

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



**“Elaboración de un Jabón sólido a partir de aceite de Piñón
Blanco (*Jatropha curcas* L.) en la Región San Martín”**

TESIS

**Para optar el título profesional de
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

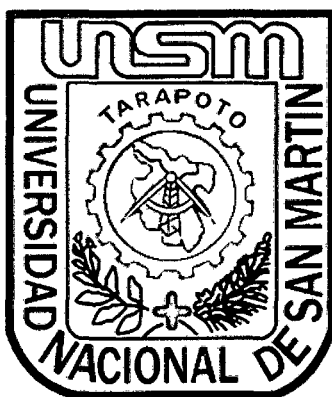
Presentado por el Bachiller:

MARCO POLO ARANGO DEL AGUILA

TARAPOTO-PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



“Elaboración de un Jabón sólido a partir de aceite de Piñón Blanco (*Jatropha curcas* L.) en la Región San Martín”

TESIS

Para optar el título profesional de
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Presentado por el Bachiller:

MARCO POLO ARANGO DEL AGUILA

.....
Ing. M.sc. Jaime Guillermo Guerrero
Marina
Presidente

.....
Ing. Mg. Juan Jose Salazar Díaz
Secretario

.....
Ing. M.sc. Euler Navarro Pinedo
Miembro

.....
Ing. Arquímedes Tello Díaz
Asesor

TARAPOTO-PERÚ

2014

DEDICATORIA

A Dios, que me ha dado la vida, acompañándome y protegiéndome a cada instante, guiándome por la senda del camino correcto, para seguir adelante, encarando las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento, la voluntad que me trasmite ha hecho posible que logre cumplir los diversos objetivos trazados a lo largo de mi vida.

A mi Madre, que con gran esfuerzo y carácter emprendedor, a pesar de las múltiples adversidades experimentadas a lo largo del camino, ha sabido darme educación y valores, armas que me ha inculcado para cumplir cada uno de mis objetivos trazados a lo largo de esta vida y que ha llevado a formarme como persona y profesional, para asumir con humildad y responsabilidad los avatares de la vida.

A todos mis amigos de siempre, que me han brindado su apoyo en los momentos más difíciles de mi vida, con los cuales he compartido mis tristezas y alegrías, desde mi niñez hasta el día de hoy, muchas gracias, siempre los llevo presente donde quiera que estén porque han sido mi verdadera familia.

A todos mis amigos de la universidad que me han dado su apoyo en su oportunidad a lo largo de mis días como estudiante universitario, su amistad y valoración han sido cómplices de esta graduación.

Al Ing. Luis Fernando Arévalo Rengifo, empresario Agroindustrial, quien representa, como mentor de mi formación profesional fuera de las aulas universitarias, con su orientación, confianza y experiencia profesional, me servido para desarrollar mis aptitudes profesionales y enfrentar con éxito cada uno de los retos laborales.

A mis primos, Cesar y Carlos Castillo Del Aguila, que han colaborado para ampliar mi conocimiento y formación profesional, desde el colegio hasta el fin de la universidad y a todas aquellas personas que me han apoyado a lo largo de mi vida, con sus enseñanzas, colaboración y amistad, mil gracias, esta graduación también es el fruto de su esfuerzo.

AGRADECIMIENTO

Al Proyecto de "Promoción de Piñón Blanco" de la Dirección Regional Agraria San Martín y al proyecto "Desarrollo de ecotipos a través de la investigación del cultivo de Piñón Blanco (*Jatropha Curcas L.*) en la Región San Martín" de la estación experimental "El Porvenir" del INIA; proyectos que me ha brindado a través de su personal, orientación, materiales e insumos necesarios para la elaboración del perfil y la ejecución de la tesis.

Al técnico Agropecuario, Efraín Ushiñahua Vela, gerente de campo de la empresa Verdal RSM Perú Sac, por haberme brindado todas las facilidades para obtener el aceite de Piñón Blanco de las instalaciones de su representada.

Al técnico de laboratorio, Guido Saavedra Vela, por haber dado todas las facilidades para realizar la ejecución de la tesis en las instalaciones del laboratorio de TEPANAL de la UNSM-Tarapoto.

Al Ing. Arquímedes Tello Díaz, docente de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la UNSM-Tarapoto, por haber brindado su apoyo, dedicación, preocupación y asesoramiento para la ejecución y presentación de la tesis.

Al Ing. Richer Garay Montes, docente contratado en la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la UNSM-Juanjui, por haberme brindado su confianza, consejos y co-asesoramiento para el desarrollo de este trabajo de investigación.

A todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la UNSM-Tarapoto, quienes me han brindado su apoyo, preocupación, asesoramiento y facilidades para la ejecución y presentación de la tesis.

INDICE

RESUMEN.....	11
SUMMARY	12
I. INTRODUCCIÓN.....	13
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 PIÑÓN BLANCO.....	15
2.1.1 Origen.....	15
2.1.2 Clasificación botánica.....	15
2.1.3 Características morfológicas del Piñón blanco.....	16
2.1.4 Usos.....	20
2.1.5 Extracción de aceite de Piñón Blanco.....	22
2.2 EL JABÓN.....	29
2.2.1 Historia del jabón.....	30
2.2.2 Insumos para la fabricación del jabón.....	32
2.2.3 Propiedades.....	54
2.2.4 Efectos de la temperatura en la fabricación del jabón.....	60
2.2.5 Clasificación de los jabones.....	65
2.2.6 Métodos de elaboración.....	66
2.2.7 Acabado del jabón.....	69
2.2.8 Tipos de jabones.....	71
2.2.9 Contaminación por jabones.....	80
III. MATERIALES Y METODOS.....	83
3.1 MATERIALES:.....	83
3.1.1 Lugar de ejecución experimental del proyecto.....	83
3.1.2 Materia prima, insumos y Reactivos.....	83
3.1.3 Materiales de laboratorio.....	84
3.1.4 Equipos.....	85
3.2 METODOS.....	85
3.2.1 Método de elaboración de jabón sólido a partir de aceite de Piñón Blanco.....	85
3.2.2 Diseño experimental.....	86

3.2.3	Descripción de proceso.....	86
3.2.4	Métodos de análisis del producto final.....	89
3.2.5	Métodos estadísticos.....	98
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	99
4.1	ANÁLISIS QUÍMICO DEL ACEITE DE PIÑÓN BLANCO.....	99
4.2	TRATAMIENTO DE LA GLICERINA CRUDA.....	100
4.3	ELABORACIÓN DE JABÓN.....	101
4.4	ANÁLISIS FÍSICOS DE LOS TRATAMIENTOS.....	103
4.4.1	Determinación del índice de color IC:.....	103
4.4.3	Determinación de pH de los tratamientos.....	109
4.4.4	Determinación de la densidad aparente de los tratamientos.....	112
4.4.5	Determinación de la textura.....	114
4.5	ANÁLISIS DEL QUÍMICO DE LOS TRATAMIENTOS.....	117
4.5.1	Determinación del álcali libre.....	117
4.5.2	Determinación de materia insaponificable.....	119
4.5.3	Determinación de ácidos grasos crudos totales.....	121
4.6	ANÁLISIS SENSORIAL.....	123
4.6.1	Apariencia.....	123
4.6.2	Color.....	125
4.6.3	Olor.....	127
4.6.4	Textura.....	129
V.	CONCLUSIONES.....	132
VI.	RECOMENDACIONES.....	133
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	134
VIII.	ANEXOS.....	137

INDICE DE CUADROS

Cuadro n° 1: Análisis físico-químico del aceite de piñón blanco de diferentes ecotipos, comparación con la norma DIN 51605.	27
Cuadro n° 2: Propiedades físicas y químicas de grasas	44
Cuadro n° 3: pH de jabones comerciales.	60
Cuadro n° 4: Temperaturas de procesamiento y características de la elaboración de jabón.	65
Cuadro n° 5: Requisitos que debe cumplir un jabón de lavar	79
Cuadro n° 6: Diseño experimental	86
Cuadro n° 7: Escala hedónica.	98
Cuadro n° 8: Estructura para el análisis estadístico	98
Cuadro n° 9: Determinación del índice de acidez	99
Cuadro n° 10: Determinación del índice de saponificación.	100
Cuadro n° 11: Tratamiento de glicerina cruda.	100
Cuadro n° 12: Análisis de varianza de la determinación de ic de los tratamientos.	105
Cuadro n° 13: Análisis de varianza de la determinación de humedad de los tratamientos.	107
Cuadro n° 14: Análisis de varianza de la determinación de pH de los tratamientos.	110
Cuadro n° 15: Análisis de varianza de la determinación de la densidad aparente de los tratamientos.	112
Cuadro n° 16: Análisis de varianza de la determinación de textura de los tratamientos.	114
Cuadro n° 17: Análisis de varianza de la determinación de álcali libre de los tratamientos.	118
Cuadro n° 18: Análisis de varianza de la determinación de materia insaponificable de los tratamientos.	120
Cuadro n° 19: Análisis de varianza de la determinación de ácidos grasos crudos totales de los tratamientos.	122
Cuadro n° 20: Análisis de varianza de apariencia de los jabones.	124
Cuadro n° 21: Análisis de varianza de color de los jabones.	126
Cuadro n° 22: Análisis de varianza de olor de los jabones.	128
Cuadro n° 23: Análisis de varianza de textura de los jabones.	130

INDICE DE FIGURAS.

Figura n° 1: Partes de la planta de Piñón Blanco	17
Figura n° 2: Extracción de aceite de Piñón Blanco	26
Figura n° 3: Estado de madurez de Piñón Blanco-ecotipo Totorillayco.....	28
Figura n° 4: Característica del Aceite de Piñón Blanco según su estado de madurez, del ecotipo Totorillayco	28
Figura n° 5: Formula química del jabón.	30
Figura n° 6: Contaminación de los ríos por jabón.	81
Figura n° 7: Elaboración de jabón de aceite de Piñón Blanco.....	89
Figura n° 8: Rendimiento de jabón a partir de la pasta inicial.....	102
Figura n° 9: Efecto de la temperatura sobre la velocidad de trazado o cuajado en la elaboración de jabón.....	103
Figura n° 10: Diagrama de espacios de color (I*, a*, b*).	104
Figura n° 11: Prueba de Tukey para el IC de los tratamientos.....	105
Figura n° 12: Medición del color del jabón.....	106
Figura n° 13: Prueba de Tukey para la humedad de los tratamientos.....	108
Figura n° 14: Determinación de humedad de los tratamientos.....	109
Figura n° 15: Prueba de Tukey para el pH de los tratamientos.....	111
Figura n° 16: Determinación de pH de los tratamientos.....	111
Figura n° 17: Prueba de Tukey para la densidad aparente de los tratamientos. .	113
Figura n° 18: Prueba de Tukey para la textura de los tratamientos.....	116
Figura n° 19: Determinación de la textura de los tratamientos.....	117
Figura n° 20: Prueba de Tukey para la alcalinidad libre de los tratamientos.	119
Figura n° 21: Prueba de Tukey para la materia insaponificable de los tratamientos.....	121
Figura n° 22: Prueba de Tukey para los ácidos grasos crudos totales de los tratamientos.....	123
Figura n° 23: Prueba de Tukey para la apariencia de los tratamientos y jabones comerciales.....	124
Figura n° 24: Prueba de Tukey para el color de los tratamientos y jabones comerciales.....	126
Figura n° 25: Prueba de Tukey para el olor de los tratamientos y jabones comerciales.....	128
Figura n° 26: Prueba de Tukey para la textura de los tratamientos y jabones comerciales.....	130
Figura n° 27: Análisis sensorial de jabones.....	131

INDICE DE ANEXOS.

Anexo n° 1: Resultados obtenidos de la medición de color de los tratamientos	138
Anexo n° 2: Resultados de los análisis físicos de los tratamientos.	140
Anexo n° 3: Resultados de los análisis químicos de los tratamientos.	141
Anexo n° 4: Resultados de las evaluaciones sensoriales.	142
Anexo n° 5: Ficha empleada para análisis sensorial.	143
Anexo n° 6: Comparación por Tukey de los análisis físicos de los tratamientos.	144
Anexo n° 7: Comparación por Tukey de los análisis químicos de los tratamientos.	145
Anexo n° 8: Comparación por Tukey de las características organolépticas de los jabones.	146
Anexo n° 9: Sistema CIELAB.	147
Anexo n° 10: Análisis químicos previo realizados al aceite de Piñón Blanco.	148
Anexo n° 11: Refinación de la glicerina.	149

RESUMEN.

En el presente trabajo de investigación se da a conocer el uso del aceite de Piñón Blanco (*Jatropha curcas* L.), con un índice de acidez inadecuado para el proceso de transesterificación; en mezcla con glicerina tratada, proveniente de la producción de biodiesel, en un porcentaje de 0, 5 y 10%, para elaboración un jabón sólido de lavar, utilizando el aceite de Piñón blanco con temperaturas de 50, 60 y 70°C, para su ingreso al proceso y para determinar sus características físicas, químicas y organolépticas.

Con esta experimentación bi-factorial se obtuvo nueve (9) tratamientos, determinando dentro de los aspectos físicos; el índice de color, formación y estabilidad de espuma, humedad, pH, consistencia dentro del agua, densidad aparente y dureza, utilizando métodos analíticos con equipos y materiales de laboratorio, asimismo para determinar las características químicas, se siguió el método de la Norma Técnica Peruana para determinar el índice de álcali libre, materia insaponificable y ácidos grasos crudos totales, por otro lado mediante una evaluación sensorial se determinó la apariencia, olor, color y textura utilizando como testigo dos jabones de lavar comercial.

Los resultados obtenidos de las características físicas demostraron que existe efecto por la incorporación de la glicerina, temperatura de proceso y de la interacción de ambos sobre el jabón obtenido de cada tratamiento, mientras que los análisis químicos determinaron que todos los tratamientos se encuentran dentro de los parámetros que exige la NTP para jabón de lavar.

Los resultados de los análisis sensoriales demostraron que los tratamientos han tenido menor aceptación al compararlos con los jabones comerciales, sin embargo estas deficiencias se puede mejorar con la incorporación de otros compuestos. En conclusión para elaborar jabón con aceite de piñón blanco no se debe utilizar temperaturas superiores a 50°C y mezcla con más de 5% de glicerina tratada, debiendo incluir en caso de querer mejorar la cantidad de espuma otro aceite que permita dotar de esta característica al jabón.

SUMMARY

In the present investigation is disclosed the use of oil Pinon Blanco (*Jatropha curcas* L.), with an index of acidity inappropriate for transesterification process; treated mixture with glycerine from biodiesel production, in a percentage of 0, 5 and 10%, for preparing a solid soap, using the white oil temperatures sprocket 50, 60 and 70 ° C, for admission process and to determine their physical, chemical and organoleptic characteristics.

This bi-factorial experimental nine (9) was obtained treatments, determining within the physical aspects; the rate of color formation and stability of foam, moisture, pH, consistency in water, bulk density and hardness, using analytical methods with laboratory equipment and materials, also to determine the chemical characteristics, the method of the technical standard was followed Peruvian to determine the rate of free alkali, total crude unsaponifiable matter and fatty acids, on the other hand by a sensory evaluation of appearance, odor, color and texture as a control was determined using two commercial wash soap.

The results of the physical characteristics showed there effect of incorporation of glycerin, process temperature and the interaction of both on soap obtained from each treatment, while chemical analysis determined that all treatments are within the parameters required by the NTP for laundry soap.

The results obtains of the sensorial analysis stated the treatments have been a less acceptance to different of the commercial soaps, however this deficient can be better with the incorporation of other compounds.

In conclusion to make soap with white gear oil should not be used at temperatures above 50 ° C and mixed with more than 5% glycerol treated and should be included in case you want to improve the amount of oil that allows foam to provide 12this feature soap.

I. INTRODUCCIÓN

El Piñón blanco (*Jatropha curcas L.*), es una especie forestal que se puede encontrar comúnmente a lo largo de toda la Región San Martín en estado silvestre, su contenido de aceite en las semillas la ha servido para ser utilizada como una importante fuente de energía y medicina antiguamente.

Valiéndose de esta experiencia el Piñón Blanco ha vuelto a generar grandes expectativas en la Región, esta vez para como materia prima para la producción de biocombustibles, es por ello que diferentes instituciones públicas y privadas vienen trabajando para consolidar un paquete tecnológico del cultivo que se adecue a las diferentes condiciones edafoclimáticas de nuestra Región.

En ese sentido el Gobierno Regional de San Martín mediante la ordenanza N° 027-2008-GRSM/CR, declara de interés regional y de necesidad pública el desarrollo de la actividad bioenergética, y creando así del Programa de Biocombustibles de la Región San Martín – PROBIOSAM; es por ello que se estableció el proyecto de “Promoción del Piñón blanco con las Agencias Agrarias, para aprovechar el potencial agrícola en tierras deforestadas y degradadas de la Región San Martín”, ejecutada por la Dirección Regional Agraria San Martín, paralelo a ello la estación experimental el Porvenir-INIA, logro ejecutar el proyecto “Desarrollo de eco tipos a través de la investigación del cultivo de Piñón Blanco en la Región San Martín”, con la finalidad de validar el paquete tecnológico del cultivo.

Por estas razones en la Región de San Martín, se ha logrado instalar aproximadamente 900 hectáreas de Piñón Blanco, entre beneficiarios del proyecto Piñón y empresas privadas, que hoy en día se han visto abandonadas en su mayoría, por su inviabilidad económica con respecto al mercado de biocombustibles y la falta de alternativas de mercado para el cultivo en general.

Uno de los factores que determina el rendimiento y costo de biodiesel, es el índice de acidez del aceite, razón por la cual se debe manejar un adecuado tratamiento post cosecha y de almacenamiento del aceite crudo, caso contrario se podrán registrar altos índices de acidez, lo que obligaría a realizar un pretratamiento antes de la reacción de transesterificación, encareciendo así la producción del biocombustible. Sin embargo el uso del aceite crudo como insumo para la producción de jabón, merece otra connotación, ya que permite el aprovechamiento del aceite con un índice de acidez fuera del recomendado para transesterificación, generando así una alternativa más de mercado para este producto que podría repercutir en la formación de una nueva cadena productiva en caso de alcanzar su viabilidad económica.

En ese sentido el presente trabajo de investigación busca contribuir a analizar una alternativa comercial para el uso de aceite de Piñón Blanco con un índice de acidez mayor a dos (2 mg KOH/gr grasa) con la incorporación de la glicerina cruda, subproducto de la producción de biodiesel, para la elaboración de jabón sólido de lavar.

OBJETIVOS

Objetivo general:

- ◆ Propender el uso del aceite de Piñón Blanco como materia prima para la elaboración de un jabón sólido que cumpla la norma técnica peruana.

Objetivos específicos:

- ◆ Determinar el índice de acidez y saponificación del aceite de Piñón blanco.
- ◆ Determinar el diseño tecnológico más apropiado para la elaboración de jabones solidos a partir de aceite de Piñón Blanco.
- ◆ Determinar aspectos sensoriales, físicos y químicos de los jabones obtenidos de los diferentes tratamientos.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 PIÑÓN BLANCO.

2.1.1 Origen.

La mayoría de los estudios concluyen que el origen del piñón es América Central y México. Se tiene conocimiento que desde épocas precolombinas esta planta ha sido cultivada por sus propiedades medicinales para el tratamiento de enfermedades en humanos y animales domésticos (más de 200 tratamientos), precisamente por esa razón, se cree que los pueblos indígenas la distribuyeron por toda América del Sur. Por su valor como cerca viva, producción de aceite y propiedades medicinales, el piñón hoy se encuentra ampliamente diseminado en África y Asia.

2.1.2 Clasificación botánica.

Reino: Plantae

Sub reino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta.

Clase: Magnoliopsida

Sub clase: Rosidae.

Orden: Euphorbiales

Familia: Euphorbiacea

Género: Jatropha

Especie: Curcas

(Bártoli, 2008)

Nombre binominal: *Jatropha curcas*. El nombre del género *Jatropha* se deriva del griego *iatrós* que significa "doctor" y *trophé* "alimento" por sus propiedades medicinales.

Nombre común: Piñón (Honduras, Guatemala, México), Tempate (Nicaragua, El Salvador, Costa Rica), Coquillo (Costa Rica), Piñón Blanco (Perú, Ecuador), Nuez purgante y piñoncillo (México), Pinhao Manso o Piñón Manso (Brasil).

Otros idiomas: Inglés se conoce como physic nut y purging nut, en portugués: purgueira, en francés: pignon d'Inde y pourghère, en holandés: purgeernoot, etc.

2.1.3 Características morfológicas del Piñón blanco.

El piñón es un arbusto que en forma natural puede crecer entre los 4 y 6 metros de altura, aunque en casos excepcionales alcanza los 8 metros, logra mantenerse en forma productiva por más de 40 años. Cuando se propaga por semilla (reproducción sexual), la planta posee un abundante sistema radicular, con una raíz pivotante o principal y 4 laterales bien desarrolladas, esta característica es de valiosa importancia ya que le permite mayor capacidad de absorción de agua, fijación en el terreno y reducción de la erosión del suelo.

Cuando la planta se ha reproducido por estaca (reproducción asexual) no desarrolla la raíz principal haciéndola más vulnerable a la sequía y al acame (derribamiento de las plantas por vientos, peso, etc).

Tal como se puede observar, en la figura n° 1 se muestra las partes más representativas de la planta.



Figura n° 1: Partes de la planta de Piñón Blanco

Fuente: Francisco Tello Perú Sac, 2010

El tallo es liso, macizo, con escamas lúcidas, color verdoso ceniciento castaño. La madera, es poco resistente y blanda. El tronco o fuste puede medir hasta 20 centímetros (cms.) de diámetro. La copa del árbol es irregular, con numerosas ramificaciones, sin embargo, se logra obtener copas uniformes luego de ser podados. Las ramas generalmente son delgadas y flexibles. Tanto el tallo como las ramas poseen látex (savia), sustancia lechosa color blanquecina, que emerge al menor golpe.

Las hojas se forman normalmente con 5 a 7 lóbulos acuminados poco profundas y grandes, con 5 nervaduras pubescentes en

envés. Las nervaduras son blanquecinas, resaltadas o salientes en la parte interior de la lámina foliar. El ancho de las hojas es de 9 a 15 centímetros. El piñón es una planta caducifolia por lo que en la época de verano deja caer las hojas permitiéndole reducir al máximo el consumo de agua, por esta razón la planta puede resistir fuertes períodos de sequía.

Las hojas están unidas a las ramas del árbol por largos pecíolos con una longitud de 10 a 15 centímetros. La floración se forma principalmente en las axilas de las hojas terminales de cada rama, por ello, es de suma importancia realizar podas de formación y producción desde temprana edad. El piñón es una planta monoica, eso significa que posee flores masculinas y femeninas, en raras ocasiones se puede encontrar inflorescencia de un solo sexo.

Las flores son pequeñas (6-8 mm), de color verde-amarillento, ocasionalmente se encuentran flores hermafroditas (con pistilos y estambres). La floración puede iniciar entre los primeros tres a cinco meses después de haber germinado y obtener su primera producción de frutos entre los seis a nueve meses, sin embargo, su mayor nivel de producción lo alcanza a partir del quinto año.

La inflorescencia brota en forma de racimo, las flores son polinizadas por varios insectos, ejemplo, las abejas. Las flores femeninas están ubicadas en el centro del racimo y las masculinas en la parte externa. La planta tiene capacidad para mantener floración durante todo el año, sin embargo, la producción de flores dependerá de la humedad y fertilidad del suelo.

El periodo de desarrollo de las flores depende del sexo, las femeninas se desarrollan de 3 a 6 días, mientras que las masculinas lo logran de 12 a 14 días. Para fines productivos es muy importante contar con una buena polinización, por ello, la necesidad de incorporar agentes polinizadores y tener una relación

adecuada de femeninas/masculinas (100 flores masculinas por cada 18-20 flores femeninas).

Los frutos tienen forma semi-ovoide de aproximadamente 4 centímetros de largo, su color inicial es verde, al madurar adquieren un color amarillo y finalmente café oscuro cuando ya está seco. Cada fruto posee en promedio 3 semillas (puede variar de 2 a 4 semillas por fruto) y cada racimo produce aproximadamente 10 frutos ovoides o más. El desarrollo del fruto necesita 90 días desde la floración hasta que madura la semilla.

Las semillas tienen forma elipsoidal, son de color café oscuro, con un tamaño promedio de dos (2) centímetros de largo por uno (1) de ancho. El peso de la semilla fresca es casi el doble de la semilla seca; mil (1,000) semillas frescas pesan entre 0.750 y 1.0 kilogramo³, mientras que mil (1,000) semillas secas pesan aproximadamente entre 0.375 y 0.5 kilogramo. Este dato es importante para calcular la cantidad de semilla que se requiere para determinada área de cultivo de piñón. En el caso de la variedad cabo verde, un kilo de semilla para siembra, con peso y tamaño adecuado, tiene entre 1,050 y 1,200 semillas.

La semilla del piñón contiene abundante aceite (30 a 37% en promedio), en la gran mayoría de las variedades no es apto para el consumo humano o animal ya que posee componentes tóxicos (cursina, diterpine, etc.). En México existen variedades que no son tóxicas.

La semilla contiene una almendra encerrada en una cascarilla. La almendra es de color blanco y tiene un sabor similar al cacahuate (maní), por tal razón se debe evitar que los niños la consuman ya que la mitad de una de ellas es capaz de provocar un fuerte efecto laxante y tres o más pueden provocar la muerte de un adulto.
(SNV, 2014)

2.1.4 Usos.

a. Reforestación agrícola.

Es una especie de uso potencial en áreas deforestadas, constituyendo una excelente alternativa en suelos marginales, ociosos y agotados, con una vida útil de 30- 50 años. En los trópicos se cultiva ampliamente como cercas vivas, puesto que las hojas, ni los tallos, ni los frutos son consumidos por el ganado. Crece sin necesidad de protección y puede usarse como seto para proteger los cultivos. Ampliamente usada como sombra y ornato en parques y jardines. En México y Guatemala se ha usado durante largo tiempo como planta hospedera de un insecto que produce una laca muy apreciada, que se utiliza como barniz para pulir guitarras y otros artículos de madera.

b. Comestible

Las semillas son purgantes, pero tostadas pierden parcialmente esa propiedad y suelen comerla en algunas regiones de México. Esta planta ha sido considerada tóxica pues se ha encontrado en la semilla la presencia de alcaloides conocidos como ésteres de forbol, que provocan el efecto purgante y algunos otros síntomas. Solamente en México, se han encontrado variedades con muy bajo contenido de toxinas, las cuales son consumidas después de tostar y en la preparación de platillos tradicionales por los pobladores de la Región de Papantla en Veracruz, Othón P. Blanco en Querétaro.

La torta que resulta de la extracción de aceite, si proviene de variedades tóxicas solamente se puede usar para fabricar abonos, extraído los alcaloides o si la torta procede de semillas comestibles, la torta puede ser utilizada en alimentación animal.

c. Medicinal

Se aplica localmente para tratamiento de algodoncillo, fuego labial y mal de boca, se le atribuyen propiedades abortivas. Las hojas maceradas en aceite de ricino se utilizan en medicina casera para apresurar la supuración de los granos infectados. El jugo que mana del tronco (la savia) se emplea como hemostático y para contener hemorragias en heridas no graves, por su propiedad de coagular la sangre de inmediato. El látex tiene propiedades antibióticas contra algunas bacterias, además de efectos coagulantes y se aplica directamente en heridas y cortes como antiséptico, y para sarpullidos, quemaduras e infecciones de la piel.

d. Industrial.

También se usa para preparar barnices después de ser quemado con óxidos de hierro, o como un excelente sustituto para aceites industriales. En Europa se usa en el hilado de lana y manufacturas textiles. Se usa junto con cenizas de quemar plátano para hacer un duro jabón casero. El jugo de la hoja tiñe las telas de un color negro indeleble. La corteza tiene un 37% de taninos que dan un colorante azul oscuro. El látex también tiene un 10% de tanino y se puede usar como tinta.

e. Combustible.

El aceite de la semilla es una fuente de energía renovable no convencional, de bajo costo y amigable con el ambiente, además de ser un sustituto para diésel, keroseno y otros combustibles. El aceite se usó en motores en África durante la segunda guerra mundial. Quema sin producir humo y ha sido empleado para la iluminación de algunas calles cerca de Río de Janeiro. La cáscara del fruto y las semillas puede usarse como combustible. Las

semillas secas, cubiertas de aceite de palma se usan como antorchas, que se mantienen encendidas incluso con fuerte viento.

f. Captura de carbono.

La captura de carbono en plantaciones de *Jatropha*, así como en otros tipos de plantaciones, ocurre únicamente durante el desarrollo de las plantas hasta llegar su estado de madurez. Es en troncos y ramas donde el carbono queda almacenado. La cantidad de carbono (CO₂) que el árbol captura, consiste sólo en el pequeño incremento anual que se presenta en la madera del árbol multiplicado por la biomasa del árbol que contiene carbono.

Entre 40% y 50% de la biomasa de un árbol (madera: materia seca) es carbono. Es necesario conservar los árboles para evitar que el carbono (CO₂) contenido en ellos se emita a la atmósfera. **(ALFONZO, 2008)**

2.1.5 Extracción de aceite de Piñón Blanco.

A continuación se describen cada uno de los procesos unitarios que podrá permitir la extracción de aceite crudo de Piñón Blanco. **(PETROPERÚ, 2014)**

a. Recepción de materia prima.

Actividad que podrá permitir el abastecimiento de materia prima desde los módulos agrícolas, para ello se debe tener en cuenta el transporte de semilla con un contenido de humedad que puede variar de 12 a 50% aproximadamente.

Una vez en planta se deberá controlar el peso, humedad, contenido de aceite y el origen de la materia prima, para tener una referencia de la calidad del producto a procesar.

b. Pre-Secado:

En el caso de reportar una semilla con una humedad mayor a 15%, se deberá trasladar a un sistema de pre-secado por convección natural con la finalidad de homogenizar su humedad hasta alcanzar entre 12 a 15%.

c. Limpieza:

Una vez que se logre obtener la humedad deseada, se deberá realizar un pre limpieza para la eliminación de materiales extraños que podrían haber recogido en el proceso de cosecha y despulpado, para posteriormente ingresar a una tolva de recepción desde donde se deberá enviar al siguiente sistema.

d. Secado y almacenamiento.

Este sistema tiene como objetivo obtener materia prima con 8% de humedad y almacenar con las condiciones necesarias para mantener la calidad del grano y del aceite en su interior, mayores tenores de humedad pueden generar problemas de operación durante el prensado y representar un riesgo para su almacenamiento.

Este proceso deberá ser controlado para evitar la acumulación de grano por largo tiempo, con un año de almacenamiento solo se puede lograr extraer un 20% de aceite.

e. Limpieza y selección.

Etapa muy importante para garantizar la protección de los equipos de extracción y el rendimiento de aceite, evitando el ingreso metales, restos vegetales y otros.

