0,21
<i>Agua + Suero Fermentado</i>	<b>30 + 51,90</b> (81,9*208/100)	<b>40 + 41,90</b> (81,9*208/100)	<b>50 + 31,90</b> (81,9*208/100)	170,35
<i>Ac. Bórico</i>	<b>0.00</b>	<b>0.10</b>	<b>0.15</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100.10</b>	<b>100.15</b>	<b>208,00</b>

# DIAGRAMA DE BLOQUES EN LA ELABORACIÓN DE JABÓN ÁCIDO





# **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

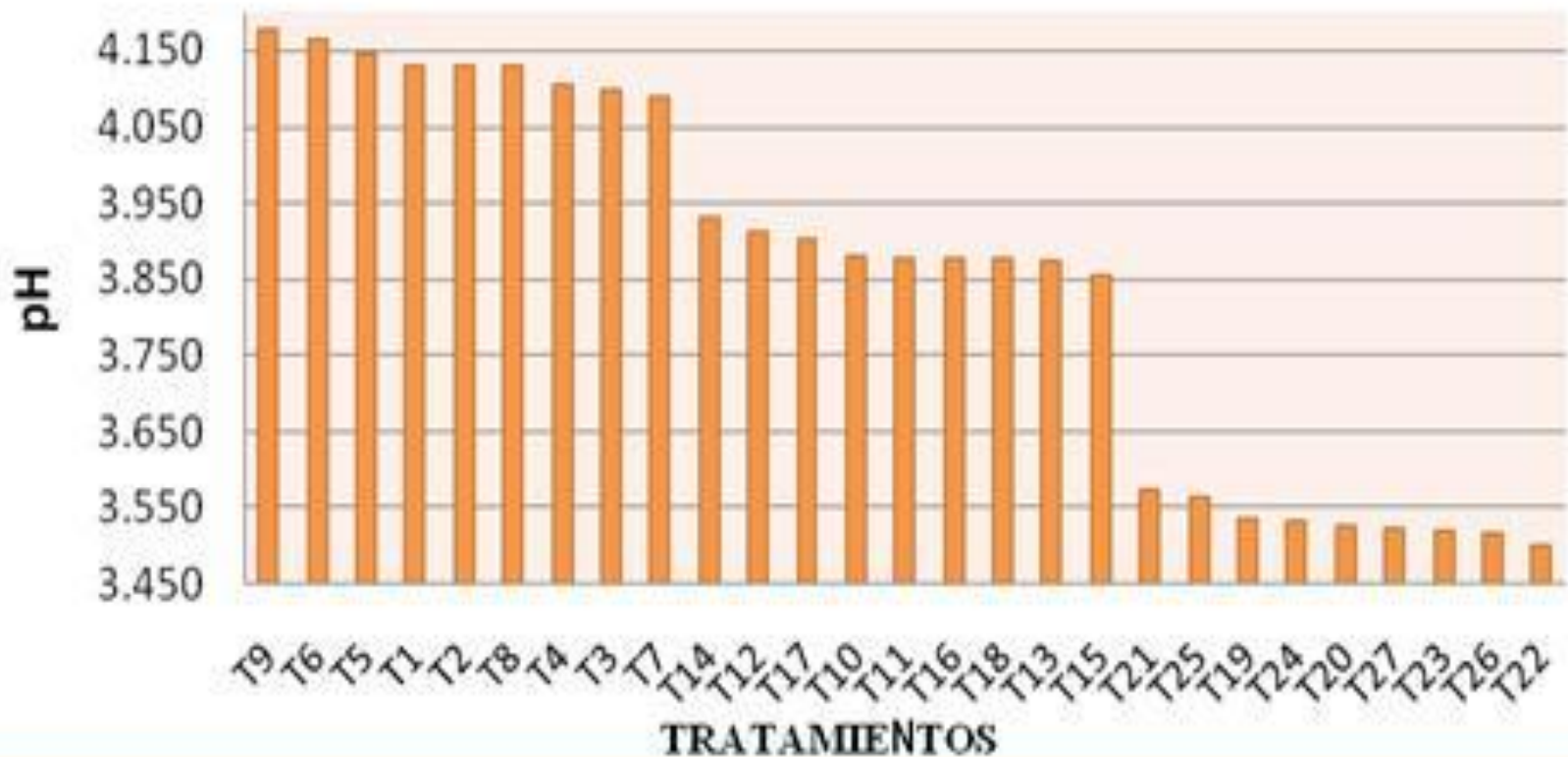
# pH

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F.T 5%
Total	80	5,0106				
Tratamientos	26	4,9320	0,1897	130,32 **	1,170	2,130
Factor A	2	4,8860	2,4430	1678,38 **	5,020	3,170
Factor B	2	0,0075	0,0038	2,58 NS	5,020	3,170
Factor C	2	0,0009	0,0005	0,31 NS	5,020	3,170
I (AxB)	4	0,0038	0,0010	0,65 NS	3,690	2,540
