



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

EVALUACIÓN DE FORMULACIONES DE JABÓN DE LAVANDERÍA UTILIZANDO JABÓN DE REPROCESO

Goldeim Zulema Calderón Agustín

Asesorado por el Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez

Guatemala, agosto de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DE FORMULACIONES DE JABÓN DE LAVANDERÍA
UTILIZANDO JABÓN DE REPROCESO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

GOLDEIM ZULEMA CALDERÓN AGUSTÍN

ASESORADO POR EL ING. VÍCTOR MANUEL MONZÓN VALDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICO

GUATEMALA, AGOSTO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

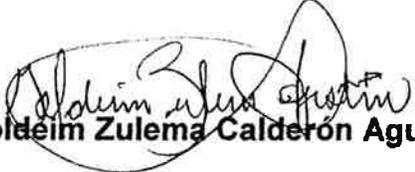
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Hilda Piedad Palma de Martini
EXAMINADORA	Inga. Casta Petrona Zeceña Zeceña
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

EVALUACIÓN DE FORMULACIONES DE JABÓN DE LAVANDERÍA UTILIZANDO JABÓN DE REPROCESO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 28 de febrero de 2011.


Goldeim Zulema Calderón Agustín



Guatemala 28 de octubre de 2011

Ing. Williams Álvarez
Director Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que he revisado el informe final del Trabajo de Graduación titulado EVALUACIÓN DE FORMULACIONES DE JABÓN DE LAVANDERÍA UTILIZANDO JABÓN DE REPROCESO de la estudiante Goldeim Zulema Calderón Agustín, quien se identifica con número de carné 200312604.

Habiendo encontrado el referido informe final satisfactorio lo doy por aprobado y extendiendo la presente para el uso que a la interesada convenga.

Atentamente

Ing. Qco. Víctor Manuel Monzón Valdez
Colegiado No. 656

Ingeniero Químico Víctor Manuel Monzón Valdez

Asesor Trabajo de Graduación

Colegiado No. 656



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

Guatemala, 13 de febrero de 2012
Ref. EI.Q.TG-IF.003.2012

Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
DIRECTOR
Escuela Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Álvarez:

Como consta en el Acta TG-109-2011-IF le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Solicitado por la estudiante universitaria: **Goldeim Zulema Calderón Agustín**

Identificada con número de carné: **2003-12604**

Previo a optar al título de INGENIERA QUÍMICA.

Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

**EVALUACIÓN DE FORMULACIONES DE JABÓN DE LAVANDERÍA UTILIZANDO
JABÓN DE REPROCESO**

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por el Ingeniero: **Víctor Manuel Monzón**

Habiendo encontrado el referido informe final del trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. César Alfonso García Guerra
COORDINADOR DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



ESCUELA DE
INGENIERIA QUIMICA

C.c.: archivo

PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA
ACREDITADO POR
Agencia Centroamericana de Acreditación de
Programas de Arquitectura y de Ingeniería
Período 2009 - 2012





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

Ref.EIQ.TG.132.2012

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación de la estudiante, **GOLDEIM ZULEMA CALDERÓN AGUSTÍN** titulado: "**EVALUACIÓN DE FORMULACIONES DE JABÓN DE LAVANDERÍA UTILIZANDO JABÓN DE REPROCESO**". Procedé a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, agosto de 2012

Cc: Archivo
VMMV/ale



DTG. 408.2012

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **EVALUACIÓN DE FORMULACIONES DE JABÓN DE LAVANDERÍA UTILIZANDO JABÓN DE REPROCESO**, presentado por la estudiante universitaria **Goldeim Zulema Calderón Agustín**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 30 de agosto de 2012.

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios y la Virgen

Por permitirme vivir, colmarme de bendiciones y ser la luz en mi camino.

Mi madre

Margarita Agustín Ramos por su lucha y esfuerzo constante de toda la vida, por la paciencia y disciplina para guiarme por el camino correcto, por creer en mí, darme la oportunidad de salir adelante y por todo el amor.

Mis abuelos

Martiniano Agustín y Adriana Ramos quienes fueron como mis padres ya que me cuidaron como a una hija y que ahora son mis ángeles en el cielo.

Mis tíos

Samuel Agustín y en especial a Felipe Agustín Ramos quien me protegió y consideró su hija. Y que ahora me ve desde el cielo, desde allá me cuida y siempre estará en mi corazón.

Mi tía

Myriam Agustín Ramos por darme su cariño como una madre y apoyarme en todos los aspectos, ya que sin su ayuda no podría haber logrado este sueño.

Mi hermana

Brenda Paola Agustín por su apoyo y cariño.

Mis sobrinos

Jimena, Valentina y Luis Pedro por ser una alegría en mi vida.

Luis Fernando Bautista

Por estar a mi lado dándome su cariño, apoyo, fortaleza y ayudarme siempre.

Mis motivadores y amigos

Luis Bautista, Carmen Domínguez, Adolfo Macario, Débora Santizo, Jefferson Santiago, Zoyla Reyes, Kenia Toto, Luis González, Marielos del Valle, Danilo Hernández, Evelyn Marroquín, Kimberly Icaza, Nereida Escobedo, Jennifer Bautista, Ruth Cardona, Dina Soto, Isabel Amoretti, Leslie Fuentes, Bárbara Martínez, Luis Sandoval y Hugo Juárez.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios y la Virgen	Por guiarme en todo este proceso y permitirme llegar hasta el final.
Mi madre	Por creer en mí y darme la oportunidad de salir adelante.
Mis abuelos Martiniano y Adriana	Por cuidarme y ayudarme a vivir.
Mi tía Myriam Agustín	Por todo su apoyo a lo largo de mi vida.
Mis familiares	Por el apoyo brindado.
Luis Fernando Bautista	Por sus consejos y motivación para salir adelante.
Ing. Víctor Monzón	Por su asesoría, orientación y el tiempo dedicado en este proyecto.
Ing. Juan Carlos Gonzáles	Por el apoyo brindado en la realización de este proyecto.
Ingenieros y catedráticos de la Facultad de Ingeniería	Por los conocimientos brindados a lo largo de mi carrera.

Escuela de Ingeniería Química Por el apoyo en el desarrollo de la carrera.

Universidad de San Carlos de Guatemala Por velar en la formación académica de los estudiantes.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XXV
GLOSARIO	XXVII
RESUMEN.....	XXXI
OBJETIVOS.....	XXXIII
INTRODUCCIÓN	XXXV
1. ANTECEDENTES.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Historia del jabón.....	3
2.2. Jabón.....	3
2.3. Función del jabón	4
2.4. Aceites y grasas	5
2.5. Estearina de palma.....	6
2.6. Ácidos grasos.....	6
2.7. Alcalis	7
2.8. Saponificación	7
2.9. Índice de saponificación	9
2.10. Reproceso	10
2.10.1. Clasificación	10
2.10.1.1. Reproceso tipo A.....	11
2.10.1.2. Reproceso tipo B.....	11
2.10.1.3. Reproceso tipo C.....	11
2.10.1.4. Reproceso tipo D.....	11

2.10.2.	Causas de generación de reproceso	12
2.10.3.	Factores fisicoquímicos que afectan en la producción y generan reproceso.....	12
3.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	13
3.1.	Variables	13
3.2.	Delimitación del campo de estudio.....	15
3.3.	Recursos humanos disponibles	16
3.4.	Recursos materiales disponibles.....	16
3.4.1.	Cristalería y equipo de laboratorio.....	16
3.4.2.	Reactivos	17
3.5.	Técnica cuantitativa.	18
3.5.1.	Procedimiento de fabricación	20
3.5.2.	Pruebas de laboratorio	22
3.5.2.1.	Medición de humedad	22
3.5.2.2.	Medición de alcalinidad.	25
3.5.2.3.	Medición de cloruros	26
3.5.2.4.	Medición de la dureza por penetrometría para el jabón terminado en producción y luego de su cuarentena.....	27
3.6.	Recolección y ordenamiento de la información.....	29
3.6.1.	Manejo del experimento	30
3.6.2.	Parámetros estándar para los dos tipos de jabones a producir.....	34
3.6.3.	Datos recopilados sobre los análisis realizados a los jabones manufacturados con mezcla de jabón de rechazo en sustitución de un porcentaje de grasa	36

3.6.4.	Variabilidades presentadas en los jabones manufacturados con diferentes porcentajes de mezcla de grasa virgen más mezcla de rechazo.....	61
3.7.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información.....	83
3.7.1.	Determinación de la humedad presente en la muestra.....	83
3.7.2.	Determinación de la alcalinidad presente en la muestra.....	83
3.7.3.	Determinación de la cantidad de cloruros presente en la muestra.....	85
3.7.4.	Determinación de la dureza de la muestra por penetrometría.....	86
3.7.5.	Media aritmética.....	87
3.7.6.	Varianza.....	88
3.7.7.	Desviación estándar.....	89
3.7.8.	Límite de control superior.....	90
3.7.9.	Límite de control inferior.....	91
3.7.10.	Suma de cuadrados entre grupos (SCE).....	92
3.7.11.	MCE.....	93
3.7.12.	Suma de cuadrados dentro de grupos (SCD).....	94
3.7.13.	MCD.....	95
3.7.14.	F_c	96
3.7.15.	F_t	96
3.8.	Análisis estadístico.....	97

4.	RESULTADOS.....	113
4.1.	Caracterizar con base en los cuatro parámetros principales de calidad, dos tipos de jabón de lavandería rechazados provenientes de etapas de manufactura y devolución de producto	113
4.2.	Evaluar la variación en las especificaciones de manufactura de dos tipos de jabones de lavandería, al combinarlos con cuatro proporciones diferentes de jabón rechazado	116
4.3.	Evaluación estadística para establecer diferencias significativas entre la formulación a partir de grasa virgen con base en las cuatro formulaciones con diferentes proporciones de jabón rechazado.	164
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	189
	CONCLUSIONES.....	197
	RECOMENDACIONES	199
	BIBLIOGRAFÍA.....	201
	APÉNDICES.....	203

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Reacción de saponificación.....	8
2.	Planta piloto utilizada para la manufactura del jabón	15
3.	Mezcladora vista por fuera y por dentro	20
4.	Compresora y extrusora vista por fuera y por dentro	21
5.	Obtención de cilindros de jabón	21
6.	Determinación de la humedad a la pasta de jabón	23
7.	Determinación de la humedad al jabón terminado	24
8.	Determinación de la dureza por el penetrómetro	29
9.	Mezclas virgen y de rechazo	30
10.	Valores medidos de temperatura y humedad en el laboratorio de control de calidad	31
11.	Rechazos debido a la humedad fuera de rango.....	113
12.	Rechazos debido a la alcalinidad fuera de rango.....	114
13.	Rechazos debido a la cantidad de cloruros fuera de rango	114
14.	Rechazos debido a la penetrometría fuera de rango	115
15.	Humedad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 1 del jabón tipo A	116
16.	Humedad obtenida en el producto terminado para mezcla 1 del jabón tipo A	117
17.	Humedad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 1 del jabón tipo A	117
18.	Alcalinidad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 1 del jabón tipo A	118

19.	Alcalinidad obtenida en el producto terminado para mezcla 1 del jabón tipo A.....	118
20.	Alcalinidad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 1 del jabón tipo A.....	119
21.	Cloruros obtenidos en la etapa de mezclado para mezcla 1 del jabón tipo A.....	119
22.	Cloruros obtenidos en el producto terminado para mezcla 1 del jabón tipo A.....	120
23.	Cloruros obtenidos en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 1 del jabón tipo A.....	120
24.	Penetrometría obtenida en el producto terminado para mezcla 1 del jabón tipo A	121
25.	Penetrometría obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 1 del jabón tipo A	121
26.	Humedad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 2 del jabón tipo A.....	122
27.	Humedad obtenida en el producto terminado para mezcla 2 del jabón tipo A.....	123
28.	Humedad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 2 del jabón tipo A.....	123
29.	Alcalinidad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 2 del jabón tipo A.....	124
30.	Alcalinidad obtenida en el producto terminado para mezcla 2 del jabón tipo A.....	124
31.	Alcalinidad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 2 del jabón tipo A.....	125
32.	Cloruros obtenidos en la etapa de mezclado para mezcla 2 del jabón tipo A.....	125

33.	Cloruros obtenidos en el producto terminado para mezcla 2 del jabón tipo A	126
34.	Cloruros obtenidos en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 2 del jabón tipo A	126
35.	Penetrometría obtenida en el producto terminado para mezcla 2 del jabón tipo A	127
36.	Penetrometría obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 2 del jabón tipo A.....	127
37.	Humedad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 3 del jabón tipo A	128
38.	Humedad obtenida en el producto terminado para mezcla 3 del jabón tipo A	129
39.	Humedad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 3 del jabón tipo A	129
40.	Alcalinidad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 3 del jabón tipo A	130
41.	Alcalinidad obtenida en el producto terminado para mezcla 3 del jabón tipo A	130
42.	Alcalinidad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 3 del jabón tipo A	131
43.	Cloruros obtenidos en la etapa de mezclado para mezcla 3 del jabón tipo A	131
44.	Cloruros obtenidos en el producto terminado para mezcla 3 del jabón tipo A	132
45.	Cloruros obtenidos en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 3 del jabón tipo A	132
46.	Penetrometría obtenida en el producto terminado para mezcla 3 del jabón tipo A	133

47.	Penetrometría obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 3 del jabón tipo A	133
48.	Humedad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 4 del jabón tipo A	134
49.	Humedad obtenida en el producto terminado para mezcla 4 del jabón tipo A	135
50.	Humedad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 4 del jabón tipo A.....	135
51.	Alcalinidad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 4 del jabón tipo A	136
52.	Alcalinidad obtenida en el producto terminado para mezcla 4 del jabón tipo A	136
53.	Alcalinidad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 4 del jabón tipo A.....	137
54.	Cloruros obtenidos en la etapa de mezclado para mezcla 4 del jabón tipo A	137
55.	Cloruros obtenidos en el producto terminado para mezcla 4 del jabón tipo A	138
56.	Cloruros obtenidos en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 4 del jabón tipo A.....	138
57.	Penetrometría obtenida en el producto terminado para mezcla 4 del jabón tipo A	139
58.	Penetrometría obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 4 del jabón tipo A	139
59.	Humedad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 1 del jabón tipo B	140
60.	Humedad obtenida en el producto terminado para mezcla 1 del jabón tipo B	141

61.	Humedad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 1 del jabón tipo B	141
62.	Alcalinidad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 1 del jabón tipo B	142
63.	Alcalinidad obtenida en el producto terminado para mezcla 1 del jabón tipo B	142
64.	Alcalinidad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 1 del jabón tipo B	143
65.	Cloruros obtenidos en la etapa de mezclado para mezcla 1 del jabón tipo B	143
66.	Cloruros obtenidos en el producto terminado para mezcla 1 del jabón tipo B	144
67.	Cloruros obtenidos en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 1 del jabón tipo B	144
68.	Penetrometría obtenida en el producto terminado para mezcla 1 del jabón tipo B	145
69.	Penetrometría obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 1 del jabón tipo B.....	145
70.	Humedad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 2 del jabón tipo B	146
71.	Humedad obtenida en el producto terminado para mezcla 2 del jabón tipo B	147
72.	Humedad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 2 del jabón tipo B	147
73.	Alcalinidad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 2 del jabón tipo B	148
74.	Alcalinidad obtenida en el producto terminado para mezcla 2 del jabón tipo B	148

75.	Alcalinidad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 2 del jabón tipo B.....	149
76.	Cloruros obtenidos en la etapa de mezclado para mezcla 2 del jabón tipo B.....	149
77.	Cloruros obtenidos en el producto terminado para mezcla 2 del jabón tipo B.....	150
78.	Cloruros obtenidos en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 2 del jabón tipo B.....	150
79.	Penetrometría obtenida en el producto terminado para mezcla 2 del jabón tipo B.....	151
80.	Penetrometría obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 2 del jabón tipo B.....	151
81.	Humedad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 3 del jabón tipo B.....	152
82.	Humedad obtenida en el producto terminado para mezcla 3 del jabón tipo B.....	153
83.	Humedad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 3 del jabón tipo B.....	153
84.	Alcalinidad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 3 del jabón tipo B.....	154
85.	Alcalinidad obtenida en el producto terminado para mezcla 3 del jabón tipo B.....	154
86.	Alcalinidad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 3 del jabón tipo B.....	155
87.	Cloruros obtenidos en la etapa de mezclado para mezcla 3 del jabón tipo B.....	155
88.	Cloruros obtenidos en el producto terminado para mezcla 3 del jabón tipo B.....	156

89.	Cloruros obtenidos en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 3 del jabón tipo B	156
90.	Penetrometría obtenida en el producto terminado para mezcla 3 del jabón tipo B	157
91.	Penetrometría obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 3 del jabón tipo B.....	157
92.	Humedad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 4 del jabón tipo B	158
93.	Humedad obtenida en el producto terminado para mezcla 4 del jabón tipo B	159
94.	Humedad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 4 del jabón tipo B	159
95.	Alcalinidad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 4 del jabón tipo B	160
96.	Alcalinidad obtenida en el producto terminado para mezcla 4 del jabón tipo B	160
97.	Alcalinidad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 4 del jabón tipo B	161
98.	Cloruros obtenidos en la etapa de mezclado para mezcla 4 del jabón tipo B	161
99.	Cloruros obtenidos en el producto terminado para mezcla 4 del jabón tipo B	162
100.	Cloruros obtenidos en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 4 del jabón tipo B	162
101.	Penetrometría obtenida en el producto terminado para mezcla 4 del jabón tipo B	163
102.	Penetrometría obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 4 del jabón tipo B.....	163
103.	Representación gráfica de hipótesis	164

104.	Comparación de la variación en la humedad con los valores promedio de humedad obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo A en la etapa de mezclado	166
105.	Comparación de la variación en la humedad con los valores promedio de humedad obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo A en el producto terminado.....	167
106.	Comparación de la variación en la humedad con los valores promedio de humedad obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo A, en el producto terminado después de cumplir un día.....	168
107.	Comparación de la variación en la alcalinidad con los valores promedio de alcalinidad obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo A en la etapa de mezclado	169
108.	Comparación de la variación en la alcalinidad con los valores promedio de alcalinidad obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo A en el producto terminado.....	170
109.	Comparación de la variación en la alcalinidad con los valores promedio de alcalinidad obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas en el producto terminado después de un día de manufactura del jabón tipo A	171
110.	Comparación de la variación del cloruro con los valores promedio de cloruro obtenido en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo A en la etapa de mezclado	172

111.	Comparación de la variación del cloruro con los valores promedio de cloruro obtenido en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo A en el producto terminado	173
112.	Comparación de la variación del cloruro con los valores promedio de cloruro obtenido en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo A en el producto terminado después de cumplir un día	174
113.	Comparación de la variación en la penetrometría con los valores promedio de penetrometría obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo A en el producto terminado	175
114.	Comparación de la variación en la penetrometría con los valores promedio de penetrometría obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo A en el producto terminado después de cumplir un día.....	176
115.	Comparación de la variación en la humedad con los valores promedio de humedad obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo B en la etapa de mezclado.....	177
116.	Comparación de la variación en la humedad con los valores promedio de humedad obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo B en el producto terminado	178
117.	Comparación de la variación en la humedad con los valores promedio de humedad obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo B en el producto terminado después de cumplir un día	179

118.	Comparación de la variación en la alcalinidad con los valores promedio de alcalinidad obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo B en la etapa de mezclado	180
119.	Comparación de la variación en la alcalinidad con los valores promedio de alcalinidad obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo B en el producto terminado.....	181
120.	Comparación de la variación en la alcalinidad con los valores promedio de alcalinidad obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo B en el producto terminado después de cumplir un día.....	182
121.	Comparación de la variación en los cloruros con los valores promedio de cloruros obtenidos en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo B, en la etapa de mezclado	183
122.	Comparación de la variación en los cloruros con los valores promedio de los cloruros obtenidos en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo B, en el producto terminado	184
123.	Comparación de la variación en los cloruros con los valores promedio de los cloruros obtenidos en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo B, en el producto terminado después de cumplir un día	185
124.	Comparación de la variación en la penetrometría con los valores promedio de la penetrometría obtenida en las pruebas de manufactura de las diferentes mezclas del jabón tipo B, para el producto terminado	186

125.	Comparación de la variación en la penetrometría con los valores promedio de penetrometría obtenida en las pruebas de manufactura de las diferentes mezclas del jabón tipo B para el producto terminado después de cumplir un día	187
------	--	-----

TABLAS

I.	Variables involucradas	13
II.	Descripción de variables involucradas	14
III.	Formulación utilizada para la manufactura del jabón tipo A	18
IV.	Formulación utilizada para la manufactura del jabón tipo B	18
V.	Porcentajes equivalentes de mezcla de grasa utilizada	19
VI.	Lotes rechazados por los cuatro parámetros principales de calidad de los jabones A y B	29
VII.	Propiedades de la muestra de grasa sebo <i>top white</i>	31
VIII.	Propiedades de la muestra de grasa estearina de palma	32
IX.	Propiedades de la muestra de ácidos grasos	32
X.	Propiedades de la muestra de reproceso fundido para el jabón tipo A	33
XI.	Propiedades de la muestra de reproceso fundido para el jabón tipo B	33
XII.	Datos obtenidos en la manufactura del jabón tipo A sin mezcla de rechazo	34
XIII.	Datos obtenidos en la manufactura del jabón tipo B sin mezcla de rechazo	35
XIV.	Especificaciones tomadas como estándar para el jabón tipo A sin mezcla de rechazo	35
XV.	Especificaciones tomadas como estándar para el jabón tipo B sin mezcla de rechazo	36

XVI.	Datos obtenidos para el jabón tipo A con mezcla 1 en etapa de mezclado	37
XVII.	Datos obtenidos del producto terminado para el jabón tipo A con mezcla 1	38
XVIII.	Datos obtenidos del producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo A con mezcla 1	39
XIX.	Datos obtenidos para el jabón tipo A con mezcla 2 en etapa de mezclado	40
XX.	Datos obtenidos del producto terminado para el jabón tipo A con mezcla 2	41
XXI.	Datos obtenidos del producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo A con mezcla 2.....	42
XXII.	Datos obtenidos para el jabón tipo A con mezcla 3 en etapa de mezclado	43
XXIII.	Datos obtenidos del producto terminado para el jabón tipo A con mezcla 3	44
XXIV.	Datos obtenidos del producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo A con mezcla 3.....	45
XXV.	Datos obtenidos para el jabón tipo A con mezcla 4 en etapa de mezclado	46
XXVI.	Datos obtenidos del producto terminado para el jabón tipo A con mezcla 4	47
XXVII.	Datos obtenidos del producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo A con mezcla 4.....	48
XXVIII.	Datos obtenidos del jabón tipo B con mezcla 1 en etapa de mezclado	49
XXIX.	Datos obtenidos para el producto terminado del jabón tipo B con mezcla 1	50

XXX.	Datos obtenidos del producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo B con mezcla 1	51
XXXI.	Datos obtenidos del jabón tipo B con mezcla 2 en etapa de mezclado	52
XXXII.	Datos obtenidos del producto terminado para el jabón tipo B con mezcla 2	53
XXXIII.	Datos obtenidos del producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo B con mezcla 2	54
XXXIV.	Datos obtenidos del jabón tipo B con mezcla 3 en etapa de mezclado	55
XXXV.	Datos obtenidos del producto terminado para el jabón tipo B con mezcla 3	56
XXXVI.	Datos obtenidos del producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo B con mezcla 3	57
XXXVII.	Datos obtenidos del jabón tipo B con mezcla 4 en etapa de mezclado	58
XXXVIII.	Datos obtenidos del jabón tipo B con mezcla 4 para el producto terminado	59
XXXIX.	Datos obtenidos del producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo B con mezcla 4	60
XL.	Variabilidad de la humedad en la etapa de mezclado respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo A.....	61
XLI.	Variabilidad de la humedad en el producto terminado respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo A.....	62
XLII.	Variabilidad de la humedad en el producto terminado después de un día de manufactura, respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo A.....	63

XLIII.	Variabilidad de la alcalinidad en la etapa de mezclado respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo A.....	64
XLIV.	Variabilidad de la alcalinidad en el producto terminado respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo A.....	65
XLV.	Variabilidad de la alcalinidad en el producto terminado después de un día de manufactura, respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo A	66
XLVI.	Variabilidad del cloruro en la etapa de mezclado respecto al porcentaje de rechazo en la composición del jabón tipo A	67
XLVII.	Variabilidad de los cloruros en el producto terminado respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo A.....	68
XLVIII.	Variabilidad de los cloruros en el producto terminado después de un día de manufactura, respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo A	69
XLIX.	Variabilidad de la penetrometría en el producto terminado respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo A.....	70
L.	Variabilidad de la penetrometría en el producto terminado después de un día de manufactura, respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo A	71
LI.	Variabilidad de humedad en la etapa de mezclado respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo B	72
LII.	Variabilidad de la humedad en el producto terminado respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo B	73

LIII.	Variabilidad de la humedad en el producto terminado después de un día de manufactura, respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo B	74
LIV.	Variabilidad de la alcalinidad en la etapa de mezclado respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo B	75
LV.	Variabilidad de la alcalinidad en el producto terminado respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo B	76
LVI.	Variabilidad de la alcalinidad en el producto terminado después de un día de manufactura, respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo B	77
LVII.	Variabilidad de los cloruros en la etapa de mezclado respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo B	78
LVIII.	Variabilidad de los cloruros en el producto terminado respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo B	79
LIX.	Variabilidad de los cloruros en el producto terminado después de un día de manufactura, respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo B	80
LX.	Variabilidad de la penetrometría en el producto terminado respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo B	81
LXI.	Variabilidad de la penetrometría en el producto terminado después de un día de manufactura, respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo B	82
LXII.	Análisis estadísticos realizados al jabón tipo A sin mezcla de rechazo en la etapa de mezclado	98

LXIII.	Análisis estadísticos realizados al producto terminado del jabón tipo A sin mezcla de rechazo	98
LXIV.	Análisis estadísticos realizados al producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo A sin mezcla de rechazo.....	99
LXV.	Análisis estadísticos realizados al jabón tipo A en la etapa de mezclado para mezcla 1	99
LXVI.	Análisis estadísticos realizados al producto terminado para el jabón tipo A con mezcla 1.....	100
LXVII.	Análisis estadístico realizado al producto terminado después de un día para el jabón tipo A con mezcla 1.....	100
LXVIII.	Análisis estadísticos realizados al jabón tipo A en la etapa de mezclado para mezcla 2.....	101
LXIX.	Análisis estadísticos realizados al producto terminado para el jabón tipo A con mezcla 2.....	101
LXX.	Análisis estadístico realizado al producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo A con mezcla 2.....	102
LXXI.	Análisis estadísticos realizados al jabón tipo A en la etapa de mezclado para mezcla 3.....	102
LXXII.	Análisis estadísticos realizados al producto terminado para el jabón tipo A con mezcla 3.....	103
LXXIII.	Análisis estadístico realizado al producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo A con mezcla 3.....	103
LXXIV.	Análisis estadísticos realizados al jabón tipo A en la etapa de mezclado para mezcla 4.....	104
LXXV.	Análisis estadísticos realizados al producto terminado para el jabón tipo A con mezcla 4.....	104
LXXVI.	Análisis estadísticos realizados al producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo A con mezcla 4.....	105

LXXVII.	Análisis estadísticos realizados al jabón tipo B sin mezcla de rechazo en etapa de mezclado.....	105
LXXVIII.	Análisis estadísticos realizados al jabón tipo B sin mezcla de rechazo en el producto terminado	106
LXXIX.	Análisis estadísticos realizados al jabón tipo B sin mezcla de rechazo en el producto terminado después de un día de manufactura.....	106
LXXX.	Análisis estadísticos realizados al jabón tipo B en la etapa de mezclado para mezcla 1	107
LXXXI.	Análisis estadísticos realizados al producto terminado para el jabón tipo B con mezcla 1	107
LXXXII.	Análisis estadísticos realizados al producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo B con mezcla 1.....	108
LXXXIII.	Análisis estadísticos realizados al jabón tipo B en la etapa de mezclado para mezcla 2.....	108
LXXXIV.	Análisis estadísticos realizados al producto terminado para el jabón tipo B con mezcla 2.....	109
LXXXV.	Análisis estadísticos realizados al producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo B con mezcla 2.....	109
LXXXVI.	Análisis estadísticos realizados al jabón tipo B en la etapa de mezclado para mezcla 3.....	110
LXXXVII.	Análisis estadísticos realizados al producto terminado para el jabón tipo B con mezcla 3.....	110
LXXXVIII.	Análisis estadísticos realizados al producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo B con mezcla 3.....	111

LXXXIX.	Análisis estadísticos realizados al jabón tipo B en la etapa de mezclado para mezcla 4.....	111
XC.	Análisis estadísticos realizados al producto terminado para el jabón tipo B con mezcla 4.....	112
XCI.	Análisis estadísticos realizados al producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo B con mezcla 4	112
XCII.	Porcentaje de grasa equivalente en la mezcla 1 del jabón tipo A	116
XCIII.	Porcentaje de grasa equivalente en la mezcla 2 del jabón tipo A	122
XCIV.	Porcentaje de grasa equivalente en la mezcla 3 del jabón tipo A	128
XCV.	Porcentaje de grasa equivalente en la mezcla 4 del jabón tipo A.....	134
XCVI.	Porcentaje de grasa equivalente en la mezcla 1 del jabón tipo B.....	140
XCVII.	Porcentaje de grasa equivalente en la mezcla 2 del jabón tipo B.....	146
XCVIII.	Porcentaje de grasa equivalente en la mezcla 3 del jabón tipo B.....	152
XCIX.	Porcentaje de grasa equivalente en la mezcla 4 del jabón tipo B.....	158
C.	Análisis de varianzas.....	165
CI.	Análisis de varianzas de la humedad en la etapa de mezclado para el jabón tipo A	166
CII.	Análisis de varianzas de la humedad en el producto terminado para el jabón tipo A.....	167

CIII.	Análisis de varianzas de la humedad en el producto terminado después de un día de manufactura del jabón tipo A.....	168
CIV.	Análisis de varianzas de la alcalinidad en la etapa de mezclado del jabón tipo A.....	169
CV.	Análisis de varianza de la alcalinidad en el producto terminado del jabón tipo A.....	170
CVI.	Análisis de varianza de alcalinidad en el producto terminado después de un día de manufactura del jabón tipo A.....	171
CVII.	Análisis de varianza de los cloruros en la etapa de mezclado para el jabón tipo A.....	172
CVIII.	Análisis de varianza de los cloruros en el producto terminado para el jabón tipo A.....	173
CIX.	Análisis de varianza de los cloruros en el producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo A.....	174
CX.	Análisis de varianza de la penetrometría en el producto terminado para el jabón tipo A.....	175
CXI.	Análisis de varianza de la penetrometría en el producto terminado después de un día de manufactura, para el jabón tipo A.....	176
CXII.	Análisis de varianza de la humedad en el jabón tipo B en la etapa de mezclado.....	177
CXIII.	Análisis de varianza de la humedad en el producto terminado para el jabón tipo B.....	178
CXIV.	Análisis de varianza de la humedad en el producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo B.....	179
CXV.	Análisis de varianza de la alcalinidad para el jabón tipo B en la etapa de mezclado.....	180
CXVI.	Análisis de varianza de la alcalinidad para el producto terminado del jabón tipo B.....	181

CXVII.	Análisis de varianza de la alcalinidad para el producto terminado después de un día de manufactura del jabón tipo B.....	182
CXVIII.	Análisis de varianza de los cloruros en la etapa de mezclado para el jabón tipo B.....	183
CXIX.	Análisis de varianza de los cloruros en el producto terminado para el jabón tipo B.....	184
CXX.	Análisis de varianza de los cloruros en el producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo B	185
CXXI.	Análisis de varianza de la penetrometría en el producto terminado para el jabón tipo B.....	186
CXXII.	Análisis de varianza de la penetrometría en el producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo B	187

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H₂O	Agua
Atm	Atmósferas
NaCl	Cloruro de sodio
N	Concentración normal
σ	Desviación estándar
g	Gramos
°C	Grados centígrados
KaOH	Hidróxido de potasio
NaOH	Hidróxido de sodio
kg	Kilogramos
LCI	Límite de control inferior
LCS	Límite de control superior

LEI	Límite de especificación inferior
LES	Límite de especificación superior
mg	Miligramo
mm	Milímetro
ml	Mililitro
w	Peso de la muestra
$\sqrt{\quad}$	Raíz cuadrada
Re	Repetición
Σ	Sumatoria
V	Volumen

GLOSARIO

Ácidos grasos

Son ácidos orgánicos con una larga cadena alifática de más de 12 carbonos, los ácidos grasos pueden ser saturados o insaturados.

Calidad

Es un conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas que son requeridas.

Estearina de palma

Es una grasa que es de origen vegetal, no hidrogenado, proveniente de la fracción sólida obtenida por el fraccionamiento del aceite de palma; específicamente de las semillas de la palma.

Extrusión

Es un proceso utilizado para crear objetos con sección transversal definida y fija. El material se empuja a través o se extrae a través de un troquel de una sección transversal deseada.

Grasa	Compuestos orgánicos que están formados de carbono, hidrógeno, oxígeno y son la fuente de energía en los alimentos. Las grasas pertenecen al grupo de las sustancias llamadas lípidos y vienen en forma sólida o líquida.
Hidrofílicos	Es el comportamiento de toda molécula que tiene afinidad por el agua pero no tienen afinidad por los lípidos o grasas y no se mezclan con ellas.
Hidrofóbicos	Por definición una sustancia es hidrofóbica cuando no es miscible en agua.
Penetrometría	Es la medida de la dureza del jabón y se obtiene por el instrumento llamado penetrómetro.
Penetrómetro	Es un instrumento que se utiliza para medir la firmeza o dureza, la unidad de medición se da en milímetros.
Reproceso	Es un producto o material defectuoso y no conforme, por lo cual se procesa otra vez.

Termo balanza

Se utiliza para determinar la cantidad de agua contenida en muestras. Este equipo consiste en una balanza electrónica y un módulo calefactor, la balanza se encarga de medir el peso de la muestra mientras se le aplica calor para evaporar el agua que contiene. El cálculo de la humedad se determina por la pérdida de peso que sufre la muestra después de ser sometida al proceso de calentamiento.

Testigo

Es el tratamiento de comparación adicional, que se constituye como referencial del experimento y sirve para la comparación de los tratamientos en prueba.

RESUMEN

Con base en los cuatro parámetros principales de calidad que son la humedad, alcalinidad, cloruros y penetrometría, se caracterizaron los jabones de reproceso A y B. Para esto se determinó en un período de 4 meses la cantidad de número de lotes de rechazo que se dieron debido a que algún parámetro de los ya mencionados estuvo fuera de rango, obteniendo que la principal causa de rechazo fue la alcalinidad para el A y humedad para el B.

Se realizó la evaluación en la variación de los parámetros principales de los dos tipos de jabones, cuando se combinaron con cuatro proporciones diferentes de jabón de rechazo en su composición, tomando como variables dependientes la humedad, alcalinidad, cloruros y penetrometría en las 3 etapas de la manufactura del jabón, las cuales fueron la de mezcla, producto terminado y producto terminado después de un día de manufactura. El procedimiento de manufactura del jabón se hizo utilizando una planta piloto y los análisis fisicoquímicos se realizaron en el laboratorio de control de calidad, utilizando diferentes químicos y equipos de medición. Determinando entonces que los parámetros fisicoquímicos del jabón tipo A presentaron mejores resultados al compararlos con los del tipo B.

Al realizar un análisis estadístico por medio del análisis de varianzas y manejando el factor F de Fisher, se observó que las medias aritméticas siempre fueron diferentes entre sí al trabajar 5 grupos, los cuales fueron los jabones producidos con los diferentes porcentajes de mezcla.

OBJETIVOS

General

Evaluar la factibilidad de producir jabón de lavandería que contenga un rango de tolerancia de mezcla de jabón de reproceso en su composición y que cumpla con los estándares de calidad establecidos.

Específicos

1. Caracterizar con base en los cuatro parámetros principales de calidad, dos tipos de jabón de lavandería rechazados provenientes de etapas de manufactura y devolución de producto.
2. Evaluar la variación en las especificaciones de manufactura de dos tipos de jabones de lavandería al combinarlos en cuatro proporciones diferentes con jabón rechazado.
3. Realizar la evaluación estadística para establecer diferencias significativas entre la formulación a partir de grasa virgen con base en las cuatro formulaciones con diferentes proporciones de jabón rechazado.

INTRODUCCIÓN

El proceso de producción de jabón de lavandería está formado por varias etapas, las cuales se encuentran condicionadas o dependen de distintos factores o variables que determinan si el proceso continúa o se hacen modificaciones para que se adecúen, y así el producto final cumpla con las especificaciones correspondientes.

Las especificaciones que se dan para un producto se establecen con base en la calidad del producto que se quiere producir, sin embargo, hay ocasiones en las cuales se obtiene producto que no cumple con las especificaciones que fueron establecidas ocasionando que sea rechazado, pero una forma de dar un aprovechamiento a este es, acondicionarlo para que pueda ser utilizado nuevamente, es decir, reprocesarlo.

El reproceso es caracterizado con base en los principales problemas fisicoquímicos que lo originan, los cuales son humedad, alcalinidad, cloruros y penetrometría. Al reprocesar se debe tener cuidado en la forma en que se manejará, por lo cual se hará un diseño de premezclas que permitan producir un jabón que en su composición tenga un porcentaje de mezcla de jabón de rechazo en sustitución de un porcentaje de mezcla de grasa.

Las mezclas se harán para dos tipos de jabones, los cuales se diferencian por el tipo de grasa del que están compuestos, estos son el de tipo A que está formado por estearina de palma más sebo *top white* y el jabón tipo B que se compone de ácidos grasos.

Los porcentajes de mezcla de grasa son 70% mezcla virgen más 30% mezcla de rechazo, 60% mezcla virgen más 40% mezcla de rechazo, 50% mezcla virgen más 50% mezcla de rechazo y 40% mezcla virgen más 60% mezcla de rechazo. Para el desarrollo del proyecto se utilizará una planta piloto para producir el jabón, la cual se muestra en las figuras 3 a 5, y los análisis fisicoquímicos se realizarán en el laboratorio de control de calidad. Cada jabón producido se obtiene por 3 etapas, las cuales son: mezcla, producto terminado y producto terminado después de un día de manufactura.

Los análisis en la etapa de mezclado son humedad, alcalinidad y cloruros, mientras que para las siguientes 2 etapas se analiza la penetrometría además de los ya mencionados. Al introducir mezcla de jabón de rechazo se observará la variabilidad que presentan entre sí los jabones producidos con diferentes porcentajes de mezcla; esto además permitirá determinar cuál es el más factible para producirlo a mayor escala. La variación en la media aritmética de los resultados de los análisis fisicoquímicos se determinará además por medio de un análisis estadístico, al establecer como hipótesis nula que al menos dos medias aritméticas no son iguales.

1. ANTECEDENTES

Según lo escrito en Guatemala sobre el jabón de lavandería entre los proyectos que se han realizado y que presentan relación con el tema del presente trabajo de graduación se encuentran:

- Gabriela García Morales, en su tesis titulada Aplicaciones de normas de manufactura para el aseguramiento de la calidad en la elaboración de jabón de lavandería en barra. Da a conocer las principales normas que se deben manejar en el proceso de producción de jabón para lavar ropa que permitan obtener un jabón de calidad, se abarcan los temas de ingeniería de la producción y los procesos de manufactura.
- Claudia Martínez De la Rosa, en su tesis titulada Estudio de factibilidad para la introducción de un nuevo jabón en una empresa de químicos de limpieza. Da a conocer con base a los temas de elaboración de proyectos y mercadeo, el hecho de introducir un nuevo producto en una empresa lo cual viene relacionado a la producción de un nuevo producto.
- Kennet Meighan Juárez, en su tesis titulada Optimización de la mezcla sebo-estearina de palma para la elaboración de jabón de tocador. Presenta una relación de mezclas de sebo con estearina de palma en diferentes proporciones y con base en esto determina qué rango proporciona mejores ventajas en calidad y ahorro económico.

- Lourdes Pinetta Bollat, en su tesis titulada Investigación de la categoría de jabón de lavandería en la ciudad de Guatemala. Da a conocer las preferencias de las amas de casa en el uso de un jabón de lavandería, de acuerdo con las características de los mismos, presentando diferentes marcas como competencia.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Historia del jabón

El nacimiento del jabón como artículo de limpieza tuvo lugar hace varios milenios. Los sumerios, 3 000 años a.C. ya fabricaban el jabón; hervían diversos álcalis juntos y utilizaban su residuo para lavarse. Los antiguos egipcios ya utilizaban un producto jabonoso que consistía en una mezcla de agua, aceite y ceras vegetales o animales.

En el siglo VII ya se conocía en casi todo el Sur de Europa, por estos siglos existía una potente industria en España e Italia y algunos atribuyen a la ciudad italiana Savona ser una de las primeras en elaborar un jabón de aceite de oliva y que se conoce en España y en todo el mundo como jabón de Castilla.

En la Edad Media el jabón era un artículo ya de uso general. En el siglo XV aparece el jabón de Marsella, el precursor de los jabones actuales.

2.2. Jabón

El jabón es principalmente usado para lavar y emulsionar se compone de las sales de sodio (o de potasio) de ácidos grasos de 12 a 18 átomos de carbono. Las sales de sodio fabricadas en grandes cantidades son los jabones duros y los de potasio se denominan jabones blandos.

La mejor clasificación de los jabones se basa en el uso para que hayan sido fabricados. Los de mejor calidad son los jabones de tocador, que contienen muy poco álcali y se utilizan grasas y aceites de color mucho más claro. Los que le siguen en calidad son los jabones de servicio ligero, que se prestan en forma de pastillas, polvos, gránulos y escamas. Se usan para lavar la vajilla, tejidos de lana, etcétera. Aquí se usan grasas con un color un tanto más oscuras.

Las grasas más oscuras se emplean en la fabricación de jabones para el lavado de ropa en el hogar doméstico. Existen también los jabones industriales que se fabrican para fines específicos.

2.3. Función del jabón

Los jabones ejercen su acción limpiadora sobre las grasas en presencia del agua debido a la estructura de sus moléculas. Estas tienen una parte liposoluble y otra hidrosoluble.

El componente liposoluble hace que el jabón moje la grasa disolviéndola y el componente hidrosoluble hace que el jabón se disuelva a su vez en el agua.

Las manchas de grasa no se pueden eliminar sólo con agua por ser insolubles en ella. El jabón en cambio, que es soluble en ambas, permite que la grasa pase a la disolución desapareciendo la mancha de grasa.

Cuando un jabón se disuelve en agua disminuye la tensión superficial de esta, con lo que favorece su penetración en los intersticios de la sustancia sucia.

Por otra parte, los grupos hidrofóbicos del jabón se disuelven unos de otros, mientras que los grupos hidrofílicos se orientan hacia el agua generando un coloide, es decir, un agregado de muchas moléculas convenientemente orientadas. Como las micelas coloidales están cargadas, se repelen mutuamente y presentan una gran estabilidad.

2.4. Aceites y grasas

Se deben utilizar aceites y alcoholes esencialmente anhidros, ya que el agua favorece la formación de jabones por saponificación. Por este motivo, se debe eliminar el agua mediante evaporación en los aceites con altos contenidos de humedad, antes de llevar a cabo la transesterificación.

Una manera de eliminar los ácidos grasos libres presentes en el aceite es proceder a su neutralización, ya que los ácidos grasos presentes en el aceite vegetal pueden reaccionar con el catalizador básico (fundamentalmente NaOH), en presencia de agua.

Los aceites, grasas y ceras, animales y vegetales, son esteres ácidos orgánicos, pertenecientes a las distintas series de ácidos grasos, denominados así por su presencia en las grasas. Un ester está formado por la combinación de un alcohol y un ácido, con eliminación de agua. Los aceites y grasas animales son esteres de la glicerina (más propiamente denominada glicerol) y una amplia variedad de ácidos grasos; las ceras, en cambio, son esteres de ácidos de la misma naturaleza y un alcohol distinto del glicerol.

2.5. Estearina de palma

“Esta es una grasa que es de origen vegetal proveniente de la palma de aceite, específicamente de las semillas de la fruta. Contiene cadenas carbonadas largas (C 16 a C 18)”.¹

Tiene varios usos, entre ellos está la elaboración de comestibles como la margarina y para fabricación de jabones de lavandería y jabones de tocador.