En esta etapa la semilla se logra limpiar y seleccionar, obteniendo las condiciones necesarias para la extracción de aceite, posteriormente es enviado por transportadores a la tolva de alimentación del expeller.

f. Prensado de semillas.

Operación que tiene como objetivo extraer el aceite de las semillas de Piñón blanco, para ello el expeller prensa las semillas que se descargaran en su tolva de recepción, desde donde se dosifica la alimentación del equipo.

La torta obtenida como subproducto debe ser tratada según el uso final que tiene como destino.

g. Filtración del aceite.

El aceite de Piñón blanco luego de haber sido extraído, se caracteriza por contener gran cantidad de materia insaponificable, como resinas y partículas finas vegetales, los cuales deberán ser eliminados en dos (2) etapas:

- ◆ **Sedimentación:** tiene como objetivo precipitar las impurezas contenidas en el aceite recién extraído, este método utiliza el principio de la diferencia de peso donde se puede separar entre 20% a 25% del volumen total del aceite crudo. la torta o sedimento obtenido en esta etapa deberá pasar por un separador de fluidos conjuntamente con los residuos obtenidos en la segunda etapa de la filtración, para extraer la mayor cantidad aceite posible.
- ◆ **Filtración:** Consiste en separar las impurezas del aceite proveniente de la etapa de sedimentación, utilizando para ello un equipo especial denominado filtro prensa, constituido por una

serie en línea de tamices de tela y papel, un sistema recepción de aceite y una bomba de succión-inyección; el producto obtenido en esta etapa, libre de impurezas, deberá ser trasladado lo más rápido posible para evitar su deterioro por contaminación.

h. Almacenamiento y despacho.

Operación que tiene como objetivo almacenar y llenar las cisternas remolque para transportar el aceite de Piñón blanco al centro de producción de biodiesel.

El aceite proveniente de la operación de filtrado, transportado por medio de bombas de acero inoxidable, deberá ser depositado en los tanques de almacenamiento, de acero al carbono revestidos de pintura epóxica, e inertizar la cabeza de su ambiente, con nitrógeno, para evitar la rancidez oxidativa del aceite.

Hasta el momento en el país no se ha podido registrar experiencia de comercialización de aceite de Piñón Blanco, sin embargo existen diferentes estudios que se han realizado a este producto, para poder usar como insumo en la industria de Biodiesel, fijando parámetros de calidad con la que debe cumplir, sin embargo esto va depender del tipo de tecnología que se deba aplicar.
(PETROPERÚ, 2014)

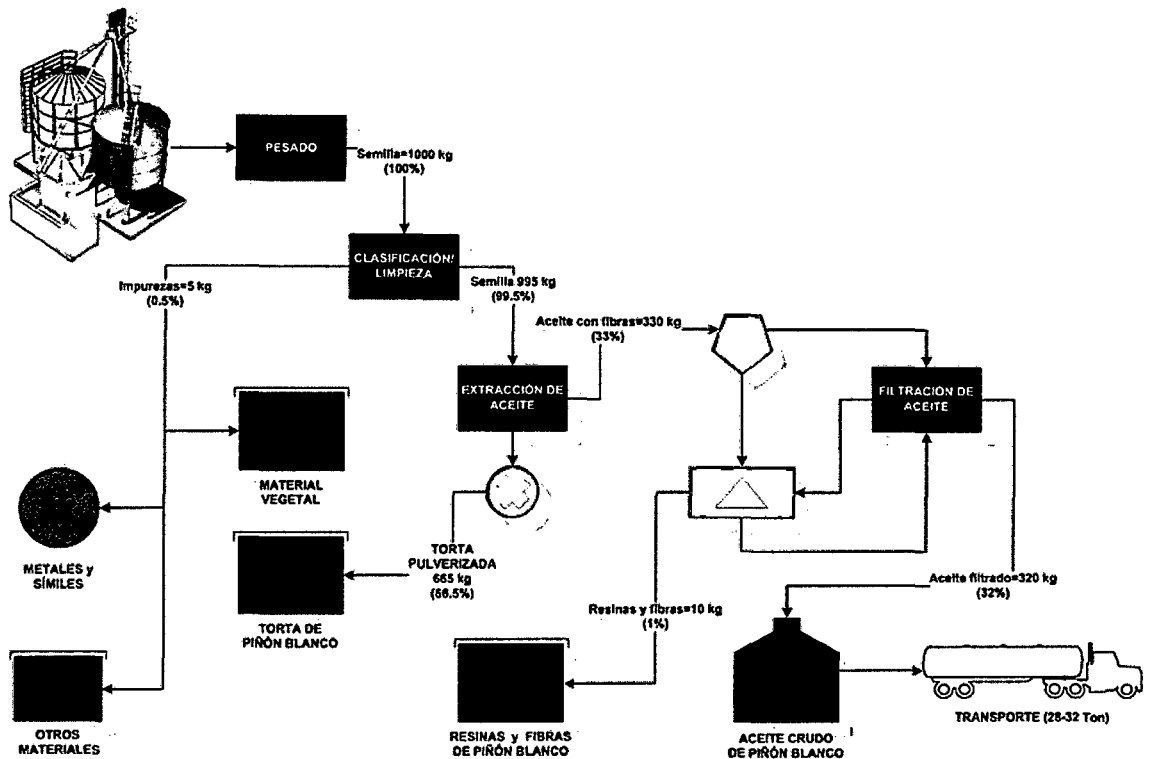


Figura n° 2: Extracción de aceite de Piñón Blanco.

Fuente: PETROPERÚ, 2014.

Debido a sus características, el aceite vegetal puro de Piñón Blanco tiene excelentes propiedades para su utilización como combustible en motores Diésel, también conocidos como motores de encendido por compresión. En general, cualquier motor de Diésel caliente funcionaría con aceite vegetal puro calentado. Sin embargo, los motores de Diésel han sido diseñados y optimizados para su uso con Diésel como combustible. Debido a que algunas propiedades del combustible de aceite vegetal puro se diferencian de las del combustible fósil (Diésel), es necesario crear las condiciones a través de cambios (conversiones y modificaciones) en los motores para adaptarlos al uso de biocombustibles.

Estudios realizados determinaron que el aceite de piñón tiene en su composición principalmente ácido oleico (44.7%) y linoléico

(32.8%) en el perfil de ácidos grasos insaturados lo cual demuestra que es un aceite líquido a temperatura ambiente por su alto nivel de insaturación. Además se determinó que contiene en general un nivel de ácidos grasos mono insaturados de 45.5%, poli insaturados del 33% y saturados del 21.6% y tiene un perfil muy parecido al de otros productos agrícolas usados para alimentación humana y producción de biodiesel (FLORES, 2010).

A continuación en el cuadro n° 1, se puede apreciar los resultados de los análisis físicos químicos realizados a diferentes ecotipos nacionales, bajo la norma DIN 51605.

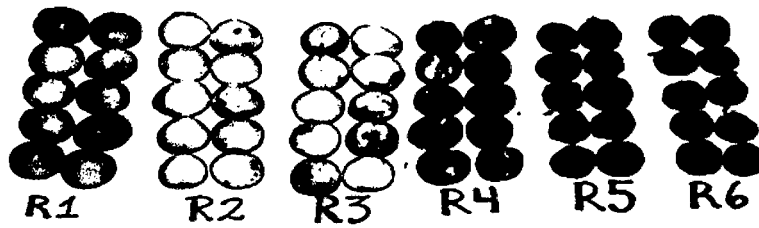
Cuadro n° 1: Análisis fisico-químico del aceite de piñón blanco de diferentes ecotipos, comparación con la norma DIN 51605.

IDE	PRUEBAS DE PARAMETROS	LIMITE	UNIDAD	TOTORYLLACO	BARRANQUITA	CABALLOCO CHA	CAJAMARCA	JAEN
1	Densidad (a 15°)	900 -930	kg/m3	918,4	918,6	918,6	919,1	919,9
2	Punto de inflamación o encendido	min 220	°C	266,0	264,0	258,0	270	252,0
3	Viscosidad cinemática 40°C	máx. 36.0	mm2/s	35,08	34,85	34,95	34,27	34,50
4	Valor calorífico	min3600	KJ/kg	36937	37119	37319	37398	36801
5	Número de Cetano	min 39		48,2	47,6	49,6	45,6	46,0
6	Residuos de carbono o coque	máx. 0,40 %	% (m/m)	0,27	0,26	0,39	0,27	0,26
7	Índice de yodo	95 -125	Iod/100g	97	98	98	102	99
8	Contenido de Azufre	máx. 10	mg/kg	< 1	1,5	2,6	1,6	2,7
9	Índice de acidez	máx. 2.0	mg KOH/g	1,32	2,87	1,83	3,77	5,00
10	Resistencia a la oxidación 110°C	min 6.0	h	11,1	10,1	9,9	9,5	13,8
11	Contenido de Fósforo	máx. 12	mg/kg	6,7	11.7	7,5	8,0	16,9
12	Contenido de Magnesio y Calcio	máx. 20	mg/kg	5,1	8,7	5,9	6,3	10,4
13	Contenido de ceniza	max 0.01	% (m/m)	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
14	Contenido de Agua	máx. 750	mg/kg	730	739	754	769	626
15	Índice de saponificación	max. 195	mg KOH/g	184.55	187.76	187.28	188.35	181.05

Fuente: INIA-EI Porvenir, 2010.

En las figuras n° 3 y 4, se muestra las características físicas y químicas según el estado de madurez de fruto del Piñón Blanco.

Determinación época de cosecha en piñón blanco (*Jatropha curcas*).



- R1: Verde
- R2: Pintón o semi maduro
- R3: Maduro
- R4: Sobre maduro
- R5: Semi seco
- R6: Seco

Figura n° 3: Estado de madurez de Piñón Blanco-ecotipo Totorillayco.

Fuente: INIA-El Porvenir, 2010

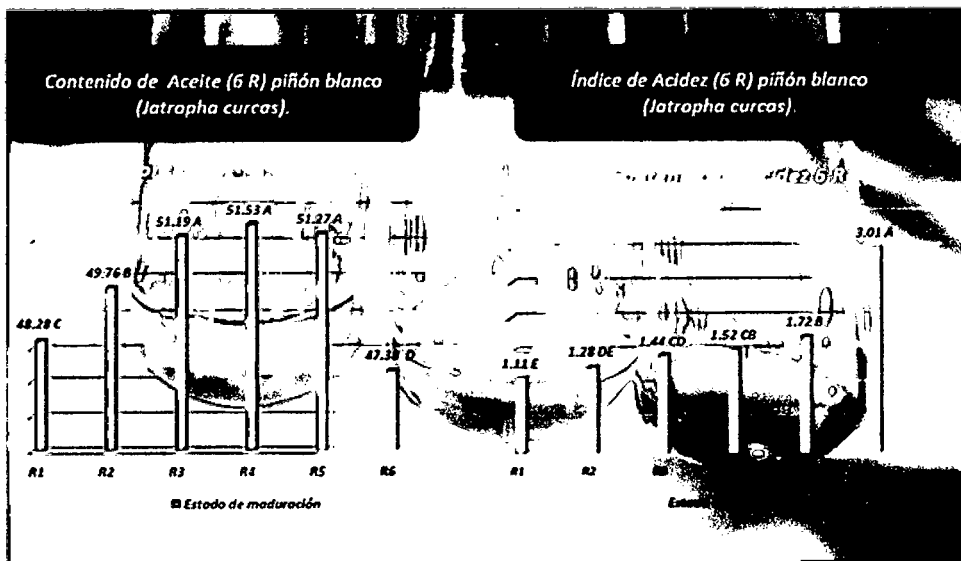


Figura n° 4: Característica del Aceite de Piñón Blanco según su estado de madurez, del ecotipo Totorillayco

Fuente: INIA-El Porvenir, 2010.

2.2 EL JABÓN.

El jabón es un agente limpiador o detergente que se fabrica utilizando grasas vegetales y animales, y aceites. Químicamente, es la sal de sodio o potasio de un ácido graso que se forma por la reacción de grasas y aceites con álcali.

El término jabón comprende las sales de sodio o potasio de varios ácidos grasos, pero principalmente de oleico, esteárico, palmítico, láurico y mirístico. Durante varias generaciones su uso se ha difundido al grado de que su fabricación se ha convertido en una industria vital para el bienestar y la salud de los seres humanos civilizados. **(AUSTIN, 1989)**

El término jabón se usa generalmente para todas las sales de sodio y potasio de ácidos grasos de peso molecular elevado, especialmente esteárico, oleico, y palmítico y todos los ácidos grasos de los aceites y grasas vegetales y animales. Estos son jabones solubles en agua. Actualmente se incluyen en los jabones, las sales de otros metales pesados y alcalinotérreos, formados por la combinación de estos metales con ácidos grasos, llamados jabones insolubles (en agua). Por el contrario, estos jabones son solubles en aceites grasos y aceites minerales; los de los ácidos grasos no saturados lo son también en bencina, éter, etc.

La elaboración de jabones de sodio y potasio consiste en tratar las sustancias grasas con soluciones de sodio o hidróxido de potasio, obteniéndose el jabón, producto soluble en agua y que tiene propiedades enteramente diferentes a la sustancia grasa empleada. **(GINI, 1945)**

En la figura n° 5, se puede apreciar la fórmula química del jabón.

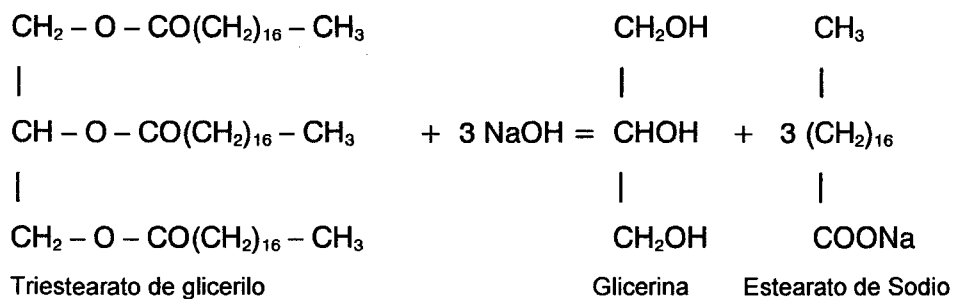


Figura n° 5: Formula química del jabón.

Fuente: GINI, 1945

2.2.1 Historia del jabón.

Según una leyenda romana el jabón fue hecho por el agua de la lluvia, que pasando por la superficie del monte Sapo, se mezcló con la grasa de animales y la ceniza de madera que se encontraba ahí, esa mezcla fue encontrada por los esclavos que trabajaban en el río, los que notaron sus propiedades para limpiar sus manos y la ropa.

La primera referencia literaria sobre el jabón fue encontrada en tabletas de la arcilla realizadas en los años 3000 A.C. en la Mesopotamia. Ahí se podía observar una receta para hacer jabón con una mezcla de potasa y aceite.

En 1.550 A.C. un papiro egipcio, hace referencia a la utilización de sustancias jabonosas para el lavado de ropa y para el tratamiento de enfermedades de la piel, este producto consistía en una mezcla de agua, aceite y ceras vegetales o animales.

Alrededor de los años 600 A.C. los fenicios utilizaban el jabón en la limpieza de las fibras textiles de lanas y en la preparación para tejer los paños.

La fabricación de jabón siguió siendo un arte relativamente primitivo hasta en los años 1500 D.C. cuando se desarrolladas las técnicas que proporcionaron un jabón más puro.

Los primeros colonos norteamericanos una vez instalados, prepararon su propio jabón para no depender de los envíos ingleses. Para ello usaban ceniza de madera y grasa de animales.

A partir de 1789, con la desaparición de los monopolios reales, emerge la industria del jabón haciendo posible tener al alcance de todos estos productos aumentando el aseo personal.

Convirtiendo su uso en un hábito social de uso diario, favoreciendo al cuidado de la piel y evitando contagio de enfermedades gracias a su uso, Europa pasó de 100 millones de habitantes a tener 300 millones ya que la esperanza media de vida se incrementó en 20 años más.

En 1783, el químico sueco que Carl Wilhelm Scheele hirvió aceite de oliva con óxido del plomo, produciendo una sustancia que llamó glicerina. Esta reacción es la que ocurre en el actual proceso de fabricación de jabón.

Durante la segunda guerra mundial, los americanos desarrollaron un tipo de jabón que podía utilizarse con agua del mar, así nació el jabón dermatológico, el menos agresivo de todos los jabones.

No es hasta el siglo XIX, cuando los científicos descubren el papel de las bacterias en el desarrollo del mal olor, que aparecen los primeros desodorantes y consigo los primeros jabones bactericidas. **(GOTA VERDE, 2011).**

2.2.2 Insumos para la fabricación del jabón.

En la fabricación del jabón, los caracteres físicos y químicos del producto dependen directamente de las materias primas empleadas. Los aceites y grasas utilizados para la saponificación con hidróxido de sodio o de potasio pueden ser de cualquier calidad, ya que desde el punto de vista de composición química son perfectamente sustituibles en general. **(CERMEÑO, 1998)**

A continuación se indican los insumos más importantes empleadas en la fabricación de jabones:

a. Álcalis.

Empléase en jabonería, hidróxido de sodio y potasio, y además lejías de carbonato de sodio y potasio. Las de sodio para jabones duros y las de potasio para jabones blandos.

- Soda caustica.- se encuentra en el comercio en solución concentrada (50%), indicando el título en grados baume (Bé), aun es mejor indicarlo en porcentaje de NaOH. Se recibe en solución, cuando hay fábricas de soda caustica cerca. Por lo general se recibe sólida en tambores de 700 libras y se disuelve con vapor. En la industria del jabón se emplea soda cáustica de 76-77% de NaOH.
- Carbonato de sodio.- llamado comúnmente sosa. Se obtiene por los procesos Solvay y Leblanc. Se usa el carbonato de sodio anhidro, llamado ceniza de soda. Otros dos álcalis usados son la potasa caustica y el carbonato de potasio. **(GINI, 1945)**

b. Materias grasas.

Las materias grasas son productos de la naturaleza, que se presentan en estado sólido, pastoso o más menos fluido y coloreado, de tacto untuoso y al depositarse sobre un papel generan una mancha translúcida que va extendiéndose concéntricamente sobre el mismo, protegiéndolo del calor y de la humedad, densidad menor que la del agua, insolubles en este líquido, pero solubles en petróleo, éter, esencias volátiles, bencina etc., liquidables por aportación de calor, entrando en ebullición, a temperaturas superiores a los 240 °C, descomponiéndose entonces; de conductibilidad bastante limitada pero si se sumerge en ellas una trenza de fibras textiles queman como llama bastante persistente, luminosa y brillante, usada desde inmemorial en la iluminación doméstica, si bien desde últimos del siglo pasado ha sido substituido casi en absoluto por el gas de alumbrado y por la electricidad.

Las materias grasas presentan consistencia muy variada: algunas son sólidas, como el cebo y la manteca; semisólidas, como el lardo del cerdo, o líquidas como los aceites procedentes de las numerosas variedades del reino vegetal.

También se emplean numerosas materias grasas que proceden de animales, terrestre y marinos.

Casi todas las materias grasas sufren modificaciones fisicoquímicas esenciales por la acción persistente de los agentes atmosféricos, y en especial por el oxígeno del aire. Ciertos aceites se transforman en masas sólidas, más o menos transparentes, por la acción del aire, y debido a esta propiedad se denominan aceites secantes, otros permanecen líquidos, pero con sensible aumento de su viscosidad y enranciándose, llamándose aceites no secantes, y también existen algunos que por aquella acción

persistente se descomponen en otros cuerpos, como por ejemplo, los aceites de coco, palma, palmiste, etc.

En cuanto a su composición química, están constituidos por el oxígeno, carbono e hidrogeno, si bien la composición elemental de los diversos cuerpos grasos no es idéntica, pues hasta las grasas y cebos procedentes del mismo animal presentan notables diferencias de composición, según la zona de que han sido extraídas, el régimen alimenticio a que han sido sometidos, etc. Se diferencian de los aceites de origen animal, en que estos no contienen oxígeno, siendo combinaciones de carbono e hidrogeno exclusivamente. **(VELEZ, 1969)**.

BLANQUEO DE ACEITES Y GRASAS; para obtener jabones de tocador se requieren productos lo más blancos posibles. Para esto, se hace necesario blanquear el sebo, grasa o aceite antes de saponificación. Se usan muchos métodos, pero el más común consiste en calentar la grasa en un tanque de hierro a 82°C y mientras se agita la más fundida se introduce 1% de sal común seca y después se mezcla completamente el contenido en la caldera y se deja toda la noche. La sal deshidrata la grasa y coagula las substancias proteicas que están en la grasa. La substancia coagulada y la solución de sal se purga desde el fondo del tanque y luego se calienta la grasa a la temperatura de 71°C. Se agrega 5% de tierra fuller y se agita una hora y se bombea a un filtro prensa que se ha calentado previamente con vapor sobrecalentado y secado con aire caliente. **(GINI 1945)**

En cuanto a su composición química los aceites pueden clasificarse en aceites resinificantes, constituidos por glicéridos de ácidos pobres en hidrógeno que sufren oxidación en contacto con el aire y los no secantes comprendiendo, trioleína, con pequeñas cantidades de triesterina y tripalmitina.

En la industria de la fabricación de jabones se consideran las siguientes clases:

- b.1. Aceites vegetales secantes.
- b.2 Aceites vegetales no secantes.
- b.3 Aceites concretos vegetales.
- b.4 Aceites concretos de origen animal.
- b.5 Grasas diversas.
- b.6 Sebos animales y vegetales.

b.1 Aceites vegetales secantes.

En la fabricación de jabones se usan las siguientes materias grasas, comprendidas en esta clasificación: aceites de adormideras, cáñamo, lino y ricino, cuyas propiedades características vamos a exponer a continuación:

- ◆ **Aceite de adormideras.**- El aceite de adormidera, con lejías ligeras de potasa o de sosa, de 12 a 15° Be, se saponifica con facilidad, obteniéndose un jabón pastoso de potasa, amarillento nacarino, brillante y aspecto agradable, de espuma abundante, que se aplica a la fabricación de jabones blandos, en los países del norte de nuestro continente.
- ◆ **Aceite de cáñamo.**- En presencia de lejías débiles de sosa o potasa se saponifica, seguidamente da por resultado un jabón de sosa de consistencia análoga a la de los jabones obtenidos del aceite de algodón; el jabón de potasa es más poroso, transparente, suave, brillante y de coloración más verdosa, aplicándose este último, hasta hace algunos años, en la elaboración de jabones blandos, en que, por la sensible reducción en los cultivos del cáñamo, por haberse substituido

esta fibra por otras de procedencia tropical más resistentes, los jabones blandos se obtienen en la actualidad partiendo de otros aceites vegetales más corrientes.

- ◆ **Aceite de linaza.**- El aceite de Linaza se saponifica bien en presencia de lejías de sosa cáustica de escasa concentración (12 a 15°Be) y ya alcanzada la pastosidad se aplican a continuación lejías más concentradas, resultados un jabón bruno amarillento claro granulado, homogéneo, que se disuelve perfectamente en agua potable, generando espuma abundante; su consistencia es pastosa.
- ◆ **Aceite de ricino.**- Para la saponificación del aceite de ricino es preciso emplear lejías de sosa o potasa de elevada concentración (Hasta 35° Be). Con la lejía de sosa se obtiene un jabón blanco, suavemente verdoso, bastante transparente, de gran consistencia y dureza, soluble en el agua potable y en soluciones saladas o alcalinas.

El aceite de ricino comunica transparencia a todos los jabones a que se aplica, por lo que tiene especial adición a los jabones de tocador, de alta calidad, si se quiere imitar los jabones a base de glicerina. Si se elabora con potasa se obtienen un jabón pastoso, amarillo de oro, de brillo intenso y excelente solubilidad en el agua potable.

b.2 Aceites vegetales no secantes.

Los aceites de este grupo más interesantes en la fabricación de jabones son: de algodón, de almendras dulces, de cacahuate, de camelina, de oliva y de sésamo.

- ◆ **Aceite de algodón.**-El aceite de algodón se saponifica con bastante dificultad por la acción de lejías de escasa

concentración (10 a 12° Be) resultando un jabón de una coloración amarillo oro, pero bastante claro si ha sido elaborado con aceite refinado y ha sido sometido a la acción persistente del aire.

- ◆ **Aceite de almendra:-** El aceite de almendras posee sabor sugestivo, color amarillo dorado, olor agradable, saponificándose con facilidad, pero no se emplea en la fabricación de jabones corrientes por su coste excesivo, utilizándose únicamente en los jabones finos de tocador, en los medicinales y especiales.

- ◆ **Aceite de cacahuete.-**Es de color amarillo rojizo, más o menos intenso, bastante espeso y viscoso, pues llega a contener hasta 25 a 100 de ácidos grasos; se saponifica bien con lejías bastante débiles, pero por su elevado contenido en ácidos grasos resiste las lejías de elevada concentración (15 a 20° Be). El jabón resultante de sosa es bastante duro, de una coloración blanco agrisado o ligeramente amarillo, de escasa solubilidad en el agua y poca espuma.

- ◆ **Aceite de camelina.-** Tiene bastante aplicación, en los países colectores, en la fabricación de jabones blandos, dando un jabón de potasa, pastoso, de una coloración ligeramente amarillenta, bastante transparente, muy espumoso, fácilmente soluble en agua potable, si bien presentando su olor picante característico. Es altamente resistente a las bajas temperaturas, sin congelarse.

- ◆ **Aceite de oliva.-**El aceite de oliva se saponifica con suma facilidad, porque contiene elevado tanto por ciento de ácidos grasos libres, pero en esta fabricación solo se emplea las clases más ínfimas, pues los aceites comestibles son de coste excesivo. El jabón de sosa, llamado también Marsella, es

sólido, blanco o ligeramente amarillento, estructura granulosa fina, y olor agradable, siendo muy solicitado.

- ◆ **Aceite de sésamo.**- El aceite de sésamo usado en la jabonería contiene generalmente hasta 10 a 12 por 100 de ácidos grasos libres, saponificándose con facilidad en presencia de lejías de 12 a 15° Be; su jabón de sosa es blanco rosado, pues las lejías usadas en la acción arrastran generalmente materias colorante que las tiñen de este color; el jabón resultante es bastante soluble en el agua, con formación de espuma blanca abundante.

b.3 Aceites concretos vegetales.

Los aceites comprendidos en este grupo, de mayor aplicación en la elaboración de jabones, son los de basia, coco, copra y palmera o palmiste.

- ◆ **Aceite de basia.**- Este aceite se saponifica con facilidad con lejías ligeras de 10 a 12° Be y con la sosa se obtiene un jabón sólido, amarillo de paja, olor agradable y estructura granulosa suave. También se emplea, en la fabricación de jabones duros, como el aceite de palma y palmiste.
- ◆ **Aceite de coco.**- El aceite de copra se saponifica con suma facilidad en frío con lejías concentradas de 30 a 34° Bé, obteniéndose con la sosa una masa espesa de jabón muy blanco, opaco, duro, olor característico agradable, de elevada solución en el agua potable, con espuma abundantísima. Es muy soluble también en las soluciones salinas.
- ◆ **Aceite de palma y palmiste.**- El aceite de palma destinado a la fabricación del jabón se blanquea calentándolo durante bastante

tiempo hasta una temperatura próxima a la ebullición o adicionándole el 0.5 por 100 de bicromato potásico.

Se saponifica bien con lejías débiles hasta 13° Bé, formando con la sosa una pasta espesa, obteniéndose con ella un jabón consistente, grano muy fino y olor sugestivo. Por lo general, el aceite de palma raras veces se aplica solo en la fabricación de jabones duros; blanqueado y mezclado con otras materias grasas tiene considerable salida en la elaboración de jabones de tocador, blancos y espumosos.

El aceite extraído de los huesos se denomina aceite de palmiste, que es sólido a la temperatura del ambiente, sabor de Avellana y cierto olor almizclado. Se saponifica con facilidad, pero con lejías concentradas hasta 25 a 30° Be, formando una pasta espesa con la sosa ligeramente transparente, generando un jabón amarillento muy consistente y soluble en agua, con abundante espuma. El aceite de palmiste, mezclado con aceite de cacahuate o de algodón en la proporción de un tercio del primero y dos tercios de los otros, produce jabones hermosos, consistentes, de estructura granulosa, muy solubles en el agua y generando espuma abundantísima.

b.4 Aceites concretos de origen animal.

En este grupo las principales materias grasas utilizadas en la fabricación del jabón son los aceites de ballena, arenque, foca, sardina y el oleico.

- ◆ **Aceite de arenque.**- este aceite se extrae de diversas especies de arenques de los mares del norte y de los que bañan las costas de China, Japón y Filipinas. El aceite extraído de estos últimos contiene mayor proporción de glicéridos que los procedentes del mar del norte. Estos aceites contienen del 25

al 40 por 100 de ácidos grasos libres y del 4 al 10 por 100 de materias insaponificables; se aplica en la fabricación de jabones de muy baja calidad, especialmente en verano.

- ◆ **Aceite de ballena.**- Los aceites de ballenas saponifican bastante bien con lejías débiles, pero los jabones resultantes conservan siempre el olor característico de pescado, que puede neutralizarse parcialmente por adición de resina.

Solo tienen aplicación industrial en los jabones duros, produciendo un jabón bastante consistente, y de segunda calidad.

- ◆ **Aceite de foca.**- El aceite de foca se aplica a la fabricación de jabones blandos corrientes, pues saponifica con facilidad y excelente rendimiento. El jabón de potasa es pastoso y transparente, empleándose en verano en la elaboración de jabones blandos en Suecia y Noruega, especialmente.

- ◆ **Aceite de sardina.**- El olor desagradable que despiden dificulta sus aplicaciones a la jabonería de buena calidad, usándose solo para los jabones de bajo precio.

- ◆ **Ácido oleico.**- La oleína contiene numerosas impurezas, y por tanto no es prudente aplicarla sola, pues genera jabones blandos de escaso rendimiento; se saponifica con facilidad en presencia de lejías alcalinas; también se usa en la manufactura de jabones duros para la tintura de la seda, lana y otras fibras textiles.

b.5 Grasas diversas.

Las grasas más usadas en la fabricación de jabones son la de caballo, cola, huesos, cerdo, las grasas regeneradas, etc.

- ◆ **Grasa de caballo.-** Se saponifica con facilidad por medio de lejías de escasa concentración (12 a 15° Be); las grasas envejecidas y oscuras se blanquean bien por una lejías de sosa caustica a 22-24° Be, pero ya blanqueadas son de más difícil saponificación, aplicándose a la fabricación de jabones duros blancos, especialmente en Alemania y naciones escandinavas, donde se consume bastante carne de caballo. También se usa en la elaboración de jabones blandos, en substitución del sebo y otros materiales grasos semejantes.

- ◆ **Grasa de cerdo.-** La grasa de cerdo solo se saponifica con lejías muy débiles (8 a 10 Be), emulsionándose mucho en estas condiciones, generando una pasta espesa, cuya saponificación, se completa por la acción de las lejías comerciales, concentradas. El jabón de sosa es blanco, compacto hasta cuándo se ha empleado grasa amarillenta, pues esta saponificación ejerce una acción decolorante.

