



300618

UNIVERSIDAD LA SALLE

3
2ej

ESCUELA DE QUIMICA
INCORPORADA A LA UNAM

PROPIEDADES DEL JABON DE BARRA
EN UN DIAGRAMA DE FASES

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S
Que para obtener el Título de :
I N G E N I E R O Q U I M I C O
P r e s e n t a :
ARTURO JAVIER CORONADO SADA

Director de Tesis:
M.C. ADOLFO OBAYA VALDIVIA

México, D.F.

1992



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE DE FIGURAS

ITEM	DESCRIPCION	PAGINA
FIGURA 1	PORCIENTO DE GRASA SAPONIFICADA VS. TIEMPO	17
FIGURA 2	PROCESO DE SAPONIFICACION Y LAVADOS	24
FIGURA 3	TERMINACION DE JABON BASE	27
FIGURA 4	TRATAMIENTO DE NIGRES	28
FIGURA 5	TERMINACION DE NIGRES	29
FIGURA 6	ALCALI REQUERIDA PARA SAPONIFICAR V.S. NaOH	54
FIGURA 7	ALCALI REQUERIDA PARA SAPONIFICAR V.S. KOH	55
FIGURA 8	SISTEMA SODIO AGUA (SAL-AGUA)	61
FIGURA 9	PUNTO MONOFASICO EN EL SISTEMA SAL AGUA	62
FIGURA 10	PUNTO BIFASICO EN EL SISTEMA SAL AGUA	64
FIGURA 11	PUNTO TRIFASICO EN EL SISTEMA SAL AGUA	65
FIGURA 12	GRADOS DE LIBERTAD SISTEMA MONOFASICO	67
FIGURA 13	GRADOS DE LIBERTAD SISTEMA BIFASICO	68
FIGURA 14	GRADOS DE LIBERTAD SISTEMA TRIFASICO	70
FIGURA 15	MOVIMIENTO ISOTERMICO EN EL SISTEMA SAL-AGUA	72
FIGURA 16	MOVIMIENTO ISOPLETICO EN EL SISTEMA SAL-AGUA	73
FIGURA 17	GRAFICA ORIGINAL DE ROSEVEAR DEL PALMITATO DE SODIO	76
FIGURA 18	GRAFICA MODIFICADA DE ROSEVEAR DEL PALMITATO DE SODIO	79
FIGURA 19	IDENTIFICACION DE FASES DEL SISTEMA DEL PALMITATO DE SODIO	80
FIGURA 20	PROCESO TRADICIONAL EN UN DIAGRAMA DE PALMITATO DE SODIO I	87
FIGURA 21	PROCESO TRADICIONAL EN UN DIAGRAMA DE PALMITATO DE SODIO II	89
FIGURA 22	FRACCION DE FASE DILUIDA VS. TEMPERATURA EN UN PROCESO ISOPLETICO A 76.6%	92
FIGURA 23	FRACCION DE FASE DILUIDA VS. TEMPERATURA COMPARANDO PROCESOS ISOPLETICOS A 76.6% Y 69.7%.	94
FIGURA 24	PROCESO MODERNO EN UN DIAGRAMA PALMITATO DE SODIO	96
FIGURA 25	FRACCION DE FASE DILUIDA VS. TEMPERATURA DEL PROCESO MODERNO.	98
FIGURA 26	GRAFICA DEL LAURATO DE SODIO (NaL)	99
FIGURA 27	REPRESENTACION DEL ESFUERZO CORTANTE	105
FIGURA 28	VARIACION DE LA VISCOSIDAD CON LAS FASES	109
FIGURA 29	PROCESOS ISOTERMICOS A DIFERENTES TEMPERATURAS	112
FIGURA 30	PROCESO DE SECADO ISOTERMICO DE LOS ESTADOS HIDRATADOS.	119
FIGURA 31	DIAGRAMA DE FASES TRIANGULAR DEL JABON (25% ACEITE DE COCO, 75% SEBO)	122
FIGURA 32	DIAGRAMA DE FASES DEL JABON (25% CNO, 75% SEBO)	125
FIGURA 33	DIAGRAMA DE FASES DEL JABON (100% SEBO)	130
FIGURA 34	DIAGRAMA DE FASES DEL JABON (100% CNO)	131
FIGURA 35	EFFECTO DE NIGRE EN LAS GRIETAS	133
FIGURA 36	EFFECTO DE NIGRE EN LAS GRIETAS SECAS	134

INDICE DE TABLAS

TABLA 1	GRASAS Y ACEITES MAS COMERCIALES	30
TABLA 2	ACIDOS GRASOS SATURADOS	31
TABLA 3	ACIDOS GRASOS INSATURADOS	32
TABLA 4	PROPORCION DE ACIDOS GRASOS EN GRASAS Y ACEITES VEGETALES Y ANIMALES	34
TABLA 5	CARACTERISTICAS DE LOS JABONES DE COCO Y SEBO	35
TABLA 6	DENSIDADES DEL COCO Y SEBO	50
TABLA 7	VALOR DE SAPONIFICACION DEL COCO Y DEL SEBO CON RESPECTO AL KOH Y AL NaOH	52
TABLA 8	DISCONTINUIDAD DE KRAFFT	100

INDICE

1.- INTRODUCCION.	
1.1.- HISTORIA DEL JABON	1
2.- METODOS DE OBTENCION.	
2.1.- METODOS DE OBTENCION DEL JABON	13
2.2.- SAPONIFICACION	14
2.3.- LAVADOS	19
2.4.- NIGRE	23
3.- MATERIAS PRIMAS.	
3.1.- TRIGLICERIDOS	30
3.2.- ACIDOS GRASOS	31
3.3.- EVALUACION DE GRASAS	35
3.4.- COLOR	37
3.5.- F.F.A.	38
3.6.- HUMEDAD E IMPUREZAS	38
3.7.- INSAPONIFICABLE	38
3.8.- INDICE DE YODO	39
3.9.- VALOR DE SAPONIFICACION	39
3.10.-ALMACENAMIENTO DE GRASAS Y SOSA	40
4.- BALANCES DE MATERIA.	
4.1.- LAVADO DE SEBO	43
4.2.- BLANQUEO DE SEBO	44
4.3.- GRASAS	46
4.4.- FACTOR DE TANQUE	48
4.5.- SOSA	52

5.-	DIAGRAMA DE FASES.	
5.1.-	TERMINOS UTILIZADOS EN EL JABON DE BARRA.	56
5.2.-	LECTURA DE DIAGRAMAS CLORURO DE SODIO-AGUA	60
6.-	COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA JABON-AGUA.	
6.1.-	PRESENTACION DE FASES	75
6.2.-	REGIONES BIFASICAS	81
6.3.-	PROCESO TRADICIONAL	83
6.4.-	PROCESO MODERNO	85
7.-	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES DE LA BARRA DE JABON.	
7.1.-	FIRMEZA	104
7.2.-	MANCHAS	108
7.3.-	"SMEAR"	109
7.4.-	ESPUMA	109
7.5.-	DESGASTE	114
7.6.-	GRIETAS	115
8.-	ANALISIS DEL PROCESO DE SAPONIFICACION A TRAVES DE UN DIAGRAMA DE FASES.	
8.1.-	DIAGRAMA TRIANGULAR DEL JABON	121
8.2.-	APLICACION DEL DIAGRAMA DE FASES	122
8.3.-	EJEM. ESPEC. UTILIZANDO UN DIAGRAMA DE FASE	123
8.4.-	DISCUSION SOBRE LA INFORMACION DE UN DIAGRAMA DE FASES	126
9.-	CONCLUSIONES	135
10.-	BIBLIOGRAFIA	137

1.-INTRODUCCION

HISTORIA DEL JABON

Debido a la importancia que ha tenido la limpieza en nuestra sociedad, la imagen de confort, estética y salud que ésta representa, es importante hacer mención de la evolución que ha tenido la producción de jabón a través de los años.

Los orígenes de la limpieza personal se remiten a los tiempos de la prehistoria, desde que el agua era esencial para la vida y los hombres de las cavernas tenían que vivir cerca de ella para empezar, así, a conocer las propiedades de limpieza que ésta posee.

Los primeros indicios que se tienen acerca de la existencia del jabón se remontan a la literatura escrita, donde las tablas encontradas en Samaria en el año 2500 A.C., registran el conocimiento de un material para limpiar lana hecha de aceites y de las cenizas de las plantas. Los egipcios, para el año 1500 A.C., ocupaban una sustancia tipo jabón, para tratamiento de problemas médicos y prevención de enfermedades; que gracias a su poder limpiador proporcionaban un efecto desinfectante.

La Biblia hace mención, que para este tiempo, los israelitas conocían y utilizaban una pomada derivada de la mezcla de cenizas y aceites naturales.

El conocimiento de la manufactura del jabón fué difundido lejos y ampliado por los romanos, quienes después de aprender el arte de los galos enseñaron a hacer jabón a través de su imperio.

Una fábrica de jabón con todos sus aparatos, y hasta algunas muestras, fueron encontradas en las cenizas de Pompeya. El anciano Plinio, quien fue asesinado en Pompeya, describe en su volumen de historia natural, jabón hecho hirviendo sebo de cabra y cenizas de madera caudizadas.

Sin embargo el uso del jabón ha cambiado desde aquellos tiempos. Aunque los romanos fueron famosos por sus baños, el jabón fue usado para limpiar textiles (especialmente lana) y para teñirse el pelo, pero no para limpieza humana, los romanos usaron orina putrefacta como un limpiador.

Su efectividad resulta de el carbonato de amonio, el cual reaccionaba con las grasas y aceites existentes en la lana o en el cuerpo para producir jabón. La orina era colectada en las esquinas de las calles de la antigua Roma de los transeúntes por los fullones, éstos comenzaron a ser tan prósperos que más tarde el gobierno les cobró impuestos.

El jabón obtuvo su nombre, de acuerdo con una antigua leyenda romana, del Monte Sapo, en donde eran sacrificados los animales. La lluvia lavaba una mezcla de sebo animal derretido y

las cenizas del barro a lo largo de la orilla del río Tiber. Las mujeres se dieron cuenta de que al aplicar ésta mezcla de barro con la ropa, la limpiaban mejor y sin esfuerzo.

Los galos y los alemanes también encontraron utilidad en una mezcla hecha de sebo de cabra y cenizas, que tenía su principal utilidad en el tinte de color rojo para el cabello.

El uso de jabón para limpieza personal progresó muy lentamente hasta la siguiente mitad del siglo I. Hasta ésta fecha el jabón fue hecho de grasa cruda de animales y aunque el jabón pudo haber tenido buenas propiedades de limpieza, éstos tenían siempre un olor inaguantable. El método para hacer jabón, con su incapacidad para regular el exceso de lejía, produjo un jabón fuertemente alcalino el cual no era recomendable para el aseo personal, los grandes avances en limpieza personal fueron hechos a principios del siglo II con el uso de aceites vegetales; especialmente aceite de oliva, y el descubrimiento de las cenizas de una variedad de planta marina llamada Barilla. La Barilla era una planta que contenía sosa, la cual producía jabón duro.

Una de las principales civilizaciones que emplearon el jabón fue la romana, en donde se utilizaron por primera vez los baños, éstos funcionaban con el agua traída desde sus acueductos, alrededor del año 312 A.C.. Los baños se convirtieron en centros de forma de vida lujosa.

Alrededor del segundo siglo A.C., el físico Galeno, recomendó el jabón para propósitos medicinales y de lavado.

Después de la caída de Roma y de la declinación de los hábitos de bañarse, Europa sintió el impacto de la inmundicia sobre la salud pública. Esta falta de limpieza personal y las condiciones de vida insalubre asociadas, contribuyeron en forma importante con las grandes pestes de la Edad Media, y en especial con la Peste Negra del siglo XIV.

La industria del jabón floreció en España e Italia cerca del final del primer siglo, solo para ser reemplazada por Marsella como el centro de manufactura del jabón. Marsella fue el corazón de la industria del jabón por casi 1700 años. En el año de 1800, la ciudad de Marsella tenía aproximadamente 40 fábricas de jabón.

Los fabricantes de jabón de Marsella preservaron intacto por centurias todo el proceso y formulaciones del mismo.

La tecnología sobre la elaboración de jabón fue altamente protegida a principios de la Edad Media. Los aceites vegetales y animales fueron usados con cenizas de plantas y combinados con ciertas fragancias para así poder obtener una gama muy amplia de jabones, que venían desde jabón para afeitarse hasta jabón para baño.

Durante el resto de la Edad Media, los jabones de la más alta calidad fueron reservados para las clases altas. El proceso y calidad de el jabón era de acuerdo a la abundancia y disponibilidad de materiales. La gente continuo haciendo jabón casero mientras solo la gente rica podía proveerse del jabón más fino, debido a que el proceso para hacer jabón de calidad superior era muy laborioso y demandaba un alto precio.

Los fabricantes de jabón, aunque no entendían a fondo el proceso de producción de jabón como lo conocemos nosotros ahora, fueron muy concientes de la necesidad del uso de las mejores materias primas para producir jabón de calidad consistente en su manufactura. Los fabricantes de jabón conocían que el tipo de cenizas usadas en la preparación de la lejía era crítica para el tipo de jabón y su calidad. Por ejemplo: era mas benefico usar la cenizas de un árbol de Haya (el cual contenía cerca de un 25% de potasio) que de un Roble (que contenía un 12%) o de un Sauce (que contenía solo un 10%). Los jabones eran hechos con cualquier ceniza de madera y hervido con cal viva para producir hidróxido de potasio o de las cenizas de plantas marinas las cuales producían hidróxido de sodio.

El jabón de potasio tenía una consistencia blanda, como gelatinosa, mientras el jabón de sodio formaba una torta dura, por lo que las cenizas de las plantas marinas fueron importadas de todos los alrededores del Mediterráneo para su uso en la manufactura del jabón duro.

El aceite usado en estos jabones fue aceite puro de oliva, el cual era requerido por el fabricante de acuerdo a sus necesidades de producción. La manufactura de este jabón de alta calidad podía tardarse hasta dos meses, ya que la dificultad de obtener las materias primas necesarias era muy grande.

El jabón más común durante la Edad Media se componía de el mismo potasio obtenido de una variedad de cenizas de árbol y grasas animales, éste jabón requería formulación precisa y un sistema de abastecimiento muy intrincado.

El potasio era extraído de la cenizas con agua, el color de esta solución usado para medir la concentración de la solución. El fabricante de jabón podía hervir la solución hasta que la consistencia deseada era alcanzada. Esto era muy importante para obtener la concentración de potasio adecuada, como podremos ver mas adelante la concentración no apropiada producirá jabón en la fase errónea. Si la fase es incorrecta el jabón será inservible.

Los fabricantes de jabón estaban capacitados para decir si la solución estaba lista para usarse, por su color y consistencia, pero el método más común era midiendo la gravedad específica, viendo si un huevo podía flotar en la solución. La solución de potasio y grasas eran cocidas juntas en una paila grande para hacer jabón.

Para el siglo XVII Italia, España, Francia e Inglaterra comenzaron a elaborar y comercializar el jabón en grandes cantidades hasta realizar un monopolio extremadamente fuerte y obtener ganancias realmente considerables para aquel tiempo.

El comercio en las colonias americanas comenzó para el año de 1608 donde una cantidad pequeña de fabricantes de jabón realizaron un viaje a la colonia americana de Jamestown, donde desempeñaron esta actividad por muchos años.

Antes de la invención de el hidrolizador en 1930, todo el jabón era hecho por el proceso de pailas. Las grasas y aceites eran puestos en una paila grande en la cual cabían aproximadamente entre 5 y 50 toneladas, la solución cáustica era agregada junto con la sal y la mezcla hervida con vapor. La persona encargada de hervir el jabón, quien era considerado un artesano, no era reconocida como un maestro en la manufactura del jabón a menos de que tuviera 10 años de aprendizaje. El proceso de hervir podía ser repetido varias veces para lavar las impurezas y la glicerina de el jabón y completar la saponificación. Para checar la terminación de cada paila, el maestro podía probar el jabón. Esta prueba le decía a él si el nivel de cáustico era correcto y si la glicerina había sido lavada. Posteriormente se dejaba la paila reposar por varios días y el jabón separaba en dos fases diferentes. El maestro checaba el color, la fluidez, la apariencia al ser mezclado y su sabor, con éstas observaciones podía saber si estaba en la fase

correcta. Por supuesto que él nunca conoció que fase era, el únicamente sabía que el jabón estaba bien.

Las cuatro fases importantes para el fabricante de jabón eran las siguientes:

La primera era la fase limpia con la cual el hervidor del jabón determinaba el punto óptimo de su jabón terminado. Este debía ser un jabón muy fluido y tener una consistencia suave; si esto resultaba correctamente, la capa de arriba en la paila resultaba ser, la mayor parte, jabón limpio.

La segunda fase, justo abajo de la fase limpia era la fase media frecuentemente llamada "jabón goma" este jabón es muy grueso, jabón fibroso, difícil para redisolver, usualmente translúcido y oscuro en color. Este jabón era muy indeseable y era evitado a todo costo. La tercera fase era conocida como fase nigre. Nigre quiere decir en Francés negro, es donde se acumula la mayor parte de la suciedad e impurezas.

La cuarta fase era jabón coagulado. Aquí el alto electrolito (contenido de sal y sosa del jabón) causa que el jabón forme pequeñas bolas, este jabón era enfriado, cortado y vendido por piezas.

Los fabricantes de jabón podían vender jabón casero a un precio reducido a cambio de las cenizas de las estufas y

chimineas y por los desperdicios y grasas cocidas de la cocina.

Las grasas eran también obtenidas de los ranchos y hasta de la persona que hacía botones, cuando ésta hervía los huesos de los animales antes de hacer botones. El método básico para hacer jabón cambió muy poco desde la primera centuria antes de Cristo hasta la décimo novena.

A mediados del siglo XVIII el químico belga Ernest Solvay, inventó el proceso de amonía, que consistía en la obtención de Carbonato de Sodio, que es el ingrediente activo de las cenizas y que se combina con las grasas animales para la obtención del jabón, a partir de sal común. El proceso de Solvay redujo considerablemente el costo del carbonato e incrementó la calidad del mismo disponible en la manufactura del jabón. Por otra parte, el químico francés Nicolás Leblanc, dió un gran paso para la producción de jabón a gran escala, y su proceso (patentizado en 1791), al igual que Solvay, usaba sal común para la elaboración de carbonato de sodio, el cual era de muy buena calidad y resultaba muy barato la producción de carbonato de sodio a partir del cloruro correspondiente, esto significó que el fabricante de jabón no dependiera por más tiempo del uso de las cenizas de madera. Sin embargo como muchos de los nuevos materiales, los fabricantes de jabón fueron muy excepticos de esta nueva lejía y su popularidad fue menospreciada por casi 30 años.

Fue el químico francés Michael Chevreul quien revolucionó la industria del jabón. Sus investigaciones durante los años 1810 a 1823 basadas en los descubrimientos iniciales de un hombre como Sheele (el descubridor de la glicerina) y Goeffrey permitieron a Chevreul determinar la composición de las grasas. Su hábil teoría sobre la composición de las grasas, la relación entre los ácidos grasos y la glicerina ocasionaron el entendimiento científico de la manufactura del jabón y los conocimientos básicos de las grasas y aceites.

La nueva era de la manufactura del jabón había empezado y el químico podía ahora aproximarse a los fabricantes de jabón con conocimientos científicos.

La producción de jabón se incrementó rápidamente desde entonces con las nuevas materias primas tales como aceite de coco, palma y semilla de algodón, siendo usadas para producir nuevas clases de jabón.

La producción de jabón de Marsella solo en la mitad de la décimonovena centuria era tan alta como 60000 toneladas de materiales grasos.

El uso de grasas y aceites coincide con la historia del jabón. Hasta la mitad del siglo XIX se usaban pequeñas cantidades del total de las grasas disponibles para hacer el jabón. La demanda más grande de aceites era para quemarlos en

lámparas, mientras que las grasas eran usadas para hacer velas.

Las velas de sebo, como el jabón correspondiente, fueron muy crudas con baja calidad, esas velas eran blandas a el tacto, fundían a baja temperatura y al quemarse producían una flama amarilla y un olor terrible.

Pero como el jabón, el entendimiento de la química de las grasas, sus ácidos grasos y glicerina, cambiaron radicalmente la calidad de las velas. La blandura de las velas era causado por la glicerina y las porciones de sebo líquido.

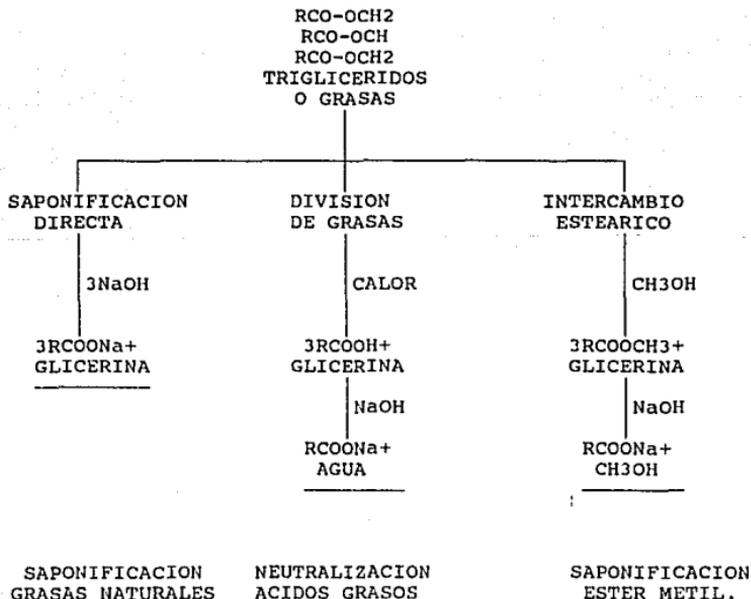
El experimento que condujo al descubrimiento de los ácidos grasos, ayudó para producir velas de mejor calidad, produciendolas más duras, con un alto punto de fusión y que al quemarse produjera una flama brillante, y sin olor ofensivo. Dichas características eran dadas por el empleo del ácido esteárico.

Para separar el ácido esteárico de los otros ácidos grasos y la glicerina, el jabón era hecho con sebo y sosa cáustica y la glicerina removida. El jabón era entonces hervido con una solución de ácido y los ácidos grasos flotaban en la parte superior del recipiente. Los ácidos grasos eran enfriados en bandejas hasta que alcanzaban la temperatura adecuada, y cuando los ácidos grasos eran suficientemente duros eran removidos de las bandejas, envueltos en trapos de lana y

colocados en una prensa hidráulica. El primer prensado quitaba cerca del 50% del ácido oleico líquido. El material mas duro era usado para fabricar velas y los ácidos grasos líquidos para producir jabón. Como los fabricantes de jabón pulieron su proceso y entendieron la química, estuvieron capacitados para producir un producto mas consistente, el cual satisfacía las necesidades de los clientes. Al mismo tiempo la gente comenzó a concientizarse de los beneficios de la higiene personal, por lo que fue en éstos tiempos que el término "Baño del sábado en la noche" fué el mayor hábito que la gente adquirió.

2.- METODOS DE OBTENCION DEL JABON

Para la manufactura del jabón en barra se llevan a cabo diferentes métodos de producción del jabón base, los cuales se basan en el procesamiento de triglicéridos, obtenidos de aceites vegetales y/o grasas animales.

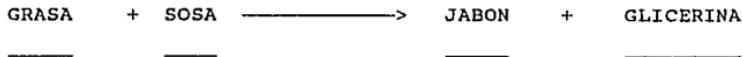
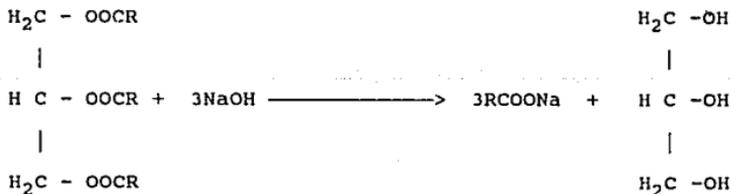


Para poder comprender la química de una reacción de saponificación, pasemos a desglosar paso a paso lo que ocurre en una saponificación directa.

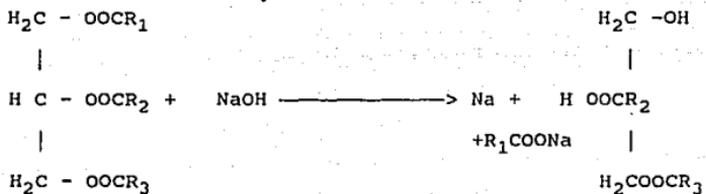
Esta operación se lleva a cabo en tres etapas fundamentales:

- 1) Saponificación.
- 2) Lavados.
- 3) Terminado.

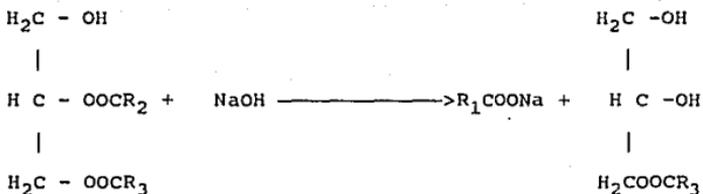
SAPONIFICACION.- Es la reacción por la cual la grasa se transforma en jabón. Se puede representar:



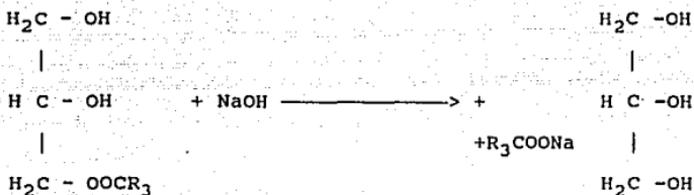
La reacción se lleva a cabo cuando el triglicérido se hidroliza parcialmente formando el diglicérido y la molécula de ácido graso libre se neutraliza instantáneamente con la sosa.