2.6. Ácidos grasos

Los ácidos grasos son ácidos orgánicos (ácido carboxílico) con una larga cadena alifática de más de 12 carbonos. Su cadena alquílica puede ser saturada o insaturada.

Los ácidos grasos son los componentes de algunos lípidos como las grasas, donde el extremo de la molécula donde se encuentra el grupo carboxilo (-COOH) es el que se combina con uno de los grupos hidroxilos (-OH) de la glicerina (más correctamente propanotriol), reaccionando con él.

Para los ácidos grasos, según su cantidad de carbonos en la molécula cambia el punto de fusión. A mayor cantidad de carbonos, aumenta su punto de fusión y viceversa. Así mismo, la presencia de enlaces dobles reduce el punto de fusión. En idéntica cantidad de carbonos a temperatura ambiente, los ácidos grasos insaturados son líquidos y los saturados son sólidos.

¹ MEIGHAN, Kennett. Optimización de la Mezcla Sebo-Estearina de Palma para Elaboración de Jabón. p. 21.

2.7. Álcalis

El álcali es imprescindible para que se produzca la reacción de saponificación, pero hay que tener en cuenta que por sí solo es un elemento cáustico muy peligroso, cuyo manejo implica tomar una serie de precauciones muy importantes para manipularlo con seguridad.

Los álcalis más utilizados en la fabricación del jabón son la sosa (hidróxido de sodio, NaOH) y la potasa (hidróxido de potasio, KOH).

Por eso es necesario tener mucha experiencia y unos conocimientos muy amplios sobre los álcalis y sus reacciones químicas, para proceder a realizar una saponificación que ofrezca totales garantías de que el producto final obtenido no entrañe riesgo alguno para la piel.

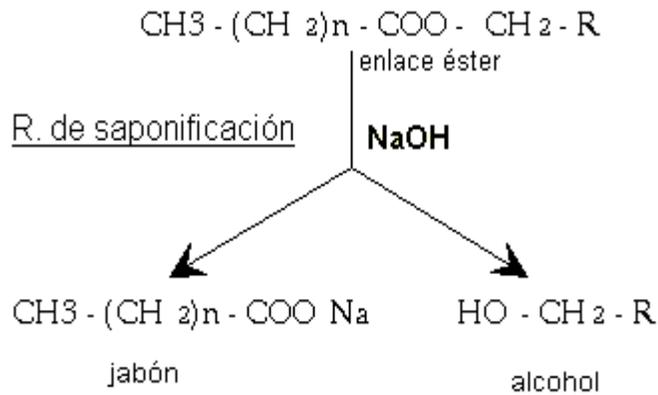
2.8. Saponificación

Se entiende por saponificación la reacción que produce la formación de jabones. La principal causa es la disociación de las grasas en un medio alcalino, separándose glicerina y ácidos grasos. Estos últimos se asocian inmediatamente con los álcalis constituyendo las sales sódicas de los ácidos grasos: el jabón. Esta reacción se denomina también desdoblamiento hidrolítico y es una reacción exotérmica.

La reacción típica es:

ácidos grasos + solución alcalina = jabón + glicerina

Figura 1. **Reacción de saponificación**



Fuente: www.textoscientíficos.com. Consulta: diciembre de 2010.

“Así es como al mezclar los ácidos grasos (principales componentes de las grasas animales y de los aceites vegetales) con una solución alcalina (hecha a partir de una mezcla de agua y un álcali, como por ejemplo la sosa), se obtiene el jabón (que será realmente suave, porque además el otro subproducto que se obtiene de esta reacción es la glicerina)”.²

Al jabón formado por neutralización pueden agregarse aditivos tales como aroma y color, luego el jabón líquido pasa por un proceso de enfriamiento para llegar a la solidificación. Una vez sólido se troquea para dar la forma que el fabricante desee.

² ULRICH, G. Procesos de Ingeniería Química. p. 77.

2.9. Índice de saponificación

Para realizar un buen jabón, perfectamente saponificado y con unas excelentes cualidades limpiadoras y emolientes, aparte de una gran experiencia y conocimientos de la saponificación, se necesita conocer también una serie de tablas con parámetros y proporciones muy concretas de cada uno de los elementos que constituyen la reacción, así como su correcta formulación. El conjunto de dichas tablas imprescindible para elaborar cualquier tipo de jabón, es lo que se conoce como tablas de saponificación.

“El índice de saponificación se define como el peso en miligramos de hidróxido de potasio necesario para saponificar 1 gramo de una grasa en concreto. Si la grasa es aceptablemente pura, el método constituye un sistema de calcificación de los aceites y grasas, puesto que el índice de saponificación está inversamente relacionado con la longitud de los ácidos grasos constituyentes de los glicéridos de la grasa”.³

Es una medida para calcular el peso molecular promedio de todos los ácidos grasos presentes.

$$\text{Fórmula: } \frac{\text{mgKOH}}{\text{g}}$$

Las tablas de saponificación, son tablas que recogen, como su nombre indica, los índices de saponificación de cada tipo de grasa. En general, su aplicación más extendida en el campo de la jabonería, es para conocer la cantidad exacta de sosa, dependiendo del tipo de aceite que se vaya a utilizar, necesaria para que el jabón resultante esté completamente saponificado.

³ AUSTIN, George. Manual de Procesos Químicos en la Industria. p. 629.

Sin embargo, para elaborar el jabón tradicional, el álcali más utilizado normalmente es la sosa (hidróxido sódico), por lo que será necesario transformar el índice de saponificación de cada grasa, en otro tipo de índice alternativo que esté expresado en peso de sosa. Para ello, bastará con multiplicar el índice de saponificación de cada grasa concreta por la masa molar de la sosa (hidróxido sódico) y dividir por la masa molar del hidróxido potásico.

2.10. Reproceso

El significado más simple de reproceso es aquello que se debe procesar por segunda vez. La definición legal se definiría como toda aquella acción tomada sobre un producto no conforme para que cumpla con los requisitos. Un producto no conforme es aquel que posee una o varias no conformidades, es decir que se incumple con uno o varios de sus requisitos.

El reproceso se refiere a todo el producto terminado en proceso, luego que ha cumplido su tiempo de cuarentena y aquel que ha sido devuelto por los clientes porque no cumple con las especificaciones de calidad que han sido establecidas. Un producto posee características y para que se considere de calidad estas características deben corresponder a unos requisitos previamente establecidos.

2.10.1. Clasificación

Dependiendo del tipo de defecto del cual se origina, durante el proceso de producción, el reproceso se clasifica en cuatro grupos, los cuales son los siguientes:

- Reproceso tipo A
- Reproceso tipo B
- Reproceso tipo C
- Reproceso tipo D

2.10.1.1. Reproceso tipo A

Este reproceso es el jabón de lavandería que está compuesto por grasas de sebo *top white* y estearina, en un porcentaje de 80 y 20 respectivamente, siendo este reproceso el de mejor calidad comparándolo con los demás.

2.10.1.2. Reproceso tipo B

Este reproceso es el jabón de lavandería que está compuesto por ácidos grasos, este tipo de reproceso es el de menor calidad comparándolo con los otros tipos de reproceso.

2.10.1.3. Reproceso tipo C

Este reproceso es el jabón de lavandería que está compuesto por grasas de sebo *top white* y palmiste en un porcentaje de 80 y 20 respectivamente, siendo este tipo de reproceso el segundo en mejor calidad comparándolo con los otros tipos de reproceso.

2.10.1.4. Reproceso tipo D

Este reproceso es el jabón de lavandería que está compuesto por sebo industrial, estearina y palmiste en un porcentaje de 55, 20 y 25 respectivamente.

2.10.2. Causas de generación de reproceso

Entre las causas más comunes se encuentran:

- Color fuera de especificación
- Mezcla de colores por contaminación
- Desperdicios de laboratorios
- Producto degradado

2.10.3. Factores fisicoquímicos que afectan en la producción y generan reproceso

- Alcalinidad fuera de rango
- Cloruros fuera de rango
- Humedad fuera de rango
- Dureza fuera de rango

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Variables

Las variables que se tomaron en cuenta para la toma de datos y realización del proyecto se identifican de forma independiente, dependiente y de respuesta, además se describen según su influenciaron.

Tabla I. **Variables involucradas**

Variables independientes	Variables dependientes	Variables de respuesta
Porcentaje de mezcla de reproceso	Humedad	Peso de la muestra
Porcentaje de mezcla virgen	Alcalinidad	Volumen de solución
Tipo de grasa utilizada	Cloruros	Volumen de titulación
	Penetrometría	Medida en mm

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. Descripción de variables involucradas

No.	Variable	Dimensional	Factor potencial de diseño		Factores perturbadores	
			Constantes	VARIABLES	Controlables	De ruido
1	Humedad	% w H ₂ O		X		
2	Alcalinidad	% w NaOH		X		
3	Cloruros	% w NaCl		X		
4	Penetrometría	mm		X		
5	Grasa utilizada	Kg		X		
6	Peso de la muestra	g		X		
7	Volumen de solución	mm		X		
8	Temperatura	°C	X			
9	Humedad del ambiente	%		X		
10	Presión atmosférica	atm				Sin influencia

Fuente: elaboración propia.

3.2. Delimitación de campo de estudio

El trabajo de graduación se llevó a cabo en una planta ubicada en el departamento de Escuintla, en la cual se producen varios tipos de jabones de lavandería y donde el rechazo que se generó por la producción, se reutilizó para hacer dos tipos de jabones con 4 diferentes porcentajes de mezcla de rechazo y mezcla virgen, ver tablas III, IV y V; estos jabones se diferencian por el tipo de grasa que utiliza cada uno.

El desarrollo del estudio se realizó de forma experimental en el laboratorio de control de calidad de la empresa donde se realizaron los análisis fisicoquímicos correspondientes; y en una planta piloto para hacer la simulación del proceso de producción pero en pequeña escala, dicha planta cuenta con una mezcladora, una compresora y una extrusora, ver figura 2.

Figura 2. **Planta piloto utilizada para la manufactura del jabón**



Fuente: planta de lavandería en fábrica de jabones.

3.3. Recursos humanos disponibles

- Investigador: Zulema Calderón Agustín
- Asesor Profesional: Ing. Qco. Víctor Manuel Monzón Valdez

3.4. Recursos materiales disponibles

Los materiales utilizados fueron varios, entre ellos están reactivos cristalería y equipo que permitió una mejor precisión en la obtención de los resultados, los cuales son:

3.4.1. Cristalería y equipo de laboratorio

- Termo Balanza Sartorius MA 45
- Espátula
- Balanza analítica
- Earlenmeyer de 250 mL
- *Hot plate* con agitación
- Agitador magnético
- Probeta de 100 mL
- Bureta de 25 mL
- Platos de aluminio de 7 centímetros de diámetro
- Soporte para buretas
- Mariposa sujetadora de buretas
- Embudo

- Probeta de 10 mL
- Papel filtro
- Penetrómetro GCA
- *Beacker* de 100 mL

3.4.2. Reactivos

- Alcohol etílico puro neutralizado
- Indicador fenoftaleina
- Ácido sulfúrico
- Cloruro de sodio
- Nitrato de magnesio
- Indicador cromato de potasio
- Nitrato de plata
- Agua destilada

3.5. Técnica cuantitativa

Para la elaboración de los jabones se trabajaron dos tipos, los cuales se describen con la fórmula utilizada y los componentes son descritos en cantidades de porcentajes, dichas fórmulas son:

Tabla III. **Formulación utilizada para la manufactura del jabón tipo A**

Materia prima	Porcentaje
Grasa (sebo <i>top white</i>)	59,20
Grasa (estearina de palma)	14,80
Agua	1,25
Colorante	7,83E-6
Álcali	1,50
Sal	0,40
Otras cargas	22,85

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Formulación utilizada para la manufactura del jabón tipo B**

Materia Prima	Porcentaje
Grasa (ácidos grasos)	84,00
Agua	3,15
Colorante	4,35E-6
Álcali	1,60
Sal	0,33
Otras cargas	11,00

Fuente: elaboración propia.

Los dos tipos de jabones estudiados se diferencian por el tipo de grasa del cual están compuestos, estos son: el de tipo A que es preparado con sebo *top white* más estearina de palma en una proporción de 80 y 20 respectivamente, sobre el porcentaje de grasa; y el jabón tipo B está compuesto por ácidos grasos.

Se realizaron cuatro diferentes proporciones de mezclas de grasa virgen más mezcla de rechazo en sustitución de cierto porcentaje de grasa, sin alterar los porcentajes de los demás componentes de la fórmula para los dos tipos de jabones, la descripción de las clases de mezclas se representan en la siguiente tabla:

Tabla V. **Porcentajes equivalentes de mezcla de grasa utilizada**

Número de mezcla	Jabón tipo A			Jabón tipo B		
	Mezcla virgen (sebo top white más estearina de palma) (%)	Mezcla de rechazo (%)	Total de mezcla de grasa (%)	Mezcla virgen (ácidos grasos) (%)	Mezcla de rechazo (%)	Total de mezcla de grasa (%)
1	70	30	100	70	30	100
2	60	40	100	60	40	100
3	50	50	100	50	50	100
4	40	60	100	40	60	100

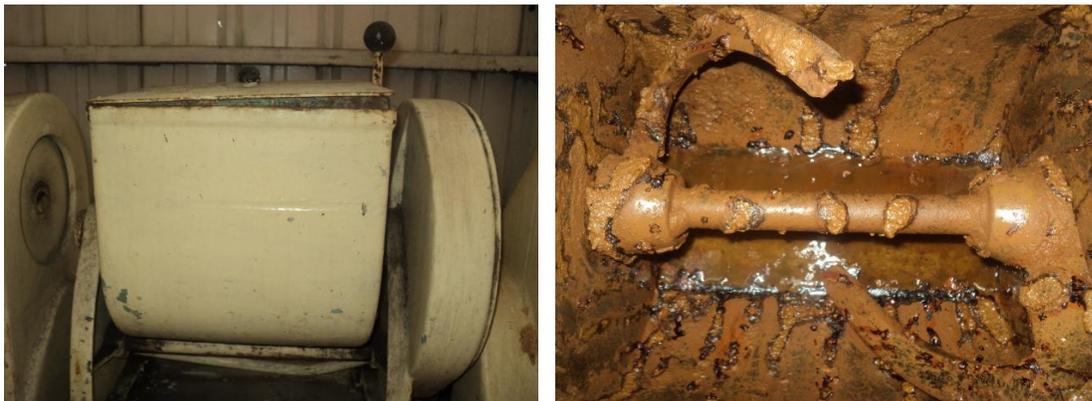
Fuente: elaboración propia.

3.5.1. Procedimiento de fabricación

El procedimiento que se utilizó para la manufactura del jabón de lavandería es:

- Homogenización de la mezcla por medio de unas aspas que están accionadas por un motor eléctrico dentro de una tolva que se encuentra en la planta piloto; manteniendo el proceso de mezclado por un tiempo aproximado de 40 minutos.

Figura 3. Mezcladora vista por fuera y por dentro



Fuente: planta de lavandería en fábrica de jabones.

- Tomar muestras de la mezcla para realizarle los respectivos análisis químicos.
- Al tener la mezcla ya preparada pasarla por la extrusora y la compresora que está en la planta piloto, para formar los cilindros de jabón.

Figura 4. **Compresora y extrusora vista por fuera y por dentro**



Fuente: planta de lavandería en fábrica de jabones.

Figura 5. **Obtención de cilindros de jabón**



Fuente: planta de lavandería en fábrica de jabones.

- Al obtener el producto terminado en la planta piloto, tomar muestras para realizarle los respectivos análisis fisicoquímicos.
- Dejar muestras del producto terminado en un tiempo de observación de 24 horas para luego realizarle los respectivos análisis fisicoquímicos.

3.5.2. Pruebas de laboratorio

Los métodos utilizados para la recolección de los datos se hicieron en el laboratorio de control de calidad, a través de análisis fisicoquímicos que son descritos a continuación:

3.5.2.1. Medición de humedad

La medición de humedad se hace de dos maneras, dependiendo de la muestra, ya que el método varía dependiendo si se está trabajando con una pasta o si es jabón sólido, estos métodos son:

- Medición de humedad a la pasta de jabón
 - Tomar un plato de aluminio y asegurarse que esté limpio y sin contaminantes.
 - Colocar con una espátula 1 gramo de la muestra lo más dispersa posible en el plato de aluminio.
 - Dar la medición de humedad por medio de la termobalanza Sartorius. El resultado está dado como el porcentaje de humedad presente en la muestra.

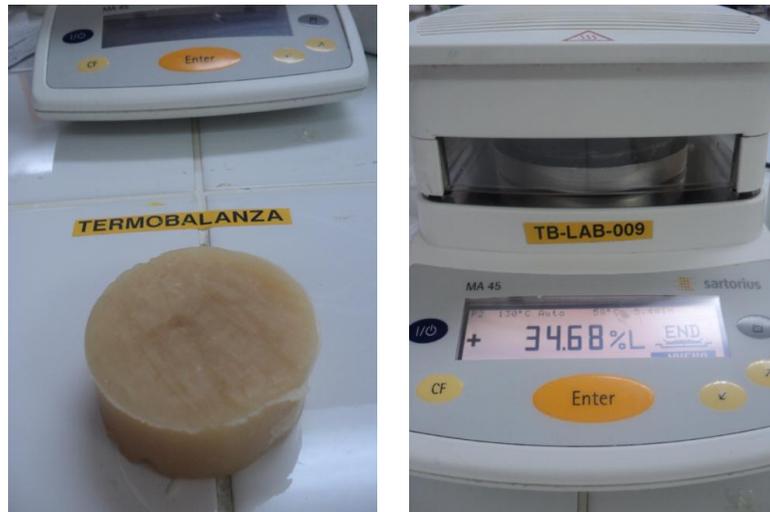
Figura 6. **Determinación de la humedad a la pasta de jabón**



Fuente: laboratorio de control de calidad en fábrica de jabones.

- Medición de humedad al jabón terminado.
 - Tomar un plato de aluminio y asegurarse que esté limpio y sin contaminantes.
 - Partir el jabón a la mitad y rasparlo con una espátula, de manera que los trozos sean lo más pequeño posibles.
 - Pesar un gramo de la muestra que ha sido raspada y colocarla en el plato de aluminio lo más dispersa posible.
 - Dar la medición de humedad por medio de la termobalanza. El resultado está dado como el porcentaje de humedad presente en la muestra.

Figura 7. **Determinación de la humedad al jabón terminado**



Fuente: laboratorio de control de calidad en fábrica de jabones.

- Medición de humedad al jabón terminado luego de cumplir su tiempo de cuarentena.

El procedimiento para la medición de la humedad al jabón cuando ya ha cumplido su tiempo de cuarentena, es el mismo que se utiliza para la medición de la humedad para el producto terminado que se describió en la sección anterior.

3.5.2.2. Medición de alcalinidad

- Pesar 5 gramos de la muestra y colocarlos en un earlenmeyer de 250 mL.
- Agregar 100 mL de alcohol diluido previamente neutralizado.
- Colocar el earlenmeyer en la plancha de calentamiento y dentro del mismo, el agitador magnético para lograr una agitación constante durante el calentamiento; y esperar hasta que la muestra se disuelva por completo.
- Dejar reposar la solución por 5 minutos.
- Decantar la muestra a otro earlenmeyer, agregar 4 gotas de fenolftaleína y titular con ácido sulfúrico 0,1 N hasta observar un viraje de rosado pálido a incoloro.
- Anotar la cantidad de mililitros gastados en la titulación (V_1), esto se obtiene de restar el volumen final menos el inicial de la bureta.
- La fórmula a utilizar para encontrar el valor de alcalinidad es la siguiente:

$$\frac{V_1 * N * 0,04}{w} * 100 = \% \text{ alcalinidad}$$

(Ecuación 1)

Donde

V_1 = volumen gastado en la titulación 1

N = concentración normal del ácido sulfúrico

W = peso de la muestra

3.5.2.3. Medición de cloruros

- Tomar la muestra a analizar, pesar 2 gramos y colocarlos en un earlenmeyer de 250 mililitros.
- Agregar 50 mililitros de agua destilada.
- Colocar el earlenmeyer en la plancha de calentamiento y colocar dentro del mismo un agitador magnético para lograr una agitación constante durante el calentamiento y esperar hasta que la muestra de jabón se disuelva.
- Agregar 10 mililitros de nitrato de magnesio al 15% para hacer precipitar el jabón presente en la solución.
- Colocar papel filtro en un embudo y proceder a filtrar hasta obtener una solución transparente.
- Agregar unas gotas de cromato de potasio como indicador, se tornará la solución de color amarillo.
- Colocar en una bureta el nitrato de plata 0,1 N y anotar el volumen inicial de dicha bureta.

- Titular la solución con el nitrato de plata 0,1 N hasta observar un viraje amarillo a rojo.
- Anotar la cantidad de mililitros utilizados en la titulación, esto se obtiene de restar el volumen final de la bureta, menos el volumen inicial de la misma.
- La fórmula para encontrar el porcentaje de cloruros en la muestra es la siguiente:

$$\frac{(V-0,2) * N * 0,0585}{W} * 100 = \% NaCl$$

(Ecuación 2)

Donde

W = peso de la muestra

N = concentración normal del nitrato de plata

V = volumen gastado en la titulación

3.5.2.4. Medición de la dureza por penetrometría para el jabón terminado en producción y luego de su cuarentena

- Limpiar el área de la plataforma y la punta de la aguja.
- Nivelar el equipo, rotando las perillas niveladoras de sostén, hasta que el observador circular de nivel esté dentro del círculo circunscrito en el observador de nivel.

- Asegurar el cono de peso unido a la aguja, roscando bien la aguja de penetración a la barra de sostén.
- Colocar la aguja de medición en 200, lo cual significa 0 mm (200=0 mm, 210=1mm, 220=2 mm, etcétera).
- Tomar la muestra y posicionar la barra que sujeta el cono de peso y la aguja de penetración a 90 grados del lugar expuesto de la muestra; la cual la punta de la aguja se coloca tocando levemente la superficie de la muestra.
- Se presiona el dispositivo de liberación de dicha barra situada en la parte inferior del reloj de medición. Insertada la aguja de penetración en la muestra se procede a presionar el dispositivo que se localiza en la parte superior del reloj de medición, hasta que la misma llegue a la parte interior del cono de peso.
- Terminando dicho contacto se da lectura de la penetración en el reloj de medición.
- Se harán cuatro mediciones horizontales y 2 mediciones verticales y el promedio de las 6 mediciones será el resultado representativo de la penetrometría por cada jabón.

Figura 8. **Determinación de la dureza por el penetrómetro**



Fuente: laboratorio de control de calidad en fábrica de jabones.

3.6. **Recolección y ordenamiento de la información**

La cantidad de lotes rechazados se describen en la siguiente tabla por medio de todos los análisis fisicoquímicos y en base a cuatro meses de estudio previo:

Tabla VI. **Lotes rechazados por los cuatro parámetros principales de calidad de los jabones A y B**

	Humedad		Alcalinidad		Cloruros		Penetrometría	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Mes 1	23	27	5	9	16	8	1	3
Mes 2	32	52	13	17	14	8	3	8
Mes 3	30	57	28	20	12	22	8	7
Mes 4	47	66	39	26	18	33	9	15

Fuente: elaboración propia.

3.6.1. Manejo del experimento

Se hizo la manufactura de dos tipos de jabones utilizando mezcla de rechazo en sustitución de cierto porcentaje de grasa en su composición, además se realizó la manufactura de los dos tipos de jabones pero utilizando el 100% de grasa virgen, ya que, estos sirvieron como testigos o estándar para observar la variabilidad que se obtuvo al introducirles mezcla de rechazo, ver tablas III, IV y V.

Para la manufactura de los jabones se tomaron en cuenta factores como:

- Realizar los análisis de humedad, a las mezclas de rechazo y mezcla virgen para obtener referencia sobre las condiciones en las que se encontraron las mezclas con las cuales se trabajó.

Figura 9. Mezclas virgen y de rechazo



Fuente: laboratorio de control de calidad en fábrica de jabones.

- Mantener la materia prima que se utilizó bajo las mismas condiciones a las cuales se realizaron los análisis fisicoquímicos, es decir, las condiciones de temperatura y humedad a las cuales se encontraba el laboratorio de control de calidad, manteniendo la presión constante a la presión atmosférica.

Figura 10. **Valores medidos de temperatura y humedad en el laboratorio de control de calidad**



Fuente: laboratorio de control de calidad en fábrica de jabones.

Tabla VII. **Propiedades de la muestra de grasa sebo *top white***

Análisis	Mezcla 1	Mezcla 2	Mezcla 3	Mezcla 4
Humedad (% w H₂O)	33,490	35,300	32,000	34,400
Alcalinidad (% w NaOH)	0,050	0,049	0,050	0,051
Cloruros (% w NaCl)	0,450	0,448	0,450	0,450

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Propiedades de la muestra de grasa estearina de palma**

Análisis	Mezcla 1	Mezcla 2	Mezcla 3	Mezcla 4
Humedad (% w H₂O)	23,0000	22,0000	23,1000	23,0000
Alcalinidad (% w NaOH)	0,0150	0,0149	0,0148	0,0149
Cloruros (% w NaCl)	0,3000	0,3000	0,3000	0,2900

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Propiedades de la muestra de ácidos grasos**

Análisis	Mezcla 1	Mezcla 2	Mezcla 3	Mezcla 4
Humedad (% w H₂O)	39,90	40,00	42,10	41,60
Alcalinidad (% w NaOH)	0,19	0,19	0,19	0,19
Cloruros (% w NaCl)	0,51	0,52	0,51	0,51

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Propiedades de la muestra de reproceso fundido para el jabón tipo A**

Análisis	Mezcla 1	Mezcla 2	Mezcla 3	Mezcla 4
Humedad (% w H₂O)	41,00	35,29	36,48	38,17
Alcalinidad (% w NaOH)	0,13	0,18	0,17	0,18
Cloruros (% w NaCl)	0,42	0,42	0,41	0,39

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Propiedades de la muestra de reproceso fundido para el jabón tipo B**

Análisis	Mezcla 1	Mezcla 2	Mezcla 3	Mezcla 4
Humedad (% w H₂O)	57,52	57,43	58,03	55,51
Alcalinidad (% w NaOH)	0,28	0,29	0,28	0,27
Cloruros (% w NaCl)	0,61	0,59	0,61	0,61

Fuente: elaboración propia.

3.6.2. Parámetros estándar para los dos tipos de jabones a producir

Los primeros datos recabados en la manufactura de jabón tipo A y tipo B se obtuvieron al realizarles los respectivos análisis fisicoquímicos en las tres etapas de la manufactura, dichos análisis se realizaron sin mezcla de rechazo en su composición.

Tabla XII. **Datos obtenidos en la manufactura del jabón tipo A sin mezcla de rechazo**

Etapa	Humedad (% w H ₂ O)				Alcalinidad (% w NaOH)				Cloruros (% w NaCl)				Penetrometría (mm)			
	A 1	A 2	A 3	A 4	A 1	A 2	A 3	A 4	A 1	A 2	A 3	A 4	A 1	A 2	A 3	A 4
Mezcla	32	31	32	33	0,01	0,02	0,02	0,04	0,20	0,10	0,20	0,30	--	--	--	--
Producto terminado	24	25	24	25	0,02	0,03	0,03	0,04	0,24	0,27	0,28	0,32	1,6	1,7	1,5	2,0
Producto después de un día	24	24	24	25	0,03	0,02	0,03	0,04	0,22	0,27	0,28	0,32	1,6	1,5	1,2	1,7

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Datos obtenidos en la manufactura del jabón tipo B sin mezcla de rechazo**

Etapa	Humedad (% w H ₂ O)				Alcalinidad (% w NaOH)				Cloruros (% w NaCl)				Penetrometría (mm)			
	A 1	A 2	A 3	A 4	A 1	A 2	A 3	A 4	A 1	A 2	A 3	A 4	A 1	A 2	A 3	A 4
Mezcla	35	36	38	37	0,01	0,02	0,02	0,01	0,45	0,50	0,55	0,55	--	--	--	--
Producto terminado	23	23	24	25	0,01	0,02	0,02	0,01	0,55	0,60	0,65	0,55	1,5	1,5	2,0	1,0
Producto después de un día	23	23	24	23	0,02	0,01	0,02	0,02	0,55	0,60	0,65	0,60	1,3	1,8	1,8	1,5

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Especificaciones tomadas como estándar para el jabón tipo A sin mezcla de rechazo**

Etapa	Humedad (% w H ₂ O)			Alcalinidad (% w NaOH)			Cloruros (% w NaCl)			Penetrometría (mm)		
	LEI	Med	LES	LEI	Med	LES	LEI	Med	LES	LEI	Med	LES
Mezcla	31	32	33	0,01	0,02	0,04	0,10	0,20	0,30	--	--	--
Producto terminado	--	24	25	0,02	0,03	0,04	0,24	0,28	0,32	--	1,5	2,0
Producto después de un día	--	24	25	0,02	0,03	0,04	0,22	0,28	0,32	--	1,2	1,7

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Especificaciones tomadas como estándar para el jabón tipo B sin mezcla de rechazo**

Etapa	Humedad (% w H ₂ O)			Alcalinidad (% w NaOH)			Cloruros (% w NaCl)			Penetrometría (mm)		
	LEI	Med	LES	LEI	Med	LES	LEI	Med	LES	LEI	Med	LES
Mezcla	35	36	38	0,015	0,020	0,025	0,45	0,50	0,55	--	--	--
Producto terminado	--	23	24	0,015	0,020	0,025	0,55	0,60	0,65	1,0	1,5	2,0
Producto después de un día	--	23	24	0,015	0,020	0,025	0,55	0,60	0,65	0,8	1,3	1,8

Fuente: elaboración propia.

3.6.3. Datos recopilados sobre los análisis realizados a los jabones manufacturados con mezcla de jabón de rechazo en sustitución de un porcentaje de grasa

Los datos que se recopilaron fueron para los dos tipos de jabones en sus tres etapas donde se presentan todas las combinaciones de mezcla virgen más mezcla de rechazo que se estudiaron con base en cinco pruebas de manufactura, donde cada prueba está constituida por tres repeticiones del mismo análisis.

Tabla XVI. **Datos obtenidos para el jabón tipo A con mezcla 1 en etapa de mezclado**

JABÓN TIPO A									
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo									
Etapas de mezclado									
Pruebas de manufactura	Humedad (%)			Alcalinidad (%)			Cloruros (%)		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1	31,89	31,25	30,84	0,023	0,022	0,023	0,23	0,23	0,24
2	32,50	32,30	28,95	0,019	0,019	0,020	0,23	0,23	0,20
3	31,05	29,65	31,91	0,022	0,022	0,023	0,19	0,21	0,20
4	30,15	31,20	29,83	0,019	0,020	0,016	0,23	0,24	0,23
5	30,88	30,72	30,57	0,022	0,023	0,023	0,22	0,22	0,23

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Datos obtenidos del producto terminado para el jabón tipo A con mezcla 1**

JABÓN TIPO A												
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo												
Producto terminado												
Pruebas de manufactura	Humedad (%)			Alcalinidad (%)			Cloruros (%)			Penetrometría (mm)		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1	22,10	22,20	22,30	0,026	0,028	0,026	0,25	0,26	0,25	1,54	1,59	1,40
2	21,40	21,60	21,70	0,025	0,026	0,025	0,26	0,26	0,26	1,55	1,58	1,56
3	22,34	22,60	22,71	0,025	0,025	0,026	0,27	0,28	0,28	1,52	1,50	1,51
4	23,00	23,41	23,50	0,027	0,027	0,028	0,27	0,28	0,28	1,50	1,55	1,53
5	22,80	22,90	22,50	0,026	0,027	0,027	0,28	0,28	0,27	1,54	1,55	1,57

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Datos obtenidos del producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo A con mezcla 1**

JABÓN TIPO A												
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo												
Producto después de un día												
Pruebas de manufactura	Humedad (%)			Alcalinidad (%)			Cloruros (%)			Penetrometría (mm)		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1	22,0	21,9	22,3	0,02	0,02	0,02	0,2	0,2	0,2	1,3	1,3	1,3
2	22,0	22,4	21,6	0,02	0,02	0,02	0,2	0,2	0,2	1,3	1,3	1,3
3	22,0	20,6	20,1	0,02	0,02	0,02	0,2	0,2	0,2	1,3	1,3	1,3
4	22,0	21,0	22,1	0,02	0,02	0,02	0,2	0,2	0,2	1,3	1,3	1,3
5	21,0	21,4	21,8	0,02	0,02	0,02	0,2	0,3	0,3	1,3	1,3	1,3

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Datos obtenidos para el jabón tipo A con mezcla 2 en etapa de mezclado**

JABÓN TIPO A									
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo									
Etapa de mezclado									
Pruebas de manufactura	Humedad (%)			Alcalinidad (%)			Cloruros (%)		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1	32,71	32,30	32,90	0,025	0,026	0,026	0,26	0,25	0,26
2	32,52	32,92	33,10	0,025	0,026	0,025	0,24	0,25	0,27
3	32,57	32,41	33,18	0,024	0,024	0,026	0,26	0,26	0,26
4	32,59	32,30	32,29	0,026	0,025	0,026	0,26	0,24	0,26
5	33,73	32,98	33,15	0,025	0,026	0,026	0,24	0,24	0,25

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Datos obtenidos del producto terminado para el jabón tipo A con mezcla 2**

JABÓN TIPO A												
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo												
Producto terminado												
Pruebas de manufactura	Humedad (%)			Alcalinidad (%)			Cloruros (%)			Penetrometría (mm)		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1	24,0	24,0	24,0	0,028	0,028	0,034	0,30	0,28	0,28	1,63	1,60	1,66
2	24,6	24,5	24,6	0,034	0,034	0,034	0,32	0,32	0,28	1,66	1,64	1,64
3	24,1	24,2	24,4	0,030	0,032	0,034	0,32	0,28	0,28	1,56	1,60	1,62
4	24,2	24,5	24,6	0,032	0,032	0,030	0,28	0,30	0,30	1,58	1,62	1,60
5	24,6	24,6	24,8	0,034	0,035	0,034	0,28	0,32	0,32	1,61	1,56	1,58

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Datos obtenidos del producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo A con mezcla 2**

JABÓN TIPO A												
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo												
Producto después de un día												
Pruebas de manufactura	Humedad (%)			Alcalinidad (%)			Cloruros (%)			Penetrometría (mm)		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1	23,67	24,12	24,23	0,035	0,032	0,035	0,28	0,32	0,32	1,50	1,51	1,50
2	23,78	24,30	24,76	0,033	0,032	0,034	0,30	0,32	0,32	1,45	1,48	1,50
3	23,97	24,00	24,52	0,033	0,034	0,034	0,30	0,30	0,30	1,48	1,50	1,50
4	24,00	24,10	24,10	0,032	0,032	0,032	0,28	0,30	0,30	1,52	1,55	1,48
5	24,00	24,30	24,20	0,033	0,032	0,030	0,30	0,32	0,32	1,49	1,50	1,52

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Datos obtenidos para el jabón tipo A con mezcla 3 en etapa de mezclado**

JABÓN TIPO A									
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo									
Etapa de mezclado									
Pruebas de manufactura	Humedad (%)			Alcalinidad (%)			Cloruros (%)		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1	33,3	33,0	33,0	0,032	0,032	0,032	0,30	0,30	0,32
2	33,4	33,5	33,4	0,032	0,032	0,032	0,30	0,30	0,30
3	33,2	33,3	33,3	0,032	0,034	0,032	0,30	0,28	0,30
4	33,5	33,1	33,5	0,034	0,032	0,032	0,32	0,32	0,30
5	33,5	33,4	33,4	0,032	0,032	0,032	0,28	0,30	0,30

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Datos obtenidos del producto terminado para el jabón tipo A con mezcla 3**

JABÓN TIPO A												
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo												
Producto terminado												
Pruebas de manufactura	Humedad (%)			Alcalinidad (%)			Cloruros (%)			Penetrometría (mm)		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1	24,5	24,5	24,5	0,03	0,03	0,03	0,3	0,3	0,3	1,7	1,7	1,7
2	24,3	24,3	24,3	0,03	0,03	0,03	0,3	0,3	0,3	1,6	1,7	1,7
3	24,3	24,3	24,3	0,03	0,04	0,03	0,3	0,3	0,3	1,7	1,7	1,7
4	24,7	24,7	24,7	0,03	0,03	0,03	0,3	0,3	0,3	1,7	1,7	1,7
5	24,6	24,6	24,6	0,03	0,03	0,03	0,3	0,3	0,3	1,7	1,7	1,7

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Datos obtenidos del producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo A con mezcla 3**

JABÓN TIPO A												
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo												
Producto después de un día												
Pruebas de manufactura	Humedad (%)			Alcalinidad (%)			Cloruros (%)			Penetrometría (mm)		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1	24	24	24	0,03	0,03	0,03	0,3	0,3	0,3	1,70	1,70	1,70
2	24	24	24	0,03	0,03	0,03	0,3	0,3	0,3	1,60	1,70	1,70
3	24	24	24	0,03	0,03	0,03	0,3	0,3	0,3	1,70	1,70	1,70
4	24	24	24	0,03	0,03	0,03	0,3	0,3	0,3	1,70	1,70	1,70
5	24	24	24	0,03	0,03	0,03	0,3	0,3	0,3	1,70	1,72	1,70

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Datos obtenidos para el jabón tipo A con mezcla 4 en etapa de mezclado**

JABÓN TIPO A									
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo									
Etapas de mezclado									
Pruebas de manufactura	Humedad (%)			Alcalinidad (%)			Cloruros (%)		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1	34,15	34,20	34,20	0,036	0,035	0,035	0,32	0,32	0,32
2	34,50	34,70	34,70	0,036	0,036	0,035	0,32	0,33	0,32
3	34,15	34,20	34,20	0,036	0,040	0,036	0,33	0,32	0,32
4	34,19	34,20	34,20	0,035	0,036	0,035	0,32	0,32	0,31
5	34,51	34,50	34,50	0,036	0,036	0,036	0,32	0,33	0,32

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Datos obtenidos del producto terminado para el jabón tipo A con mezcla 4**

JABÓN TIPO A												
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo												
Producto terminado												
Pruebas de manufactura	Humedad (%)			Alcalinidad (%)			Cloruros (%)			Penetrometría (mm)		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1	24,7	24,6	24,6	0,03	0,03	0,03	0,3	0,3	0,3	1,9	1,9	1,9
2	25,0	25,0	25,0	0,04	0,03	0,04	0,3	0,3	0,3	2,3	2,3	2,3
3	24,6	24,6	24,6	0,03	0,03	0,03	0,3	0,3	0,3	2,0	2,0	2,0
4	24,7	24,7	24,7	0,04	0,04	0,04	0,3	0,3	0,3	2,2	2,2	2,2
5	24,7	24,7	24,7	0,03	0,03	0,03	0,3	0,3	0,3	2,0	2,0	2,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Datos obtenidos del producto terminado después de un día de manufactura del jabón tipo A con mezcla 4**

JABÓN TIPO A												
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo												
Producto después de un día												
Pruebas de manufactura	Humedad (%)			Alcalinidad (%)			Cloruros (%)			Penetrometría (mm)		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1	24,0	25,0	25,0	0,030	0,040	0,040	0,33	0,32	0,32	1,72	1,72	1,72
2	25,0	25,0	25,0	0,040	0,030	0,040	0,32	0,32	0,32	1,73	1,75	1,75
3	24,0	24,0	24,0	0,034	0,035	0,035	0,33	0,32	0,33	1,74	1,77	1,77
4	25,0	25,0	25,0	0,040	0,040	0,040	0,32	0,33	0,32	1,82	1,80	1,81
5	25,0	25,0	25,0	0,040	0,040	0,030	0,32	0,32	0,32	1,74	1,75	1,75

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Datos obtenidos del jabón tipo B con mezcla 1 en etapa de mezclado**

JABÓN TIPO B									
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo									
Etapa de mezclado									
Pruebas de manufactura	Humedad (%)			Alcalinidad (%)			Cloruros (%)		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1	36,12	35,81	36,14	0,021	0,021	0,021	0,49	0,49	0,49
2	36,70	36,75	36,69	0,023	0,023	0,023	0,52	0,51	0,51
3	36,65	36,61	36,62	0,023	0,022	0,023	0,49	0,49	0,50
4	36,73	36,75	36,74	0,024	0,024	0,023	0,50	0,52	0,52
5	36,57	36,55	36,60	0,021	0,022	0,022	0,49	0,49	0,49

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Datos obtenidos para el producto terminado del jabón tipo B con mezcla 1**

JABÓN TIPO B												
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo												
Producto terminado												
Pruebas de manufactura	Humedad (%)			Alcalinidad (%)			Cloruros (%)			Penetrometría (mm)		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1	22,56	22,60	22,66	0,021	0,021	0,021	0,62	0,64	0,62	1,77	1,77	1,77
2	20,19	20,40	20,45	0,023	0,023	0,023	0,58	0,59	0,56	1,70	1,71	1,70
3	22,81	23,00	22,94	0,022	0,022	0,023	0,61	0,60	0,60	1,51	1,50	1,55
4	21,40	21,45	21,57	0,023	0,024	0,023	0,60	0,60	0,60	1,70	1,70	1,70
5	21,61	21,50	21,65	0,021	0,022	0,022	0,60	0,61	0,61	1,74	1,77	1,75

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Datos obtenidos del producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo B con mezcla 1**

JABÓN TIPO B												
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo												
Producto después de un día												
Pruebas de manufactura	Humedad (%)			Alcalinidad (%)			Cloruros (%)			Penetrometría (mm)		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1	22,00	22,00	22,50	0,021	0,021	0,021	0,60	0,64	0,62	1,55	1,55	1,55
2	20,00	19,90	20,10	0,023	0,023	0,023	0,55	0,56	0,56	1,36	1,40	1,40
3	22,60	22,50	22,50	0,022	0,022	0,023	0,60	0,60	0,60	1,58	1,55	1,55
4	20,79	20,80	20,80	0,023	0,023	0,023	0,60	0,60	0,60	1,42	1,45	1,45
5	21,19	21,22	21,30	0,021	0,022	0,022	0,60	0,60	0,61	1,46	1,48	1,48

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Datos obtenidos del jabón tipo B con mezcla 2 en etapa de mezclado**

JABÓN TIPO B									
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo									
Etapa de mezclado									
Pruebas de manufactura	Humedad (%)			Alcalinidad (%)			Cloruros (%)		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1	37,81	37,78	37,79	0,024	0,024	0,024	0,49	0,49	0,49
2	37,52	37,50	37,54	0,024	0,024	0,024	0,52	0,51	0,51
3	37,35	37,30	37,40	0,024	0,024	0,024	0,49	0,49	0,49
4	37,70	37,75	37,69	0,024	0,024	0,024	0,49	0,49	0,49
5	37,70	37,73	37,76	0,024	0,024	0,024	0,50	0,51	0,51

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Datos obtenidos del producto terminado para el jabón tipo B con mezcla 2**

JABÓN TIPO B												
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo												
Producto terminado												
Pruebas de manufactura	Humedad (%)			Alcalinidad (%)			Cloruros (%)			Penetrometría (mm)		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1	23,75	23,78	23,78	0,024	0,024	0,024	0,60	0,60	0,60	1,76	1,76	1,78
2	22,96	23,10	23,16	0,025	0,024	0,024	0,65	0,60	0,65	1,80	1,80	2,00
3	23,36	23,40	23,40	0,024	0,024	0,024	0,60	0,60	0,60	1,80	1,80	1,80
4	23,70	23,73	23,74	0,024	0,024	0,024	0,65	0,65	0,65	2,00	1,80	1,80
5	23,61	23,62	23,65	0,024	0,024	0,024	0,60	0,60	0,60	1,80	1,80	1,80

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Datos obtenidos del producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo B con mezcla 2**

JABÓN TIPO B												
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo												
Producto después de un día												
Pruebas de manufactura	Humedad (%)			Alcalinidad (%)			Cloruros (%)			Penetrometría (mm)		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1	23,91	23,99	24,00	0,024	0,024	0,024	0,60	0,60	0,60	1,80	1,81	1,81
2	23,63	23,66	23,68	0,024	0,024	0,024	0,60	0,60	0,60	1,76	1,77	1,77
3	23,70	23,70	23,71	0,024	0,024	0,024	0,61	0,61	0,61	1,70	1,72	1,73
4	23,76	23,80	23,80	0,024	0,024	0,024	0,63	0,64	0,64	1,71	1,72	1,72
5	24,00	24,20	24,40	0,024	0,024	0,024	0,68	0,66	0,67	1,79	1,75	1,77

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Datos obtenidos del jabón tipo B con mezcla 3 en etapa de mezclado**

JABÓN TIPO B									
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo									
Etapa de mezclado									
Pruebas de manufactura	Humedad (%)			Alcalinidad (%)			Cloruros (%)		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1	38,26	38,25	38,25	0,024	0,024	0,024	0,51	0,51	0,50
2	37,85	37,92	38,00	0,024	0,024	0,024	0,51	0,51	0,52
3	38,00	38,00	38,10	0,024	0,024	0,024	0,55	0,55	0,55
4	38,52	38,51	38,52	0,024	0,024	0,024	0,49	0,49	0,49
5	38,39	38,39	38,41	0,024	0,024	0,024	0,52	0,51	0,51

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Datos obtenidos del producto terminado para el jabón tipo B con mezcla 3**

JABÓN TIPO B												
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo												
Producto terminado												
Pruebas de manufactura	Humedad (%)			Alcalinidad (%)			Cloruros (%)			Penetrometría (mm)		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1	24,28	24,30	24,30	0,024	0,024	0,024	0,65	0,65	0,65	1,90	1,90	1,90
2	24,00	24,10	24,20	0,024	0,024	0,024	0,65	0,65	0,65	1,89	1,90	1,90
3	24,32	24,33	24,34	0,025	0,025	0,025	0,65	0,65	0,65	1,92	1,92	1,92
4	24,30	24,31	24,30	0,024	0,024	0,024	0,64	0,64	0,64	1,90	1,90	1,90
5	24,10	24,00	24,00	0,024	0,024	0,024	0,65	0,65	0,65	1,90	1,90	1,90

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Datos obtenidos del producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo B con mezcla 3**

JABÓN TIPO B												
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo												
Producto después de un día												
Pruebas de manufactura	Humedad (%)			Alcalinidad (%)			Cloruros (%)			Penetrometría (mm)		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1	24,2	24,2	24,2	0,024	0,024	0,024	0,63	0,64	0,64	1,71	1,72	1,72
2	24,0	24,0	24,0	0,024	0,024	0,024	0,66	0,66	0,67	1,73	1,73	1,73
3	24,1	24,2	24,2	0,024	0,024	0,024	0,63	0,64	0,64	1,72	1,73	1,72
4	24,2	24,2	24,2	0,025	0,024	0,024	0,64	0,64	0,64	1,75	1,75	1,74
5	24,0	23,9	23,9	0,024	0,024	0,024	0,61	0,60	0,61	1,72	1,72	1,72

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Datos obtenidos del jabón tipo B con mezcla 4 en etapa de mezclado**

JABÓN TIPO A									
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo									
Etapa de mezclado									
Pruebas de manufactura	Humedad (%)			Alcalinidad (%)			Cloruros (%)		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1	39,39	39,43	39,44	0,024	0,024	0,024	0,51	0,51	0,51
2	40,52	40,54	40,54	0,024	0,024	0,024	0,64	0,62	0,62
3	39,49	39,51	39,51	0,024	0,024	0,024	0,65	0,63	0,63
4	40,56	40,56	40,70	0,024	0,024	0,024	0,52	0,53	0,53
5	40,08	40,15	40,20	0,024	0,024	0,024	0,55	0,55	0,55

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. **Datos obtenidos del jabón tipo B con mezcla 4 para el producto terminado**

JABÓN TIPO B												
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo												
Producto terminado												
Pruebas de manufactura	Humedad (%)			Alcalinidad (%)			Cloruros (%)			Penetrometría (mm)		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1	24,7	24,7	24,7	0,024	0,024	0,024	0,65	0,65	0,65	1,92	1,93	1,93
2	24,6	24,6	24,6	0,024	0,024	0,024	0,65	0,65	0,65	2,00	1,99	2,00
3	24,7	24,7	24,7	0,024	0,024	0,024	0,65	0,65	0,65	2,10	2,11	2,10
4	24,8	24,8	24,8	0,024	0,024	0,024	0,65	0,65	0,65	2,15	2,16	2,17
5	24,9	24,9	24,9	0,024	0,024	0,024	0,65	0,65	0,65	2,23	2,24	2,23

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. **Datos obtenidos del producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo B con mezcla 4**

JABÓN TIPO B												
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo												
Producto después de un día												
Pruebas de manufactura	Humedad (%)			Alcalinidad (%)			Cloruros (%)			Penetrometría (mm)		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1	24,50	24,60	24,60	0,024	0,024	0,024	0,65	0,65	0,65	1,72	1,72	1,72
2	24,60	24,63	24,64	0,024	0,024	0,024	0,65	0,65	0,65	1,73	1,75	1,75
3	24,58	24,55	24,56	0,024	0,024	0,024	0,64	0,65	0,65	1,77	1,79	1,78
4	24,53	24,56	24,59	0,024	0,024	0,024	0,64	0,64	0,64	1,82	1,80	1,81
5	24,70	24,71	24,70	0,024	0,024	0,024	0,64	0,63	0,64	1,87	1,85	1,87

Fuente: elaboración propia.