- ◆ **Grasa de huesos.-** Se aplica a la fabricación de jabones de sosa, de color blanco agrisado, pero de menor consistencia que el elaborado con la grasa de cerdo.

La grasa de huesos beneficiada con disolventes volátiles desprende un olor desagradable y su color es brunorrojiza; contiene hasta 25 a 30 por 100 de ácidos grasos libres y hasta 4 a 10 por 100 de agua, usándose exclusivamente en la fabricación de jabones de muy baja calidad.

- ◆ **Grasas regeneradas.-** En la elaboración de jabones de baja calidad se usan materias grasas procedentes de la regeneración de residuos de matadero, así como también extraída de animales muertos, cuyos cuerpos desmenuzados se tratan a presión en autoclaves, como las derivadas del rascado mecánico de las pieles al ser preparadas para la curtición. En

algunas ciudades modernas se procede a la recuperación de las grasas contenidas en las aguas residuales de las cloacas, tratadas por acidificación y destilación. La lana es una fibra textil obtenida por el esquila de ovejas y carneros, pero antes de ello se procede, por lo general, aun lavado de pie, con mangueras y agua abundante, pero este lavado rudimentario con agua fría únicamente disuelve una pequeña parte del sudor, llamado churre, del animal adherido a la lana y por ello la lana resultante del esquila se lleva a lavaderos industriales, efectuándose el lavado con agua caliente, y en los que se realizan dos operaciones distintas, a saber el reblandecimiento y disolución, del sudor y el lavado, seguido de un enjuague abundante. En el lavado se saponifica el churre, o suarda, por adición de una lejía de jabón o sosa solvay, que no contiene materias cáusticas que pudieran desmerecer las fibras de lana, con adición de cierto de oleína y sal amoniacal, calentando el baño hasta unos 60 a 65°C. La lana no ha de desgrasarse por completo, pues ha de ser resbaladiza en las operaciones de hilatura. La lana desgrasada pasa por entre un par de cilindros escurridores al secadero.

b.6 Sebos de animales y vegetales.

Los sebos de origen animal que interesan al jabonero son los de buey, vaca y ternera, el de ovejas y carneros y el de tripera y desperdicios de matadero. Los sebos vegetales conocidos en esta industria son el de stillinga y el de piney.

- ◆ **Sebo de buey, vaca y ternera.-** Estos sebos se saponifican fácilmente con lejías de escasa densidad (8 a 10 °Be), formándose una emulsión que va transformándose paulatinamente en una masa espesa y continuando la cocción entonces con una lejía más concentrada (13 a 15°Be), que ha

de adicionarse con cierta lentitud. Conviene recordar que las lejías salinas impiden la emulsión y saponificación.

- ◆ **Sebo de oveja y carnero.**- Aplicándose de preferencia en la elaboración de los jabones de tocador y algunos otros artículos de perfumería.

En el cuadro n° 2, se muestra las propiedades físicas y químicas de las grasas que se utilizan en la industria del jabón.

Cuadro n° 2: Propiedades físicas y químicas de grasas

IDE	TIPO	CONCEPTO	P.E	I.SAP (mg KOH/ gr Grasa)	I.YODO (I ₂ gr/100 gr Grasa)	PTO. SOLD. (°C)	A.G.I.E.I (%)
1	Aceites vegetales secantes	Aceite de adomideras	0.925	189-195	132-136	-18	94.00
2		Aceite de cañamo	0.925	190	148-156	-26	96.50
3		Aceite de linaza	0.932	190-194	173-200	-25	95.00
4		Aceite de ricino	0.958	176-184	81-90	-12	96.10
5	Aceites vegetales no secantes	Aceite de algodón	0.93	191-196	109-116	(-3 a 4)	95.90
6		Aceite de almendra	0.915-0.92	189-193	92.4-96	-10	96.20
7		Aceite de cacahuate	0.918-0.920	185-194	93-95	-10	96.20
8		Aceite de camelina	0.925	188-190	136-142	-16	96.20
9		Aceite de oliva	0.918	187-196	92.3-94	(-6 a-8)	95.40
10		Aceite de sesamo	0.92-0.96	188-192	104-106	(-4 a -6)	95.60
11	Aceites concretos vegetales	Aceite de basia	0.894	188-194	84-93	19-22	94-94.5
12		Aceite de coco	0.92	250-252	9-9.4	20-23	88.6-90
13		Aceite de palma y palmiste	0.915	202-203.5	52.5	21.5	92.00
14	Aceites concretos de origen animal	Aceite de arenque	0.917-0.93	179-192	123	30	95.60
15		Aceite de ballena	0.89-0.90	132	121-125	10	92.50
16		Aceite de Foca	0.924	189-192	142-152	(-2 a-3)	94.60
17	Grasas diversas	Grasa de caballo	0.91-0.92	195.2-196	75.2-85.5	42-53	90-97
18		Grasa de cerdo	0.912-0.92	195.2	56-75	24-32	93-95
19		Grasa de huesos	0.915	190-194	45-48	15-17	90.00
20	Sebos animales y vegetales	Sebo de buey, vaca, temera	0.94-0.95	193-197.5	39.5-44	34-37	95.40
21		Sebo de oveja y camero	0.865	193-197.5	35-46	46	95-95.5

P.E: Peso de específico. **I.SAP:** Índice de saponificación **I.YODO:** Índice de Yodo. **PTO. SOLD:** Punto de solidificación. **A.G.I.E.I:** Ácidos grasos, insolubles e insaponificable.

Fuente: VELEZ, 1969

c. Agua.

El agua es uno de los principales elementos en la fabricación de jabones; constituye el agente intermedio activo de unión de los álcalis y cuerpos grasos en la generación del jabón, combinación que no sería posible sin el agua. Según la calidad del agua utilizada, la estructura y granulación del jabón elaborado con los mismos materiales y en idénticas cantidades es muy diferente, pues el agua pura difícilmente se encuentra en la naturaleza.

La cal y la magnesia se presentan en las aguas duras en forma de carbonatos o sulfatos, siendo los primeros muy poco solubles en el agua pura, pero lo son en el agua cuando contiene ácido carbónico en disolución. **(VELEZ, 1969)**

Es recomendable utilizar agua destilada siempre que sea posible, el agua del grifo es demasiado dura y contiene demasiado magnesio y calcio que produce sales ácidas grasas insolubles. El agua embotellada no es necesariamente más blanda que el agua del grifo. Una alternativa es utilizar agua blanda obtenida mediante un ablandador de agua o un purificador de osmosis. El agua blanda debe ser baja en hierro, en magnesio y en calcio, puesto que las sales de hierro expuestas a un pH elevado se vuelven marrones debido a la formación de hidróxidos de hierro, un precipitado gelatinoso. La formación de estos hidróxidos de hierro también consumirá parte de la solución de lejía. **(MCDANIEL, 2002)**

d. Cal.

La cal viva se utiliza en la fabricación del jabón para dar causticidad a las lejías de sosa o de potasa usadas en esta industria aunque su consumo va disminuyendo progresivamente.



e. Sal común.

Cuando se presenta perfectamente pura no es higroscópica, si bien, por contenido en cloro de magnesio y de calcio, su humedad puede alcanzar hasta 4,5 %. Al calentarla, sus cristales, en forma de cubos incoloros, se abren crepitando, a causa de la liberación del agua aprisionada durante el proceso de cristalización. Es perfectamente soluble en el agua fresca, aumentando su solubilidad con la temperatura de esta. La sal se utiliza en la fabricación del jabón como materia grasa.

f. Almidón.

El almidón se emplea como material adicional, por su capacidad de absorción del agua, incorporando de 10 a 30 kg, de almidón o fécula por 100 kg de materia grasa o aceite, pero ha de tenerse muy en cuenta que no conviene en este caso que la temperatura exceda de los 70 °C, pues de lo contrario la fécula o el almidón pierden blancura y por lo tanto, en estas mezclas no ha de llegarse a ebullición, en ningún caso. Además, no ha de exagerarse la aportación de estos productos, pues adquiriría aspecto de gelatina una vez frío el jabón.

g. Gelatina, glucosa, melaza.

Estas sustancias se emplean bastante en la fabricación de jabones blandos, en cuyas mezclas se adicionan en mayor o menor proporción en forma de soluciones, de concentración variable. La melaza es soluble en agua, en la proporción de uno de agua por tres de esta sustancia, y se aplica por excelente actuación como materia de reblandecimiento.

h. Resina.

Las resinas se benefician del jugo que emana de las incisiones practicadas en la corteza de diversos árboles de la familia de las coníferas; de este jugo se extrae la esencia de trementina, se separan los ácidos de la resina, y estos que constituyen la resina, generan combinaciones con los álcalis, que con el agua se conducen como los ácidos grasos, o sea igual a los jabones ordinarios, formándose excelentes jabones blandos. Sin embargo, es prudente blanquear las resinas si han de incorporarse a mezclas destinadas a la elaboración de productos de tocador. Para ello se han de calentar notablemente, en un recipiente adecuado, hasta su fusión, continuando con este calentamiento durante 60 minutos, aproximadamente, trasvasándose entonces a otro envase que contenga una solución de ácido clorhídrico hirviendo, en la proporción de 10 kg de ácido a la concentración de 10° Be, haciendo hervir la mezcla durante una hora, repitiendo esta operación hasta que la resina haya sido de coloreada suficientemente.

i. Silicatos.

En los jabones duros se emplea bastante el silicato de sosa como materia auxiliar, pues es un compuesto de sosa y, por tanto de un álcali neutralizado por el ácido silícico, que es bastante débil. El silicato de sosa se obtiene tratando sílice en forma de arena blanca con carbonato de sosa, por fusión conjunta, resultando una materia vidriosa que ha de molturarse y pulverizarse, conduciéndose entonces por medio de un chorro de vapor a unos aparatos depuradores. Se dispone en el comercio de productos químicos de tres clases de esta materia conocidas por silicato de sosa alemán, francés e inglés.

El silicato, por su excesivo contenido en oxido de sodio libre, no alcanza tan excelentes rendimientos como los anteriores. En la elaboración de los jabones blandos puede admitirse hasta cerca del 20 % de silicato, según la temperatura del ambiente, mezclando el silicato con alguna lejía de potasa, de una concentración de 10 a 12° Be, en los jabones blandos, y hasta unos 20° Be en los duros y cuando la elaboración del jabón se halla ya casi terminada se procede a la adición de esta mezcla líquida, que ha sido calentada hasta la temperatura del jabón, removiéndose continuamente el conjunto. (VELEZ, 1969)

j. Materias colorantes.

Aunque para lavar sea indiferente que el jabón esté o no teñido y aunque la coloración del agua, observada cuando se han empleado sustancias colorantes de color intenso, especialmente pardo, haya dado lugar a quejas por el público, se ha generalizado tanto la costumbre de teñir los jabones, que es una operación necesaria en la elaboración de los mismos. Como colorantes se emplean de preferencias los colorantes derivados del alquitrán.

También se usan ciertos colorantes minerales como el azul de ultramar, oxido de cromo, marrón de cassels, etc.

Como colorantes vegetales se emplea la clorofila, extracto de azafrán, decocciones de madera de cedro, sándalo, etc.

La clorofila conviene especialmente para colorear jabones por su estabilidad en presencia de los álcalis. Se encuentra en el comercio en forma de pasta o de líquido oleoso de diferentes densidades. Hay variedades solubles en cueros grasos, otras solubles en agua, y otras solubles en alcohol diluido.

Como colorante animal se emplea la cochinilla. (GINI, 1945)

El problema principal de los colorantes es que el hidróxido de sodio (sosa cáustica o lejía) de la mezcla del jabón produce una reacción que tiene resultados impredecibles. Los pigmentos azules pueden producir jabón rosa, dependiendo de los aceites de base que se utilicen. Añadir cera de abejas de color miel y leche de cualquier tipo produce un jabón de tonos marrones. Si a esto se le añade pigmento azul, el resultado será un jabón verde. Los colorantes más estables proceden de ingredientes naturales, como las especias y el chocolate.

Al usar pigmentos no se debe caer en la tentación de intensificar el color, se debe hacer un lote previo de prueba. El objetivo es conseguir una pastilla de jabón que haga burbujas blancas. Los colores brillantes tienden a desvanecerse. Se recomienda cortar el lote de prueba y colocar una mitad en un sitio oscuro y el resto a plena luz. Comprobar los cambios después de varias semanas para examinar la estabilidad de los colores (COSS, 2004)

Colores que se utilizan:

Blanco: dióxido de titanio

Café: Canela molida, chocolate en polvo, café molido, cera de abejas.

Verde: Algas marinas, salvia, clorofila (un método fácil de obtenerla, es machacar hojas comestibles, como las del palto. En el caso de utilizar pulpas vegetales la cantidad es poca, puede variar la consistencia de nuestro jabón. En ningún caso utilizar más de media taza de hierbas u otros por medio kilo de aceites.

Naranja: Páprika (pimentón o ají de color), polvos de curry, jugo de zanahorias, zanahorias cocidas.

Rojo: Páprika, canela, pétalos de rosa roja secos y molidos, jugo de betarragas, polvo de betarragas o su pulpa cocida.

Amarillo: Cúrcuma, raíz de jengibre, mostaza molida, manzanilla, caléndula.

Azul: De Ultramar (azul de lavar)

No es conveniente, aunque debo agregar que lo he hecho, y quedan algunos colores interesantes, lápices de cera fundidos, porque algunos cambian radicalmente el color. En todo caso deberá si desea, intentarlo. Los mejores son azules, amarillos, rosado brillante, café, blanco y negro.

No se debe usar colorantes para velas, ni colorantes o esencias para jabones de "fundir y moldear". Perderá su dinero, y no obtendrá lo que desea. **(DEL VALLE, 2006).**

k. Blanqueadores ópticos.

Denominados también: abrillantadores ópticos, agentes abrillantadores ópticos, agentes fluorescentes o fosforescentes abrillantadores o agentes fluorescentes o fosforescentes blanqueadores son colorantes que absorben luz en la región ultravioleta y violeta (usualmente 340-370 nm) del espectro electromagnético, y re-emiten luz en la región azul (típicamente 420-470 nm). La fluorescencia es una respuesta rápida de emisión de corta duración, a diferencia de la fosforescencia, que es una emisión retardada. Estos aditivos son usados frecuentemente para mejorar la apariencia de color de textiles y papeles, causando un efecto percibido de "blanqueamiento", haciendo que los materiales

parezcan menos amarillos al incrementar la cantidad total de luz azul reflejada.

I. Perfumes.

Se consumen grandes cantidades de perfumes en la industria del jabón; naturales y sintéticos. Entre los sintéticos los más empleados son: cumarina, geraniol, heliotropina, ionona, almizcle artificial, terpineol, safrol, vainillina, nitrobenzol, etc.

Entre los naturales, as esencias de lavanda, rosas, bergamota, geranio, citronella, limón, nerolí, eucalipto, patchulí, almendras amargas, etc. (GINI, 1945).

Lavarse con un jabón perfumado no procura solo un placer de breve duración, ya que la epidermis absorberá y mantendrá la fragancia durante un cierto periodo de tiempo. Por eso antes de añadir un perfume al jabón, conviene asegurarse de que no se es alérgico a él, algo que pueda verificarse probando la esencia sobre las partes del cuerpo donde la piel es más delicada, como la cara interior de la muñeca. Para perfumar los jabones suelen usarse "aceites esenciales".

Por "aceite esencial" y "esencia aromática" (quintaesencia) se entiende una sustancia natural de origen vegetal o animal extremadamente volátil y que posee un intenso aroma. Las esencias de origen vegetal contenidas en las hojas, en las flores o en toda la planta, tienen fragancias muy distintas. Suelen extraerse por destilación con vapor de agua a presión.

Los jabones perfumados con estas esencias aromáticas mantienen sus propiedades: por ejemplo, una pastilla de jabón a la que se haya añadido aceite esencial de malva ejerce sobre la piel una acción antiinflamatoria, la suaviza y la protege contra las

agresiones externas. Suelen bastar pocas gotas para perfumar un jabón; por tanto, las esencias no deben añadirse en cantidades inadecuadas, puesto que sus propiedades pueden dejar de ser benéficas y resultar nocivas.

Algunos aceites resisten mejor que otro el proceso de saponificación y algunos, en especial los del grupo de los cítricos, necesitan ser fijados con benzoína, vitamina E o aceite de la planta del té durante la preparación. (COSS, 2004)

m. Quelantes y Antioxidantes.

Los jabones, ácidos grasos, y las fragancias son susceptibles a la oxidación durante el envejecimiento. El proceso de oxidación es muy complejo, pero normalmente los resultados de la reacción de los enlaces no saturados con estos componentes con el oxígeno en el aire, son la formación de una cadena más corta de aminoácidos, aldehídos y cetonas, las cuales son muy aromáticas.

Por lo tanto, la oxidación puede producir un cambio en el olor del producto y causar decoloración en la barra. Para minimizar la oxidación de la base del jabón y otros ingredientes menores en las barras se utilizan comúnmente quelantes y antioxidantes.

Los quelantes en concentraciones de 0,1 a 0,2% mejoran la estabilidad de la oxidación a través de la formación de complejos de los iones metálicos, por ejemplo, el hierro, que catalizan los procesos oxidativos.

Los antioxidantes se utilizan también en combinación con quelantes para mejorar aún más el olor del producto y la estabilidad del color.

n. Glicerol (glicerina).

Es un ingrediente común para el cuidado de la piel debido a sus propiedades hidratantes. Un 10% de glicerina ha demostrado que cambia significativamente la suavidad de la piel del consumidor. Desafortunadamente, niveles altos de glicerol pueden volver el jabón extremadamente suave y pegajoso. (GINI, 1945)

Naturalmente, el glicerol se presenta de forma combinada como triglicéridos en todas las grasas animales y aceites vegetales; esto es, constituye en promedio alrededor del 10% de estos materiales. Dicho componente se obtiene a partir de las grasas y aceites durante la producción de ácidos grasos y jabón, así como en los procesos de transesterificación con alcoholes, por medio de los cuales se produce biodiesel. El glicerol también puede ser producido sintéticamente por procesos petroquímicos desde epiclorhidrina, a partir propileno. Sin embargo, las plantas de este tipo se están cerrando en los últimos años.

Comercialmente se pueden encontrar tres tipos principales de glicerina en función de su grado de pureza: glicerina cruda, glicerina grado técnico y glicerina refinada (grado USP o FCC). (POSADA, 2010)

o. Aditivos para la piel.

El aumento de la frecuencia de los baños y la necesidad cambiante de los consumidores ha hecho necesario el desarrollo de productos que tienen beneficios para la piel. Además de los dos aditivos más comunes, ácidos grasos y glicerol, hay una gran cantidad de otros aditivos que son de uso frecuente. Algunos ejemplos son la lanolina, vitamina E, gel de aloe vera, aceite mineral, y bicarbonato de sodio.

Materiales inertes se utilizan a veces en las barras de jabón como un medio para mejorar la suavidad de la piel. Los agentes de limpieza en altas concentraciones en algún momento pueden secar e irritar la piel. Existen una gran variedad de materiales inertes, se pueden mencionar los siguientes: la avena, dextrina, almidón, cera y talco. Estos materiales también se pueden depositar en la piel durante lavado, y modificar las propiedades de enjuague de la barra de jabón y afectan la percepción del consumidor del producto y sus propiedades estéticas.

p. Agentes antimicrobianos.

El aumento de la frecuencia de los baños y la necesidad cambiante de los consumidores ha hecho necesario el desarrollo de productos que tienen beneficios para la piel. Además de los dos aditivos más comunes, ácidos grasos y glicerol, hay una gran cantidad de otros aditivos que son de uso frecuente. Algunos ejemplos son la lanolina, vitamina E, gel de aloe vera, aceite mineral, y bicarbonato de sodio. (CASTRO, 2014).

2.2.3 Propiedades.

En general los jabones de los ácidos grasos sólidos, son sustancias cristalizables, mientras que las sales de los ácidos grasos no saturados, tan solo en parte pueden obtenerse cristalizadas. La sal de potasio y amonio del ácido oleico posee ya plasticidad y forma los llamados cristales líquidos.

Los jabones libres de agua son higroscópicos y en realidad la sal de potasio mucho más que la sal de sodio, así como las sales de ácidos grasos no saturados mucho más que los saturados.

Se usa para lavar, con la ayuda de detergentes. Su función es emulsionar la grasa y la suspensión de las partículas sólidas de

suciedad en el agua, actuando como agente defloculante; y el producto más viejo usado como detergente fue la tierra fuller, una arcilla altamente coloidal de conocido poder defloculante. Como hay variaciones en las suciedades a separar y las condiciones de operación, la valoración de la efectividad relativa como detergente es imposible. Por centurias los detergentes más importantes han sido los jabones, que son las sales alcalinas de los ácidos grasos de peso molecular elevado. Tienen poder emulsionante y también alto poder disperso para las partículas sólidas.

Antes de explicar la acción de la que depende el empleo de los jabones en la limpieza y en el lavado (poder detergente) debe recordarse que la piel, los tejidos, paños, etc, se ensucian en parte por materias de naturaleza grasa, y en parte por el hollín, óxido de hierro, etc. Se creía que el hidróxido alcalino que queda libre por la hidrólisis parcial del jabón emulsionaba más materias grasas que forman la suciedad, con lo que se podían eliminar con las otras sustancias que hemos citado. Más tarde se demostró que el valor de la hidrólisis de estas soluciones es muy pequeño, por lo que debe desecharse esta interpretación. El poder detergente de las disoluciones jabonosas está en relación con el estado coloidal de las mismas. Así los jabones industriales en los que predominan sales de ácidos grasos sólidos de peso molecular elevado no manifestaban en frío ningún poder detergente, sino que son eficaces cuando están en solución caliente, mientras que los jabones de aceites líquidos, así como las sales de ácidos grasos sólidos de bajo peso molecular, poseen un efecto detergente y un poder espumoso ya a la temperatura ambiente. Por esta razón el estearato es muy bueno para el lavado a la ebullición, pues a esta temperatura es muy soluble y contiene una proporción de coloides muy superior a los jabones de los ácidos grasos de peso molecular más bajo. Además el poder detergente es tanto mayor cuanto mayor potencia emulsificante

tiene la disolución de jabón y esta crece a medida que disminuye la tensión superficial.

Esta propiedad determina el poder que poseen las disoluciones jabonosas de penetrar en los intersticios capilares más finos, con lo que pueden eliminar y arrastrar las suciedades.

La importancia del peso molecular de los ácidos grasos y el paralelismo entre emulsificación y detergencia, es confirmada por el hecho que los ácidos grasos de cadena directa, el ácido laurico es el primero cuyas sales de sodio tienen alto poder detergente. El poder detergente es una función de la concentración del jabón, incluyendo la óptima y es profundamente influenciado por varios factores. Así el mejor pH está entre 9 y 11. También influye la temperatura, así la mayor parte de los jabones son más efectivos a los niveles más bajos de temperatura. Esto se debe probablemente a que el jabón tiende a dar soluciones coloidales a bajas temperaturas y se convierte en verdaderas soluciones a temperaturas altas. Una confirmación la tenemos en las soluciones alcohólicas de jabón que no son detergentes. Por eso, el mayor factor en la efectividad del jabón como detergente es probablemente la formación de películas protectoras alrededor de las gotas de grasa o partículas suspendidas en el agua. En otras palabras: es un coloide protector. También se requiere un completo mojado del sólido antes de que ocurra la acción detergente. Cuando más alto es el punto de fusión de los ácidos grasos del cual se preparan los jabones alcalinos, más dura será la torta de jabón terminado y es menos soluble en agua. Si un jabón es demasiado blando, se disuelve rápidamente, y el gasto por el uso es excesivo; si es demasiado duro, es insuficientemente soluble para una detergencia suficiente. Es importante en consecuencia controlar la calidad del jabón de este punto de vista. Esto se hace controlando el (titer) punto de fusión

de los ácidos grasos del cual se hace el jabón. Los ácidos grasos no saturados bajan el (titer) punto de fusión.

Además de la acción detergencia sobre las sustancias grasas, queda por explicar la acción del jabón sobre la suciedad de naturaleza no grasa (hollín, etc). Esta acción se funda en la formación de combinaciones de adsorción entre el jabón y las sustancias que se han de eliminar por el lavado.

La solubilidad de casi todos los jabones en agua disminuye rápidamente hasta separarse completamente cuando se agregan sustancias solubles que descomponen el jabón; ejemplo: Cloruro de sodio, cloruro de potasio, sulfato de sodio, carbonato de sodio, porque cambia la densidad de la solución y su grado de disociación. En esto se base la saladura y liquidación en la fabricación del jabón, pero durante la saladura, si los aceites contienen oxiácidos, éstos se pierden porque pasan las lejías. Los jabones sódicos son más estables que los potásicos y amónicos, de modo que las sales sódicas desalojan en parte al potasio y al amonio de los respectivos jabones con formación parcial de jabones sódicos.

Existe una relación entre el poder espumoso y la acción detergente. La adición de aguas duras a la solución de jabón disminuye notablemente la cantidad de espuma y hasta puede hacerle desaparecer completamente.

Agregando ácido ricinoleico o aceite rojo turco aumenta la espuma de los jabones espumosos. Los jabones mezclas de grasas y coco dan más espuma agregándoles ácido ricinoleico o aceite rojo turco además de aumentar la untuosidad.

La extrema complejidad de los detergentes, nos da, que una mezcla de detergentes es frecuentemente más eficaz que uno solo.

Así las sales alcalinas de muchos ácidos orgánicos tienen poder detergente, pero es inferior a la de los jabones de ácidos grasos, Así, los jabones de resina, son sales del ácido abietínico y se agrega a los jabones de lavar. Esta mezcla da mayor poder detergente que solos.

Los jabones de lavar también incluyen ciertos agentes llamados materiales de ayuda. El silicato de sodio es detergente, actúa como control de pH y también como ablandador de agua. La función mayor del CO_3Na_2 y fosfatos, es precipitar los constituyentes que dan dureza en las aguas y evitan que la dureza precipite el jabón y destruya su detergencia.

Los jabones sufren dos series de limitaciones, sensibilidad a la dureza y a la acidez del agua empleada. Durante los últimos años se ha desarrollado un gran proceso de detergencia, con el agregado de alcoholes grasos sulfatados y compuestos similares que se emplean como detergentes.

Los ácidos grasos para formar jabones y los alcoholes grasos tienen una cadena directa. En ambos casos se requiere cadena suficientemente larga para disminuir la tensión superficial, pero no tan grande que haga la sal insoluble. Aparentemente la cadena óptima en alcoholes es de 10 a 14 átomos de carbono por molécula. La ventaja de los alcoholes sulfatados es que, como las sales de los ácidos relativamente fuertes, pueden ellos existir en soluciones de bajo pH sin serias descomposiciones y que sus sales de Ca y Mg son más solubles que las de los ácidos grasos. Son altamente detergentes. Desgraciadamente son caros. Se obtienen por hidrogenación de los ácidos de peso molecular bajo, del aceite de coco, palmiste, etc.

En aguas excepcionalmente duras, agua de mar, los jabones ordinarios no tienen valor. La dificultad puede arreglarse usando

sales de sodio de los nuevos alcoholes sulfatados o jabones de ácidos grasos de peso molecular más bajo. Por eso se usa jabones de aceite de coco para tales propósitos (ác. laúrico de C₁₂). **(GINI, 1945).**

El jabón está conformado por sustancias de naturaleza muy contradictoria, es un surfactante. La eficacia del jabón como agente limpiador se debe a su naturaleza anfifílica, tiene una parte lipofílica (apolar) por medio de la cual se une la grasa o el aceite y una hidrofílica (polar) que tiene afinidad por el agua; de esta manera el jabón forma una emulsión con la grasa y el agua removiendo la suciedad.

Cuando el jabón se ha disuelto en el agua, las moléculas de jabón afines a los aceites, son atraídas por las manchas de suciedad de la piel o de las telas y forman una capsula alrededor de las partículas llamada micela. Estas micelas se suspenden con facilidad en agua porque está cubierta de grupos carboxílicos hidrofílicos del jabón. La mezcla resultante de dos fases insolubles (grasa y agua), con una fase dispersa en la otra en forma de pequeñas gotas, se llama emulsión, entonces se dice que la grasa se ha emulsificado por la solución de jabón.

La eficacia del jabón puede verse afectada si el agua donde se emplea es muy dura. El agua dura es ácida o contiene iones de calcio, magnesio o hierro. En agua acida las moléculas de jabón se protonan para formar los ácidos grasos libres. El ácido graso flota en la superficie como precipitado de nata ácida. En el caso de los otros iones (calcio, magnesio o hierro) estos reaccionan con el jabón formando sales insolubles llamadas natas de agua dura. **(CASTRO, 2014)**

La remoción excesiva de la grasa de la piel por el uso de los jabones, puede producir alteraciones cutáneas que se observan

tanto en piel normal como en piel hipersensible y que son de mayor severidad en aquellas que padecen enfermedades. El potencial irritante de los jabones se atribuye a los siguientes factores: estructura química, pH, capacidad limpiadora y otros como el color, aroma, etc.

El pH de la piel es ácido, normalmente oscila entre 3.5 a 5.5 y un cambio brusco puede alterar la flora bacteriana de la piel provocando la proliferación de gérmenes patógenos. Un jabón de pH muy alto sobrepasa la capacidad buffer de la piel provocando inflamaciones severas y sequedad extrema.

Tal como se observa en el cuadro n° 3, el pH de jabones de tocador comerciales, varían entre 7 a 10.25.

Cuadro n° 3: pH de jabones comerciales.

IDE	JABÓN	pH
1	Pamolive	9.99
2	Lux	10.23
3	Nivea	10.25
4	Dove	7.39
5	Safeguard	10.23
6	Moncler	10.21
7	Camay	8.50
8	pH-derm.	7.00
9	Protex	9.60

Fuente: CASTRO, 2014

2.2.4 Efectos de la temperatura en la fabricación del jabón.

En el proceso de producción de jabón se logra un mejor control de la temperatura de la reacción mientras menor sea la misma, normalmente a menos de 90°C. En general la mayoría de los jabones se pueden fabricar dentro de una amplia gama de

temperaturas, pero el fabricante de acuerdo a su experiencia es el que decide la temperatura que favorece su producción.

◆ **Tiempo de cuajo:**

El tiempo de cuajo es un cálculo de la cantidad de hidróxido de sodio que reacciona con la grasa y los aceites por unidad de tiempo. Está directamente relacionado con la velocidad a la que se efectúa la mezcla, el grado de saturación de las grasas y los aceites, la fuerza de la solución de sosa, el porcentaje de agua utilizado y a veces también está relacionado con las temperaturas de elaboración del jabón. Mientras mayor sea la agitación es más rápida la reacción. Los preparados altamente saturados cuajan más rápido que los altamente insaturados.

Mayores concentraciones en las soluciones de sosa producen un cuajo más rápido. Las temperaturas más bajas (27-32°C) producen cuajos más rápidos para los preparados con altos porcentajes de grasas y aceites insaturados, pero si se bate la mezcla de forma suficientemente rápida al parecer los preparados saturados cuajan rápidamente a temperaturas entre los 27°C y los 54.5°C.