El diglicérido es parcialmente hidrolizado para formar el monoglicérido y el ácido libre se neutraliza con la sosa.



Finalmente el monoglicérido se hidroliza formándose la glicerina y neutralizando el ácido graso restante.



En la reacción se pueden diferenciar tres etapas o fases. Al principio la reacción se lleva a cabo lentamente (fase heterogénea), a continuación la velocidad de reacción se incrementa notablemente (fase homogénea) y al final la reacción se vuelve a llevar a cabo lentamente (fase final). Si graficamos el % de grasa saponificada contra el tiempo, obtendremos una Figura como la que se muestra en la siguiente página.

Debido a que la grasa y la solución de sosa son inmiscibles, la velocidad de la reacción es muy lenta en su primera fase y depende principalmente de la magnitud de la interfase entre los dos líquidos (emulsión). La agitación y la presencia de un emulsificante ayudan notablemente a incrementar la velocidad de la reacción; el jabón mismo, formado durante la reacción, o adicionado antes de las grasas, actúa como un emulsificante efectivo, ya que la reacción es autocatalítica. A esta adición de jabón antes de la saponificación se le llama pie de paila, y es recomendable que éste sea jabón de nigre, para favorecer su reproceso.

% DE GRASA SAPONIFICADA VS TIEMPO

% DE GRASA
SAPONIFICADA

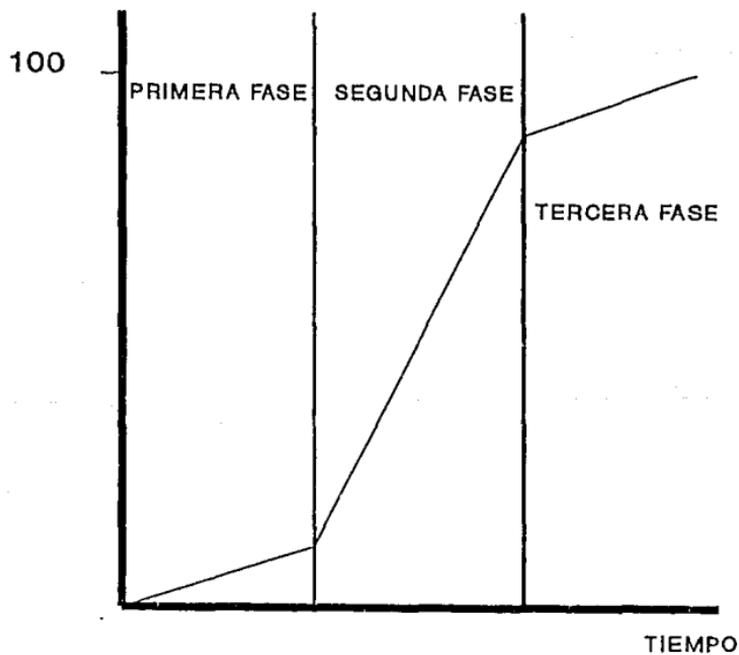


FIGURA #1

Es muy importante controlar el contenido de electrolito en la paila; un exceso (mayor a 25% de NaCl) ocasiona que el jabón se insolubilize (graining-out) disminuyendo su acción emulsificante. A niveles altos de electrolito la velocidad de la reacción puede disminuirse considerablemente. (El jabón producido con aceite de coco es soluble aún en altas concentraciones de electrolito y su característica emulsificante es mejor que la del jabón de sebo). En cualquier momento en que se exceda la concentración de electrolito o la cantidad de grasa al punto de que se rompa la emulsión, es recomendable disminuir el calentamiento y la agitación hasta que el exceso se saponifique. Otra alternativa es agregar un poco de agua para diluir la concentración de electrolitos (Carbonato de sodio básicamente).

Conforme progresa la reacción, la emulsión toma el carácter de una masa homogénea y la velocidad de la reacción se incrementa considerablemente, entrando la reacción a la segunda fase (homogénea).

En esta segunda fase, la reacción se lleva a cabo, más que en una emulsión, en una solución donde el aceite y el álcali son solubles en el jabón y éste sirve como medio de reacción. La reacción es por lo tanto autocatalítica, ya que al formarse más jabón, mayores cantidades de aceite y álcali se disuelven en él y por tanto reaccionan. La velocidad de la reacción se

incrementa de acuerdo a la rapidez en que se forma el jabón; sin embargo, tan pronto como se forma una cantidad suficiente de jabón que disuelve el resto de la grasa la reacción tiende a detenerse debido a la disminución constante de la concentración del aceite (ésta es la tercera fase de la reacción).

La operación se lleva a cabo del siguiente modo:

Se agrega un poco de lejía de primer lavado y solución de sosa (30% aproximadamente de la requerida) a la paila (normalmente un poco de jabón de la serie anterior se deja en la paila o se agrega jabón de nigre, éste servirá para saponificar más eficientemente las grasas.)

Se hierve la mezcla con vapor vivo y se agrega el aceite o grasa en 20 % y sosa (hasta el 50% de la requerida) hasta completar la saponificación. Debe vigilarse que no se rompa la emulsión. Al terminar la saponificación del 20 % de aceite, se agrega la grasa restante y se mantiene la adición de sosa, la solución se va agregando de acuerdo con la condición del jabón. Cuando toda la grasa se ha agregado, se termina de agregar la sosa y se mantiene el hervido hasta que el % de Na_2O en la lejía esté dentro de límites. El porcentaje de grasa saponificada es normalmente entre el 95 y 98%, con objeto de poder controlar el % de Na_2O en la lejía (menor costo en el tratamiento de lejía en la planta de glicerina y evitar el tiempo extrarequerido para la saponificación completa, la cual se lleva

a cabo de un modo eficiente durante el primer lavado.

LAVADOS.- Los principales objetivos de los lavados son: recuperar la glicerina producida durante la saponificación, completar la saponificación de las grasas y eliminar del jabón impurezas y materias coloreadas (purificar).

Normalmente se efectua un solo lavado, denominado lavado de sal. La operación exacta debería de llevarse a cabo en dos lavados, pero el jabón entra dentro de especificaciones con un solo lavado y no se pierde tanto tiempo, por lo que es recomendable realizar una sola etapa de las dos propuestas. Para fines didácticos mencionaremos los dos lavados con objeto de determinar la función principal de cada uno de éstos.

El primer lavado consiste en poner en íntimo contacto el jabón y la lejía con objeto de que ésta última se enriquezca con la glicerina; esto se logra manteniendo en la paila un hervido vigoroso.

La operación consiste en hervir el jabón (previamente drenada la lejía de la saponificación) y agregando la cantidad de sosa necesaria para saponificar la grasa restante. Se debe checar la cantidad de sosa que se va consumiendo al saponificar la grasa y agregar la necesaria para mantener la densidad en la

lejía. Los contenidos de sosa y sal en la lejía son importantes para mantener el jabón en condiciones óptimas durante el proceso. La cantidad de lejía debe controlarse agregando sal, sosa o agua según sea necesario), para evitar altos contenidos de glicerina en el jabón ya que la cantidad de glicerina recuperada depende de las cantidades relativas de lejía asentada. Esta deberá ser aproximadamente el 125% de la grasa cargada.

El efecto de la sal y la sosa es de insolubilizar el jabón en la lejía formándose una masa heterogénea (graining-out) entre el jabón y la lejía. A mayor contenido de sal y sosa el jabón es más insoluble (hard-grain). Un exceso de sal (oversalting) ocasiona que el jabón absorba una mayor cantidad de lejía dificultando la recuperación de glicerina.

En el lavado de sal, la cantidad de lejía absorbida en el jabón determinará el contenido de electrolito en el producto terminado y la cantidad de nigre que se va a producir. La operación consiste en agregar una cantidad pequeña de agua, la sosa necesaria y la mayor parte de la solución de sal (salmuera) y hervir vigorosamente por una hora (hasta asegurar que el aire introducido ha sido expulsado); se agrega la salmuera restante y el agua necesaria que ajusten la densidad, o la cantidad requerida de lejías (aproximadamente el 70% de la carga de grasa). El hervido se hace por 3 ó 4 horas y el tiempo de reposo varía de 3 a 4 horas (depende si es primer lavado o lavado de

sal). Es necesario efectuar un lavado correcto, ya que puede ocasionar un bajo rendimiento de jabón o tiempos muertos durante el terminado y reposo final de la paila.

TERMINADO.- Su objetivo es convertir la masa heterogénea de jabón en una fase consistente homogénea (neat phase) con la composición óptima de sal, sosa, glicerina y agua, y separar del jabón el exceso de electrolito, agua, impurezas y jabones pobres en ácidos grasos, por medio de una fase denominada nigre. Durante la operación se agrega el hidrosulfito de sodio con objeto de evitar que el jabón adquiera una coloración grisacea, debido al fierro arrastrado por erosión de las pailas.

La operación consiste en hervir el jabón adicionando agua hasta alcanzar el punto final (la consistencia del jabón es de una masa continua, homogénea). El operador debe revisar la apariencia del jabón y realizar la prueba de la cuchara; al alcanzar éste punto, se detiene la adición de agua y el hervido, y se deja reposar la paila.

El tiempo de reposo varía de 6 a 48 horas, dependiendo si se va a centrifugar (6 horas máximo recomendable), o se le va a dar reposo normal (48 horas o antes si el % de electrolito total (E.T.) está dentro de límites).

La adición del hidrosulfito de sodio se hace a la primera hora del hervido cuando la masa del jabón ya aparece homogénea.

Es importante que después de la adición de hidrosulfito la paila hierva al menos por una hora y media. El hidrosulfito es empleado para eliminar la contaminación de fierro (sea por arrastre en las leñas o corrosión en la paila). En medio alcalino, la acción del hidrosulfito es muy efectivo; cuando la alcalinidad es muy baja, el jabón toma un ligero tono gris y desprende un aroma desagradable. La mayor parte de los compuestos atacados por el hidrosulfito se depositarán junto con la sal, sosa y otras impurezas en la fase de nigre.

Al terminar el período de reposo de la paila (reposo normal), se toma una muestra de jabón para checar los límites de electrolito; si no está dentro de límites, la paila debe reposar por mas tiempo (la experiencia nos indica que dentro de las siguientes 12 horas el electrolito estará dentro de límites), debe sacarse otra muestra y si no está dentro de especificaciones en las 12 horas siguientes, lo más recomendable es efectuar otra vez el lavado de sal y el terminado omitiendo la adición de hidrosulfito.

Si la muestra indica que el electrolito está dentro de límites, el jabón se puede bombear a los tanques de almacenamiento y el nigre a las pailas de reproceso.

La transferencia de jabón a los tanques de almacenamiento se hace a través de un filtro; con objeto de separar suciedad y grumos del jabón. Al transferir se debe tomar una muestra

PROCESO DE SAPONIFICACION
Y LAVADOS

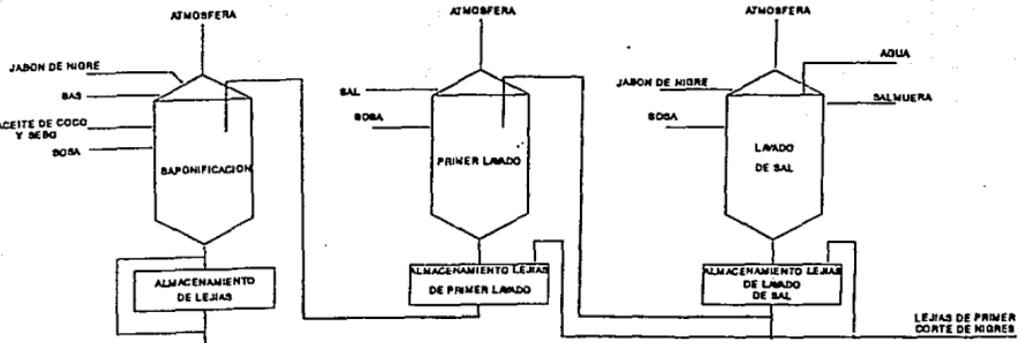


FIGURA #2
-24-

compuesta tomada al principio, a la mitad y al final de la transferencia:

NaCl

Na₂O libre

| > E.T. = %NaCl + 1.5 * %Na₂O libre.

Glicerina

Color (apariencia).

El color debe compararse con muestras de producciones anteriores.

La cantidad de nigre producido depende de la concentración de electrolito durante el lavado de sal. Normalmente, representa el 30% del peso de jabón después del lavado.

El nigre se procesa con objeto de purificar y recuperar más jabón. El proceso consiste en cortar (hervir) el jabón con una lejía similar a la del lavado de sal con agitación vigorosa por dos ocasiones y se deja reposar por 2 ó 3 horas, (generalmente las impurezas se colectan en el fondo de la paila y son descartadas en cada lavado o si el total de la lejía es muy oscura, se drena el caño, la lejía empleada normalmente se utiliza dos veces si no está oscura.

Después de los lavados, la paila es terminada normalmente; al final del reposo (el tiempo de reposo normalmente es de 12

horas para el nigre), se decanta el nigre-nigre y el jabón de nigre se adiciona al lavado de sal o como pie de paila.

Generalmente, el reproceso de las líneas se adiciona durante los cortes del nigre en cantidades nunca mayores del 20% de la carga.

El nigre-nigre contiene aproximadamente el equivalente al 3% de las grasas cargadas a la paila.

NOTA: La prueba de la cuchara consiste en introducir una paleta o cuchara, en el jabón y observar el modo en el que se desliza éste cuando la paleta se pone en posición vertical; si el jabón no se desliza, significa que se agregó más agua de la necesaria y se debe volver a realizar el lavado de sal; si el jabón se desliza rápidamente, significa que debe agregarse más agua; si el jabón se desliza suavemente de modo homogéneo dejando limpia la paleta, significa que el punto final se ha alcanzado.

TERMINACION DE JABON BASE

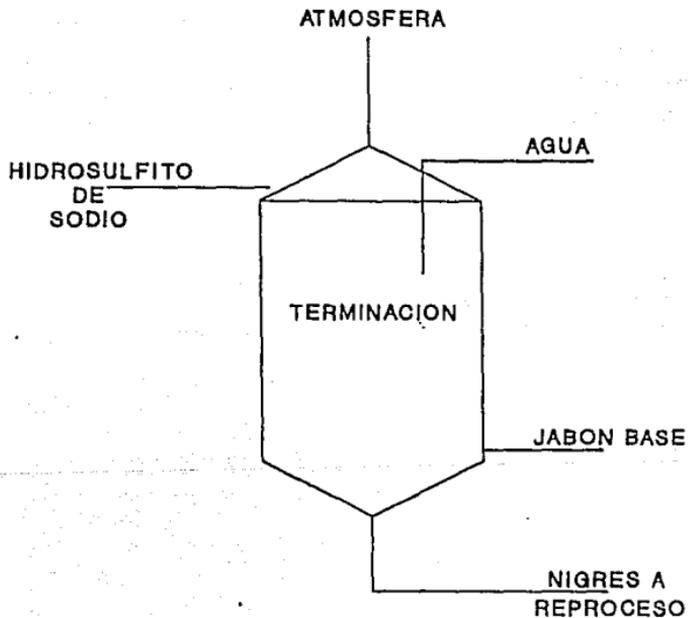
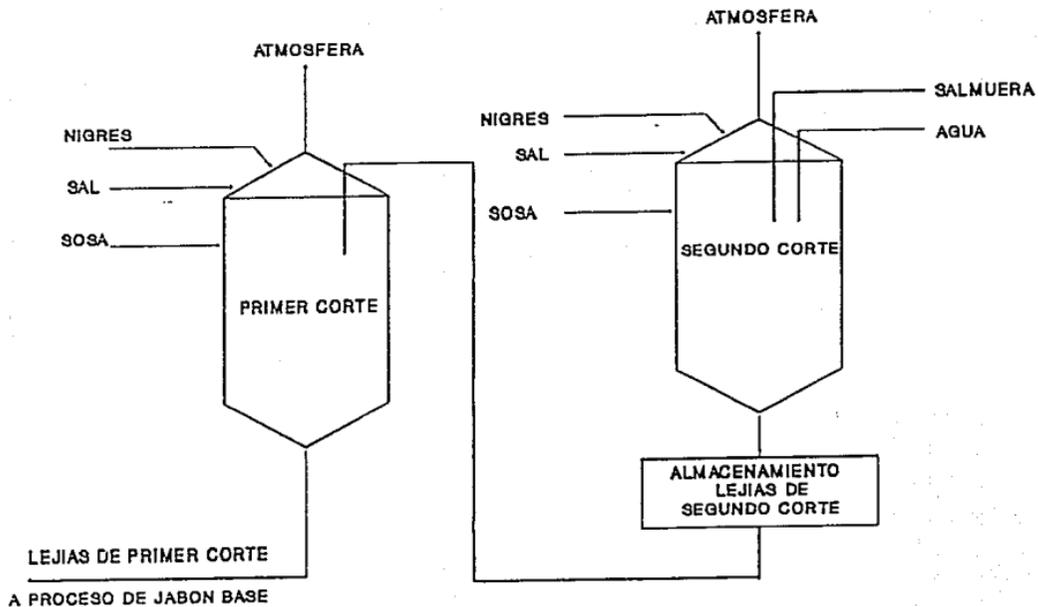


FIGURA #3

FIGURA #4
-28-



TERMINACION DE NIGRES

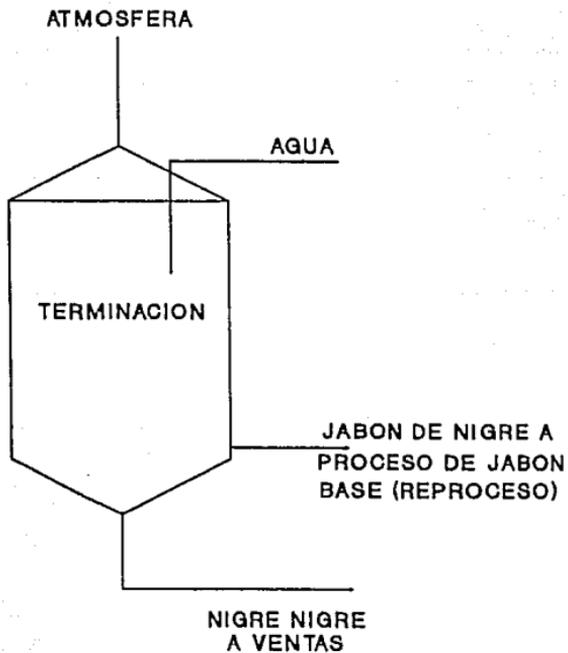


FIGURA #5

3.- MATERIAS PRIMAS

TRIGLICERIDOS

Los triglicéridos son ésteres de glicerol y ácidos grasos; que son encontrados en las plantas y en el reino animal.

Los triglicéridos más importantes comercialmente son los siguientes:

TABLA I
GRASAS Y ACEITES MAS COMERCIALES

GRASAS ANIMALES	ACEITES VEGETALES
sebo manteca de cerdo aceite de pescado	coco palma semilla de algodón salvado aceite de ricino aceite de oliva aceite de girasol semilla de colza semilla de soya

Los ácidos grasos son compuestos orgánicos, que como ya mencionamos, forman los triglicéridos, su fórmula química representada como: RCOOH , nos muestra dos partes muy importantes en la molécula. La primera, R, la cual representa a una cadena lineal orgánica y que puede estar formada de 7 a 21 átomos de carbono. COOH , representa el grupo funcional de los ácidos carboxílicos.

Los ácidos grasos se pueden clasificar en:

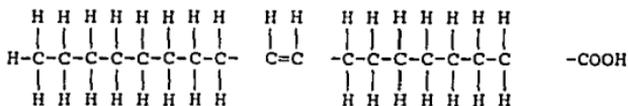
Saturados:

Aquellos que en su cadena, sólo existen uniones sencillas

entre carbón y carbón.

Insaturados:

Aquellos que tienen una o más dobles ligaduras entre carbón y carbón, como se puede apreciar en el recuadro de la siguiente molécula.



CADENA LINEAL

GRUPO
FUNCIONAL

ACIDO OLEICO (18 ATOMOS DE CARBONO, UNA INSATURACION).

Con algunas excepciones, los ácidos grasos en la naturaleza están constituidos por un número par de carbonos, en cadenas lineales y sin grupos funcionales en la cadena. Se diferencian unos de otros por el número de átomos en la cadena y el grado de insaturación.

TABLA II
ACIDOS GRASOS SATURADOS

NUMERO DE ATOMOS DE CARBONO	NOMBRE COMUN
4	BUTIRICO
6	CAPROICO
8	CAPRILICO

NUMERO DE ATOMOS DE CARBONO	NOMBRE COMUN
10	CAPRICO
12	LAURICO
14	MIRISTICO
16	PALMITICO
18	ESTEARICO
20	ARAQUIDICO
22	BEHENICO

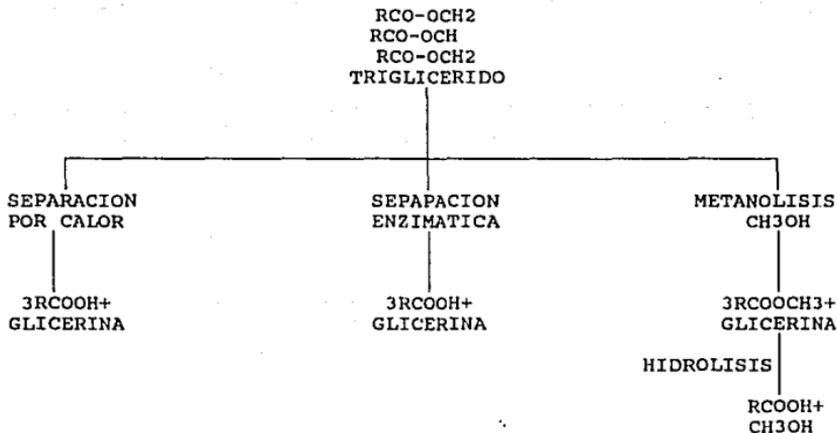
TABLA III
ACIDOS GRASOS INSATURADOS

NUM. ATOMOS DE CARBON	NUM. DOBLES LIGADURAS	NOMBRE COMUN
10	1	CAPROLEICO
12	1	LAUROLEICO
14	1	MIRISTOLEICO
16	1	PALMITOLEICO
18	1	OLEICO
18	2	LINOLEICO
18	3	LINOLENICO
18	4	PARINARICO
22	4	CLUPANODOICO

Las características de un jabón (detergencia, dureza, solubilidad, etc.), están marcadamente definidas por su composición de ácidos grasos. Por ejemplo: La dureza depende principalmente del grado de insaturación de los ácidos grasos contenidos, (a mayor grado de insaturación, menor dureza). La solubilidad al igual que la detergencia además de la insaturación, también dependen del peso molecular del ácido.

La fuente principal de obtención de los ácidos grasos son los aceites y grasas de origen animal y vegetal, es decir, de

los triglicéridos. Estos pueden ser obtenidos básicamente por tres métodos, y que se muestran a continuación:



El término aceite se emplea cuando a temperatura ambiente el material es líquido; cuando es sólido en iguales condiciones de temperatura, se utiliza el término grasa.

Cabe mencionar, que los aceites de origen mineral tienen una estructura diferente (hidrocarburos derivados del petróleo) y no se puede producir jabón de ellos.

Las propiedades de los aceites y grasas se ven muy influenciadas por las características de los ácidos grasos que constituyen en más del 90% de la molécula de aceite. Cada aceite tiene una composición de ácidos grasos característica, y

unicamente se presentan pequeñas variaciones en esa composición, debido probablemente a factores tales como clima, variedad de semilla, etc.. La composición es pues, la huella digital de un aceite y un análisis de composición.

Con objeto de obtener un jabón con las características deseadas, es necesario hacer las mezclas de grasas que logren la composición de ácidos grasos adecuada.

Con objeto de ejemplificar lo anterior adjunto un par de tablas en las que se muestran las composiciones de ácidos grasos de diferentes aceites y grasas con las características del jabón que producen.

TABLA IV
 PROPORCION DE ACIDOS GRASOS EN GRASAS Y ACEITES
 VEGETALES Y ANIMALES

ACIDOS GRASOS	ACEITE DE COCO	ACEITE DE CARTAMO	SEBO
SATURADOS:			
CAPRILICO	8	-	-
CAPRICO	7	-	-
LAURICO	48	-	-
MIRISTICO	17.5	-	3-7
PALMITICO	8.8	3-6	30
ESTEARICO	2	1-4	20-21
TOTAL SATURADOS	91.3	5-10	53-58
INSATURADOS:			
OLEICO	6	13-21	45
LINOLEICO	2.5	73-79	1-3
TOTAL INSATURADOS	8.5	90-95	46-48

TABLA V
CARACTERISTICAS DE LOS JABONES DE COCO Y SEBO

CARACTERISTICA	ACEITE DE COCO	SEBO
COLOR	BLANCO	BLANCO A LIGERAMENTE AMARILLO
CONSISTENCIA	MUY DURO	DURO
OLOR	PRACTICAMENTE INODORO	LIGERO OLOR A LA GRASA
ESPUMA	RAPIDA, BURBUJAS GRANDES	DESPACIO, BURBUJAS PEQUEÑAS
VEL. REDUCCION DEL VOLUMEN DETERGENCIA	ALTA BUENA EN AGUA FRIA	BAJA BUENA
REACCION EN PIEL	IRRITANTE, DEJA LA PIEL ASPERA	SUAVE

EVALUACION Y ESPECIFICACIONES

Los grados comerciales de aceites y grasas son establecidos en base a métodos analíticos que reflejan el grado de deterioro que ha sufrido el material.