I (AxC)	4	0,0092	0,0023	1,57 NS	3,690	2,540
I (BxC)	4	0,0064	0,0016	1,09 NS	3,690	2,540
I (AxBxC)	8	0,0182	0,0023	1,56 NS	2,860	2,110
ERROR EXP.	54	0,0786	0,0015			

CV= 0,9201%

# GRÁFICO COMPARATIVO

## PROMEDIO DE pH



# VISCOSIDAD

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	80	0.1684				
Tratamientos	26	0.1666	0.00641	198.0121**	1.1700	2.1300
FA (% Suero Fermentado)	2	0.1649	0.08248	2547.9858**	5.0200	3.1700
FB (% Acido Bórico)	2.0	0.00002	0.00013	0.4166 NS	5.0200	3.1700
FC (rpm)	2	0.0007	0.00004	10.8438**	5.0200	3.1700
I (AxB)	4	0.00017	0.00004	1.3466NS	3.6900	2.5400
I (AxC)	4	0.00052	0.00013	4.0534**	3.6900	2.5400
I (BxC)	4	0.000025	0.00005	0.1589NS	3.6900	2.5400
I (AxBxC)	8	0.00024	0.00003	0.9482NS	2.8600	2.1100
ERROR EXP.	54	0.00174	0.00003			