3.6.4. Variabilidades presentadas en los jabones manufacturados con diferentes porcentajes de mezcla de grasa virgen más mezcla de rechazo

Las variabilidades se presentan al comparar el jabón manufacturado sin ningún porcentaje de rechazo en su composición con los jabones manufacturados con mezcla de rechazo y se presentan así:

Tabla XL. Variabilidad de la humedad en la etapa de mezclado respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo A

Jabón tipo A							
Etapa de mezclado							
Mezcla de grasas	Humedad promedio por prueba de manufactura					Media X_i	Varianza S^2_i
	1	2	3	4	5		
100% mezcla virgen	32,00	31,79	32,00	31,84	32,00	31,92	0,01058
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo	31,33	31,25	30,87	30,40	30,70	30,91	0,14945
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo	32,64	32,85	32,72	32,39	32,95	32,71	0,04615
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo	33,10	33,43	33,27	33,37	33,43	33,32	0,01940
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo	34,18	34,63	34,17	34,20	34,50	34,36	0,04593
Media total						32,64	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. **Variabilidad de la humedad en el producto terminado respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo A**

Jabón tipo A							
Producto terminado							
Mezcla de grasas	Humedad promedio por prueba de manufactura					Media X_i	Varianza S^2_i
	1	2	3	4	5		
100% mezcla virgen	24,00	24,00	24,00	24,00	24,50	24,10	0,08
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo	22,09	22,15	20,94	22,13	21,59	28,78	1,07
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo	24,00	24,57	24,23	24,43	24,67	24,38	0,23
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo	24,56	24,30	24,36	24,72	24,66	24,52	0,12
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo	24,69	25,00	24,60	24,69	24,70	24,74	0,09
Media total						23,90	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Variabilidad de la humedad en el producto terminado después de un día de manufactura, respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo A**

Jabón tipo A							
Producto después de un día							
Mezcla de grasas	Humedad promedio por prueba de manufactura					Media X_i	Varianza S^2_i
	1	2	3	4	5		
100% mezcla virgen	24,00	24,10	24,00	24,10	24,30	24,10	0,03
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo	22,09	22,15	20,94	22,13	21,59	21,78	1,07
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo	24,20	24,28	24,16	24,20	24,17	24,20	0,01
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo	24,20	24,23	24,25	24,27	24,25	24,24	0,00
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo	24,57	24,62	24,37	24,79	24,71	24,61	0,09
Media total						23,79	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. **Variabilidad de la alcalinidad en la etapa de mezclado respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo A**

Jabón tipo A							
Etapa de mezclado							
Mezcla de grasas	Alcalinidad promedio por prueba de manufactura					Media X_i	Varianza S^2_i
	1	2	3	4	5		
100% mezcla virgen	0,020	0,020	0,020	0,022	0,023	0,021	5,00E-06
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo	0,023	0,019	0,022	0,018	0,023	0,021	1,90E-06
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo	0,026	0,025	0,025	0,026	0,026	0,060	1,08E-06
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo	0,032	0,032	0,033	0,033	0,032	0,032	1,08E-06
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo	0,035	0,036	0,037	0,035	0,036	0,036	2,77E-06
Media total						0,027	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. **Variabilidad de la alcalinidad en el producto terminado respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo A**

Jabón tipo A							
Producto terminado							
Mezcla de grasas	Alcalinidad promedio por prueba de manufactura					Media X_i	Varianza S^2_i
	1	2	3	4	5		
100% mezcla virgen	0,030	0,029	0,030	0,030	0,030	0,029	7,70E-07
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo	0,027	0,025	0,025	0,027	0,027	0,026	4,32E-06
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo	0,030	0,034	0,032	0,031	0,034	0,032	1,04E-05
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo	0,035	0,032	0,037	0,031	0,033	0,034	2,29E-05
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,00
Media total						0,031	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLV. **Variabilidad de la alcalinidad en el producto terminado después de un día de manufactura, respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo A**

Jabón tipo A							
Producto después de un día							
Mezcla de grasas	Alcalinidad promedio por prueba de manufactura					Media X_i	Varianza S^2_i
	1	2	3	4	5		
100% mezcla virgen	0,030	0,029	0,029	0,030	0,030	0,029	1,08E-06
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo	0,027	0,025	0,025	0,027	0,027	0,026	4,32E-06
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo	0,034	0,033	0,034	0,032	0,032	0,033	3,25E-06
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo	0,033	0,032	0,034	0,031	0,033	0,033	5,08E-06
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,00
Media total						0,031	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVI. **Variabilidad del cloruro en la etapa de mezclado respecto al porcentaje de rechazo en la composición del jabón tipo A**

Jabón tipo A							
Etapa de mezclado							
Mezcla de grasas	Cloruros promedio por prueba de manufactura					Media X_i	Varianza S^2_i
	1	2	3	4	5		
100% mezcla virgen	0,20	0,18	0,20	0,22	0,20	0,020	8,80E-04
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo	0,23	0,22	0,20	0,23	0,22	0,022	6,60E-04
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo	0,26	0,25	0,26	0,25	0,24	0,250	1,72E-04
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo	0,31	0,30	0,29	0,31	0,29	0,300	3,25E-04
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo	0,32	0,32	0,32	0,31	0,32	0,320	7,70E-05
Media total						0,260	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVII. **Variabilidad de los cloruros en el producto terminado respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo A**

Jabón tipo A							
Producto terminado							
Mezcla de grasas	Cloruros promedio por prueba de manufactura					Media X_i	Varianza S^2_i
	1	2	3	4	5		
100% mezcla virgen	0,27	0,27	0,28	0,28	0,28	0,28	1,08E-04
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo	0,25	0,26	0,28	0,28	0,28	0,27	7,25E-04
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo	0,29	0,31	0,29	0,29	0,31	0,30	3,72E-04
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo	0,31	0,31	0,32	0,31	0,31	0,31	7,70E-05
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo	0,32	0,32	0,33	0,32	0,33	0,32	9,30E-05
Media total						0,30	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVIII. **Variabilidad de los cloruros en el producto terminado después de un día de manufactura, respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo A**

Jabón tipo A							
Producto después de un día							
Mezcla de grasas	Cloruros promedio por prueba de manufactura					Media X_i	Varianza S^2_i
	1	2	3	4	5		
100% mezcla virgen	0,27	0,27	0,28	0,30	0,27	0,28	6,32E-04
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo	0,25	0,26	0,28	0,27	0,27	0,27	5,08E-04
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo	0,31	0,31	0,30	0,29	0,31	0,30	2,93E-04
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo	0,32	0,31	0,32	0,32	0,32	0,32	7,70E-05
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo	0,32	0,32	0,33	0,32	0,32	0,32	7,70E-05
Media total						0,30	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIX. **Variabilidad de la penetrometría en el producto terminado respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo A**

Jabón tipo A							
Producto terminado							
Mezcla de grasas	Penetrometría promedio por prueba de manufactura					Media X_i	Varianza S^2_i
	1	2	3	4	5		
100% mezcla virgen	1,56	1,57	1,52	1,55	1,57	1,55	1,53E-03
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo	1,51	1,56	1,51	1,53	1,55	1,53	1,84E-03
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo	1,63	1,65	1,59	1,60	1,58	1,61	2,75E-03
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo	1,75	1,70	1,73	1,75	1,73	1,73	1,68E-03
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo	1,93	2,30	1,97	2,16	2,00	2,07	9,16E-02
Media total						1,70	

Fuente: elaboración propia.

Tabla L. **Variabilidad de la penetrometría en el producto terminado después de un día de manufactura, respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo A**

Jabón tipo A							
Producto después de un día							
Mezcla de grasas	Penetrometría promedio por prueba de manufactura					Media X_i	Varianza S^2_i
	1	2	3	4	5		
100% mezcla virgen	1,19	1,21	1,20	1,22	1,18	1,22	2,30E-03
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo	1,34	1,31	1,31	1,36	1,34	1,33	1,83E-03
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo	1,50	1,48	1,49	1,52	1,50	1,50	8,77E-04
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo	1,71	1,67	1,70	1,70	1,71	1,70	9,72E-04
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo	1,72	1,74	1,76	1,81	1,75	1,76	4,49E-03
Media total						1,50	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LI. **Variabilidad de humedad en la etapa de mezclado respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo B**

Jabón tipo B							
Mezcla							
Mezcla de grasas	Humedad promedio por prueba de manufactura					Media X_i	Varianza S^2_i
	1	2	3	4	5		
100% mezcla virgen	36,00	36,00	35,88	35,90	36,00	36,96	0,013
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo	36,02	36,71	36,63	36,74	36,57	36,53	0,347
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo	37,79	37,52	37,35	37,71	37,73	37,98	0,384
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo	38,25	37,92	38,00	38,31	38,30	38,16	0,118
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo	39,42	40,50	39,50	40,61	40,14	40,03	1,214
Media total						37,73	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LII. **Variabilidad de la humedad en el producto terminado respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo B**

Jabón tipo B							
Producto terminado							
Mezcla de grasas	Humedad promedio por prueba de manufactura					Media X_i	Varianza S^2_i
	1	2	3	4	5		
100% mezcla virgen	23,00	23,00	23,00	23,10	23,20	23,06	0,017
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo	22,61	20,35	22,92	22,77	22,79	22,29	4,554
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo	23,77	23,07	23,39	23,72	23,63	23,52	0,324
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo	24,29	24,10	24,33	24,30	24,00	24,20	0,054
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo	24,97	25,00	25,20	25,50	25,10	25,15	0,180
Media total						23,64	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIII. **Variabilidad de la humedad en el producto terminado después de un día de manufactura, respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo B**

Jabón tipo B							
Producto después de un día							
Mezcla de grasas	Humedad promedio por prueba de manufactura					Media X_i	Varianza S^2_i
	1	2	3	4	5		
100% mezcla virgen	23,00	23,00	23,00	23,00	23,25	23,05	0,02
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo	22,17	22,70	22,83	22,60	22,63	22,59	0,25
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo	23,97	23,66	23,70	23,79	23,78	23,78	0,06
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo	24,20	24,00	24,15	24,20	23,99	24,11	0,03
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo	24,77	24,80	24,73	25,00	24,70	24,80	0,05
Media total						23,66	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIV. **Variabilidad de la alcalinidad en la etapa de mezclado respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo B**

Jabón tipo B							
Mezcla							
Mezcla de grasas	Alcalinidad promedio por prueba de manufactura					Media X_i	Varianza S_i^2
	1	2	3	4	5		
100% mezcla virgen	0,018	0,020	0,021	0,019	0,020	0,020	5,8E-06
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo	0,021	0,023	0,023	0,023	0,021	0,022	3,7E-06
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,00
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,00
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,00
Media total						0,023	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LV. **Variabilidad de la alcalinidad en el producto terminado respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo B**

Jabón tipo B							
Producto terminado							
Mezcla de grasas	Alcalinidad promedio por prueba de manufactura					Media X_i	Varianza S_i^2
	1	2	3	4	5		
100% mezcla virgen	0,020	0,025	0,020	0,018	0,019	0,020	4,93E-06
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo	0,021	0,023	0,022	0,023	0,022	0,022	2,77E-06
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,00
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo	0,024	0,024	0,025	0,024	0,024	0,024	0,00
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,00
Media total						0,023	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVI. **Variabilidad de la alcalinidad en el producto terminado después de un día de manufactura, respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo B**

Jabón tipo B							
Producto después de un día							
Mezcla de grasas	Alcalinidad promedio por prueba de manufactura					Media X_i	Varianza S_i^2
	1	2	3	4	5		
100% mezcla virgen	0,020	0,020	0,020	0,015	0,020	0,020	3,08E-06
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo	0,021	0,023	0,022	0,023	0,022	0,022	2,77E-06
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,00
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,00
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,00
Media total						0,023	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVII. **Variabilidad de los cloruros en la etapa de mezclado respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo B**

Jabón tipo B							
Mezcla							
Mezcla de grasas	Cloruros promedio por prueba de manufactura					Media X_i	Varianza S^2_i
	1	2	3	4	5		
100% mezcla virgen	0,45	0,50	0,52	0,52	0,51	0,50	3,35E-03
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo	0,49	0,51	0,49	0,51	0,49	0,50	4,32E-04
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo	0,49	0,51	0,49	0,49	0,51	0,50	3,72E-04
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo	0,51	0,51	0,52	0,49	0,51	0,51	4,77E-04
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo	0,56	0,56	0,58	0,56	0,55	0,56	3,72E-04
Media total						0,51	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVIII. **Variabilidad de los cloruros en el producto terminado respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo B**

Jabón tipo B							
Producto terminado							
Mezcla de grasas	Cloruros promedio por prueba de manufactura					Media X_i	Varianza S^2_i
	1	2	3	4	5		
100% mezcla virgen	0,59	0,60	0,61	0,60	0,59	0,60	2,32E-04
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo	0,60	0,61	0,60	0,60	0,61	0,60	9,30E-05
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo	0,63	0,63	0,62	0,63	0,61	0,62	1,73E-04
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo	0,65	0,65	0,65	0,64	0,65	0,65	7,70E-05
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,00
Media total						0,62	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIX. **Variabilidad de los cloruros en el producto terminado después de un día de manufactura, respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo B**

Jabón tipo B							
Producto después de un día							
Mezcla de grasas	Cloruros promedio por prueba de manufactura					Media X_i	Varianza S_i^2
	1	2	3	4	5		
100% mezcla virgen	0,58	0,60	0,61	0,59	0,59	0,59	5,08E-04
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo	0,61	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	7,70E-05
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo	0,61	0,60	0,61	0,62	0,60	0,61	2,32E-04
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,00
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo	0,65	0,65	0,65	0,64	0,64	0,65	9,30E-05
Media total						0,62	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LX. **Variabilidad de la penetrometría en el producto terminado respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo B**

Jabón tipo B							
Producto terminado							
Mezcla de grasas	Penetrometría promedio por prueba de manufactura					Media X_i	Varianza S^2_i
	1	2	3	4	5		
100% mezcla virgen	1,48	1,50	1,52	1,53	1,50	1,51	1,49E-03
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo	1,77	1,70	1,52	1,70	1,75	1,69	3,62E-02
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo	1,77	1,87	1,80	1,87	1,80	1,82	7,92E-03
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo	1,90	1,90	1,92	1,90	1,90	1,90	3,08E-04
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo	1,93	2,30	2,47	2,16	2,00	2,17	1,71E-01
Media total						1,82	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXI. **Variabilidad de la penetrometría en el producto terminado después de un día de manufactura, respecto al porcentaje de mezcla de rechazo en la composición del jabón tipo B**

Jabón tipo B							
Producto después de un día							
Mezcla de grasas	Penetrometría promedio por prueba de manufactura					Media X_i	Varianza S^2_i
	1	2	3	4	5		
100% mezcla virgen	1,30	1,32	1,33	1,30	1,35	1,32	1,12E-03
70% mezcla virgen y 30% mezcla de rechazo	1,55	1,39	1,56	1,44	1,47	1,48	2,10E-02
60% mezcla virgen y 40% mezcla de rechazo	1,81	1,77	1,72	1,72	1,77	1,76	5,77E-03
50% mezcla virgen y 50% mezcla de rechazo	1,72	1,73	1,72	1,77	1,72	1,73	1,77E-03
40% mezcla virgen y 60% mezcla de rechazo	1,72	1,74	1,97	1,81	1,75	1,80	3,98E-02
Media Total						1,62	

Fuente: elaboración propia.

3.7. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

A continuación se describe con base en ejemplos de cálculos realizados la determinación del valor de diferentes parámetros fisicoquímicos que se evaluaron para los dos tipos de jabones en sus diferentes etapas de manufactura y para todos los porcentajes de mezcla. Dichos parámetros fisicoquímicos son la humedad, alcalinidad, cloruros y penetrometría.

Además, se presentan cálculos realizados para obtener el análisis estadístico que posteriormente se presenta.

3.7.1. Determinación de la humedad presente en la muestra

La determinación de la humedad para la pasta de jabón se hizo según el procedimiento descrito en la sección anterior y la determinación de la humedad para la muestra del producto terminado y luego de haber cumplido un día desde su manufactura, se hizo según el procedimiento descrito en la sección 3.5.2.1.2. y 3.5.2.1.3. Dicha medición se obtuvo de forma directa ya que el resultado fue dado por la termobalanza.

Los demás datos de análisis de humedad para los dos tipos de jabones y sus diferentes porcentajes de mezcla se encuentran en las tablas XII a la XXXIX de la sección recolección y ordenamiento de la información.

3.7.2. Determinación de la alcalinidad presente en la muestra

La determinación de la alcalinidad presente en la muestra se realizó según el procedimiento descrito en la sección 3.5.2.2.

Ejemplo 1

Determinación de la cantidad de alcalinidad para una muestra que pesa 5 gramos, con una concentración normal de ácido sulfúrico de 0,1 y un volumen gastado de titulación de 0,2 mililitros.

$$\frac{V_1 * N * 0,04}{w} * 100 = \% \text{ alcalinidad}$$

(Ecuación 1)

Donde

$$V_1 = 0,2$$

$$N = 0,1 \text{ que es un valor constante}$$

$$W = 5 \text{ que es un valor constante}$$

$$0,04 = \text{mili equivalentes de NaOH que es un valor constante}$$

$$\frac{0,2 * 0,1 * 0,04}{5} * 100 = 0,016$$

Los datos de análisis de alcalinidad para los dos tipos de jabones y sus diferentes porcentajes de mezcla se encuentran en las tablas XII a la XXXIX de la sección recolección y ordenamiento de la información.

3.7.3. Determinación de la cantidad de cloruros presente en la muestra

La determinación de la cantidad de cloruros presente en la muestra se realizó según el procedimiento descrito en la sección 3.5.2.3.

Ejemplo 2

Determinación de la cantidad de cloruros para una muestra que pesa 2 gramos, con una concentración normal de ácido sulfúrico de 0,1 y un volumen gastado de titulación de 0,2 mililitros.

$$\frac{(V-0,2) * N * 0,0585}{W} * 100 = \% NaCl$$

(Ecuación 2)

Donde

W = 2 gr que es un valor constante

N = 0,1 N que es un valor constante

V = 1,12 mL

0,0585 = mili equivalentes de NaCl que es un valor constante

$$\frac{(1,12-0,2) * 0,1 * 0,0585}{2} * 100 = 0,27$$

Los datos de la cantidad de cloruros para los dos tipos de jabones y sus diferentes porcentajes de mezcla se encuentran en las tablas XII a la XXXIX de la sección recolección y ordenamiento de la información.

3.7.4. Determinación de la dureza de la muestra por penetrometría

La determinación de la dureza para la muestra del producto terminado y luego de haber cumplido un día desde su manufactura se hizo según el procedimiento descrito en la sección 3.5.2.4.

El resultado se obtuvo al hacer el promedio de las 6 penetraciones realizadas a cada muestra, donde 4 penetraciones se hacen horizontalmente y 2 de forma vertical; el resultado de cada penetración se obtiene al hacer la lectura en el penetrómetro.

Ejemplo 3

Mediciones horizontales = (1,70, 1,70, 1,52, 1,60) mm

Mediciones verticales = (1,65, 1,60) mm

Promedio de resultados

$$\frac{1,70 + 1,70 + 1,52 + 1,60 + 1,65 + 1,60}{6} = 1,63 \text{ mm}$$

Los demás datos de análisis de penetrometría para los dos tipos de jabones y sus diferentes porcentajes de mezcla se encuentran en las tablas XII a la XXXIX de la sección recolección y ordenamiento de la información.

3.7.5. Media aritmética

La media (\bar{x}), se define como la suma de todos los valores observados, dividido por el número total de observaciones.

$$\text{Media Aritmética} = \frac{\text{Suma de todos los valores observados}}{\text{Número total de observaciones}}$$

(Ecuación 4)

Ejemplo 4

Media aritmética para la humedad que se maneja en el producto terminado para el jabón tipo B con un porcentaje de mezcla de grasa equivalente a 70% mezcla virgen más 30% de mezcla de rechazo.

$$(\bar{x}) = \frac{0,1951+0,2138+0,1703+0,1657+0,1758 + 0,1771+ 0,1792 + 0,1928}{8}$$

$$(\bar{x}) = \frac{1,4698}{8} = 0,1837 \text{ \% w H}_2\text{O}$$

Los demás datos de análisis de la media aritmética para los dos tipos de jabones y sus diferentes porcentajes de mezcla se encuentran en las tablas XL a la LXI de la sección recolección y ordenamiento de la información y la sección de análisis estadístico.

3.7.6. Varianza

La ecuación está representada por:

$$S_X^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}$$

(Ecuación 5)

Donde

S^2 = varianza

X_i = cada uno de los datos

\bar{X} = media aritmética

n = número de datos

Ejemplo 5

Determinación de la varianza para la humedad que se maneja en el producto terminado para el jabón tipo B con un porcentaje equivalente de mezcla de grasa del 70% virgen más 30% de mezcla de rechazo.

$$S^2 = \frac{[(0,1951-0,1837)^2 + (0,2138-0,1837)^2 + (0,1703-0,1837)^2 + (0,1657-0,1837)^2 + (0,1758-0,1837)^2 + (0,1771-0,1837)^2 + (0,1792-0,1837)^2 + (0,1928-0,1837)^2]}{8}$$

$$S^2 = 0,0281706$$

Los demás datos de análisis de varianza para los dos tipos de jabones y sus diferentes porcentajes de mezcla se encuentran en las tablas XL a la LXI de la sección recolección y ordenamiento de la información y la sección de análisis estadístico.

3.7.7. Desviación estándar

La ecuación está representada por:

$$\sigma = \sqrt{S^2}$$

(Ecuación 6)

Donde

σ = desviación estándar

S^2 = varianza

Ejemplo 6

Determinación de la desviación estándar para la humedad que se maneja en el producto terminado para el jabón tipo B con un porcentaje de mezcla de grasa equivalente al 70% virgen más 30% de mezcla de rechazo.

$$\sigma = \sqrt{0,0281706}$$

$$\sigma = 0,16784113$$

Los demás datos de análisis de desviación estándar para los dos tipos de jabones y sus diferentes porcentajes de mezcla se encuentran en las tablas LXII a la XCI de la sección análisis estadístico.

3.7.8. Límite de control superior

Matemáticamente se expresa de la siguiente forma:

$$LCS = \bar{X} + 3 (S^2)$$

(Ecuación 7)

Donde

LCS = límite de control superior

\bar{X} = media aritmética

S^2 = varianza

Ejemplo 7

Determinación del límite de control superior para la humedad que se maneja en el producto terminado para el jabón tipo B con un porcentaje de mezcla de grasa equivalente al 70% virgen más 30% de mezcla de rechazo.

$$\begin{aligned} LCS &= \bar{X} + 3 (S^2) \\ LCS &= 21,79 + 3 (0,833) \\ LCS &= 24,289 \end{aligned}$$

Los demás datos del límite de control superior para los dos tipos de jabones y sus diferentes porcentajes de mezcla se encuentran en las tablas LXII a la XCI de la sección análisis estadístico.

3.7.9. Límite de control inferior

Matemáticamente se expresa de la siguiente forma:

$$LCS = \bar{X} - 3 (S^2)$$

(Ecuación 8)

Donde

LCI = límite de control inferior

\bar{X} = media aritmética

S^2 = varianza

Ejemplo 8

Determinación del límite de control inferior para la humedad que se maneja en el producto terminado para el jabón tipo B con un porcentaje de mezcla equivalente de grasa de 70% virgen más 30% de mezcla de rechazo.

$$\begin{aligned} LCI &= \bar{X} - 3 (S^2) \\ LCI &= 21,79 - 3 (0,833) \\ LCS &= 19,29 \end{aligned}$$

Los demás datos del límite de control inferior para los dos tipos de jabones y sus diferentes porcentajes de mezcla se encuentran en las tablas LXII a la XCI de la sección análisis estadístico.

3.7.10. Suma de cuadrados entre grupos (SCE)

La ecuación está representada por:

$$SCE = \sum n_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2$$

(Ecuación 9)

Donde

SCE = suma de cuadrados entre grupos

Σ = sumatoria

n_i = tamaño de la muestra de los grupos

\bar{x}_i = media muestral del grupo

\bar{x} = media muestral conjunta

Ejemplo 9

Determinación de la suma de cuadrados entre grupos de la humedad en la etapa de mezclado para el jabón tipo A.

$$SCE = 5 [(31,926-32,64)^2 + (30,91-32,64)^2 + (32,71-32,64)^2 + (33,32-32,64)^2 + (34,336-32,64)^2]$$

$$SCE = 34,23$$

Los demás datos de suma de cuadrados entre grupos para las diferentes etapas de los dos tipos de jabones, se encuentran en las tablas CI a la CXXII de la sección de resultados.

3.7.11. MCE

La ecuación está representada por:

$$MCE = (SCE) / (k-1)$$

(Ecuación 10)

Donde

MCE = media cuadrática entre grupos

SCE = suma de cuadrados entre grupos

K = número de muestras por grupo

Ejemplo 10

Determinación de la media cuadrática entre grupos para la humedad en la etapa de mezclado del jabón tipo A.

$$MCE = (34,23) / (5-1)$$

$$MCE = 8,558$$

Los demás datos de la media cuadrática entre grupos para las diferentes etapas de los dos tipos de jabones, se encuentran en las tablas CI a la CXXII de la sección de resultados.

3.7.12. Suma de cuadrados dentro de grupos (SCD)

La ecuación está representada por:

$$SCD = \sum (n_i - 1) s_i^2$$

(Ecuación 11)

Donde

SCD = suma de cuadrados dentro de grupos

Σ = sumatoria

N_i = número de muestras por grupo

s_i^2 = varianza de grupo

Ejemplo 11

Determinación de la suma de cuadrados dentro de grupos para la humedad en la etapa de mezclado del jabón tipo A.

$$SCD = (5-1)*0,01058+(5-1)*0,1494+(5-1)*0,04615+(5-1)*0,0194 + (5-1)*0,04593$$

$$SCD = 1,086$$

Los demás datos de la suma de cuadrados dentro de grupos para las diferentes etapas de los dos tipos de jabones, se encuentran en las tablas CI a la CXXII de la sección de resultados.

3.7.13. MCD

La ecuación está representada por:

$$\text{MCD} = (\text{SCD}) / (n - k)$$

(Ecuación 12)

Donde

MCD = media cuadrática dentro de grupos

SCD = suma de cuadrados dentro de grupos

n = número total de datos

K = número de datos por grupo

Ejemplo 12

Determinación de la media cuadrática dentro de grupos de la humedad en la etapa de mezclado para el jabón tipo A.

$$\text{MCD} = (1,086) / (25-5)$$

$$\text{MCD} = 0,054302$$

Los demás datos de la media cuadrática dentro de grupos para las diferentes etapas de los dos tipos de jabones, se encuentra en las tablas CI a la CXXII de la sección de resultados.

3.7.14. F_c

La ecuación está representada por:

$$F_c = (MCE) / (MCD)$$

(Ecuación 13)

Donde

F_c = distribución F de Fisher calculada

MCE = media cuadrática entre grupos

MCD = media cuadrática dentro de grupos

Ejemplo 13

Determinación de la distribución F_c de Fisher calculada para la humedad en la etapa de mezclado del jabón tipo A.

$$F_c = (8,55) / (0,054302)$$

$$F_c = 157,60$$

Los demás datos de la distribución F_c de Fisher calculada se encuentran en las tablas CI a la CXXII de la sección de resultados.

3.7.15. F_t

La ecuación está representada por:

$$F_t = F_{0,05}(v_1, v_2)$$

(Ecuación 14)

Donde

F_t = distribución F de Fisher teórica

$F_{0,05}$ = valor de la distribución F con un nivel de significancia de 0,05

v_1 = grados de libertad entre grupos

v_2 = grados de libertad dentro de grupos

$$F_t = F_{0,05} [(k-1), (n-k)]$$

$$F_t = F_{0,05} [(5-1), (25-5)]$$

$$F_t = F_{0,05} [(4), (20)]$$

Utilizando una tabla estadística de valores críticos de la distribución F con un nivel de significancia de 0,05 y los grados de libertad v_1 de 4 y v_2 de 20, se determina que el valor de F_t es 2,87.

3.8. Análisis estadístico

El análisis estadístico se hizo por cada etapa del proceso y para los dos tipos de jabones, los datos presentados se derivan de los datos proporcionados en las tablas de variabilidades.

Tabla LXII. **Análisis estadísticos realizados al jabón tipo A sin mezcla de rechazo en la etapa de mezclado**

Jabón tipo A			
100% mezcla virgen			
Etapa de mezclado			
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)
Media	32,00000	0,02000	0,20000
Varianza	0,50000	1,25E-4	0,00500
Desviación	0,07070	0,01118	0,07070
LCS	33,50000	0,02037	0,21500
LCI	30,50000	0,01962	0,18500

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXIII. **Análisis estadísticos realizados al producto terminado del jabón tipo A sin mezcla de rechazo**

Jabón tipo A				
100% mezcla virgen				
Producto terminado				
Análisis estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)	Penetrometría (mm)
Media	24,0000	0,03000	0,2800	1,5000
Varianza	0,5000	5,0E-05	8,3E-4	0,0750
Desviación	0,7070	0,00707	0,0287	0,2739
LCS	25,5000	0,03015	0,2825	1,7250
LCI	22,5000	0,02985	0,2775	1,2750

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXIV. **Análisis estadísticos realizados al producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo A sin mezcla de rechazo**

Jabón tipo A				
100% mezcla virgen				
Producto terminado después de un día de manufactura				
Análisis estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)	Penetrometría (mm)
Media	24,00	0,0300	0,2800	1,2000
Varianza	0,25	5 E-05	0,0013	0,1250
Desviación	0,50	0,0071	0,0364	0,3530
LCS	24,75	0,0302	0,2839	1,5750
LCI	23,25	0,0298	0,2760	0,8250

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXV. **Análisis estadísticos realizados al jabón tipo A en la etapa de mezclado para mezcla 1**

Jabón tipo A			
70% mezcla virgen y 30% de rechazo			
Etapas de Mezclado			
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)
Media	30,9100	0,02100	0,22000
Varianza	1,2E-01	4,4E-06	1,2E-04
Desviación	0,3464	2,1E-03	0,01095
LCS	31,2701	0,02729	0,25286
LCI	30,5499	0,01471	0,18714

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXVI. **Análisis estadísticos realizados al producto terminado para el jabón tipo A con mezcla 1**

Jabón tipo A				
70% mezcla virgen y 30% de rechazo				
Producto terminado				
Análisis estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)	Penetrometría (mm)
Media	22,4700	0,02700	0,27000	1,53000
Varianza	0,3290	1,6E-06	1,6E-04	4,2E-04
Desviación	0,5737	1,26E-03	0,01260	0,02050
LCS	23,4575	0,03079	0,30733	1,59392
LCI	21,4825	0,02320	0,23133	1,47148

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXVII. **Análisis estadísticos realizados al producto terminado después de un día para el jabón tipo A con mezcla 1**

Jabón tipo A				
70% mezcla virgen y 30% de rechazo				
Producto terminado después de un día de manufactura				
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)	Penetrometría (mm)
Media	21,7800	0,0260	0,2600	1,3300
Varianza	0,2194	1E-06	0,0002	0,0412
Desviación	0,4684	0,0010	0,0141	0,2030
LCS	22,4383	0,0290	0,3009	1,9337
LCI	21,1217	0,0230	0,2270	0,7317

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXVIII. **Análisis estadísticos realizados al jabón tipo A en la etapa de mezclado para mezcla 2**

Jabón tipo A			
60% mezcla virgen y 40% de rechazo			
Etapas de Mezclado			
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)
Media	32,71000	0,02500	0,25000
Varianza	0,03692	6,00E-07	6,00E-05
Desviación	0,19214	7,746E-4	7,746E-3
LCS	32,82076	0,02732	0,27324
LCI	32,59924	0,02268	0,22676

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXIX. **Análisis estadísticos realizados al producto terminado para el jabón tipo A con mezcla 2**

Jabón tipo A				
60% mezcla virgen y 40% de rechazo				
Producto terminado				
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)	Penetrometría (mm)
Media	24,3800	0,0320	0,3000	1,6100
Varianza	0,0579	2,6E-6	0,0001	6,8E-4
Desviación	0,2407	0,0016	0,0100	0,0261
LCS	24,5538	0,0368	0,3269	1,6889
LCI	24,2062	0,0272	0,2679	1,5324

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXX. **Análisis estadísticos realizados al producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo A con mezcla 2**

Jabón tipo A				
60% mezcla virgen y 40% de rechazo				
Producto terminado después de un día de manufactura				
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)	Penetrometría (mm)
Media	24,1400	0,0330	0,3000	1,5000
Varianza	0,0091	4,72E-5	0,0012	0,0014
Desviación	0,0953	0,0069	0,0341	0,0379
LCS	24,4259	0,0356	0,3286	1,6159
LCI	23,8541	0,0301	0,2819	1,3816

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXI. **Análisis estadísticos realizados al jabón tipo A en la etapa de mezclado para mezcla 3**

Jabón tipo A			
50% mezcla virgen y 50% de rechazo			
Etapas de Mezclado			
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)
Media	33,0320	0,03200	0,30000
Varianza	0,0985	4,0E-07	8,0E-05
Desviación	0,3138	6,3E-04	8,9E-03
LCS	33,3273	0,03389	0,32683
LCI	32,7366	0,03010	0,27317

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXII. **Análisis estadísticos realizados al producto terminado para el jabón tipo A con mezcla 3**

Jabón tipo A				
50% mezcla virgen y 50% de rechazo				
Producto terminado				
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)	Penetrometría (mm)
Media	24,5200	0,03400	0,31000	1,73000
Varianza	0,0270	4,8E-06	2,0E-05	0,00034
Desviación	0,1644	0,00219	0,00450	0,01844
LCS	24,6011	0,04057	0,32349	1,78932
LCI	24,4389	0,02743	0,29916	1,67868

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXIII. **Análisis estadísticos realizados al producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo A con mezcla 3**

Jabón tipo A				
50% mezcla virgen y 50% de rechazo				
Producto terminado después de un día de manufactura				
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)	Penetrometría (mm)
Media	24,1600	0,03300	0,32000	1,70000
Varianza	5,6E-4	1,20E-7	2,0E-05	2,4E-04
Desviación	0,0237	1,09E-3	4,47E-3	0,01550
LCS	24,1617	0,03581	0,33084	1,74648
LCI	24,1583	0,02964	0,30650	1,65352

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXIV. **Análisis estadísticos realizados al jabón tipo A en la etapa de mezclado para mezcla 4**

Jabón tipo A			
40% mezcla virgen y 60% de rechazo			
Etapas de Mezclado			
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)
Media	33,16600	0,036000	0,32000
Varianza	0,00106	6,00E-07	0,00000
Desviación	0,03262	7,746E-4	0,00000
LCS	33,16919	0,038324	0,32532
LCI	33,16281	0,033676	0,31734

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXV. **Análisis estadísticos realizados al producto terminado para el jabón tipo A con mezcla 4**

Jabón tipo A				
40% mezcla virgen y 60% de rechazo				
Producto terminado				
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)	Penetrometría (mm)
Media	24,7400	0,0350	0,33000	2,07000
Varianza	0,0209	0,0000	6,0E-05	0,02000
Desviación	0,1446	0,0000	0,00770	0,14160
LCS	24,8028	0,0353	0,33950	2,49561
LCI	24,6772	0,0349	0,30984	1,64639

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXVI. **Análisis estadísticos realizados al producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo A con mezcla 4**

Jabón tipo A				
40% mezcla virgen y 60% de rechazo				
Producto terminado después de un día de manufactura				
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)	Penetrometría (mm)
Media	24,6200	0,0350	0,3200	1,7600
Varianza	0,0194	0,0000	0,0000	9,2E-4
Desviación	0,1394	0,0000	0,0000	0,0303
LCS	24,6783	0,0350	0,3307	1,8462
LCI	24,5617	0,0350	0,3147	1,6658

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXVII. **Análisis estadísticos realizados al jabón tipo B sin mezcla de rechazo en etapa de mezclado**

Jabón tipo B			
100% mezcla virgen			
Etapas de Mezclado			
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)
Media	36,0000	0,0200	0,5000
Varianza	1,5000	1,3E-5	0,0019
Desviación	1,2247	0,0036	0,0433
LCS	40,5000	0,0200	0,6299
LCI	31,5000	0,0190	0,3701

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXVIII. **Análisis estadísticos realizados al jabón tipo B sin mezcla de rechazo en el producto terminado**

Jabón tipo B				
100% mezcla virgen				
Producto terminado				
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)	Penetrometría (mm)
Media	23,000	0,0200	0,6000	1,500
Varianza	1,250	1,9E-5	1,9E-3	0,125
Desviación	1,118	0,0043	0,0430	0,354
LCS	26,750	0,0200	0,6100	1,870
LCI	19,250	0,0190	0,5900	1,120

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXIX. **Análisis estadísticos realizados al jabón tipo B sin mezcla de rechazo en el producto terminado después de un día de manufactura**

Jabón tipo B				
100% mezcla virgen				
Producto terminado después de un día de manufactura				
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)	Penetrometría (mm)
Media	23,00	0,0200	0,6000	1,3000
Varianza	0,25	1,2E-5	0,0012	0,1350
Desviación	0,50	0,0035	0,0354	0,3674
LCS	23,75	0,0300	0,7100	1,7000
LCI	22,25	0,0100	0,4900	0,9000

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXX. **Análisis estadísticos realizados al jabón tipo B en la etapa de mezclado para mezcla 1**

Jabón tipo B			
70% mezcla virgen y 30% de rechazo			
Etapas de Mezclado			
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)
Media	36,5400	0,02200	0,5000
Varianza	0,0697	1,4E-06	0,0001
Desviación	0,2639	1,2E-03	0,0100
LCS	37,3318	0,02555	0,5300
LCI	35,7482	0,01845	0,4700

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXI. **Análisis estadísticos realizados al producto terminado para el jabón tipo B con mezcla 1**

Jabón tipo B				
70% mezcla virgen y 30% de rechazo				
Producto terminado				
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)	Penetrometría (mm)
Media	21,7900	0,0220	0,6000	1,6900
Varianza	0,8330	6,0E-7	2,8E-4	0,0078
Desviación	0,9127	7,8E-4	0,0167	0,0884
LCS	24,2892	0,0243	0,6502	1,9553
LCI	19,2908	0,0197	0,5498	1,4247

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXII. **Análisis estadísticos realizados al producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo B con mezcla 1**

Jabón tipo B				
70% mezcla virgen y 30% de rechazo				
Producto terminado después de un día de manufactura				
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)	Penetrometría (mm)
Media	21,3500	0,0220	0,6000	1,4800
Varianza	0,8404	6,0E-7	0,0004	0,0042
Desviación	0,9167	7,8E-4	0,0200	0,0650
LCS	24,1002	0,0243	0,6600	1,6749
LCI	18,5998	0,0197	0,5400	1,2851

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXIII. **Análisis estadísticos realizados al jabón tipo B en la etapa de mezclado para mezcla 2**

Jabón tipo B			
60% mezcla virgen y 40% de rechazo			
Etapa de Mezclado			
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)
Media	37,6200	0,0240	0,5000
Varianza	0,0264	0,0000	0,0001
Desviación	0,1625	0,0000	0,0100
LCS	38,1074	0,0242	0,5300
LCI	37,1326	0,0236	0,4700

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXIV. **Análisis estadísticos realizados al producto terminado para el jabón tipo B con mezcla 2**

Jabón tipo B				
60% mezcla virgen y 40% de rechazo				
Producto terminado				
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)	Penetrometría (mm)
Media	23,5200	0,0240	0,6200	1,8200
Varianza	0,0668	0,0000	3,8E-4	1,7E-3
Desviación	0,2585	0,0000	0,0195	0,0407
LCS	24,2954	0,0241	0,6785	1,9422
LCI	22,7446	0,0237	0,5615	1,6978

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXV. **Análisis estadísticos realizados al producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo B con mezcla 2**

Jabón tipo B				
60% mezcla virgen y 40% de rechazo				
Producto terminado después de un día de manufactura				
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)	Penetrometría (mm)
Media	23,8600	0,0240	0,6100	1,7600
Varianza	0,0396	0,0000	2,4E-4	1,2E-3
Desviación	0,1991	0,0000	0,0155	0,0343
LCS	24,4573	0,0239	0,6565	1,8630
LCI	23,2627	0,0236	0,5635	1,6569

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXVI. **Análisis estadísticos realizados al jabón tipo B en la etapa de mezclado para mezcla 3**

Jabón tipo B			
50% mezcla virgen y 50% de rechazo			
Etapas de Mezclado			
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)
Media	38,1600	0,024	0,5100
Varianza	0,0249	0,000	0,0004
Desviación	0,1579	0,000	0,0200
LCS	38,6338	0,024	0,5368
LCI	37,6862	0,024	0,4832

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXVII. **Análisis estadísticos realizados al producto terminado para el jabón tipo B con mezcla 3**

Jabón tipo B				
50% mezcla virgen y 50% de rechazo				
Producto terminado				
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)	Penetrometría (mm)
Media	24,2100	0,0240	0,6500	1,9000
Varianza	0,0147	0,0000	2E-05	8E-05
Desviación	0,1212	0,0000	0,0045	0,0089
LCS	24,5735	0,0254	0,6634	1,9268
LCI	23,8465	0,0230	0,6366	1,8732

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXVIII. **Análisis estadísticos realizados al producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo B con mezcla 3**

Jabón tipo B				
50% mezcla virgen y 50% de rechazo				
Producto terminado después de un día de manufactura				
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)	Penetrometría (mm)
Media	24,1100	0,024	0,6400	1,7300
Varianza	0,0092	0,000	0,0026	0,0004
Desviación	0,0961	0,000	0,0161	0,0195
LCS	24,3984	0,024	0,6884	1,7885
LCI	23,8216	0,024	0,5916	1,6715

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXIX. **Análisis estadísticos realizados al jabón tipo B en la etapa de mezclado para mezcla 4**

Jabón tipo B			
40% mezcla virgen y 60% de rechazo			
Etapas de Mezclado			
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)
Media	40,0400	0,0240	0,5700
Varianza	0,2502	0,0000	0,0028
Desviación	0,5002	0,0000	0,0531
LCS	41,5406	0,0241	0,7100
LCI	38,5394	0,0239	0,4299

Fuente: elaboración propia.