◆ **Tolerancia a los aditivos:**

Algunos nutrientes y aceites esenciales no reaccionan de buena manera a temperaturas por debajo de los 23.8 °C y por encima de 49°C. Es más probable que el jabón elaborado bajo estas temperaturas presente cambios químicos al exponerlo a nutrientes a temperatura ambiente y a aceites esenciales y perfumados. Las mezclas preparadas entre 27 °C y 38 °C producen una mezcla de jabón que acepta mejor los aditivos.

La mayoría de los aceites esenciales toleran una amplia gama de temperaturas durante la elaboración del jabón sin endurecerlo, separarlo o invertir el proceso de saponificación. Sin embargo, no se puede establecer un patrón general para las esencias siempre es mejor probarlas en pequeños lotes de jabón y se deben agregar (junto con los nutrientes) a una temperatura que minimice el impacto (temperaturas medias).

◆ **Estabilidad de los componentes:**

Los componentes más sensibles en la elaboración del jabón son los ácidos grasos, provenientes de aceites y grasas, y las enzimas y vitaminas de los nutrientes. Puede que no soporten una larga exposición a temperaturas altas, estos componentes se conservan mejor si durante el proceso las temperaturas son bajas.

◆ **Tiempo de espera:**

Algunos fabricantes de jabón prefieren trabajar en caliente porque no tienen que esperar que la sosa se enfríe para ser agregada a las grasas. Sin embargo, la solución alcalina se puede preparar en grandes cantidades con anticipación para ser añadida a temperatura ambiente (18-27°C) a las grasas más calientes (43- 49°C), pero se debe tener cuidado al almacenar la solución ya que si no se tapa herméticamente podría suavizarse.

◆ **Granos del jabón:**

La mayoría de las personas no ve ninguna diferencia entre los granos de jabón preparados a temperatura alta o a baja. A temperatura baja se logra un grano fino, húmedo y denso; en

cambio a temperatura alta ocurre todo lo contrario, los granos son secos y más grandes.

◆ **El cuajado en las pastillas:**

El cuajado de una mezcla jabonosa es la formación de trozos sólidos, blancos y aperlados que componen la pastilla final y que son indeseables ya que dañan el jabón, y es vulnerable a las altas temperaturas durante el proceso.

El jabón caliente se debe mezclar de forma rápida y constante, es menos probable que el cuajado ocasione problema si se usa un mezclador mecánico, debido a que la velocidad de la mezcla es rápida y constante. Si al mezclar manualmente hace pausas es casi seguro que este se cuaje.

◆ **Finalización del proceso de saponificación:**

Cuando el jabón ha endurecido y está preparado para poder utilizarlo, toda la solución de sosa disponible debe haber reaccionado con las grasas y aceites. Solo una parte de los ingredientes se han unido y reaccionado cuando la mezcla de jabón se vierte en los moldes el resto del proceso de reacción de la saponificación se produce durante el periodo de aislamiento y solidificación. La reacción de saponificación está dirigida por el calor, aunque no se aplica calor extremo a la mezcla, la propia reacción produce el calor y el jabón lo retiene y lo utiliza para que la reacción se pueda seguir produciendo. Ciertamente las temperaturas altas producen pastillas de jabón bien saponificadas, pero las temperaturas más frescas también. Se sabe que las temperaturas altas mejoran el contacto de los ingredientes y dan más oportunidades de reacción. Pero el jabón puede que siga y, al mismo tiempo, desafíe esta regla.

◆ **Incorporación de ingredientes con altos puntos de fusión:**

Cuando se añaden ingredientes con altos puntos de fusión como la cera de abeja (punto de fusión 60°C), es mejor agregarlos junto con las grasas y aceites para que se saponifiquen juntos. Si se añade durante el cuajo aparecerán pequeños trocitos de cera que no desaparecen en las pastillas finales.

◆ **Capacidad de producción de lotes pequeños:**

El calor y el mezclado influyen directamente en la reacción de saponificación, aunque no se requiere una gran cantidad de calor. Los lotes pequeños retienen menos calor que los grandes y normalmente se producen a temperaturas un poco más altas. A pesar de que una temperatura de 27°C genera suficiente calor para que se pueda producir la reacción de la saponificación aun cuando se mezcla en forma enérgica y continua, se recomienda que la producción de lotes de menos de 2.3 Kg se realice entre 38°C y 43°C. **(CASTRO, 2014).**

Tal como se observa en el cuadro n° 4, se resumen los aspectos más importantes del proceso de elaboración de jabón según las temperaturas de procesamiento.

Cuadro n° 4: Temperaturas de procesamiento y características de la elaboración de jabón.

IDE	CARACTERÍSTICA DEL JABÓN	27°C-32°C	35°C-40.5°C	43°C-49°C	51.6°C-60°C
1	Cuajo rápido con lotes de 2.3 Kg o menos con un mezclado manual rápido.	X	X	X	X
2	Cuajo rápido con lotes de más de 2.3 Kg con un mezclado manual rápido.	X	X	X	X
3	Cuajo rápido con un mezclado mecánico rápido.	X	X	X	X
4	Saponificación más completa en el vertido.			X	X
5	Lote pequeño (menos de 2.3 Kg).		X		
6	Jabón de grano fino.	X	X		
7	Menos reacción a las esencias (menor tendencia a la solidificación).	X	X		
8	Menos destructivo para los nutrientes.	X	X		
9	Menos vulnerable al cuajado.	X	X		
10	Proceso más lento (se pueden añadir elementos en el último momento sin tener que darse prisa para evitar una mezcla demasiado espesa).		X		
11	Periodos más cortos de enfriamiento para la sosa y las grasas y los aceites.			X	X
12	Evitar porciones calientes.	X	X		
13	Jabón más fluido.		X		
14	Agregar ingredientes con altos puntos de fusión.			X	X

Fuente: Castro, 2014.

2.2.5 Clasificación de los jabones.

Se dividen en dos clases principales: jabones duros y jabones blandos, ya sea que se saponifiquen con soda cáustica o con potasa cáustica. Según la clase se los distinguen en jabones de soda o potasa.

De acuerdo al método de elaboración se tiene: jabones en caliente (hervidos), semi calientes (semihervidos) y fríos.

La consistencia del jabón depende ambos del método de elaboración y la naturaleza de los ácidos grasos.

Para fabricar jabones se puede partir de los ácidos grasos obtenidos de las grasas o partir de las grasas. En el primer caso se saponifica con carbonato de sodio hasta 90% y el resto se saponifica con hidróxido de sodio. En el segundo caso se hace con soluciones concentradas de soda cáustica en caliente porque el carbonato de sodio no disocia los glicéridos. (GINI, 1945)

2.2.6 Métodos de elaboración

Como hemos dicho anteriormente, entre los métodos de elaboración se tienen: jabón en caliente, semicaliente y frío.

A. Jabones hervidos.

En este proceso se emplean calderas cilíndricas de fondo ligeramente cónico de 10 a 400 toneladas de capacidad (generalmente de 50 a 60 toneladas) construidos de acero con válvula de descarga en el cono. Además se suministra calor por vapor directo, por serpentín agujereado en el fondo de la caldera. El vapor se emplea también para agitar, no usándose agitadores. Tienen también un chupador móvil para el bombeo de las masas fundidas.

Se bombea a la caldera una solución de NaOH de 18° a 20° Be (12 a 14.4% de NaOH) y luego se bombea también la grasa fundida o los aceites. La soda cáustica se agrega en cantidad suficiente para que se combine con los ácidos grasos de los glicéridos. Se eleva la temperatura el conjunto alrededor de 100 °C, por medio de vapor vivo, que calienta y agita. Se mantiene hirviendo la caldera hasta que la saponificación sea completa, lo cual requiere alrededor de 4 horas. Se agrega una solución de cloruro de sodio y se continúa la ebullición hasta que se separe el jabón. Se forman dos capas, la superior es de jabón y la inferior constituye la sublejía y está compuesta de glicerina y sal como componentes principales; se saca por el fondo de la misma y se emplea como materia prima para elaborar glicerina. Esta operación completa es la saponificación y requiere de 8 a 10 horas. La sal usada se recupera y se vuelve a usarse para otra operación. Al segundo día se agrega agua y se hierve el jabón; este tratamiento sirve para separar la glicerina, sal, álcalis y otras materias extrañas que quedaban en el jabón y que el agua las disuelve; esta solución

constituye luego la capa más baja y se separa del fondo de la caldera agregándose a la sublejía obtenida.

Al tercer día se agrega lejía fresca de 10° Be. (6.5% de NaOH) a la caldera y se hierve con el jabón. Así se saponifica cualquier resto de grasa que no haya sido saponificado en la primera operación. El jabón que no es soluble en solución alcalina, adquiere una estructura granular. Esta operación es la liquidación. Después dejando reposar la lejía, se separa y se usa en una nueva elaboración.

Al cuarto día se hierve el jabón con agua que se incorpora generalmente al jabón. Con este tratamiento el jabón fundido adquiere una apariencia lustrosa unida. Por reposo se forman tres capas: la superior es el jabón fundido, la capa media consiste en una mezcla mecánica de jabón y solución de jabón y la capa más baja y muy pequeña, contiene algo de álcali. El jabón fundido se bombea de la caldera por medio de un chupador móvil sin remover la capa media, esta queda en el tanque para ser trabajada en una nueva elaboración; la capa más baja se tira. Esta operación concluye la elaboración del jabón. Todo el ciclo de la operación requiere alrededor de una semana.

El jabón fundido se bombea a los secadores, mezcladoras o cuadros y contiene de 30 a 35% de agua.

Un kilogramo de grasa produce alrededor de 1.4 kg de jabón variando con la materia prima.

Este es un proceso tipo, existiendo numerosas variantes de elaboración. (GINI, 1945).

B. Jabones en frío.

En este caso los aceites solo se calientan a su temperatura de fusión y se agregan las lejías. No se somete ni a la separación de las lejías, ni a liquidación y por lo tanto se mantienen amasados homogéneamente con la lejía empleada y con la glicerina separada de las grasas, por eso estas deben ser puras, si no colorean los jabones y los tiñen.

En los jabones en frío se pierde la glicerina de la grasa empleada y por otra parte los jabones se gastan rápidamente con el lavado por estar constituidos preponderantemente de ácidos grasos inferiores, de modo que desaparece la economía que se obtenía en el proceso de elaboración. Se usan en calderas cilíndricas. La grasa se coloca y se calienta a 54°C con vapor por una camisa que tiene el recipiente; luego se agrega la lejía y se agita la masa. La reacción es exotérmica. Una vez conseguida la saponificación es cuando se perfuma y colorea; se cubre el molde y se deja en reposo. La llama desarrolla calor suficiente para completar el proceso de saponificación en el tiempo de 24 horas. Operando cuidadosamente se puede obtener en frío jabones neutros. Para esto, debe estudiarse el número de saponificación del material empleado. Para preparar estos jabones se necesita tener la pasta a una temperatura que no pase de los 60°C, pues si llega esa temperatura la pasta se separa y hacen pequeños grumos que dan un jabón imperfecto. Por eso se elaboran estos jabones de tocador llamados en frío no son precipitados por el cloruro de sodio concentrado y por esta razón se pueden usar con agua salada.

Estos jabones contienen toda la glicerina resultante de la saponificación de dichos aceites y grasas. Esta glicerina le da transparencia y suaviza el jabón.

La materia grasa más usada para estos jabones es el aceite de coco, que convierte fácilmente en jabón agitándolo con solución de soda cáustica concentrada.

100 kg de aceite de coco necesitan 50 kg de lejía de 38°Be (32 a 33%). Estas proporciones son las mejores para obtener un jabón lo más neutro posible. Para jabones más untuosos y menos duros se substituye 10 a 20% por potasa cáustica. La temperatura de las lejías en el momento de usarlas es de 21 a 26°C. La temperatura para el empastado debe ser lo suficiente para que estos cuerpos se encuentren fluidos: de 24 a 34°C para el aceite de palma y coco; 43 a 48°C para el sebo y 38°C para la mezcla de sebo y coco. Una temperatura demasiado elevada indica una saponificación rápida y da un jabón ordinario. Una temperatura baja precipita los cuerpos grasos al adicionar la lejía fría.

Se puede preparar un jabón de coco con la siguiente formula: aceite de coco 10 kg; aceite de palma 3 kg, se le da dureza con 6 kg de una solución de soda caustica a 35°Be y lustre y morbidez con 0.5 kg de solución de potasa cáustica de 15 °Be. (GINI, 1945)

C. Jabones semi-hervidos.

Este proceso es muy similar al proceso en frio; la principal diferencia consiste en que al final de la operación se usa vapor vivo. La grasa se saponifica gradualmente. Este proceso es de limitada aplicación y contiene en sus jabones impurezas de materia prima y la glicerina. (GINI, 1944)

2.2.7 Acabado del jabón.

El jabón limpio producido por tares de cochura o de modo continuo con materias grasas neutras, o con ácidos grasos es sometido a

elaboración antes de ser transformado en barras, escamas, o polvo.

El jabón limpio contiene 30%, aproximadamente, de humedad y se seca por aire caliente o en tubos calentados por vapor.

El jabón limpio procedente de una caldera o de un tanque de almacenaje se hecha en la parte superior de un cilindro helado por enfriamiento interior. Una tenue película de jabón solidificada en el rodillo grande se separa en forma de cintas mediante una cuchilla dentada. Las cintas caen sobre un delantal transportador, son llevadas a la abertura superior de la cámara secadora y caen en un transportador de tela metálica sin fin que recorre en un plano horizontal toda la longitud del secadero. Sobre el transportador pasa una corriente de aire caliente, y las cintas de jabón parcialmente secas, al llegar al extremo del secadero, caen sobre otra tela metálica sin fin que se mueve en dirección opuesta en un nivel más bajo. Después de haber pasado dos veces más por la cámara de desecación, se enfrían las cintas con aire y se descargan sobre un transportador de husillo que las quiebra en forma de virutas y las lleva a los depósitos de almacenaje en que se guardan para ulterior tratamiento. En este punto la humedad es del 12% aproximadamente.

Las virutas de jabón de tocador se cargan en mezcladores de tarea, donde se agregan preservativos, pigmentos, colorantes y perfumes. Como preservativos del jabón, pueden usarse antioxidantes, pero con mayor frecuencia se emplean compuestos de quelación, que evitan el enranciamiento al combinarse con los vestigios de metales. Si no se hiciera eso, los metales actuarían como catalizadores en el desarrollo de la rancidez. A continuación la masa mezclada de jabón se descarga en una tolva de molino. Los molinos de jabón son máquinas grandes que suelen tener de 3 a 5 pesados cilindros de acero o de granito que giran a velocidades

distintas. El jabón es estrujado por los dos primeros cilindros y del cilindro de mayor velocidad pasa en forma de película a un tercer cilindro. Cada vez que el jabón es estrujado entre dos cilindros, se hace más uniforme. Del cilindro final se separa el jabón por medio de una cuchilla. El jabón molido es un producto uniforme, bien trabajado.

ANÁLISIS DEL JABÓN

En la manufactura de jabones se realizan ciertos ensayos analíticos en el transcurso de las operaciones y cuando éstas han sido terminadas. Algunos de los ensayos más importantes que se realizan con los jabones son:

- ◆ Contenido total de ácidos grasos.
- ◆ Color de los ácidos grasos.
- ◆ Alkali libre.
- ◆ Sal.
- ◆ Glicerol

Las lejías se someten a ensayo para determinar la alcalinidad, la sal y el glicerol. **(TEXTOS CIENTÍFICOS, 2005)**

2.2.8 Tipos de jabones.

Los jabones pueden tener distintas formas (incluso, existen algunos que se utilizan en los hogares como objetos decorativos por sus diseños y aromas ya que, por ejemplo, pueden dejar en los ambientes una fragancia frutal y embellecer esos espacios con figuras como estrellas, corazones o flores), tamaños, colores y hasta ingredientes exclusivos. Incluso, pueden identificarse dentro de ellos alternativas para diferentes fines.

En la actualidad, es posible encontrar jabones blandos (de color oscuro y consistencia de unguento), jabones duros (de consistencia resistente y color blanco o jaspeado), jabones de tocador, jabones neutros y jabones artesanales, entre muchos otros.

Cabe destacar que la amplia oferta incluye productos específicos como el jabón de glicerina (para refrescar, humectar y revitalizar la piel), el jabón antibacterial (el cual promete al usuario protección frente a más del 99% de las bacterias), el jabón de Brea (recomendado para desórdenes como las dermatitis y la caspa) y el jabón vegetal (opción que se destaca por carecer de aditivos químicos y servir para eliminar impurezas y suavizar la piel).

1. Jabones duros o sódico.

- a. Jabón tipo Marsella.
- b. Jabón blanco de Marsella.
- c. Jabones de castilla.
- d. Jabones de ácido oleico.
- e. Jabón de ácido oleico y sebo.
- f. Jabón de cera.

2. Jabones blandos o potásicos.

En esta fabricación se adoptan lejías de potasa bastante cáustica y de elevada concentración (hasta 50 °Be), elaboradas por electrólisis y de composición variable, según la temperatura del medio ambiente, es decir, según el clima o estaciones reinantes; la causticidad se reduce por adición de carbonato de potasa refinado en la proporción del 15 por 100 en verano, 20 por 100 en primavera y hasta 25 por 100 en fríos y en invierno.

Para aumentar la consistencia de la masa se adicionan de 8 a 15 kg de lejía de sosa cáustica conteniendo del 20 a 30 por 100 de carbonato de sosa, a la concentración de 25 °Be, por 100 kg de

lejía de potasa a 50 °Be; la sosa comunica cierta opacidad al jabón; para no desmerecer el producto, en substitución de esta lejía se adicionará aceite de linaza.

La cocción del jabón blando ha de realizarse en recipientes abiertos, aplicándose el vapor de agua únicamente en la operación del empaste, preparación de las lejías y eventualmente, para la generación de la fuerza motriz.

Entre los tipos de jabones blandos tenemos:

- a. De sebo y coco.
- b. Jabón blando verdoso.
- c. Jabón argentado.
- d. Jabón blando silicatado.
- e. Jabón blando granulado.
- f. Jabones blandos resinosos.

3. Jabones especiales.

- a. Jabones gelatinosos.
- b. Jabones mixtos.
- c. Jabones silicatados.
- d. Jabones resinosos.
- e. Jabón de elaboración doméstica.

4. Jabones medicinales.

Estos jabones, además de asegurar la limpieza e higiene del cutis, se destinan simultáneamente a destruir los microorganismos que son portadores de numerosas afecciones cutáneas, restableciendo el equilibrio orgánico con la desaparición de los agentes morbosos de la epidermis.

Estos jabones ejercen una doble función sobre la piel a que se aplican, asegurando su desgrasado metódico, además de la función fisiológica que ha de desarrollar sobre el organismo. En efecto, los folículos de la piel transpiran incesantemente materia grasa que asegure su flexibilidad característica, y de no separarse por medio lavados frecuentes, los poros llegarían a obstruirse, dificultando la transpiración natural y provocando inflamaciones desagradables para el organismo. El jabón aplicado por el lavado disuelve la mayor parte de esa materia grasa, saponificándola en mayor o menor proporción y quedando la piel desengrasada, menos untuosa y por lo tanto más seca y tensada. Como la secreción natural de la grasa varía en cada individuo, cada sujeto delicado debería adoptar el jabón más adecuado a su fisiología.

Los jabones medicinales han de ser de la mayor pureza, ricos en ácidos grasos combinados, sin álcalis libres, es decir, neutros, sólidos, consistentes, de sosa, pues estos facilitan la incorporación dosificada de los medicamentos. Las primeras materias han de ser cuerpos grasos neutros de calidad excelente, empleando álcalis cáusticos no carbonatados, puros, para que su saponificación sea completa.

El jabón que ha de servir como vehículo del agente terapéutico se elabora con una mezcla de coco en la proporción del 20 al 25 por 100 y 75 a 80 por 100 de sebo de buena calidad, saponificando la mezcla con lejía de sosa de 25°Be, continuando el proceso hasta que el producto elaborado se manifieste con cierto sabor caustico, lo que exige varias horas de ebullición continuada. Es conveniente, además, someter el jabón en curso de elaboración al análisis químico, dosificando los cuerpos grasos que no se han saponificado, pues si hubiera alguno de estos, el jabón no sería apto para la adición de productos terapéuticos, fabricado el jabón se procede al secado metódico del mismo, desmenuzamiento y

trituration o pulverización para la mezcla de los productos medicinales.

Numerosos químicos aseguran que los jabones ordinarios son ciertamente desinfectantes y, que por siguiente, se puede utilizar como anti germicidas con resultados satisfactorios. Nos referimos a los ensayos realizados recientemente, de los que se deducen las siguientes conclusiones.

- ◆ La acción desinfectante real de todos los jabones corrientes, tanto sí son duros como blandos, no es debida al álcali ni ácidos grasos no combinados que contenga, pues la alcalinidad de un jabón corriente de buena calidad es muy escasa, ya que en los ensayos realizados se ha comprobado que no excede del 0.2 por 100 en solución acuosa al 5 por 100 y por consiguiente, su presentación no basta para que se ha desinfectante.
- ◆ El álcali liberado al resolverse la solución acuosa del jabón, si bien ejerce una acción desinfectante beneficiosa, no basta por si sola para asegurarla, pero como el jabón no se disuelve por completo en el agua fría, es evidente que aquella depende de la parte que se ha disuelto.
- ◆ La solución ha de realizarse con aguas de escasa dureza, pues el agua dura precipita el jabón limita sensiblemente su capacidad desinfectante. Además, la solución jabonosa se facilita con el calor y por lo tanto, este contribuye ciertamente en el acción desinfectante.
- ◆ Los jabones corrientes con un contenido de resina, son menos desinfectantes y este desmerito aumenta con la proporción de resina presenta.

- ◆ La acción desinfectante de los jabones corrientes usados en el lavado de ropa blanca no es muy eficaz, porque sus soluciones concentradas difícilmente penetran entre las mallas de los tejidos, cuando estos se hallan muy cargados de suciedades y materias extrañas, polvo, etc.

En general, se puede afirmar que los jabones blandos comprenden mayor cantidad de glicerina, agua y otros elementos de carga y por consiguiente, son de menor capacidad desinfectante que los duros; los jabones de color conllevan más carga que los blancos y por lo tanto, son menos desinfectantes. En resumen, un lavado intenso con un jabón de buena calidad constituye un buen procedimiento de desinfección a la falta a falta de otro más eficaz y sobre todo si se opera con soluciones jabonosas muy calientes y de elevada concentración.

Es de aconsejar que la ropa permanezca algún tiempo sumergida en esta solución caliente antes de proceder a su lavado y restregado, al que seguirá un enjuague en agua muy limpia y abundante.

5. jabones de tocador.

Los jabones de tocador se caracterizan por su compacidad homogénea, de manera que no se disgreguen con el uso, debiendo elaborarse con primeras materias de alta calidad, siguiendo procesos esmerados para que los productos resultantes, sea de la máxima finura y muy apreciados por el público consumidor.

6. Jabones de afeitar.

La elaboración de los jabones de afeitar ha adquirido modernamente considerable desarrollo, presentándose al público

en estado, sólido, pastoso o líquido pero estos jabones han de originar abundante espuma, presentar una consistencia permanente, no debiendo enranciarse, endurecerse excesivamente, ni decolorarse con el envejecimiento. (VELEZ, 1969)

7. Jabones metálicos.

Las propiedades de estos jabones insolubles en agua son características y diferentes a las de los jabones alcalinos.

La solubilidad de los jabones metálicos en aceites grasos tiene importancia en la industria de los barnices y pinturas (jabones en el aceite), óxido boratos, carbonatos y sales inorgánicas de metales como plomo, cobalto, manganeso, se agregan al aceite de lino o de tung para ayudar la oxidación o secado. (Por la formación de los linoleatos y tungatos de los metales antes mencionados).

8. Jabón transparente.

Se usa para su elaboración aceite de coco, aceite de castor y sebo; azúcar, glicerina y alcohol, se caracterizan por su constitución completamente clara, translúcida y hasta transparente. Se fabrican con color muy claro, amarillo de ámbar, pardo oscuro o pardo rojizo. Son jabones de empaste, solo que se ha evitado que al solidificar se cristalicen. Se los puede considerar como una solución sobresaturada, donde las partículas de jabón se encuentran en un estado sumamente disperso, o bien como jaleas de extremada viscosidad. (GINI, 1945).

9. Jabón de lavar.

Los productos conocidos como jabones de lavandería, no se usan en las lavanderías comerciales, pero se emplean para el lavado doméstico, limpieza de vajilla y limpieza general. Los jabones domésticos, en forma de barra, no son tan populares como los fueron anteriormente, por la introducción en el comercio de muchas marcas de jabones empaquetados en escamas, gránulos, astillas, etc; pero aún se produce y se consumen en grandes cantidades.

El jabón de lavar en barras y pastillas (panes), de acuerdo con su contenido mínimo de ácidos graso y resínicos al estado de jabón, puede ser:

- ◆ Jabón de lavar común: Con contenido mínimo de 50% de ácidos grasos y resínicos.
- ◆ Jabón de lavar puro: Con contenido mínimo de 63% de ácidos grasos y resínicos.
- ◆ Jabón de lavar extra: Con contenido mínimo de 72% de ácidos grasos y resínicos.

En el cuadro n° 5, se muestra los requisitos que debe cumplir un jabón de lavar.

Cuadro n° 5: Requisitos que debe cumplir un jabón de lavar

IDE	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	JABÓN DE LAVAR EN BARRASO PASTILLAS (PANES)		
			COMÚN	PURO	EXTRA
1	Ácidos grasos y resinicos mínimo	%	50	63	72
2	Alcalinidad libre, expresada como hidróxido de sodio, máximo	%	0.1	0.1	0.1
3	Acidez libre, expresada como ácido oleico, máximo.	%	0.5	0.5	0.5
4	Materia grasa no saponificada, máximo. (Nota 1)	%	0.5	0.5	0.5
5	Materia insaponificable, máximo	%	1	1	1
6	Materia insoluble en agua, máximo	%	0.5	0.5	0.5
7	Materia insoluble en alcohol, máximo	%	2.5	2.5	2.5
8	Cloruro de sodio, máximo	%	1	1	1

Nota 1: Para jabones de lavar elaborados con aceite coco u otros de características similares, se le permitirá un máximo de materia grasa no saponificada de 2.0%

Fuente: INDECOPI, 2012.

10. Escamas de jabón, gránulos, etc.

En los últimos años las escamas de jabón, los gránulos y las otras formas de rápida disolución han reemplazado en gran extensión a los jabones en barra para lavanderías, en trabajos de lavado de tejidos, de vajilla y para usos generales.

11. Jabones en polvo.

Los jabones en polvo se usan en cantidad considerable en los dentífricos y en otras preparaciones de tocador. La mayor parte de los jabones en polvo son productos de sebo, aceite de coco, saponificados por un proceso de ebullición total, convirtiéndolos en escamas, que se secan hasta que resultan casi anhidras, y luego se muelen. Tales jabones no se pueden preparar por un proceso de semi ebullición o en frío, pues la presencia de glicerol dificultaría el molido; además de que los jabones preparados por

estos procedimientos son menos estables que los preparados por ebullición total. La estabilidad es muy importante en estos productos, por la gran superficie expuesta a la oxidación.

12. Jabones industriales.

Se preparan jabones especiales, para ser usados con los disolventes orgánicos empleados en la limpieza en seco. Estos jabones son productos potásicos que contienen un exceso del 5-10% de ácidos grasos libres, en su mayor parte ácido oleico. En otros jabones de este tipo se usan como agente saponificante la trietanolamida, en lugar de la potasa caustica, pues los jabones de aquella se disuelven tan fácilmente en los disolvente orgánicos, como el agua. Resulta obvio, que en estos jabones el contenido de agua no puede ser grande; por lo que la saponificación se efectúa en un disolvente orgánico y el jabón se envasa como pasta de jabón y disolvente, que contiene del 10 al 15% de jabón. Los jabones para la limpieza de automóviles son normalmente, jabones potásicos, súper engrasados con aceite de linaza, maíz o soja. Son semejantes a los jabones para la limpieza del linóleo, diferenciándose solamente en que se venden en forma de pasta en lugar de forma líquida. Los jabones insecticidas son jabones potásicos de aceite de pescado. Los jabones para el estirado de alambres son jabones de sebo ordinario, a los que se ha añadido talco. (BAYLEY, 1945).

2.2.9 Contaminación por jabones.

Uno de los efectos que tienen los detergentes en el agua es que ellos alteran la vida acuática por ejemplo cuando hacen crecer algas descontroladamente y cuando estas mueren y son biodegradadas por bacterias, éstas absorben todo el oxígeno del agua, matando así a una buena proporción de seres acuáticos, los cuales al descomponerse sus cadáveres, el proceso de

descomposición no permite que las aguas sean aptas para el consumo humano y hasta muchas criaturas terrestres que se alimentan de agua, mueren por infecciones, causadas por descomposición de cadáveres de peces y demás especies acuáticas muertas por alteración de las plantas acuáticas, además de que los jabones y detergentes antibacteriales se han hecho cómplices de que las aguas estén contaminadas debido a que eso en parte nos beneficia a nosotros como seres humanos porque prevenimos graves enfermedades que así como bien pueden ser leves, también pueden ser mortíferas y provocar una gran epidemia, pero por otro lado las bacterias cuando degradan todo lo que cae en manos de la naturaleza cumplen con una función de equilibrio natural, el cual al haber exceso de bacterias en la naturaleza que están muertas de cierta forma la naturaleza se altera y ésta no puede cumplir con sus funciones vitales y naturales. Además de afectar a los suelos cuando desgraciadamente las aguas contaminadas sirven para regar cultivos.

En la figura n° 6, se puede apreciar como seda la contaminación de los ríos por jabón.