CV= 0.9686

# GRÁFICO COMPARATIVO





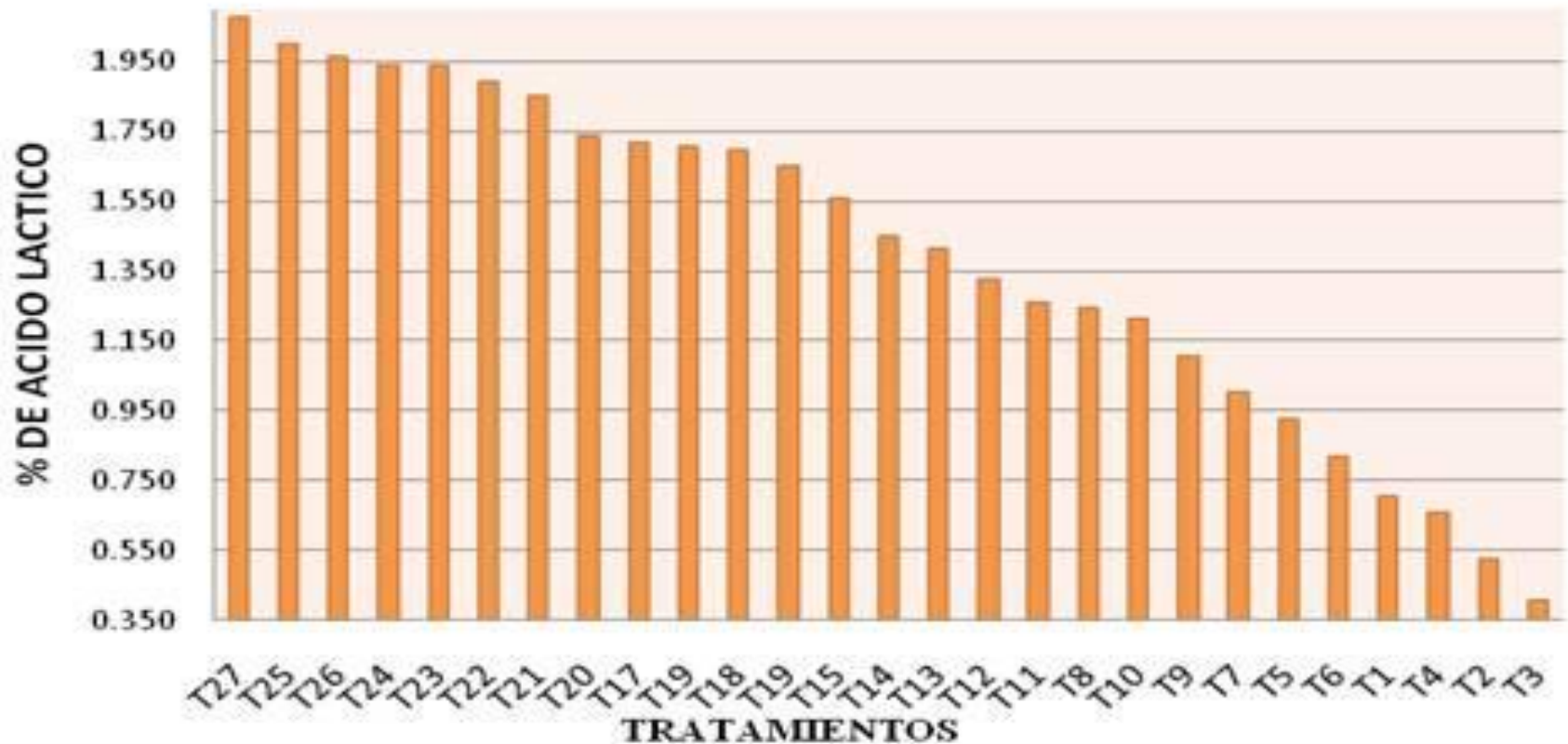
# ÁCIDO LÁCTICO

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F.T 5%
Total	80	19,0398				
Tratamientos	26	19,0207	0,7315	2073,58 **	1,1700	2,1300
FA	2	16,0076	8,0038	22686,33 **	5,0200	3,1700
FB	2	0,0631	0,0315	89,39 **	5,0200	3,1700
FC	2	2,3110	1,1554	3275,13 **	5,0200	3,1700
I (AxB)	4	0,1047	0,0261	74,21 **	3,6900	2,5400
I (AxC)	4	0,2480	0,0620	175,74 **	3,6900	2,5400
I (BxC)	4	0,0677	0,0169	47,95 **	3,6900	2,5400
I (AxBxC)	8	0,2187	0,0273	77,48 **	2,8600	2,1100
ERROR EXP.	54	0,0191	0,0003528			

CV= 2,0321 %

# GRÁFICO COMPARATIVO

## PROMEDIO DE ACIDO LACTICO



# MATERIA INSOLUBLE EN AGUA

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F.T 5%
Total	80	0,039853				
Tratamientos	26	0,039719	0,00152765	615,60 **	1,170	2,130
Factor A	2	0,034568	0,01728423	6965,28 **	5,020	3,170
Factor B	2,0	0,000417	0,00020838	83,97 **	5,020	3,170
Factor C	2	0,002734	0,00136690	550,84 **	5,020	3,170
I (AxB)	4	0,000192	0,00004794	19,31 **	3,690	2,540
I (AxC)	4	0,001415	0,00035379	142,57 **	3,690	2,540
I (BxC)	4	0,000183	0,00004572	18,42 **	3,690	2,540
I (AxBxC)	8	0,000210	0,00002627	10,58 **	2,860	2,110
ERROR EXP.	54	0,000134	0,00000248			