Tabla XC. **Análisis estadísticos realizados al producto terminado para el jabón tipo B con mezcla 4**

Jabón tipo B				
40% mezcla virgen y 60% de rechazo				
Producto terminado				
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)	Penetrometría (mm)
Media	24,7600	0,0240	0,6500	2,1700
Varianza	0,0205	0,0000	0,0000	0,0392
Desviación	0,1432	0,0000	0,0000	0,1981
LCS	25,1897	0,0240	0,6500	2,7643
LCI	24,3303	0,0239	0,6500	1,5757

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCI. **Análisis estadísticos realizados al producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo B con mezcla 4**

Jabón tipo B				
40% mezcla virgen y 60% de rechazo				
Producto terminado después de un día de manufactura				
Análisis Estadístico	Humedad (%)	Alcalinidad (%)	Cloruros (%)	Penetrometría (mm)
Media	24,6000	0,0240	0,6400	1,8000
Varianza	0,0029	0,0000	6E-05	0,0083
Desviación	0,0539	0,0000	0,0077	0,0911
LCS	24,7616	0,0240	0,6632	2,0733
LCI	24,4384	0,0240	0,6168	1,5267

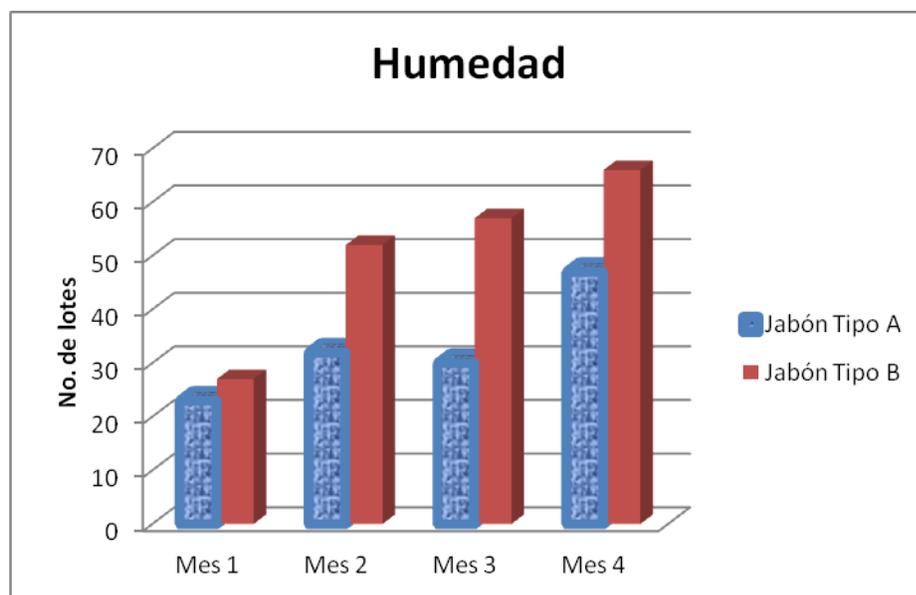
Fuente: elaboración propia.

4. RESULTADOS

4.1. Caracterizar con base en los cuatro parámetros principales de calidad, dos tipos de jabón de lavandería rechazados provenientes de etapas de manufactura y devolución de producto

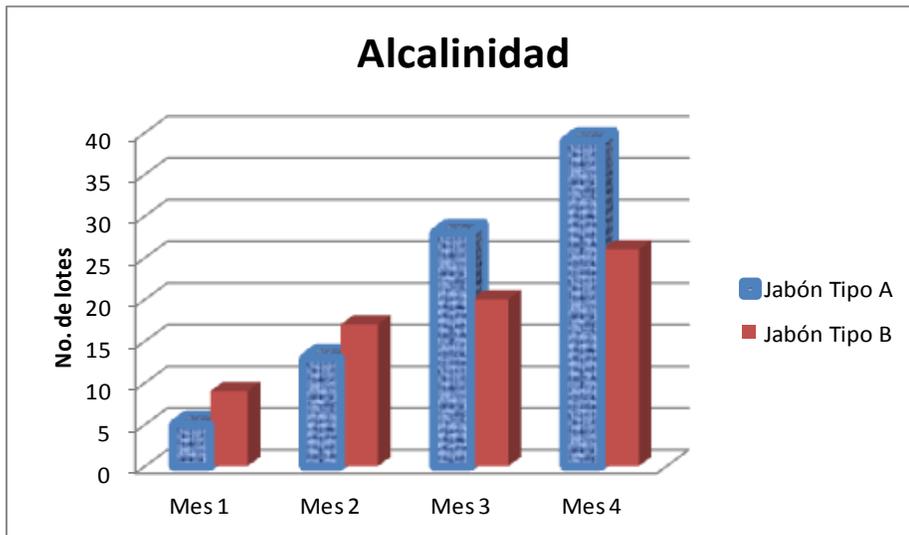
La caracterización se representa de manera gráfica para los cuatro parámetros fisicoquímicos evaluados, en donde cada figura representa de manera conjunta la caracterización del jabón tipo A y la del tipo B.

Figura 11. Rechazos debido a la humedad fuera de rango



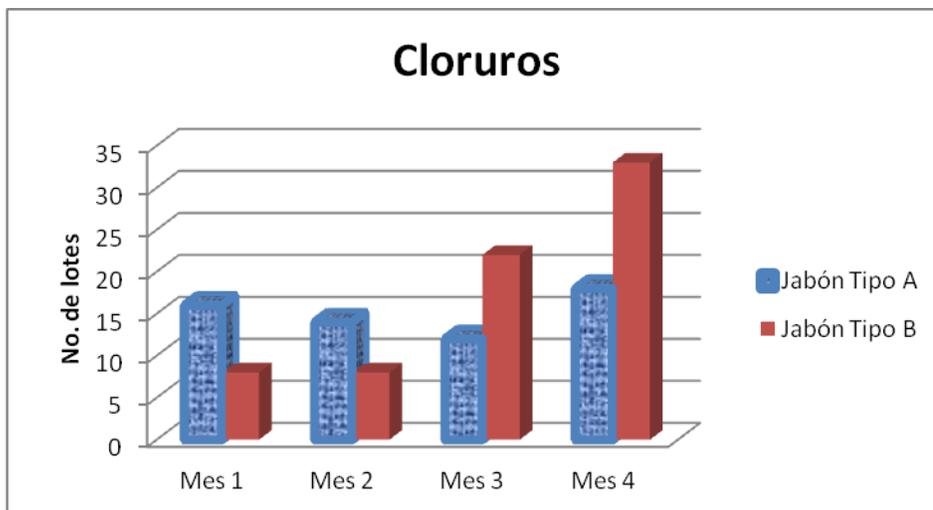
Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Rechazos debido a la alcalinidad fuera de rango**



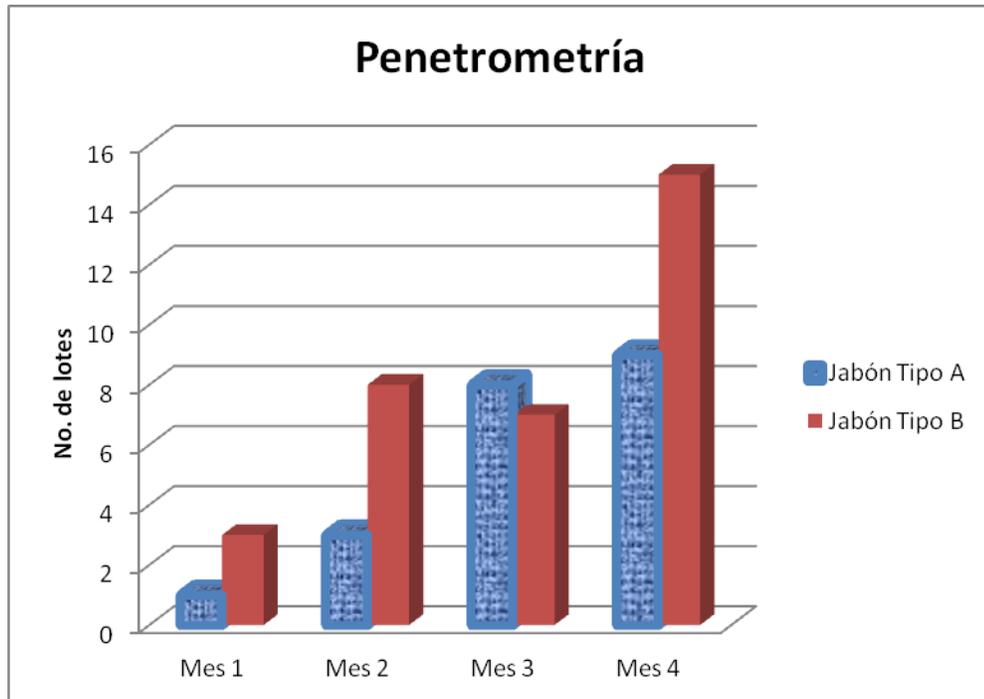
Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Rechazos debido a la cantidad de cloruros fuera de rango**



Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Rechazos debido a la penetrometría fuera de rango



Fuente: elaboración propia.

4.2. Evaluar la variación en las especificaciones de manufactura de dos tipos de jabones de lavandería al combinarlos con cuatro proporciones diferentes de jabón rechazado

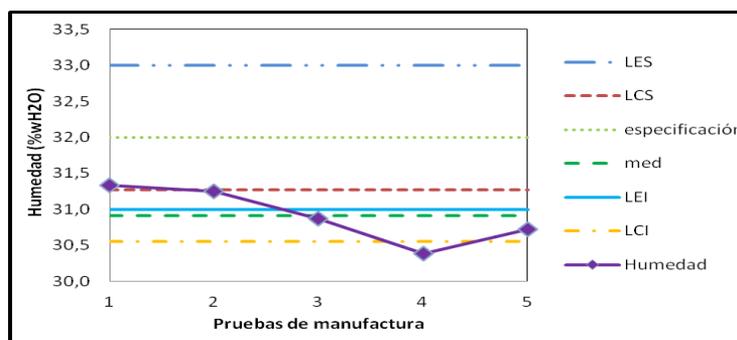
Las variaciones para los dos tipos de jabones y sus mezclas se describen mediante una tabla que indica la cantidad equivalente de mezcla virgen y de rechazo en la composición del jabón y también de manera gráfica.

Tabla XCII. Porcentaje de grasa equivalente en la mezcla 1 del jabón tipo A

	Materia prima grasa	Porcentaje equivalente de grasa
Mezcla de grasa virgen	Sebo <i>top white</i>	14
	Estearina de palma	56
Rechazo equivalente de grasa	Rechazo	30
Porcentaje total de grasa		100

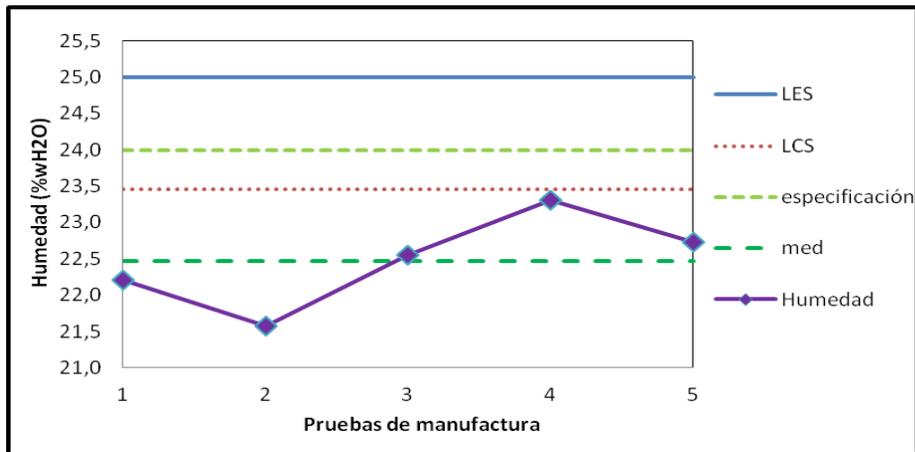
Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Humedad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 1 del jabón tipo A



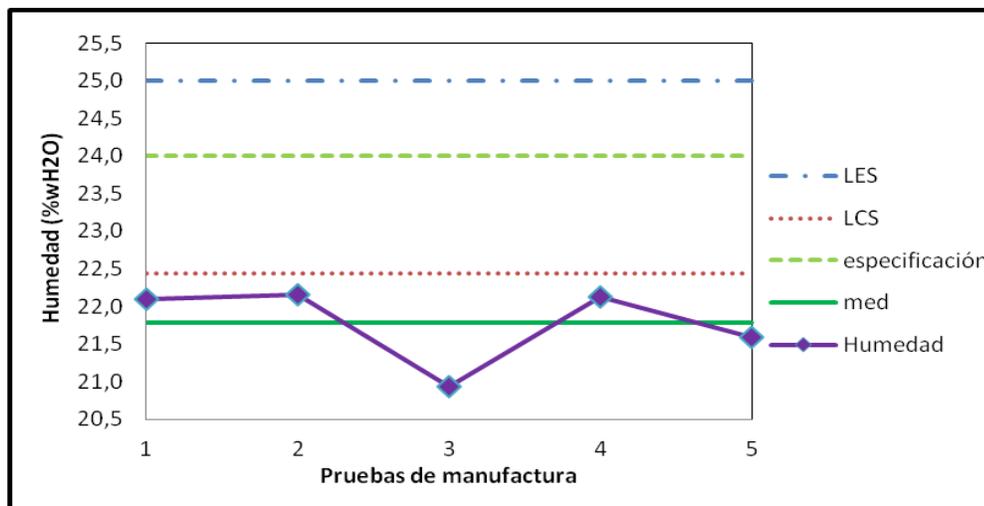
Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Humedad obtenida en el producto terminado para mezcla 1 del jabón tipo A**



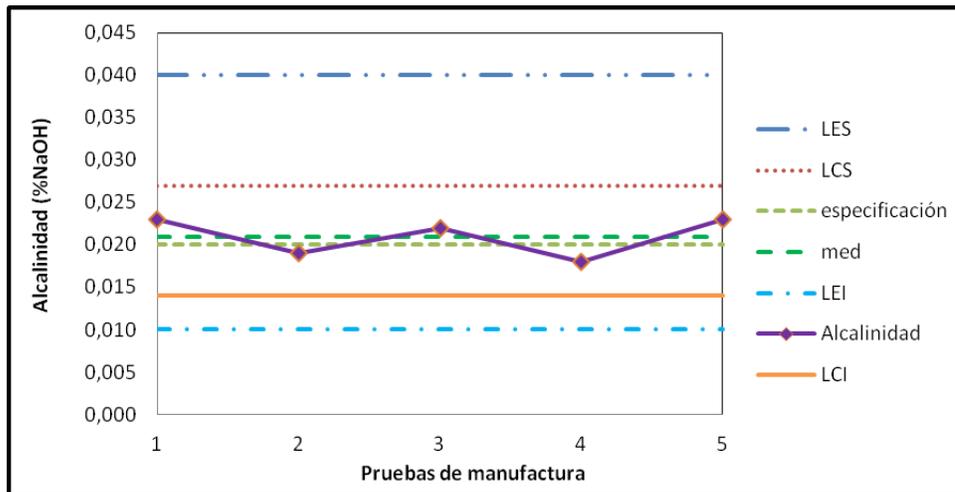
Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Humedad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 1 del jabón tipo A**



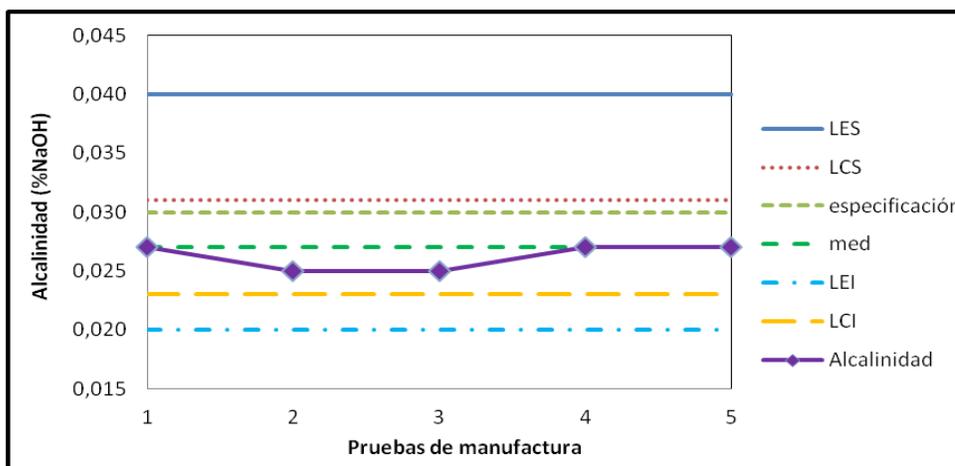
Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Alcalinidad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 1 del jabón tipo A**



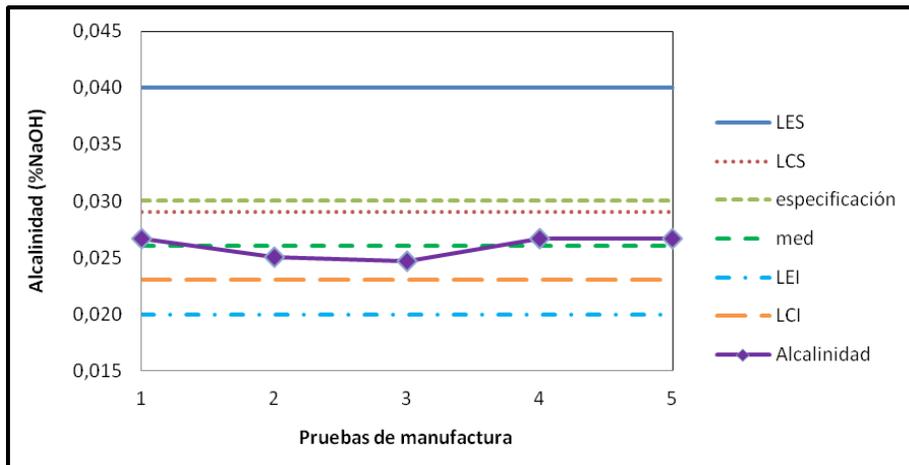
Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Alcalinidad obtenida en el producto terminado para mezcla 1 del jabón tipo A**



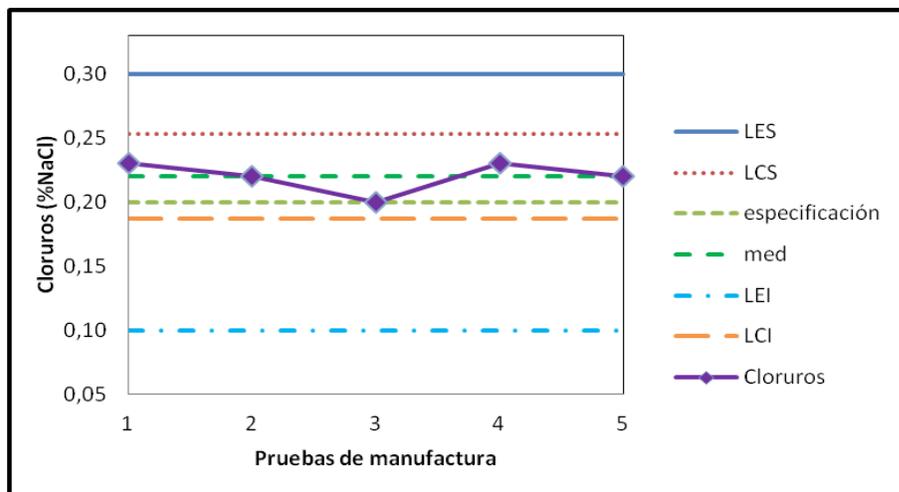
Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Alcalinidad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 1 del jabón tipo A**



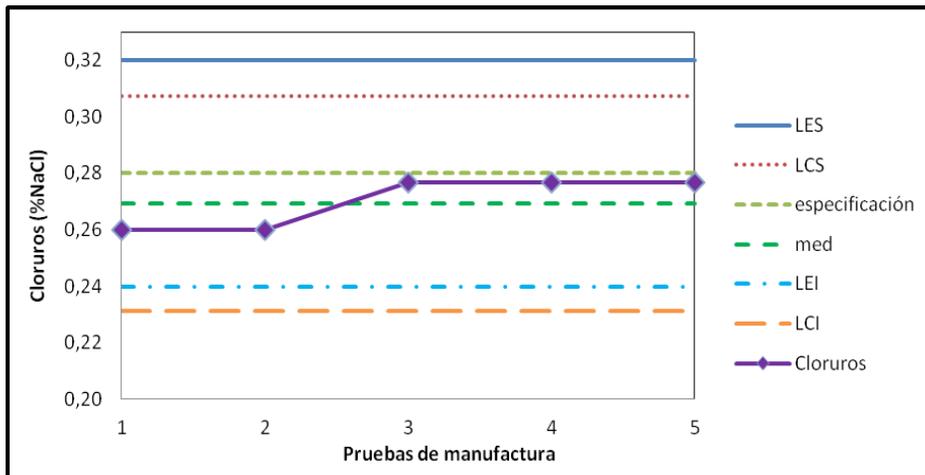
Fuente: elaboración propia.

Figura 21. **Cloruros obtenidos en la etapa de mezclado para mezcla 1 del jabón tipo A**



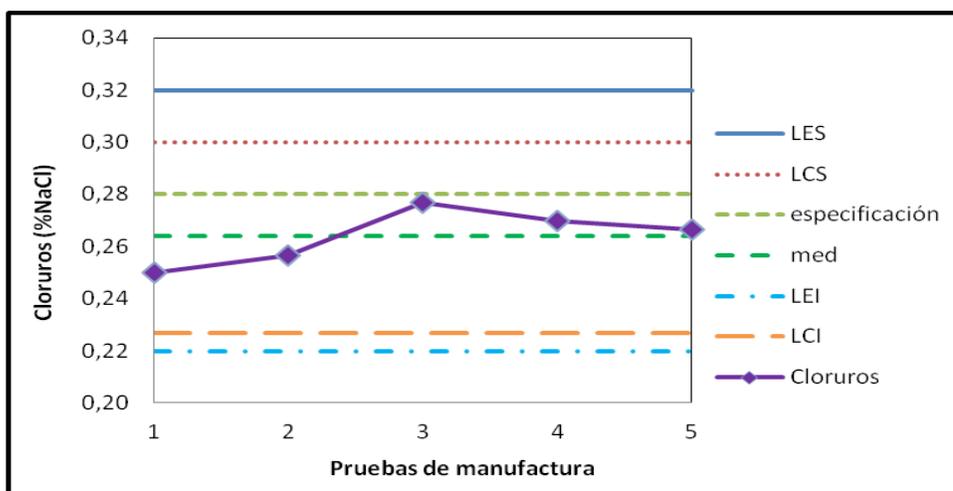
Fuente: elaboración propia.

Figura 22. **Cloruros obtenidos en el producto terminado para mezcla 1 del jabón tipo A**



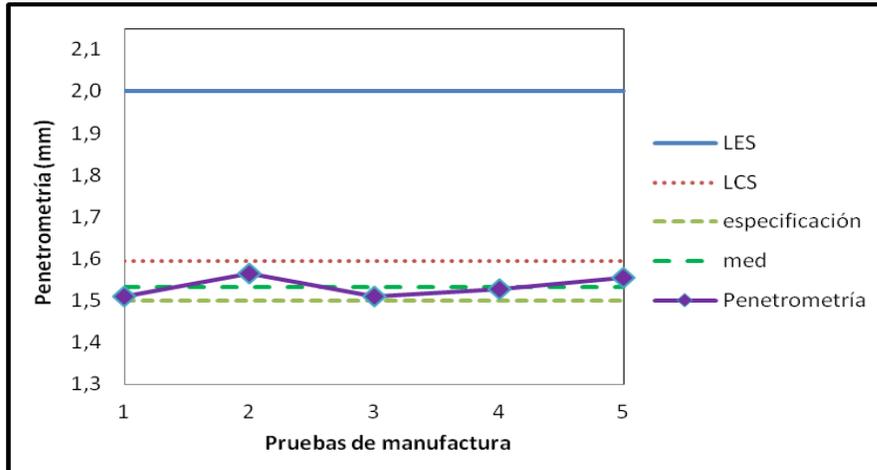
Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Cloruros obtenidos en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 1 del jabón tipo A**



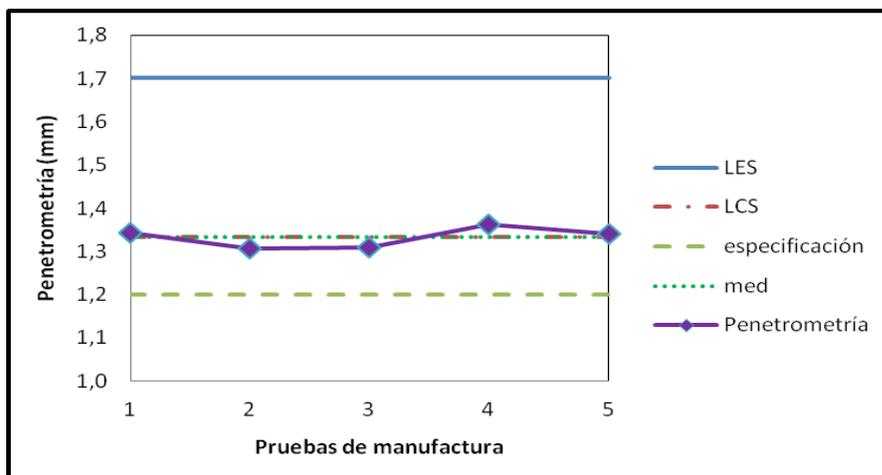
Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Penetrometría obtenida en el producto terminado para mezcla 1 del jabón tipo A**



Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Penetrometría obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 1 del jabón tipo A**



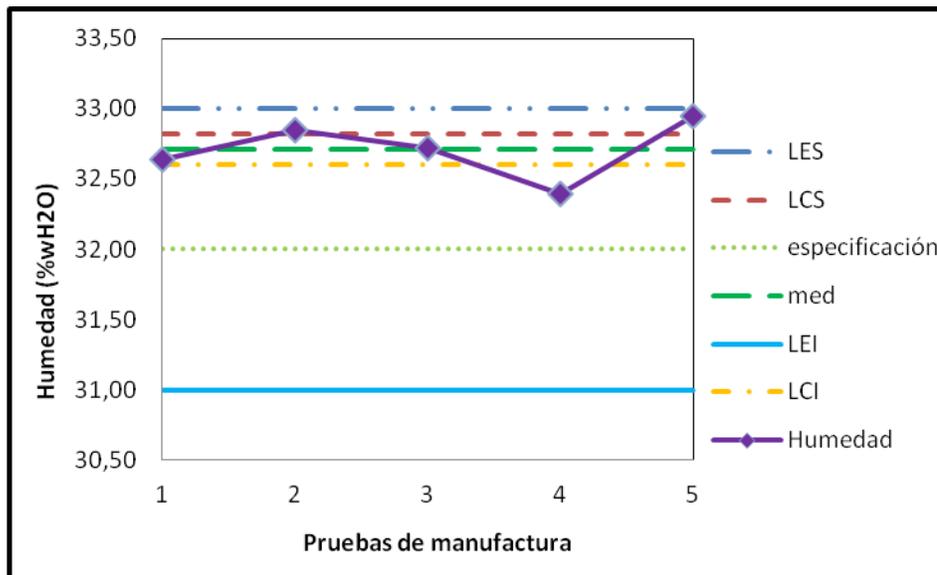
Fuente: elaboración propia.

Tabla XCIII. **Porcentaje de grasa equivalente en la mezcla 2 del jabón tipo A**

	Materia prima grasa	Porcentaje equivalente de grasa
Mezcla de grasa virgen	Sebo <i>top white</i>	12
	Estearina de palma	48
Rechazo equivalente de grasa	Rechazo	40
Porcentaje total de grasa		100

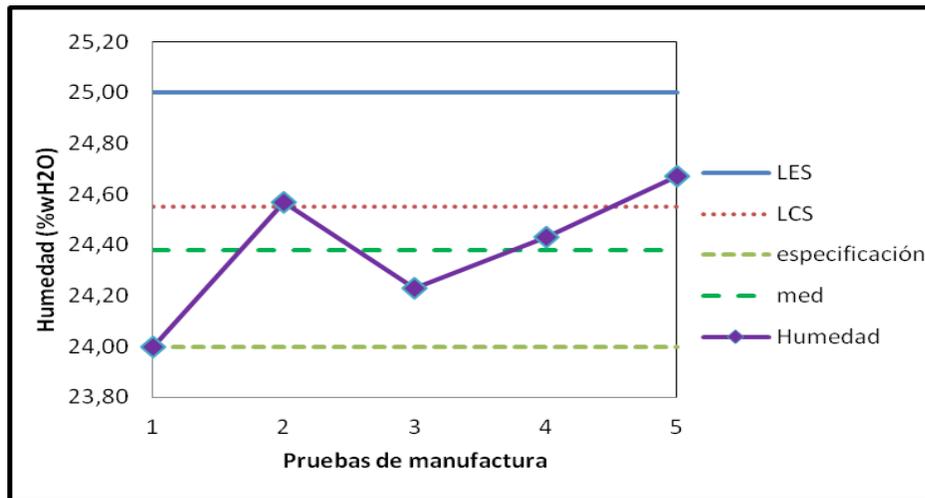
Fuente: elaboración propia.

Figura 26. **Humedad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 2 del jabón tipo A**



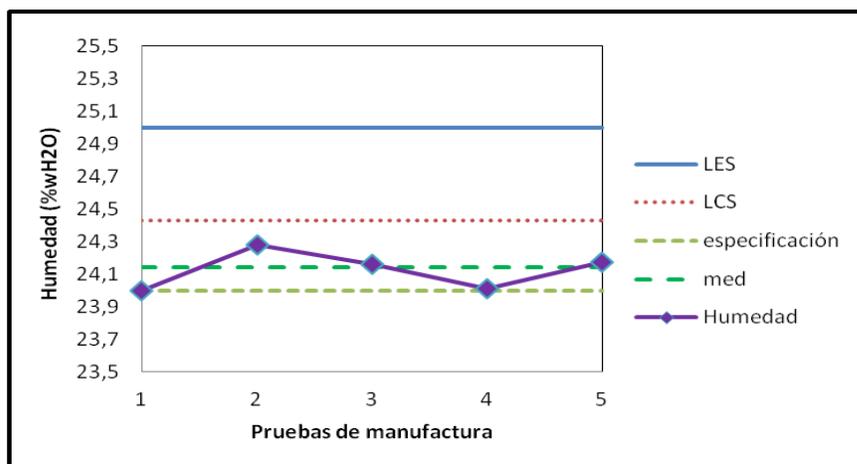
Fuente: elaboración propia.

Figura 27. **Humedad obtenida en el producto terminado para mezcla 2 del jabón tipo A**



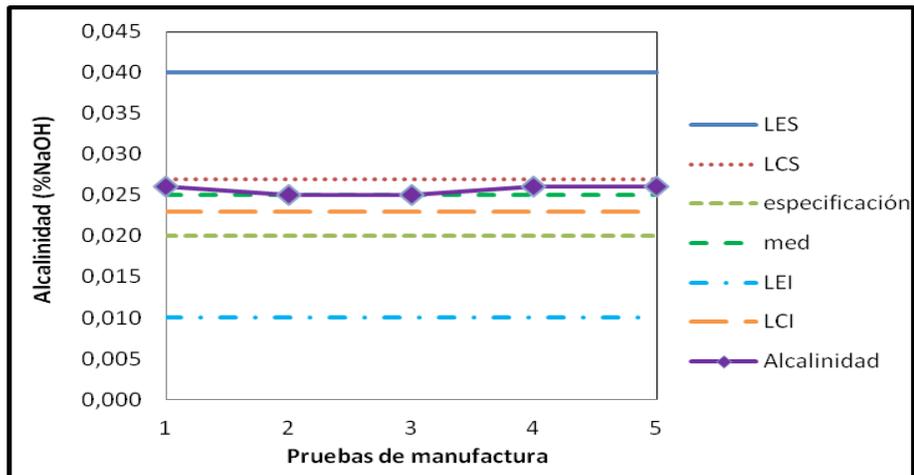
Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Humedad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 2 del jabón tipo A**



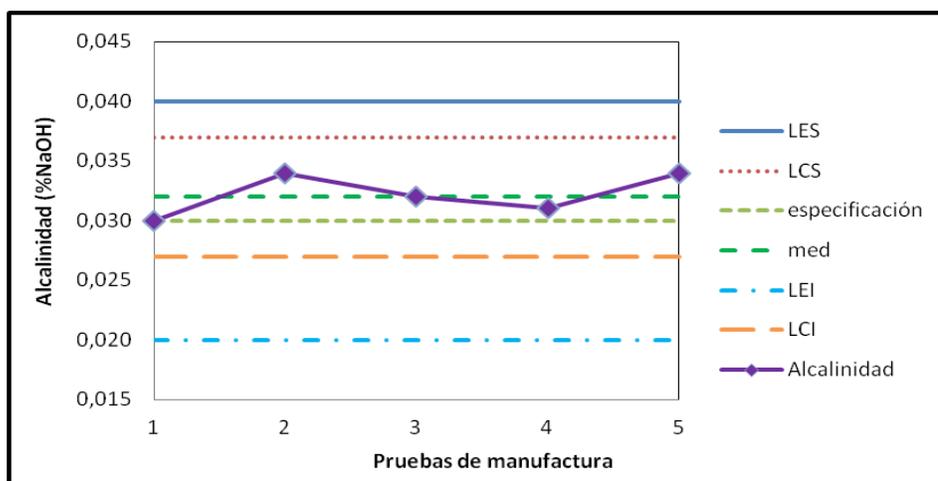
Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Alcalinidad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 2 del jabón tipo A**



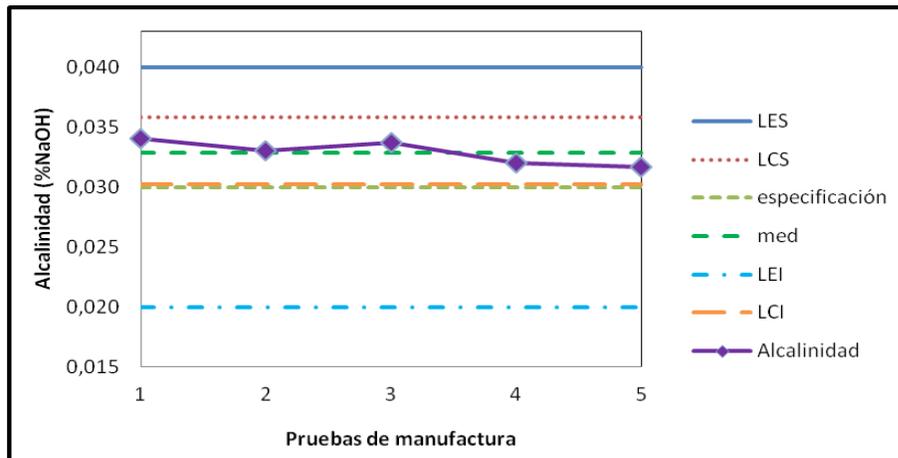
Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Alcalinidad obtenida en el producto terminado para mezcla 2 del jabón tipo A**



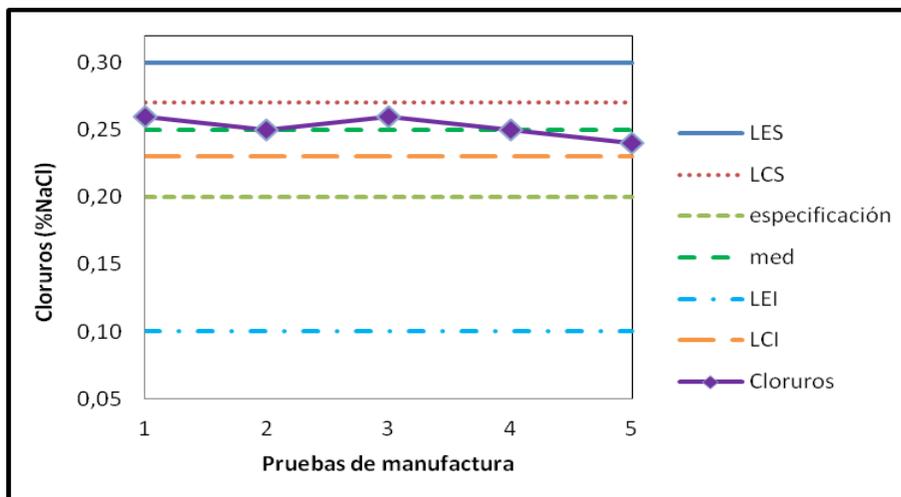
Fuente: elaboración propia.

Figura 31. **Alcalinidad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 2 del jabón tipo A**



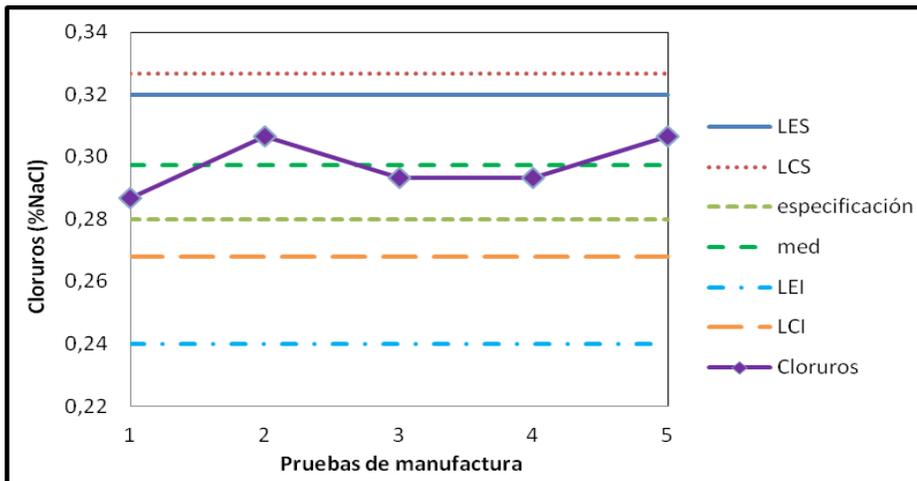
Fuente: elaboración propia.

Figura 32. **Cloruros obtenidos en la etapa de mezclado para mezcla 2 del jabón tipo A**



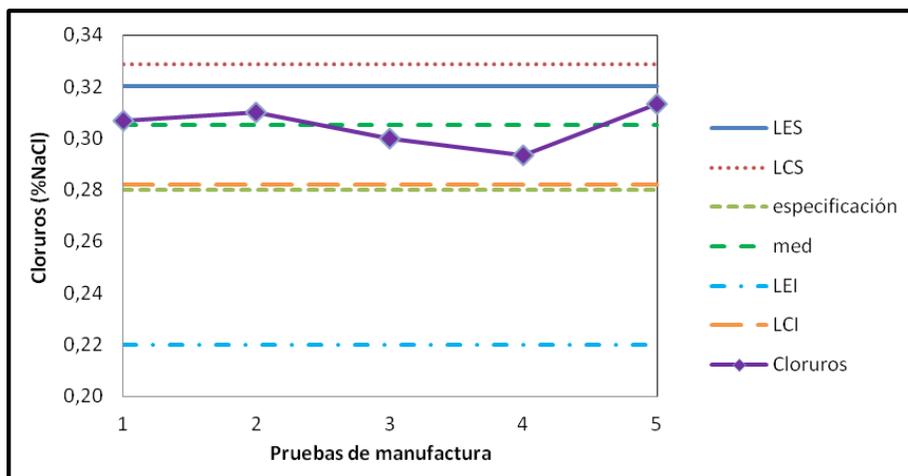
Fuente: elaboración propia.

Figura 33. **Cloruros obtenidos en el producto terminado para mezcla 2 del jabón tipo A**



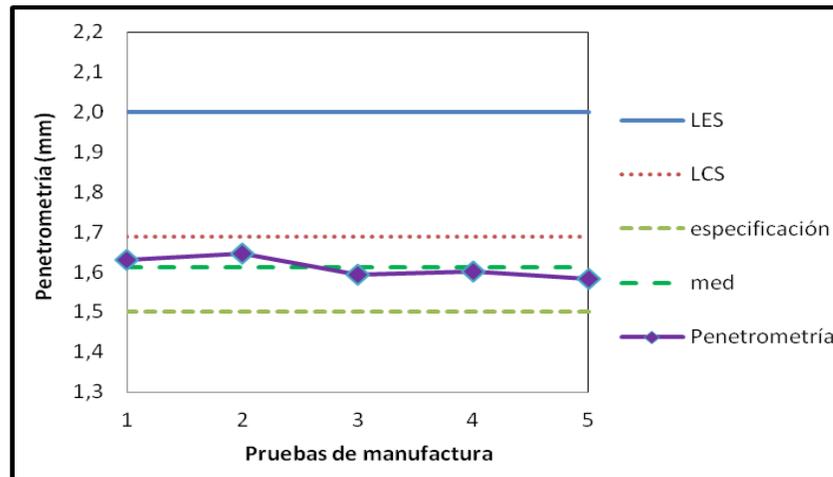
Fuente: elaboración propia.

Figura 34. **Cloruros obtenidos en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 2 del jabón tipo A**



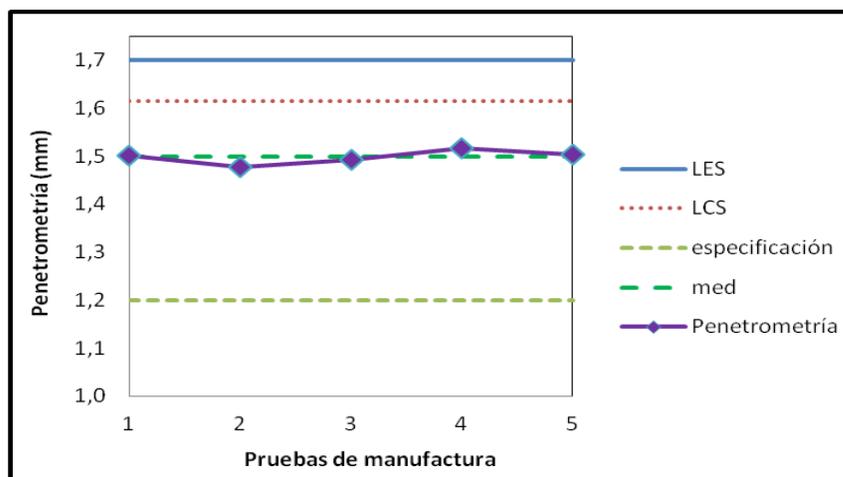
Fuente: elaboración propia.