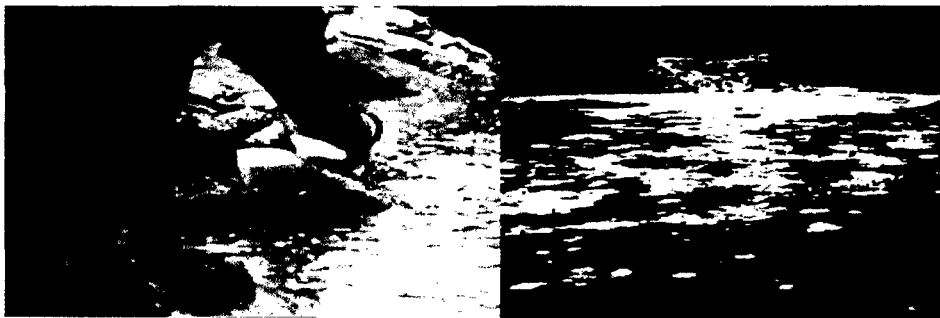


Figura n° 6: Contaminación de los ríos por jabón.
Fuente: ORDOÑEZ, 2012

El efecto de los jabones en el suelo son un grave problema de este tipo de contaminación, es que producen espumas de muy alta densidad y que de cierta forma esto afecta la vida en la tierra de muchas criaturas y seres vivientes debido a que, el suelo al ser

alterado física y químicamente afecta el grado en que éste puede producir nutrientes que sirven de alimento a plantas que los absorben por las raíces y en parte a animales que ingieren dichas plantas que nacen en esos suelos, además de que altera las propiedades de los suelos y produce una descomposición excesiva que en lugar de solucionar de manera natural el problema, lo hace peor, aunque ha habido otras ocasiones en las que el suelo más bien hace que microorganismos, bacterias y plantas se reproduzcan en exceso, de modo que cuando las mismas mueren, la descomposición, no sólo afecta al suelo, sino que hasta puede generar virus y epidemias y graves problemas de salubridad tanto al ser humano como a los demás animales debido a que al ingerir plantas que están contaminadas por haberse sembrado en suelos contaminados, éstas pueden desencadenar una serie de reacciones en nuestro cuerpo, por eso la gente que trabaja en el campo y cultiva, debe cuidar mucho en qué tipo de suelo cultiva, para evitar así enfermedades de la población, lo que quiere decir que hasta por nuestra salud, deberíamos cuidar más a la naturaleza de los efectos de estos productos químicos.

III. MATERIALES Y METODOS.

3.1 MATERIALES:

3.1.1 Lugar de ejecución experimental del proyecto.

El desarrollo de las pruebas experimentales y análisis, se realizó en las instalaciones de la UNSM-T, en el laboratorio de tecnología de productos agroindustriales no alimentos, TEPANAL, ubicado en el Distrito de Morales, Provincia y Departamento de San Martín.

3.1.2 Materia prima, insumos y Reactivos.

a. Materia prima:

- ◆ Aceite de Piñón Blanco: Obtenido del prensado de semillas de frutos pintones, maduros, sobre maduros y secos (en rama).

Datos:

Fecha de extracción: 21/01/2013

Planta de extracción: Verdal RSM Perú Sac.

Ubicación de la planta: Localidad de Winge, provincia de Picota.

Tipo de extracción: Prensado en frío.

Ecotipo de semillas: Totorillayco

b. Insumos:

- ◆ Soda cáustica comercial al 85%
- ◆ Agua destilada
- ◆ Glicerina cruda de biodiesel de aceite de Piñón blanco.
- ◆ Esencia de lavanda

c. Reactivos para análisis químicos:

- ◆ Éter di etílico
- ◆ Etanol al 95%
- ◆ Ácido sulfúrico 96%
- ◆ Cloruro de sodio
- ◆ Solución etanólica de hidróxido de sodio a 0.5N
- ◆ Solución de anaranjado de metilo 0.2 g en 100cm³ de agua destilada.
- ◆ Solución de fenolftaleína: 1 g en 100 cm³ de etanol de 95%
- ◆ Agua destilada
- ◆ Cloruro de bario
- ◆ Ácido sulfúrico a 0.1N y 0.25N
- ◆ Hidróxido de potasio
- ◆ Hidróxido de sodio
- ◆ Éter de petróleo
- ◆ Solución de hidróxido de sodio 0.02N y 0.1N
- ◆ Solución de HCl a 0.5N
- ◆ Solución de alcohólica de Hidróxido de potasio a 0.5 N y 0.1N.

3.1.3 Materiales de laboratorio.

- ◆ Olla de cocina.
- ◆ Termómetro.
- ◆ Moldes.
- ◆ Guantes de látex.
- ◆ Cocina.
- ◆ Balde de 20 litros.
- ◆ Embudos de separación.
- ◆ Matraces de Erlenmeyer de 500 y 250 ml
- ◆ Vaso de precipitado de 1000, 500, 250, 100 y 50 ml.
- ◆ Baguete de vidrio.
- ◆ Cuchara.
- ◆ Cuchillo.

- ◆ Bolsa plástica.
- ◆ Bandeja de plástico.
- ◆ Campana de desecación.
- ◆ Pinza.
- ◆ Placa Petri.
- ◆ Bureta de 50 ml.
- ◆ Embudo.
- ◆ Papel filtro Whatman n° 40.
- ◆ Pipeta de 10 ml
- ◆ Soporte universal.
- ◆ Toalla de algodón.

3.1.4 Equipos.

- ◆ Texturometro. (Andilog Technologies, modelo STENTOR II ST)
- ◆ Medidor de pH electrónico. (CRISON modelo BASIC 20 pH)
- ◆ Estufa regulable.
- ◆ Baño maría.
- ◆ Balanza analítica. (Denver Instrument, modelo X 6100)
- ◆ Determinador de humedad.(GIBERTINI, modelo Eurotherm).
- ◆ Colorímetro.(KONICA MINOLTA modelo CR 400)

3.2 METODOS.

3.2.1 Método de elaboración de jabón sólido a partir de aceite de Piñón Blanco.

Para la elaboración de jabón sólido se utilizó el método en frío (GINI, 1945) utilizando como aditivo a la glicerina cruda, previamente tratada.

3.2.2 Diseño experimental

El diseño experimental establecido consistió en elaborar jabón sólido a partir de aceite de Piñón blanco utilizando tres concentraciones de glicerina cruda y a tres temperaturas de homogenización con la solución de soda caustica, obteniendo de esta manera un total de nueve tratamientos.

En el cuadro n° 6, se aprecia las formulaciones establecidas del diseño experimental.

Cuadro n° 6: Diseño experimental

IDE	TRATAMIENTO		MATERIA PRIMA		TEMP. PROCESO (°C)
	FORMULACIÓN DE MATERIA PRIMA	CODIGO	GLICERINA (%)	APB (%)	
1	100% APB	T1	0%	100%	50°C
2	5% GLI+95% APB	T4	5%	95%	50°C
3	10% GLI+90% APB	T7	10%	90%	50°C
4	100% APB	T2	0%	100%	60°C
5	5% GLI+95% APB	T5	5%	95%	60°C
6	10% GLI+90% APB	T8	10%	90%	60°C
7	100% APB	T3	0%	100%	70°C
8	5% GLI+95% APB	T6	5%	95%	70°C
9	10% GLI+90% APB	T9	10%	90%	70°C

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3 Descripción de proceso

Previo al inicio del proceso de elaboración del jabón, se realizó el análisis del aceite de Piñón blanco, para determinar el índice de acidez y de saponificación, empleando para ello el método de análisis de la American Oil Chemists' Society (AOCS); con los resultados obtenidos se pudo calcular la cantidad de soda caustica que se utilizó en el proceso de elaboración del jabón.

Por otro lado la glicerina antes de ingresar al proceso, se tuvo de tratar, para ello se sometió a una temperatura de 120°C para

eliminar los rastros de metanol y humedad, obteniendo de esta manera una glicerina cruda tratada.

Una vez terminado estos pasos, se dio inicio con el proceso de elaboración del jabón:

1. Pesado: Con la ayuda de una balanza analítica, se pesó sobre un vaso de precipitado de 1000 ml, previamente tarado, 500 gr de aceite de Piñón Blanco.

Para las mezclas con glicerina cruda, primero se tuvo que agregar está en el vaso de precipitado de 1000 ml y seguidamente el aceite de Piñón Blanco.

2. Homogenizado: Luego de haber pesado la glicerina y el aceite, con la ayuda de una bagueta se agito dentro del vaso hasta poder formar una mezcla homogénea.

3. Calentado: Con la ayuda de una cocina eléctrica, el vaso que contiene la mezcla homogenizada de Aceite de Piñón Blanco y glicerina, se calentó hasta lograr alcanzar las temperaturas fijas para diseño experimental (50, 60 y 70°C).

4. Diluido: Luego calcular y pesar la soda caustica, teniendo en cuenta el índice de saponificación obtenido previamente, se agregó este insumo en un vaso de precipitado de 500 ml con agua destilada y con la ayuda de una bagueta, se mezcló hasta lograr su completa dilución.

El agua destilada empleado en esta etapa del proceso, se calculó y peso en relación al 30% del peso del aceite de Piñón Blanco.

Producto de agregar la soda caustica comercial sobre el agua destilada, se llevó a cabo una reacción exotérmica, originando una temperatura de 90°C.

Para utilizar la solución de soda caustica en la siguiente etapa del proceso, según el diseño experimental establecido, se tuvo que esperar que logre alcanzar los 60°C.

5. Mezclado: Una vez que se logró alcanzar la temperatura deseada de la solución de soda cáustica, esta se agrega en la mezcla de aceite de Piñón Blanco y glicerina, progresivamente, batiendo con una bagueta, hasta homogenizar la mezcla total.

Cuando se logró notar el trazado de la mezcla (formación de una pasta gelatinosa espesa), se agregó 0.5 ml de esencia de lavanda.

6. Vaciado y moldeado: En esta esta parte del proceso, la pasta formada se vació sobre el molde, asegurando que se forme una superficie uniforme.

7. Secado: En esta etapa, el molde con la pasta, se trasladó a un espacio oscuro con posibilidad de ventilación para su secado por una semana a temperatura ambiente.

8. Desmoldado y cortado: Pasado el tiempo de secado, se procedió sacar del almacén el molde con el jabón, después el jabón obtenido se quitó del molde, para cortarlo posteriormente.

9. Curado: Los jabones cortados, nuevamente se almacenaron en el mismo lugar de secado, por 30 días.

Luego de que se cumplió el tiempo establecido del curado, el jabón obtenido quedo listo para sus diferentes evaluaciones.

En la figura n° 7, se muestra el flujograma de operaciones unitarias de la elaboración de Jabón.

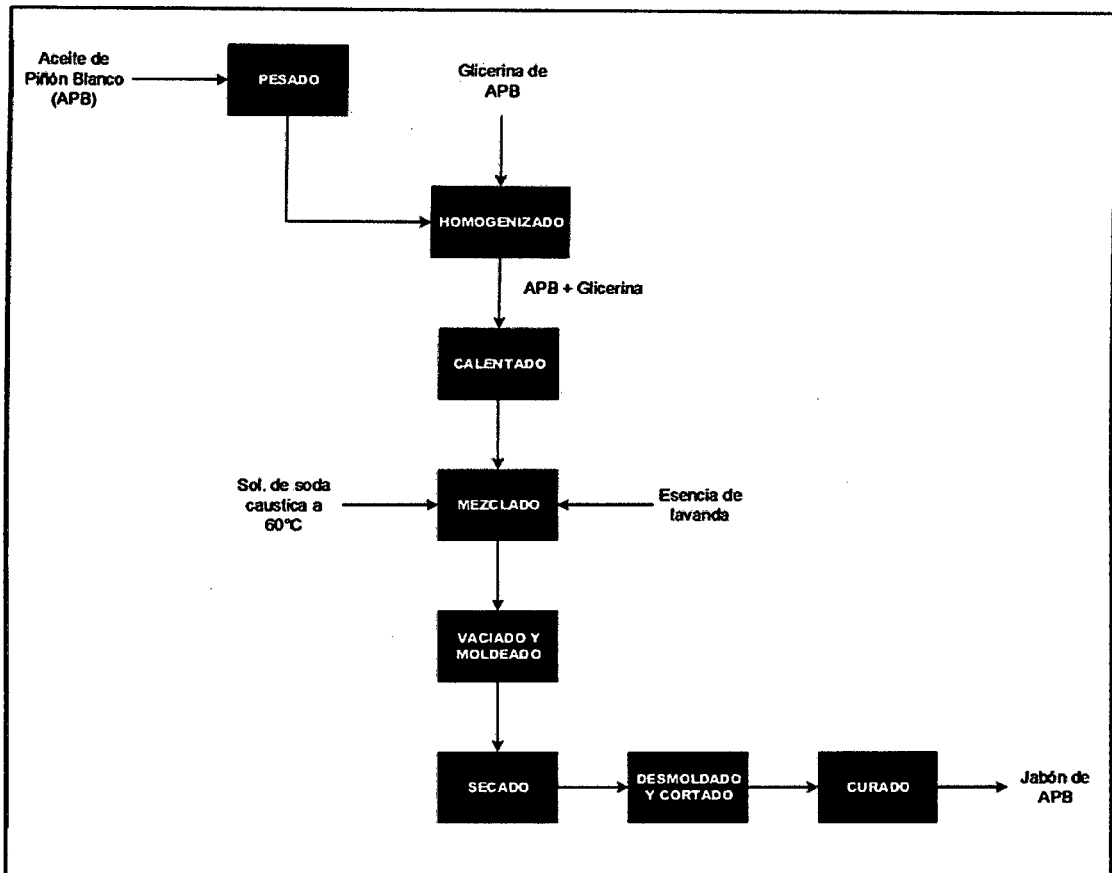


Figura n° 7: Elaboración de jabón de aceite de Piñón Blanco.
Fuente: Elaboración propia

3.2.4 Métodos de análisis del producto final.

a. Método para determinar aspectos físicos del jabón obtenido.

Entre los aspectos físicos que se analizaron del jabón obtenido en los diferentes tratamientos fueron: color, humedad, pH y textura.

Con la finalidad de comparar los jabones obtenidos en los diferentes tratamientos, se analizaron también los aspectos físicos

de dos jabones de lavar que se comercializan en el mercado nacional.

Para la determinación de los aspectos físicos se utilizaron las siguientes metodologías:

a.1 Determinación de Color.

Para la determinación de color se utilizó el método CIELAB, el cual se basa en la medición del color utilizando un colorímetro, obteniendo como resultado tres valores que son llevados a una fórmula para determinar su índice de color.

El colorímetro utilizado fue de la marca KONICA MINOLTA modelo CR 400, equipo consignado al laboratorio de investigación de la FIAI.

Procedimiento:

1. Colocar la muestra de jabón a evaluar, sobre una mesa.
2. Con el colorímetro tomar la lectura para cualquier de los lados del jabón, repitiendo el procedimiento en nueve oportunidades.
3. Anotar las lecturas y determinar el índice de color para su comparación entre jabones obtenidos en los diferentes tratamientos.

$$IC = a^* \cdot 1000 / (L^* \cdot b^*)$$

L* = Claridad

a* = Coordenada colorimétrica definida hacia rojo (a*>0) y verde (a*<0)

b* = Coordenada colorimétrica definida hacia amarillo (b*>0) y azul (b*<0)

a.2 Determinación de humedad.

Para esto se utilizó el método instrumental, utilizando un determinador de humedad de la marca GIBERTINI modelo EUROTHERM.

Procedimiento:

1. Raspar con una cuchilla de la parte céntrica de un jabón.
2. Tarar el determinador de humedad y colocar el raspado de jabón sobre este, hasta alcanzar un peso aproximado de 5 gr.
3. Programar el equipo a 110°C por un tiempo indeterminado, iniciar el proceso.
4. Tomar la lectura del peso cada 10 minutos, las dos primeras horas y luego cada 30 minutos, pasado las dos horas.
5. Una vez que se aprecie en el determinador de humedad peso constante durante dos horas seguidas, finalizar el proceso, para calcular la humedad del jabón obtenido.
6. Repetir 3 veces el proceso por muestra.

a.3 Determinación de pH.

Para esto se utilizó el método instrumental, utilizando un medidor de pH digital de la marca CRISON modelo BASIC 20 pH.

Procedimiento.

1. Raspar con una cuchilla de la parte céntrica de un jabón.
2. Pesar aproximadamente 1 gr de jabón raspado sobre un vaso de precipitado de 250 ml.
3. Agregar al vaso 100 ml de agua destilada y homogenizar la solución.
4. Calibrar el determinador con las soluciones de buffer.

5. Colocar el vaso con la solución de jabón sobre el equipo y dar inicio a la medición del pH, registrar.
6. Repetir tres veces por muestra.

a.4 Determinación de la textura del jabón.

Para determinar la textura se utilizó el método instrumental, utilizando para ello un texturometro para medir la dureza del jabón, el cual viene hacer la mayor fuerza para lograr deformar o penetrar un objeto o alimento.

Para esto se utilizó el texturometro de la marca Andilog Technologies, modelo STENTOR II ST, programado para una penetración de 9 mm por un periodo de 60 segundos.

Procedimiento:

1. Cortar de la parte céntrica de un jabón una muestra cubica de aproximadamente 2.5 cm de arista.
2. Pesar la muestra y colocar sobre la base del texturometro.
3. Iniciar el proceso y recopilar los 999 valores del ensayo.
4. Repetir tres veces por muestra de jabón.

b. Métodos para determinar aspectos químicos del jabón obtenido.

Para determinar los aspectos químicos de los jabones obtenidos de los diferentes tratamientos, se utilizó la metodología de la NORMA TÉCNICA PERUANA, donde se encuentran los métodos de análisis y parámetros con los cuales deben contar los productos para comercialización.

Los análisis químicos realizados a los diferentes jabones obtenidos fueron:

b.1 Determinación del álcali cáustico libre.

Este método excluye la alcalinidad correspondiente a los carbonatos.

Procedimiento:

1. Se pesan 10 gr de muestra con la precisión del miligramos y se disuelven en 100 ml de alcohol etílico de 95% que contenga 0.5 ml de la solución de fenolftaleína.
2. Se añade 5 ml de la solución de cloruro de bario caliente, se mezcla bien y se valora con la solución de ácido sulfúrico a 70 °C, hasta desaparición del color rosado.
3. Para muestras que contengan pequeñas cantidades de álcali libre (hasta 0.1% inclusive), se emplea solución 0.1N en los demás casos solución de 0.25N. **(NTP 319.166., 2012)**

La alcalinidad libre se expresa en hidróxido de sodio se calcula aplicándola siguiente ecuación:

$$AL = (V \times N \times 0.04 \times 100) / P$$

AL = Alcalinidad libre expresada en hidróxido de sodio, en porcentaje.

V = Volumen de solución de ácido empleado en la valoración, en mililitros.

N = Normalidad de la solución ácida.

P = Peso de la muestra, en gramos.

b.2 Determinación de ácidos grasos crudos totales.

Los ácidos grasos crudos son la materia grasa insoluble en agua, que se separa por descomposición al jabón, con ácido mineral fuerte. Incluye a la materia insaponificable, glicéridos y ácidos resínicos contenidos en el jabón.

Procedimiento:

1. Se pesa 5 g a 10 g de jabón en el matraz con una aproximación de 0.001g.
2. Se prepara con este jabón una solución en caliente con 100 cm³ de agua destilada. Se vierte esta solución acuosa en el embudo de separación enjuagando el matraz con pequeñas cantidades de agua destilada.
3. Se agregan unas gotas de la solución de anaranjado de metilo y 10 cm³ de la solución ácida. El indicador debe cambiar a rojo; en caso contrario se agregan 2 cm³ de la solución ácida. Se deja luego enfriar a temperatura ambiente.
4. Se agrega 100cm³ de éter di etílico, se agita la mezcla vigorosamente durante 1 minuto y se deja en reposo hasta que se produzca la separación completa de dos fases.
5. Se pasa el agua acidificada a otro embudo de separación. Se hace una segunda extracción, de esta solución ácida, mezclado del mismo modo que en el apartado anterior pero con 50 cm³ de éter di etílico.
6. Se elimina el agua acidificada y se combinan las soluciones de éter en el mismo embudo de separación. Se lava dos veces seguidas, usando cada vez 50 cm³ de solución de cloruro de sodio, agitando durante 1 minuto cada vez, se comprueba que el último lavado sea neutro al anaranjado del metilo en caso contrario se sigue lavando hasta que el filtrado sea neutro al indicador.
7. Si los extractos obtenidos son turbios, se filtra la solución etérea y se recoge en un matraz tarado, se lava el filtro con pequeñas proporciones

del éter di etílico. Se elimina luego el éter por evaporación mediante baño de agua.

8. Se disuelve el residuo en 20 cm³ de la solución de etanol. Se neutraliza la solución etanólica de ácidos grasos con la solución 95tanólica de hidróxido de sodio, usando 2 a 3 gotas fenolftaleína como indicador. (NTP 319.098, 2012).

El porcentaje de ácido grasos crudos totales se determinan de la siguiente manera:

$$AGCT = [M1 - (V \times N \times 0.022)] \times 100/Mo$$

Mo = Es la masa de la muestra ensayada.

M1 = Es la masa del jabón seco, en gramos.

N = Es la normalidad de la solución 95tanólica de hidróxido de sodio exactamente valorada.

V = Es el volumen de la solución de hidróxido de sodio empleada.

b.3 Determinación de la materia insaponificable.

La materia insaponificable son aquellas sustancias que se encuentran disueltas frecuentemente en las grasas y aceites, las cuales son saponificables por el álcali, pero son solubles en solvente en los cuales se solubilizan las grasas. Son sustancias de tipo de los esteroides, alcoholes alifáticos superiores, pigmentos e hidrocarburos.

Procedimiento:

1. Se pesan cuidadosamente 5 gr de muestra en un Erlenmeyer, tarado, se adicionan 30 ml, de alcohol de 95% y 5 ml de solución al 50% de hidróxido de potasio, se hierve suave y de manera uniforme bajo reflujo,

por una hora, hasta que esté completamente saponificada. Se necesita una saponificación completa.

2. Se transfiere cuantitativamente a un embudo de separación, primero con alcohol, hasta un volumen aproximado de 40 ml, se termina de pasar con agua caliente y después con agua fría, hasta un volumen de 80 ml. Se lava el frasco con un poco de éter de petróleo y se adiciona el embudo. Se enfría el embudo y su contenido a temperatura ambiente (20 °C a 25°C) y se adiciona 50 ml de éter de petróleo.
3. Se agita vigorosamente durante 1 minuto, por lo menos, y se deja reposar hasta que ambas capas sean claras. Se saca la capa inferior cuidadosamente y se deja la capa etérea.
4. Se le hacen por lo menos seis extracciones más a la capa acuosa, usando en cada extracción 50 ml de éter.
5. Es importante, la agitación vigorosa y el contacto entre ambas fases, de otra manera los resultados son bajos. En algunos casos, especialmente cuando hay lanolina o sustancias similares presentes, no son suficientes las 7 extracciones; es mejor entonces hacer una extracción más y evaporarla separadamente; el residuo en este extracto no debe pasar de 0,002 gr.
6. Se lavan los extractos combinados, con una mezcla de 15 ml de solución de 0.1 N de hidróxido de sodio y 15 ml de alcohol de 95% y después 3 veces con porciones de 25 ml de alcohol al 10%, agitándolas después de cada adición; se deja que las capas se separen claramente y se saca una antes de adicionar al siguiente.
7. Se pesa el extracto etéreo, a un vaso de precipitados y se evapora el éter en un baño de agua.
8. Se adicionan 50 ml de éter de petróleo al residuo, a temperatura ambiente y se filtra a través de papel de filtro. Se lava el papel filtro, con éter de petróleo, para quitar las últimas trazas de materia insaponificable y no saponificada, se recoge el filtrado y los lavados en un vaso de precipitados, tarado previamente.
9. Se evapora el éter en un baño de agua hasta que no se perciba el olor del éter. Se seca un horno al vacío a 75°C a 80°C con una presión interna de 200 mm de mercurio, como máximo y durante 30 minutos a temperatura

ambiente en un desecador y se pesa. Se vuelve a secar durante 15 minutos a las mismas condiciones y se continúa de esta manera hasta peso constante.

10. Se puede usar una estufa a 105 °C con periodos de calentamiento de una hora hasta peso constante.
11. Se adiciona 50 ml de etanol al 95% al cual se ha neutralizado previamente a la fenolftaleína. Se calienta y se titula con solución 0,02 N de hidróxido de sodio, usando fenolftaleína como indicador, siendo el punto final un color rosado permanente. **(NTP 319.102. 2012)**

$$G = (P1 - P2) \times 100/P$$

G = Porcentaje en peso de materia insaponificable.

P = Peso de la muestra en gramos

P1 = Peso de la muestra en gramos (residuo)

P2 = Peso de ácidos grasos = 0.0056 x V

V = Volumen de hidróxido de sodio 0.02N, empleado en la valoración

c. Análisis sensorial.

Las muestras obtenidas de jabón de los diferentes tratamientos fueron sometidas al análisis sensorial junto a dos muestras de jabones comerciales, para ello se utilizó una escala hedónica de 5 valores, para evaluar; apariencia, color, olor y textura. Cada muestra fue codificada con un valor de 3 dígitos y fueron analizadas en 2 etapas, 5 muestras en la primera y 6 en la segunda, por el mismo panelista, los cuales fueron un número de 10, entrenados en análisis sensorial.

En el cuadro n° 7, se muestra la escala hedónica utilizada en el análisis sensorial.

Cuadro n° 7: Escala hedónica.

ESCALA HEDÓNICA	CALIFICACIÓN
Me gusta	1
Me gusta ligeramente	2
Ni me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta ligeramente	4
Me disgusta	5

Fuente: Elaboración propia.

3.2.5 Métodos estadísticos.

Para evaluar el efecto de la concentración de glicerina y de la temperatura de mezcla en la elaboración de jabón, se realizó un diseño completamente al azar con arreglo bi-factorial de 3x3 con 3 repeticiones, haciendo un total de 27 ensayos, los análisis de varianza se realizaron bajo un nivel de confianza de 95%, para determinar si existe diferencia significativa entre los tratamientos, así mismo se realizó pruebas comparativas de medias de Tukey utilizando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System System) para Windows.

En el cuadro n° 8, se muestra la estructura del análisis estadístico utilizado.

Cuadro n° 8: Estructura para el análisis estadístico

IDE	TRAT.	REPET.	GLICERINA (%)	T APB (°C)
1	T1	R1	a1	b1
2	T1	R2	a1	b1
3	T1	R3	a1	b1
4	T2	R1	a1	b2
.
.
.
27	T9	R3	a3	b3

Fuente: Elaboración propia.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

4.1 ANÁLISIS QUÍMICO DEL ACEITE DE PIÑÓN BLANCO.

En el cuadro n° 9 se muestran resultados obtenidos del índice de acidez.

Cuadro n° 9: Determinación del índice de acidez

IDE	FECHA	MUESTRA (gr)	GASTO DE KOH 0.1N (ml)	I.ACIDEZ (mg KOH/g Grasa)
1	04/02/2014	5.0024	3.60	4.03
2	04/02/2014	5.0134	3.60	4.02
3	04/02/2014	5.0279	3.60	4.01
PROMEDIO				4.02

Fuente: Elaboración propia.

De la muestra analizada se obtuvo un índice de acidez promedio de 4.02 mg KOH/g aceite, un valor fuera del rango recomendado para la elaboración de biodiesel **según la norma Técnica Alemana DIN 51605**, que recomienda como máximo un valor de 2 mg KOH /g aceite.

En el cultivo del Piñón blanco es muy importante tener en cuenta el estado de madurez de la cosecha y el tratamiento post cosecha, **según el INIA-“El Porvenir”**, el estado de madurez tiene relación directa con el índice de acidez, obteniéndose rendimientos bajos durante la extracción de aceite con un índice de acidez alto, cuando se procesa semillas procedentes de la cosecha de frutos secos.

El aceite analizado no es recomendable para la producción de biodiesel, ya que se necesitara someterlo a un proceso adicional.

En el cuadro n° 10 se muestra los resultados obtenidos de índice saponificación.

Cuadro n° 10: Determinación del índice de saponificación.

IDE	FECHA	MUESTRA (gr)	ENSAYO EN COLOR			GASTO EN BLANCO (ml)	DIFERENCIA DE GASTO (ml)	I.SAP (mg KOH/g Grasa)
			L1 (ml)	L2 (ml)	GASTO EN COLOR (ml)			
1	05/02/2014	2.0886	1.00	11.00	10.00	23.73	13.73	184.39
2	05/02/2014	2.0828	11.20	21.40	10.20	23.73	13.53	182.21
3	05/02/2014	2.0786	21.60	31.60	10.00	23.73	13.73	185.28
							PROMEDIO	183.96

Fuente: Elaboración propia.

El índice de saponificación promedio obtenido fue de 183.96 mg KOH/g aceite, valor similar a los resultados de los análisis obtenidos por INIA- "El Porvenir" de muestras de eco tipos nacionales, donde se encontraron un índice de saponificación entre 181.05-188.35 mg KOH/g aceite.

Este valor encontrado indica que será necesario 183.96 gr de KOH, para saponificar 1 kg de aceite de Piñón blanco.

4.2 TRATAMIENTO DE LA GLICERINA CRUDA.

Este proceso tuvo como finalidad evaporar el metanol existente en la glicerina cruda de Piñón Blanco, para su uso en la elaboración de jabón, obteniéndose el siguiente resultado, tal como se puede observar en el cuadro n° 11.

Cuadro n° 11: Tratamiento de glicerina cruda.

IDE	GLICERINA CRUDA (Kg)	GLICERINA CRUDA SIN METANOL (kg)	RESIDUOS (kg)	METANOL EVAPORADO (Kg)	GLICERINA CRUDA SIN METANOL (%)	METANOL EVAPORADO (%)
1	1.03	0.84	0.05	0.1400	81.55%	13.59%
2	1.10	0.8	0.03	0.2700	72.73%	24.55%
2	1.04	0.7	0.08	0.2600	67.31%	25.00%

Fuente: Elaboración propia.

La glicerina cruda de Piñón blanco obtenida del proceso de transesterificación, contiene restos de metanol, además de contener ácidos grasos y soda cáustica, es por ello la importancia de su tratamiento

para evaporar el metanol existente y obtener un insumo adecuado para la elaboración de jabón, ya que según **POSADA, 2010**, la glicerina tiene más 1500 usos siendo principalmente usado en la transformación de productos cosméticos, artículos de tocador o cuidado personal.

4.3 ELABORACIÓN DE JABÓN.

Tal como se muestra en la figura n° 8, todos los tratamientos han tenido rendimientos similares a partir de la masa total elaborada, con un máximo de 84.9%, un mínimo de 79.92%, y una media de 83.03%.

Así se puede apreciar como el efecto de la temperatura influye en la formación de glicerina, el cual se ha separado por efecto propio de la reacción de saponificación, verificándose que a medida que se incrementa la temperatura se registra la precipitación de una fase líquida translúcida, en un promedio de 14.68 gr por jabón obtenido para todos los tratamientos, teniendo solo como excepción el tratamiento T1 donde no se registró formación de este producto.

Según GINI, 1945, para la elaboración de jabones en frío, se necesita tener a la pasta a una temperatura que no pase de los 60°C, pues si llega esa temperatura la pasta se separa y hacen pequeños grumos que dan un jabón imperfecto.

Para el caso de los jabones obtenidos en la experimentación, el desprendimiento de glicerina se logró a partir de los 50°C, (excepto el T1).

A continuación en la figura n° 8 se muestra el rendimiento del jabón obtenido.