En todo producto, se espera al menos un pequeño grado de deterioro, que de hecho es inherente al proceso de formación y obtención del aceite. En las plantas y los animales vivos existen ciertos compuestos orgánicos (enzimas) cuya principal función es promover la síntesis de proteínas, lípidos y carbohidratos. Para mantener predominante esta síntesis es necesario que se suministre lo que los biólogos conciben como "Energy Pressure".

Si el organismo muere, el suministro de esta energía cesa, y las enzimas promoverán las relaciones inversas de síntesis, ocasionando la degradación de los productos. Los tejidos muertos no ofrecen resistencia al crecimiento de microorganismos y en condiciones favorables la acción de éstos asume un papel dominante en el proceso de descomposición.

La degradación de proteínas, carbohidratos, etc., en los tejidos grasos sirve para producir sustancias solubles en el aceite que contribuyen al mal olor, sabor y color. El proceso de degradación es acompañado invariablemente en cierto grado por la separación del aceite de los ácidos grasos (incrementando la acidez libre y la pérdida de glicerina), además de ocurrir otros cambios químicos (oxidación), reduciendo la estabilidad del aceite y dificultando el blanqueo a un color bajo.

La determinación del grado de un aceite comercial se hace en base de especificaciones y estándares establecidos por organizaciones y asociaciones técnicas y comerciales.

Para identificar un aceite, en muchas ocasiones se hace referencia el tipo de proceso de obtención, área geográfica de cultivo, etc., que pueden dar idea de las características del aceite que pueden afectar el proceso en nuestra planta. En todo

caso el aceite deberá cumplir con las especificaciones establecidas.

Estas especificaciones están basadas en procedimientos analíticos aprobados que nos indican algún factor que afecta el costo o la calidad del producto que será producido.

COLOR:

El color es un indicador que ayuda a determinar el costo del proceso y el deterioro sufrido por el aceite cuando no ha sido sujeto a ningún proceso. (Ciertos pigmentos naturales asociados a los aceites son relativamente fáciles de separar por el proceso de blanqueo y refinación, mientras que en un aceite degradado se han generado productos coloreados que contribuyen mucho en el mal color y son difíciles de separar, además de ocasionar pérdidas en el proceso de producción de jabón).

En el caso del sebo, es preferible medir su calidad en términos del color refinado y blanqueado para producir jabones de alta calidad, debido a las consideraciones del párrafo anterior ya que no existe una correlación definida entre el color crudo y el color refinado y blanqueado. Además, el sistema de color crudo no prevee la práctica de blanquear parcialmente y mezclar las grasas en las plantas de los proveedores. El color de éstas, podría ser igual al de un sebo crudo normal pero en el tratamiento posterior en la planta; ambas grasas tendrán un comportamiento diferente.

ACIDEZ LIBRE (F.F.A.):

La presencia de altos contenidos de acidez en los aceites, se debe a la acción de las enzimas y a la reacción entre la grasa y el agua (hidrólisis del glicérido). Un alto contenido de acidez significa que se ha abusado de la grasa y que al almacenarlo se irá degradando continuamente (mientras mas alto sea el contenido de acidez, más rápido se irá degradando la grasa). El análisis también indica la pérdida de glicerina recuperable en el proceso de fabricación del jabón.

HUMEDAD E IMPUREZAS:

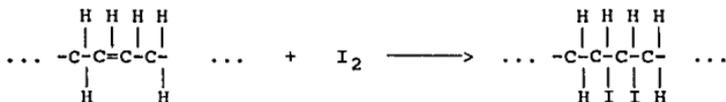
Son compuestos sin ningún valor y que generalmente constituyen una fracción menor al 1% del aceite. Cuando el nivel de humedad es alto se emulsiona junto con las impurezas dificultando su separación de la grasa. Las impurezas basicamente son pequeños trozos (finos) de hueso y tejidos que no fueron totalmente separados de la grasa, en el caso del sebo, y pedazos de semillas en los aceites de coco y ajonjolí. Cuando están presentes en cantidades mayores, deben separarse de la grasa antes de su almacenamiento, ya que pueden ocasionar una degradación gradual.

INSAPONIFICABLE:

Es material soluble en el aceite y con el que no se produce jabón. Es indeseable en las grasas, ya que su presencia en el jabón disminuye el poder de lavado en casi tres veces su peso en el jabón.

INDICE DE YODO:

Representa el grado de insaturación de las grasas (más correctamente de los ácidos grasos), y es expresado en términos de gramos de yodo absorbido bajo condiciones normales por 100 gramos de grasa. La absorción de yodo es cuantitativa en el caso de ácidos grasos insaturados no conjugados. Por ejemplo, dos átomos de Yodo se unen a la doble ligadura.



El índice de Yodo de un aceite es una característica que no puede ser modificada por ningún proceso de obtención de la grasa. Los valores diferentes a los normales representan contaminación. La única forma de modificarlo es mediante la hidrogenación/dehidrogenación.

VALOR DE SAPONIFICACION:

Al igual que el índice de Yodo, es una característica del aceite (de su composición de ácidos grasos). Es una medida indirecta de la sosa requerida para saponificar la grasa. Se expresa en términos de miligramos de potasa (KOH) requeridas para saponificar totalmente un gramo de aceite.

Todo embarque de aceite al llegar a la Planta (más específicamente cada pipa o camión) se debe analizar, y cualquier análisis fuera de los límites especificados significará el rechazo del material, además cualquier desviación

de las características propias del aceite (apariencia, olor distinto, color no característico, etc.), se deberá investigar y rechazar el embarque.

RECIBO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS

ACEITES Y GRASAS.

El almacenamiento prolongado es indeseable debido a la degradación por oxidación que sufren los aceites, básicamente afectando la acidez libre y el color de blanqueado. La práctica más recomendable es almacenar los aceites crudos libres de humedad e impurezas que pueden promover la hidrólisis del aceite (incremento de acidez). El control de temperatura de almacenamiento es muy importante.

Los aceites y grasas crudos pueden ser almacenados en estado sólido cuando no van a ser utilizados al menos en una semana. No deben sujetarse a recalentamiento por más de tres ocasiones (para fundirse).

Las condiciones de almacenamiento adecuadas para los materiales que ejemplificaremos mas adelante son :

SEBO:

Líquido: 55°C, 3 semanas; sólido, 3 meses.

COCO:

Líquido: 45°C, 6 semanas; sólido, 3 meses.

Las condiciones ocasionarán el deterioro gradual de la calidad, por lo que se busca continuamente que el sebo sea usado lo mas pronto posible y evitar que éste sea almacenado en forma sólida. (Mantenga siempre la temperatura más baja posible que permita transferir el material en las tuberías). La descarga de impurezas y humedad en los tanques deberá hacerse en base diaria. La limpieza de los tanques debe hacerse al menos 6 meses.

Siempre se deberá tener precaución de no introducir agua (o vapor) a los tanques de almacenamiento.

Los tanques de almacenamiento deberán estar provistos de un serpentín de calentamiento en el fondo del tanque, tuberías de carga y descarga y una tubería para drenar las impurezas y agua que depositan en el fondo.

El almacenamiento de los aceites se debe hacer segregando materiales de diferente calidad y únicamente cuando se tenga la información analítica, debido a que un poco de sebo de mala calidad puede degradar un lote de sebo bueno.

El lavado de sebo tiene por objeto remover impurezas que causan problemas en los siguientes pasos del tratamiento de las grasas por lo que es necesario realizar pruebas de laboratorio

para comprobar la efectividad del lavado antes de realizar en la planta. Para la realización del lavado del sebo ocuparemos otro espacio aparte dentro de éste manual.

Es necesario también, realizar un proceso de blanqueo, dicho proceso tiene por objeto separar del aceite los componentes que contribuyen al color, y que afectarán al jabón producido. La separación de los pigmentos se efectúa por adsorción en el material del blanqueo, y éste es separado del aceite por filtración. Al igual que el lavado de sebo, éste proceso será tratado más ampliamente después.

Otra materia prima muy importante para la elaboración de jabón de barra, sosa (NaOH).

La sosa se recibe en forma líquida, se deben analizar características como color, apariencia y el porcentaje de Na_2O total y el contenido de Hierro si la apariencia o el color no están dentro de los límites normales.

No se debe almacenar sosa a una temperatura superior a los 38°C para evitar la fragilización cáustica.

3.- BALANCES DE MATERIA

LAVADO DE SEBO

En éste capítulo nos referiremos a todos los balances pertinentes en la elaboración de jabón base, por lo que comenzaremos con la concentración adecuada de salmuera para nuestro lavado de sebo.

El lavado de sebo se hace con salmuera al 6% (sal en agua) y se utilizará en un 20% del peso de la grasa. Ejemplo:

Suponemos que se lava una tonelada de sebo; 1,000 Kgs de sebo

CALCULO DE SALMUERA UTILIZADA:

$$(1,000 \text{ Kgs de sebo}) * (0.2) = 200 \text{ Kgs.}$$

COMPOSICION DE LA SALMUERA:

$$(200 \text{ Kgs}) * (0.06) = 12 \text{ Kgs. de sal}$$
$$200 \text{ Kgs} - 12 \text{ Kgs de sal} = 188 \text{ Kgs de agua.}$$

El procedimiento por el cual se lleva a cabo el lavado del sebo es el siguiente:

Se agrega el agua al sebo y se eleva la temperatura (con vapor vivo y seco) hasta 70-80°C, se agrega la sal y se continúa agitando hasta alcanzar la temperatura final de 93°C; se continúa agitando hasta que se observa en una muestra que las impurezas decantan rápidamente.

Al terminar el lavado el sebo se deja reposar al menos 8 horas, de preferencia 12 horas, con lo que las impurezas y el agua se depositan en el fondo y son drenados para separarlas del sebo limpio y claro, que es bombeado a los tanques de almacenamiento. Debe tenerse cuidado de no arrastrar agua, lodo o aceite emulsionado a los tanques de almacenamiento. Al terminar el proceso debe limpiarse perfectamente el tanque.

BLANQUEO DE SEBO

Para la operación de blanqueo, necesitamos usar tierra ácida (tonsil) y carbón activado. Un método puede ser el de batch de blanqueo, el cual consta de un tanque de agitación y serpentín de calentamiento, un filtro y tanques de almacenamiento de aceite blanqueado. Las cantidades de tierra y carbón activado son las siguientes:

Para el sebo, del 3 al 5% del peso de la grasa, de tierra activada y de carbón la mitad del uso de tierra como máximo.

Para el coco, normalmente se usa el 1 - 2% del peso de la grasa de tierra y no se usa carbón. La mezcla de grasas no debe exceder el 2 de color rojo. Ejemplo:

Para continuar con el ejemplo anterior, tomemos las mismas bases, es decir, la tonelada de sebo.

CALCULO DE TIERRA ACIDA:

$$(1,000 \text{ Kgs.}) * (0.03) = 30 \text{ Kgs.}$$

$$(1,000 \text{ Kgs.}) * (0.05) = 50 \text{ Kgs.}$$

Se agrega de 30 a 50 Kgs de tierra ácida.

CALCULO DE CARBON ACTIVADO:

$$30 \text{ Kgs.} / 2 = 15 \text{ Kgs.}$$

$$50 \text{ Kgs.} / 2 = 25 \text{ Kgs.}$$

Se debe agregar entre 15 y 25 Kgs. de carbón activado.

La operación se lleva a cabo de la siguiente manera; se carga la grasa al tanque de blanqueo (siempre hasta un nivel arriba del serpentín), se alimenta vapor al serpentín y se empieza la agitación hasta alcanzar la temperatura de 105-110°C, ya que a ésta temperatura se evapora toda el agua existente en el sebo, y tampoco es recomendable elevar más la temperatura por motivo de que el sebo se queme. Posteriormente se agrega el material de blanqueo y se continúa la agitación y la temperatura se mantiene a 110°C para el sebo durante 30 minutos.

Al completar el blanqueo, se empieza a filtrar la mezcla recirculandola al tanque de blanqueo hasta que salga del filtro completamente clara. Se debe analizar en este momento el color del aceite, y si está dentro de límites, la grasa debe bombearse

a los tanques de almacenamiento de grasa blanqueada. En caso de que el color estuviera fuera de límites, se agrega más tierra y se repite la operación completa.

Al principiar a cargar el sebo al tanque de blanqueo, debe mandarse una muestra al laboratorio para analizar el índice de Yodo.

GRASAS

Para realizar la carga de grasas a pailas, se debe realizar con respecto a una fórmula con la finalidad de trabajar con un mismo tipo de jabón durante todo este trabajo, supongamos el siguiente ejemplo

A) ACEITE DE COCO:

Trabajemos con el 20% en peso de la carga de grasas.

B) SEBO Y CARTAMO:

La mezcla constituye el 80% en peso, de la carga y debe reunir los siguientes requisitos:

El índice de yodo de la mezcla debe ser de 46 - 52.

La cantidad de cártamo no debe ser nunca mayor al 20% de la mezcla.

A) ACEITE DE COCO:

EJEMPLO:

Suponemos una carga de 22 toneladas de grasa para una paila

Los análisis indican un I.V. de 40 y 140 para el sebo y el cártamo respectivamente.

Lo primero que vamos a calcular es la cantidad de coco que vamos a agregar:

$$(22 \text{ TONS.}) * (0.2) = 4.4 \text{ TONS.}$$

Ahora calculemos la cantidad de sebo y de cártamo que vamos a agregar:

$$\text{SEBO} + \text{CARTAMO} = 22 \text{ TONS} - 4.4 \text{ TONS COCO} = 17.6 \text{ TONS}$$

Lo que debemos realizar ahora es determinar las cantidades de sebo y de cártamo que necesitamos para que cumplan con nuestro I.V. y que además nos sumen 17.6 toneladas. Nuestro método de determinación será basandonos en un sistema de ecuaciones de dos incógnitas, por lo que primero haremos será plantear las dos ecuaciones.

Primera ecuación:

$$\text{TONS. SEBO} + \text{TONS. CARTAMO} = 17.6 \text{ TONS.}$$

Segunda ecuación:

$$\text{I.V. SEBO} * \text{TONS. SEBO} / 17.6 = X$$

$$\text{I.V. CARTAMO} * \text{TONS. CARTAMO} / 17.6 = Y$$

$$X + Y = \text{I.V. MEZCLA}$$

$$40 * \text{TONS. SEBO} / 17.6 + 140 * \text{TONS. CARTAMO} / 17.6 = 49$$

donde el 49 es el promedio del I.V. deseado.

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

$$\text{SEBO} = 16,016 \text{ TONS.}$$

$$\text{CARTAMO} = 1,584 \text{ TONS.}$$

FACTOR DE TANQUE

En planta los operadores realizan la carga de acuerdo al procedimiento siguiente:

- 1) Se determina el total de grasa a cargar (24 o 26 tons.)
- 2) Se determina de qué tanque se va a cargar el aceite de coco y se toma la temperatura. Con esta información se determina su densidad (ver tablas de densidad vs. temperatura); de éste dato, partimos para el cálculo de los centímetros que se bombearán a la paila, en caso que no se encuentre con medidores de flujo másico.

Vamos a deducir el cálculo de los centímetros que se necesitan agregar de un tanque:

Primero debemos ver el volumen que se agregará, y que está dado por la siguiente ecuación:

$$\text{VOLUMEN} = \text{MASA}/\text{DENSIDAD}$$

La masa ya fue calculada con anterioridad, mientras que para la densidad la leemos de tablas con respecto a su temperatura. Ahora realicemos las correcciones pertinentes para los centímetros necesarios:

$$3.1416 * r^2 * h = M/\text{DENSIDAD}$$

Donde r es el radio del tanque y h su altura.

$$h = M / (\text{DENSIDAD} * 3.1416 * r^2)$$

Para poder tener un análisis correcto de unidades es necesario multiplicar por 1000 y así tendremos nuestras unidades de altura de tanque en centímetros. A nuestro factor:

$$3.1416 * r^2 / 1000$$

le denominamos factor de tanque, y que como sabemos es característico de cada tanque de almacenamiento.

EJEMPLO:

Si yo tengo un tanque que tiene de radio 144.84 cm. tendré un factor de tanque de:

$$3.1416 * 144.84 / 1000 = 65.911$$

Vamos ahora a calcular los centímetros necesarios que se necesitan agregar de coco, a una paila de 22 toneladas. La temperatura del coco es de 87°C, y que como podemos ver en la tabla, tiene una densidad de 0.87645 Kg/Lt. Se va a realizar de un tanque que contiene un factor de tanque de 65.911 Lt/cm. Por lo que solamente necesitamos hacer una substitución de fórmula, y que por lo que se puede apreciar es bastante fácil para realizar.

El dato de la masa ya fue calculado anteriormente y que como podemos recordar es de 12.1 toneladas = 4,400 Kg.

$$\text{Cm. por bombear} = (4,400 \text{ Kg}) / (0.87645 \text{ Kg/Lt} * 65.911 \text{ Lt/Cm.})$$

$$\text{Cm. por bombear} = 46.16$$

Para los cálculos del sebo se sigue el procedimiento similar al anterior.

TABLA VI
TABLA DE DENSIDADES DEL COCO Y SEBO

TEMPERATURA (C)	DENSIDAD SEBO (Kg/Lt)	DENSIDAD COCO (Kg/Lt)
20	0.9057	0.92483
21	0.9050	0.92278
22	0.9044	0.92208
23	0.9037	0.92137
24	0.9031	0.92067
25	0.9024	0.91997
26	0.9018	0.91927
27	0.9011	0.91857
28	0.9005	0.91786
29	0.8998	0.91716
30	0.8992	0.91646
31	0.8985	0.91576
32	0.8979	0.91506
33	0.8972	0.91436
34	0.8966	0.91365
35	0.8959	0.91295
36	0.8953	0.91285
37	0.8946	0.91155
38	0.8940	0.91084
39	0.8933	0.91014
40	0.8927	0.90944
41	0.8920	0.90874
42	0.8914	0.90804
43	0.8907	0.90733
44	0.8901	0.90633
45	0.8894	0.90593
46	0.8888	0.90523
47	0.8881	0.90453
48	0.8875	0.90392
49	0.8868	0.90312
50	0.8862	0.90242
51	0.8855	0.90172
52	0.8848	0.90102
53	0.8842	0.90031
54	0.8835	0.89961
55	0.8829	0.89891
56	0.8822	0.89821
57	0.8816	0.89751
58	0.8809	0.89680
59	0.8802	0.89610
60	0.8795	0.89540
61	0.8789	0.89470
62	0.8783	0.89400
63	0.8776	0.89329
64	0.8770	0.89259
65	0.8774	0.89189
66	0.8767	0.89119
67	0.8761	0.89049
68	0.8754	0.88978
69	0.8748	0.88908

TEMPERATURA (C)	DENSIDAD SEBO (Kg/Lt)	DENSIDAD COCO (Kg/Lt)
70	0.8741	0.88838
71	0.8735	0.88768
72	0.8728	0.88698
73	0.8726	0.88627
74	0.8719	0.88557
75	0.8713	0.88487
76	0.8706	0.88417
77	0.8700	0.88347
78	0.8693	0.88276
79	0.8687	0.88206
80	0.8680	0.88136
81	0.8684	0.88066
82	0.8677	0.87996
83	0.8677	0.87925
84	0.8664	0.87855
85	0.8658	0.87785
86	0.8651	0.87715
87	0.8645	0.87645
88	0.8638	0.87574
89	0.8632	0.87504
90	0.8625	0.87434
91	0.8619	0.87364
92	0.8612	0.87294
93	0.8606	0.87223
94	0.8599	0.87153
95	0.8593	0.87083
96	0.8586	0.87013
97	0.8580	0.86943
98	0.8573	0.86872
99	0.8567	0.86802
100	0.8560	0.86732
101	0.8554	0.86662
102	0.8547	0.86592
103	0.8541	0.86522
104	0.8534	0.86452
105	0.8528	0.86382
106	0.8521	0.86312
107	0.8515	0.86242
108	0.8508	0.86172
109	0.8502	0.86102
110	0.8495	0.86032
111		0.86032
112		0.85962

Para el aceite de cártamo se asume una densidad constante e igual a 0.917 Kg/lt para el cálculo de los centímetros requeridos en la carga de la paila.

SOSA

Para determinar cuanta sosa vamos a agregar es necesario conocer el valor de saponificación que tiene el sebo y el coco.

TABLA VII
VALOR DE SAPONIFICACION DEL COCO Y SEBO CON RESPECTO
AL KOH Y NaOH

TRIGLICERIDO	KOH	NaOH
SEBO	195.50	139.39
ACEITE DE COCO	256.00	182.53

Para la elaboración de jabones que contienen una mezcla de grasas y aceites, como es éste caso, es importante determinar el valor de saponificación promedio para las proporciones específicas. En éste caso nosotros estamos enfocando jabón de barra y por lo consiguiente utilizaremos los valores del NaOH para determinar nuestro valor de saponificación correspondiente:

$$139.39 \cdot 0.8 + 182.53 \cdot 0.2 = 148.018$$

El valor de saponificación nos indica los gramos de NaOH que hay que agregar por Kilogramo de grasa que tenemos. Esto es, que si utilizamos el ejemplo anterior de 22 toneladas de grasa de una paila nosotros necesitaremos agregar:

$$148.018 \cdot 22,000 = 3,256,396 \text{ gs.}$$

Por lo que nosotros necesitamos agregar 3,256.396 Kilogramos de sosa a una paila que se va a cargar con 22 toneladas de grasa.

Por lo general la sosa viene disuelta en una solución acuosa, si suponemos que la solución se encuentra al 50 % peso, lo único que necesitamos hacer es duplicar la cantidad de masa de solución que vamos a agregar para obtener la cantidad precisa que se requiere de sosa.

Existe sin embargo otra manera de realizar el cálculo de la sosa requerida, y que podría ser de gran utilidad para la sustitución del álcali a utilizar. Para dicho método se anexan dos gráficas, la primera referida al KOH y la otra al NaOH, en ellas se puede apreciar que con nuestro valor de saponificación, que encontrado con la recta del álcali obtenemos los Kilogramo de álcali por 100 Kilogramo de grasa, para ésto veamos el caso anterior para poder aplicarlo a nuestra gráfica.

v.s. = 148.018, en la gráfica nos da un valor de 14.8.
por lo tanto:

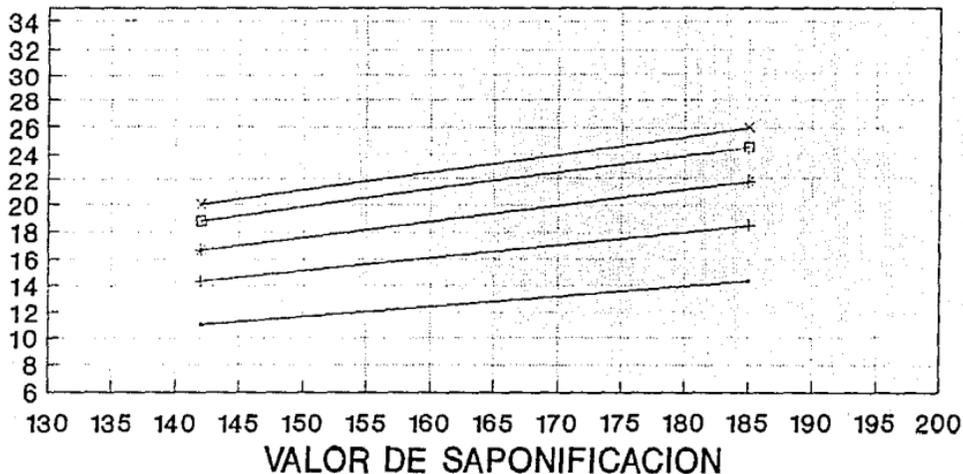
$$14.8 * 22,000 / 100 = 3,256 \text{ Kgs.}$$

Es decir, 3.256 Toneladas, que como podemos apreciar es igual al valor obtenido anteriormente.

La utilidad real que tenemos aquí es el poder obtener la cantidad de álcali de diferentes sustancias de una manera fácil y rápida.