CV= 1,9133 %

# GRÁFICO COMPARATIVO

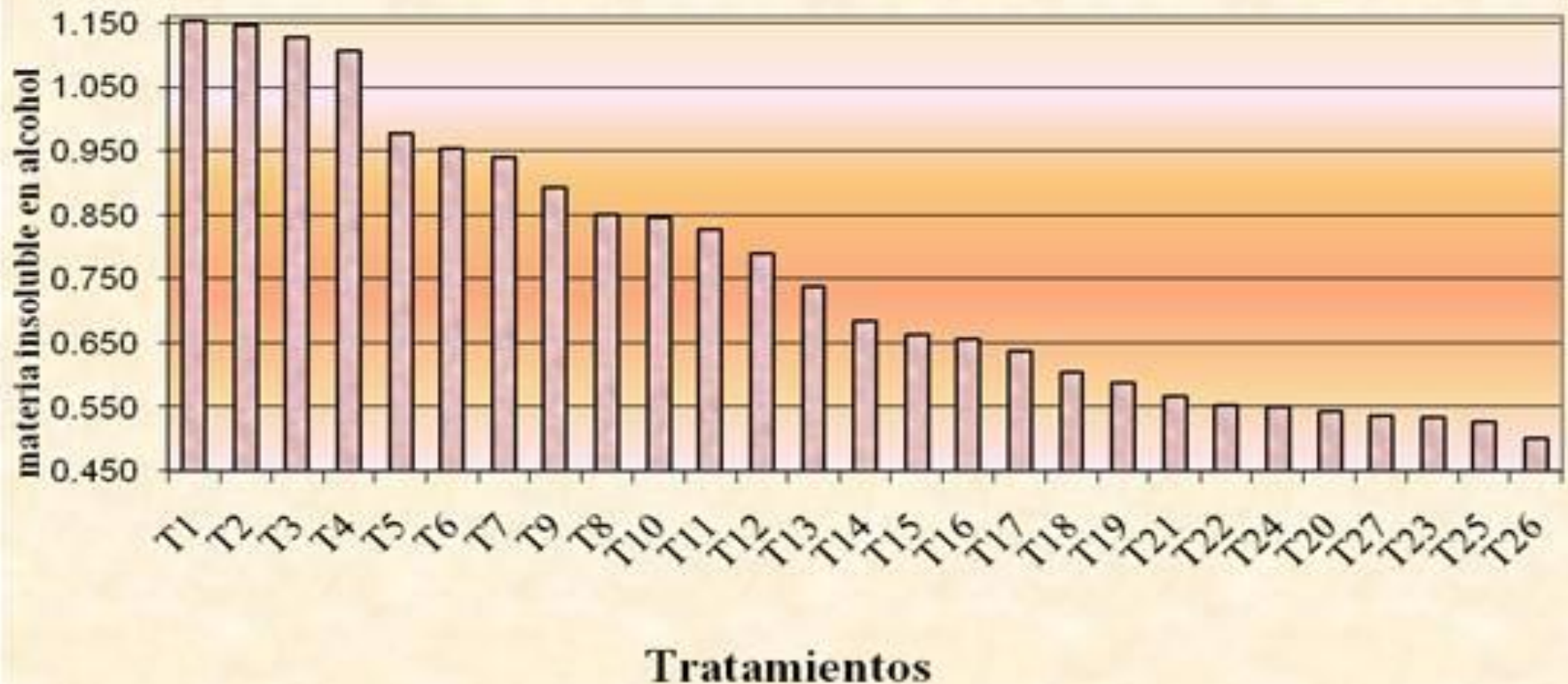


# MATERIA INSOLUBLE EN ALCOHOL

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	80	4.2962				
Tratamientos	26	3.6136	0.1390	10.9953**	1.1700	2.1300
FA (% Suero Fermentado)	2	3.0440	1.5220	120.4067**	5.0200	3.1700
FB (% Acido Borico)	2	0.0025	0.0012	0.0982NS	5.0200	3.1700
FC (Rpm)	2	0.1937	0.0969	7.6630**	5.0200	3.1700
I (AxB)	4	0.0502	0.0126	0.9936NS	3.6900	2.5400
I (AxC)	4	0.0976	0.0244	1.9294NS	3.6900	2.5400
I (BxC)	4	0.0730	0.0183	1.4446NS	3.6900	2.5400
I (AxBxC)	8	<b>CV= 0.1526%</b>	0.019073	1.5088NS	2.8600	2.1100
ERROR EXPER	54	0.0000	0.010040			