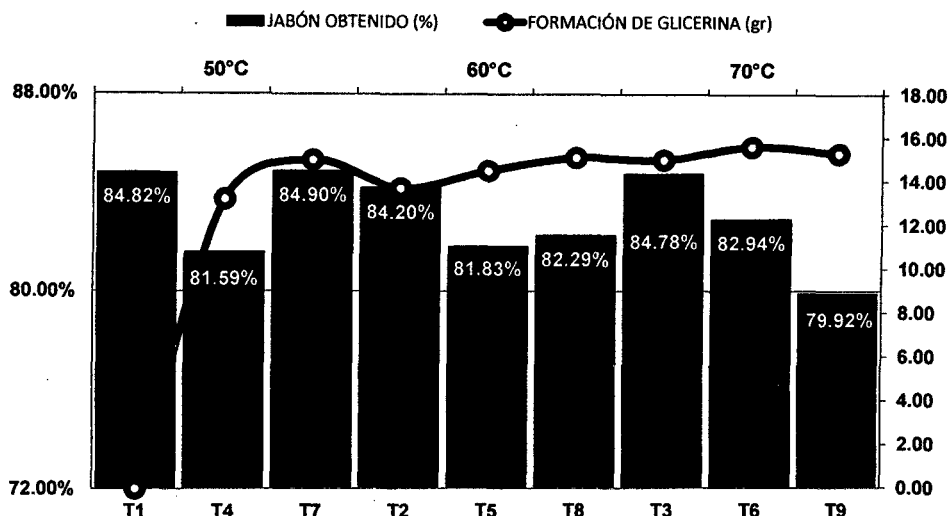


Figura n° 8: Rendimiento de jabón a partir de la pasta inicial.
 Fuente: Elaboración propia.

Tal como se muestra en la figura n° 9, a mayor temperatura de pasta y concentración de glicerina, menor ha sido el tiempo de trazado de la pasta, obteniéndose para el caso de los tratamientos T7, T8 y T9, tiempos de 17, 15 y 12 minutos respectivamente, donde se tuvo 10% de glicerina cruda tratada y que a medida que se va incrementando la temperatura, disminuyó el tiempo de trazado.

Según CASTRO 2014 las temperaturas más bajas (27-32°C) producen cuajos más rápidos para los preparados con altos porcentajes de grasas y aceites insaturados.

En este caso se trabajó con un aceite insaturado, con la incorporación de glicerina cruda, el cual se demuestra que influye en el tiempo de trazado de la pasta.

En el anexo n° 01, se puede apreciar el cuadro de resultados obtenido de la elaboración de jabón.

En la figura n° 9 se muestra el efecto de la temperatura sobre la velocidad de trazado de los tratamientos.

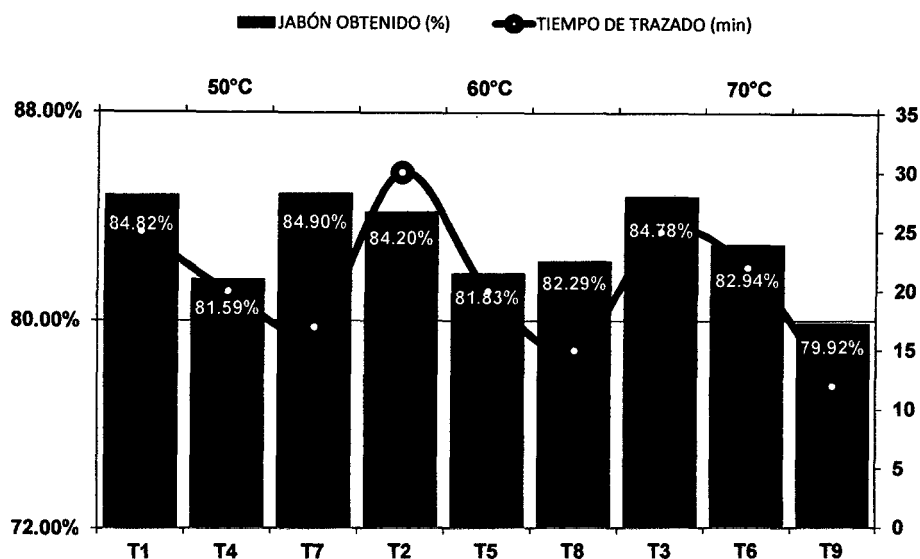


Figura n° 9: Efecto de la temperatura sobre la velocidad de trazado o cuajado en la elaboración de jabón.
 Fuente: Elaboración propia.

4.4 ANÁLISIS FÍSICOS DE LOS TRATAMIENTOS.

4.4.1 Determinación del índice de color IC:

Los resultados obtenidos con el colorímetro, permitieron determinar que el tratamiento T1 obtuvo el mayor índice de color promedio con un valor de 9.9651, lo que significa según **VIGNONI, 2006** que el IC de esta muestra se encuentra en un rango desde el amarillo pálido al naranja intenso por dar un IC positivo (+2 a +20) que relacionan a estos colores. El color que se pudo percibir de este tratamiento fue blanco.

Asimismo el T1 obtuvo la mayor luminosidad, el cual se puede verificar claramente en el anexo 2, con un promedio de 91.34, lo que significa según el diagrama de colores una alta luminosidad.

En la figura n° 10, se muestra el diagrama de espacios de color que se utiliza en el método CIELAB.

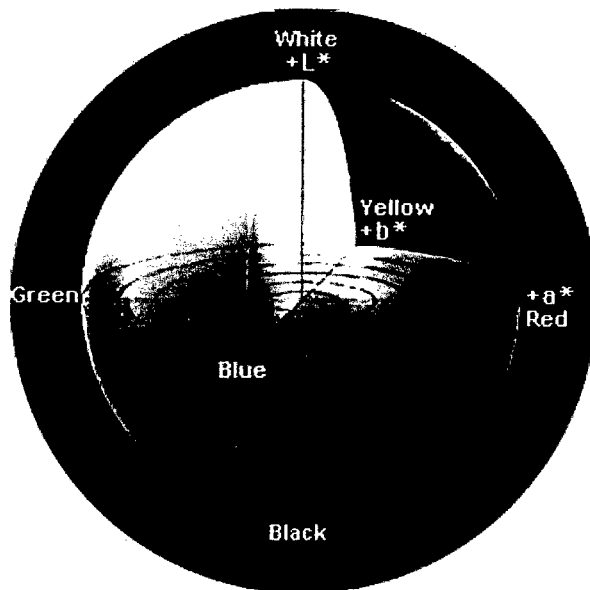


Figura n° 10: Diagrama de espacios de color (L^* , a^* , b^*).
Fuente: Domínguez, 2012

Por otro lado el resultado del análisis de varianza (ANVA) de los tratamientos al 5% de error, tal como se observa en el cuadro n°12, indica que existe una diferencia altamente significativa del efecto de la glicerina sobre el IC, así como también una diferencia altamente significativa del efecto de la temperatura sobre el IC y de una diferencia no significativa del efecto de la interacción de la glicerina y la temperatura sobre el IC; con un coeficiente de determinación de 95.835%, lo que indica que las variables encontradas reflejan la calidad del modelo experimental y que la variable en estudio es un indicador del índice de color, con un CV de 7.014 y una media de IC de 7.320.

Cuadro n° 12: Análisis de varianza de la determinación de ic de los tratamientos.

IDE	FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROBABILIDAD DE F
1	Bloque	2	0.99130521	0.4956526	1.88	0.1848
2	Tratamiento	8	96.0993336	12.0124167	45.56	<.0001
3	Glicerina	2	80.1924677	40.0962339	152.07	<.0001
4	Temperatura	2	13.1622729	6.58113643	24.96	<.0001
5	Glice x Temper	4	2.74459299	0.68614825	2.6	0.0754
6	Error	16	4.2187355	0.263671		
7	Total	26	101.309374			

Fuente: Elaboración propia.

En la figura n° 11, se muestra la diferencia de los tratamientos establecido mediante la prueba de Tukey.

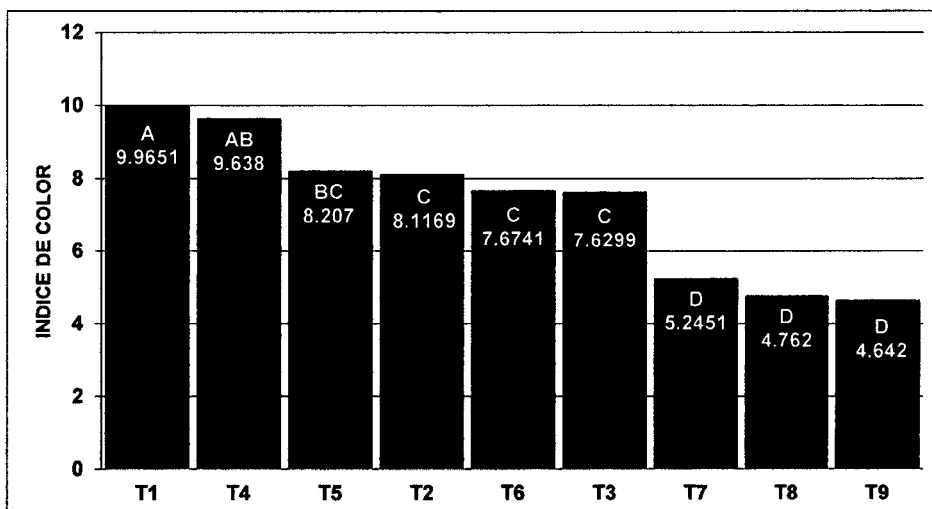


Figura n° 11: Prueba de Tukey para el IC de los tratamientos.

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se observa en la figura n° 11, por comparación de Tukey al 95% de confiabilidad, el tratamiento T1 tiene un IC mayor que las demás, seguidos del tratamiento T4, con la similitud que bajo ambos fueron elaborados con una pasta de 50 ° C.

Por otro lado se puede apreciar que los tratamientos con 10% de han tenido un IC bajo similares en sus tres temperaturas de pasta, siendo estas las que menor IC han tenido.

En la figura n° 12, se muestra la medición de color realizada a los tratamientos.

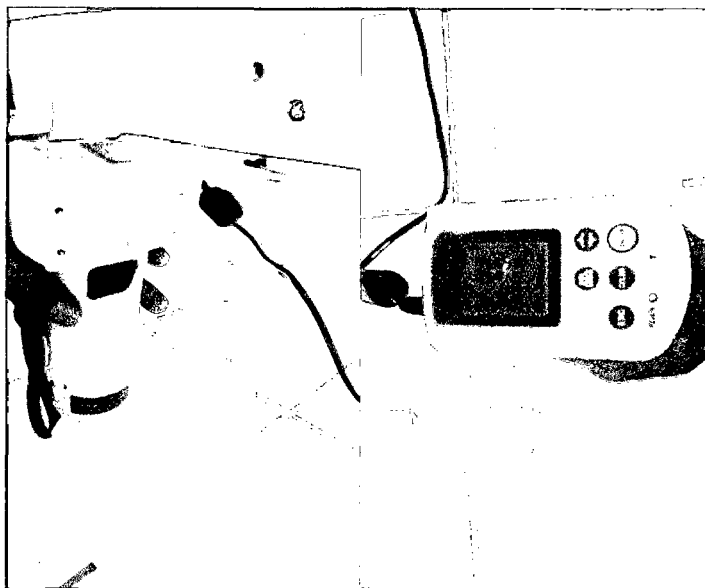


Figura n° 12: Medición del color del jabón.

Fuente: Elaboración propia

Al hacer la comparación del índice de color de los tratamientos con dos jabones comerciales (Popeye y Marsella) se pudo verificar que el jabón Marsella se encuentra dentro del rango +2 a +20, siendo este igual al de los tratamientos, mientras que la del jabón Popeye dio un IC promedio de 23.64, el cual según **VIGNONI 2009**, se relaciona con los colores que van desde el naranja intenso al rojo profundo por estar en el rango de +20 a +40. Así mismo también se puede apreciar en el anexo n° 02, que la luminosidad de los jabones comerciales es similar al de los tratamientos.

4.4.2 Determinación de Humedad.

Los resultados obtenidos nos permitieron determinar que a medida que se incrementó el porcentaje de glicerina, también se incrementaba la humedad, teniendo a T9 con un promedio de 19.2803% y a T2 con 14.1430% como la mayor y menor humedad determinada respectivamente de todos los tratamientos.

En el cuadro n° 13 se muestra el análisis de varianza obtenido de la determinación de humedad.

Cuadro n° 13: Análisis de varianza de la determinación de humedad de los tratamientos.

IDE	FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROBABILIDAD DE F
1	Bloque	2	0.93568022	0.46784011	2.68	0.0989
2	Tratamiento	8	93.775764	11.7219705	67.22	<.0001
3	Glicerina	2	91.431438	45.715719	262.14	<.0001
4	Temperatura	2	1.85724356	0.92862178	5.32	0.0169
5	Glice x Temper	4	0.48708244	0.12177061	0.7	0.6043
6	Error	16	2.79026578	0.17439161		
7	Total	26	97.50171			

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del análisis de varianza (ANVA) de los tratamientos al 5% de error, tal como se observa en el cuadro n° 13, indica que existe diferencia altamente significativa del efecto de la glicerina sobre la humedad de los jabones, así como también una diferencia significativa del efecto de la temperatura sobre la humedad y de una diferencia no significativa del efecto de la interacción de la glicerina y la temperatura; con un coeficiente de determinación de 97.138%, lo que indica que la variable en estudio es un indicador de la humedad y la alta calidad del modelo experimental, con un CV de 2.5572 y una media de humedad 16.33%.

Tal como se observa en la figura n° 13, por comparación de Tukey al 95% de confiabilidad, los tratamientos T9, T8 y T7, han obtenido similares resultados de humedad y han registrado los mayores humedades; estos tratamientos han sido elaborados con 10% de glicerina y según **GINI, 1945**, niveles altos de glicerol pueden volver el jabón extremadamente suave, debido a la retención de humedad del producto final.

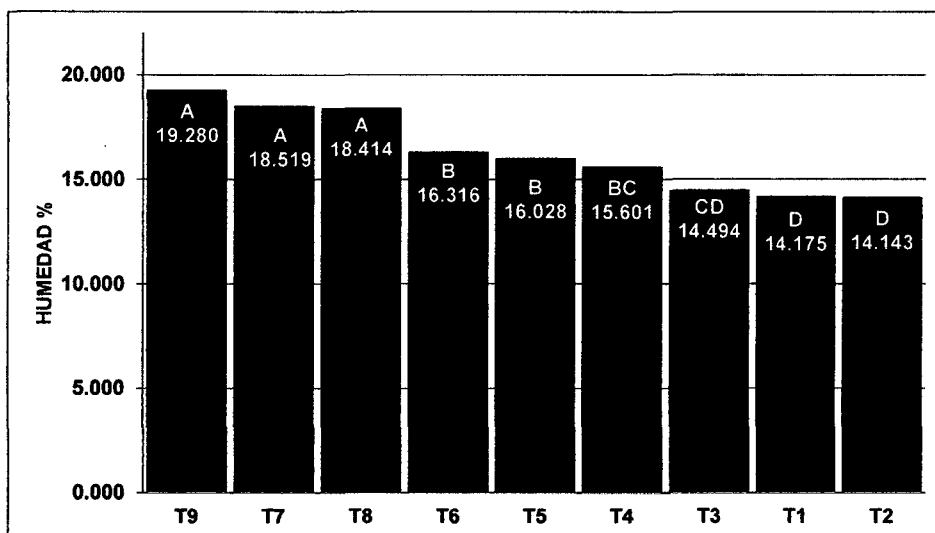


Figura n° 13: Prueba de Tukey para la humedad de los tratamientos.

Fuente: Elaboración propia.

Al comparar la humedad obtenida de los tratamientos, con dos jabones de lavar comercial (Popeye y Marsella), anexo n° 04, se pudo verificar que las humedades promedios de los tratamientos han sido similares para el caso del jabón Popeye con la de los tratamientos con 10% de glicerina mientras que la del jabón Marsella registro una humedad promedio de 11.96%, el más bajo a comparación de todos los tratamientos, por lo que algunos de estos resultados se encuentran dentro del rango de humedad de jabones que son preparados a base de sosa caustica ya que según **BAILEY 1945**, los jabones duros de soda cáustica pueden contener entre 12 a 15% de humedad.

En la figura n° 14 se muestra la determinación de humedad de los tratamientos.

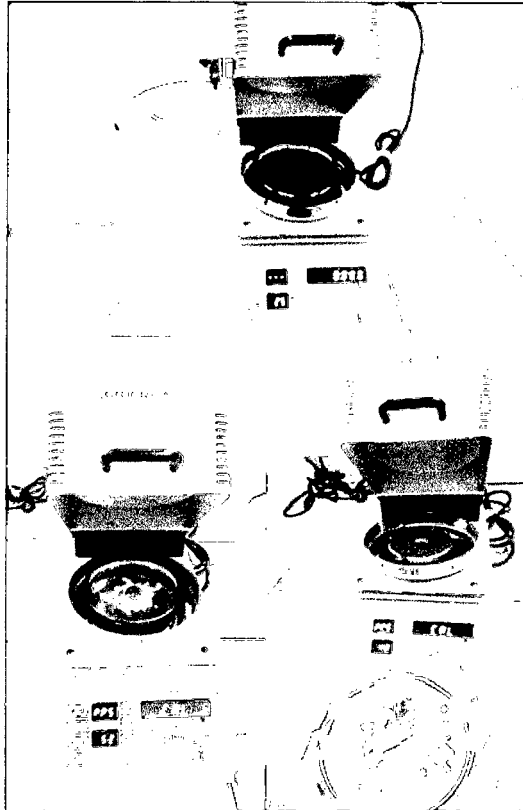


Figura n° 14: Determinación de humedad de los tratamientos.
Fuente: Elaboración propia.

4.4.3 Determinación de pH de los tratamientos.

Los resultados obtenidos nos permitieron determinar que los tratamientos T4 y T1 han obtenido las lecturas promedias más altas de pH de 10.44 y 10.42 respectivamente, teniendo a T2 con 10.31 como la menor lectura registrada.

En el cuadro n° 14 se muestra el análisis de varianza de pH de los tratamientos.

Cuadro n° 14: Análisis de varianza de la determinación de pH de los tratamientos.

IDE	FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROBABILIDAD DE F
1	Bloque	2	0.00091852	0.00045926	0.3	0.7477
2	Tratamiento	8	0.00164425	0.00020553	12.13	<.0001
3	Glicerina	2	0.00658519	0.00329259	2.12	0.1521
4	Temperatura	2	0.02756296	0.01378148	8.89	0.0025
5	Glice x Temper	4	0.01177037	0.00294259	1.9	0.1601
6	Error	16	0.02481481	0.00155093		
7	Total	26	0.07165185			

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del análisis de varianza (ANVA) de los tratamientos al 5% de error, tal como se observa en cuadro n° 14, indica que existe diferencia no significativa del efecto de la glicerina sobre el pH de los jabones y una diferencia altamente significativa del efecto de la temperatura sobre esta propiedad, teniendo una diferencia no significativa del efecto de la interacción de la glicerina y la temperatura; con un coeficiente de determinación de 65.367%, lo que indica que la variable en estudio es un indicador del pH del jabón y la media calidad del modelo experimental, con un CV de 0.3799 y una media de pH de 10.364.

Tal como se observa en la figura n° 15, por comparación de Tukey al 95% de confiabilidad, los tratamientos T4 y T1 han registrado los mayores contenidos de pH siendo diferentes a los demás tratamientos, mientras tanto T5, T7, T9, T6, T3 y T8 han tenido similares promedios, siendo estos intermedios entre la lectura mayor y menor, mientras que el tratamiento T2 registro el menor pH, diferente a los demás.

Según **GINI, 1945**, el mejor pH del jabón se encuentra entre 9 y 11.

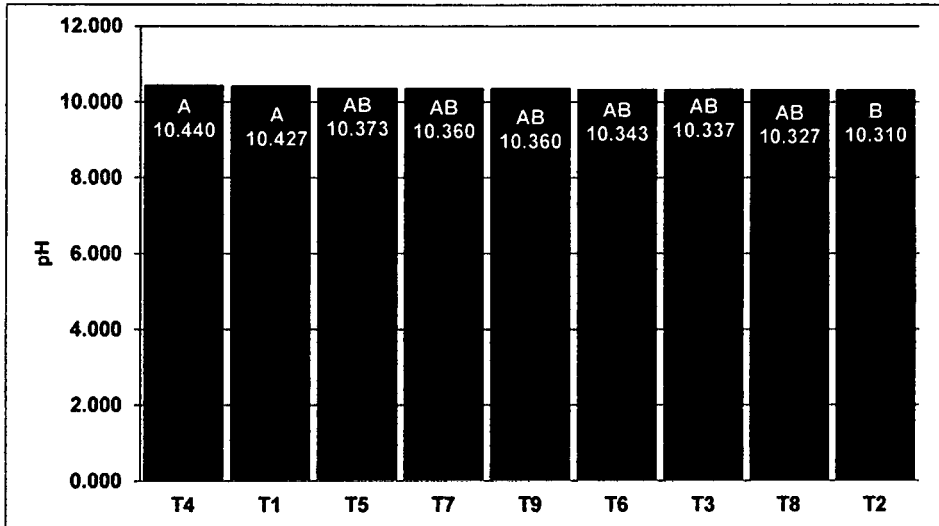


Figura n° 15: Prueba de Tukey para el pH de los tratamientos.
Fuente: Elaboración propia.

Al comparar el pH de los tratamientos, con dos jabones de lavar comercial (Popeye y Marsella), anexo n° 04, se pudo verificar que los jabones comerciales tuvieron un pH similar al T1 y al T7, encontrándose estos también dentro de un pH adecuado de un jabón de lavar según GINI 1945. En la figura n° 16, se muestra la medición de pH de los tratamientos.

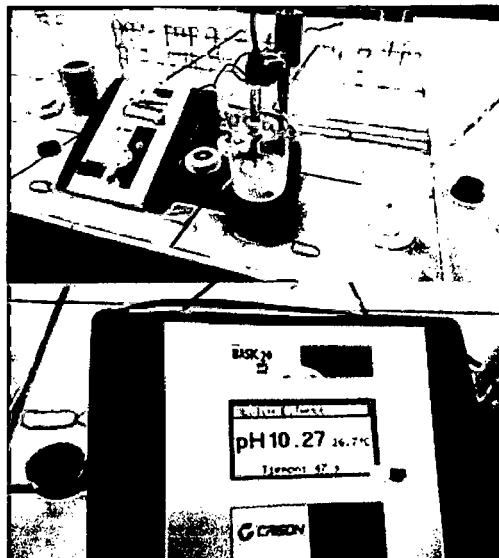


Figura n° 16: Determinación de pH de los tratamientos.
Fuente: Elaboración propia.

4.4.4 Determinación de la densidad aparente de los tratamientos.

Los resultados obtenidos nos permitieron determinar que el tratamiento T1 ha registrado la mayor densidad aparente promedio con 1.038 gr/cm³, siendo T9 la de menor con 1.015 gr/cm³.

En el cuadro n° 15 se muestra el análisis de varianza de la densidad aparente de los tratamientos.

Cuadro n° 15: Análisis de varianza de la determinación de la densidad aparente de los tratamientos.

IDE	FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROBABILIDAD DE F
1	Bloque	2	0.00000087	0.00000043	0.03	0.9748
2	Tratamiento	8	0.00164425	0.00020553	12.13	<.0001
3	Glicerina	2	0.00007036	0.00003518	2.08	0.1579
4	Temperatura	2	0.00147025	0.00073512	43.38	<.0001
5	Glice x Temper	4	0.00010364	0.00002591	1.53	0.241
6	Error	16	0.00027112	0.00001695		
7	Total	26	0.00191624			

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del análisis de varianza (ANVA) de los tratamientos al 5% de error, tal como se observa en el cuadro n° 15, indica que existe diferencia no significativa del efecto de la glicerina sobre la densidad de los jabones y una diferencia altamente significativa del efecto de la temperatura sobre esta propiedad, teniendo una diferencia no significativa del efecto de la interacción de la glicerina y la temperatura; con un coeficiente de determinación de 85.851%, lo que indica que la variable en estudio es un indicador del pH del jabón y la alta calidad del modelo experimental, con un CV de 0.402229 y una media de densidad aparente de 1.0234 gr/cm³.

Tal como se observa en la figura n° 17, por comparación de Tukey al 95% de confiabilidad, el tratamiento T1 ha registrado la mayor densidad aparente siendo diferente al tratamiento T4 y T7, pero con cierta similitud, dichos tratamientos fueron obtenidos a una temperatura de masa de 50 °C y han sido los que mayor densidad aparente han registrado, por otro lado los tratamientos T5, T2 y T8, también han registrado similitud en sus promedios, siendo estos intermedios entre la lectura mayor y menor y elaborados bajo una temperatura de 60°C mientras que los tratamiento T3, T6 y T9, resultaron siendo iguales los cuales han sido elaborados a 70°C.

En resumen los que fueron elaborados a 50°C tuvieron mayor densidad aparente ósea tuvieron mayor peso por volumen, debido a su contextura adquirida bajo esta temperatura, sin embargo según **CASTRO 2014**, los granos finos de jabón se producen en frío entre 27 a 40.5°C, con lo que se podría mejorar aun el peso por volumen.

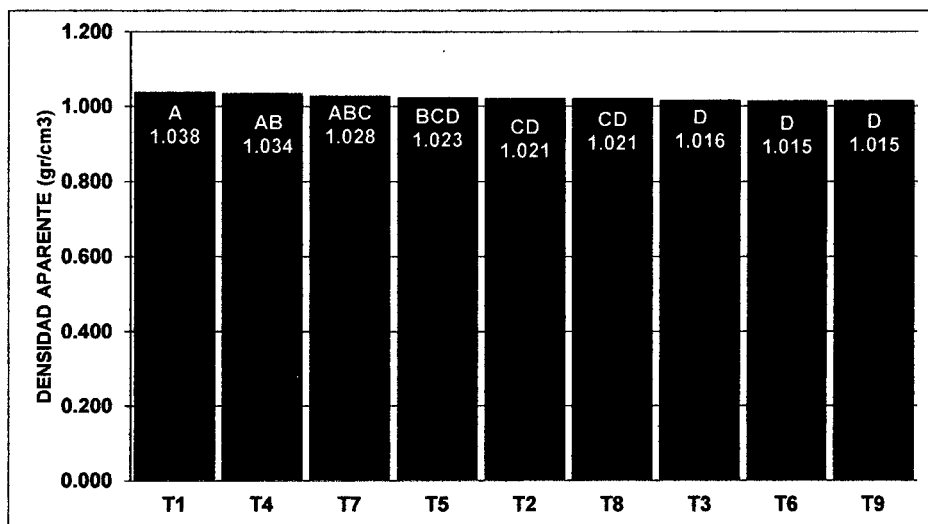


Figura n° 17: Prueba de Tukey para la densidad aparente de los tratamientos.

Fuente: Elaboración propia.

Al comparar la densidad aparente de los tratamientos, con la de dos jabones de lavar comercial (Popeye y Marsella), anexo n° 04,

se pudo verificar que el jabón Marsella tuvo registro una densidad aparente media de 1.025 gr/cm³, siendo este similar al tratamiento T7 el cual además de ser elaborado a 50°C tuvo una concentración de 10% de glicerina.

Mientras que el jabón Popeye tuvo una densidad aparente mayor a la de todos los tratamientos, con 1.07 gr/cm³, el cual se sabe que es elaborado a partir de aceite de palma blanqueado, de donde según VELEZ, 1969, se obtienen jabones duros, lo que origina un mayor peso por volumen.

4.4.5 Determinación de la textura.

Los resultados obtenidos nos permitieron determinar que el tratamiento T1 ha registrado mayor dureza promedio con 52.26 N, mientras que T9 resulto con 28.967 N, como la menor dureza de todos los tratamientos.

En el cuadro n° 16, se muestra el análisis de varianza de la textura de los tratamientos.

Cuadro n° 16: Análisis de varianza de la determinación de textura de los tratamientos.

IDE	FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROBABILIDAD DE F
1	Bloque	2	1.088007	0.544004	1.54	0.2437
2	Tratamiento	8	1814.789874	226.848734	643.84	<.0001
3	Glicerina	2	257.097274	128.548637	364.85	<.0001
4	Temperatura	2	1452.338763	726.169381	2061.01	<.0001
5	Glice x Temper	4	105.353837	26.338459	74.75	<.0001
6	Error	16	5.637393	0.352337		
7	Total	26	1821.515274			

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del análisis de varianza (ANVA) de los tratamientos al 5% de error, cuadro n° 16, indica que existe diferencia altamente

significativa del efecto de la glicerina sobre la dureza de los jabones, de una diferencia altamente significativa del efecto de la temperatura sobre esta propiedad, y de una diferencia altamente significativa del efecto de la interacción de la glicerina y la temperatura; con un coeficiente de determinación de 99.690% lo que indica que la variable en estudio es un indicador de la dureza del jabón y la alta calidad del modelo experimental, con un CV de 1.5265 y una dureza media de 38.884 N.

Tal como se observa en la figura n° 18, por comparación de Tukey al 95% de confiabilidad, el tratamiento T1 ha registrado la mayor dureza de todos los tratamientos, seguido del T4, también diferente a todos, seguido de los tratamientos T2, T7, T6 y T8, con una dureza similar, y diferente a las demás, teniendo a los tratamientos T3 y T9 con la menor dureza registrada.

Tanto el T1 como el T4 fueron elaborados a 50°C mientras que T3 y T9, a 70°C, lo que demuestra la influencia de la temperatura y la glicerina sobre la elaboración de los tratamientos.

Según **GINI, 1945**, niveles altos de glicerol pueden volver el jabón extremadamente suave, debido a la retención de humedad del producto final y la característica del el grano de jabón es grueso, cuando se elabora en caliente.

En la elaboración de los tratamientos se puede verificar que hubo una separación de glicerol, siendo más notoria a 70°C, obteniendo un producto casi desmenuzado, a diferencia de los que fueron elaborados a 50°C.

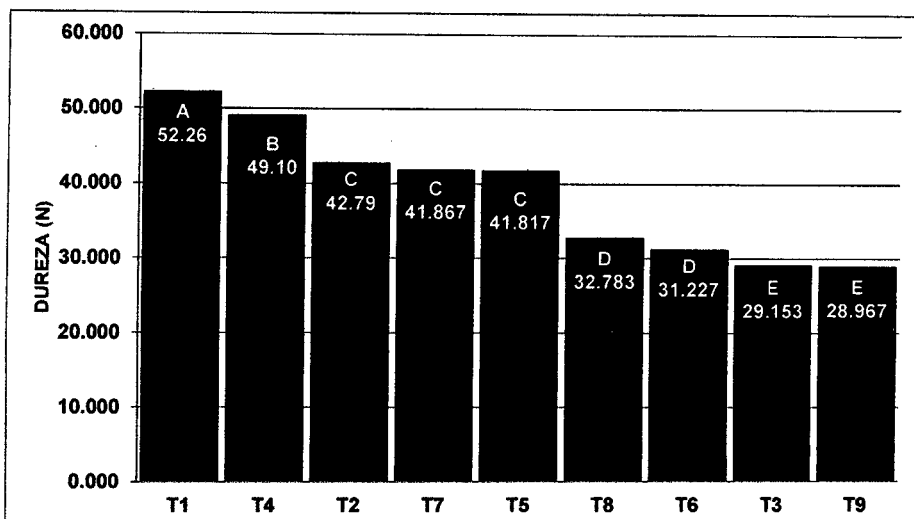


Figura n° 18: Prueba de Tukey para la textura de los tratamientos.