ALCALI REQUERIDO PARA SAPONIFICAR

KG ALCALI/100 KG GRASA

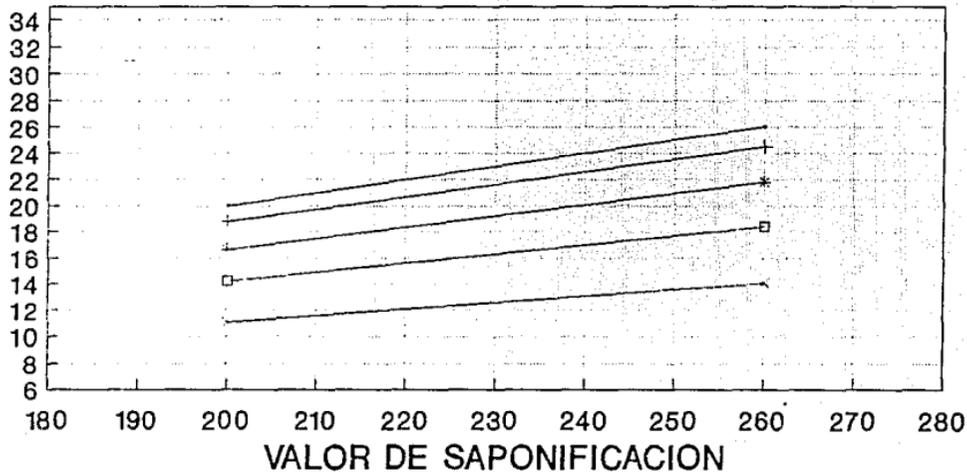


— Na₂O —+ NaOH —* K₂O —□ Na₂CO₃ —x KOH

V.S. NaOH

ALCALI REQUERIDO PARA SAPONIFICAR

KG ALCALI/100 kG GRASA



— Na₂O —+ NaOH *— K₂O —□ Na₂CO₃ —x KOH

V.S. KOH

5.-DIAGRAMAS DE FASES

TERMINOS UTILIZADOS EN EL JABON DE BARRA

El tratado de las fases en los sistemas del jabón son muy importantes para obtener las propiedades deseadas en nuestras barras de jabón. Las propiedades que pueden ser afectadas por el tratado de las fases en los sistemas del jabón son el "smear", las grietas, la espumación, la firmeza y la erosión.

Para poder entender los efectos que éste estudio trae consigo, es conveniente decir el significado de algunos de los términos más importantes en el jabón de barra y en el tratado de las fases:

FIRMEZA.- Es dictada por la estructura física de la barra, la cual es muy compleja y multidimensional. La estructura de la fase es muy relevante, pero no es la única causa de la firmeza de la barra, por lo que ésta parte será revisada más adelante.

GRIETAS.- Como su palabra lo dice, es la formación de grietas, o mejor conocido con el nombre de "Wet cracking", en el jabón provocado por un cambio constante en la humedad.

"SMEAR".- Es resultado del agua absorbida por la barra al ponerse en contacto con la misma. El proceso por el cual se lleva a cabo ésta reacción ocurre por el contacto entre las

fases de la barra y del agua. Esto está determinado por el comportamiento global de las fases en el sistema e indirectamente por otras dimensiones de la estructura de la barra. El proceso por el cual el jabón comienza a incharse, y que es directamente responsable de la formación del "smear", esta basado en un nuevo principio de transpote interfacial de difusividad y que está siendo estudiado por compañías privadas desde hace ya algunos años teniendo como principio los tratados de las fases.

Las demás fuentes de control de propiedades que presenta la teoría de las fases, incluyendo la formación de "Hard Specks" o manchas, está fundamentada en la elaboración química del jabón, obteniendose de un mal equilibrio y provocando la existencia de fases no deseadas en nuestra barra.

Cabe mencionar, que el estado físico de la barra, ya formada, no solo es motivo del tratado de las fases, sino que también es función de la temperatura y composición en la que la reacción se lleva a cabo, éstos cambios pueden a su vez propiciar un cambio en la composición de las fases y en sus estructuras, por lo que también es importante controlar éstos parámetros para evitar que efectos producidos por las fases sean provocados.

Ahora comenzaremos con definiciones de algunas palabras, que podrían ser útiles en un momento dado para la mejor comprensión

de las propiedades de la barra de jabón.

La palabra SISTEMA es usada en el tratado de las fases para describir cualquier grupo particular de moléculas. Por ejemplo, si nosotros hablamos de un sistema "sodio-agua"; significa que solo existe sodio y agua presentes, sin nada más implicado. Si el sistema consistiera de un solo elemento, éste sería un sistema unitario, si constara de dos sería un sistema binario y si fuera de tres sería un sistema ternario.

Parte de la información que necesitamos para definir el comportamiento de una fase, descansa en el término del sistema, pero no es solamente ésta la causa que lo produce. Existen otros parámetros que definen el comportamiento del sistema, dichos parámetros son denominados como variables de un sistema y que constituyen: la temperatura, la composición y la presión.

Cuando nosotros nos referimos al término de COMPOSICION, queremos dar a entender concentración. La diferencia establecida entre una y otra radica en que el término de concentración esta referida específicamente para sistemas de una sola fase, es decir, como si fuera una solución. El término de composición es aún más genérico y es aplicado a sistemas de más de una sola fase.

La palabra FASE es muy difícil de definir, por lo que utilizaremos una definición muy clásica para lograrlo; una fase

es una región en el espacio la cual es estructural y termodinámicamente homogénea y que posee, en toda su región, las mismas propiedades.

Otra palabra muy escuchada en la teoría de las fases, es la de EQUILIBRIO, que analizado desde un punto de vista termodinámico, es muy fácil de describir: Es el punto de menor energía libre existente. También es posible dar una idea más sencilla de lo que es equilibrio, aunque ésta no siempre se cumpla: Equilibrio es el sistema donde la estructura, o la fase, no cambia con el tiempo.

La REGLA DE LAS FASES es una ley del tratado de las fases en la cual nos indica la relación entre el número de componentes, el número de fases y los grados de libertad del sistema. Para un sistema de barras, el número de componentes es simplemente el número de moléculas. Los grados de libertad es el número de variables del sistema que pueden ser fijados para establecer el sistema. La varianza es un sinónimo de grados de libertad. Nosotros vamos a obtener la aplicación práctica que tiene esta regla mediante el diagrama de fases.

Una ISOTERMA es una línea sobre un diagrama de fases en la cual nos dice que se puede variar la composición mientras que la temperatura se mantiene constante. En un diagrama binario típico, una isoterma es una línea horizontal.

Un ISOPLETICO es una línea sobre un diagrama de fases en el cual la temperatura puede variar mientras que la composición se mantiene constante. En un diagrama binario un isoplético es una línea vertical, esto es, cuando se calienta o se enfría nuestra mezcla, la composición será la misma. Este término está muy lejos del parecido químico que podría guardar el de isotérmico, pero por lejos que pudiera parecer esta palabra, en efecto, describe el proceso.

Pues bien, entremos a la lectura de diagramas (Figura #8). Para poder ilustrarlo mejor usaremos un diagrama de un sistema cloruro de sodio con agua (para identificarlo mejor le llamaremos sal-agua), éste no es un sistema importante, pero contiene áreas ampliamente diferenciadas y fáciles de leer. Nuestro diagrama en cuestión posee cierto grado de complejidad para poder posteriormente comprender mejor nuestro diagrama de jabón.

Vamos a obtener la información que nos da una coordenada específica y a la vez aplicaremos nuestra Regla de las Fases, posteriormente nos moveremos a través del diagrama y veremos las perturbaciones que éste sistema tiene al modificar sus condiciones.

Primero aclaremos que en un diagrama, como el de sal-agua, tendremos en el eje de las abscisas (X) la composición y en el eje de las ordenadas (Y) la temperatura, por lo que tenemos que fijar un punto con dichos parámetros. Por ejemplo (Figura #9) una mezcla del 15% en peso de composición y una temperatura de

CLORURO DE SODIO - AGUA

SOLVENTE: AGUA

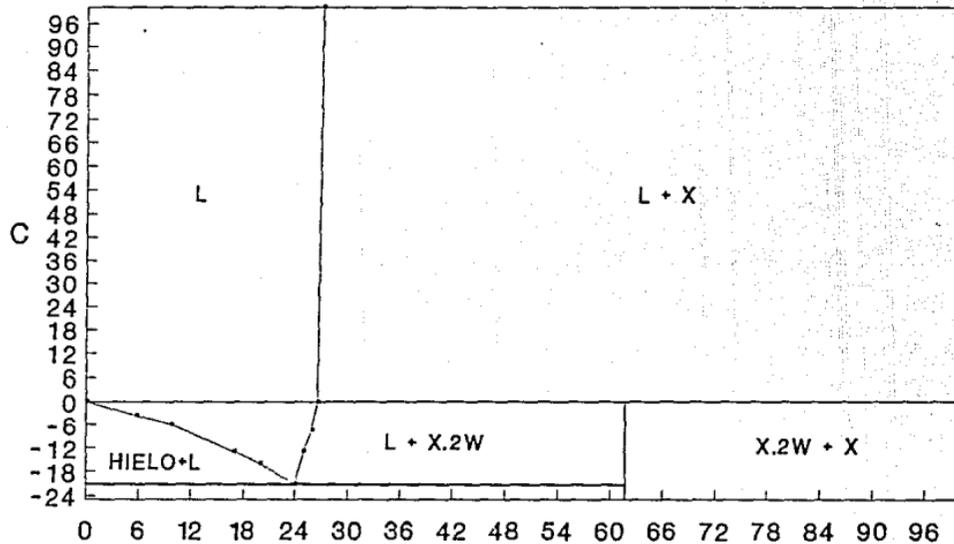
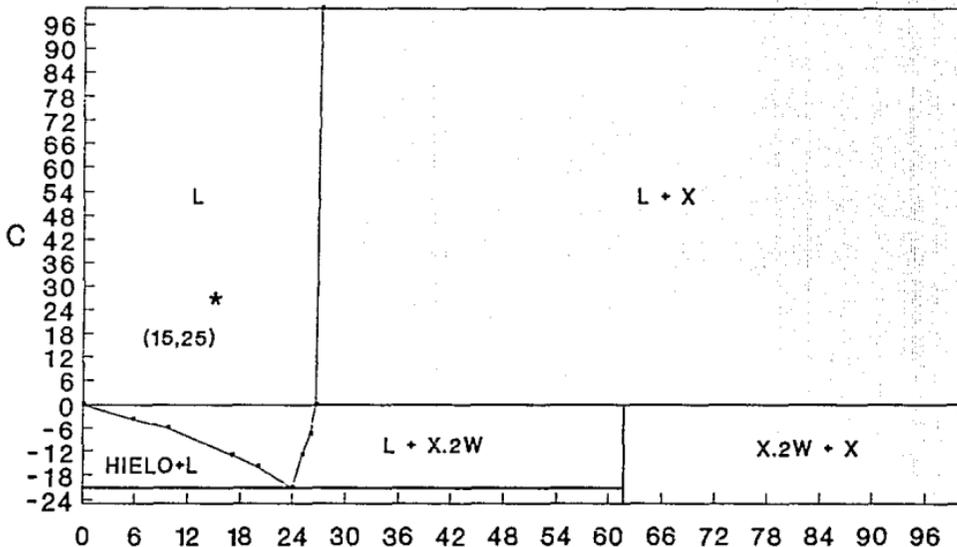


FIGURA #8
-61-

— % EN PESO

CLORURO DE SODIO - AGUA

SOLVENTE: AGUA



— % EN PESO

FIGURA #9
-62-

25°C (77°F), obtendremos una posición específica en nuestro diagrama. Si analizamos éste punto en nuestro diagrama podemos ver que se trata de una sola fase, que es líquida. Como podemos apreciar la información básica que nos puede otorgar nuestro diagrama ya la tenemos a la mano. Supongamos ahora que tenemos un movimiento isotérmico (Figura #10) y que nuestro sistema es de 50% en peso de composición, y obviamente, a la misma temperatura. Estas coordenadas serán un punto completamente diferente en el que nosotros encontraremos dos fases.

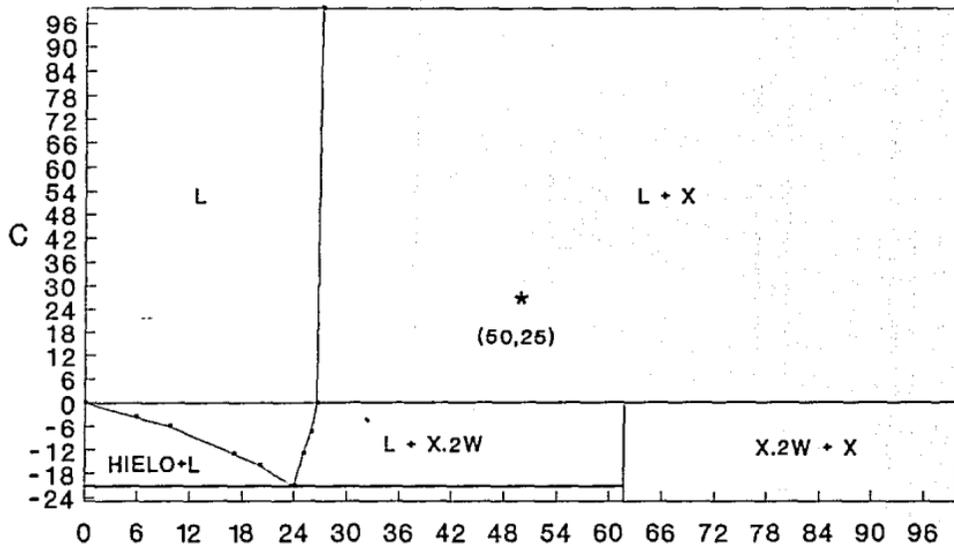
En efecto, no tenemos una fase homogénea con 50% de sal y 25°C. Si nosotros creáramos momentáneamente una sola fase; por ejemplo, enfriando rápidamente la solución caliente que tenemos, se separaría espontáneamente en dos fases. Las dos fases serían ahora una fase líquida con 28% de sal y otra con sal concentrada al 100%, seca y en fase cristal.

Regresemos ahora a nuestra concentración de 15% en peso de sal y veamos nuestra situación a -21°C (Figura #11), nuestro diagrama nos indica que tenemos ahora tres fases, debido a que en éstas condiciones caemos en una línea de tres fases, cuando nos encontramos en un punto en el cual coexisten tres fases le llamamos punto eutéctico. Como podemos apreciar las tres fases existentes son: hielo, líquido y cristales dihidratados.

Ahora analicemos las tres situaciones, donde una, dos y tres fases coexisten, y veamos cuantos grados de libertad hay ahí.

CLORURO DE SODIO - AGUA

SOLVENTE: AGUA



— % EN PESO

FIGURA #10
-64-

CLORURO DE SODIO - AGUA

SOLVENTE: AGUA

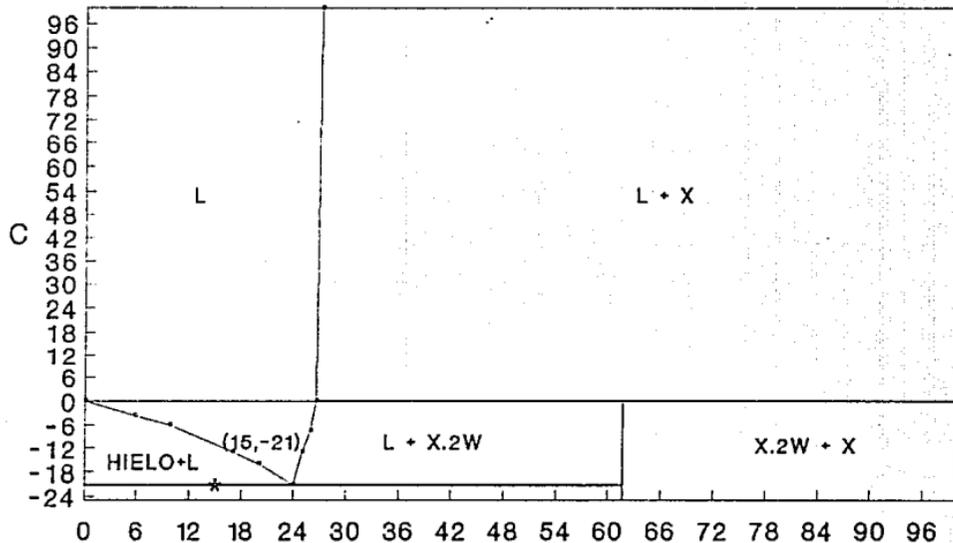


FIGURA #11
-65-

— % EN PESO

Para realizar esto, primero necesitamos determinar cuantos grados de libertad puede permitir nuestro sistema, la Regla de las Fases nos da ésta información; la ecuación de la Regla de las Fases es la siguiente:

$$P + F = C + 2$$

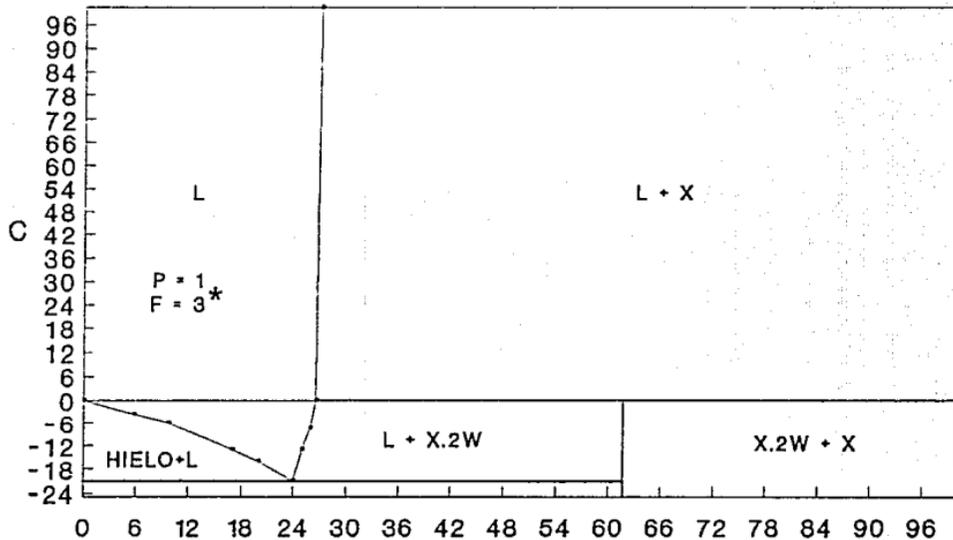
Donde $C = 2$, por lo tanto $P + F = 4$. Por lo que podemos apreciar para todo sistema binario nuestra Regla de las Fases se ha simplificado, y nos indica solo como variables el número de fases y los grados de libertad.

Para el sistema de una sola fase (15% vs. 25°C), tenemos que $P = 1$, y por lo tanto $F = 3$ (Figura #12). Tenemos entonces tres variables que debemos especificar para nuestro sistema, sin tener ninguna variable que permanecer constante y lograr conservar nuestras características del sistema deseadas. Para entender mejor esto, consideremos el efecto que ocasiona un ligero incremento en la composición del sistema, y como podremos apreciar el número de fases sería la misma. Esto ocurre también si nosotros variamos ligeramente la temperatura. Finalmente, aunque no es incluido en éste diagrama, nosotros podremos cambiar la presión sin apreciar un cambio de fase.

Ahora, pasando a nuestro segundo caso (Figura #13), en el cual nosotros teníamos dos fases (50% vs. 25°C), nuestro $P = 2$, y tendremos entonces que nuestro número de grados de libertad es

CLORURO DE SODIO - AGUA

SOLVENTE: AGUA



← % EN PESO

FIGURA #12
-67-

CLORURO DE SODIO - AGUA

SOLVENTE: AGUA

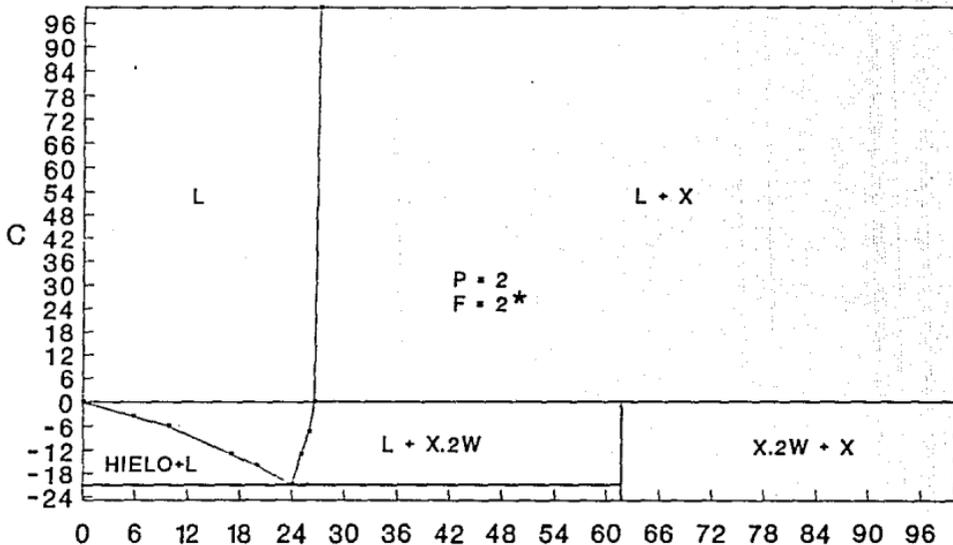


FIGURA #13
-68-

— % EN PESO

igual a 2. Según podemos apreciar en nuestro diagrama de temperatura vs. composición, nosotros podemos alterar ligeramente dichos valores sin alterar nuestro equilibrio de las dos fases, por lo que esto quiere decir que nuestra variable que debe permanecer fija será la presión. Es cierto que nuestros cambios en los valores de concentración y temperatura tienen siempre un límite, por lo que el valor al cual nosotros podemos variar nuestra concentración será desde 26 a 100%. El valor de temperatura podrá variar desde 0°C al límite de nuestro diagrama, y permanecer con nuestras características deseadas del sistema.

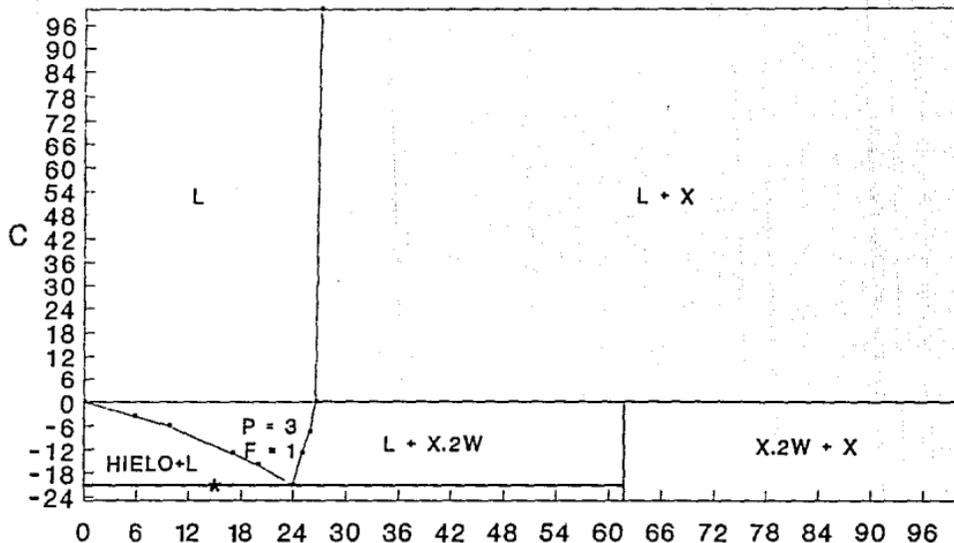
Cuando nosotros tenemos tres fases (Figura #14), nuestro número de grados de libertad será igual a uno. Es decir, tenemos un punto eutéctico. Aquí podemos apreciar que la operación podrá variar su composición pero solamente isotérmicamente y con un rango de variación que va desde 0 a 24% en peso. Por dicha conclusión sabemos que la otra variable que nosotros debemos controlar y mantener constante es la presión.

¿Pueden existir cuatro fases? Claro que sí, solo que las variables de control del sistema tendrán que estar bien determinadas, es decir $F = 0$.

Para poder dejar mas claro el manejo de un diagrama de éste tipo, vamos a realizar un caso típico de un proceso isotérmico y uno isoplético:

CLORURO DE SODIO - AGUA

SOLVENTE: AGUA



— % EN PESO

FIGURA #14
-70-

Comenzando con un caso isotérmico (Figura #15), es muy sencillo, ya que vamos a suponer el hecho de que tenemos agua a temperatura de 25°C, y comenzamos la adición de sal, mientras no lleguemos a la composición de 28% en peso, tendremos siempre un estado líquido y mantenemos la temperatura inicial; si nosotros agregamos mas sal nos encontraremos una mezcla de agua salada con sal depositada en la base o girando alrededor del mismo (puede haber sido provocado por la agitación), esto se debe a que el agua no pudo solubilizar mas sal y tuvo que dejar depositar el exceso, que a esta temperatura fue de 28%. Este proceso por el cual fuimos agregando la sal hasta formar dos fases a una misma temperatura es el que conocemos como un proceso isotérmico.

Para ejemplificar un caso de proceso isoplético (Figura #16) es un poco más difícil debido a que tenemos que hacer ciertas suposiciones. Tenemos una solución que se encuentra a 14% de composición y a una temperatura de 25°C, podemos apreciar que tenemos una sola fase, y que es líquida; si aumentamos la temperatura no encontraremos ningún cambio en la fase del sistema, pero, si bajamos la temperatura gradualmente, nos encontraremos una mezcla de líquido mas hielo. Hasta éste momento no hemos variado la composición de sal en el agua, pero sin embargo, podemos apreciar que se ha cambiado de fase. Si disminuimos la temperatura por debajo de los -20°C, se volvera a convertir en una sola fase, solo que en éste caso nos encontramos con sales dihidratadas.