Figura 35. **Penetrometría obtenida en el producto terminado para mezcla 2 del jabón tipo A**



Fuente: elaboración propia.

Figura 36. **Penetrometría obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 2 del jabón tipo A**



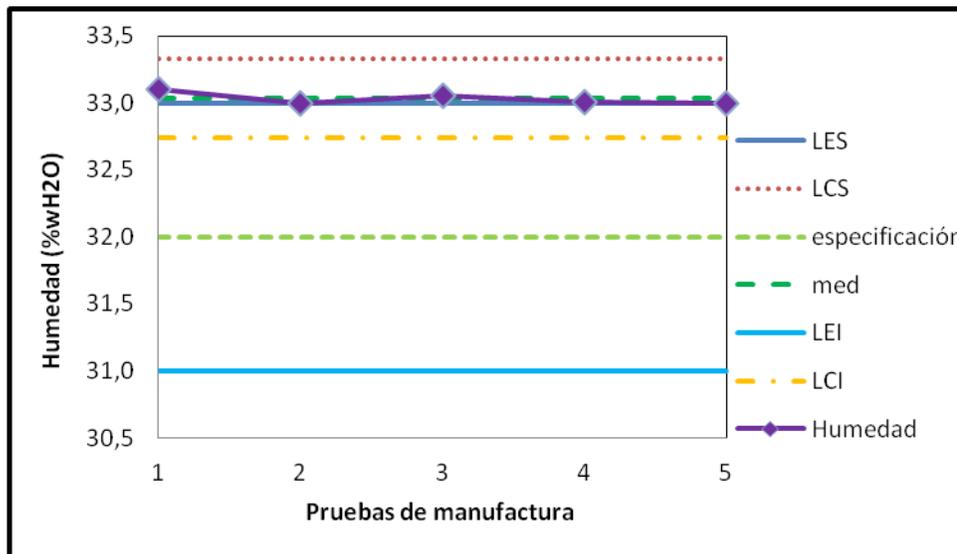
Fuente: elaboración propia.

Tabla XCIV. **Porcentaje de grasa equivalente en la mezcla 3 del jabón tipo A**

	Materia prima grasa	Porcentaje equivalente de grasa
Mezcla de grasa virgen	Sebo <i>top white</i>	10
	Estearina de palma	40
Rechazo equivalente de grasa	Rechazo	50
Porcentaje total de grasa		100

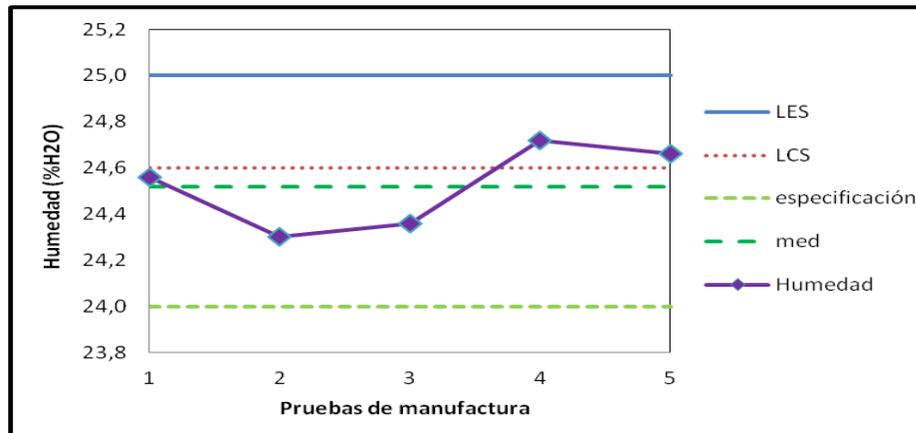
Fuente: elaboración propia.

Figura 37. **Humedad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 3 del jabón tipo A**



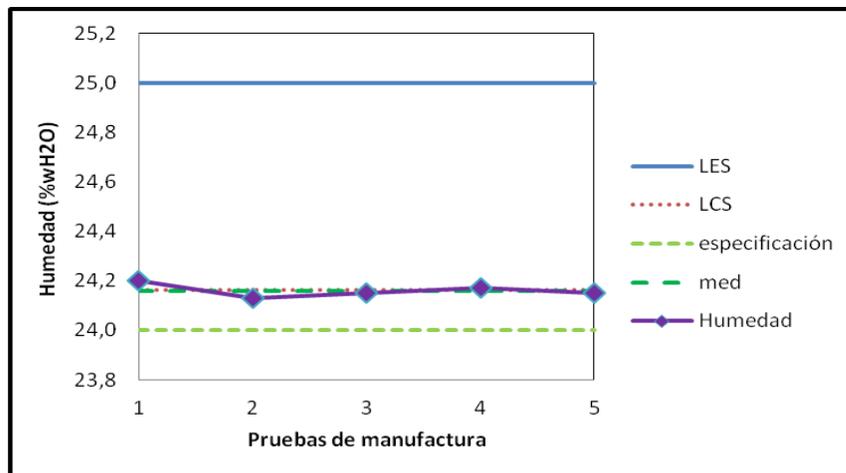
Fuente: elaboración propia.

Figura 38. **Humedad obtenida en el producto terminado para mezcla 3 del jabón tipo A**



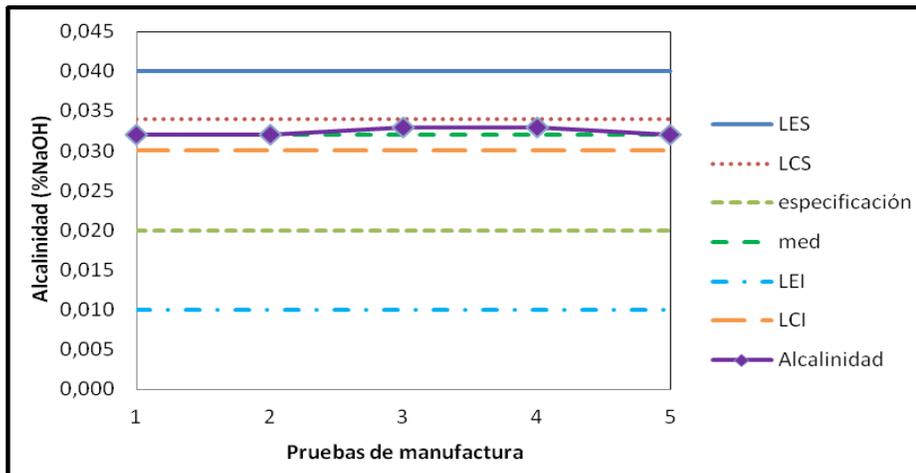
Fuente: elaboración propia.

Figura 39. **Humedad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 3 del jabón tipo A**



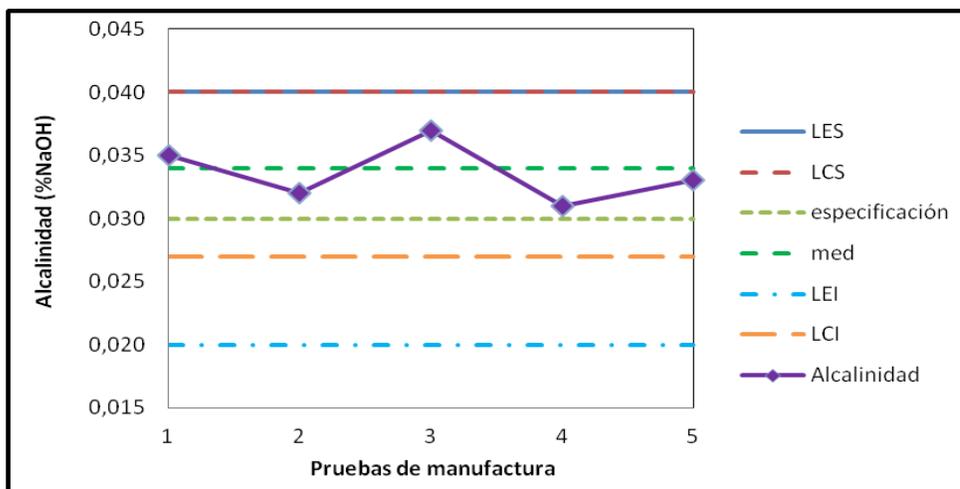
Fuente: elaboración propia.

Figura 40. **Alcalinidad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 3 del jabón tipo A**



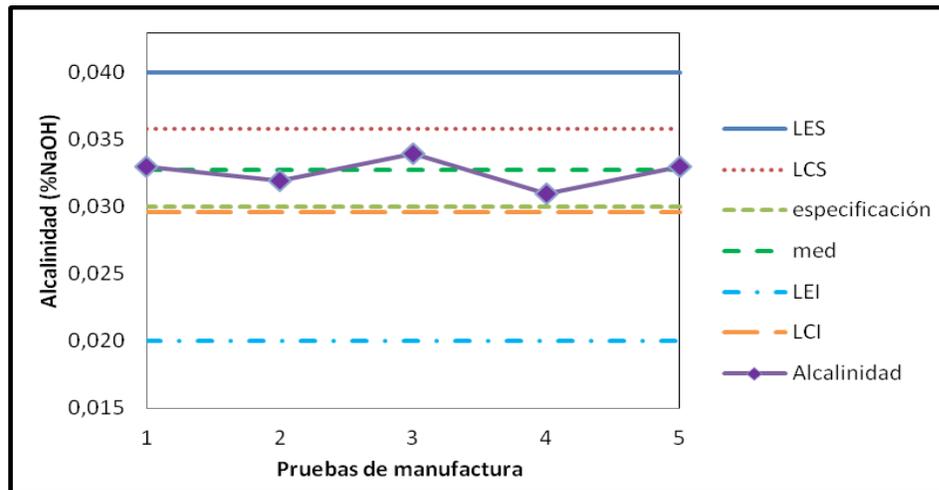
Fuente: elaboración propia.

Figura 41. **Alcalinidad obtenida en el producto terminado para mezcla 3 del jabón tipo A**



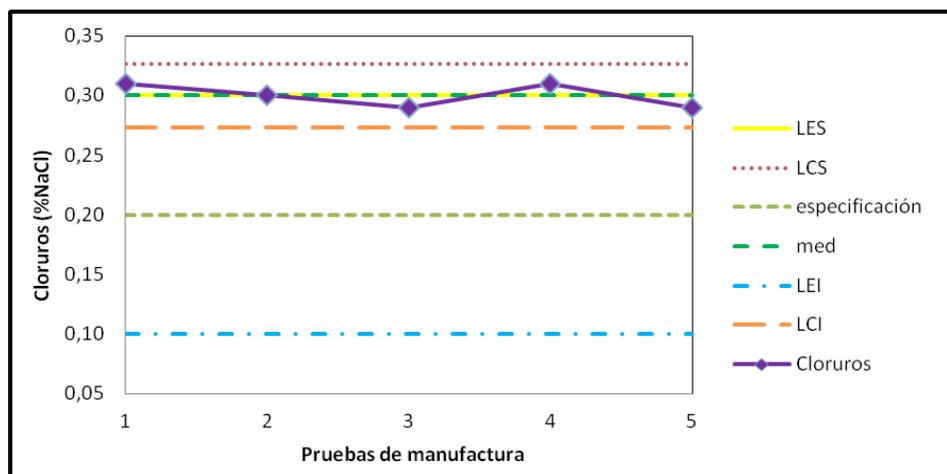
Fuente: elaboración propia.

Figura 42. **Alcalinidad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 3 del jabón tipo A**



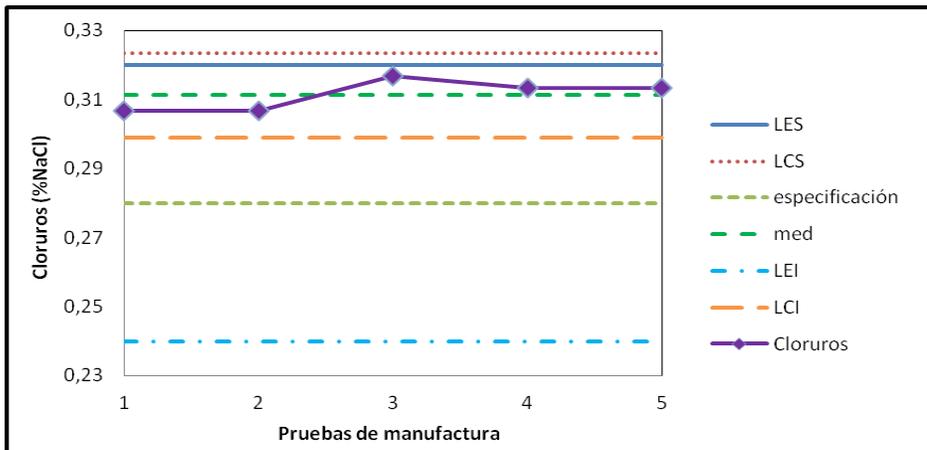
Fuente: elaboración propia.

Figura 43. **Cloruros obtenidos en la etapa de mezclado para mezcla 3 del jabón tipo A**



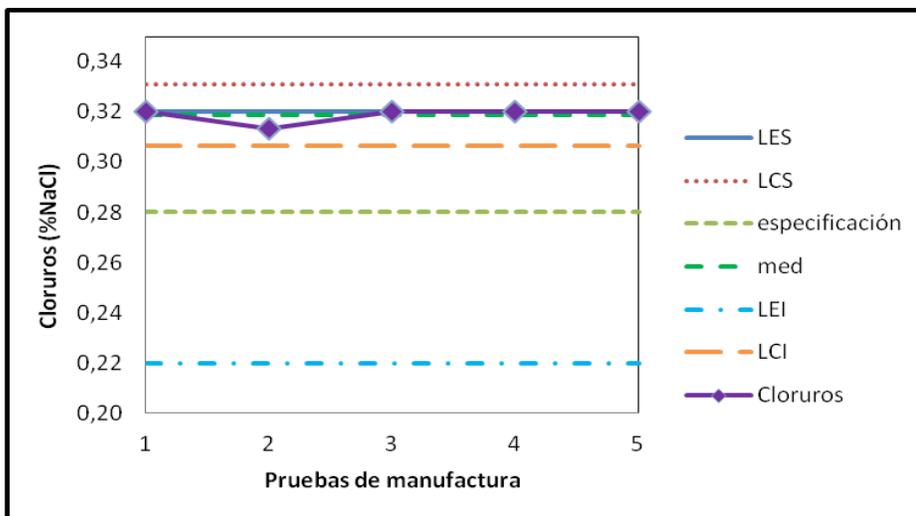
Fuente: elaboración propia.

Figura 44. **Cloruros obtenidos en el producto terminado para mezcla 3 del jabón tipo A**



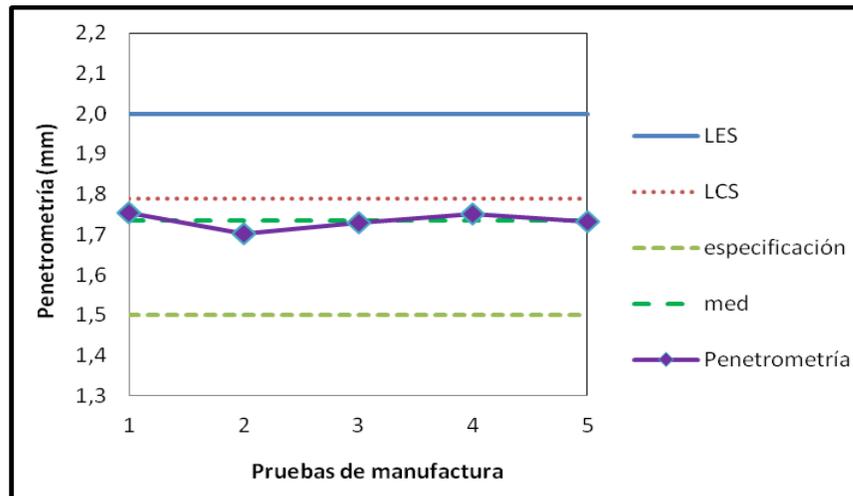
Fuente: elaboración propia.

Figura 45. **Cloruros obtenidos en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 3 del jabón tipo A**



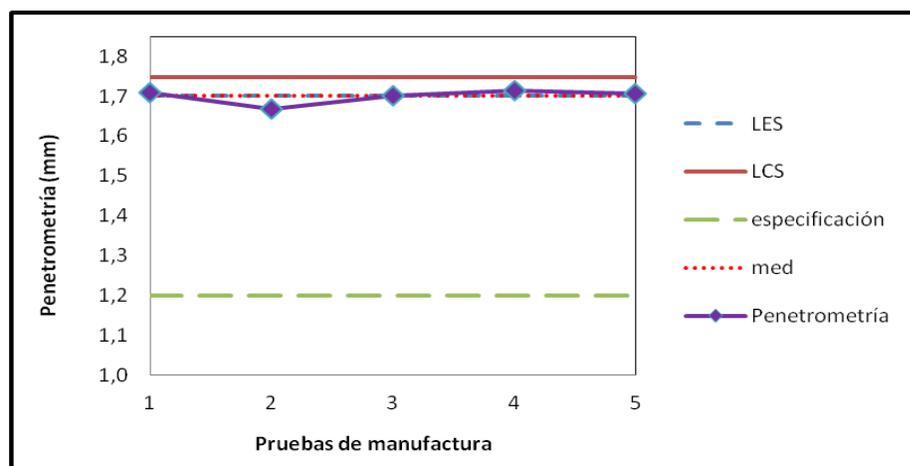
Fuente: elaboración propia.

Figura 46. **Penetrometría obtenida en el producto terminado para mezcla 3 del jabón tipo A**



Fuente: elaboración propia

Figura 47. **Penetrometría obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 3 del jabón tipo A**



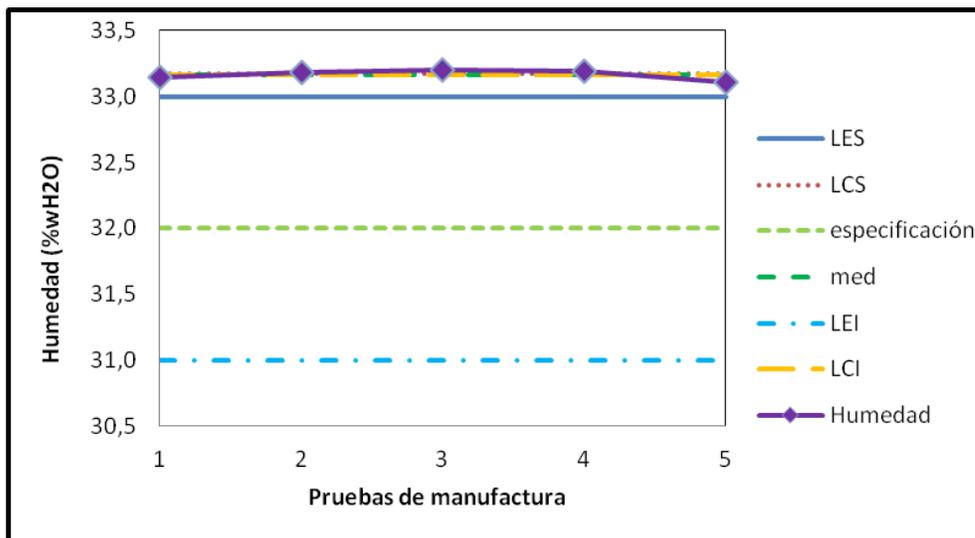
Fuente: elaboración propia.

Tabla XCV. **Porcentaje de grasa equivalente en la mezcla 4 del jabón tipo A**

	Materia prima grasa	Porcentaje equivalente de grasa
Mezcla de grasa virgen	Sebo top White	08
	Estearina de palma	32
Rechazo equivalente de grasa	Rechazo	60
Porcentaje total de grasa		100

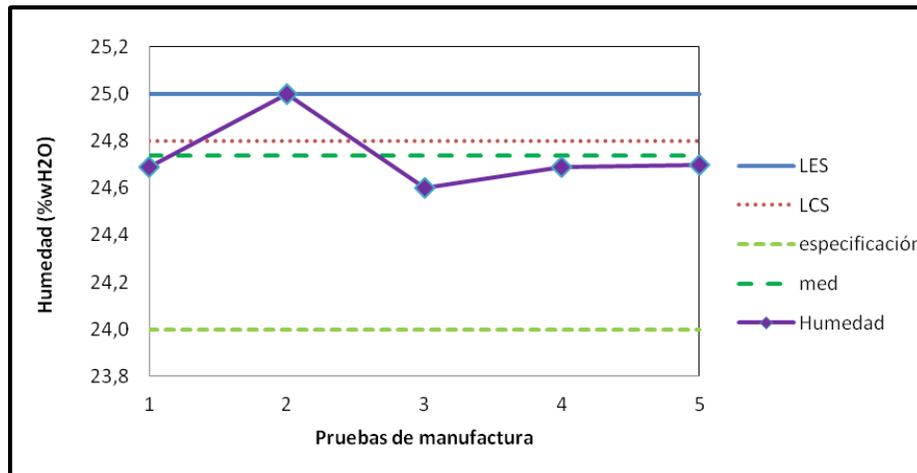
Fuente: elaboración propia.

Figura 48. **Humedad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 4 del jabón tipo A**



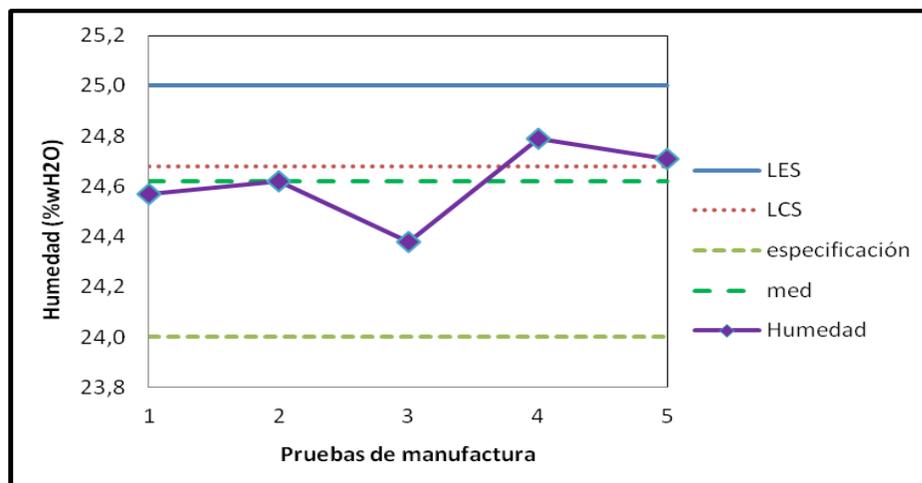
Fuente: elaboración propia.

Figura 49. **Humedad obtenida en el producto terminado para mezcla 4 del jabón tipo A**



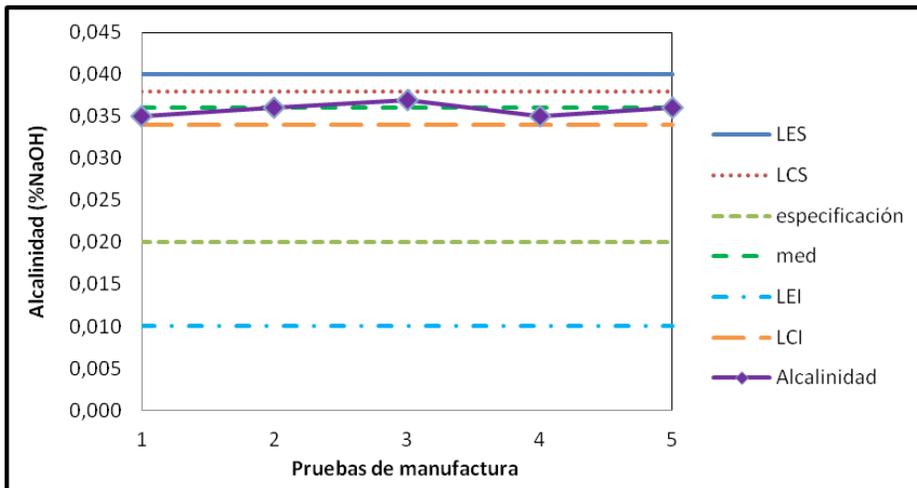
Fuente: elaboración propia.

Figura 50. **Humedad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 4 del jabón tipo A**



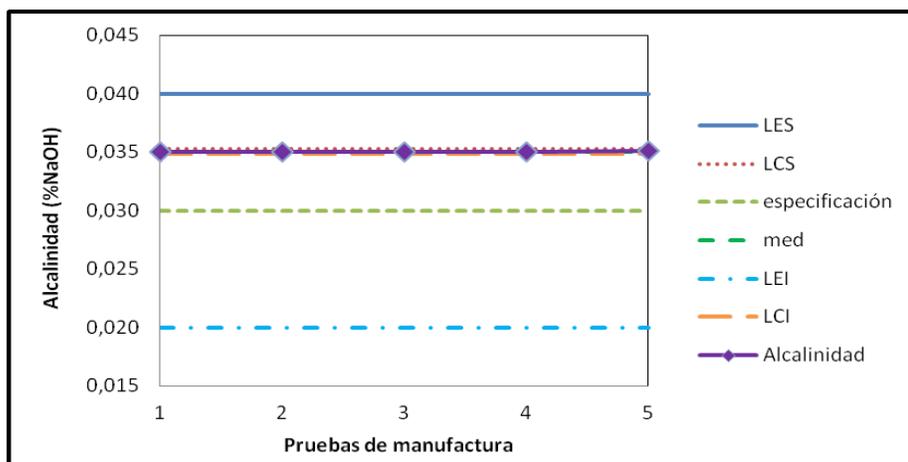
Fuente: elaboración propia.

Figura 51. **Alcalinidad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 4 del jabón tipo A**



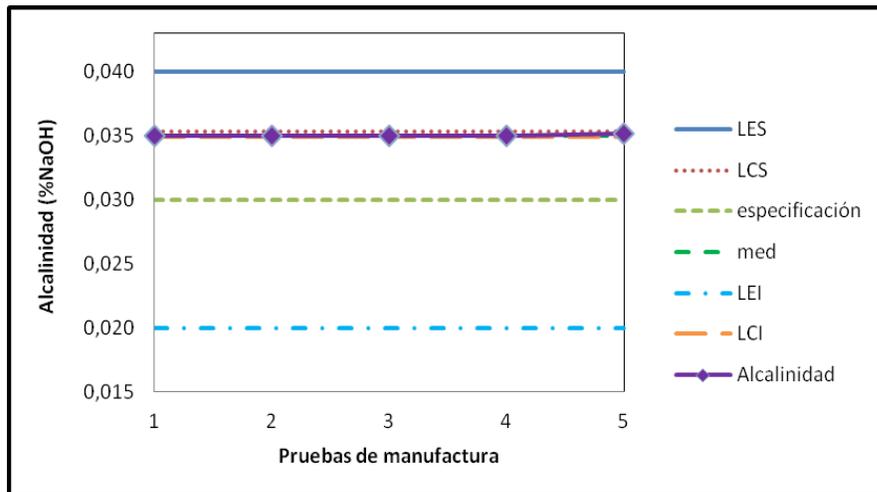
Fuente: elaboración propia.

Figura 52. **Alcalinidad obtenida en el producto terminado para mezcla 4 del jabón tipo A**



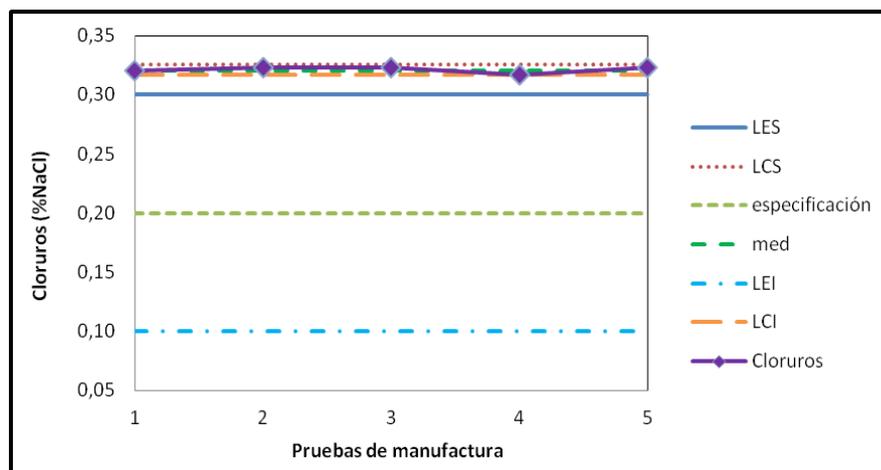
Fuente: elaboración propia.

Figura 53. **Alcalinidad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 4 del jabón tipo A**



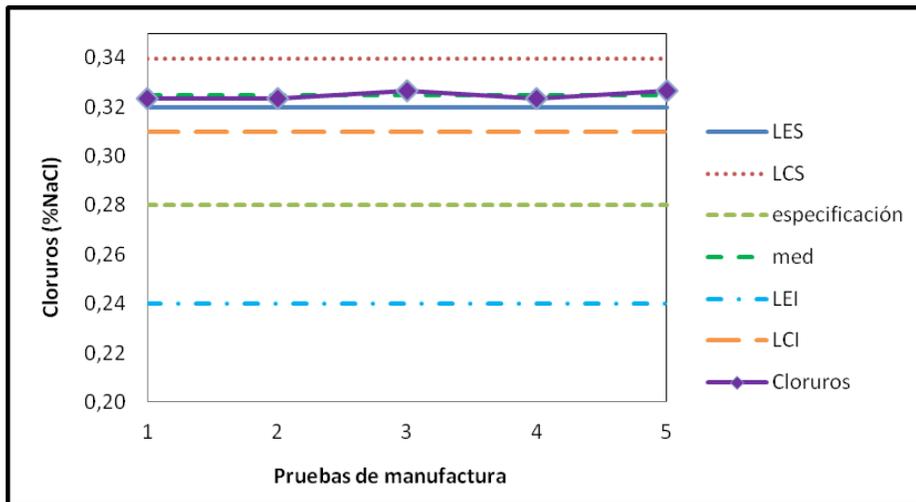
Fuente: elaboración propia.

Figura 54. **Cloruros obtenidos en la etapa de mezclado para mezcla 4 del jabón tipo A**



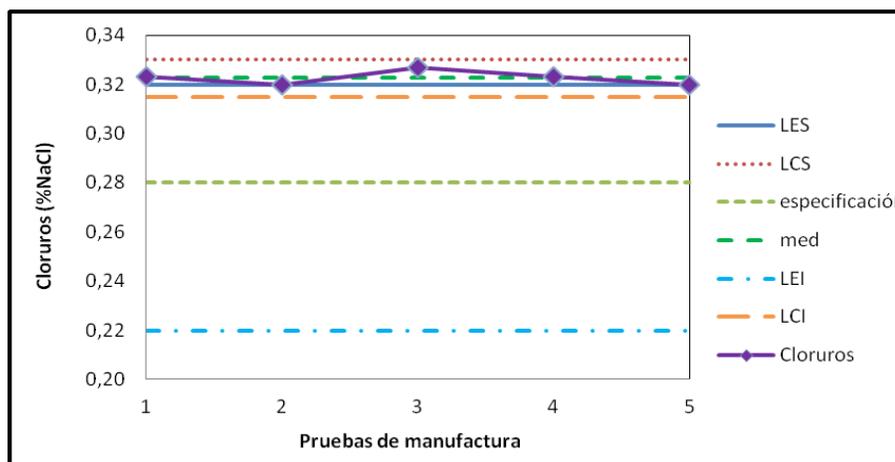
Fuente: elaboración propia.

Figura 55. **Cloruros obtenidos en el producto terminado para mezcla 4 del jabón tipo A**



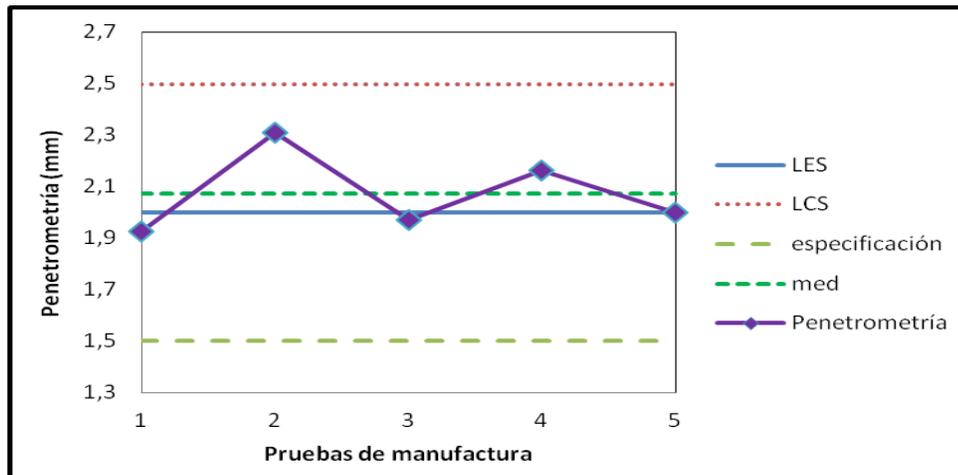
Fuente: elaboración propia.

Figura 56. **Cloruros obtenidos en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 4 del jabón tipo A**



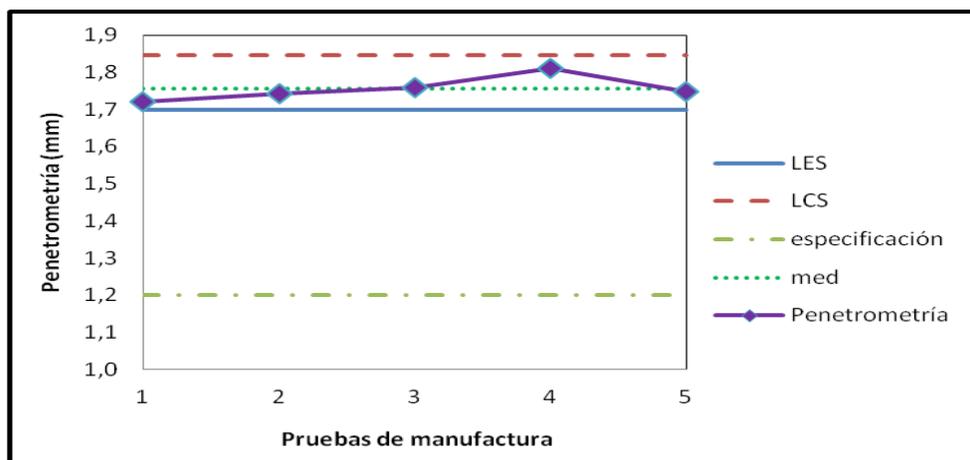
Fuente: elaboración propia.

Figura 57. **Penetrometría obtenida en el producto terminado para mezcla 4 del jabón tipo A**



Fuente: elaboración propia.

Figura 58. **Penetrometría obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 4 del jabón tipo A**



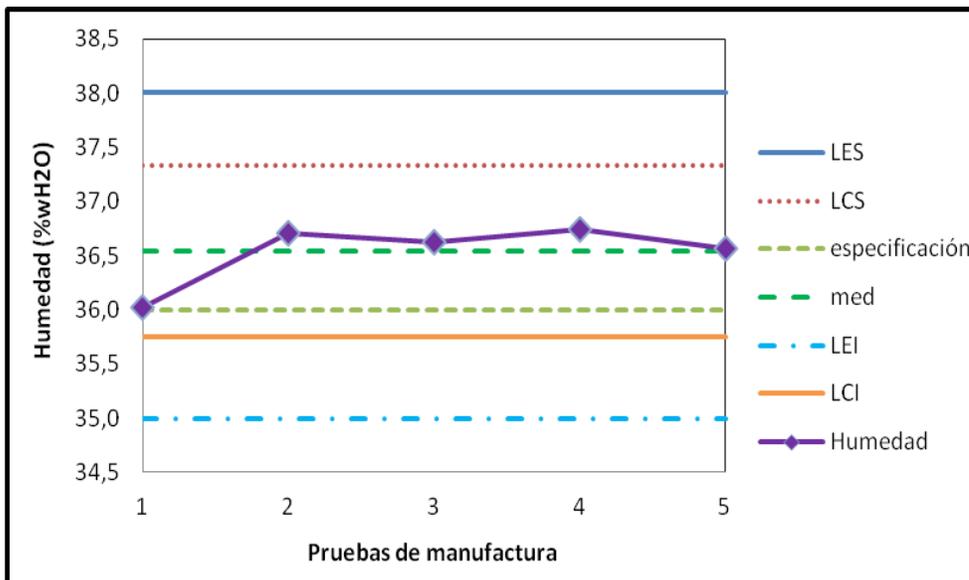
Fuente: elaboración propia.

Tabla XCVI. **Porcentaje de grasa equivalente en la mezcla 1 del jabón tipo B**

	Materia prima grasa	Porcentaje equivalente de grasa
Grasa equivalente virgen	Ácidos grasos	70
Rechazo equivalente de grasa	Rechazo	30
Porcentaje total de grasa		100

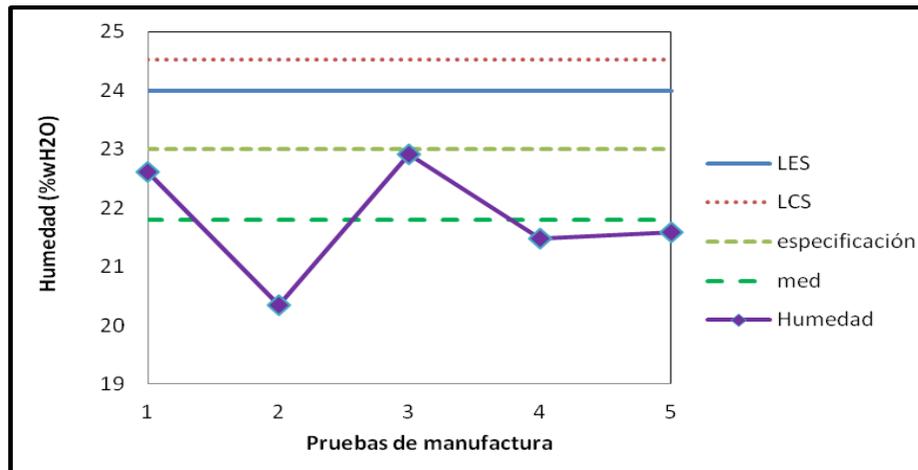
Fuente: elaboración propia.

Figura 59. **Humedad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 1 del jabón tipo B**



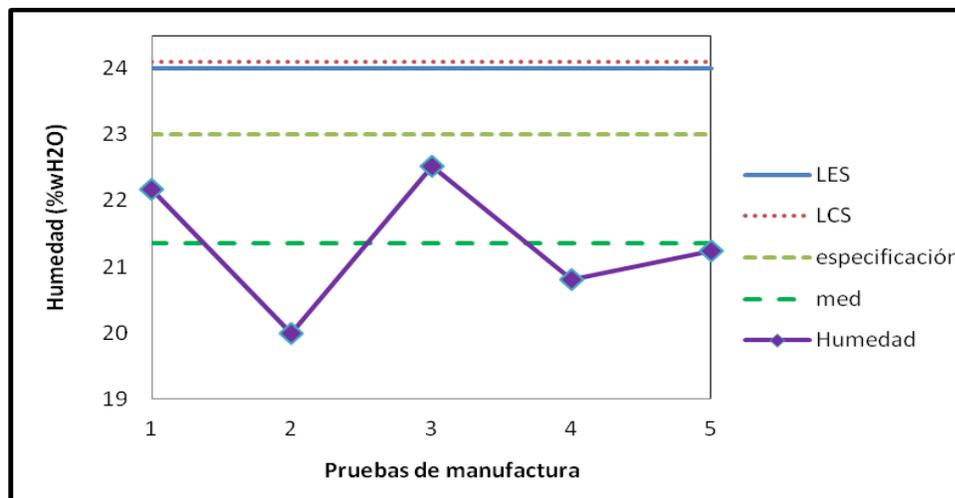
Fuente: elaboración propia.

Figura 60. **Humedad obtenida en el producto terminado para mezcla 1 del jabón tipo B**



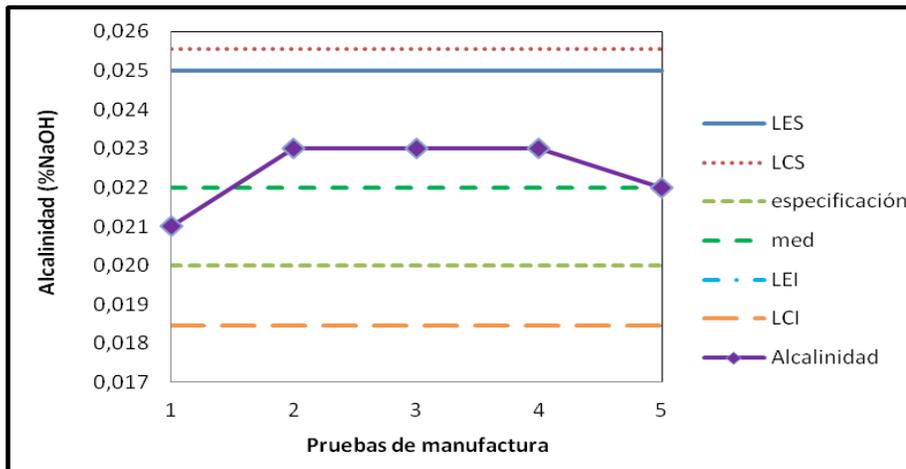
Fuente: elaboración propia.

Figura 61. **Humedad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 1 del jabón tipo B**



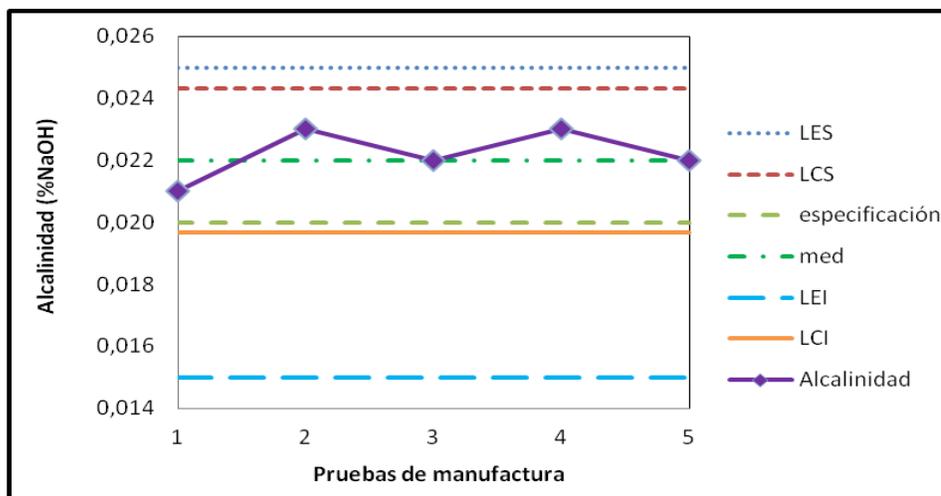
Fuente: elaboración propia.

Figura 62. **Alcalinidad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 1 del jabón tipo B**



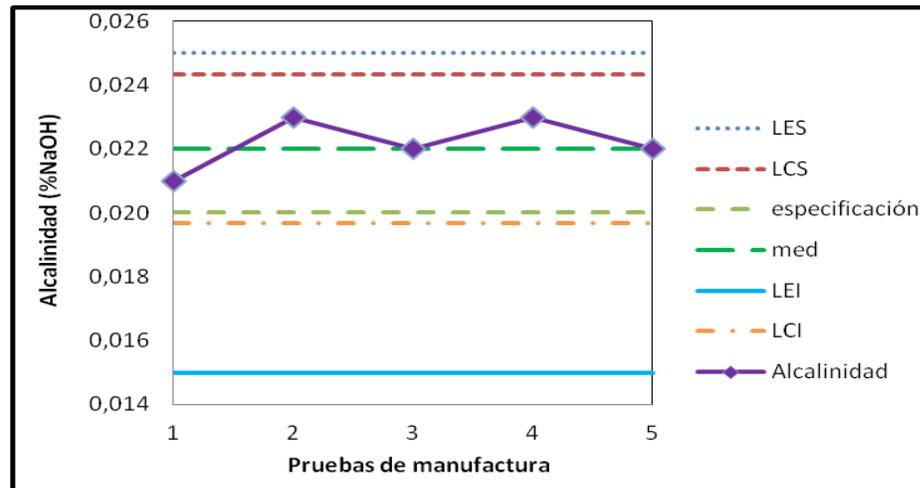
Fuente: elaboración propia.