Fuente: Elaboración propia.

Al comparar la dureza de los tratamientos, con la de dos jabones de lavar comercial (Popeye y Marsella), anexo n° 04, se pudo verificar que los jabones comerciales registraron una dureza mucho mayor de 110 y 115 N respectivamente, superando por más de la mitad a la dureza más alta de los tratamientos.

Las temperaturas empleadas en los tratamiento provocó una rápida saponificación sin embargo producto de ello se logró la separación del glicerol, obteniendo un jabón con una dureza que se visto ha disminuida con el incremento de la temperatura, sin embargo esta temperaturas no hubieran tenido de mayor relevancia si se hubiera utilizado otro aceite vegetal, siendo para el caso del jabón Popeye, un producto obtenido con aceite de palma el cual según VELEZ 1969, es de donde se obtienen un jabón duros.

En la figura n° 19 se muestra la medición de textura de los tratamientos.

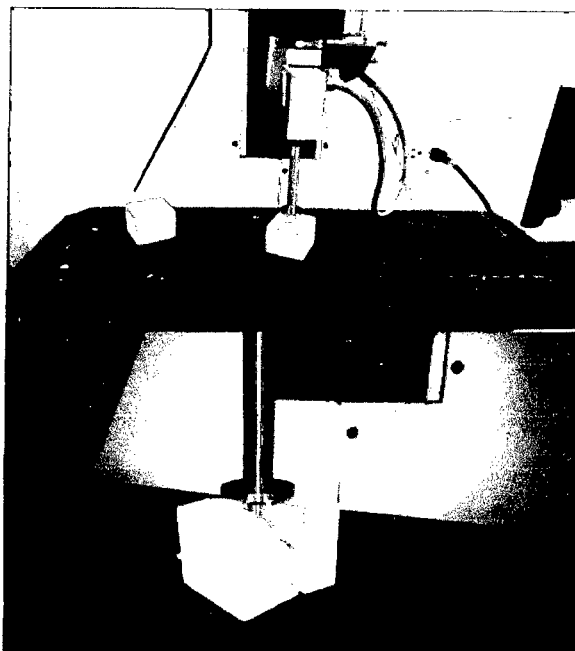


Figura n° 19: Determinación de la textura de los tratamientos.
Fuente: Elaboración propia.

4.5 ANÁLISIS DEL QUÍMICO DE LOS TRATAMIENTOS.

4.5.1 Determinación del álcali libre.

Los resultados obtenidos nos permitieron determinar que el tratamiento T1 ha registrado mayor porcentaje de alcalinidad libre promedio con 0.0663%, y a T9 como la de menor porcentaje con 0.0199%, anexo n° 05.

En el cuadro n° 17, se muestra el análisis de varianza del contenido álcali libre de los tratamientos.

Cuadro n° 17: Análisis de varianza de la determinación de álcali libre de los tratamientos.

IDE	FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROBABILIDAD DE F
1	Bloque	2	0.00000765	0.00000382	0.32	0.7291
2	Tratamiento	8	0.00529052	0.00066132	55.76	<.0001
3	Glicerina	2	0.00426349	0.00213174	179.73	<.0001
4	Temperatura	2	0.00048353	0.00024177	20.38	<.0001
5	Glice x Temper	4	0.0005435	0.00013588	11.46	0.0001
6	Error	16	0.00018977	0.00001186		
7	Total	26	0.00548794			

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del análisis de varianza (ANVA) de los tratamientos al 5% de error, tal como se observa en el cuadro n° 17, indica que existe diferencia altamente significativa del efecto de la glicerina sobre el porcentaje de alcalinidad libre de los jabones, de una diferencia altamente significativa del efecto de la temperatura sobre esta propiedad, y de una diferencia altamente significativa del efecto de la interacción de la glicerina y la temperatura; con un coeficiente de determinación de 96.542% lo que indica que la variable en estudio es un indicador del porcentaje de alcalinidad libre de los tratamientos y la alta calidad del modelo experimental, con un CV de 9.2504 y una alcalinidad libre media de 0.0372%.

Tal como se observa en la figura n° 20, se puede apreciar como por comparación de Tukey al 95% de confiabilidad, el tratamiento T1 ha registrado el mayor porcentaje de alcalinidad libre, diferente a todos los tratamientos, seguido del tratamiento T3, teniendo este cierta similitud con el T2, el cual ha tenido cierta similitud con el T4, el cual tiene también cierta similitud con los tratamientos T8, T5 y T6, existiendo cierta similitud para el caso de los dos últimos tratamientos, con los tratamientos T7 y T9, los que obtuvieron los menores porcentajes de alcalinidad libre.

Los tres primeros tratamientos fueron elaborados sin la incorporación de glicerina, conteniendo las demás entre 5 y 10%.

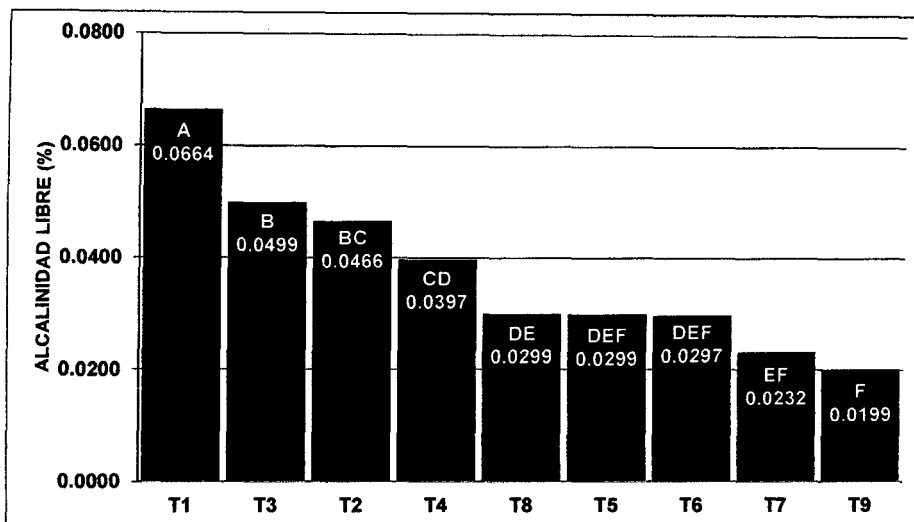


Figura n° 20: Prueba de Tukey para la alcalinidad libre de los tratamientos.
Fuente: Elaboración propia.

Todos los tratamientos registraron resultados adecuados ya que según INDECOPI, 2012, los jabones de lavar en barra deben contener una alcalinidad libre como máximo de 0.1%.

4.5.2 Determinación de materia insaponificable.

Los resultados obtenidos nos permitieron determinar que el tratamiento T8 ha registrado mayor porcentaje de materia insaponificable promedio con 0.617%, y a T1 como la de menor porcentaje con 0.4385%, anexo n° 05.

En el cuadro n° 18, se muestra el análisis de varianza del contenido de materia insaponificable de los tratamientos.

Cuadro n° 18: Análisis de varianza de la determinación de materia insaponificable de los tratamientos.

IDE	FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROBABILIDAD DE F
1	Bloque	2	0.00010714	0.00005357	0.15	0.8636
2	Tratamiento	8	0.11730543	0.01466318	40.5	<.0001
3	Glicerina	2	0.11461219	0.0573061	158.29	<.0001
4	Temperatura	2	0.00106765	0.00053382	1.47	0.2584
5	Glice x Temper	4	0.00162559	0.0004064	1.12	0.3805
6	Error	16	0.00579245	0.00036203		
7	Total	26	0.12320502			

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del análisis de varianza (ANVA) de los tratamientos al 5% de error, tal como se observa en el cuadro n° 18, indica que existe diferencia altamente significativa del efecto de la glicerina sobre el porcentaje de materia insaponificable de los jabones, de una diferencia no significativa del efecto de la temperatura sobre esta propiedad, y también de una diferencia no significativa del efecto de la interacción de la glicerina y la temperatura; con un coeficiente de determinación de 95.298% lo que indica que la variable en estudio es un indicador del porcentaje de materia insaponificable de los tratamientos y la alta calidad del modelo experimental, con un CV de 3.5421 y una materia insaponificable media de 0.5371%.

Tal como se observa en la figura n° 21, se puede apreciar como por comparación de Tukey al 95% de confiabilidad, el tratamiento T8 y T9 han registrado el mayor porcentaje de materia insaponificable, diferente a todos los tratamientos, seguido del tratamiento T7, teniendo este cierta similitud con el T5 y T4, los cuales han tenido cierta similitud con el T6, seguidos por los tratamientos T2, T3 y T1 los que han tenido los menores porcentajes de materia insaponificable.

A medida que se fue incrementando el porcentaje de glicerina también lo hizo el porcentaje de materia insaponificable.

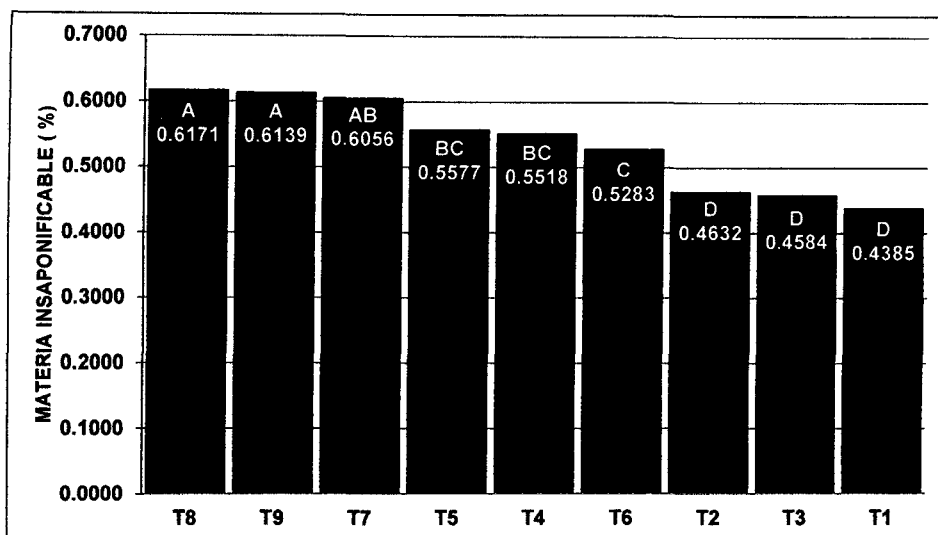


Figura n° 21: Prueba de Tukey para la materia insaponificable de los tratamientos.

Fuente: Elaboración propia.

Todos los tratamientos registraron resultados adecuados ya que según **INDECOPI, 2012**, los jabones de lavar en barra deben contener una materia insaponificable como máximo de 1%.

4.5.3 Determinación de ácidos grasos crudos totales.

Los resultados obtenidos, anexo n° 05 nos permitieron determinar que el tratamiento T7 ha registrado mayor porcentaje ácidos grasos crudos totales promedio con 68.136%, y a T3 como la de menor porcentaje con 65.123 %.

En el cuadro n° 19, muestra el análisis de varianza del contenido de los ácidos crudos totales de los tratamientos.

Cuadro n° 19: Análisis de varianza de la determinación de ácidos grasos crudos totales de los tratamientos.

IDE	FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROBABILIDAD DE F
1	Bloque	2	0.02488001	0.01244	0.86	0.4424
2	Tratamiento	8	19.2353925	2.40442406	165.93	<.0001
3	Glicerina	2	12.0995055	6.04975274	417.49	<.0001
4	Temperatura	2	6.24362243	3.12181121	215.44	<.0001
5	Glice x Temper	4	0.89226461	0.22306615	15.39	<.0001
6	Error	16	0.23184984	0.01449062		
7	Total	26	19.4921224			

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del análisis de varianza (ANVA) de los tratamientos al 5% de error, tal como se observa en el cuadro n° 19, indica que existe diferencia altamente significativa del efecto de la glicerina sobre el porcentaje de ácidos grasos crudos totales de los jabones, de una diferencia altamente significativa del efecto de la temperatura sobre esta propiedad, y también de una diferencia altamente significativa del efecto de la interacción de la glicerina y la temperatura; con un coeficiente de determinación de 98.11% lo que indica que la variable en estudio es un indicador del porcentaje de ácidos grasos crudos totales de los tratamientos y la alta calidad del modelo experimental, con un CV de 0.1811 y una materia insaponificable media de 66.44%.

Tal como se observa en la figura n° 22, por comparación de Tukey al 95% de confiabilidad, el tratamiento T7 han registrado el mayor porcentaje de materia insaponificable, diferente a todos los tratamientos, seguido del tratamiento T8, también diferente a las demás, seguido del T4 el cual tiene cierta similitud con T9 y este a su con T1, mientras que le siguen T6 y T5 los cuales son iguales y tienen cierta similitud con el T2, teniendo a T3 como el de menor contenido de ácidos grasos crudos totales y diferente a los demás.

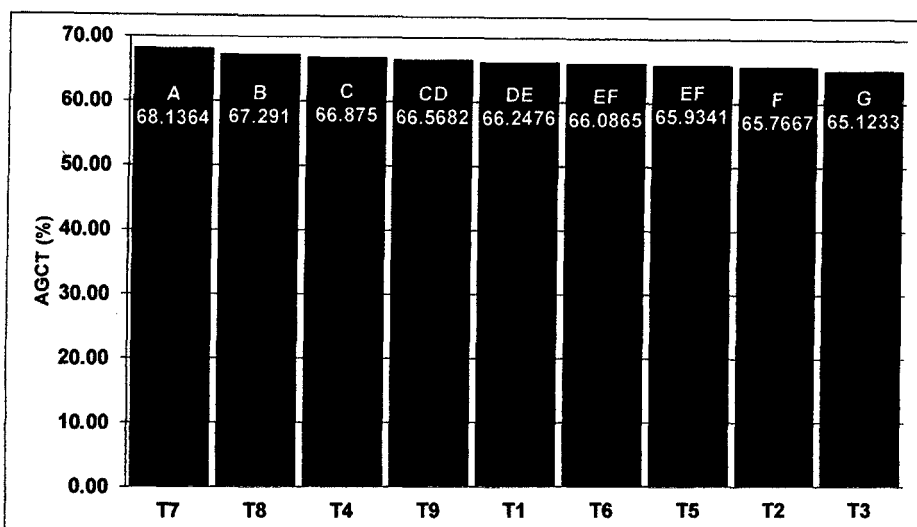


Figura n° 22: Prueba de Tukey para los ácidos grasos crudos totales de los tratamientos.

Fuente: Elaboración propia.

Todos los tratamientos registraron resultados que según INDECOPI, 2012, se encuentra dentro del rango de jabones de lavar en barra, puros, los cuales tienen un contenido mínimo de 63% de ácidos grasos crudos totales.

4.6 ANÁLISIS SENSORIAL.

4.6.1 Apariencia.

Los resultados obtenidos nos permitieron determinar que el tratamiento T8 ha registrado el mayor puntaje promedio lo que demuestra su menor atractivo ante los panelistas, en un rango de evaluación cercano a “ME DISGUSTA LIGERAMENTE” mientras que el jabón Popeye, registró el menor puntaje promedio y con ello su mayor atractivo ante los panelista en un rango de evaluación cercano a “ME GUSTA”.

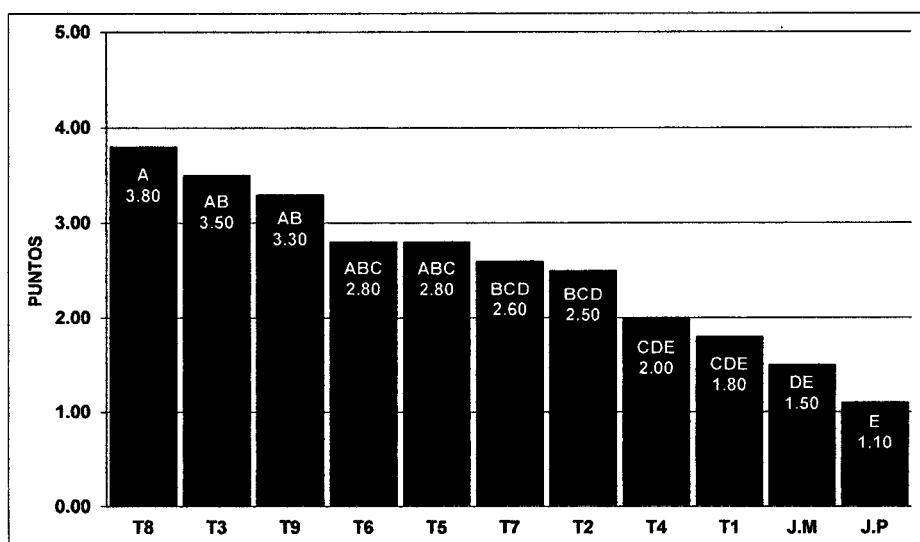
En el cuadro n° 20 se muestra el análisis de varianza de apariencia de los tratamientos.

Cuadro n° 20: Análisis de varianza de apariencia de los jabones.

IDE	FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROBABILIDAD DE F
1	Repetición	9	15.4636364	1.71818182	2.98	0.0037
2	Tratamiento	10	72.1636364	7.21636364	12.53	<.0001
3	Error	90	51.8363636	0.5759596		
4	Total	109	139.463636			

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del análisis de varianza (ANVA) de los tratamientos al 5% de error, tal como se observa en el cuadro n° 20, indica que existe diferencia altamente significativa entre los promedios de los tratamientos; con un coeficiente de determinación de 62.831%, lo que indica que la variable en estudio es un indicador de la apariencia de los jabones y la calidad media del modelo experimental, con un CV de 30.137 y una apariencia media de 2.518. En la figura n° 23 se muestra la comparación por apariencias de los tratamientos por la prueba de Tukey.



J.M= Jabón Popeye.

J.P= Jabón Marsella.

Figura n° 23: Prueba de Tukey para la apariencia de los tratamientos y jabones comerciales.

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se observa en la figura n° 23, por comparación de Tukey al 95% de confiabilidad, el jabón Popeye ha registrado el menor puntaje y con ello su mejor aceptación de apariencia entre los jabones, teniendo cierta similitud y seguido de los jabones Marsella, T1 y T4 respectivamente, en un rango de preferencia entre **“ME GUSTA a ME GUSTA LIGERAMENTE”**, teniendo cierta similitud con los tratamientos T2 y T7, en un rango de preferencia entre **“ME GUSTA LIGERAMENTE a NO ME GUSTA NI ME DISGUSTA”**, los cuales han tenido cierta similitud con los tratamientos T5, T6, T9 y T3 respectivamente, en un rango de preferencia de **“ME GUSTA LIGERAMENTE a ME DISGUSTA LIGERAMENTE”**, y teniendo a T8 como el jabón de menor aceptación por parte de los panelistas.

Los jabones comerciales tuvieron mejor aceptación de parte de los panelistas, seguidos por los tratamientos T1 y T4, los cuales fueron elaborados a 50°C y con un 5 % de glicerina en el caso de T4 en su elaboración.

4.6.2 Color.

Los resultados obtenidos nos permitieron determinar que el tratamiento T8 ha registrado el mayor puntaje promedio lo que demuestra que ha tenido una menor preferencia de color ante los panelistas, en un rango de evaluación de **“ME DISGUSTA LIGERAMENTE”** mientras que el jabón Marsella, registró el menor puntaje promedio y con ello su mayor preferencia de color ante los panelista en un rango de evaluación cercano a **“ME GUSTA”**.

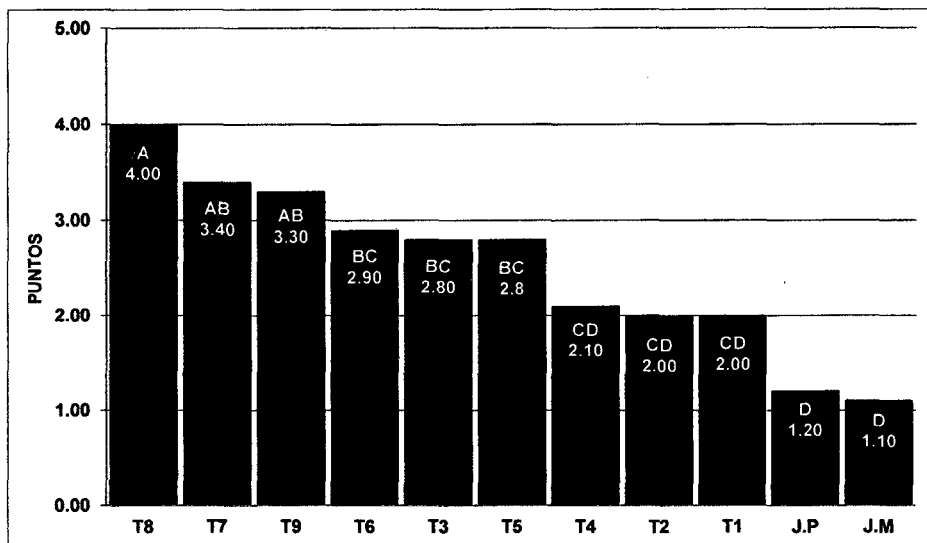
En el cuadro n° 21 se muestra el análisis de varianza de color de los tratamientos.

Cuadro n° 21: Análisis de varianza de color de los jabones.

IDE	FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROBABILIDAD DE F
1	Repetición	9	12.5818182	1.3979798	3.04	0.0032
2	Tratamiento	10	83.4909091	8.34909091	18.14	<.0001
3	Error	90	41.4181818	0.460202		
4	Total	109	137.490909			

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del análisis de varianza (ANVA) de los tratamientos al 5% de error, tal como se observa en el cuadro n° 21, indica que existe diferencia altamente significativa entre los promedios de los tratamientos; con un coeficiente de determinación de 69.875%, lo que indica que la variable en estudio es un indicador de la apariencia de los jabones y la calidad media del modelo experimental, con un CV de 27.0369 y un puntaje medio de color de 2.5090. En la figura n° 24 se muestra la comparación de color de los tratamientos mediante la prueba de Tukey.



J.M= Jabón Marsella.

J.P= Jabón Popeye.

Figura n° 24: Prueba de Tukey para el color de los tratamientos y jabones comerciales.

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se observa en la figura n° 24, por comparación de Tukey al 95% de confiabilidad, el jabón Marsella y Popeye respectivamente han registrado los menores puntajes y con ello su mejor aceptación de color entre los jabones, teniendo cierta similitud y seguido de los tratamientos T1, T2 y T4 respectivamente, en un rango de preferencia cercano a **“ME GUSTA LIGERAMENTE”**, teniendo cierta similitud con los tratamientos T5, T3 y T6, en un rango de preferencia cercano a **“NO ME GUSTA NI ME DISGUSTA”**, los cuales han tenido cierta similitud con los tratamientos T7 y T9 respectivamente, en un rango de preferencia de **“NO ME GUSTA NI ME DISGUSTA a ME DISGUSTA LIGERAMENTE”**, y teniendo a T8 como el jabón de menor aceptación por parte de los panelistas.

Los jabones comerciales tuvieron mejor aceptación de parte de los panelistas, seguidos por los tratamientos T1, T2 y T4, con los que tuvieron cierta similitud.

4.6.3 Olor.

Los resultados obtenidos nos permitieron determinar que el tratamiento T5 ha registrado el mayor puntaje promedio lo que demuestra que ha tenido una menor preferencia de olor ante los panelistas, en un rango de evaluación de **“ME DISGUSTA LIGERAMENTE”**, mientras que el jabón Popeye, registró el menor puntaje promedio y con ello su mayor preferencia de olor ante los panelista en un rango de evaluación cercano a **“ME GUSTA”**.

En el cuadro n° 22 se muestra el análisis de varianza de olor de los tratamientos.

Cuadro n° 22: Análisis de varianza de olor de los jabones.

IDE	FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROBABILIDAD DE F
1	Repetición	9	12.5545455	1.39494949	2.92	0.0044
2	Tratamiento	10	76.8727273	7.68727273	16.11	<.0001
3	Error	90	42.9454545	0.4771717		
4	Total	109	132.372727			

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del análisis de varianza (ANVA) de los tratamientos al 5% de error, tal como se observa en el cuadro n° 22, indica que existe diferencia altamente significativa entre los promedios de los tratamientos; con un coeficiente de determinación de 67.557%, lo que indica que la variable en estudio es un indicador del olor de los jabones y la calidad media del modelo experimental, con un CV de 25.0776 y un puntaje medio de olor de 2.7545.

En la figura n° 25, se muestra la comparación de olor de los tratamientos mediante la prueba de Tukey.

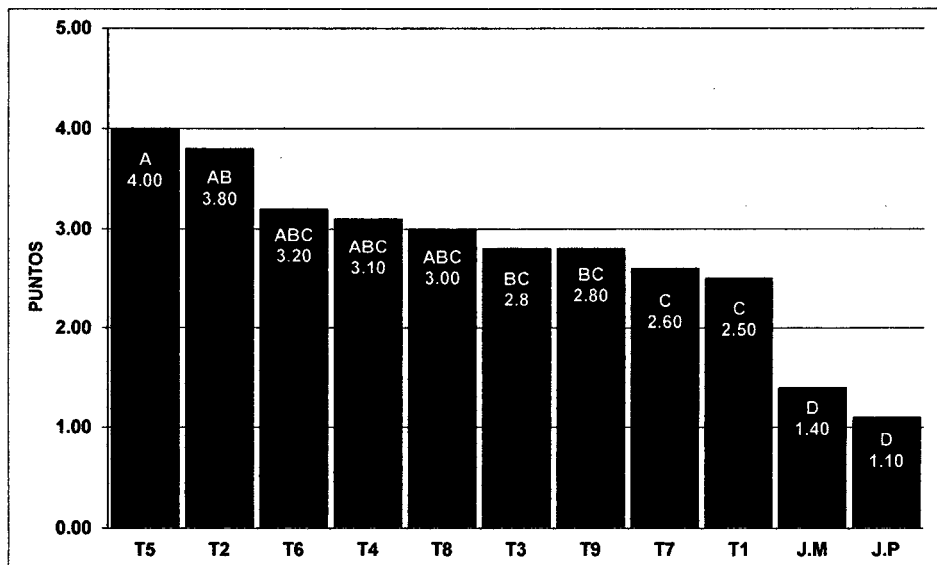


Figura n° 25: Prueba de Tukey para el olor de los tratamientos y jabones comerciales.

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se observa en la figura 25, por comparación de Tukey al 95% de confiabilidad, el jabón Marsella y Popeye respectivamente han registrado los menores puntajes y con ello su mejor aceptación y diferencia de olor entre los jabones, seguido de los tratamientos T1 y T7 respectivamente, con un rango de preferencia entre **“ME GUSTA LIGERAMENTE a NO ME GUSTA NI ME DISGUSTA”**, teniendo cierta similitud y seguido de los tratamientos T9, T3, T8, T4 y T6 respectivamente, en un rango de preferencia entre **“ME GUSTA LIGERAMENTE a ME DISGUSTA LIGERAMENTE”**, los cuales han tenido cierta similitud con el T2, que tuvo una preferencia cercana a **“ME DISGUSTA LIGERAMENTE”**, y teniendo a T8 como el jabón de menor aceptación por parte de los panelistas.

Los jabones comerciales tuvieron mejor aceptación de parte de los panelistas, seguidos por los tratamientos T1 y T7 los cuales se elaboraron a 50°C, con 0% y 10% de glicerina respectivamente.

4.6.4 Textura.

Los resultados obtenidos nos permitieron determinar que el tratamiento T8 ha registrado el mayor puntaje promedio lo que demuestra que ha tenido una menor preferencia en cuanto a textura ante los panelistas, en un rango de evaluación cercano a **“ME DISGUSTA LIGERAMENTE”**, mientras que el jabón Popeye, registró el menor puntaje promedio y con ello su mayor preferencia de textura ante los panelista en un rango de evaluación cercano a **“ME GUSTA”**.

En el cuadro n° 23, se muestra el análisis de varianza de textura de los tratamientos.

Cuadro n° 23: Análisis de varianza de textura de los jabones.

IDE	FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROBABILIDAD DE F
1	Repetición	9	8.94545455	0.99393939	1.41	0.1958
2	Tratamiento	10	69.8181818	6.98181818	9.9	<.0001
3	Error	90	63.4545455	0.7050505		
4	Total	109	142.218182			

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del análisis de varianza (ANVA) de los tratamientos al 5% de error, tal como se observa en el cuadro n° 23, indica que existe diferencia altamente significativa entre los promedios de los tratamientos; con un coeficiente de determinación de 55.382%, lo que indica que la variable en estudio es un indicador de la textura de los jabones y la calidad media del modelo experimental, con un CV de 31.4163 y un puntaje medio de textura de 2.6727.

En la figura n° 26, se muestra la comparación de textura de los tratamientos mediante la prueba de Tukey.

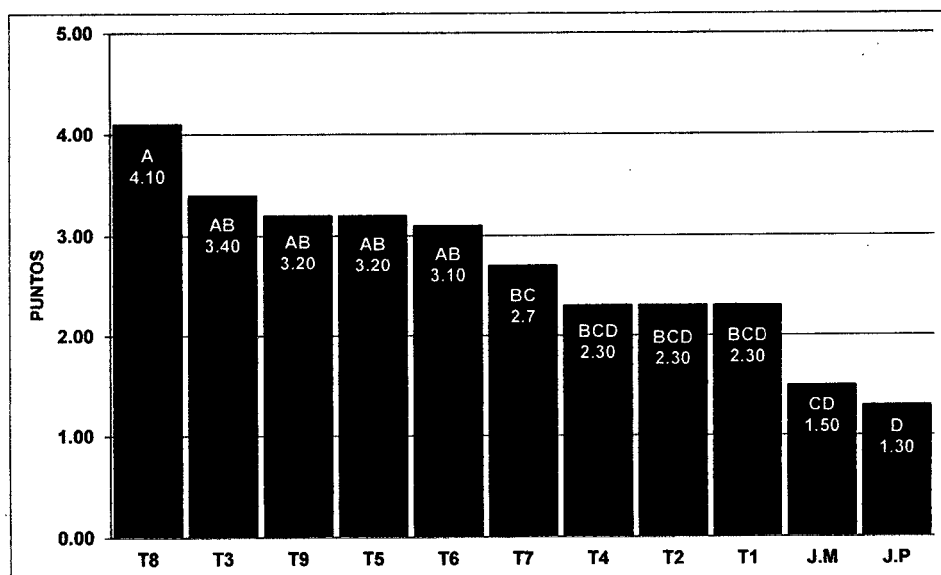


Figura n° 26: Prueba de Tukey para la textura de los tratamientos y jabones comerciales.