CLORURO DE SODIO - AGUA

SOLVENTE: AGUA

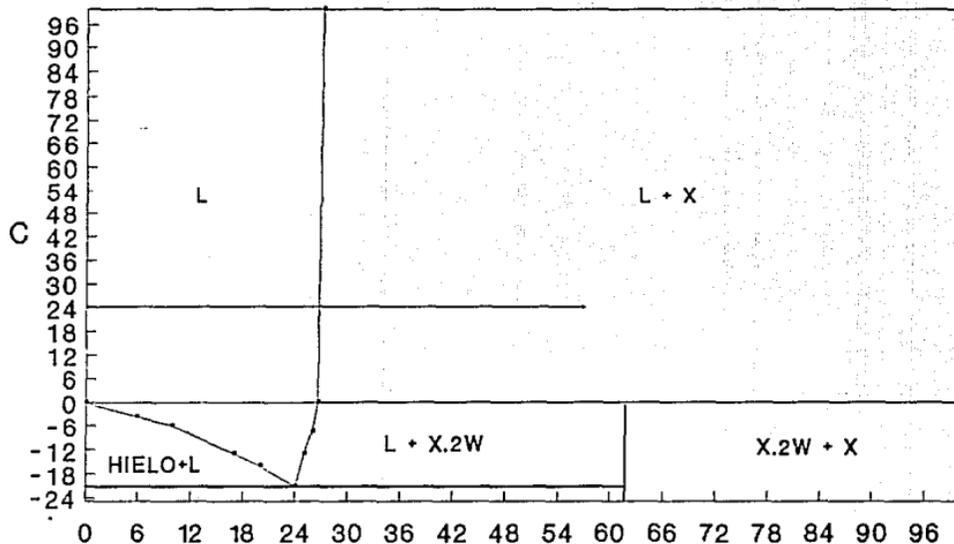
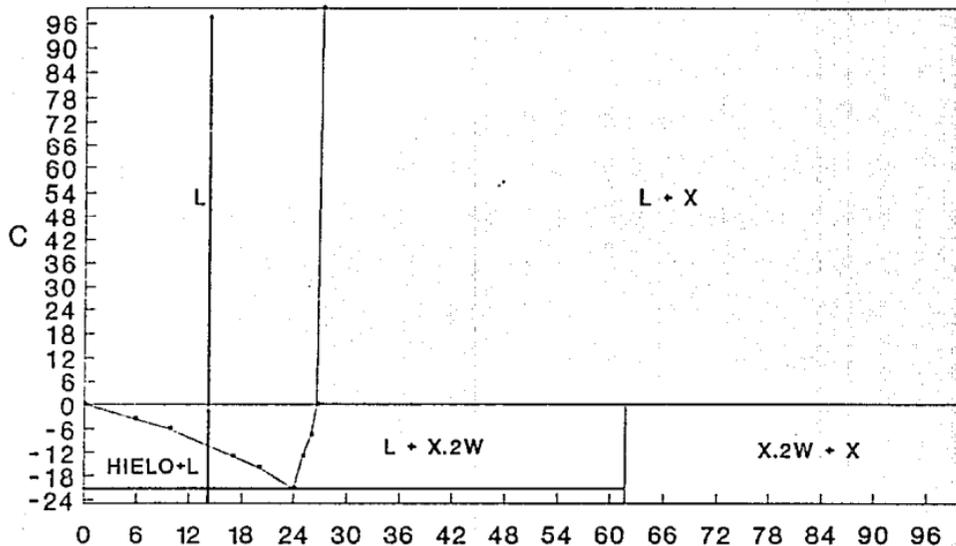


FIGURA #15
-72-

— % EN PESO

CLORURO DE SODIO - AGUA

SOLVENTE: AGUA



— % EN PESO

Como se ha podido apreciar, en ningún momento se vario la composición de sal y sí hubo una variación en nuestra formación de fases, habiendo existido hasta cuatro fases distintas con solo variar la temperatura. Cuando esto sucede decimos que tenemos un proceso isoplético.

6.- COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA JABON-AGUA

PRESENTACION DE FASES

Para entender la naturaleza y comportamiento del jabón (como producto terminado en uso y durante las diferentes operaciones de manufactura) es necesario estar familiarizado con las diferentes "fases" o "estados físicos" en los que puedan existir.

La forma más fácil de adquirir conocimiento de las fases del jabón es considerar el comportamiento del jabón seco cuando se calienta, y el comportamiento de diferentes concentraciones de jabón en agua cuando se calienta.

JABON SECO.- A bajas temperaturas, el jabón seco es cristalino. Existen cuatro formas cristalinas conocidas en las que el jabón seco (o casi seco, i.e. menos de 3.0 % H₂O) puede existir. Estas formas se llaman alfa, beta, delta, y omega. Lo que esté presente depende de que tan seco el jabón haya sido tratado o preparado.

Cuando seco, el jabón cristalino es calentado, y se funde en pasos sucesivos siguiendo una serie de temperaturas definidas. Conforme el calentamiento aumenta. La primera transformación o fundición cambia el jabón cristalino (en alguna de las formas de arriba) a algunas de las tres llamadas fases cerosas (waxy).

PALMITATO DE SODIO (GRAFICA ORIGINAL DE ROSEVEAR)

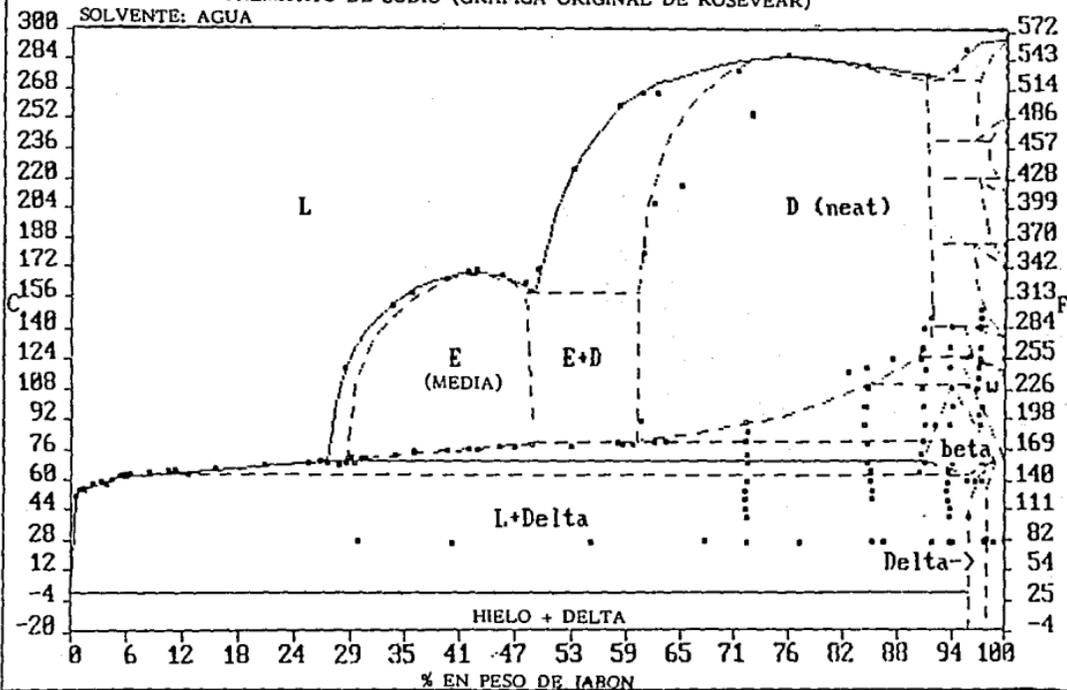


FIGURA #17
-76-

La primera forma cerosa se llama fase subcerosa (subwaxy). Calentamiento posterior a una temperatura definida convierte la fase subcerosa a una cerosa, y ésta luego se funde convirtiéndose en supercerosa (superwaxy) a una temperatura todavía mas alta . Al continuar el calentamiento, la fase supercerosa se transforma en fase sub-limpia (sub-neat), que a su vez se funde hasta la fase limpia (neat) y finalmente en el más alto de fusión la fase limpia se funde o transforma en la fase "nigre", que es una verdadera solución de jabón.

Se verá que el jabón seco tiene cuando menos seis puntos de función o transformación, cada una distinguiendo una fase diferente o forma física del jabón.

JABON EN AGUA.- A temperaturas normales la mayoría de los sistemas de agua-jabón existen como mezclas de cristal y líquido. La forma cristalina puede ser alfa, beta, delta y omega. La forma alfa se convierte a delta cuando la humedad supera 3 %, por lo tanto no está presente usualmente. El cristal real ó (cristales) presente en el sistema agua-jabón depende de la concentración, temperatura e historia previa.

Cuando un sistema de agua-jabón se calienta, los cristales se disuelven o funden a líquido para formar jabón-limpio, jabón intermedio, nigre, o alguna de las fases cerosas. La fase que resultará depende principalmente de la concentración del sistema agua-jabón.

A temperaturas suficientemente altas las fases limpia, intermedia y cerosa se transforman en negra.

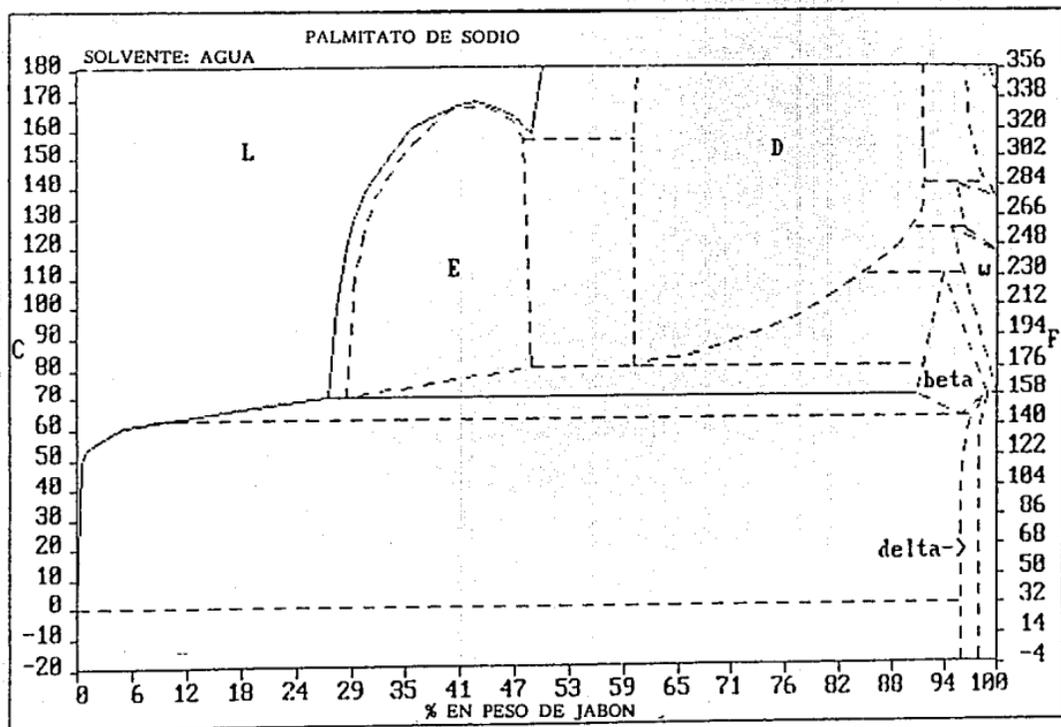
En el proceso de fabricación de jabón usual, las fases más importantes son la limpia, intermedia y negra. El llamado "jabón de paila" del procedimiento de hervido del jabón es una composición particular de la fase limpia. Por otro lado las fases más importantes de los productos terminados del jabón son beta, omega y delta.

CARACTERISTICAS DEL JABON

Fase Alfa.- La fase alfa es un hidrato cristalino definido del jabón, donde cada molécula de jabón se asocia con media molécula de agua. Se obtiene solo por cristalización de una solución de alcohol con agua y no tiene importancia tecnológica. los cristales individuales son placas. La indentificación se hace por medio de un patrón de difracción de rayos x.

Fase Beta.- La fase cristalina beta se caracteriza por un grado relativamente alto de solubilidad, un alto grado de espuma, un brillo ceroso, una tendencia a orientarse a una condición traslúcida, un alto grado de firmeza cuando se orienta así y una pronunciada tendencia a dilatarse cuando se sumerge en agua. El molido, congelado y trabajo mecánico producen la forma beta bajo ciertas condiciones. los cristales individuales tienen

FIGURA #18
-79-



ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

PALMITATO DE SODIO (GRAFICA MODIFICADA DE ROSEVEAR)

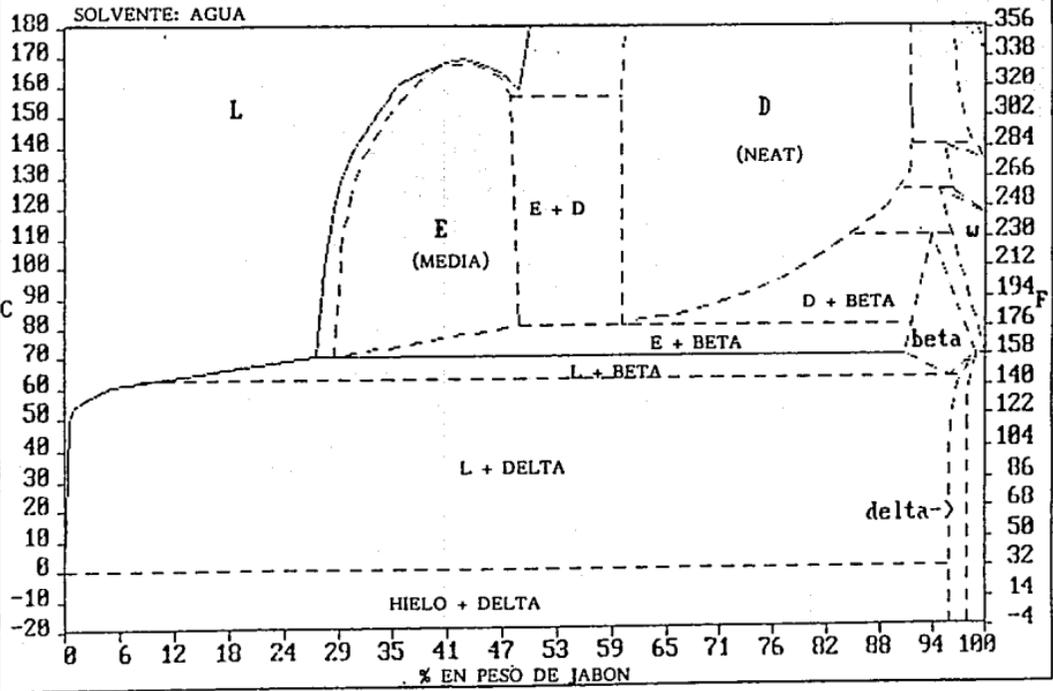


FIGURA #19
-80-

usualmente forma de listón. se puede hacer indentificación positiva por medio de patrones de difracción positiva, siendo el anillo característico de 2.75 A. En las barras de jabón 80/20, el contenido de beta es como de 75% de la fase cristalina ($\omega=25\%$). Las cantidades precisas varían un poco con las condiciones de proceso y la composición del stock.

Fase Omega.- Grado relativamente bajo de solubilidad, bajo poder espumoso y una tendencia general a existir en masas opacas son las características de la fase omega. esta forma se obtiene normalmente con enfriado rápido de sistemas de jabón relativamente concentrados. En los sistemas de agua-jabón su formación se favorece por baja humedad, alta temperatura, peso molecular bajo y no saturación. Está presente en muchos jabones de barra, y es el material cristalino en la mayoría de las hojuelas, granos y polvos. Tiende a desescamarse y disolverse en lugar de absorber agua y dilatarse. Los cristales individuales tienen normalmente forma de listón, como en la fase beta, y los patrones de difracción de rayos "X" sirven para indentificar esta fase. El anillo importante de indentificación es de 2.95 A.

Fase Delta.- La fase delta es cristalina y se asocia normalmente con los sistemas de agua-jabón de contenido relativamente alto de humedad y con temperaturas relativamente bajas. Su formación se favorece por altos pesos moleculares y saturación; tiende a inducir suavidad o falta de firmeza en productos de barra y es la forma cristalina que se encuentra en muchos nigras solidificados. Muchos de los tipos antiguos de

barras de jabón contenían algo de fase delta. Los cristales individuales se ven como fibras muy finas bajo el microscopio y la fase puede indentificarse plenamente por los patrones de difracción de rayos "X" Los anillos de indentificación importantes son 2.85 y 3.55 A.

Fase limpia del Jabón.- Esta fase es líquido cristalino y contiene picos de 70 % de jabón aproximadamente . Es una fase turbia y pesada (plástica), pero es derramable con algo de la consistencia de un aceite lubricante pesado. Es mucho menos viscosa que el jabón "intermedio", pero mucho más pesada que los negres usuales. La anisotropía óptica y una tendencia a orientarse en configuraciones definidas bajo al microscopio son características de esta fase. Al hervir, ocurre en las capas superiores del jabón en la paila, y así, esta composición particular de la fase limpia (aproximadamente 70% de jabón, 29.5% de agua, 0.5% electrolito) se conoce comunmente como "jabón de paila". La fase limpia es también el producto final del proceso hidrolizador. Es entonces el material de empiezo de la mayoría de barras, gránulos, hojuelas y polvos, El comportamiento microscópico sirve para indentificarla.

Fase Intermedia del Jabón.- El jabón intermedio es una fase líquida cristalina que contiene entre 30 y 50% de jabón. Puede describirse como una goma plástica, transparente y traslúcida a la que a veces se le llama "jabón de goma". Se disuelve relativamente lento, es difícilmente derramable y ópticamente anisotrópica. Aunque el jabón intermedio da

problemas en ciertas operaciones muchos jabones potásicos suaves, y algunos productos que son, por supuesto solubles debido a la composición del stock, son hechos y comercializados de esta forma. En el proceso usual de hervido del jabón la presencia de cantidades considerables de sal o de otro electrolito previene la formación de la fase intermedia. puede ser indentificada por características físicas.

Fase Nigre.- La fase nigre es una solución de jabón que contiene menos de 30 o 35 % de jabón y puede contener grandes cantidades de electrolito. La fase nigre puede disolver ciertas clases de tierra y color, de ahí el nombre. Constituye la capa de bajo del jabón limpio en la operación de terminado del jabón de la paila. Los jabones líquidos comerciales son técnicamente nigre. Muchos jabones en general se derivan del nigre al enfriarlo.

Fase cerosa del Jabón.- Estas fases ocurren usualmente a temperaturas elevadas y en condiciones de relativa baja humedad (desde 0% hasta 10% de humedad). En general son mucho mas firmes que el jabón medio, pero son cerosas y traslúcidas. para distinguir a uno del otro pero el grupo puede ser totalmente indentificado por patrones de difracción de rayos X.

Fase Sub limpia.- La fase sub limpia ocurre a temperaturas elevadas y con humedad variando de 0% hasta 5%. Es un poco más viscosa que la fase limpia, y menos técnicas especiales para su indentificación.

- La tercera fase es la fase cristalina y consta de tres fases principales:

A) Fase Seca u Omega.- Existe a altas temperaturas y con un máximo de 5% de agua. Esta fase es sólida.

B) Fase Delta.- Fase sólida con un máximo de 1 a 3% de agua a temperaturas por debajo de los 70°C.

C) Fase Beta.- Fase sólida que puede llegar a tener hasta 11% de agua, dependiendo de la temperatura que se este manejando. El rango de temperatura a la cual existe esta fase esta entre 62 a 110°C.

- La cuarta y última fase está compuesta por dos fases, y que son las denominadas como cerosa y subcerosa que se encuentran a temperaturas por encima de la fase omega y que pueden aparecer hasta con una humedad del 11.5% de agua.

REGIONES BIFASICAS

A una temperatura ambiente y un 80% de humedad existen dos fases; una fase líquida con un 1% de jabón y otra fase cristal delta, como podemos apreciar en el diagrama. Estas fases persisten hasta una temperatura de 60°C en un movimiento isoplético, es decir, vertical a composición constante. En este punto nos encontramos con la fase Beta coexistiendo con dos fases mas; las fases delta y líquida. En ésta coordenada estamos formando, como ya vimos, un punto eutéctico.

Al rebasar ésta temperatura nos encontramos con la

desaparición de la fase delta persistiendo exclusivamente las fases líquida y beta. Al llegar nosotros a 69°C, encontramos el estado discontinuo de fase mas conocido en un surfactante, y conocido como la discontinuidad de Krafft. El descubrimiento hecho por Krafft consiste en el aumento considerable de la solubilidad de cristales y que representa actualmente una gran ayuda para el estudio de los aspectos físicos de la ciencia que estudia la interacción jabón-agua. En dicha discontinuidad nos encontramos en otro punto eutéctico en el que existen las fases Líquida, Beta y Media.

La discontinuidad de Krafft es muy importante para el proceso de jabón, debido a que representa una separación en el diagrama donde debajo a esta línea no existe equilibrio entre cristales.

Al aumentar la temperatura la fase Líquida desaparece por completo y nos quedan solamente dos fases: beta y media. Hasta alcanzar la temperatura de 82°C, alcanzamos otro punto discontinuo eutéctico; en ésta ocasión vemos que aparece la fase limpia, conjuntamente con las fases beta y media. Al aumento de la temperatura desaparece la fase media, existiendo nada mas las fases limpia y beta. Posteriormente a esta bifase, no llegaremos, como había sido costumbre, a un punto eutéctico, sino que nos encontraremos en el cambio de un sistema bifásico a uno monofásico, dependerá de el porcentaje de agua existente en nuestra mezcla jabonosa, para la desaparición de la fase beta y

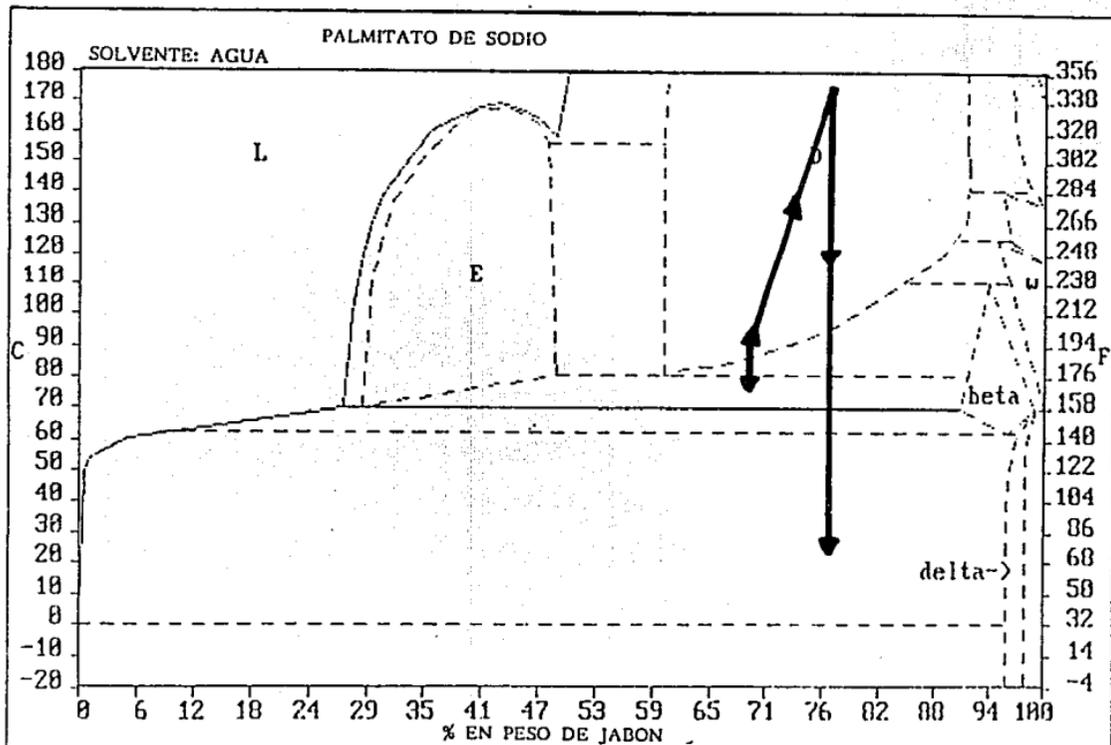
la creación del sistema monofásico formado por la fase limpia. A estas condiciones de 80% en peso de jabón el cambio de fase se lleva a cabo a 100°C.

Esto fue ligeramente lo que ocurre en un diagrama de fases para el jabón. Ahora veamos explícitamente lo que ocurre en un proceso de jabón como el tradicional en un diagrama de fases.

Vamos a suponer que estamos procesando exclusivamente palmitato de sodio (NaP) por lo que ocuparemos nuestro mismo diagrama (Figura #20); escogemos arbitrariamente nuestro punto inicial con 69.7% en peso y 76°C en una paila de jabón base, el sistema palmitato de sodio-agua éstas condiciones es una mezcla de fases media y beta; pero con un poco de calentamiento entramos a la fase limpia, en donde estamos a 90°C. Normalmente son agregados otros ingredientes como $MgSO_4$ y sustancias liberadoras de ácidos grasos, que afectarían a nuestra composición y que ameritarían el uso de otro diagrama de fases, pero el cambio es realmente despreciable, por lo que continuaremos con el mismo diagrama.