Figura 63. **Alcalinidad obtenida en el producto terminado para mezcla 1 del jabón tipo B**



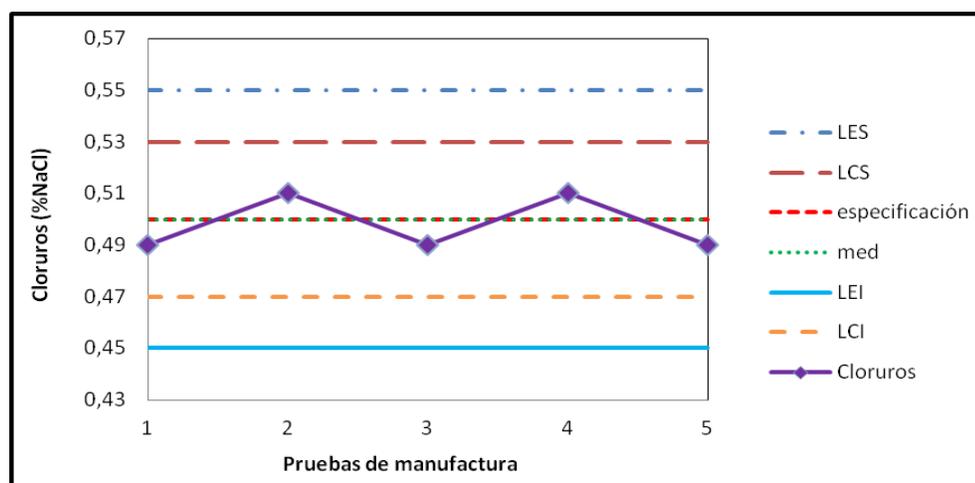
Fuente: elaboración propia.

Figura 64. **Alcalinidad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 1 del jabón tipo B**



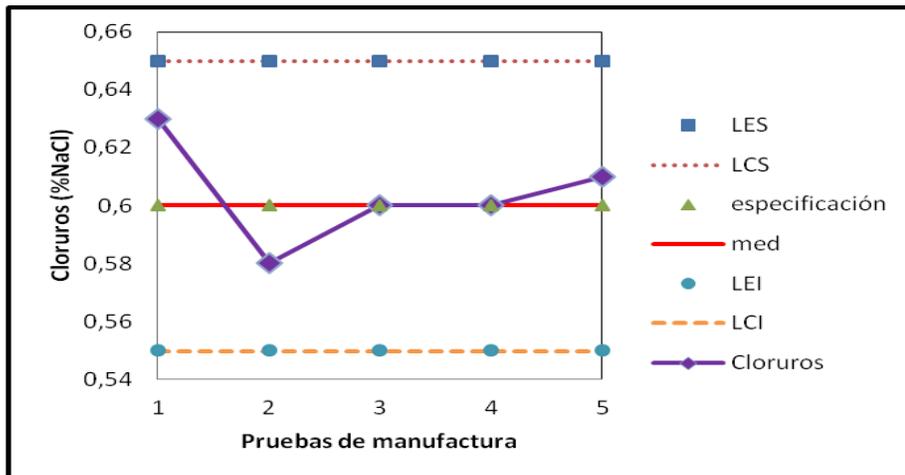
Fuente: elaboración propia.

Figura 65. **Cloruros obtenidos en la etapa de mezclado para mezcla 1 del jabón tipo B**



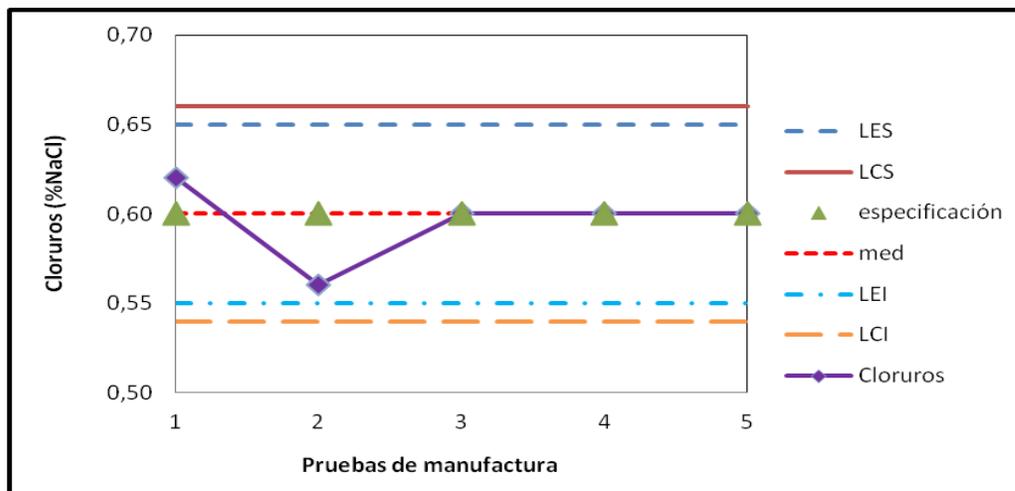
Fuente: elaboración propia.

Figura 66. **Cloruros obtenidos en el producto terminado para mezcla 1 del jabón tipo B**



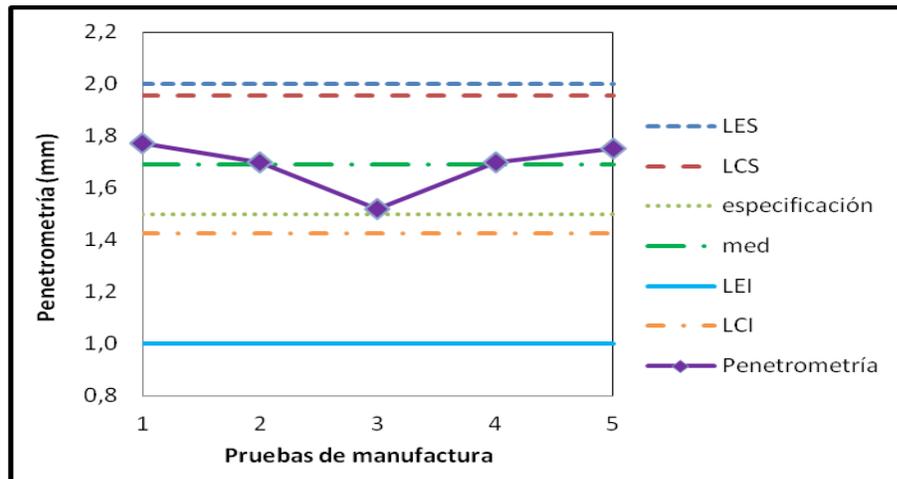
Fuente: elaboración propia.

Figura 67. **Cloruros obtenidos en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 1 del jabón tipo B**



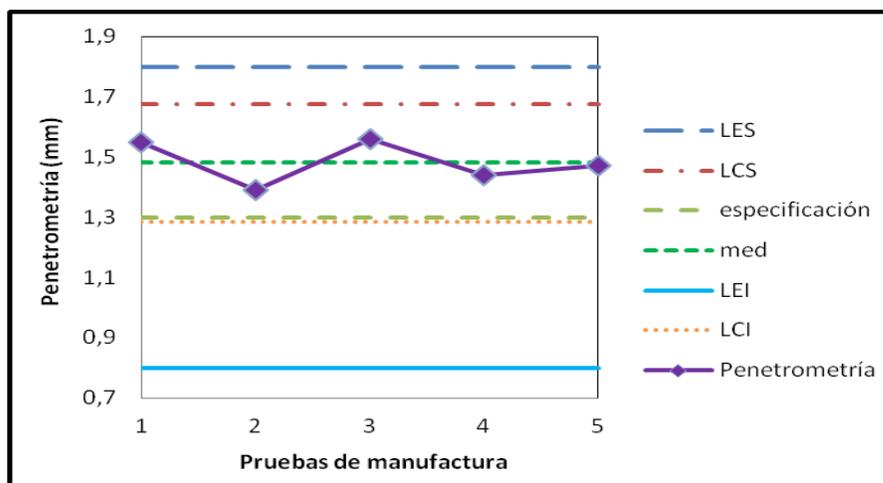
Fuente: elaboración propia.

Figura 68. **Penetrometría obtenida en el producto terminado para mezcla 1 del jabón tipo B**



Fuente: elaboración propia.

Figura 69. **Penetrometría obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 1 del jabón tipo B**



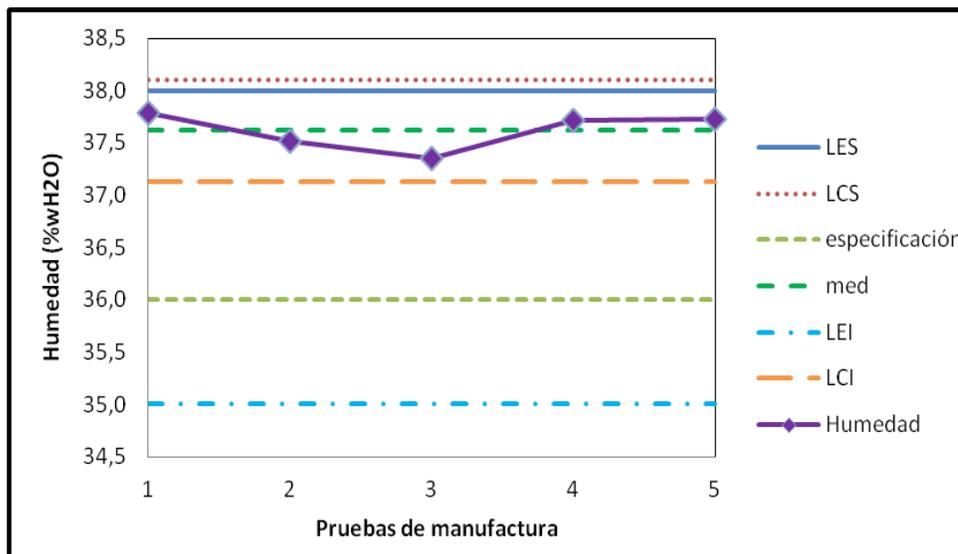
Fuente: elaboración propia.

Tabla XCVII. **Porcentaje de grasa equivalente en la mezcla 2 del jabón tipo B**

	Materia prima grasa	Porcentaje equivalente de grasa
Grasa equivalente virgen	Ácidos grasos	60
Rechazo equivalente de grasa	Rechazo	40
Porcentaje total de grasa		100

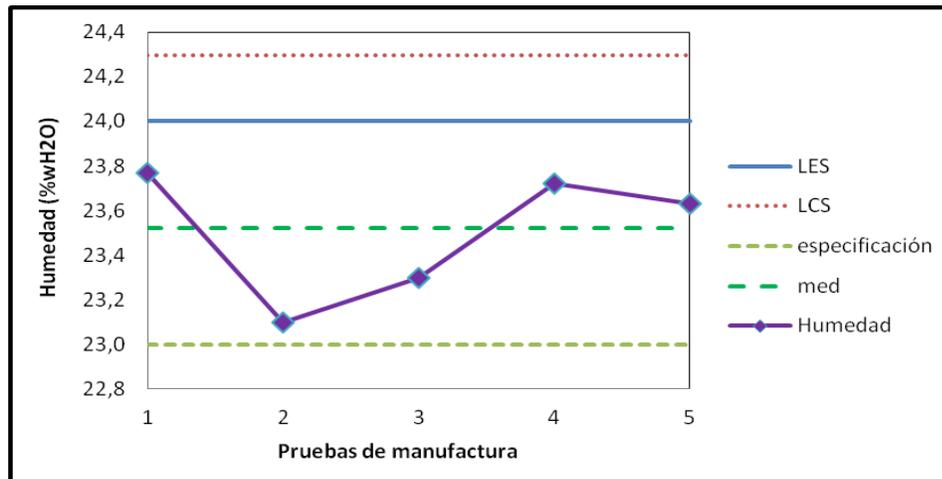
Fuente: elaboración propia.

Figura 70. **Humedad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 2 del jabón tipo B**



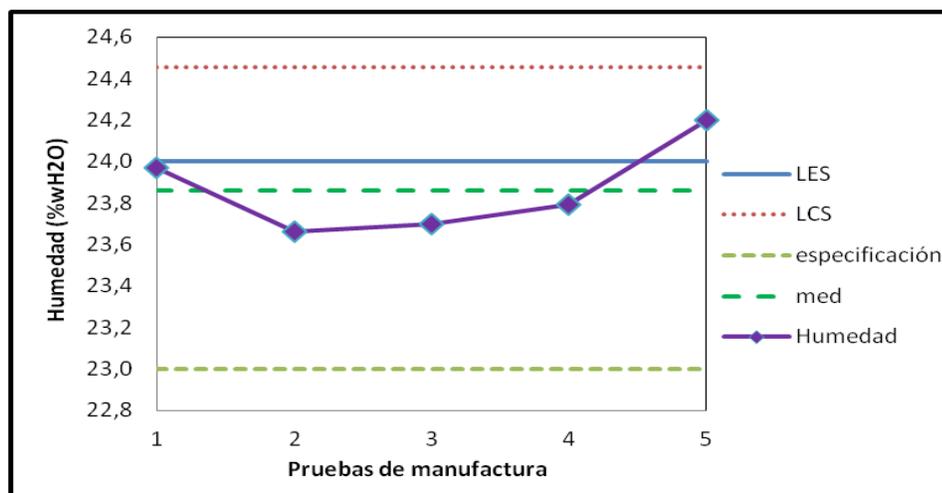
Fuente: elaboración propia.

Figura 71. **Humedad obtenida en el producto terminado para mezcla 2 del jabón tipo B**



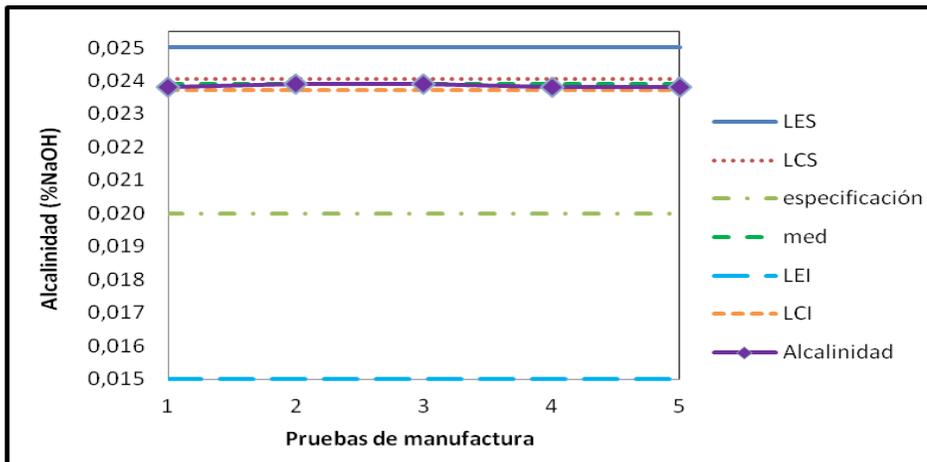
Fuente: elaboración propia.

Figura 72. **Humedad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 2 del jabón tipo B**



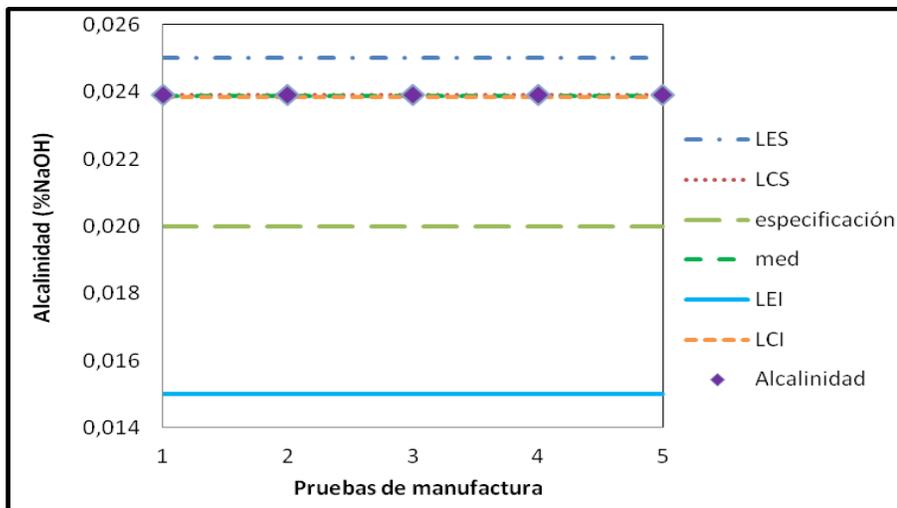
Fuente: elaboración propia.

Figura 73. **Alcalinidad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 2 del jabón tipo B**



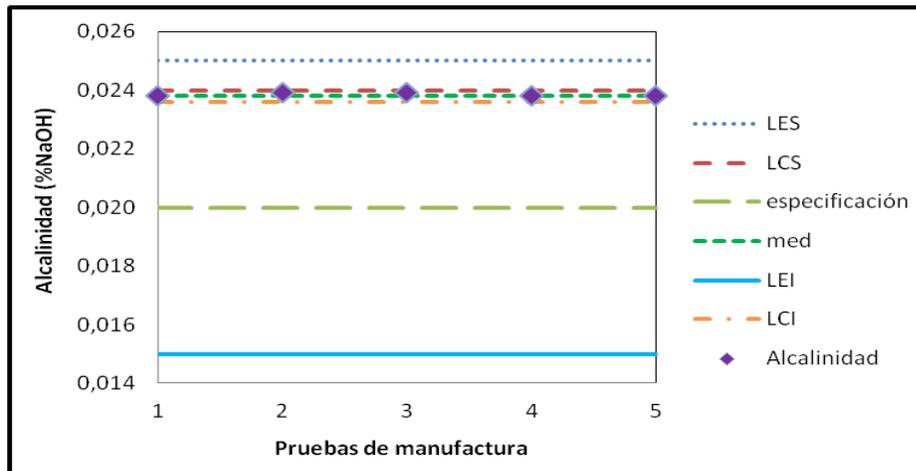
Fuente: elaboración propia.

Figura 74. **Alcalinidad obtenida en el producto terminado para mezcla 2 del jabón tipo B**



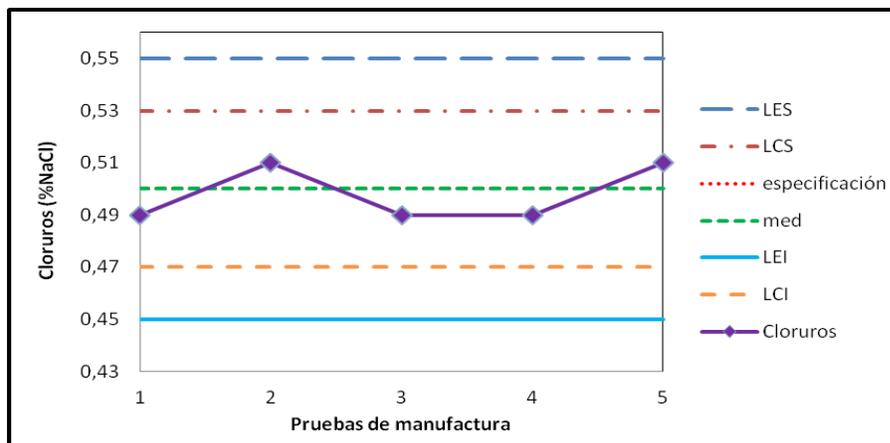
Fuente: elaboración propia.

Figura 75. **Alcalinidad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 2 del jabón tipo B**



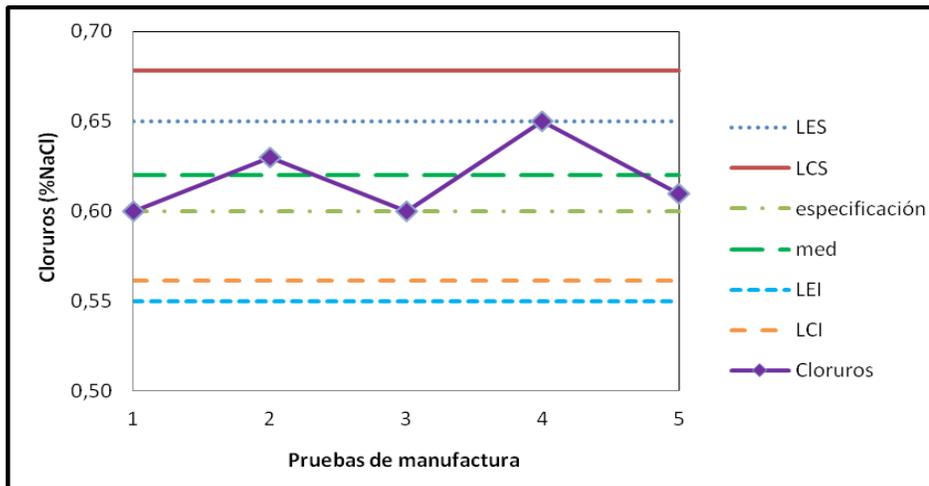
Fuente: elaboración propia.

Figura 76. **Cloruros obtenidos en la etapa de mezclado para mezcla 2 del jabón tipo B**



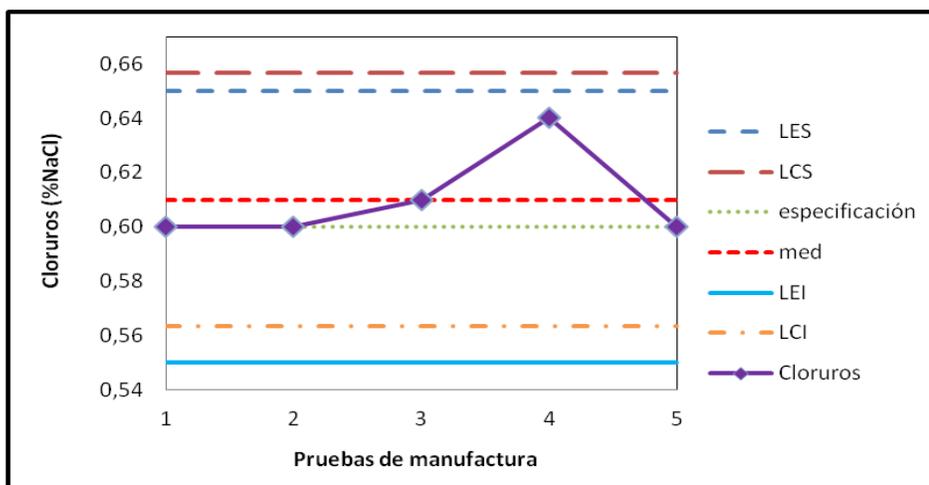
Fuente: elaboración propia.

Figura 77. **Cloruros obtenidos en el producto terminado para mezcla 2 del jabón tipo B**



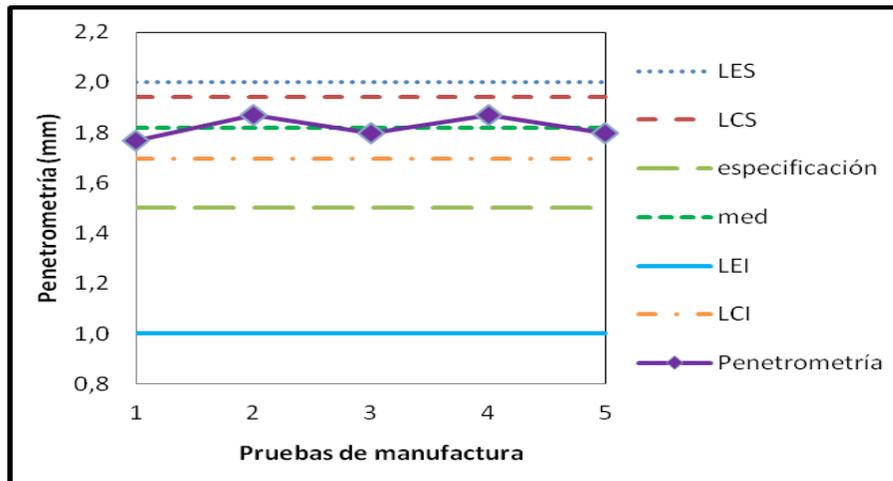
Fuente: elaboración propia.

Figura 78. **Cloruros obtenidos en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 2 del jabón tipo B**



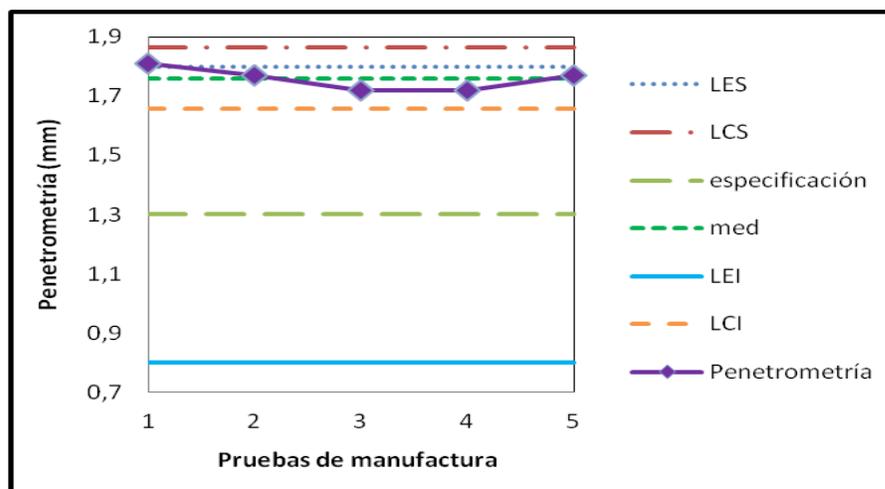
Fuente: elaboración propia.

Figura 79. **Penetrometría obtenida en el producto terminado para mezcla 2 del jabón tipo B**



Fuente: elaboración propia.

Figura 80. **Penetrometría obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 2 del jabón tipo B**



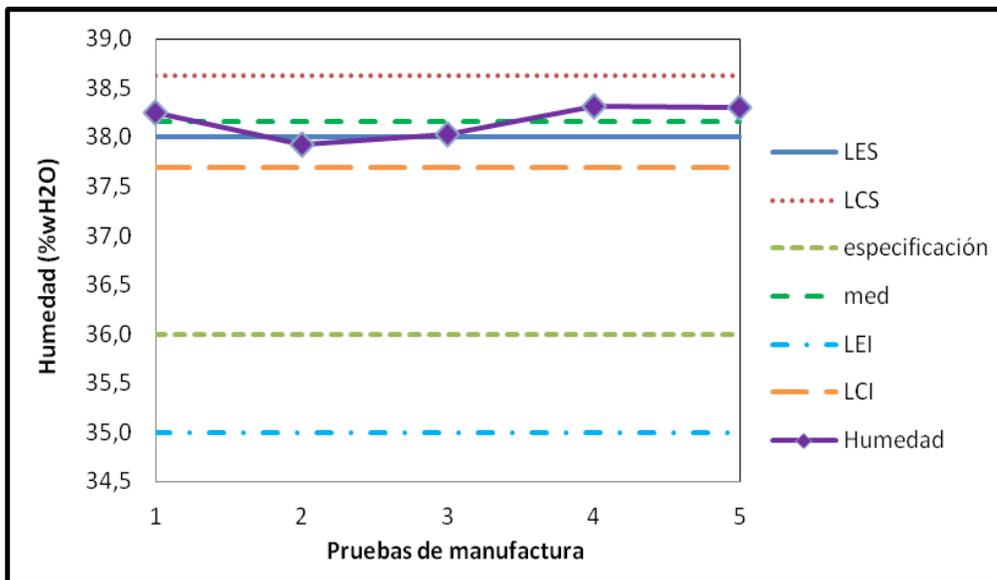
Fuente: elaboración propia.

Tabla XCVIII. **Porcentaje de grasa equivalente en la mezcla 3 del jabón tipo B**

	Materia prima grasa	Porcentaje equivalente de grasa
Grasa equivalente virgen	Ácidos grasos	50
Rechazo equivalente de grasa	Rechazo	50
Porcentaje total de grasa		100

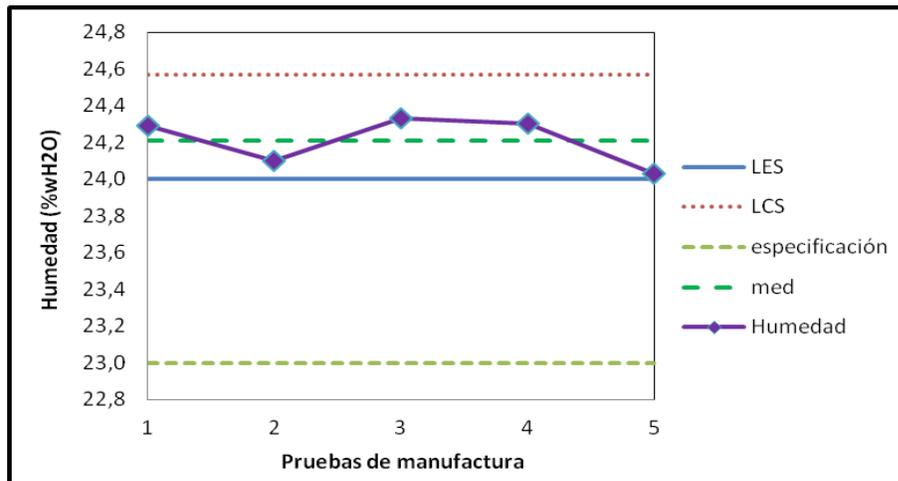
Fuente: elaboración propia.

Figura 81. **Humedad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 3 del jabón tipo B**



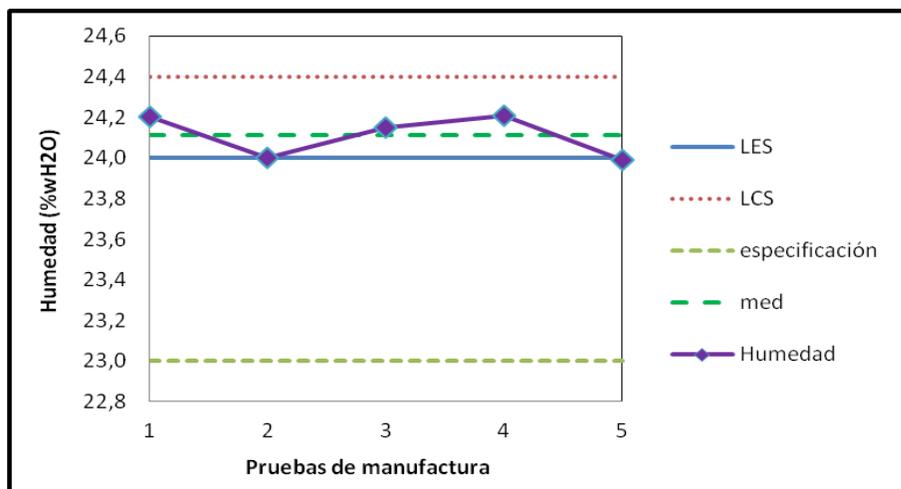
Fuente: elaboración propia.

Figura 82. **Humedad obtenida en el producto terminado para mezcla 3 del jabón tipo B**



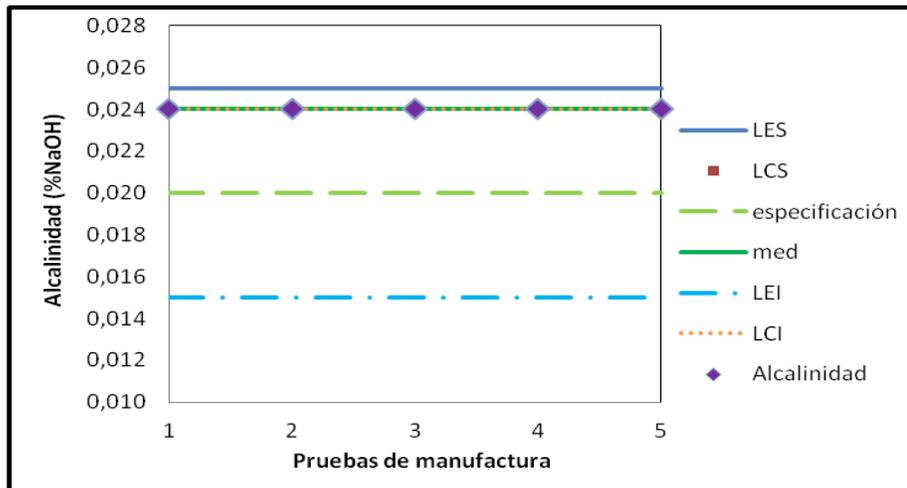
Fuente: elaboración propia.

Figura 83. **Humedad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 3 del jabón tipo B**



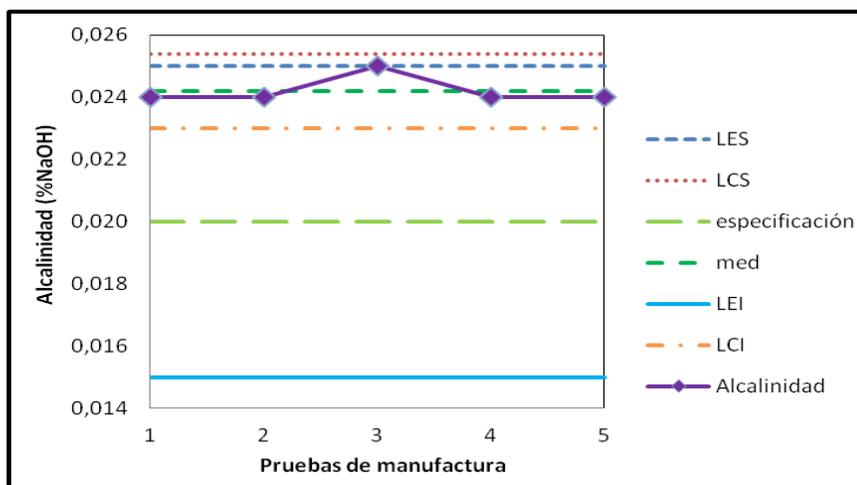
Fuente: elaboración propia.

Figura 84. **Alcalinidad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 3 del jabón tipo B**



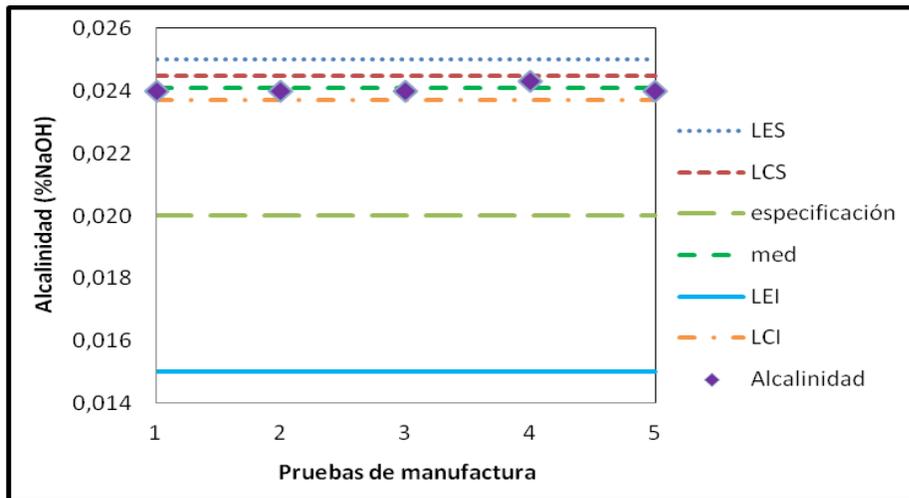
Fuente: elaboración propia.

Figura 85. **Alcalinidad obtenida en el producto terminado para mezcla 3 del jabón tipo B**



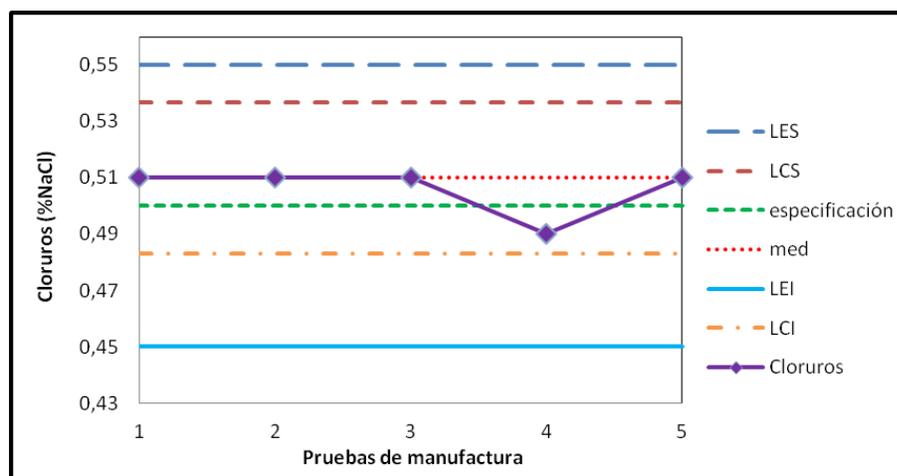
Fuente: elaboración propia.

Figura 86. **Alcalinidad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 3 del jabón tipo B**



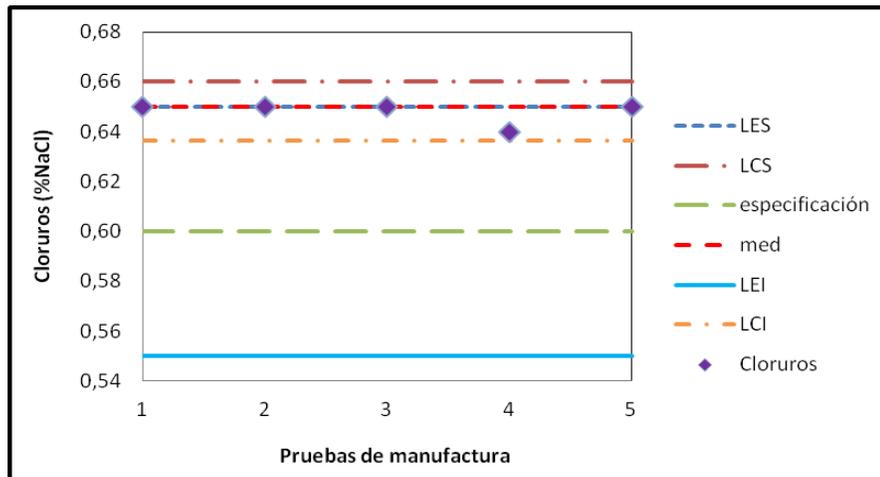
Fuente: elaboración propia.

Figura 87. **Cloruros obtenidos en la etapa de mezclado para mezcla 3 del jabón tipo B**



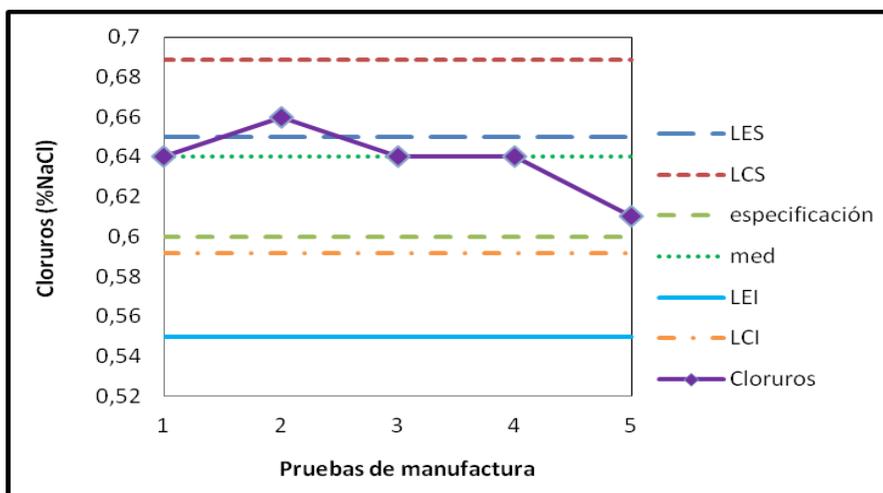
Fuente: elaboración propia.

Figura 88. **Cloruros obtenidos en el producto terminado para mezcla 3 del jabón tipo B**



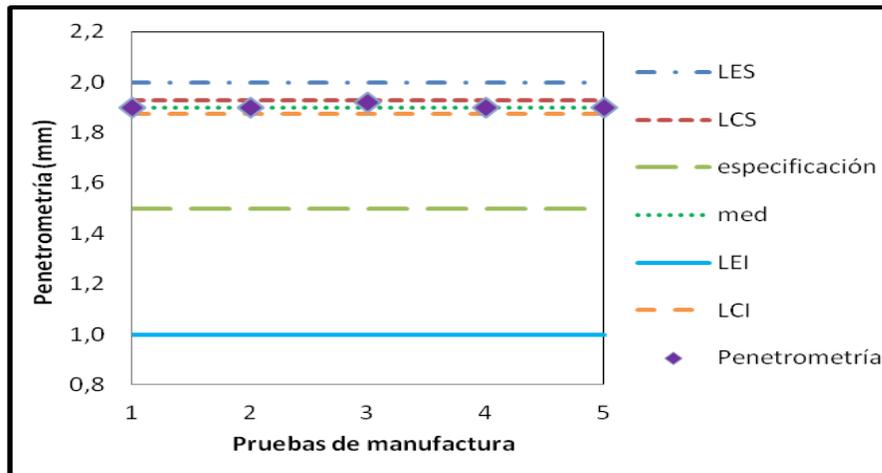
Fuente: elaboración propia.

Figura 89. **Cloruros obtenidos en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 3 del jabón tipo B**



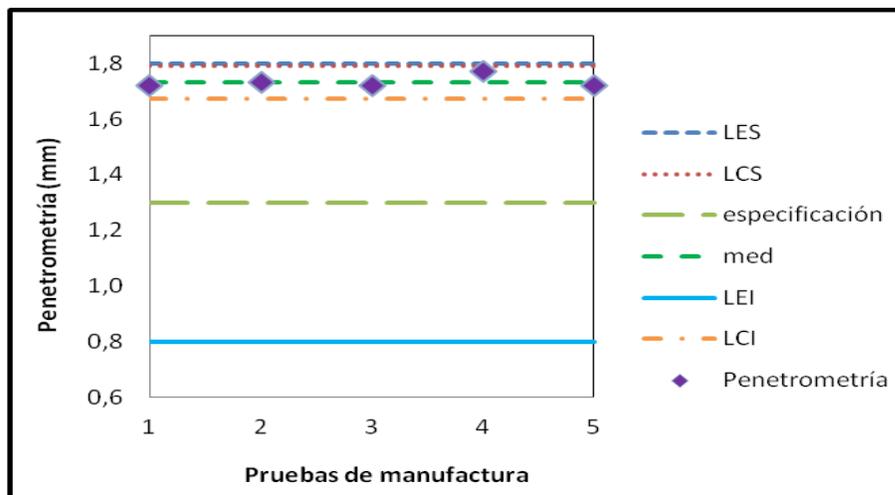
Fuente: elaboración propia.

Figura 90. **Penetrometría obtenida en el producto terminado para mezcla 3 del jabón tipo B**



Fuente: elaboración propia.

Figura 91. **Penetrometría obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 3 del jabón tipo B**



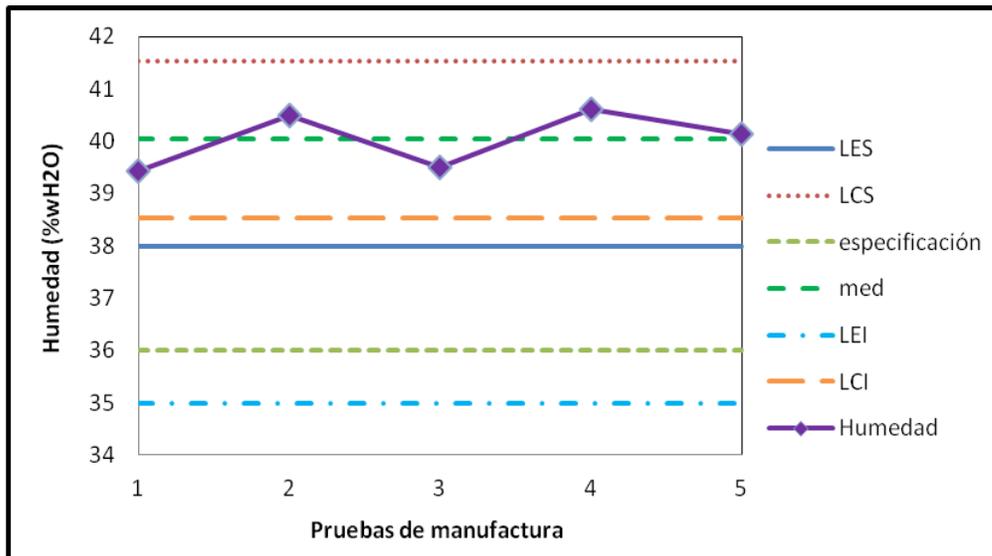
Fuente: elaboración propia.