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se observa en la figura n° 26, por comparación de Tukey al 95% de confiabilidad, el jabón Popeye ha registrado el menor puntaje y con ello su mejor aceptación, seguido del jabón Marsella con el cual ha tenido mayor similitud a diferencia de otros, encontrándose en un rango de preferencia de **“ME GUSTA A ME GUSTA LIGERAMENTE”**, teniendo cierta similitud con los tratamientos T1, T2 y T4, los cuales son iguales y se encuentran en un rango de **“ME GUSTA LIGERAMENTE a NO ME GUSTA NI ME DISGUSTA”**, teniendo estos mayor similitud con T7, encontrándose este en su mismo rango de preferencia, seguido por los tratamientos T6, T5, T9 y T3, los que también son iguales, situándose en un rango de preferencia de **“NO ME GUSTA NI ME DISGUSTA a ME DISGUSTA LIGERAMENTE”**, teniendo cierta similitud con el T8 como el jabón de menor aceptación por parte de los panelistas.

Los jabones comerciales tuvieron mejor aceptación de parte de los panelistas, seguidos por los tratamientos T1, T2 y T4, los cuales se elaboraron con 0% de glicerina para el caso de T1 y T2 y con 5% para el caso de T4. En la figura n° 27, se muestra el análisis sensorial realizado por el panel de evaluación.



Figura n° 27: Análisis sensorial de jabones.
Fuente: Elaboración propia.

V. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los objetivos generales y específicos, se concluye lo siguiente:

1. Se determinó que el aceite de Piñón blanco es una materia prima adecuada para la elaboración de un jabón sólido con los parámetros que exige la norma Técnica Peruana para un jabón de lavar, según su proceso de elaboración.
2. Se determinó que el aceite de Piñón Blanco utilizado en la elaboración de jabón sólido tuvo un índice de acidez (I.A Prom. = 4.02 mg de KOH/ gr de grasa) fuera del rango recomendado según la norma DIN 51605 para la elaboración de biodiesel y un índice de saponificación (I.SAP prom.= 183.96 mg KOH/gr grasa) similar a lo obtenido en las investigaciones realizadas por INIA "El Porvenir".
3. Se determinó mediante análisis físicos que existe diferencia entre tratamientos por el efecto de la temperatura de ingreso del aceite a proceso y de concentración de glicerina cruda tratada; mientras que por análisis químico se determinó que todos los tratamientos se encuentran dentro de los parámetros que exige la Norma Técnica Peruana para un jabón de Lavar.
4. Se determinó mediante análisis sensorial que los tratamientos T1 y T4 tuvieron mejor aceptación a diferencia de los demás, pero por debajo de los jabones comerciales de lavar.
5. Se determinó que el diseño tecnológico más apropiado para la elaboración de un jabón sólido a partir de aceite de Piñón Blanco, está dado por los tratamientos elaborados a 50°C con 0% y 5% de glicerina cruda tratada.
6. Se determinó mediante el análisis sensorial que faltó mayor incorporación de perfume a los tratamientos por encontrarse dentro de un rango de "Me gusta ligeramente a me disgusta ligeramente".
7. Se concluye que el aceite de Piñón con altos índices de acidez y la glicerina tratada de la obtención de biodiesel de Piñón Blanco, se pueden utilizar como insumos para la elaboración de jabón sólido.

VI. RECOMENDACIONES.

1. Los resultados obtenidos a través del presente estudio se constituyen como estudios básicos, por lo que se recomienda utilizarlos como base para futuros trabajos de investigación en el mejoramiento del jabón sólido a partir de aceite de Piñón blanco.
2. Debido a durezas menores de los tratamientos a diferencia de un jabón comercial de lavar, se recomienda utilizar para la elaboración de jabón sólido por el método en frío aceite de Piñón Blanco con temperaturas menores a 50°C e incorporar glicerina en una proporción menor a 5%.
3. También se podría mejorar la dureza del jabón de Piñón Blanco, utilizando para su elaboración el método en caliente con la incorporación de una solución de NaCl, lo que permitirá retirar glicerina para diferentes usos y un jabón con mayor dureza.
4. Para niveles de acidez mayores a 5%, es recomendable refinar el aceite para separar sustancias indeseables y mejorar el aroma del aceite, para su uso en la elaboración de jabones de tocador.
5. Debido a la poca formación y estabilidad de espuma de los tratamientos a comparación de un jabón comercial, se recomienda mezclar el aceite de Piñón con aceite de palmiste o coco.
6. Como alternativa de negocio se recomienda realizar un estudio de las propiedades medicinales del jabón a base de Piñón blanco, para su uso en el tratamiento de dermatitis, hongos y otras afecciones de la piel.
7. Finalmente, debido a la escasa producción de semilla de Piñón blanco en la Región de San Martín, se recomienda analizar el costo de producción de aceite para su uso como insumo en la elaboración de jabones finos de tocador y medicinal, donde el precio de venta es mucho más atractivo que un jabón de lavar.

VII. BIBLIOGRAFÍA.

1. **AUSTIN, George (1989)** "Manual de procesos químicos en la industrial", Editorial Reverte Argentina S.C.A.
2. **BAILEY, ALTON E., (1945)** "Aceites y grasas industriales", Editorial Reverté, primera edición, Argentina.
3. **BARTOLI J.A, 2008** "Manual para el cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L) Honduras", [On line] (<http://es.scribd.com/doc/35840842/CULTIVO-JATROPHA>). (Consultado: 07/04/2014)
4. **CASTRO L., 2014** "Producción de jabón" [on line] (<http://es.scribd.com/doc/234018280/jabon>) (Consultado: 04/04/2014)
5. **CERMEÑO, J., (1998)** "Ciencia de los alimentos", Ingeniería Química, Fondo Editorial UDO, Primera edición, Anzoátegui-Venezuela.
6. **COSS, M., (2004)** "El libro del jabón artesanal", Editorial Paidotribo, segunda edición, España.
7. **DEL VALLE R, 2006,** "jabones caseros", [On line] (<http://www.mailxmail.com/curso-jabones-caseros/colores-utilizar>). (Consultado: 01/08/2014)
8. **DOMINGUEZ, L., 2012** "Sistema de Notación Munsell y CIElab" [On line] (<http://www.metas.com.mx/guiametras/la-guia-metas-09-07-medicion-de-color.pdf>). (Consultado: 21/03/2014)
9. **EL TAMIZ, 2009** "Inventos ingeniosos-El jabón", [on line] (<http://eltamiz.com/2009/10/13/inventos-ingeniosos-el-jabon/>). (Consultado: 13/08/2014).
10. **FRANCISCO TELLO PERÚ SAC, 2010,** Empresa de capital español dedicada al rubro de biocombustibles, jr. San Martín 484 La Banda de Shilcayo, Provincia y Departamento de San Martín.
11. **FLORES, J.C., (2010),** "Evaluación de la calidad del aceite y torta desgrasada de dos variedades de piñón (*Jatropha curcas* L.) antes y después de un tratamiento de destoxificación" [On line] (bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/495/1/T3013.pdf) (Consultado: 04/04/2013)

12. **GARAY R. et al, 2012** "Determinación de periodos fisiológicos en la maduración y calidad del aceite de Piñón Blanco (*Jatropha curcas* L)", Información tecnológica, Vol 23(4), 53-64, scielo, Tarapoto-Perú
13. **GINI, Carlos (1945)** "Química Industrial", Editorial el Ateneo, Buenos Aires, Argentina.
14. **ISTURIZ M.F, 2009** "Impacto Ambiental de Jabones y Detergentes" [On line] (<http://mariaisturiz-mariaisturiz.blogspot.com/>). (Consultado: 21/03/2014).
15. **INDECOPI, 2012** "Norma técnica peruana 319.125. Jabones y detergentes. Jabón de lavar". Primera edición-Perú.
16. **INDECOPI, 2012** "Norma técnica peruana 319.099. Jabones. Determinación del álcali caustico libre". Primera edición-Perú.
17. **INDECOPI, 2012** "Norma técnica peruana 319.102. Jabones. Determinación de Materia insaponificable" Primera edición-Perú.
18. **INDECOPI, 2012** "Norma técnica peruana 319.098. Jabones. Determinación de ácidos grasos crudos totales" Primera edición-Perú.
19. **MCDANIEL, R., (2002)** "Jabones esenciales", Editorial Paidotribo, primera edición, España.
20. **MÉNDEZ A.F, 2012**, "Composición de la semilla y evaluación de la calidad del aceite y torta desgrasada de tres variedades de piñón (*Jatropha curcas*), honduras" [On line] (<http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1254/1/T3339.pdf>). (Consultado: 01/04/2013).
21. **PETROPERÚ, 2014**, "Estudio de pre factibilidad Producción de Biodiesel B100 en Refinería el Milagro", Lima-Perú.
22. **POSADA, 2010** "Análisis de la refinación de glicerina obtenida como coproducto en la producción de biodiesel" [On line] (<http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/iyu/article/view/966>). (Consultado 10/10/12).
23. **SÁNCHEZ, R.,(1985)** "Producción de oleaginosas y textiles", Editorial Limusa, S.A., Segunda edición, México.
24. **SNV, 2014**, "Manual Cultivo de *Jatropha curcas* (piñón)" [On line] (http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:iMMk7Olgm_wJ:www.snvworld.org/download/publications/hn_introduccion_cultivo_pinon_m

anual_modulo_i.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe).(Consultado:
21/08/2014

25. **Textos científicos, 2005** “Jabones” [On line]
(<http://www.textoscientificos.com/jabon>). (Consultado: 21/03/2014).
26. **VIGNONI, 2006** “Determinación del índice de color” [On line]
(http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071807642006000600011&script=sci_arttext). (Consultado: 05/09/2014)
27. **Wikipedia org 2013.** “Blanqueador óptico” [On line]
(http://es.wikipedia.org/wiki/Blanqueador_%C3%B3ptico). (Consultado:
09/07/2014)

VIII. ANEXOS

Anexo n° 1: Resultados obtenidos de la medición de color de los tratamientos

IDE	TRAT.	REPET.	LECTURA	L*	a*	b*	IC
1	T1	R1	L1	92.08	3.18	3.80	9.09
2	T1	R1	L2	91.31	3.25	3.78	9.42
3	T1	R1	L3	92.28	3.31	3.88	9.24
4	T1	R2	L1	91.46	3.58	3.52	11.12
5	T1	R2	L2	91.01	3.72	3.48	11.75
6	T1	R2	L3	91.04	3.13	3.87	8.88
7	T1	R3	L1	90.96	3.63	3.70	10.79
8	T1	R3	L2	91.00	3.54	3.92	9.92
9	T1	R3	L3	90.88	3.54	4.11	9.48
10	T2	R1	L1	87.46	3.43	4.82	8.14
11	T2	R1	L2	85.66	3.42	4.56	8.76
12	T2	R1	L3	82.77	3.52	4.50	9.45
13	T2	R2	L1	85.02	3.43	4.67	8.64
14	T2	R2	L2	84.98	3.42	5.11	7.88
15	T2	R2	L3	83.77	3.29	5.14	7.64
16	T2	R3	L1	82.25	3.20	5.61	6.94
17	T2	R3	L2	85.66	3.31	4.98	7.76
18	T2	R3	L3	87.59	3.27	4.75	7.86
19	T3	R1	L1	83.20	3.05	4.62	7.93
20	T3	R1	L2	82.81	3.20	4.89	7.90
21	T3	R1	L3	81.57	3.06	4.83	7.77
22	T3	R2	L1	83.53	3.03	4.75	7.64
23	T3	R2	L2	81.54	2.85	4.66	7.50
24	T3	R2	L3	82.11	2.92	4.67	7.62
25	T3	R3	L1	85.11	2.91	4.97	6.88
26	T3	R3	L2	83.84	2.90	4.60	7.52
27	T3	R3	L3	82.92	2.92	4.45	7.91

28	T4	R1	L1	86.51	4.03	5.22	8.92
29	T4	R1	L2	86.72	3.93	5.57	8.14
30	T4	R1	L3	86.31	4.01	5.05	9.20
31	T4	R2	L1	87.65	4.01	5.11	8.95
32	T4	R2	L2	86.57	4.18	4.57	10.57
33	T4	R2	L3	87.22	4.23	4.44	10.92
34	T4	R3	L1	86.05	4.00	4.71	9.87
35	T4	R3	L2	86.52	4.07	4.66	10.09
36	T4	R3	L3	85.74	4.00	4.63	10.08
37	T5	R1	L1	85.55	3.49	4.85	8.41
38	T5	R1	L2	86.46	3.43	4.76	8.33
39	T5	R1	L3	85.58	3.56	4.23	9.83
40	T5	R2	L1	84.94	3.45	5.00	8.12
41	T5	R2	L2	85.32	3.30	4.95	7.81
42	T5	R2	L3	85.16	3.27	4.64	8.28
43	T5	R3	L1	84.82	3.34	5.42	7.27
44	T5	R3	L2	84.37	3.40	4.89	8.24
45	T5	R3	L3	83.81	3.36	5.30	7.56
46	T6	R1	L1	78.95	3.23	5.00	8.18
47	T6	R1	L2	78.42	3.02	5.63	6.84
48	T6	R1	L3	78.26	2.99	5.50	6.95
49	T6	R2	L1	77.95	2.85	5.10	7.17
50	T6	R2	L2	80.52	3.48	4.48	9.65
51	T6	R2	L3	77.86	3.21	5.01	8.23
52	T6	R3	L1	77.66	3.08	4.87	8.14
53	T6	R3	L2	71.67	2.84	5.67	6.99
54	T6	R3	L3	72.13	2.83	5.67	6.92

55	T7	R1	L1	75.48	3.40	8.25	5.46
56	T7	R1	L2	74.86	3.20	8.55	5.00
57	T7	R1	L3	74.88	3.17	8.35	5.07
58	T7	R2	L1	78.99	3.83	9.05	5.36
59	T7	R2	L2	76.60	3.79	8.99	5.50
60	T7	R2	L3	77.58	4.15	7.80	6.86
61	T7	R3	L1	78.03	2.92	9.10	4.11
62	T7	R3	L2	78.67	3.17	8.75	4.61
63	T7	R3	L3	76.51	3.70	9.23	5.24
64	T8	R1	L1	82.89	3.88	10.33	4.53
65	T8	R1	L2	82.47	3.89	9.99	4.72
66	T8	R1	L3	81.90	3.70	9.79	4.61
67	T8	R2	L1	82.27	3.84	9.83	4.75
68	T8	R2	L2	81.20	3.76	9.65	4.80
69	T8	R2	L3	79.23	3.67	9.34	4.96
70	T8	R3	L1	82.92	3.82	9.64	4.78
71	T8	R3	L2	80.97	3.79	9.81	4.77
72	T8	R3	L3	79.08	3.66	9.38	4.93
73	T9	R1	L1	83.06	3.53	9.46	4.49
74	T9	R1	L2	82.81	3.50	9.42	4.49
75	T9	R1	L3	79.40	3.42	8.93	4.82
76	T9	R2	L1	79.64	3.45	9.20	4.71
77	T9	R2	L2	82.21	3.42	8.90	4.67
78	T9	R2	L3	80.92	3.45	8.97	4.75
79	T9	R3	L1	81.14	3.43	9.23	4.58
80	T9	R3	L2	79.28	3.38	9.57	4.45
81	T9	R3	L3	79.19	3.55	9.33	4.80
76	J.P	R1	L1	81.49	2.69	1.39	23.75
77	J.P	R2	L2	81.54	2.72	1.33	25.08
78	J.P	R3	L3	81.21	2.71	1.51	22.10
79	J.M	R1	L1	86.53	1.46	6.61	2.55
80	J.M	R2	L2	86.23	1.45	6.66	2.52
81	J.M	R3	L3	86.08	1.5	6.82	2.56

Fuente: Elaboración propia.

Anexo n° 2: Resultados de los análisis físicos de los tratamientos.

IDE	TRAT.	REPET.	IC COLOR	HUMEDAD (%)	pH	DUREZA (N)
1	T1	R1	9.2497	14.591%	10.39	52.05
2	T1	R2	10.5832	13.658%	10.42	52.15
3	T1	R3	10.0624	14.277%	10.47	52.58
4	T2	R1	8.7809	14.605%	10.27	43.22
5	T2	R2	8.0518	13.504%	10.30	43.15
6	T2	R3	7.5180	14.320%	10.36	42.00
7	T3	R1	7.8680	15.274%	10.34	29.80
8	T3	R2	7.5841	14.694%	10.29	29.55
9	T3	R3	7.4375	13.513%	10.38	28.11
10	T4	R1	8.7535	15.619%	10.40	48.90
11	T4	R2	10.1472	15.517%	10.44	49.25
12	T4	R3	10.0134	15.666%	10.48	49.15
13	T5	R1	8.8599	16.471%	10.42	42.05
14	T5	R2	8.0709	15.948%	10.37	41.45
15	T5	R3	7.6902	15.666%	10.33	41.95
16	T6	R1	7.3231	16.151%	10.38	31.48
17	T6	R2	8.3484	15.948%	10.33	30.82
18	T6	R3	7.3507	16.849%	10.32	31.38
19	T7	R1	5.1765	18.481%	10.36	40.98
20	T7	R2	5.9065	18.425%	10.40	42.55
21	T7	R3	4.6523	18.650%	10.32	42.07
22	T8	R1	4.6225	18.693%	10.35	32.66
23	T8	R2	4.8354	18.442%	10.32	33.58
24	T8	R3	4.8281	18.107%	10.31	32.11
25	T9	R1	4.6009	19.386%	10.34	28.55
26	T9	R2	4.7120	19.194%	10.36	29.80
27	T9	R3	4.6132	19.261%	10.38	28.55
28	J. P	R1	23.7483	18.650%	10.42	111.15
29	J. P	R2	25.0811	19.197%	10.45	111.17
30	J. P	R3	22.0995	17.706%	10.40	111.15
31	J. M	R1	2.5526	11.948%	10.41	115.80
32	J. M	R2	2.5248	11.859%	10.38	116.52
33	J. M	R3	2.5551	12.076%	10.31	115.50

Fuente: Elaboración propia.

Anexo n° 3: Resultados de los análisis químicos de los tratamientos.

IDE	TRAT.	REPET.	ALCALI LÍBRE (%)	MATERIA INSAP (%)	AGCT (%)
1	T1	R1	0.0697	0.4531	66.4685
2	T1	R2	0.0597	0.4169	66.0278
3	T1	R3	0.0697	0.4454	66.2466
4	T2	R1	0.0499	0.4668	65.8379
5	T2	R2	0.0499	0.4770	65.8411
6	T2	R3	0.0399	0.4458	65.6212
7	T3	R1	0.0499	0.4478	65.2705
8	T3	R2	0.0498	0.4324	65.0501
9	T3	R3	0.0499	0.4949	65.0493
10	T4	R1	0.0397	0.5395	66.8030
11	T4	R2	0.0396	0.5786	67.0205
12	T4	R3	0.0397	0.5373	66.8016
13	T5	R1	0.0300	0.5775	65.9355
14	T5	R2	0.0298	0.5641	65.9336
15	T5	R3	0.0298	0.5315	65.9333
16	T6	R1	0.0298	0.5402	66.0852
17	T6	R2	0.0297	0.5224	66.0874
18	T6	R3	0.0297	0.5223	66.0870
19	T7	R1	0.0199	0.5987	68.2817
20	T7	R2	0.0199	0.6060	68.0638
21	T7	R3	0.0297	0.6122	68.0636
22	T8	R1	0.0299	0.6179	67.2864
23	T8	R2	0.0300	0.6160	67.2975
24	T8	R3	0.0299	0.6175	67.2890
25	T9	R1	0.0199	0.6183	66.4225
26	T9	R2	0.0199	0.6093	66.6422
27	T9	R3	0.0199	0.6140	66.6399

Fuente: Elaboración propia.

Anexo n° 4: Resultados de las evaluaciones sensoriales.

JUECES	EVALUACIÓN/TRATAMIENTO																																											
	APARIENCIA									COLOR									OLOR									TEXTURA																
	T4	T7	T2	T10	T3	T1	T5	T8	T11	T6	T9	T4	T7	T2	T10	T3	T1	T5	T8	T11	T6	T9	T4	T7	T2	T10	T3	T1	T5	T8	T11	T6	T9	T4	T7	T2	T10	T3	T1	T5	T8	T11	T6	T9
1	3	2	2	2	4	2	3	4	1	3	4	4	3	2	2	3	2	3	4	2	4	3	4	3	3	2	3	3	3	1	3	2	2	2	3	1	4	2	2	4	1	4	3	
2	2	2	2	1	3	2	4	4	2	3	3	1	2	2	1	2	2	4	5	1	3	3	2	1	2	1	2	3	5	3	2	3	3	2	1	2	1	2	4	4	4	2	3	3
3	1	2	1	1	3	1	1	3	1	2	2	1	3	2	1	2	2	2	3	1	2	3	2	3	4	1	3	2	3	3	1	2	2	2	4	2	1	4	1	1	3	1	3	2
4	2	1	1	1	3	2	4	4	2	3	3	1	4	1	1	2	2	3	3	1	3	3	3	1	3	1	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	1	4	2	2	4	2	3	3
5	2	4	2	1	3	2	3	4	2	3	3	3	4	1	1	3	2	3	4	1	3	4	3	3	4	1	4	4	4	4	2	4	4	3	2	3	2	4	4	3	5	2	3	4
6	2	3	4	1	5	2	4	4	1	3	5	2	4	3	1	5	2	4	5	1	3	5	4	3	5	1	2	3	5	3	1	4	4	4	3	2	1	2	4	4	4	1	3	5
7	2	3	2	1	2	2	2	3	2	2	3	2	4	2	1	2	2	2	3	1	2	3	3	3	4	1	3	2	4	1	1	3	3	1	3	3	1	4	1	5	4	1	3	3
8	1	3	5	1	5	2	2	4	2	3	3	2	3	3	1	4	2	2	4	1	3	3	3	3	5	1	2	2	4	4	2	3	2	3	5	2	3	2	2	4	4	2	3	3
9	3	2	5	1	3	1	2	4	1	3	3	4	3	3	1	2	2	2	5	1	3	3	4	3	5	1	3	2	4	3	1	4	3	2	2	2	1	4	1	4	4	1	3	3
10	2	4	1	1	4	2	3	4	1	3	4	1	4	1	2	3	2	3	4	1	3	3	3	3	3	1	3	2	5	4	1	3	3	2	2	2	1	4	2	3	5	2	3	3

Fuente: Elaboración propia.

Anexo n° 5: Ficha empleada para análisis sensorial.

EVALUACIÓN SENSORIAL

FECHA: 02/04/2014

N° 010

Indique que tanto le gustan o disgustan las muestras, según la siguiente escala

ESCALA HEDÓNICA	CALIFICACIÓN
Me gusta	1
Me gusta ligeramente	2
Ni me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta ligeramente	4
Me disgusta	5

Asigne la calificación correspondiente a cada propiedad

IDE.	EVALUACIÓN	MUESTRA										
		920	614	841	615	522	460	772	512	103	215	518
1	Apariencia	2	4	1	1	4	2	3	4	1	3	4
2	Color	1	4	1	2	3	2	3	4	1	3	3
3	Olor	3	3	3	1	3	2	5	4	1	3	3
4	Textura	2	2	2	1	4	2	3	5	2	3	3
	OBSERVACIÓN	Falta mejorar el olor	Tiene un color muy opaco, falta mejorar el olor	Falta mejorar el olor	Tien buenas cualidades	Tiene una textura muy suave	Falta mejorar el olor	Se recomienda dar mejores características	Esta muestra es medio desagradable.	Tiene buenas cualidades pero es muy duro.		Tiene un color muy oscuro

Muchas gracias!

Anexo n° 6: Comparación por Tukey de los análisis físicos de los tratamientos.

IDE	COLOR			HUMEDAD			pH			DUREZA		
	TRAT.	MEDIA (ml)	AGRUP. TUKEY	TRAT.	MEDIA (%)	AGRUP. TUKEY	TRAT.	MEDIA (pH)	AGRUP. TUKEY	TRAT.	MEDIA (N)	AGRUP. TUKEY
1	T1	9.965	A	T9	19.280	A	T4	10.440	A	T1	52.260	A
2	T4	9.638	AB	T7	18.519	A	T1	10.427	A	T4	49.100	B
3	T5	8.207	BC	T8	18.414	A	T5	10.373	AB	T2	42.790	C
4	T2	8.117	C	T6	16.316	B	T7	10.360	AB	T7	41.867	C
5	T6	7.674	C	T5	16.028	B	T9	10.360	AB	T5	41.817	C
6	T3	7.630	C	T4	15.601	BC	T6	10.343	AB	T8	32.783	D
7	T7	5.245	D	T3	14.494	CD	T3	10.337	AB	T6	31.227	D
8	T8	4.762	D	T1	14.175	D	T8	10.327	AB	T3	29.153	E
9	T9	4.642	D	T2	14.143	D	T2	10.310	B	T9	28.967	E

Fuente: Elaboración propia.

Anexo n° 7: Comparación por Tukey de los análisis químicos de los tratamientos.

IDE	ALCALI LIBRE			MATERIA INSAPONIFICABLE			ÁC.GRASOS CRUDOS TOTALES		
	TRAT.	MEDIA (%)	AGRUP. TUKEY	TRAT.	MEDIA (%)	AGRUP. TUKEY	TRAT.	MEDIA (%)	AGRUP. TUKEY
1	T1	0.0664	A	T8	0.6171	A	T7	68.1364	A
2	T3	0.0499	B	T9	0.6139	A	T8	67.2910	B
3	T2	0.0466	BC	T7	0.6056	AB	T4	66.8750	C
4	T4	0.0397	CD	T5	0.5577	BC	T9	66.5682	CD
5	T8	0.0299	DE	T4	0.5518	BC	T1	66.2476	DE
6	T5	0.0299	DEF	T6	0.5283	C	T6	66.0865	EF
7	T6	0.0297	DEF	T2	0.4632	D	T5	65.9341	EF
8	T7	0.0232	EF	T3	0.4584	D	T2	65.7667	F
9	T9	0.0199	F	T1	0.4385	D	T3	65.1233	G

Fuente: Elaboración propia.

Anexo n° 8: Comparación por Tukey de las características organolépticas de los jabones.

IDE	APARIENCIA			COLOR			OLOR			TEXTURA		
	TRAT.	MEDIA (pto)	AGRUP. TUKEY	TRAT.	MEDIA (pto)	AGRUP. TUKEY	TRAT.	MEDIA (pto)	AGRUP. TUKEY	TRAT.	MEDIA (pto)	AGRUP. TUKEY
1	T8	3.80	A	T8	4.00	A	T5	4.00	A	T8	4.10	A
2	T3	3.50	AB	T7	3.40	AB	T2	3.80	AB	T3	3.40	AB
3	T9	3.30	AB	T9	3.30	AB	T6	3.20	ABC	T9	3.20	AB
4	T6	2.80	ABC	T6	2.90	BC	T4	3.10	ABC	T5	3.20	AB
5	T5	2.80	ABC	T3	2.80	BC	T8	3.00	ABC	T6	3.10	AB
6	T7	2.60	BCD	T5	2.80	BC	T3	2.80	BC	T7	2.70	BC
7	T2	2.50	BCD	T4	2.10	CD	T9	2.80	BC	T4	2.30	BCD
8	T4	2.00	CDE	T2	2.00	CD	T7	2.60	C	T2	2.30	BCD
9	T1	1.80	CDE	T1	2.00	CD	T1	2.50	C	T1	2.30	BCD
10	J.M	1.50	DE	J.P	1.20	D	J.M	1.40	D	J.M	1.50	CD
11	J.P	1.10	E	J.M	1.10	D	J.P	1.10	D	J.P	1.30	D

Fuente: Elaboración propia.

Anexo n° 9: Sistema CIELAB.

El color puede ser evaluado mediante la determinación del índice de color IC* obtenido por la expresión (1) donde L, a, y b son los parámetros del sistema color CIELAB. El parámetro L proporciona un valor de la Luminancia o brillo de la muestra. El parámetro a indica la zona de variación entre el rojo y el verde del espectro. El parámetro b se refiere a la zona de variación entre el amarillo y el azul del espectro.

$$IC^* = \frac{a \cdot 1000}{L \cdot b}$$

El IC* por sus características de variación puede utilizarse como variable de control de la calidad organoléptica de alimentos:

- a) Si IC* es negativo (-40 a -20), su valor relaciona los colores que van desde el azul-violeta al verde profundo.
- b) Si IC* es negativo (-20 a -2), su valor relaciona los colores que van del verde profundo al verde amarillento.
- c) Si IC* está entre -2 a +2, representa el amarillo verdoso
- d) Si IC* es positivo (+2 a +20), se relaciona con los colores que van desde el amarillo pálido al naranja intenso.
- e) Si IC* es positivo (+20 a +40), se relaciona con los colores que van desde el naranja intenso al rojo profundo. **(VIGNONI, 2006)**

El espacio CIELab, (también conocido como CIELab) fue establecido por la Comisión Internacional de L'Eclairage (CIE, 1978), se definen las magnitudes colorimétricas que se derivan matemáticamente de los valores triestímulo y pueden considerarse una respuesta de los observadores patrones a un estímulo luminoso.

Anexo n° 10: Análisis químicos previo realizados al aceite de Piñón Blanco.

a. Determinación del índice de acidez (AOCS).

1. Pesar aproximadamente 5 gr de aceite sobre un matraz de 250 ml.
2. Disolver el aceite con 50 ml de alcohol etílico previamente neutralizado.
3. Agitar vigorosamente el matraz hasta disolver totalmente el aceite.
4. Agregar 2 gotas de fenolftaleína a la mezcla y llevar a titular con una solución de KOH al 0.1 N, hasta obtener un viraje a color rojo grosella.
5. Anotar el gasto y calcular el índice de acidez.

$$IA = V \times N \times PM \text{ KOH}/m$$

Dónde:

IA = Índice de acidez del aceite (%).

V = Volumen de solución de KOH 0.1N gastado

N = Normalidad de la solución de KOH.

m = Peso del aceite.

b. Determinación del índice de saponificación (AOCS)

1. Pesar aproximadamente 2 gr de muestra en un balón de 250 ml.
2. Agregar 25 ml de solución alcohólica de KOH 0.5N y conectar el balón al refrigerante y hervir la muestra por aproximadamente 30 minutos.
3. Transcurrido el tiempo, separar el reflujo y enfriar el balón por un instante.
4. Agregar 10 gotas de indicador de fenolftaleína al 1% y titular con solución de HCL 0.5 N, anotar el gasto.
5. Repetir el proceso en blanco.

$$IS = (VB - VM) \times 28.05/m$$

Dónde:

IS = Índice de saponificación (mg de KOH/gr de aceite)

V_m = Volumen de gasto ml de la solución de HCL 0.5N de la muestra.

VB = Volumen de gasto ml de la solución de HCL 0.5 N del blanco.

m = Peso de la muestra.

Anexo nº 11: Refinación de la glicerina.

1. Colocar en un vaso de precipitado de 2000 ml un (1) kg aproximadamente de glicerina y colocarlo sobre una cocina eléctrica, y llevar hasta alcanzar una temperatura de 120°C, para evaporara el metanol y la humedad existente disuelta en la glicerina.
2. Enfriar hasta alcanzar 65 °C y filtrar con la ayuda de una tela y un colador sobre un vaso de precipitado de 2000 ml.