Continuando con nuestro proceso, necesitamos flashear la mezcla con un intercambiador de calor para eliminar agua. La temperatura alcanzada será aproximadamente de 177°C. Después de haber realizado el flasheo nuestra temperatura desciende hasta los 105°C y la concentración de agua en nuestra mezcla se redujo en un 7%, es decir, tenemos un 76.7% en peso de jabón

FIGURA #20
-87-



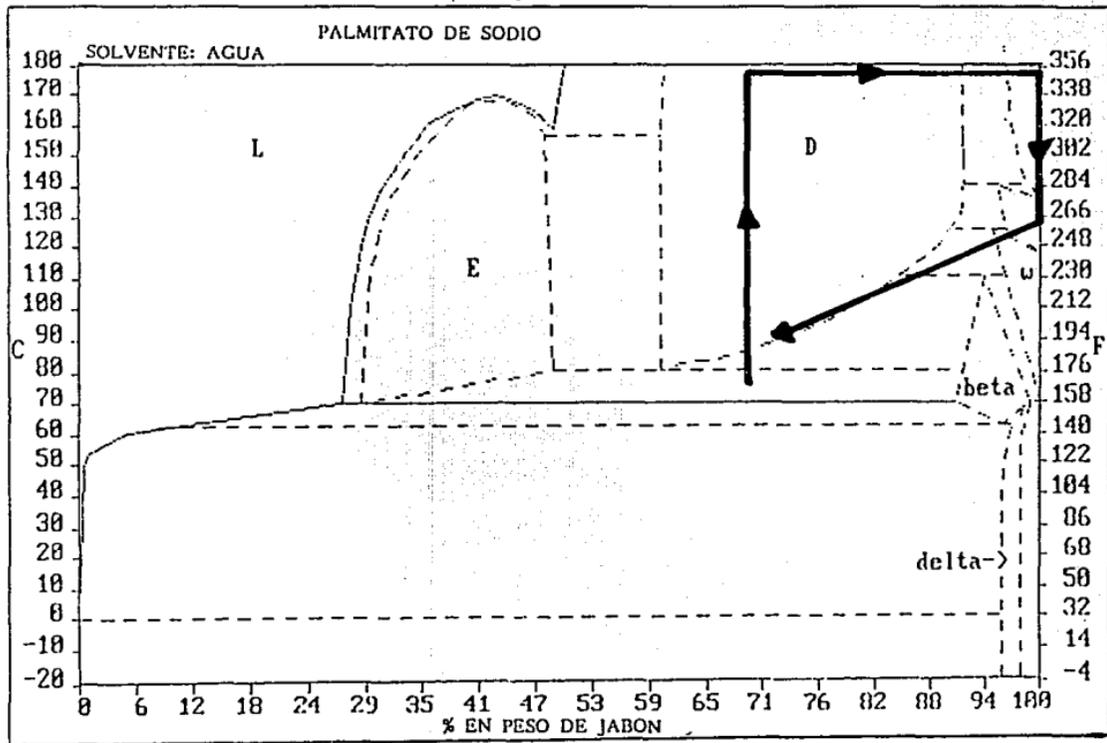
aproximadamente. La mezcla puede ser sometida a otro proceso similar o dejarla concentrarse cuando sea enfriada, dependiendo de la humedad requerida en la pastilla. En el amalgamador es mezclado con el perfume y finalmente estampados. En este proceso se experimentan cambios mínimos que no afectan a nuestro sistema, por lo que enfriar nuestra mezcla se lleva a cabo isopléticamente.

Si realizamos un análisis de la información que tenemos, podemos apreciar que la operación se realiza en una sola fase, sobretodo cuando se ha agregado el $MgSO_4$ y la substancia liberadora de ácidos grasos; hasta que la composición final se ha obtenido. Esto es de gran eficiencia en la obtención de producto terminado como podremos apreciar mas adelante.

Vamos a ver el proceso mas de cerca, y analicemos que es lo que realmente tenemos. Para poder comenzar, tomemos nuestras bases. Vamos a suponer que tenemos una pequeña muestra dentro de nuestra mezcla, alrededor de un centímetro cúbico. Este va a ser nuestra chivo espeatorio para el proceso.

Nuestro centímetro cúbico (Figura #21) pasará al intercambiador de calor, pero pegado a la pared de éste, por lo que su temperatura subirá subitamente a la temperatura de proceso, posteriormente, dicha muestra se secará debido al flasheo del agua, solo que el secado de la partícula será casi completo, como se puede apreciar en la línea horizontal que está

FIGURA #21
-89-



en el diagrama de fases, a continuación la temperatura del centímetro cúbico bajara al cumplirse el periodo de secado y se mezclara con el resto de la mezcla para adquirir su composición final. La consecuencia mas fuerte que tienen éstas pequeñas muestras es que están entrando a la fase cerosa, y que como podemos apreciar en comparación con el proceso de la mezcla total, se lleva acabo en varias fases antes de llegar a su composición final.

Esto trae consigo graves consecuencias dentro de nuestro producto final, debido a que la fase cerosa es muy viscosa y su equilibrio químico es muy diferente al equilibrio químico existente en la fase limpia, por lo que una unión de éstas fases traerá consigo un desequilibrio en nuestra pastilla final. Las consecuencias de éste desequilibrio se presentan por partículas extrañas, por asperesas en la barra o por puntos negros en la misma, provocando que nuestra barra no cumpla con los límites de calidad establecidos y tenga que almacenarse para reproceso.

Mencionaremos ahora los cambios de proporciones de fases durante el proceso de secado.

Tenemos que enfatizar sobre la importancia que tiene la proporción de fases en ésta área; ya que es muy importante en las propiedades finales del jabón de barra. Llevando a cabo un análisis, tenemos que el proceso de secado se lleva a cabo en un sistema monofásico, pero en la etapa de enfriamiento ocurre la

separación de fases. Como se puede observar, la separación de la fase beta de la fase limpia ocurre aproximadamente a los 90°C. Cuando esto ocurre, debe de presentarse una nucleación de fase seguido de un aumento gradual de cristales, por lo que la proporción de fases cambia.

Este proceso por el cual isopléticamente se crea un sistema bifásico, crea fuerzas directoras de un transporte de masa entre las interfases. Mucha gente asocia la temperatura con un transporte de calor; pero no lo relacionan con transporte de masa; este es un claro ejemplo de que con cambios de temperatura ocurre un transporte de masa; y que como se puede apreciar es común en un sistema de fases.

En el diagrama adjunto (Figura #22) del proceso isoplético a 76.6% en peso de jabón, se puede apreciar una fracción de jabón que se encuentra en equilibrio formando una fase diluida con el agua, que sea cual fuera su estructura, debe su equilibrio a la temperatura durante el proceso de enfriamiento. La naturaleza de las fases esta indicado con su letra característica. La fase limpia está indicada hasta los 81°C (178°F); la fase media va de los 70°C a los 81°C (158-178°F). Por debajo de éstas temperaturas se encuentra la fase líquida dividida a los 62.2°C (144°F) por dos tipos de cristales, por encima de ésta temperatura tenemos los cristales beta y por debajo los cristales delta.

FRACCION DE FASE DILUIDA VS. TEMPERATURA

NaP - AGUA

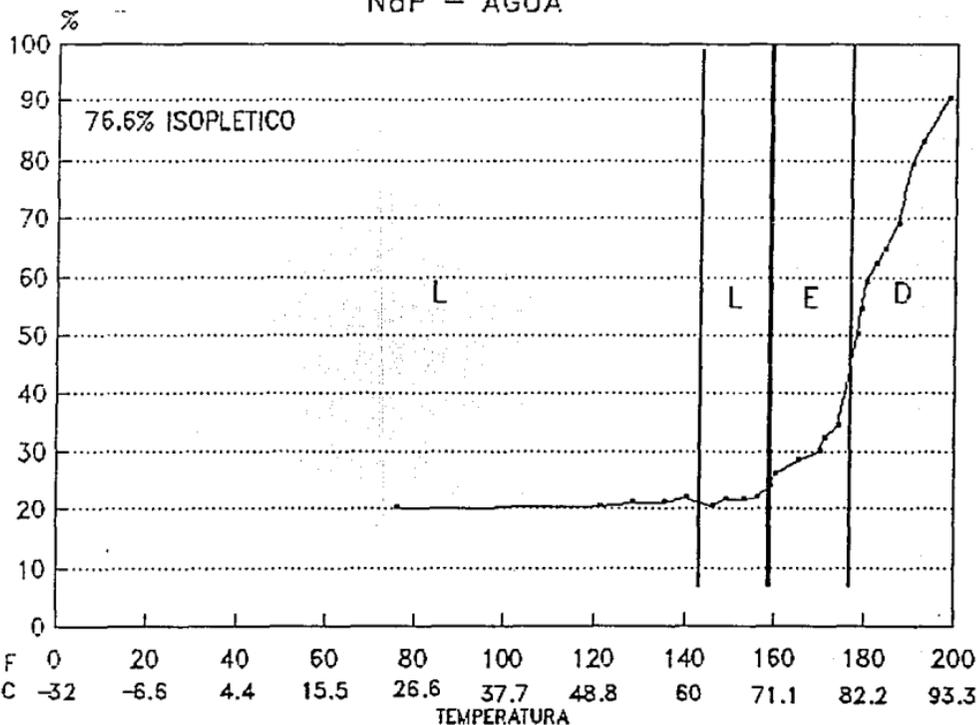


FIGURA #22
-92-

Cabe mencionar algo muy importante, la pendiente de la fracción diluida existente en cada fase es diferente, y presenta una discontinuidad en cada cambio de fase,

El significado químico de éstas discontinuidades es muy claro, ya que nos indica que las propiedades que posee cada fase son muy diferentes y que dan características al jabón terminado muy especiales. Por ejemplo: si manejamos una temperatura de alrededor de los 82°C (180°F), tendremos una mezcla de 50% limpia y 50% media, provocando que la mezcla sea más fluida que a otras temperaturas, produciendo una mejor homogeneidad de la mezcla al momento de agregar los reactivos necesarios, como el $MgSO_4$ y sustancias liberadoras de ácidos grasos, debido a que la fase media es más viscosa que la fase limpia.

Otro significado importante que tiene la relación de fases, es el contenido de calor que guarda la mezcla, ya que al contener más calor, la presencia de cristales disminuye y la viscosidad de la mezcla baja, por lo que el manejo de la misma se realiza mas facilmente.

Si analizamos la comparación del proceso isoplético a 69.7% con el de 76.6% (Figura #23), podemos apreciar que existe una mayor parte de la fase diluida y que por lo tanto, nos resta firmeza a nuestro jabón para el momento de ser estampado; dicho inconveniente es fácil de comprender, debido a la alta cantidad de agua existente en el sistema.

FRACCION DE FASE DILUIDA VS. TEMPERATURA

NaP - AGUA

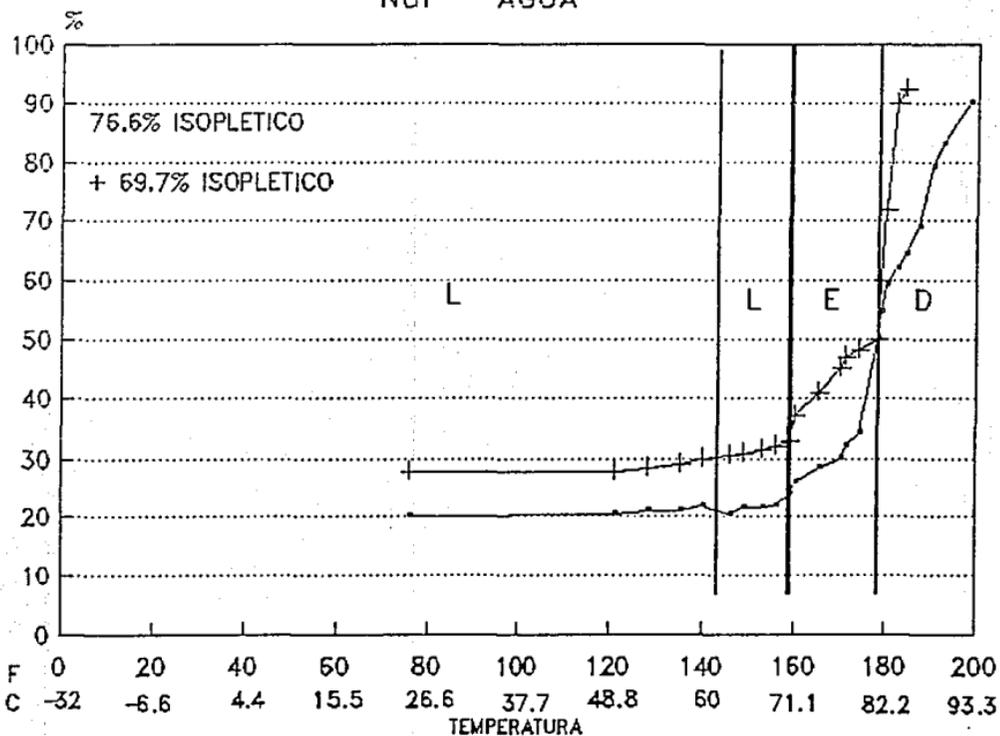


FIGURA #23
-94-

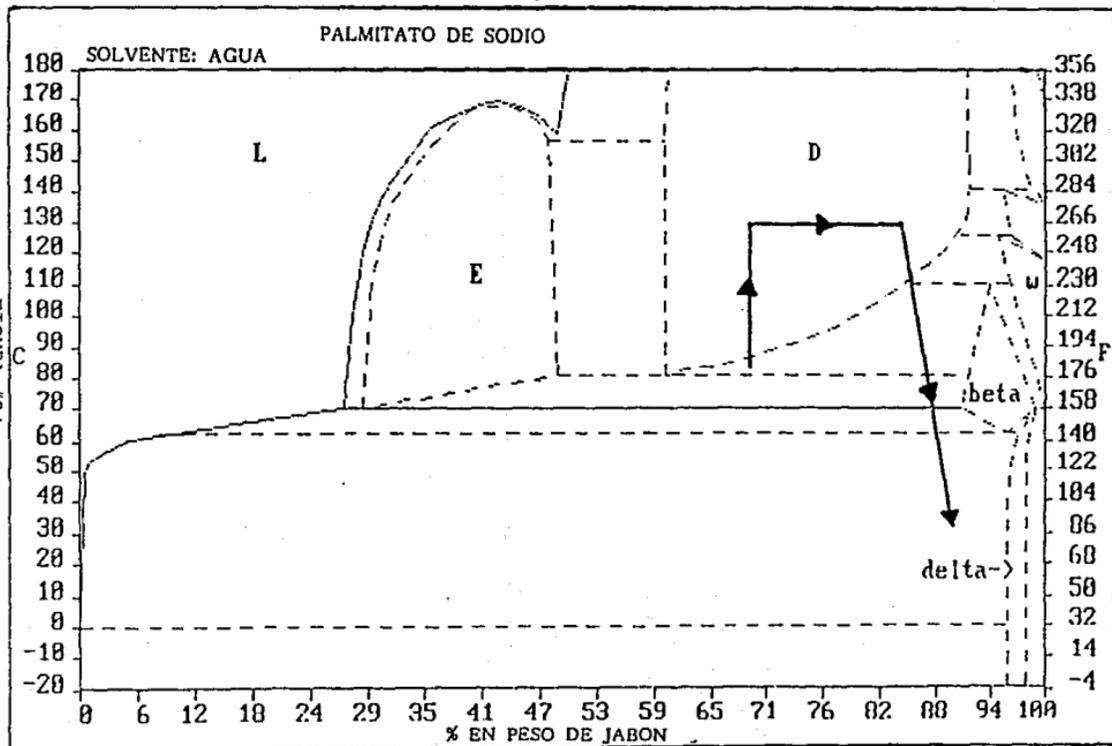
Si nosotros tuvieramos un proceso isoplético con un mayor porcentaje de jabón en peso, podríamos disminuir el porcentaje de fase disuelta y realizar el estampado mas firmemente, pero con el inconveniente de que realizamos la operación con un alto riesgo de caer en la fase cerosa; por lo que es mejor manejarlo a una composición del 76.6% en peso del jabón.

A continuación veremos (Figura #24) el proceso mas reciente; el cual presenta una solución muy eficiente para este problema de firmeza en nuestro estampado del jabón.

El proceso moderno es un ejemplo de lo que es un proceso de barra medio. Este proceso, es calentado después de habersele agregado las sustancias necesarias para sus propiedades finales, con la única diferencia que su método de secado es bastante diferente. El proceso de secado se lleva a cabo mediante la adición de un sistema de flasheo a vacío, por lo que el agua es evaporada a menor temperatura.

Debido a ésta diferencia en el proceso, es fácil de comparar con el proceso anterior. Una de las grandes diferencias es el punto máximo de temperatura alcanzada durante el proceso, siendo menor la de este proceso que la del anterior. La importancia de éste punto es que no se corren riesgos durante el proceso de alcanzar la zona cerosa, y por lo tanto, se puede alcanzar una composición mayor de jabón y un mejor manejo al momento del estampado.

FIGURA #24
-96-



Si nosotros analizamos una gráfica de porcentaje de fase diluida contra temperatura del (Figura #25), podemos apreciar que existe una gran diferencia, que está fundamentada justamente en la composición de jabón en la mezcla. La baja composición de agua en la mezcla significa una alta proporción de cristales existentes en la fase, a diferencia del proceso antiguo. Dicha gráfica nos indica el cambio en la proporción de las fases a una composición en peso de jabón mas elevada, siendo la fracción de fase diluida mas pequeña; esto nos proporciona un mayor control en la calidad de nuestro estampado del jabón en barra.

Ahora analicemos (Figura #26) el comportamiento que se tiene en un diagrama de laurato de sodio - agua (NaL -agua).

Como ya sabemos, dentro de la molécula del jabón, existe una parte hidrofílica, o que es atraída por el agua, y otra parte hidrofóbica, o que es rechazada por el agua; una de las partes más importantes hidrofílicas del jabón es el laurato de sodio y cuyo diagrama tenemos a continuación, dicho diagrama data del año de 1940 y no ha sido tan estudiado como el palmitato de sodio-agua.

Una inspección detallada de éste diagrama nos revelan que cuantitativamente es muy parecido al del palmitato de sodio-agua, variando la localización de la fases en aproximadamente 20°C .

FRACCION DE FASE DILUIDA VS TEMPERATURA

NaP - AGUA

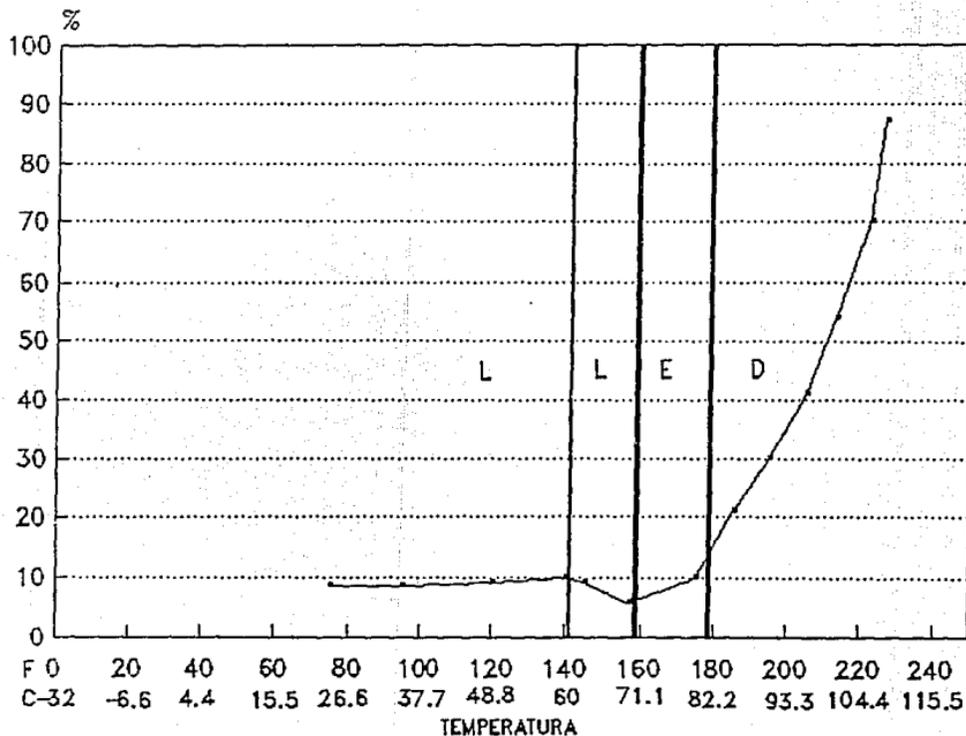
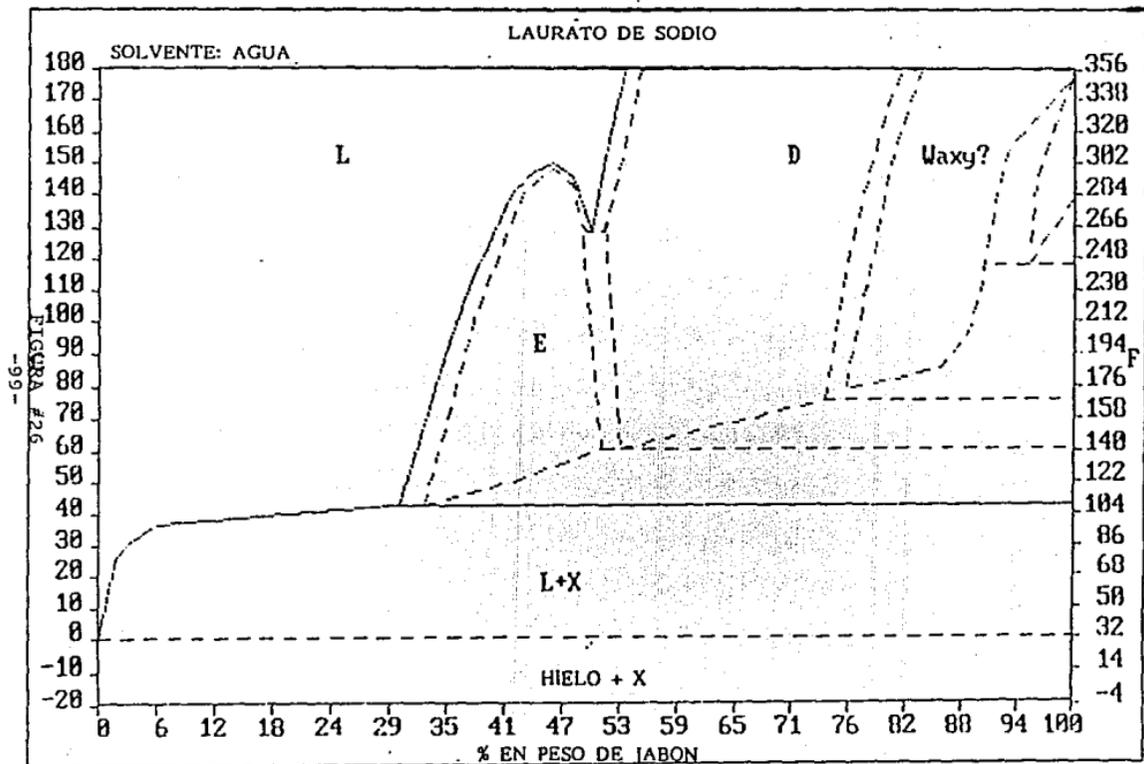


FIGURA #25
-98-



Una de las principales diferencias que tenemos es la localización de la discontinuidad de Krafft, en donde el laurato de sodio presenta una temperatura menor. Normalmente los principales sistemas jabonosos son diferenciados en su discontinuidad de Krafft, manteniendo una similitud muy grande en la cuantitividad de sus fases.

TABLA VIII
DISCONTINUIDADES DE KRAFFT

JABON	FAHRENHEIT	CELSIUS
OLEATO DE SODIO	77	25
LAURATO DE SODIO	106	41
MIRISTATO DE SODIO	144	62
PALMITATO DE SODIO	156	69
STEARATO DE SODIO	167	75

Veamos en que es lo que nos influye este dato: Si nosotros siguiéramos el proceso de manufactura del laurato de sodio o del oleato de sodio nuestra fase líquido cristalina continuaría aún en nuestro proceso de enfriamiento. Sea de una manera o de otra manera, cualitativamente seguiríamos la misma secuencia de fases. Lo que si podríamos asumir, es que si habláramos nosotros del oleato de sodio, éste llevaría a cabo su reacción en la fase Media, incluso en la etapa de enfriamiento, y si consideramos que en ésta fase la mezcla es viscosa y llega a su equilibrio lentamente, tendríamos un jabón con muy baja calidad de especificaciones, debido a que, como se le llama químicamente, estaríamos en un estado metaestable.

Ahora realicemos una comparación de los datos obtenidos mediante nuestra información con la realidad.

Al haber llegado al paso final de nuestro análisis, es necesario resaltar algunos puntos por lo que nuestro análisis puede presentar algunas anormalidades y el porqué determinar que no son importantes de considerar en nuestro análisis.

Uno de los principales problemas más evidentes que se nos presenta es el hecho de que el jabón esté formado por muchos otros componentes que alteran nuestro sistema binario jabón-agua, y que sin embargo no los hemos tomado en cuenta. esto se ha considerado como una extrapolación del sistema ideal al real, ya que lo más parecido a la realidad que se ha estudiado; quedando, sin embargo, algunos puntos específicos sin aclarar, como sería el caso de las condiciones de temperatura y composición exactas para el cambio de fase. El hecho de que se haya escogido el sistema palmitato de sodio-agua, como un sistema base, se debe a que la mayoría de los jabones, que contienen mezclas comerciales específicas presentan un comportamiento justificable por el estándar del sistema.

Existen, sin embargo, otro tipo de jabones que no cumplen con el comportamiento base del sistema palmitato de sodio-agua; éstos jabones son los denominados como jabones de barra "supergrasos", y que se denominan de ésta manera debido a que durante el proceso de formulación se le son agregados ácidos grasos puros, modificando así, la proporción de las fases.