# GRÁFICO COMPARATIVO

□ Promedio de Materia Insoluble en alcohol





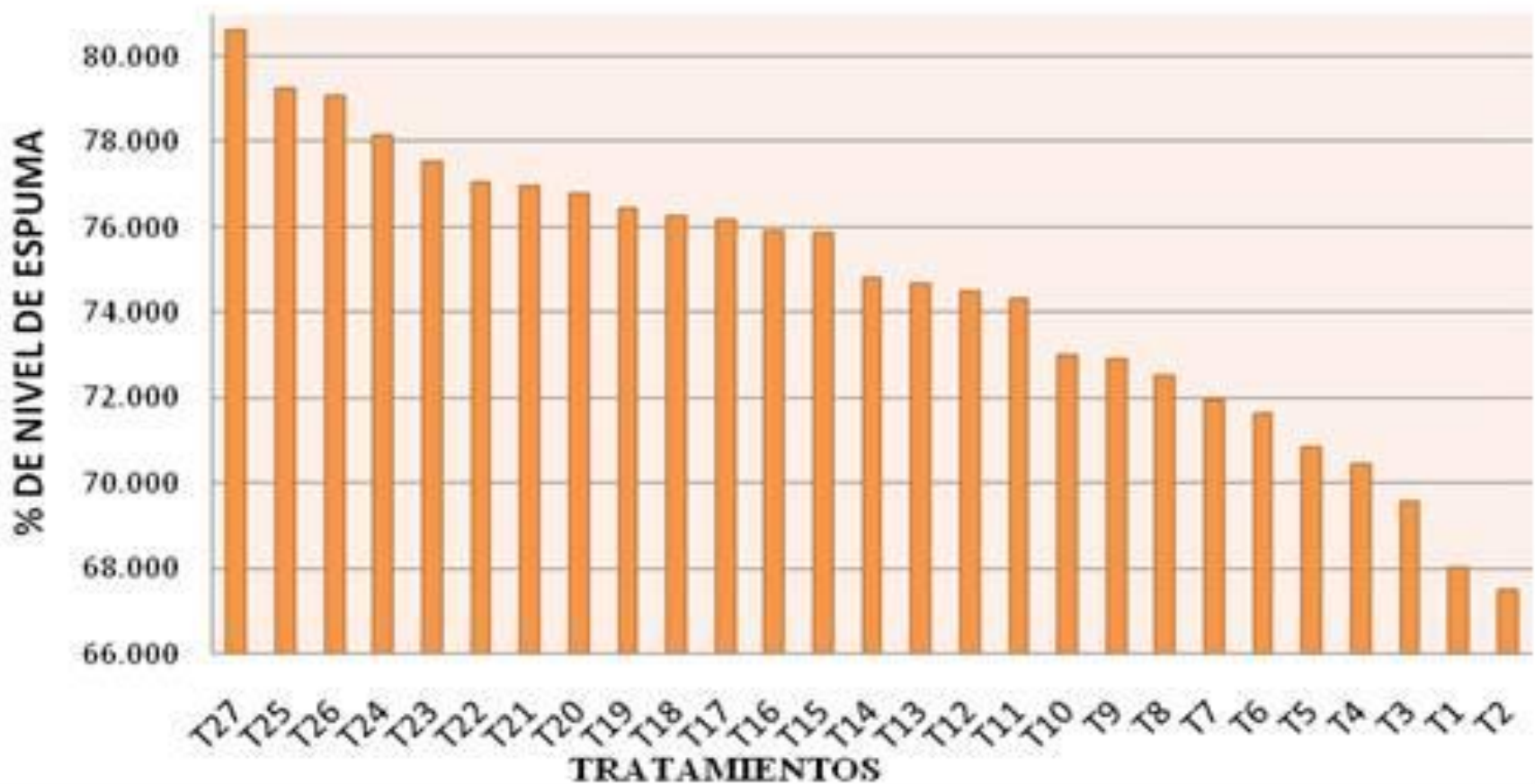
# NIVEL DE ESPUMA

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. T 5%
Total	80	916,827				
Tratamientos	26	910,040	35,001	278,487 **	1,1700	2,1300
Factor A	2	746,821	373,410	2971,016**	5,0200	3,1700
Factor B	2	16,617	8,308	66,108 **	5,0200	3,1700
Factor C	2	126,739	63,369	504,198 **	5,0200	3,1700
I (AxB)	4	1,037	0,259	2,063 NS	3,6900	2,5400
I (AxC)	4	12,796	3,199	25,453 **	3,6900	2,5400
I (BxC)	4	0,198	0,0495	0,394 NS	3,6900	2,5400
I (AxBxC)	8	5,830	0,728	5,798 **	2,8600	2,1100
ERROR EXP.	54	6,787	0,125			