Tabla XCIX. **Porcentaje de grasa equivalente en la mezcla 4 del jabón tipo B**

	Materia prima grasa	Porcentaje equivalente de grasa
Grasa equivalente virgen	Ácidos grasos	50
Rechazo equivalente de grasa	Rechazo	50
Porcentaje total de grasa		100

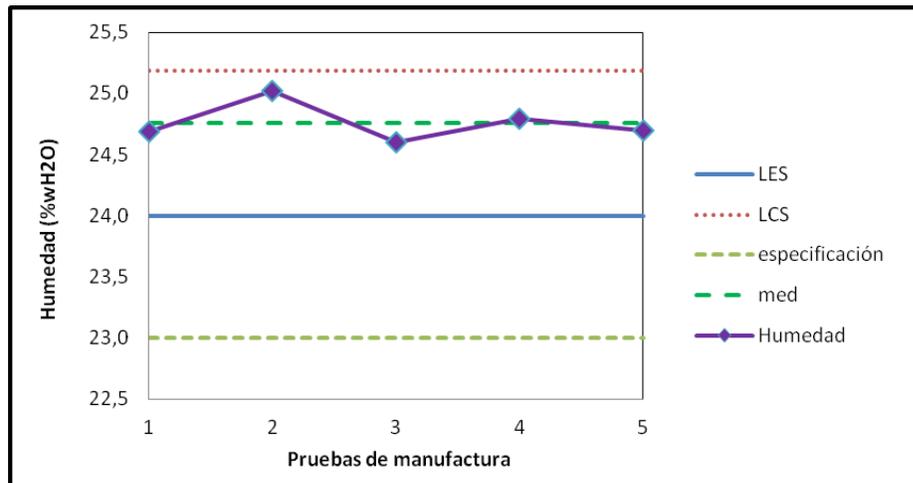
Fuente: elaboración propia.

Figura 92. **Humedad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 4 del jabón tipo B**



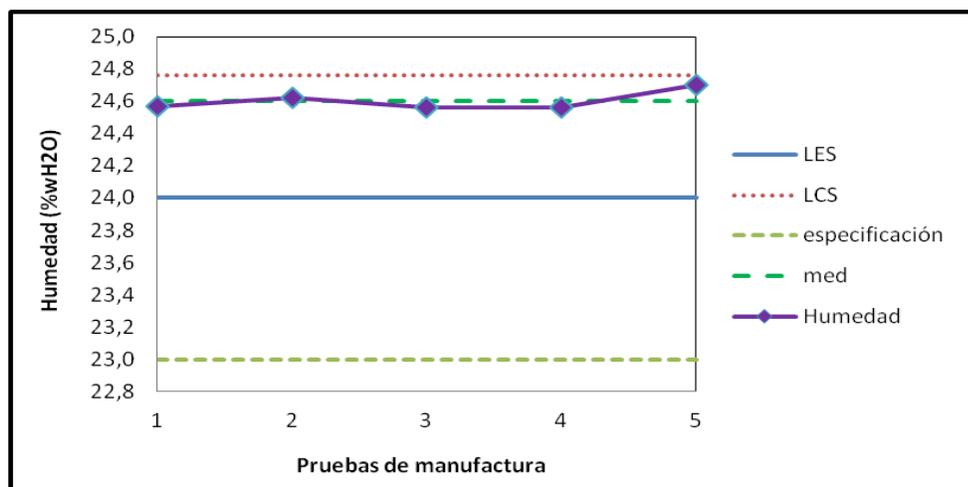
Fuente: elaboración propia.

Figura 93. **Humedad obtenida en el producto terminado para mezcla 4 del jabón tipo B**



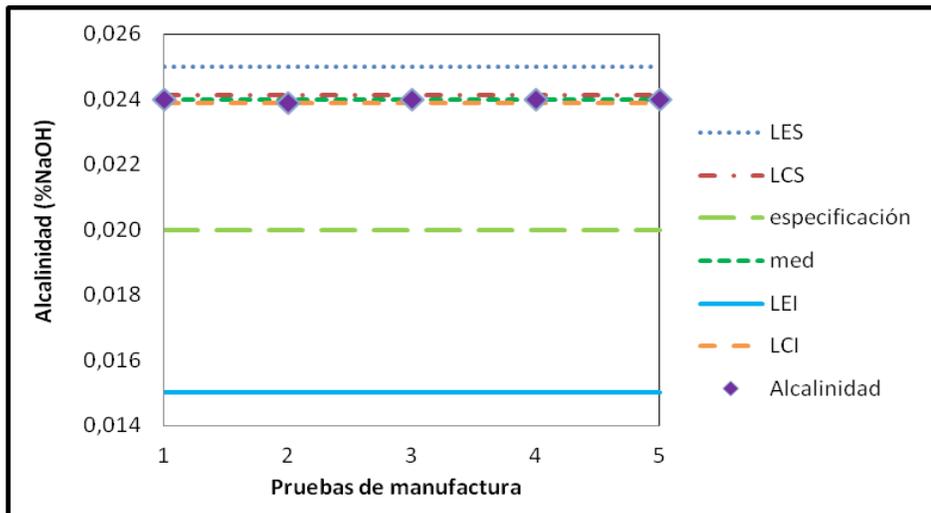
Fuente: elaboración propia.

Figura 94. **Humedad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 4 del jabón tipo B**



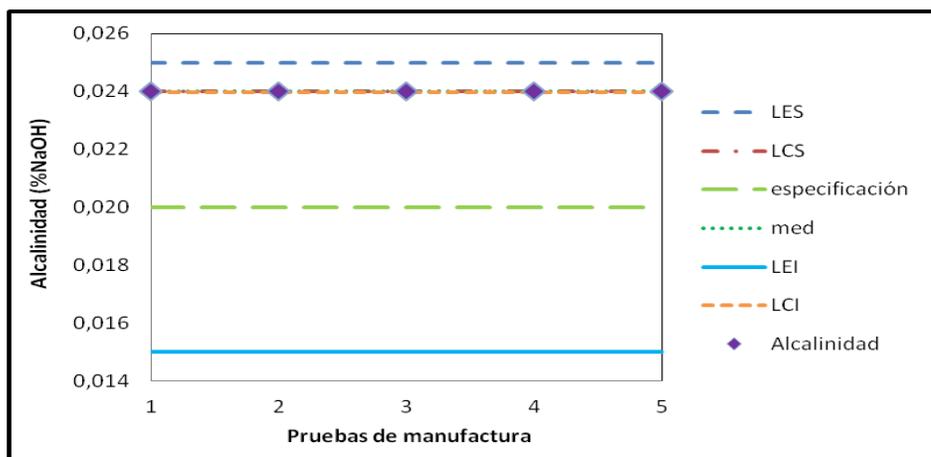
Fuente: elaboración propia.

Figura 95. **Alcalinidad obtenida en la etapa de mezclado para mezcla 4 del jabón tipo B**



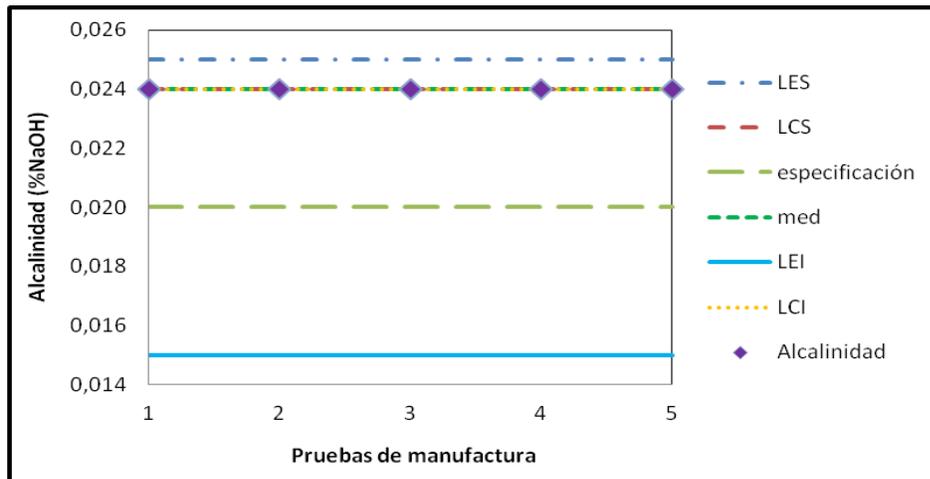
Fuente: elaboración propia.

Figura 96. **Alcalinidad obtenida en el producto terminado para mezcla 4 del jabón tipo B**



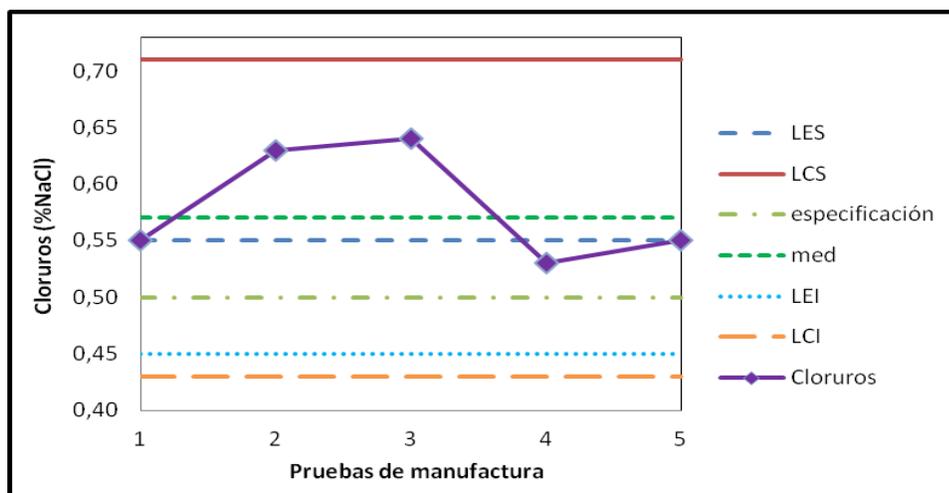
Fuente: elaboración propia.

Figura 97. **Alcalinidad obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 4 del jabón tipo B**



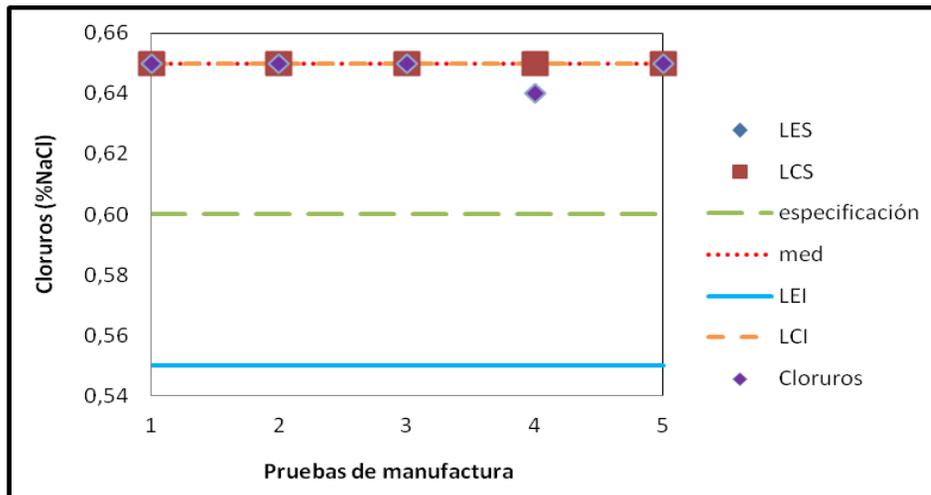
Fuente: elaboración propia.

Figura 98. **Cloruros obtenidos en la etapa de mezclado para mezcla 4 del jabón tipo B**



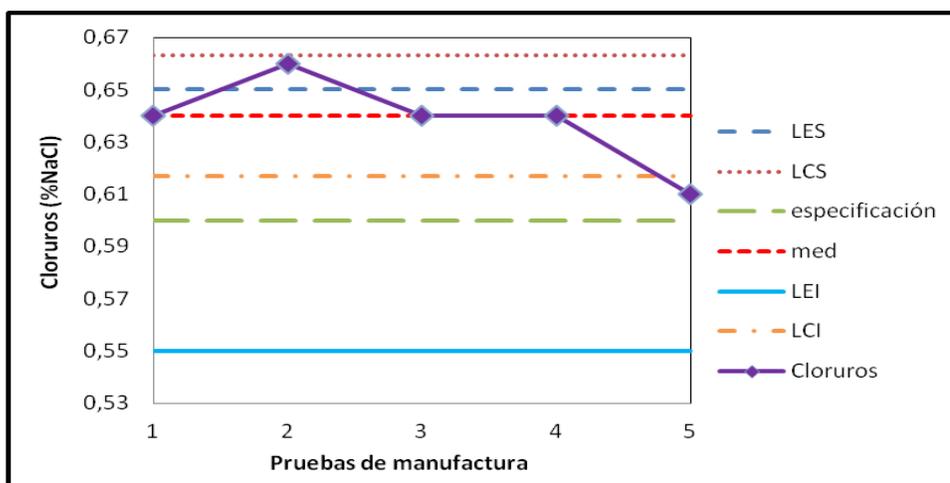
Fuente: elaboración propia.

Figura 99. **Cloruros obtenidos en el producto terminado para mezcla 4 del jabón tipo B**



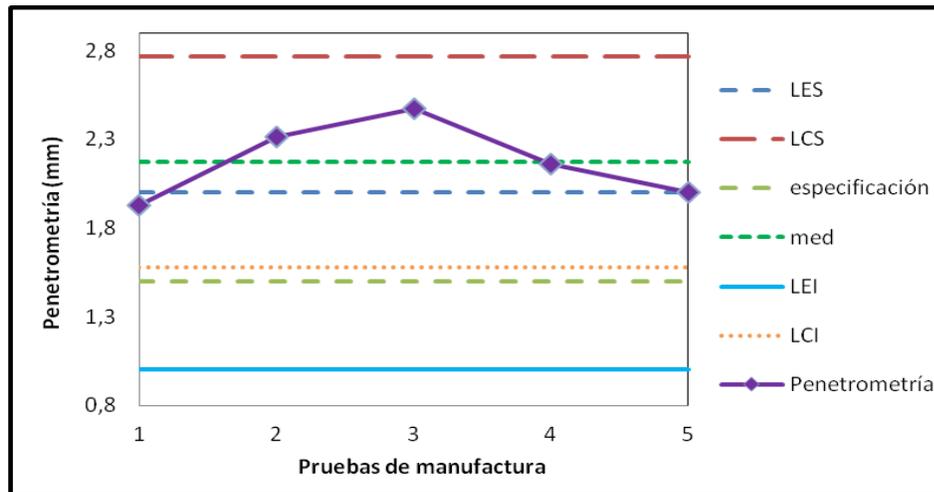
Fuente: elaboración propia.

Figura 100. **Cloruros obtenidos en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 4 del jabón tipo B**



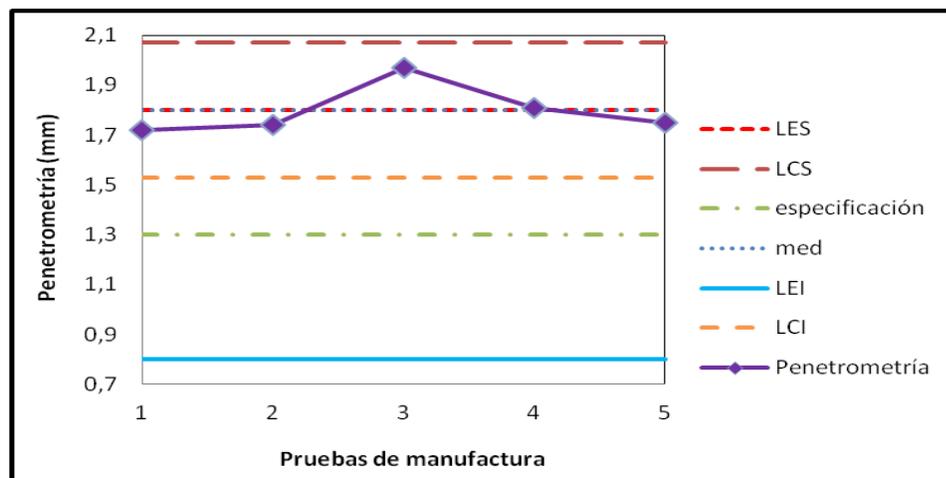
Fuente: elaboración propia.

Figura 101. **Penetrometría obtenida en el producto terminado para mezcla 4 del jabón tipo B**



Fuente: elaboración propia.

Figura 102. **Penetrometría obtenida en el producto terminado después de cumplir un día para mezcla 4 del jabón tipo B**



Fuente: elaboración propia.

4.3. Evaluación estadística para establecer diferencias significativas entre la formulación a partir de grasa virgen con base en las cuatro formulaciones con diferentes proporciones de jabón rechazado

Hipótesis global

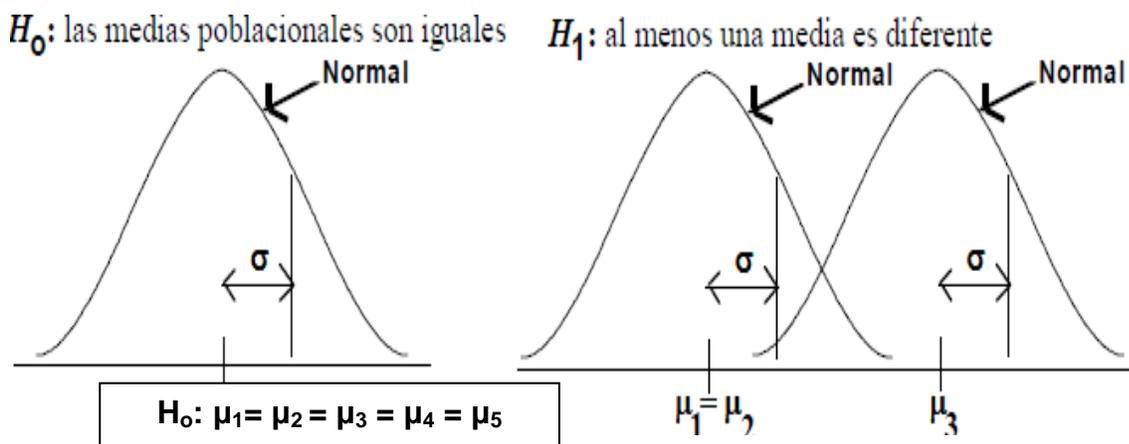
Utilizando μ_i para representar la media del grupo, entonces la hipótesis planteada es la siguiente:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$$

H_1 : al menos dos medias no son iguales

Con un nivel de significación $\alpha = 0,05$

Figura 103. Representación gráfica de hipótesis



Fuente: elaboración propia.

Tabla C. **Análisis de varianzas**

Fuente de variación	gl Grados de libertad	SC Suma de Cuadrados	MC Medias cuadráticas	F
Entre tratamientos	$k - 1$	$SCE = \sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_i - \bar{x}_T)^2$	$\frac{SCE}{k-1}$	$F = \frac{MCE}{MCD}$
Dentro de tratamientos	$n - k$	$SCD = \sum_{i=1}^n (n_i - 1) s_i^2$	$\frac{SCD}{n-k}$	

Fuente: elaboración propia.

Criterio de aceptación de hipótesis

$$F_c \leq F_t = H_0$$

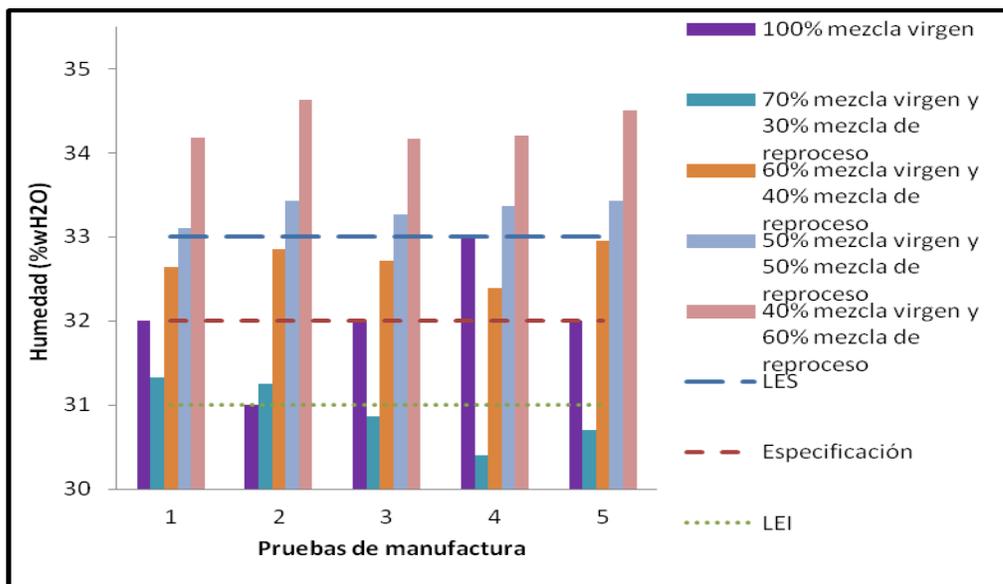
$$F_c > F_t = H_1$$

Tabla CI. **Análisis de varianza de la humedad en la etapa de mezclado para el jabón tipo A**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medias cuadráticas	F _{calculada} (F _c)	F _{teórica} (F _t)
Entre grupos	4,00	34,23	8,56	157,60	2,87
Dentro de grupos	20,00	1,09	0,05		

Fuente: elaboración propia.

Figura 104. **Comparación de la variación en la humedad con los valores promedio de humedad obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo A en la etapa de mezclado**



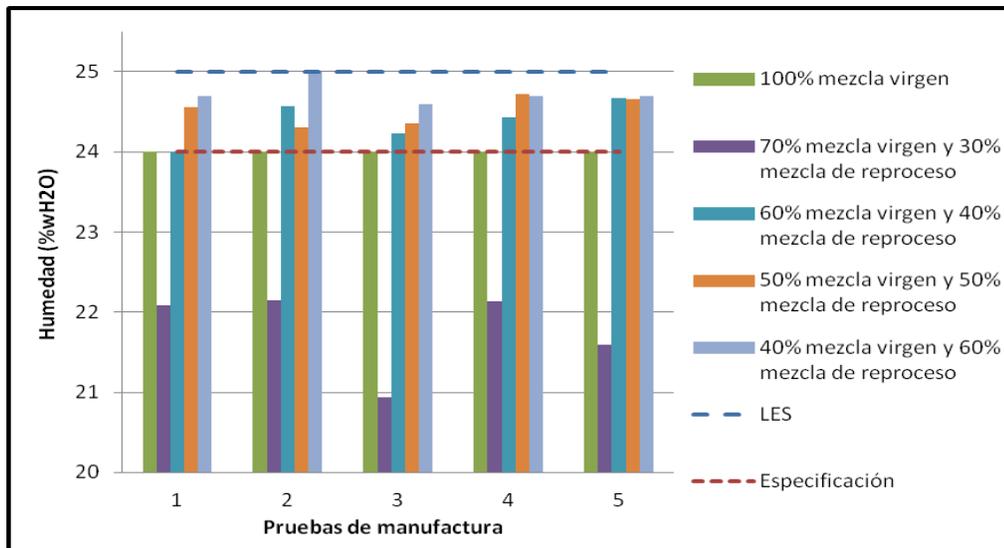
Fuente: elaboración propia.

Tabla CII. **Análisis de varianza de la humedad en el producto terminado para el jabón tipo A**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medias cuadráticas	F_{calculada} (F_c)	F_{teórica} (F_t)
Entre grupos	4,00	29,24	7,31	22,99	2,87
Dentro de grupos	20,00	6,36	0,32		

Fuente: elaboración propia.

Figura 105. **Comparación de la variación en la humedad con los valores promedio de humedad obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo A en el producto terminado**



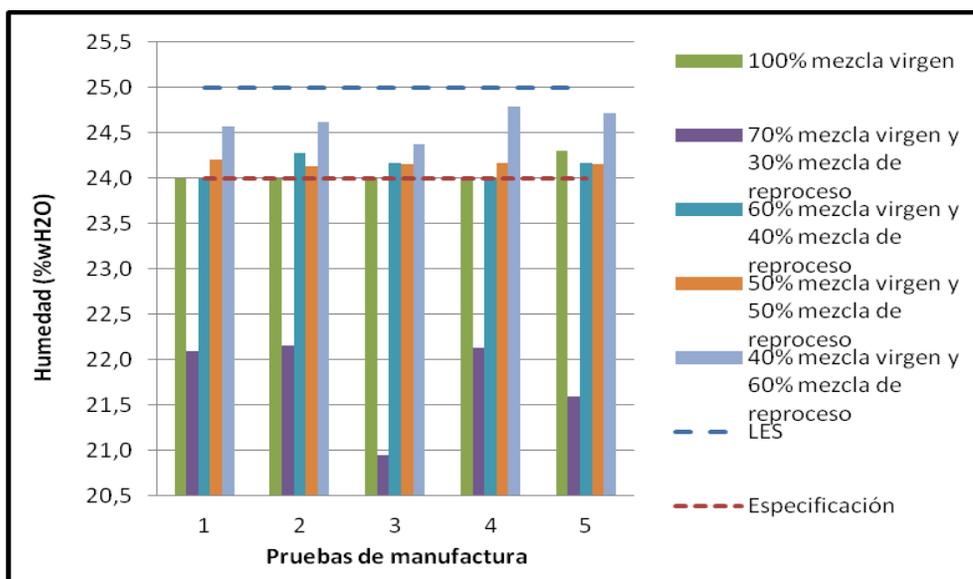
Fuente: elaboración propia.

Tabla CIII. **Análisis de varianza de la humedad en el producto terminado después de un día de manufactura del jabón tipo A**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medias cuadráticas	F _{calculada} (F _c)	F _{teórica} (F _t)
Entre grupos	4,00	25,92	6,48	26,88	2,87
Dentro de grupos	20,00	4,82	0,24		

Fuente: elaboración propia.

Figura 106. **Comparación de la variación en la humedad con los valores promedio de humedad obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo A, en producto terminado después de cumplir un día**



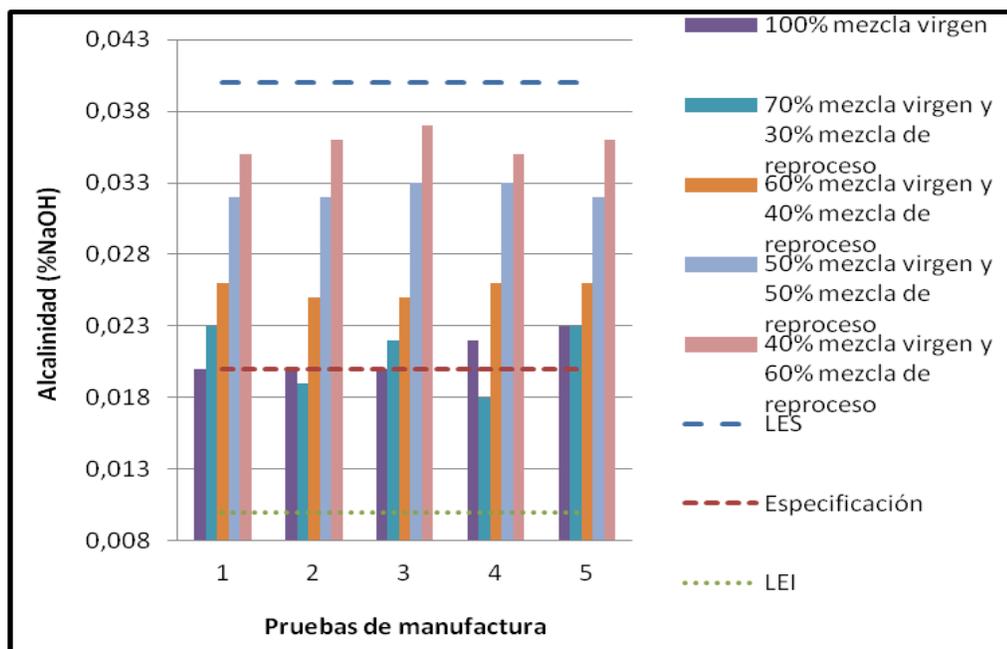
Fuente: elaboración propia.

Tabla CIV. **Análisis de varianza de la alcalinidad en la etapa de mezclado del jabón tipo A**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medias cuadráticas	F _{calculada} (F _c)	F _{teórica} (F _t)
Entre grupos	4,00	9,02E-04	2,26E-04	38,98	2,87
Dentro de grupos	20,00	1,16E-04	5,79E-04		

Fuente: elaboración propia.

Figura 107. **Comparación de la variación en la alcalinidad con los valores promedio de alcalinidad obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo A en la etapa de mezclado**



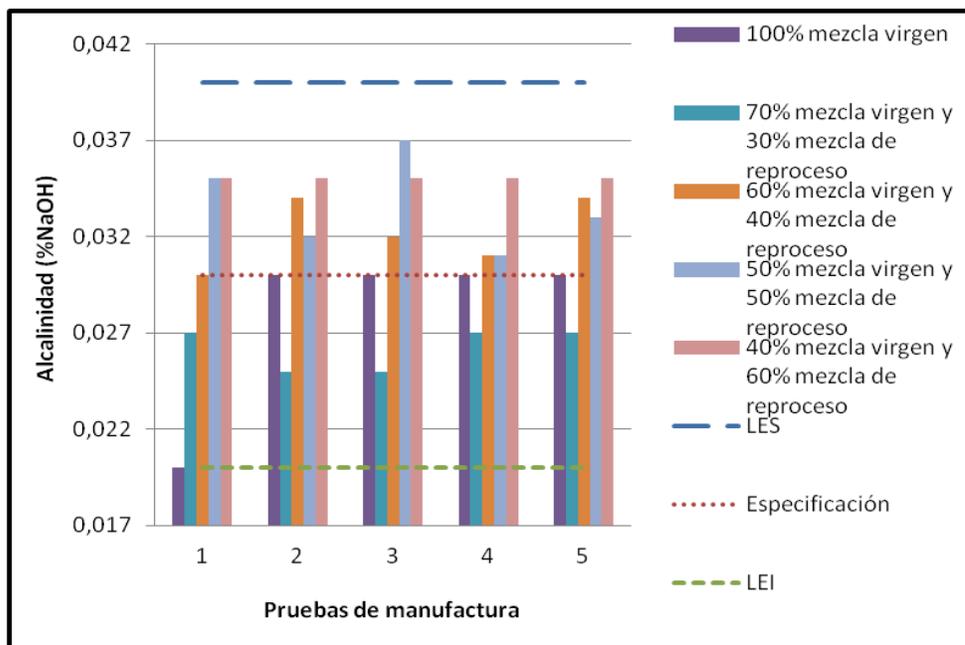
Fuente: elaboración propia.

Tabla CV. **Análisis de varianza de la alcalinidad en el producto terminado del jabón tipo A**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medias cuadráticas	F_{calculada} (F_c)	F_{teórica} (F_t)
Entre grupos	4,00	2,40E-04	6,00E-05	7,82	2,87
Dentro de grupos	20,00	1,54E-04	7,68E-06		

Fuente: elaboración propia.

Figura 108. **Comparación de la variación en la alcalinidad con los valores promedio de alcalinidad obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo A en el producto terminado**



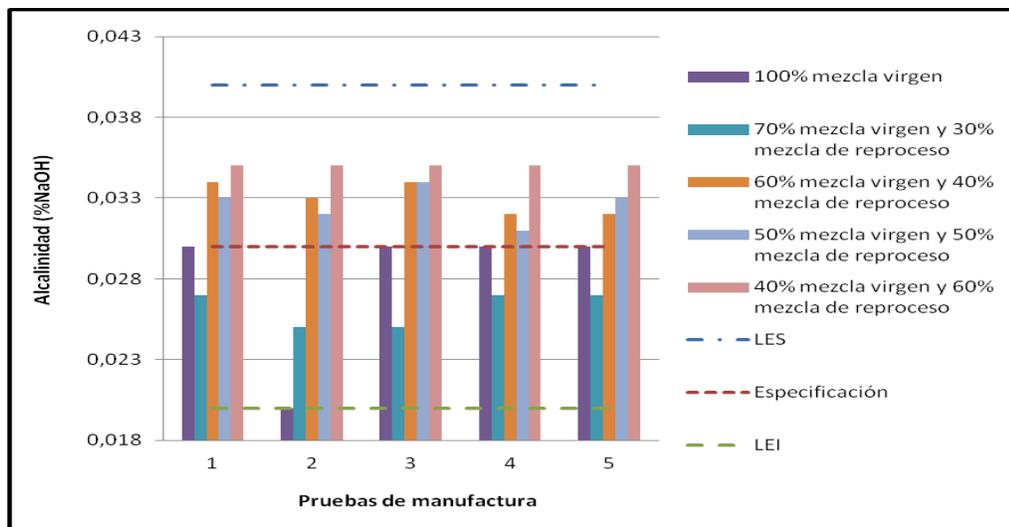
Fuente: elaboración propia.

Tabla CVI. **Análisis de varianza de alcalinidad en el producto terminado después de un día de manufactura del jabón tipo A**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medias cuadráticas	F _{calculada} (F _c)	F _{teórica} (F _t)
Entre grupos	4,00	2,36E-04	5,90E-05	21,47	2,87
Dentro de grupos	20,00	5,49E-05	2,75E-06		

Fuente: elaboración propia.

Figura 109. **Comparación de la variación en la alcalinidad con los valores promedio de alcalinidad obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas en el producto terminado después de un día de manufactura del jabón tipo A**



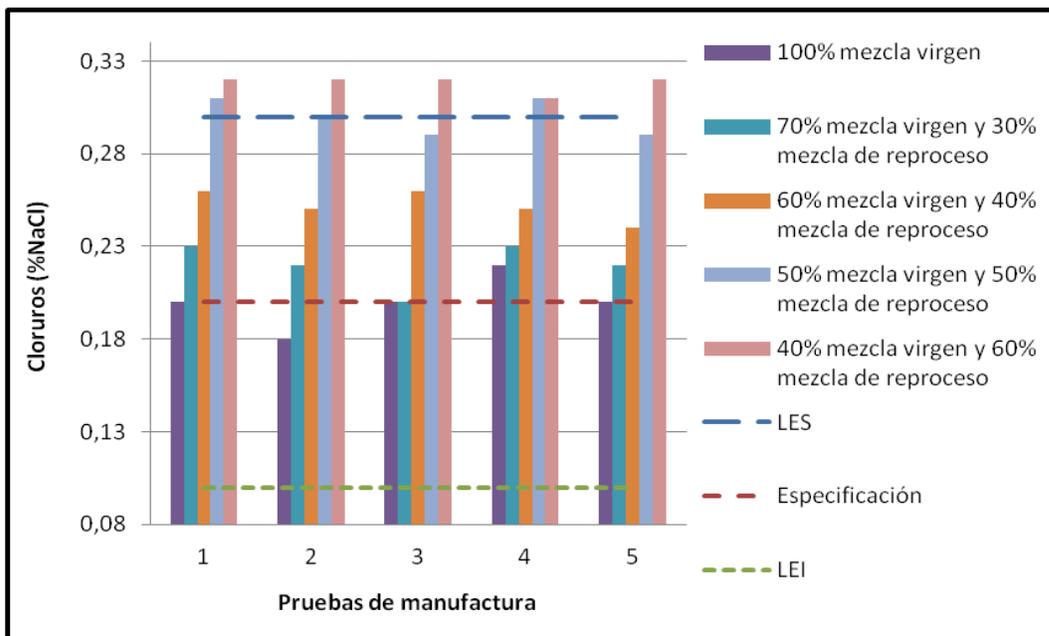
Fuente: elaboración propia.

Tabla CVII. **Análisis de varianza de los cloruros en la etapa de mezclado para el jabón tipo A**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medias cuadráticas	F _{calculada} (F _c)	F _{teórica} (F _t)
Entre grupos	4,00	5,10E-02	1,28E-02	32,32	2,87
Dentro de grupos	20,00	7,90E-03	3,95E-04		

Fuente: elaboración propia.

Figura 110. **Comparación de la variación del cloruro con los valores promedio de cloruro obtenido en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo A en la etapa de mezclado**



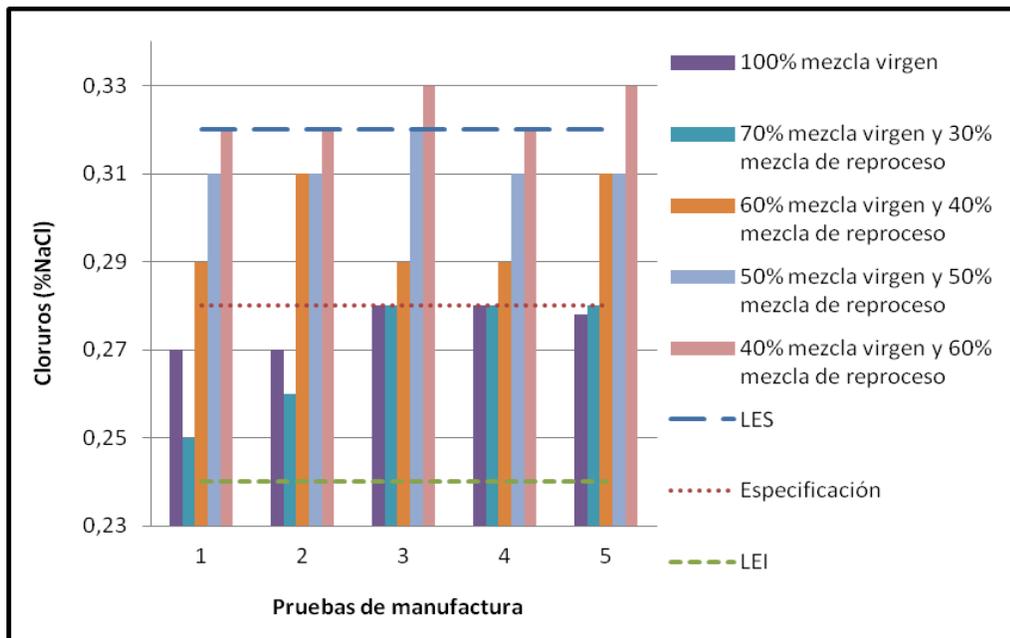
Fuente: elaboración propia.

Tabla CVIII. **Análisis de varianza de los cloruros en el producto terminado para el jabón tipo A**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medias cuadráticas	F _{calculada} (F _c)	F _{teórica} (F _t)
Entre grupos	4,00	1,06E-02	2,65E-03	9,64	2,87
Dentro de grupos	20,00	5,50E-03	2,75E-04		

Fuente: elaboración propia.

Figura 111. **Comparación de la variación del cloruro con los valores promedio de cloruro obtenido en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo A en el producto terminado**



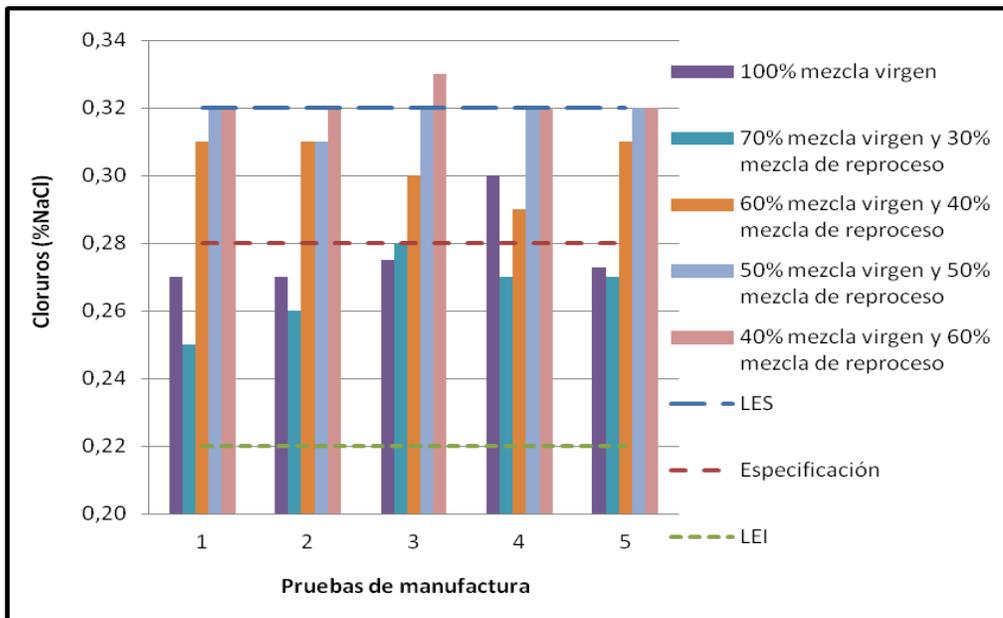
Fuente: elaboración propia.

Tabla CIX. **Análisis de varianza de los cloruros en el producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo A**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medias cuadráticas	F _{calculada} (F _c)	F _{teórica} (F _t)
Entre grupos	4,00	1,22E-02	3,04E-03	9,59	2,87
Dentro de grupos	20,00	6,35E-03	3,17E-04		

Fuente: elaboración propia.

Figura 112. **Comparación de la variación del cloruro con los valores promedio de cloruro obtenido en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo A en el producto terminado después de cumplir un día**



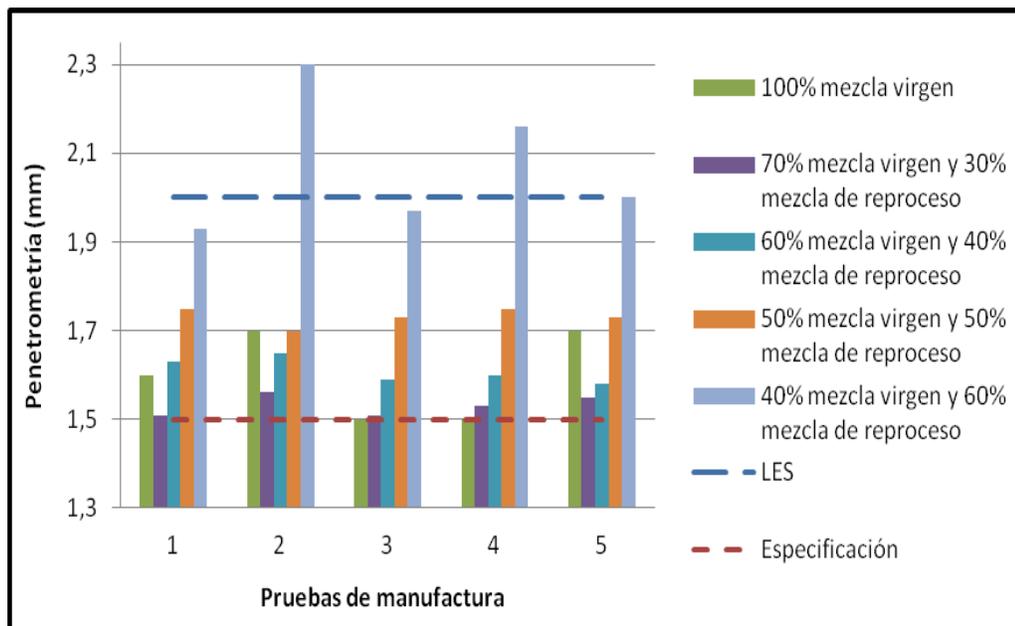
Fuente: elaboración propia.

Tabla CX. **Análisis de varianza de la penetrometría en el producto terminado para el jabón tipo A**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medias cuadráticas	F _{calculada} (F _c)	F _{teórica} (F _t)
Entre grupos	4,00	0,98	0,25	12,39	2,87
Dentro de grupos	20,00	0,40	0,02		

Fuente: elaboración propia.