Para llevar a cabo un análisis de la Regla de las Fases para el sistema de jabón-agua, podemos apreciar que dicho sistema tiene el mismo número de componentes que la solución de sal-agua, por lo que el comportamiento de éste sistema es exactamente igual. Si recordamos que el proceso se lleva a cabo en una sola fase, podemos apreciar que nuestras variables del sistema no tienen que permanecer constantes para mantener nuestra fase de operación, lo que nos permite fluctuar alguna condición de operación sin tener repercusiones graves en nuestro producto final.

7.- ANALISIS DE LAS PROPIEDADES DE LA BARRA DE JABON

Las propiedades de las barras de jabón están ligadas directamente con el comportamiento de las fases y se dividen en dos categorías:

1.- Propiedades intrínsecas; como son la firmeza y las manchas en el jabón.

2.- Propiedades producidas por el contacto con el agua; como son el "smear", espumación y las grietas.

Los dos tipos de propiedades están fuertemente influenciadas por la estructura coloidal y de las fases de los jabones. Las propiedades producidas por el contacto con el agua se deben a la influencia de las operaciones llevadas a cabo en las fases, como son las diluciones isotérmicas. este tipo de procesos serán explicados ampliamente más adelante en un diagrama de fases, buscaremos que éste tipo de procesos sean explicados en un diagrama palmitato de sodio-agua, debido a que es uno de los diagramas mejor estudiados hasta la fecha.

Por algún tiempo los experimentos de "penetración" fueron usados para otorgar información sobre la secuencia de los cambios de fase isotérmicos. En los últimos años un nuevo estudio cuantitativo de las fases, denominado método DIT (Diffusive Interfase Transport) se ha ido desarrollando y pretende el mismo fin que el método anterior, el cual consiste en que a través de medios de visualización, análisis y

cuantificación de los procesos físicos se pueda eliminar o disminuir la baja calidad en las propiedades producidas por el contacto con agua.

Comenzaremos pues, con las propiedades intrínsecas del jabón:

FIRMEZA.- Es una medida de la deformación de la estructura física de la barra producida por la presión ejercida por la mano, este punto no es muy importante de considerar debido a que la estructura y proporción de fases del jabón no pueden ser alteradas por ésta presión.

Para poder continuar adelante con el estudio de las bases es muy necesario que tengamos en cuenta alguna conceptos relacionados con el jabón:

CONCEPTOS GENERALES.- El análisis de la fuerza mecánica sobre una barra es mejor entendido con el término de fenómeno de corte o cortante, y que seguiremos indicando de ésta manera através del capítulo. El término de cortante se refiere al deslizamiento que existe de una placa sobre otra. Como es mostrado en el diagrama (Figura #27), la velocidad de la capa de arriba dividido entre la distancia existente entre éstas es lo que denominamos como flujo cortante.

La constante que describe la fuerza requerida para mantener un determinado flujo cortante es la viscosidad. En la mayoría de los casos, los gases y líquidos simples tienen un flujo cortante proporcional al esfuerzo cortante, donde la viscosidad es

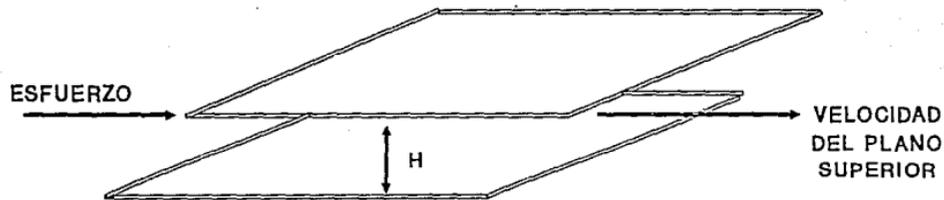


FIGURA 27
-105-

FLUJO CORTANTE = VELOCIDAD DEL PLANO SUPERIOR/H

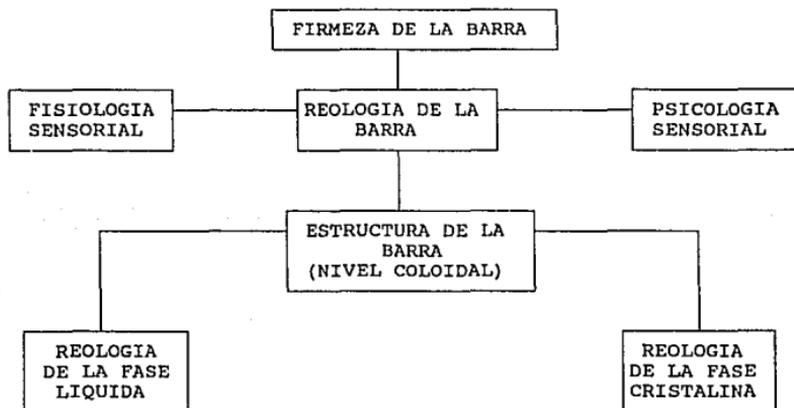
ESFUERZO CORTANTE = VISCOSIDAD * FLUJO CORTANTE

FLUIDO NEWTONIANO:

VISCOSIDAD = CTE.

independiente del flujo cortante. Un flujo que sigue ésta proporción es denominado como fluido newtoniano. Cuando la relación no se lleva a cabo de ésta manera, la reología (parte de la física que trata de la viscosidad, la plasticidad, la elasticidad y, en general, del flujo de la materia), los denomina como no-newtonianos.

RELACION ENTRE EL ESTUDIO DE LAS FASES Y LA REOLOGIA.



Como se puede apreciar en éste diagrama, es claro que la viscosidad es un propiedad dinámica de la materia, mientras que el comportamiento de las fases describe las propiedades del equilibrio. Pero, ¿Cómo podríamos relacionar la viscosidad con el comportamiento de las fases? La respuesta está en que la

reología de una fase depende de la estructura que tenga la misma, y esto es una de las dimensiones del comportamiento de la fase. Si se nos diera un sistema, y cambiáramos las variables de dicho sistema, alteraríamos su estructura de fase, el número de fases y/o la composición de dichas fases, y que como ya sabemos, alterar también la reología de nuestro sistema.

La reología de una barra de jabón depende de las dimensiones cualitativas y cuantitativas de la estructura coloidal, tanto, como la reología de cada una de sus fases, como es posible apreciar en el diagrama de bloques antes colocado.

En la cima de todo esto, la sensación de firmeza que da al consumidor el tocar la barra, es esencial para su adquisición, y se da crédito a ciertos grados de fisiología y psicología, debido a que envuelve a órganos sensoriales el sentir la firmeza del jabón. Se presume que el éxito de éstos efectos sensoriales se debe en gran parte a la reología de la barra de jabón. El tacto de la barra daría también desagrado si se generara un alto flujo cortante, por lo que es buscado que dicho flujo sea bajo para poder lograr las características necesarias de sensibilidad.

Veamos ahora varias fases que consideramos tengan factores o propiedades que influyan en la reología de la barra.

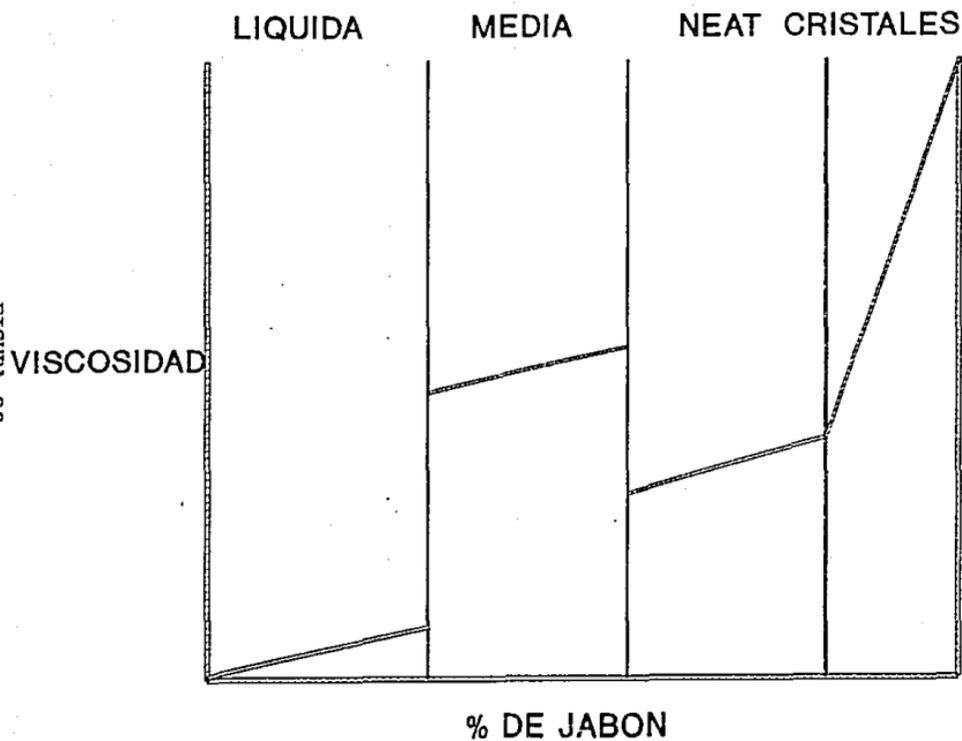
Propiedades individuales de las fases.- Volvamos otra vez con el

análisis visual de nuestro diagrama palmitato de sodio-agua, como se puede apreciar la fase que más contenido de agua posee es la líquida, posteriormente es la fase media seguida de la fase limpia, quedando como la más concentrada la fase de los cristales. Este dato no es proporcional a la viscosidad de cada una de las fases con respecto a la cantidad de agua que contienen, variando abruptamente la viscosidad con el cambio de fase (Figura 28).

La fase líquida es la más fluida y por lo tanto la menos viscosa, pero la siguiente fase mas viscosa no es la media, sino que resulta ser la limpia. La fase media es invariablemente más viscosa que la fase limpia, y la más viscosa de todas es la fase de los cristales, como es posible apreciar en el diagrama adjunto. Es importante mencionar que la variación de la viscosidad con el aumento de la fase no se lleva a cabo linealmente, el estudio detallado de éste diagrama nos indica que la variación se lleva a cabo siempre en forma lineal, pero para fines buscados en éste manual, no es necesario dar los valores exactos de la viscosidad por fase. Si recordamos el proceso primero, visto en el diagrama de fases, recordamos que teníamos cuidado de manejar el proceso siempre en la fase limpia y no en la media, esto, como podemos apreciar en éste momento, era por fines de viscosidad, debido a que, a una mayor viscosidad el flujo cortante aumenta y nuestra consistencia de jabón se volverá mas aspera.

Ahora bien continuemos con las manchas presentadas en nuestro jabón debido a mal proceso.

FIGURA 28
-109-



MANCHAS.- Las manchas presentadas en el producto final, se deben normalmente, a la existencia de fases que no están en equilibrio. Como habíamos visto en el capítulo anterior la posibilidad que durante el proceso de secado del jabón se presente una superficie muy caliente en el intercambiador, produce la formación de la fase cerosa. Esta intervención de la fase provoca que no se llegue al equilibrio y presente las manchas. Otra de las causas de la formación de manchas en el jabón se produce cuando la formación de la fase final no alcanza a incorporarse a la estructura final y produce manchas que son sensibles al tacto, normalmente éstas manchas son producidas por fases cristalinas.

Regresando de nuevo a la formación de manchas debido a la introducción de la mezcla a la fase cerosa; éstas pueden presentarse por dos razones importantes: la primera se debe a la formación de cristales de hidróxido de magnesio, mejor conocido como "brucita". La segunda razón importante para la formación de manchas debido a la introducción de la fase cerosa se debe a la formación de cristales ácidos de jabón. Estos cristales contienen ácidos grasos y jabón en proporciones iguales o estequiométricas pueden ser de 1:1, 1:2 o 2:1.

Esta es la principal causa de manchas formadas en el jabón debido a falta de equilibrio en las fases. Estas no son las únicas razones de formación de manchas, pero si las únicas que tienen éste origen.

Continuaremos, pues, con las propiedades de la barra de jabón cuando ésta interactúa con el agua:

"SMEAR".- El principal problema que trae consigo el "smear", es que nuestro jabón se termina mas rápidamente propiciando una desventaja ante los consumidores. Para poder limitar este problema debemos indagar en su causa. Como ya hemos visto el "smear" es causado cuando el jabón se ha dejado en el agua, éste se forma debido a la difusión del agua en el jabón y viceversa. Para poder indagar mejor en éste problema es bueno establecer un par de preguntas que definan nuestro problema. La primera pregunta que se hace para realizar su estudio es: ¿Cómo está estructurada la fase durante la interacción con el agua? y la siguiente es: ¿Cuál es la estructura coloidal del "smear"? Echemos un vistazo al diagrama palmitato de sodio-agua para ver que es lo que ocurre. La trayectoria física mas relevante que ocurre la veremos através de un proceso isotérmico a temperatura ambiente.

La fase seca a temperatura ambiente se encuentra en la fase omega, y la siguiente fase que se encuentra aumentando la cantidad de agua es la delta (Figura #29). Cuando el agua interactúa con la fase omega forma un equilibrio de fases con la fase delta. Esta fase en equilibrio posee una diferente estructura debido a que está interactuando con el agua. Una vez formada la fase delta, la siguiente fase que aparece es la líquida. Esta fase coexiste con la fase delta. Cabe aclarar que si nuestra barra original está formada en la fase delta, no

PALMITATO DE SODIO

SOLVENTE: AGUA

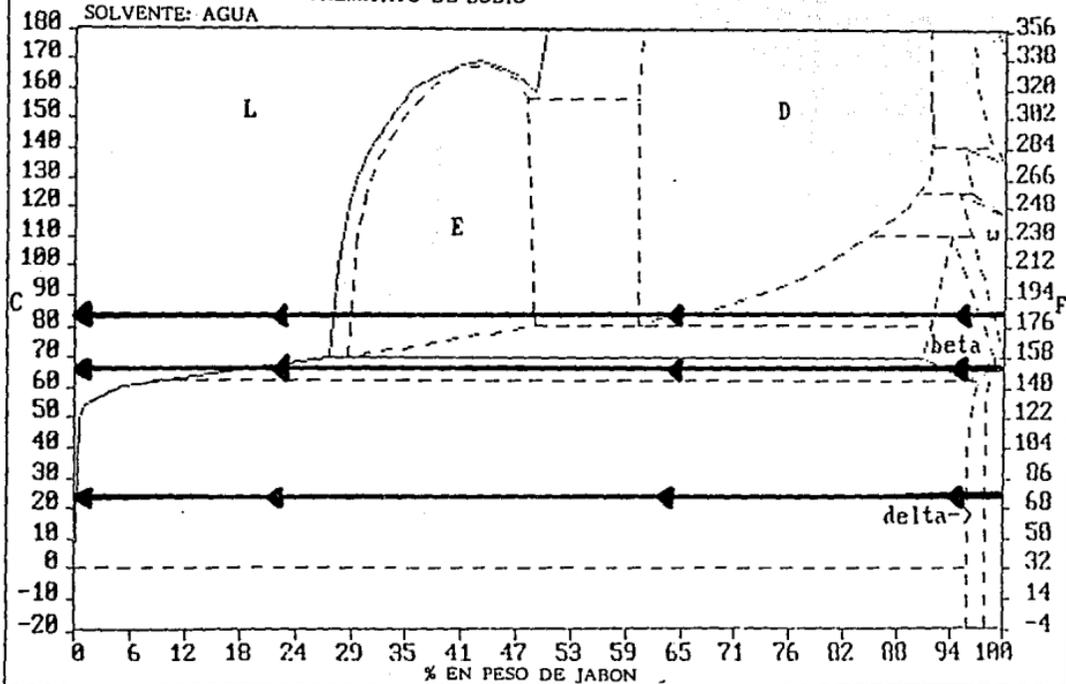


FIGURA 29
-112-

ocurrirá un cambio en la estructura de la fase, sino que lo único que ocurrirá es una disolución de los cristales, ésta disolución ocurrirá exclusivamente con los cristales existentes en la superficie e incluirán un ligero aumento de temperatura. Dicho aumento de temperatura es muy difícil de percibir sin equipo especial de medición de temperatura.

De una o de otra forma, si la barra original se encontraba en la fase omega, cuando el agua interactúe con el jabón, nos encontraremos con una fase que no este en equilibrio, debido a que no existe un equilibrio entre la fase omega y el agua ya que éstas están separadas, como se puede apreciar en el diagrama, por la fase delta. Cuando ésto se llega a presentar, una fuerza directora muy fuerte que produce una reacción de fases para provocar la disolución de los cristales. A pesar de que el jabón se sigue hidratando ésto ocurre solo en la capa superior de la mezcla formando dicha fase gelatinosa formada de las fases delta y líquida para llamarla "smear".

Vamos a analizar el mismo proceso de hidratación solo que a temperaturas mas altas, veamos, que ocurre si trabajamos a 65.5°C (150°F), primero, la fase omega reaccionará con el agua para formar la fase delta, después la hidratación de la fase delta continuará para provocar la formación de la fase beta. La hidratación de la fase beta seguirá hasta producir la fase líquida a una composición de 20% en peso de jabón.

Ahora trabajaremos a 82.2°C (180°F), Siguiendo el mismo proceso de los dos casos anteriores, nos encontraremos en la fase omega, produciendo inicialmente con una poca de agua una solución sólida sin cambio de estructura (las fases cristales cuya composición varía ligeramente sobre un rango finito les llamamos "soluciones sólidas"), cuando la fase omega se ha terminado de hidratar produciremos la fase beta. A esta temperatura estamos trabajando por encima de la discontinuidad de Krafft por lo que entramos a la fase limpia. Posterior a ésta fase se produce la fase media hasta alcanzar finalmente la fase líquida. Esto nos muestra que dependiendo de la temperatura a la cual el jabón interactúe con el agua tendremos un "smear" con diferentes composiciones y estructuras de fases.

Otro punto importante que debemos tocar es el hecho de la variedad de fases líquidas existentes, teniendo en un sistema de jabón tanto líquidas como cristales líquidos. Para sistemas unifamiliares la estructura líquida del jabón será, por lo tanto, una excelente pregunta, ya que no sabremos cual será el comportamiento del jabón al ponerse en contacto con el agua pudiendo predecir hasta cierto punto, cual sería el comportamiento mas cercano a los tres anteriores.

En conclusión, no se puede determinar la composición de las fases, pero, si podemos aproximar un comportamiento del "smear" através de su estructura.

A TEMPERATURA AMBIENTE

OMEGA + AGUA = DELTA

DELTA + AGUA = LIQUIDO + DELTA

A 65.5 C (150 F)

OMEGA + AGUA = DELTA

DELTA + AGUA = BETA + LIQUIDO

BETA + AGUA = LIQUIDO

A 82.2 C (180 F)

OMEGA + AGUA = BETA

BETA + AGUA = NEAT

NEAT + AGUA = MEDIA + NEAT

NEAT + MEDIA + AGUA = MEDIA

MEDIA + AGUA = LIQUIDA

ESPUMA.- Es el fenómeno físico, ya conocido por todos, esperado durante la formación del "smear". No se sabe con exactitud las condiciones ideales de su formación, pero si se sabe que se necesitan condiciones de:

- a) Temperatura (la cual debe ser alta)
- b) Una cierta cantidad de agua.
- c) La existencia de un flujo mecánico de energía.

No es necesario el seguir una trayectoria de dilución para obtener un caso específico de espuma, pero si es necesario para considerar los factores que indiquen el tipo de estructura y estabilidad que se le adjudican.

DESGASTE.- No se tiene mucha información acerca de ésta propiedad producida por el jabón al ponerse en contacto con el agua, lo único que se tiene acerca de éste tema son puras suposiciones que no han logrado comprobarse por completo, como son por ejemplo:

La aglomeración de la estructura del jabón.- Si dicha aglomeración es más compacta, el jabón se desgasta menos.

La proporción de cristales en el jabón.- A una mayor proporción de cristales, se obtendrá un menor desgaste del jabón.

El tamaño de los cristales que forman el jabón.- A mayor tamaño de cristales, menor desgaste del mismo.

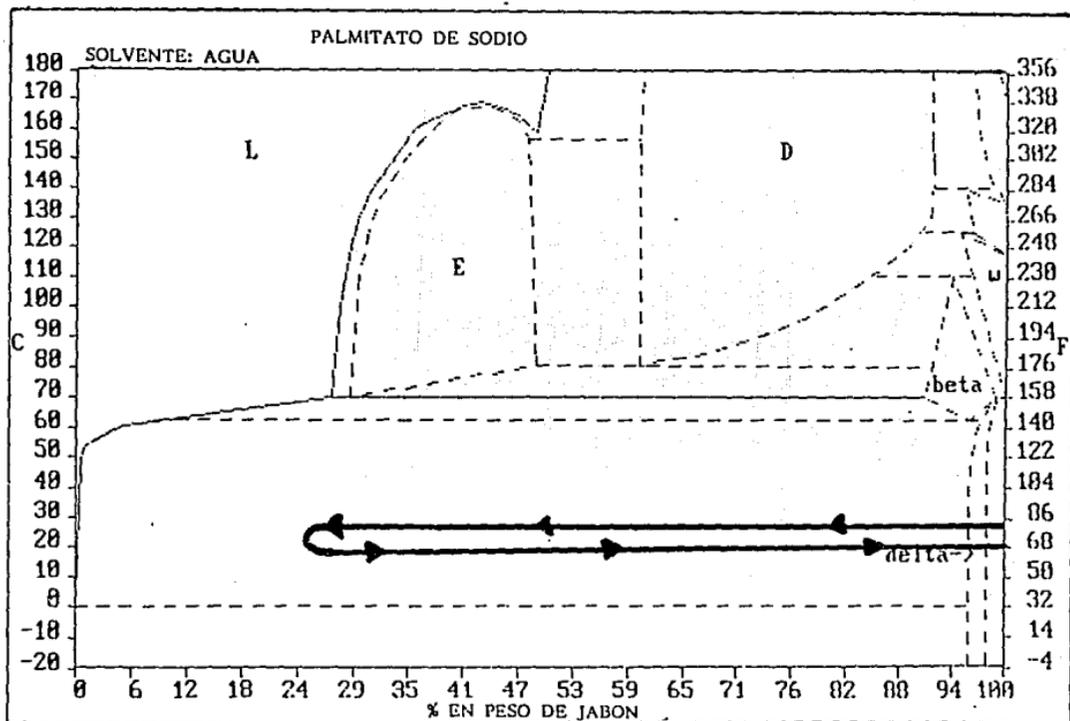
Estas son algunas ideas que suenan razonables, pero de lo que sí parece estar seguro es de que son propiedades reológicas afectadas al ponerse en contacto con el agua.

GRIETAS (WET CRACKING).- El término de wet cracking ha propiciado ciertas confusiones, ya que no es precisamente el significado correcto de la expresión, por lo que lo llamaremos mejor grietas. Este fenómeno se presenta cuando el jabón se empapa en el agua y posteriormente se permite su secado. Para poder analizar correctamente éste término, necesitamos definir otro de la trayectoria de fase: Secado isotérmico de estados hidratados. Este proceso es el señalado en el diagrama (Figura #30) y que consiste en empapar el jabón, propiciar una U en el proceso donde se baja la temperatura y se recupera las altas concentraciones existentes en un inicio. El haber indicado una baja en la temperatura del diagrama es exclusivamente con fines didácticos, ya que realmente se realiza a temperatura constante.

Rosevear relacionó fuertemente las grietas formadas en el jabón con los siguientes aspectos:

- 1.- Tamaño pequeño de los cristales que forman la barra.
- 2.- Permanencia prolongada de la barra de jabón en humedad.
- 3.- El fraccionamiento de los componentes durante la etapa de lixiviación (separación de la lejía).
- 4.- La producción en líneas de corte durante el proceso de manufactura.

FIGURA 30
-119-



Una correlación indirecta que se cree tenga que ver con la formación de las grietas, es el alto contenido de elaidatos (compuesto producido por la isomerización del oleato), debido a que dicho isómero posee diferente tamaño de cristales.

Es muy importante indicar la importancia que tiene la formación de grietas en el grado de estructura del coloide durante el proceso de humidificación del jabón. Si cuando ocurre éste proceso el jabón tiene una estructura coloidal débil, se acompañará de una reducción de volumen, ocurriendo en la etapa de secado del jabón la formación de huecos en el mismo. Estas grietas se forman debido a la existencia de fisuras en la barra, las cuales representan una dimensión estructural baja y una estructura coloidal de mala estabilidad superficial.