CV= 0,5004 %

# GRÁFICO COMPARATIVO

## PROMEDIO NIVEL DE ESPUMA





# ANÁLISIS SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO

**Tersedad** (*Suavidad de la piel*)

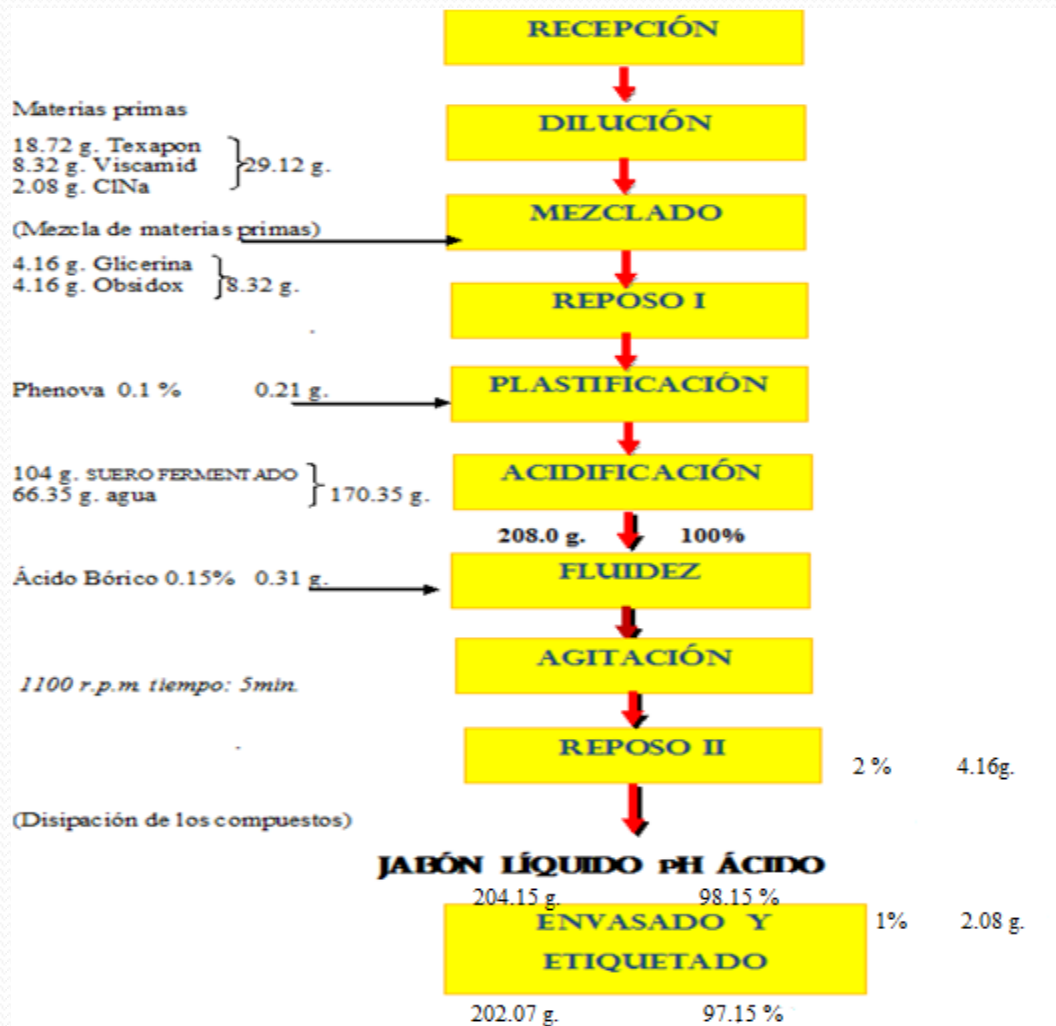
**Consistencia** (*viscosidad*)



## EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE UN JABÓN COMERCIAL (pH LAC) VS. JABÓN LÍQUIDO CON pH ÁCIDO

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	JABÓN LÍQUIDO DACRISLAC	JABÓN LÍQUIDO pH LAC
Humedad	% (m/m)	Gravimétrico	28,00	30,00
pH	NA	Potenciométrico	3,50	3,50
Acidez (ácido láctico)	% (m/m)	Volumétrico	2,08	2,00
Nivel de Espuma	% (m/m)	Cualitativo	80,65	75,00
Turbidez	UNT	Método Nefelométrico	0,10	0,03

# BALANCE DE MATERIALES PARA EL MEJOR TRATAMIENTO



# COSTOS DE PRODUCCIÓN DE JABÓN LÍQUIDO CON pH ÁCIDO

RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL ( <i>usd</i> )
<b>Suero de leche</b>	Litros ( <i>l</i> )	7	0.10 usd/l	0.70
<b>Texapon</b>	Gramos (g)	1458	0.022 usd/g	3.21
<b>Viscamid</b>	Gramos (g)	648	0.040 usd/g	2.61
<b>Obsidox</b>	Gramos (g)	324	0.032 usd/g	1.04
<b>Glicerina</b>	Gramos (g)	324	0.015 usd/g	0.48
<b>CINa</b>	Gramos (g)	162	0.012 usd/g	0.2
<b>Phenova</b>	Gramos (g)	0.162	1.40 usd/g	0.25
<b>Ácido bórico</b>	Gramos ( <i>g</i> )	2.43	0.50 usd/g	1.21
<b>Envases plásticos</b>	Frascos ( <i>unidad</i> )	14	1.10 usd/unidad	15.4
<b>Etiquetas</b>	Láminas ( <i>unidad</i> )	14	1.00 usd/unidad	14.0
<b>Mano de obra directa (<i>obreros</i>)</b>	Horas ( <i>h</i> )	20	2.00 usd/h	40.0
<b>Mano de obra indirecta (<i>transporte</i>)</b>	Horas ( <i>h</i> )	6	8.00 usd/h	48.0
<b>Gastos gas agitador magnético</b>	Tanques ( <i>tanq</i> ) horas (h)	2 20	1.65 usd/tanq 0.18	3.3 3.6
<b>Potenciómetro</b>	horas (h)	20	0.078	1.56
<b>Alquiler de la planta</b>	días	3	33.33	100
<b>TOTAL</b>				<b>235.56</b>

# CONCLUSIONES

- El pH es un factor importante en la piel, ya que mantiene una relación directamente proporcional al crecimiento de la flora microbiana, de esta manera, al evaluar el pH del jabón líquido se concluyó que, el T27 (50% suero fermentado, 0.15% ácido bórico, 1100 r.p.m.) y T26 (50% suero fermentado, 0.1% ácido bórico, 1100 r.p.m.) son los mejores tratamientos para esta variable, obteniendo el valor del pH de 3,5 óptimo para el mantenimiento de la piel.
- En lo que concierne a los porcentajes adecuados de Suero de Leche fermentado, el aconsejable para obtener el producto deseado es el 50% ya que con 40% y 30% de SLF el jabón líquido presenta una separación de fases después del almacenamiento en un tiempo de 10 días.
- En la elaboración de jabón líquido, el ácido Bórico es utilizado con la finalidad de obtener una mayor consistencia. El porcentaje adecuado de ácido bórico para esta investigación llegó a ser de 0.1% y 0.15% pues no existe diferencia significativa en estas cantidades.

• En cuanto a la variable de la acidez, el tratamiento T27 (50% suero fermentado, 0.15% ácido bórico, 1100 r.p.m.), es el mejor pues este contiene la cantidad apropiada de ácido láctico comparado con el producto comercial, cumpliendo con el objetivo establecido en la investigación.

• La Norma INEN 817, determina el porcentaje de materia insoluble en alcohol, en donde se obtuvo que los Tratamientos T26 ((50% suero fermentado, 0.1% ácido bórico, 1100 r.p.m.) y T27 (50% suero fermentado, 0.15% ácido bórico, 1100 r.p.m.), son los mejores, ya que se encuentran dentro de los rangos establecidos que es no superar el 50% de dicha materia.