Figura 113. **Comparación de la variación en la penetrometría con los valores promedio de penetrometría obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo A en el producto terminado**



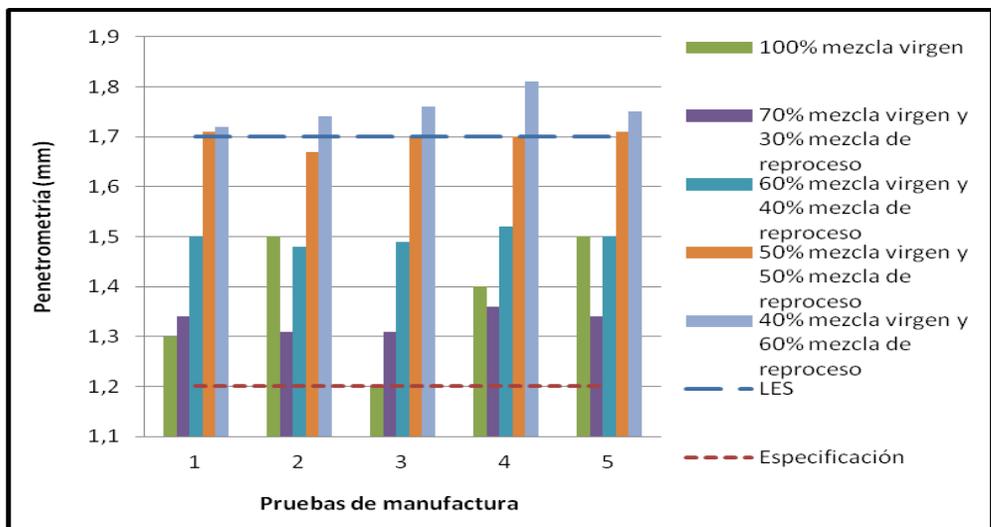
Fuente: elaboración propia.

Tabla CXI. **Análisis de varianza de la penetrometría en el producto terminado después de un día de manufactura, para el jabón tipo A**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medias cuadráticas	$F_{calculada}$ (F_c)	$F_{teórica}$ (F_t)
Entre grupos	4,00	1,06	0,26	126,12	2,87
Dentro de grupos	20,00	0,04	0,00		

Fuente: elaboración propia.

Figura 114. **Comparación de la variación en la penetrometría con los valores promedio de penetrometría obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo A en el producto terminado después de cumplir un día**



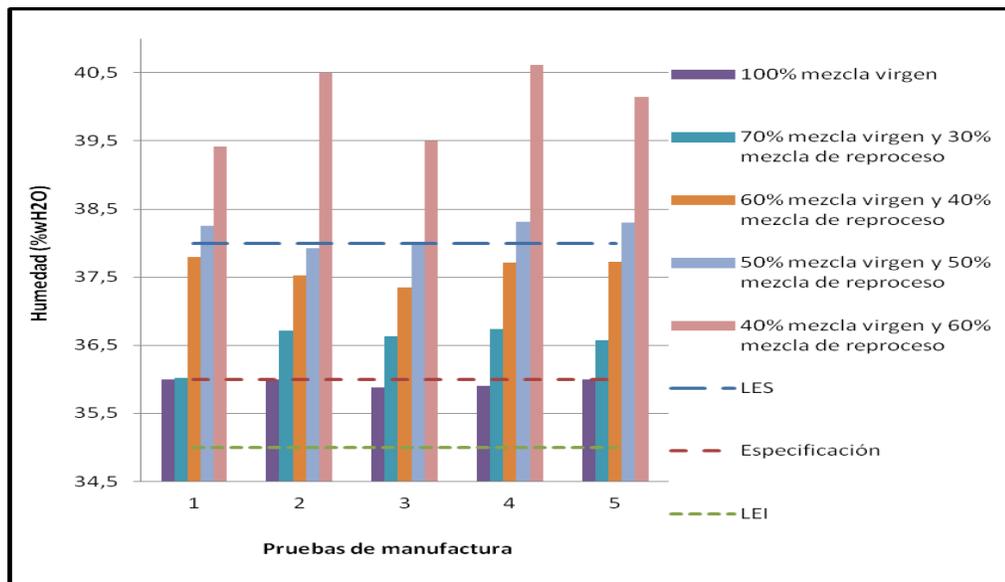
Fuente: elaboración propia.

Tabla CXII. **Análisis de varianza de la humedad en el jabón tipo B en la etapa de mezclado**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medias cuadráticas	F _{calculada} (F _c)	F _{teórica} (F _t)
Entre grupos	4,00	50,66	12,66	30,49	2,87
Dentro de grupos	20,00	8,31	0,41		

Fuente: elaboración propia.

Figura 115. **Comparación de la variación en la humedad con los valores promedio de humedad obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo B en la etapa de mezclado**



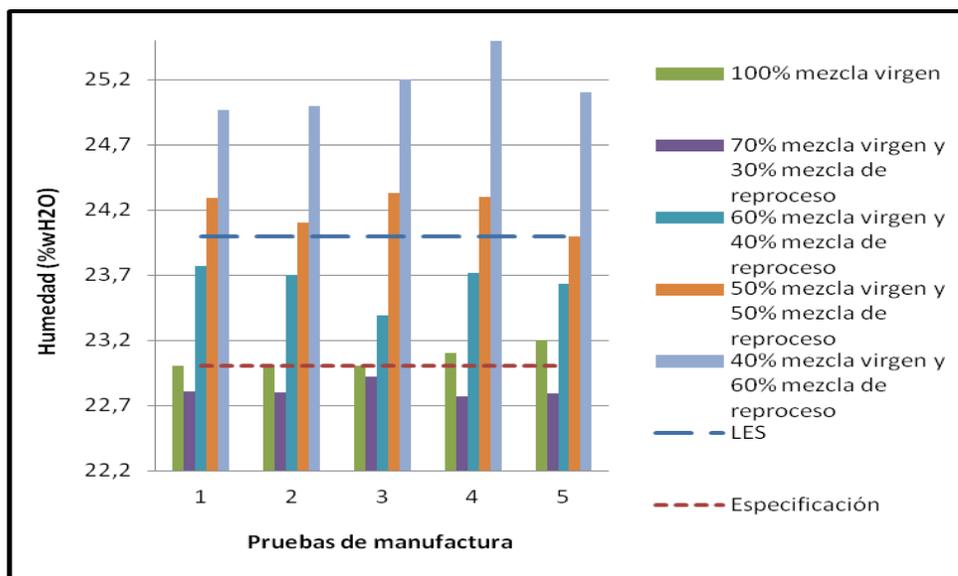
Fuente: elaboración propia.

Tabla CXIII. **Análisis de varianza de la humedad en el producto terminado para el jabón tipo B**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medias cuadráticas	F _{calculada} (F _c)	F _{teórica} (F _t)
Entre grupos	4,00	23,95	5,99	5,84	2,87
Dentro de grupos	20,00	20,52	1,02		

Fuente: elaboración propia.

Figura 116. **Comparación de la variación en la humedad con los valores promedio de humedad obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo B en el producto terminado**



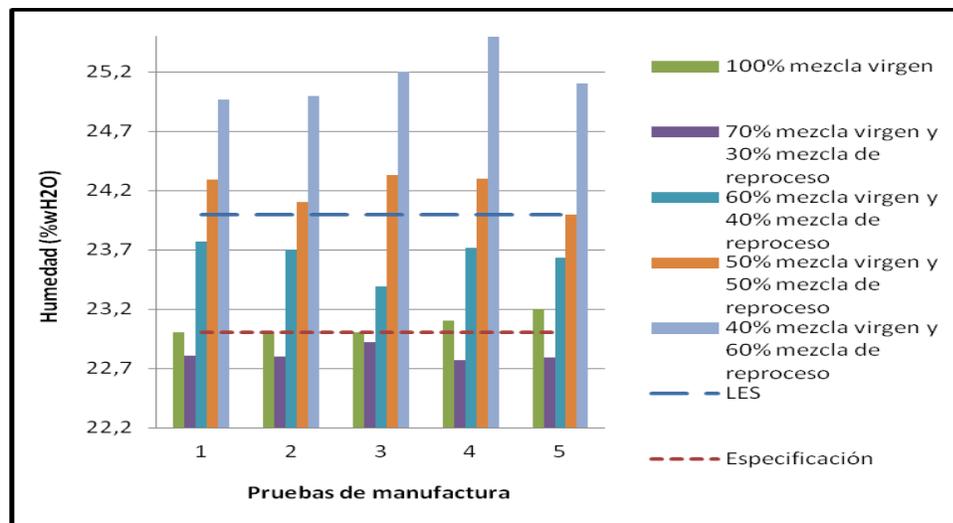
Fuente: elaboración propia.

Tabla CXIV. **Análisis de varianza de la humedad en el producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo B**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medias cuadráticas	F _{calculada} (F _c)	F _{teórica} (F _t)
Entre grupos	4,00	15,20	3,80	46,87	2,87
Dentro de grupos	20,00	1,62	0,08		

Fuente: elaboración propia.

Figura 117. **Comparación de la variación en la humedad con los valores promedio de humedad obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo B en el producto terminado después de cumplir un día**



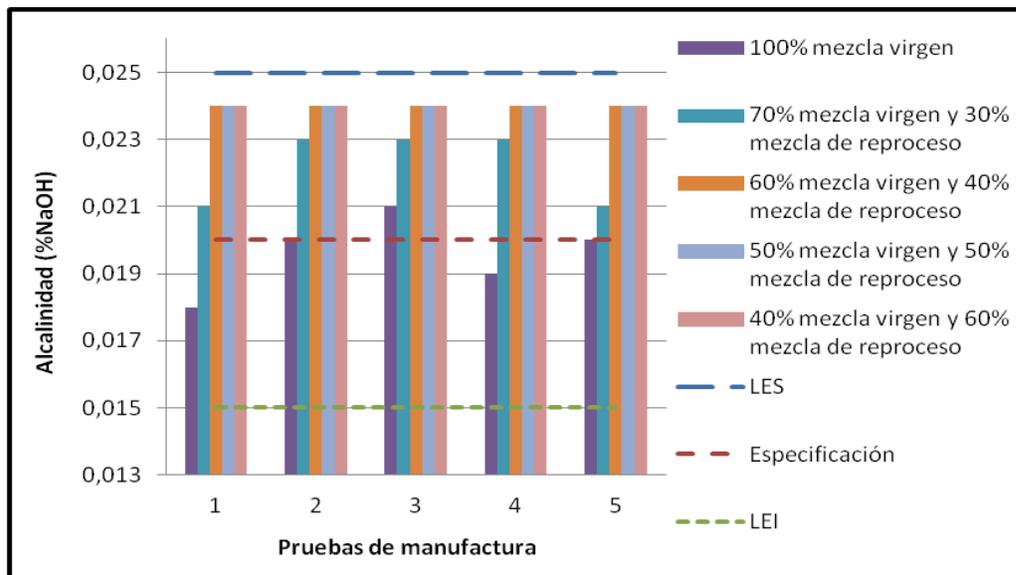
Fuente: elaboración propia.

Tabla CXV. **Análisis de varianza de la alcalinidad para el jabón tipo B en la etapa de mezclado**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medias cuadráticas	F_{calculada} (F_c)	F_{teórica} (F_t)
Entre grupos	4,00	7,46E-05	1,86E-05	10,59	2,87
Dentro de grupos	20,00	3,52E-05	1,76E-06		

Fuente: elaboración propia.

Figura 118. **Comparación de la variación en la alcalinidad con los valores promedio de alcalinidad obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo B en la etapa de mezclado**



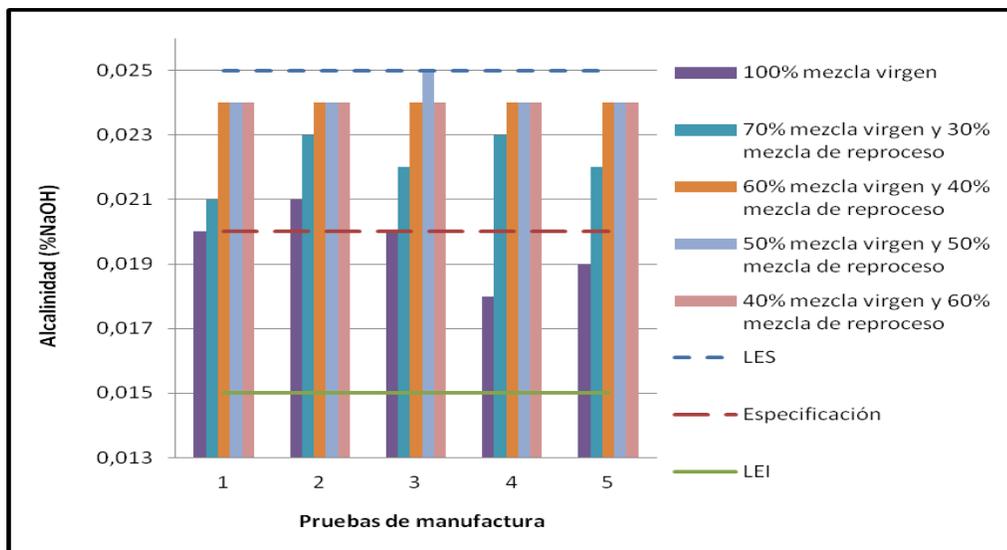
Fuente: elaboración propia.

Tabla CXVI. **Análisis de varianza de la alcalinidad para el producto terminado del jabón tipo B**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medias cuadráticas	F_{calculada} (F_c)	F_{teórica} (F_t)
Entre grupos	4,00	7,46E-05	1,86E-05	12,10	2,87
Dentro de grupos	20,00	3,08E-05	1,54E-06		

Fuente: elaboración propia.

Figura 119. **Comparación de la variación en la alcalinidad con los valores promedio de alcalinidad obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo B en el producto terminado**



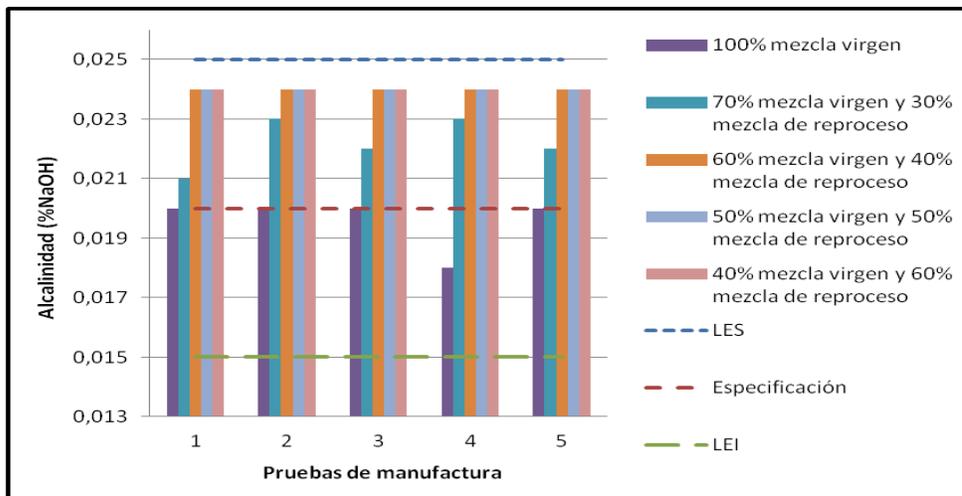
Fuente: elaboración propia.

Tabla CXVII. **Análisis de varianza de la alcalinidad para el producto terminado después de un día de manufactura del jabón tipo B**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medias cuadráticas	F _{calculada} (F _c)	F _{teórica} (F _t)
Entre grupos	4,00	7,46E-05	1,86E-05	15,93	2,87
Dentro de grupos	20,00	2,34E-05	1,17E-06		

Fuente: elaboración propia.

Figura 120. **Comparación de la variación en la alcalinidad con los valores promedio de alcalinidad obtenida en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo B en el producto terminado después de cumplir un día**



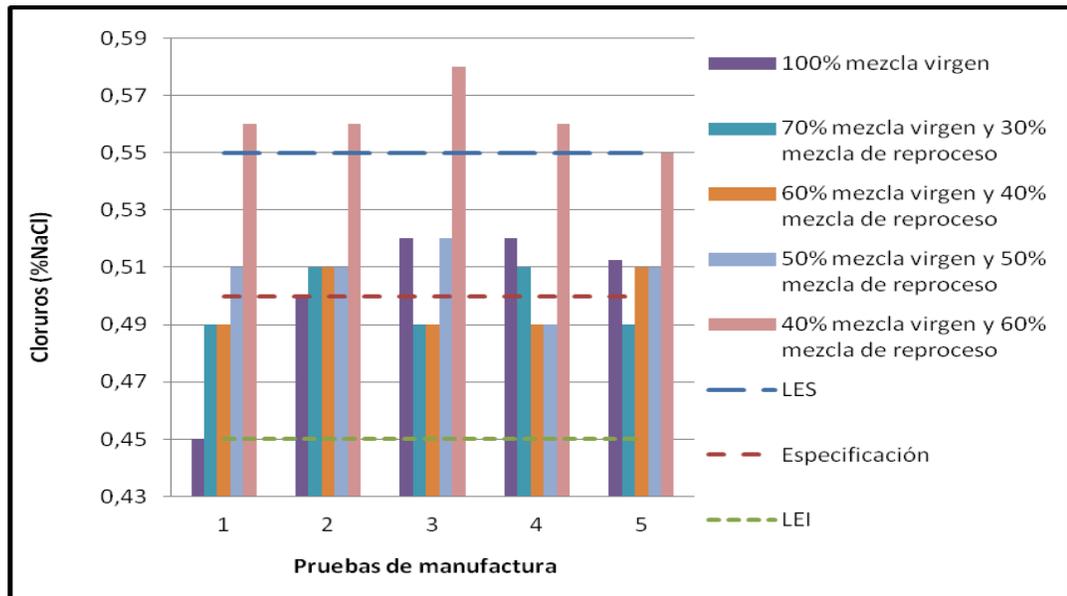
Fuente: elaboración propia.

Tabla CXVIII. **Análisis de varianza de los cloruros en la etapa de mezclado para el jabón tipo B**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medias cuadráticas	F _{calculada} (F _c)	F _{teórica} (F _t)
Entre grupos	4,00	0,015	0,004	3,79	2,87
Dentro de grupos	20,00	0,020	0,001		

Fuente: elaboración propia.

Figura 121. **Comparación de la variación en los cloruros con los valores promedio de cloruros obtenidos en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo B, en la etapa de mezclado**



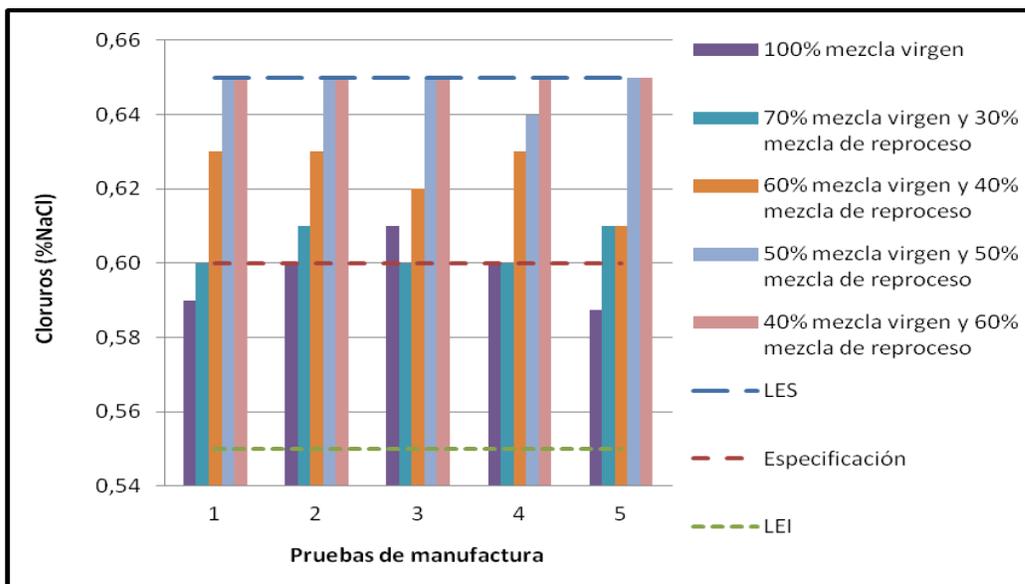
Fuente: elaboración propia.

Tabla CXIX. **Análisis de varianza de los cloruros en el producto terminado para el jabón tipo B**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medias cuadráticas	F_{calculada} (F_c)	F_{teórica} (F_t)
Entre grupos	4,00	0,012	0,003	25,27	2,87
Dentro de grupos	20,00	0,002	0,000		

Fuente: elaboración propia.

Figura 122. **Comparación de la variación en los cloruros con los valores promedio de los cloruros obtenidos en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo B, en el producto terminado**



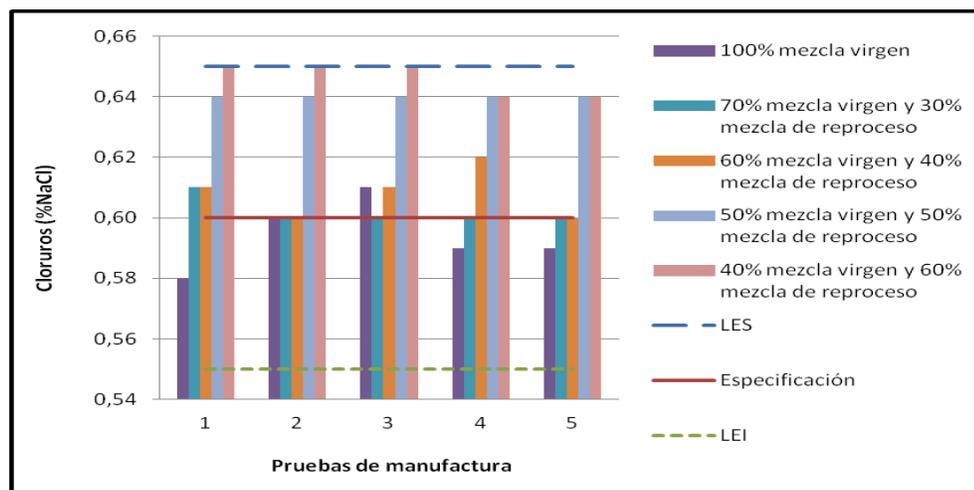
Fuente: elaboración propia.

Tabla CXX. **Análisis de varianza de los cloruros en el producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo B**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medias cuadráticas	F _{calculada} (F _c)	F _{teórica} (F _t)
Entre grupos	4,00	0,011	0,003	15,11	2,87
Dentro de grupos	20,00	0,004	0,000		

Fuente: elaboración propia.

Figura 123. **Comparación de la variación en los cloruros con los valores promedio de los cloruros obtenidos en las pruebas de manufactura para las diferentes mezclas del jabón tipo B, en el producto terminado después de cumplir un día**



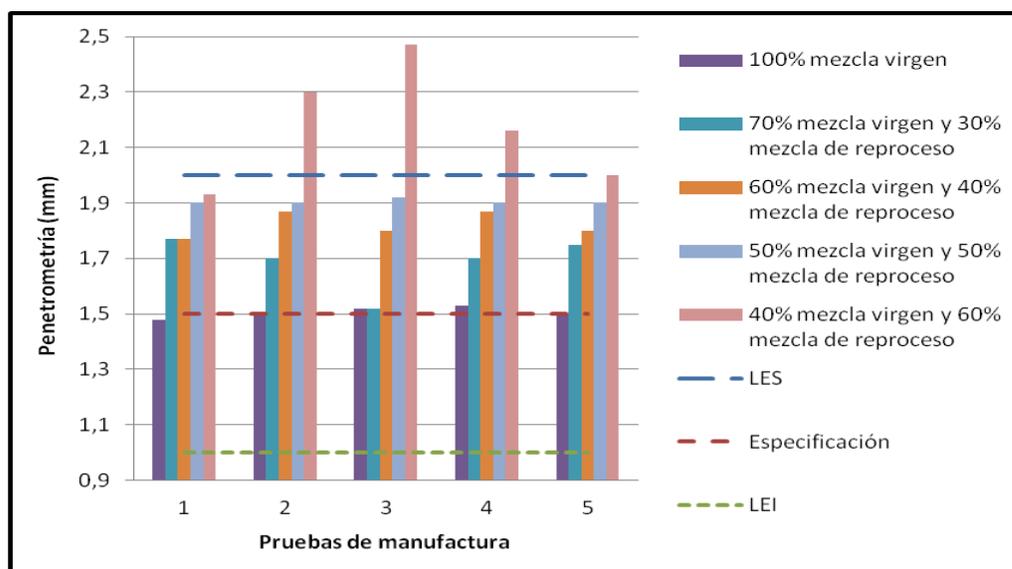
Fuente: elaboración propia.

Tabla CXXI. **Análisis de varianza de la penetrometría en el producto terminado para el jabón tipo B**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medias cuadráticas	F _{calculada} (F _c)	F _{teórica} (F _t)
Entre grupos	4,00	1,23	0,31	7,11	2,87
Dentro de grupos	20,00	0,87	0,04		

Fuente: elaboración propia.

Figura 124. **Comparación de la variación en la penetrometría con los valores promedio de la penetrometría obtenida en las pruebas de manufactura de las diferentes mezclas del jabón tipo B, para el producto terminado**



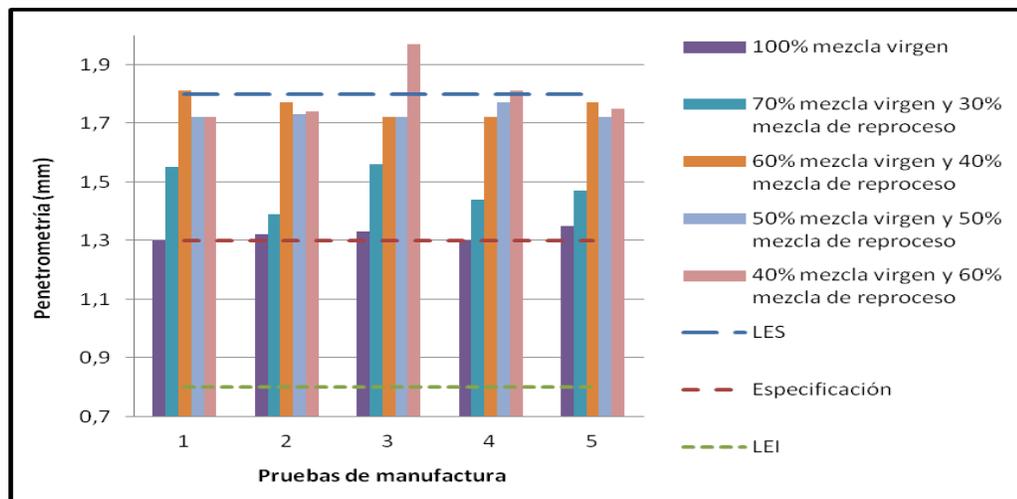
Fuente: elaboración propia.

Tabla CXXII. **Análisis de varianza de la penetrometría en el producto terminado después de un día de manufactura para el jabón tipo B**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medias cuadráticas	F _{calculada} (F _c)	F _{teórica} (F _t)
Entre grupos	4,00	0,86	0,21	15,52	2,87
Dentro de grupos	20,00	0,28	0,01		

Fuente: elaboración propia.

Figura 125. **Comparación de la variación en la penetrometría con los valores promedio de penetrometría obtenida en las pruebas de manufactura de las diferentes mezclas del jabón tipo B, para el producto terminado después de cumplir un día**



Fuente: elaboración propia.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La cantidad de rechazos que se generan mensualmente no es una cantidad constante y estos rechazos se dan en las diferentes etapas de manufactura o por devoluciones de producto. La caracterización de los jabones reprocesados se dio con base en los principales parámetros de calidad, los cuales son humedad, alcalinidad, cloruros y penetrometría; esto se determinó en un período de cuatro meses para determinar los números de lote que se dieron de rechazo, ver figuras de la 11 a la 14.

Los resultados debidos a la caracterización determinaron que la alcalinidad fue la principal causa de rechazos que se dieron para el jabón tipo A y para el jabón tipo B fue la humedad. El número máximo de lotes de rechazo debido a la alcalinidad fue de 39 y para la humedad fue de 66 para los jabones A y B respectivamente.

El rechazo generado se utilizó para fabricar 2 tipos de jabones, los cuales se diferencian por el tipo de grasa utilizada, ya que el jabón tipo A está compuesto por sebo *top white* más estearina de palma en un porcentaje de 80 y 20 respectivamente, además, está el jabón tipo B que se compone de ácidos grasos.

Se trabajaron 4 tipos de mezcla para fabricar los jabones de reproceso. La composición de la mezcla se dio al sustituir un porcentaje de grasa por otro equivalente de jabón de rechazo. Las mezclas utilizadas se describen en la tabla V, inciso 3.5 de la sección diseño metodológico.

Se utilizó una extrusora y compresora para obtener unos cilindros de jabón los cuales se tomaron como producto terminado, obteniendo así la segunda etapa del proceso, y por último este producto terminado se dejó 24 horas en observación para obtener la tercera y última etapa del proceso. A cada etapa se le realizaron los respectivos análisis fisicoquímicos; los cuales fueron humedad, alcalinidad y cloruros para la mezcla y el análisis de penetrometría además de los mencionados anteriormente para las últimas 2 etapas. Dichos análisis se trabajaron bajo las mismas condiciones de temperatura de 24 °C y humedad del 40%.

En las figuras 15, 26, 37 y 48 se observa que la media de los análisis de humedad para el jabón tipo A en la etapa de mezclado estuvo en los límites establecidos excepto en las mezclas 3 y 4 en que la media fue de 33,032% wH₂O y 33,166% wH₂O respectivamente, datos que sobrepasaron el límite de especificación superior que era 33% wH₂O, pero en un porcentaje casi nulo.

La alcalinidad en la etapa de mezclado del jabón tipo A fue aumentando proporcionalmente de acuerdo al porcentaje de reproceso introducido pero no sobrepasó el límite máximo de 0,04% de NaOH, los cloruros si presentaron un valor superior del 0,02% al límite máximo en la mezcla 4 y en la mezcla 3 estuvo en el límite máximo; por lo tanto, la humedad y los cloruros fueron los dos parámetros fuera de rango que se manejaron en la etapa de mezclado para las mezclas 3 y 4, ver figuras 18 a 54.

Para el producto terminado del jabón tipo A, los resultados de los análisis de humedad estuvieron siempre bajo el límite máximo correspondiente a un 25% wH₂O pero se alejaron del 24% wH₂O que era la especificación, de acuerdo al aumento del porcentaje de reproceso en la composición del jabón.

La alcalinidad para el jabón tipo A en el producto terminado estuvo sobre el objetivo del 0,03% de NaOH. Los cloruros fueron aumentando conforme se aumentaba el porcentaje de reproceso en las diferentes mezclas llegando a obtener un valor máximo de 0,327% de NaCl en la última mezcla, siendo un dato mayor al límite máximo que es 0,32% NaCl, pero con una desviación estándar de 0,0049, ver tabla LXII a LXXVI.

Los resultados en el producto terminado del jabón tipo A de la penetrometría según se observó en la tabla LXII a LXXV, en las 3 primeras mezclas fueron buenos ya que la media estuvo cerca del objetivo de 1,5 mm, excepto en la mezcla 4 porque superó el límite máximo de 2 mm, ver figura 57. Por lo tanto, la penetrometría y los cloruros fueron los parámetros fuera de rango que se obtuvieron en el producto terminado pero únicamente para la mezcla 4 que corresponde a un porcentaje de mezcla de 40% mezcla virgen más 60% mezcla de reproceso para el jabón tipo A.

Para el jabón tipo A, la humedad obtenida en el producto terminado después de un día de manufactura no sobrepasó para ninguna de las 4 mezclas el límite máximo y la alcalinidad estuvo cerca a la especificación. Los cloruros en las primeras 2 mezclas estuvieron cerca del objetivo del 0,28% de NaCl, pero en las últimas 2 permaneció justo en el límite máximo de 0,32% de NaCl, aunque la mezcla 4 sobrepasó en un 0,003% el límite máximo, presentando una desviación estándar de 0,00267 por lo cual no se consideró un factor de rechazo. La penetrometría tuvo resultados diferentes ya que en la cuarta mezcla sobrepasó el límite máximo por 0,06 mm con una desviación estándar de 0,03 mm, por lo tanto la penetrometría fue un factor de rechazo.

Los resultados obtenidos para el jabón tipo B demostraron en la etapa de mezclado que las primeras dos mezclas están en los límites establecidos de humedad pero en las últimas dos sobrepasó el límite máximo del 38% wH₂O obteniendo en la cuarta mezcla una media del 40% wH₂O, por lo tanto, las 2 últimas mezclas no se consideraron aceptables.

La alcalinidad estuvo siempre superior a la especificación del 0,02% NaOH pero para ninguna de las 4 mezclas sobrepasó el límite superior del 0,025% NaOH.

Los resultados de los análisis de cloruros para las primeras dos mezclas permanecieron justo en la especificación del 0,5% NaCl, pero en la mezcla 4 los resultados obtenidos superaron el límite máximo de 0,55 %NaCl obteniendo una media del 0,57 %NaCl con una desviación estándar de 0,01% NaCl, donde además el límite de control superior fue mayor al límite de especificación superior, por lo tanto, en esta mezcla los resultados de los cloruros obtenidos se encontraron fuera de rango, los datos se observan en las tablas LXXVII a la XCI.

La humedad presentada en el producto terminado del jabón tipo B presentó en la primera y segunda mezcla valores dentro de los límites específicos establecidos, siendo 21,79% wH₂O y 23,52% wH₂O respectivamente.

El resultado de humedad de la tercera mezcla sobrepasó el límite de especificación superior del 24% wH₂O en un 0,21% wH₂O, la cuarta mezcla sobrepasó aún más el límite de especificación superior en un 0,76% wH₂O.

Los resultados de la alcalinidad para el jabón tipo B en el producto terminado presentaron que los 4 tipos de mezclas no sobrepasaron el límite de especificación superior del 0,025% de NaOH, aunque en las últimas 3 mezclas estuvieron cercanos a él, estos datos están representados en las tablas LXXII a la LXXXI de la sección 3,8 de análisis estadístico.

Para el jabón tipo B en el producto terminado, respecto a los análisis de cloruros en la primera mezcla estuvo en el objetivo del 0,6% de NaCl, pero en las siguientes 3 mezclas se tuvo un valor igual al límite superior del 0,65% de NaCl.

La penetrometría en las 3 primeras mezclas no sobrepasa el límite superior de 2 mm y en la cuarta mezcla superó el límite superior con un valor medio de 2,17 mm y con una desviación estándar de 0,04 mm. Por lo tanto, la humedad para las mezclas 3 y 4, y la penetrometría en la mezcla 4 fueron los factores que se encontraron fuera de rango para el producto terminado del jabón tipo B.

Para el producto terminado después de un día de manufactura, en la primera mezcla presentó un valor de humedad del 21,35% wH₂O, en la segunda mezcla la humedad estuvo cerca del límite superior del 24% wH₂O con un valor de 23,86% wH₂O, la tercera y cuarta mezcla superaron el límite superior con valores de 24,11% wH₂O con una desviación estándar de 0,92% wH₂O y 24,6% wH₂O con una desviación estándar de 0,2% wH₂O respectivamente; determinando entonces que la humedad para las 2 últimas mezclas del jabón tipo B fue un factor de rechazo.

Los resultados de la alcalinidad estuvieron debajo del límite superior del 0,025% de NaOH para todas las mezclas; los cloruros en las primeras 2 mezclas estuvieron muy cercanos al objetivo pero en las últimas 2 mezclas se estabilizaron en un valor del 0,64% de NaCl estando cerca del límite superior de 0,65% de NaCl.

La penetrometría obtenida en la primera mezcla fue de 1,48 mm, mientras que en las siguientes 3 mezclas el valor de la penetrometría fue ascendiendo hasta obtener un valor máximo de 1,8 mm, justo en el límite máximo del mismo valor. En este caso la humedad no afectó los resultados de la penetrometría.

Al realizar un análisis estadístico para establecer las variaciones que se dieron de los diferentes parámetros fisicoquímicos cuando se introdujo mezcla de jabón de rechazo en la composición del jabón reprocessado, se planteó la hipótesis alternativa de que todas las medias aritméticas no variarían, es decir, que fueran iguales, pero al obtener los valores calculados de los factores F de Fisher y compararlos con el valor F teórico que fue de 2,87, siempre hubo variación, obteniendo valores siempre mayores al valor teórico.

Por lo tanto, el criterio de aceptación es a partir de la hipótesis nula, la cual indica que al menos dos medias no son iguales. Este análisis se hizo para todos los parámetros fisicoquímicos de cada etapa del proceso de los dos jabones. El análisis estadístico se realizó al trabajar con 5 grupos, los cuales fueron la composición de los jabones con las 4 mezclas de jabón de rechazo más mezcla virgen y el producido con 100% mezcla virgen; el valor teórico de F se calculó a partir de los grados de libertad v_1 de 4 y v_2 de 20 y con un nivel de significancia del 0,05, ver tablas de la CI a la CXXII.

Los valores de F_c que fueron más grandes comparándolos con el valor F_t de 2,87 fueron para el jabón tipo A, la F_c de humedad en la etapa de mezclado con un valor de 157,60 la F_c de 126,12 en la penetrometría del producto terminado después de cumplir un día de manufactura; mientras que para el jabón tipo B fue la F_c de 46,87 para la humedad del producto terminado después de un día de manufactura.

CONCLUSIONES

1. Es factible producir jabón tipo A bajo las especificaciones establecidas con las mezclas 1, 2 y 3, exceptuando la mezcla 4 debido a que la penetrometría supera el límite de especificación superior establecido.
2. Es factible producir jabón tipo B bajo las especificaciones establecidas con las mezclas 1 y 2, exceptuando las mezclas 3 y 4 debido a que la humedad supera el límite de especificación superior establecido.
3. La variación es directamente proporcional para los parámetros fisicoquímicos evaluados en los dos tipos de jabones con sus diferentes porcentajes de mezcla, conforme la cantidad de jabón de rechazo se incrementó en la composición.
4. Las variaciones son más notables en los parámetros fisicoquímicos del jabón tipo B, comparado con las que presentó el jabón tipo A.
5. Los factores F de Fisher calculados establecen que la hipótesis alternativa no se cumple, ya que las medias aritméticas de los grupos son diferentes, para los dos tipos de jabones y sus diferentes etapas.

RECOMENDACIONES

1. Evaluar el parámetro de penetrometría en un mayor tiempo de observación del producto terminado para verificar si disminuye y cumple con las especificaciones establecidas.
2. Reducir en las mezclas 3 y 4 del jabón tipo B la proporción de H₂O para disminuir la cantidad de humedad en la composición del jabón reprocesado.
3. Controlar las propiedades fisicoquímicas del jabón reprocesado para que no sobrepasen los límites de especificación superior establecidos, desde la primera etapa del proceso y corregirse en el momento en que se dé para que no incidan en los resultados del producto final terminado.
4. Evaluar la cantidad de reproceso que se añade en la fabricación del jabón tipo B, para que no se den variabilidades en los resultados de los análisis fisicoquímicos.
5. Determinar varianzas bajo un valor diferente del nivel de significancia para establecer las diferencias que presenta comparándose con los resultados obtenidos al trabajar con un nivel de significancia del 0,05.

BIBLIOGRAFÍA

1. AUSTIN, George. *Manual de procesos químicos en la industria*. México: McGraw-Hill, 1988. 644 p.
2. MALDONADO ORTÍZ, Alejandro. *Implantación de un sistema de localización y control de existencias de reproceso de productos elaborados a base de parafina*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2002. 130 p.
3. MEIGHAN, Kennett. *Optimización de la mezcla sebo-estearina de palma para la elaboración de jabón de tocador*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000. 148 p.
4. MONOGRAFIAS. *Especialista en administración y gerencia de sistemas de calidad* [en línea]. □[http:// www. monografias. com / trabajos 22 / productos – no -conformes/productos-no-conformes.shtml](http://www.monografias.com/trabajos22/productos-no-conformes/productos-no-conformes.shtml)□. [Consulta: enero de 2011].
5. TEXTOS CIENTÍFICOS. *Tratamiento de grasas y aceites* [en línea]. □[http:// www. textoscientificos. com/ quimica/ acidosgrasos/procesamiento](http://www.textoscientificos.com/quimica/acidosgrasos/procesamiento)□. [Consulta: diciembre de 2010].

6. TODOEXPERTOS. *Definiciones y más conceptos de procesar* [en línea].
□[http : // w w w. todoexpertos. com / categorías / ciencias - e - ingeniería/química/preguntas](http://www.todoexpertos.com/categorías/ciencias-e-ingeniería/química/preguntas)□. [Consulta: enero de 2011].
7. ULRICH, Gosterndit. *Procesos de ingeniería química*. México: McGraw-Hill, 1992. 400 p.
8. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN. *Jabones y detergentes* [en línea]. □<http://jabonesydetergentes.tripod.com/>□. [Consulta: en noviembre de 2010].
9. WITTCOFF, Harold. *Productos químicos orgánicos industriales*. México: Limusa, 1999. 233 p.

APÉNDICES

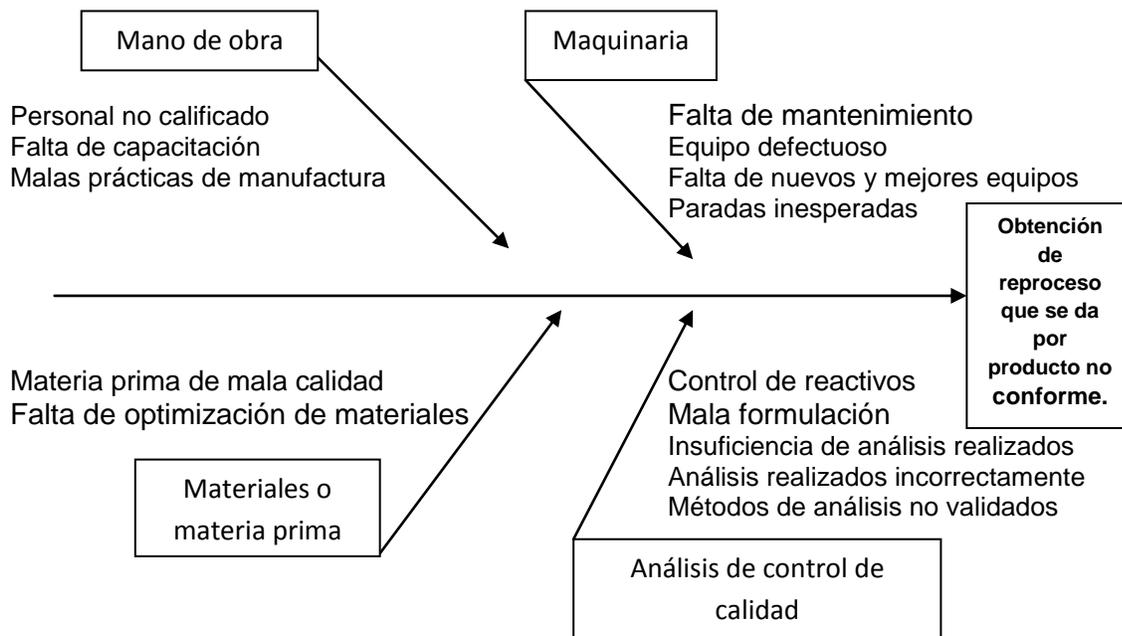
Apéndice 1. **Tabla de requisitos académicos**

OBJETIVO	ÁREAS DE CONOCIMIENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA	REQUISITOS ACADÉMICOS
<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar la factibilidad de producir jabón de lavandería que contenga un rango de tolerancia de jabón de reproceso en su composición y que cumpla con los estándares de calidad establecidos. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Área de química ○ Área de operaciones unitarias ○ Área de fisicoquímica ○ Área de especialización 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Educación superior en ingeniería química ✓ Química 3 y 4 ✓ Análisis cuantitativo ✓ Balance de masa y energía ✓ Transferencia de calor ✓ Procesos químicos industriales
<ul style="list-style-type: none"> • Caracterizar el jabón de reproceso en función de los defectos que presenta según los estándares de calidad de una empresa jabonera. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Área de química ○ Área de especialización ○ Área de operaciones unitarias 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estadística ✓ Balance de masa y energía ✓ Análisis cuantitativo ✓ Procesos químicos industriales
<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar pre mezclas para dos tipos de jabón de lavandería en función de cuatro proporciones de jabón de reproceso con mezcla virgen. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Área de química ○ Área de especialización ○ Área de operaciones unitarias 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Educación superior en ingeniería química ✓ Análisis cuantitativo ✓ Balance de masa y energía ✓ Procesos químicos industriales
<ul style="list-style-type: none"> • Determinar la variabilidad en los estándares que existe cuando se introduce material de reproceso en la manufactura de jabón de lavandería. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Área de química ○ Área de especialización ○ Área de operaciones unitarias 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Análisis cuantitativo ✓ Procesos químicos industriales ✓ Estadística

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Diagrama de Ishikawa

Causa



Apéndice 3. **Estimación de la producción realizada**

Descripción	Dato
Etapas del proceso de manufactura	3
Tipos de jabón a producir	2
Mezclas a realizar por tipo de jabón	4
Total de mezclas a trabajar	8
Mezclas a trabajar por día	1 de cada tipo de jabón
Semanas a trabajar por mezcla	1
Etapas a analizar por mezcla	3
Meses de trabajo experimental	2

Fuente: elaboración propia.