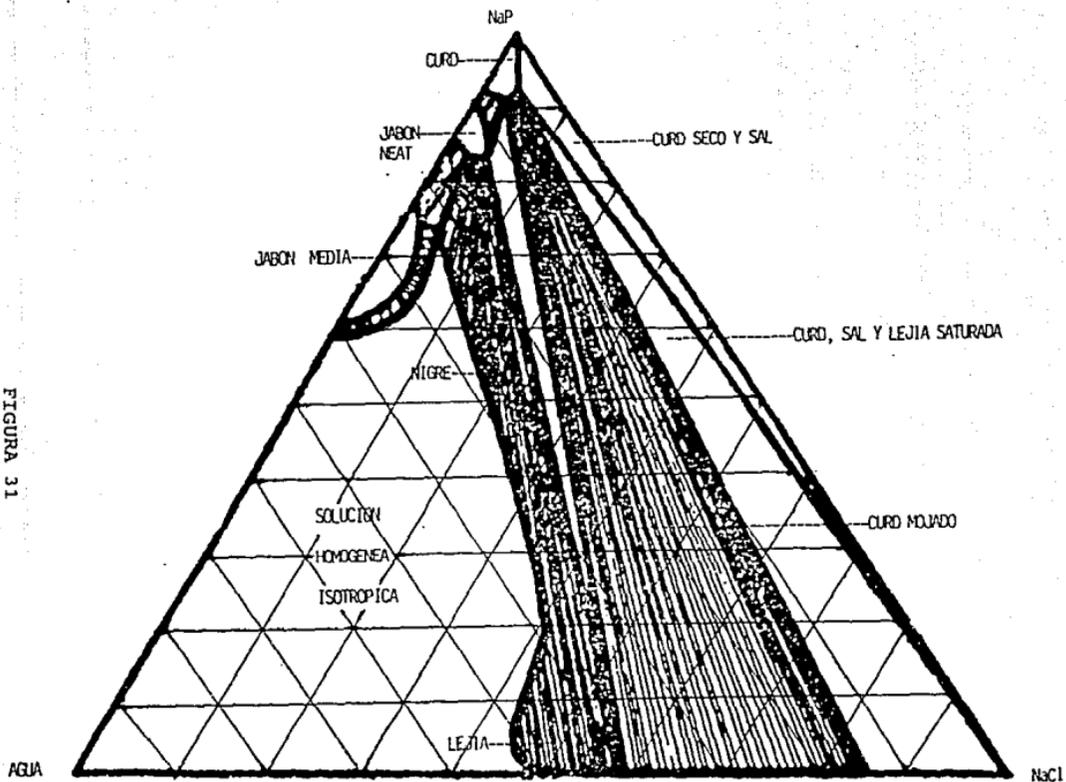
8.- ANALISIS DEL PROCESO DE SAPONIFICACION A TRAVES DE UN DIAGRAMA DE FASES

He querido dejar al final ésta parte, aunque pueda parecer ilógico que se maneje en un principio la etapa de formulación y secado del jabón y posteriormente la del proceso de saponificación, ya que el análisis en los diagramas de fases suelen ser un poco más complicados y necesitamos tener un dominio un poco más amplio de los diagramas para comprender así, el provecho que se le puede sacar a éstas lecturas; por ejemplo, através de éste diagrama podremos nosotros realizar balances de materia, que no era posible determinar en los diagramas anteriores, que aunque es cierto, éstos eran de dos componentes y los que veremos son de tres componentes, necesita de un mayor conocimiento de dichos diagramas.

Para comenzar con éste capítulo explicaremos lo que es un diagrama de tres componentes y como se lee:

Un diagrama de tres componentes es un sistema el cual contiene tres elementos principales que lo constituyen y a partir de sus proporciones nos encontraremos con las fases características del sistema; los tres componentes principales que tenemos en éste diagrama son: Jabón (palmitato de sodio), sal (NaCl) y agua. Para localizar un punto supongamos el punto señalado en el triángulo de la Figura #31, para saber la concentración de cada uno de los componentes en el punto, será necesario establecer una escala, la cual irá de 0% en el

FIGURA 31
-122-



extremo opuesto al ángulo a un 100% en el centro del vértice del ángulo de la substancia que se marque en el punto del vértice. Por tal motivo el punto escogido en la Figura #31 contiene una concentración de: 20% de jabón, 20% de sal y 60% de agua, como podemos apreciar nos encontramos en una fase de solución homogénea isotrópica.

De ésta forma podríamos ir localizando puntos e identificando fases, pero de ésta forma nos sería imposible, o mas bien, muy difícil realizar un balance de materia, por tal motivo es conveniente realizar una "traducción" del diagrama a imágenes más fácil de analizar.

En éste nuevo diagrama que se muestra en la figura #24 se puede apreciar en el eje de las "y's" la concentración de jabón (real soap), en el eje de las "x's" la concentración de sal y el restante de la composición al 100% es agua.

APLICACION DEL DIAGRAMA DE FASES

Desde 1928, la fisicoquímica de la obtención del jabón ha sido bien entendida, toda la operación puede ser explicada en términos de un diagrama de fases, aunque la información que podemos obtener de éstos no ha sido bien apreciada. Una vez entendidos dichos diagramas es posible apreciar los cambios producidos por alteración en las condiciones de operación.

EJEMPLO ESPECIFICO UTILIZANDO UN DIAGRAMA DE FASES

La mejor manera de unir la correlación existente entre la saponificación y lo abstracto de un diagrama de fases, es llevar a cabo un ejemplo específico. Vamos a utilizar un diagrama de fases 25% aceite de coco 75% sebo, y el cual se muestra en la Figura #30.

Existe para esto, la necesidad de explicar ciertos puntos:

1.- Para convertir el NaOH en equivalentes de NaCl es necesario multiplicarlo por 1.2 (o multiplicar por 1.5 si es Na₂O libre).

2.- La glicerina tiene el mismo efecto que el agua en un diagrama de fases.

3.- Para el proceso de saponificación debemos considerar que la paila es cargada con 0.73% de NaOH y un 8.7% de NaCl, esto es:

$$0.73 * 1.2 + 8.7 = 9.58\% \text{ eq. de NaCl}$$

4.- Según balances de materia nos muestra que el proceso de saponificación contiene un 42.37% real de jabón.

5.- Con los datos anteriormente obtenidos, encontraremos en el diagrama de fases los puntos 9.58% y 42.37% de NaCl y jabón respectivamente. Marquemos éste punto y lo identificaremos como punto de saponificación.

6.- Del mismo modo, el equivalente de NaCl en la capa superior de la operación es:

$$0.24 * 1.2 + 3.38 = 3.67$$

7.- Localizaremos entonces un segundo punto, el de la capa superior, como 3.67% y 63.22% de NaCl y jabón respectivamente.

8.- El equivalente de NaCl en la base de la paila es de:

$$1.74 * 1.2 + 19.5 = 21.59$$

9.- Localizaremos ahora el punto de 21.59 de NaCl y 0% de jabón.

10.- Si conectamos los dos extremos y los unimos con una línea recta, pasaremos por el punto anteriormente identificado como punto de saponificación.

11.- La medida de la longitud de la línea del punto de saponificación al punto de la capa superior y que consideramos al medir de 5.5 cm. la dividiremos entre la distancia total de la distancia total de la línea desde la capa superior hasta la capa inferior de la carga de la paila y que es de 17 cm, esto nos quiere decir que la cantidad de lejía que vamos a sacar es de:

$$(5.5/17)*22 \text{ tons} = 7.11 \text{ tons}$$

12.- Por otra parte, la cantidad de jabón que vamos a sacar

resultará de la distancia del punto de saponificación a la parte de abajo de la paila entre la distancia total:

$$(11.5/17)*22 \text{ tons} = 14.88 \text{ tons}$$

Hay que recordar que ésta es la cantidad que se tiene de cada una de las fracciones pero esto no quiere decir que sea toda la lejía que se va a sangrar ya que necesitamos dejar una parte para los lavados de sal.

13.- En forma similar se puede llevar a cabo para el primero, segundo y tercer lavado que se le realicen a la paila para la determinación del jabón real que tenemos en ésta. En todos éstos casos el proceso se lleva a cabo dentro del diagrama de fases en la fase "grainy neat - lejía". Es muy importante tener en cuenta ésta fase ya que se nos va a presentar una diferencia de las capas de jabón y lejía muy clara y así poder lograr la separación de una manera mas clara.

14.- Posteriormente, cuando el agua se le agrega sobre la primera parte de la terminación de la saponificación, la composición de nuestra mezcla de un punto alto, correspondiente al tercer lavado, baja al punto de terminación (primera parte), esto introduce al sistema en una nueva región denominada como "limpio suave (smooth neat) - nigre" aunque solo en su límite con la región limpia-nigre-lejía, para con esto poder realizar correctamente nuestra separación de las fases nigre/jabón. Aquí tenemos entonces, al igual que en la saponificación, dos extremos, en la capa superior uno, en donde se mide la sal a un

porcentaje de jabón, y la capa inferior donde se mide la sal a un 0% de jabón, así mismo se vuelve a determinar la cantidad de jabón que se va a separar del nigre sangrado de la misma forma en que se llevó a cabo en la separación de la lejía.

15.- La terminación final del jabón ocurre cuando éste, dejado en reposo después de habersele agregado una pequeña cantidad de agua espreada, donde la composición de jabón es practicamente la misma que cuando se le agregó inicialmente el agua para su primera parte de la terminación y entramos entonces a la fase del jabón conocida como "neat" y la cual ya revisamos anteriormente.

Discusión sobre la información de un diagrama de fases.

La información que podemos obtener de éste diagrama para poner a discusión es muy importante, ya que si nosotros realizaremos un mal lavado podríamos obtener las conclusiones de ésta mala operación; vamos a suponer que el tercer lavado se efectúa incorrectamente y obtenemos un nivel de cloruro de sodio del 6% y 50% de jabón, cuando el agua es adicionada en la primera parte de la terminación la composición podría ocasionar un 4.5% de NaCl y un 37.5% de jabón, que como podemos apreciar es muy bajo, y que en la gráfica está invadiendo completamente la zona de "smooth neat - nigre", por lo que el jabón que nosotros separaríamos sería menor, aumentando la cantidad de nigre obtenida, ésto lo podríamos comprobar analizando el

DIAGRAMA DE FASES DEL JABON

100% SEDO

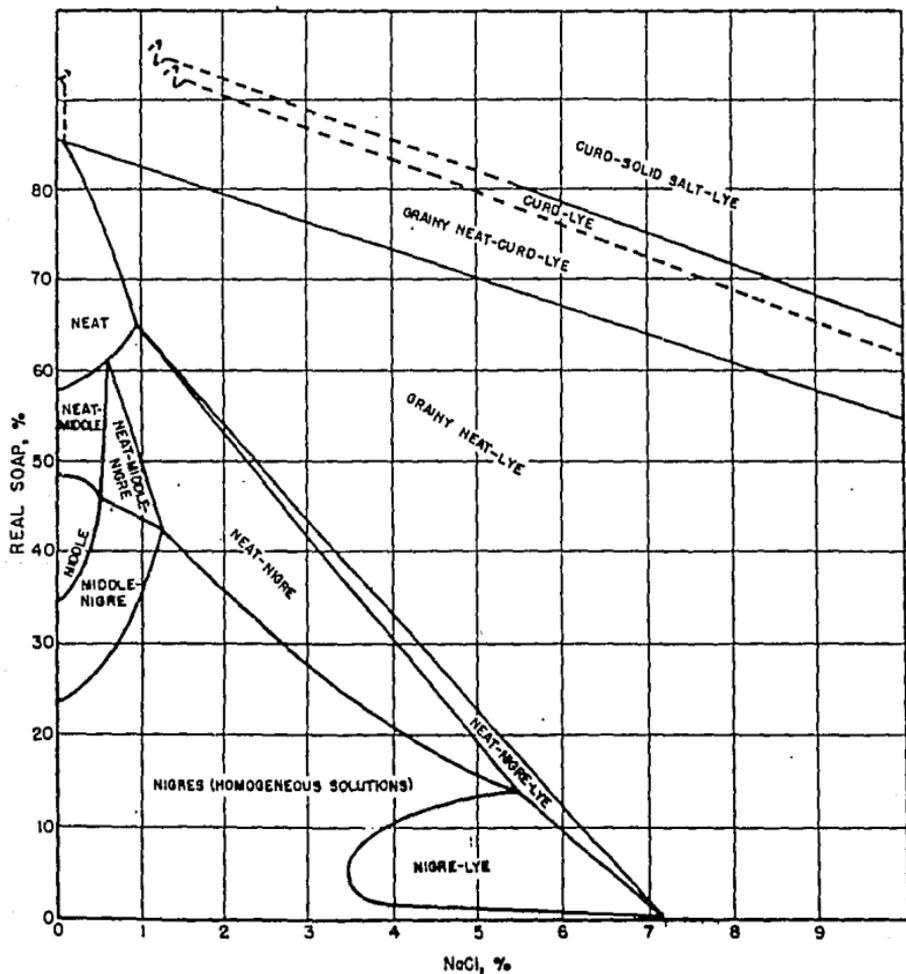


FIGURA 33

balance de materia y observando que la cantidad de nigre sería muy grande a la ideal. Si pusieramos números a lo que estamos diciendo podriamos ver que de un 14.5% de nigre que obtendriamos en el ejemplo anterior subiriamos a un 48% de nigre, que como podemos apreciar es un cambio bastante significativo.

Concentración de sal.-

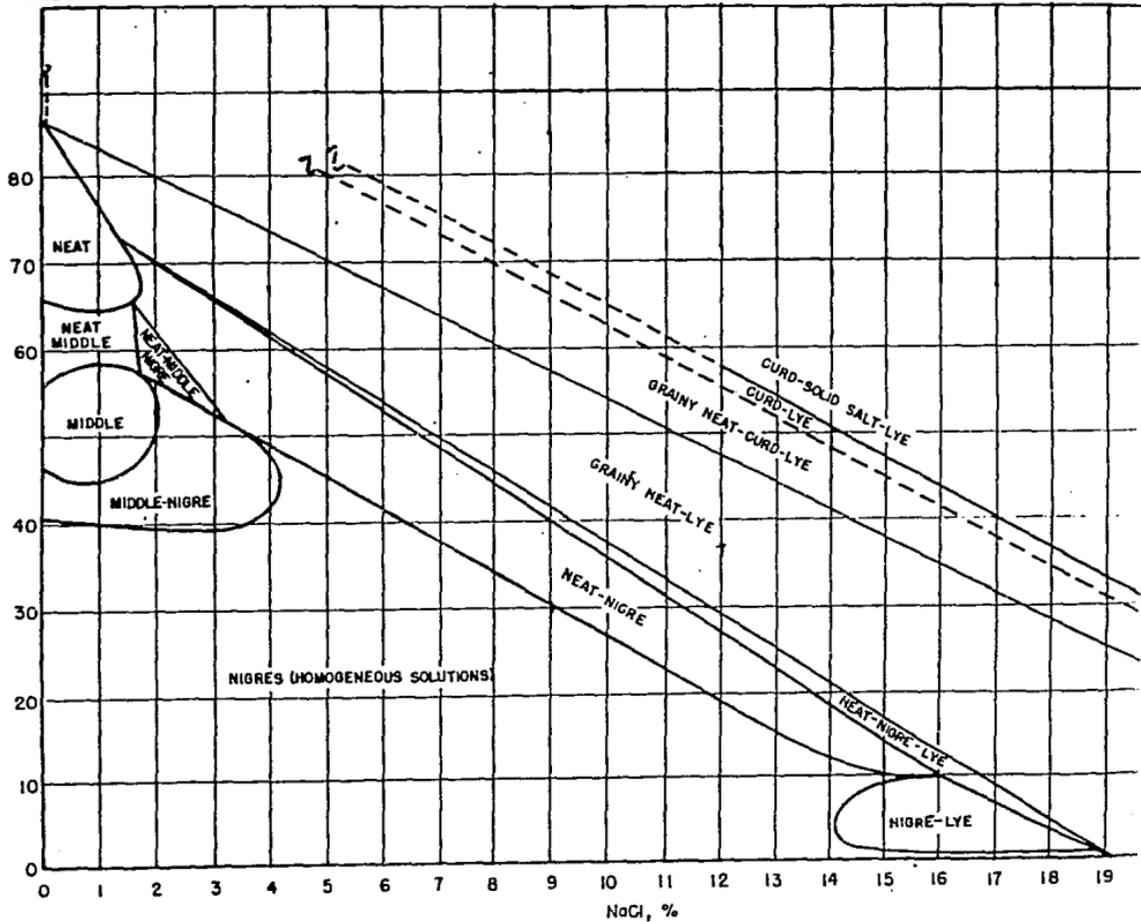
Existe un punto muy importante de aclarar y es el hecho de que por qué en éstos diagramas especificamos mucho las proporciones de aceites y grasas y no se hizo tan marcado en las gráficas anteriores de temperatura vs. % de jabón, la diferencia radica en que la concentración de electrolito varía con la grasa y ésto se refleja con las regiones de lejía y nigre, que como hemos visto son muy importantes para la determinación de nuestros balances de materia. Para poder apreciar mejor esto, veamos la figura #24 en la que el % de electrolito donde se presenta el nigre es del 9.3%, mientras que si apreciamos la Figura #33 donde tenemos como grasas un 100% de sebo, podemos apreciar que la zona de nigres se presenta a un electrolito del 7%, así pues la Figura #34 muestra el proceso llevado a cabo con puro aceite de coco, el nigre se presenta a un 19% de electrolito.

El control de la existencia de nigre en nuestro jabón es de suma importancia, por lo que es muy importante aclarar las

% REAL SOAP

100% ACEITE DE COCO

FIGURA 34
-131-



proporciones de las grasas en nuestro jabón, ya que como se ilustra en la Figura #35 la cantidad de nigre existente en nuestra paila de saponificación puede otorgarnos una mejor calidad de nuestro producto, ésta relación se puede apreciar claramente, ya que el electrolito existente propicia una cantidad de nigre que no ha sido sangrada en nuestra paila, por ejemplo, si nosotros obtenemos que nuestro jabón tiene un porcentaje de 0.56% de cloruro de sodio, estamos dejando en nuestro jabón un 1% de nigre sin sangrar el cual, después de nuestra elaboración final de barra nos daría una calificación baja de 6 en nuestra prueba de las grietas.

Otra gráfica que nos indica la importancia del nigre en la paila es la del grietas secas (Figura #36), que como se puede apreciar, tiene un efecto significativo con respecto a la calificación de la barra.

GRIETAS

EFFECTO DE NIGRE

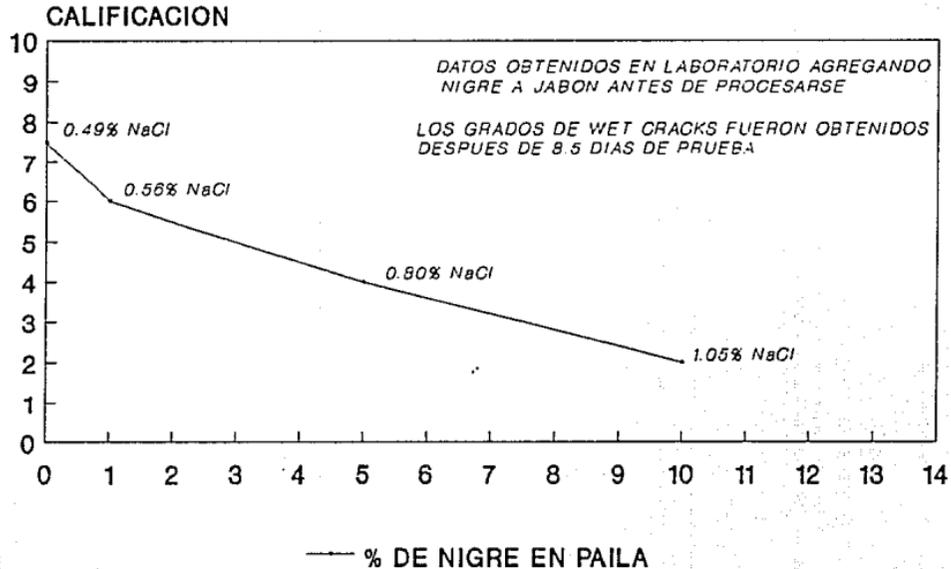


FIGURA 35
-133-

GRIETAS SECAS

EFEECTO DE NIGRE

CALIFICACION

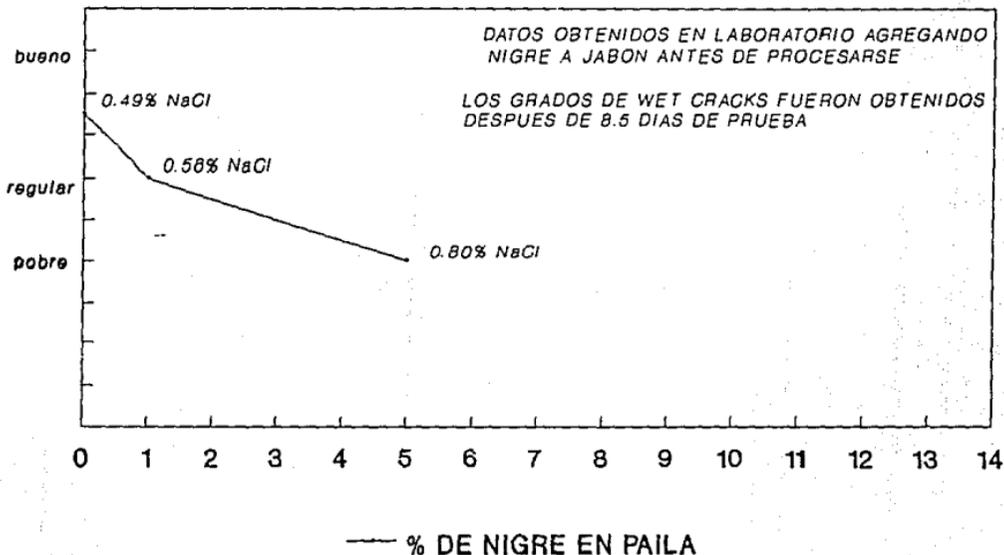


FIGURA 36
-134-

CONCLUSIONES:

Como se puede apreciar el estudio de la fases del jabón es determinante en la obtención de una calidad superior en nuestro producto terminado; Debido a que el trabajo en una fase errónea de cada de las etapas de fabricación de jabón podría ocasionar una disminución de calidad en:

1.- Color: La existencia de puntos negros o manchas en nuestra barra de jabón, ocasiona una mala apariencia para el consumidor ó por lo tanto una discriminación en la elección de jabón.

2.- Textura: Este es uno de los puntos mas importantes, ya que la mala calidad en la textura se puede percibir de 2 formas

* Al contacto directo y en seco de la barra.

Esto como ya lo pudimos apreciar anteriormente; por haber trabajado en la fase cerosa durante el proceso de secado.

* Esto nos podría ocurrir al no haber realizado nuestra saponificación en la fase correspondiente y tener dentro de nuestro jabón un exceso de sal.

* La irritación al contacto con la piel a la hora de bañarse, debido a una mala saponificación y dejar un exceso de de caustico.

Firmeza.- El tener en el mercado un producto muy aguado por haber trabajado en condiciones de operación no adecuadas con el diagrama de fases correspondiente ó por tener un I.V. muy alto.

* Otra razón que puede afectar a la firmeza es de trabajar en áreas o fases erróneas y que por lo tanto el jabón se quede demasiado; esto nos daría un jabón desmoronable.

4.- Olor: El saponificar en una fase errónea puede ocasionar un exceso de nigre; que como sabemos tiene un olor desagradable.

5.- "Smear": Esta propiedad, afecta directamente al desgaste de la barra; ya que al formarse el smear el jabón se disuelve en el agua mas rápidamente, dicha propiedad puede ser controlado mediante la fase adecuada de secado como lo mencionamos anteriormente.

Debido a estas propiedades y controlandolas mediante al manejo de las fases, podemos llevar a cabo la fabricación de un jabón de tocar de mejor calidad.

10.- BIBLIOGRAFIA:

- 1.- Adamson, A., Physical-Chemistry of surfaces, Edit. John Wiley, New York, (1990).
- 2.- Adamson, A., Understanding Physical-Chemistry, Edit. Comings, California, (1980).
- 3.- Atkins, P., Fisicoquímica, Edit. Iberoamericana, (1986).
- 4.- Bard, A., Equilibrio Químico, Nueva York, (1970).
- 5.- Barrow, G., Química-Física: Para Cursos de Facultades de Ciencias y de Escuelas Técnicas Superiores, Edit. Reverté, Barcelona, (1972).
- 6.- Becher, P., Emulsiones Teoría y Práctica, Edit. Elume, Madrid, (1972).
- 7.- Chrysam, M., Bailey's Industrial Oil & Fat Products, Edit. John Wiley & Sons Inc, U.S.A., (1985).
- 8.- Coller, B., Principles of Physical-Chemistry, Edit. Bf. Square, London, (1978).
- 9.- Daniels, F., Fisicoquímica, Edit. Continental, México, (1973).
- 10.- Díaz Peña, Tratado General de Química-Física, Edit. Alhambra, Madrid, (1982).
- 11.- Formo, A., Bailey's Industrial Oil & Fat Products, Edit. John Wiley & sons Inc, U.S.A., (1979).
- 12.- Glasstone, S., Tratado de Química-Física, Edit. Aguilar, Madrid, (1979).
- 13.- Levine, N., Fisicoquímica, Edit. Mc Graw Hill, México, (1981).
- 14.- Moore, W., Fisicoquímica Básica, Edit. Prentice Hall, (1986)
- 15.- Okenffus, Chemical Division Report of Procter & Gamble, U.S.A., (1985).
- 16.- Rabockai, T., Fisicoquímica de Superficie, Washington, (1979).
- 17.- Rosevear, F., Phase Studies of Soap, Chemical Division Report of Procter & Gamble, U.S.A., (1952).
- 18.- Spitz, L., Soaps Technology for the 1990's, Edit. American Oil Chemists, U.S.A., (1990).
- 19.- Tinico, I., Fisicoquímica: Principios y Aplicaciones en las Ciencias Biológicas, Edit. Madrid Dossat, España, (1980).
- 20.- Toral, M., Fisicoquímica de Superficies, Edit. Urmo, (1973).