• La Norma INEN 816 establece que un jabón no debe excederse del 20% de materia insoluble en agua por lo que se concluye que el T24 (50% se suero fermentado, 0.15 % de ácido bórico y 500 r.p.m), es el mejor tratamiento a utilizar para esta variable.

• En lo que se refiere a la variable del nivel de espuma, se considera que un jabón líquido aceptable al consumidor debe tener un porcentaje de 77 a 80%, se obtuvo que el Tratamiento T27 (50% suero fermentado, 0.15% ácido bórico, 1100 r.p.m.), es el más adecuado para esta investigación pues está en 80% de nivel de espuma.

- Al realizar el análisis de turbidez, el producto final contiene un grado exacto de turbiedad con respecto a la norma por lo que es aceptable para esta investigación.
- Con respecto a las variables en la evaluación sensorial: la tersedad (suavidad al lavarse) y consistencia tuvieron significación estadística; es decir que, para el panel de evaluadores, las dos variables fueron distintas, dando así el mejor tratamiento en las dos variables el T27 (50% suero fermentado, 0.15% ácido bórico, 1100 r.p.m.)
- Al determinar el rendimiento del mejor tratamiento por medio de balance de materiales, se obtuvo una pérdida de 2.85%, esto sucedió al momento de ser transvasado a su respectivo envase, dando un volumen de producto final de 194.3 mililitros.
- Al hacer un análisis comparativo del T27 (50% suero fermentado, 0.15% ácido bórico, 1100 r.p.m.), con el jabón comercial (pH LAC), se obtuvo una diferencia no significativa entre estos por lo que se determinó que el producto de esta investigación es similar al comercial, es decir, un beneficioso producto para el mercado.



- En lo que se refiere a la agitación, esta operación influye totalmente con el proceso de la elaboración del jabón líquido es así que, a mayor agitación se obtuvo una mezcla con mejor homogeneidad y con mayor viscosidad. Refiriéndose a las cantidades en r.p.m. del agitador magnético para el proceso de la elaboración del jabón ácido, en 1100 r.p.m. el producto es más aceptable para el consumidor.
- Al determinar los costos de producción, se obtuvo que este producto tiene un precio final de 2.90 usd, por lo que sí es factible para esta investigación ya que al ser comparado con el comercial tiene un valor menor y accesible para el mercado.
- El desarrollo de esta investigación permitió demostrar que si es posible obtener jabón ácido por medio del suero de leche fermentado, dando así un valor agregado a dicho subproducto de la leche y en sí llegar a la finalidad de esta publicación.
- Se acepta la hipótesis alternativa: El suero de leche fermentado, el ácido bórico y la velocidad de agitación influyen en la elaboración de jabón líquido con pH ácido.

# RECOMENDACIONES

- Para el proceso de la elaboración de jabón líquido se recomienda que, para lograr una viscosidad adecuada, es aconsejable realizar el proceso a temperatura ambiente ya que su viscosidad es inversamente proporcional al calor.
- El proceso de jabón líquido con pH ácido no necesita tecnología complicada, por lo que puede adaptarse a un proceso artesanal o a las condiciones de las Unidades Productivas de La Universidad Técnica del Norte.
- Investigar la extracción de proteínas del suero de leche para utilizarlo en la agroindustria.
- Se recomienda investigar sobre diferentes procesos para la obtención de Suero de leche fermentado a fin de obtener este subproducto de manera totalmente esterilizada y con alto rendimiento que permita extraer y purificar el ácido láctico.

- De igual manera se recomienda estudiar esta investigación con porcentajes mayores de suero de leche fermentado (60% y 70%), para obtener un producto mejor elaborado en lo que respecta a turbiedad, materia insoluble en agua y alcohol.
- Divulgar a las pequeñas industrias lácteas sobre este producto para que permitan aprovechar la materia prima que disponen y mejorar la rentabilidad de dichas fábricas.
- Se recomienda realizar estudios de mercado para ver su factibilidad ya que según el estudio no se presenta inconvenientes para su elaboración y es un producto aceptable.

**GRACIAS POR SU ATENCIÓN**