

**Universidad de  
Concepción del  
Uruguay**

**Centro Regional Rosario**

Universidad de Concepción del Uruguay

Facultad de Ciencias Agrarias

Centro Regional Rosario

“FORMULACIÓN DE UN DETERGENTE NO IÓNICO PARA LA INDUSTRIA  
ALIMENTARIA Y COMPARACIÓN DE SU ACCIÓN LIMPIADORA FRENTE A  
DETERGENTES SIMILARES, EXISTENTES EN EL MERCADO”.

AUTOR: MARIO DANIEL D'PAUL

Tesis presentada para completar los requisitos del plan de estudios de la  
Licenciatura en Bromatología

DIRECTOR: OVIDEO ALBERTO VILLARREAL

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer en primer lugar a Dios mi Señor que es, fue y será mi fortaleza.

A mi esposa Lorena que en los momentos más difíciles de mi carrera, ella siempre estuvo ahí para alentarme y apoyarme a continuar.

Al Ingeniero Ovidio Villareal que creyó en mi al aceptar ser mi director de tesina y también por apoyarme y guiarme a lo largo del desarrollo de la misma.

A mis padres Jorge Y Mari, mi suegro Luis, mi hermano Luis, mi cuñada Vanina y cuñados Cesar, Alfredo y Roberto, que cada uno a su manera fueron parte de este logro.

A mis hijas Maricel y Candela, que siempre fueron mi inspiración para afrontar esta empresa y a las que deseo dejarle como ejemplo que siempre se puede lograr las cosas con esfuerzo y dedicación.

A mi comunidad de oración del Movimiento de la Palabra de Dios que con sus oraciones y apoyo me acompañaron en esta etapa de mi vida.

Y a todos y cada uno de los profesores, amigos, compañeros, vecinos y allegados que con mucho o poco me ayudaron a llegar al final de este trabajo.

## **Dedicatorias**

Dedicarla principalmente a mis padres Jorge y Mari, porque gracias a ellos logre todo lo que soy en esta vida, ustedes son mi ejemplo de matrimonio y de vida y los principales mentores de mi educación.

A todos aquellos que se alegraron con migo cuando termine este trabajo y me felicitaron por mis esfuerzos.

Y a mi esposa e hijas que siempre me acompañaron.

## **INDICE GENERAL**

Resumen.....	1
Introducción.....	3
Reseña histórica del jabón como primer agente limpiador .....	5
Clasificación y formulas .....	8
1 PASO: OXIDACION DE LA D-GLUCOSA.....	10
2 PASO: ETERIFICACION INTERNA.....	10
3 PASO: ESTERERIFICACION .....	11
Características de los detergentes .....	12
Detergencia .....	16
Proceso de limpieza .....	22
Solubilización.....	23
Características generales del TWEEN 20®.....	24
Determinación del HLB para TWEEN 20®.....	25
Características generales de las sales de Sodio Hexametáfosfato .....	28
Características generales de las sales de EDTA Tetra Sódico.....	29
Características generales de las sales de Cloruro de Benzalconio .....	30
Otras referencias .....	32
Hipótesis .....	34
Objetivos.....	34
Materiales y Métodos .....	36
Cálculos teóricos para los componentes de la mezcla detergente.....	36
Calculo de cantidad de TWEEN 20® .....	36
Calculo de cantidad de EDTA Tetra Sódico .....	40

Calculo de cantidad de Sodio Hexametáfosfato.....	40
Calculo de cantidad de Cloruro de Benzalconio.....	40
Cuadro de porcentajes de drogas para la elaboración de la mezcla detergente ..	41
Elaboración Del Detergente.....	41
Materiales para la elaboración del detergente .....	42
Agregado de sales de Fosfato: .....	42
Agregado del Secuestrante:.....	42
Agregado de Surfactante: .....	43
Agregado de solución de Cloruro de Benzalconio: .....	43
Agregado de solución de cloruro de sodio .....	43
Agregado del resto de agua desmineralizada: .....	43
Condiciones para los ensayos de lavado.....	44
Estandarización de las condiciones de lavado .....	44
Reactivos y productos utilizados.....	45
Dispositivo BAÑO-SUSTRATO-FLUJO (BSF).....	46
1  Enmantecado .....	49
2  Lavado .....	50
2  Enjuague para arrastre.....	50
3  Reposo.....	51
4  Hisopado y siembra.....	51
RESULTADOS .....	55
Proceso de lavado .....	57
Proceso de siembra .....	62
DISCUSIÓN .....	66

CONCLUSIONES.....69

BIBLIOGRAFÍA .....70

**INDICE DE TABLAS**

Tabla 1 .....	13
Tabla 2 .....	15
Tabla 3 .....	20
Tabla 4 .....	26
Tabla 5 .....	27
Tabla 6 .....	41
Tabla 7 .....	41
Tabla 8 .....	63
Tabla 9 .....	64
Tabla 10 .....	64

***INDICE DE ILUSTRACIONES***

Ilustración 1 .....	16
Ilustración 2 .....	22
Ilustración 3 .....	24
Ilustración 4 .....	47
Ilustración 5 .....	50
Ilustración 6 .....	52
Ilustración 7 .....	53
Ilustración 8 .....	53
Ilustración 9 .....	65

***INDICE DE ECUACIONES***

Ecuación 1.....	10
Ecuación 2.....	11
Ecuación 3.....	11
Ecuación 4.....	11
Ecuación 5.....	28
Ecuación 6.....	28
Ecuación 7.....	67

**INDICE DE FOTOS**

Fotos 1 .....	37
Fotos 2 .....	37
Fotos 3 .....	38
Fotos 4 .....	38
Fotos 5 .....	39
Fotos 6 .....	55
Fotos 7 .....	55
Fotos 8 .....	56
Fotos 9 .....	56
Fotos 10 .....	57
Fotos 11 .....	58
Fotos 12 .....	58
Fotos 13 .....	59
Fotos 14 .....	59
Fotos 15 .....	59
Fotos 16 .....	60
Fotos 17 .....	61
Fotos 18 .....	61
Fotos 19 .....	62
Fotos 20 .....	62
Fotos 21 .....	63
Fotos 22 .....	63
Fotos 23 .....	64

## Resumen

En esta tesina se buscó formular una mezcla detergente no iónica para ser utilizada en la industria alimenticia como opción a los detergentes alcalinos y alcalinos clorados, usando como materia activa principal el surfactante TWEEN 20®.

Para ello se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica, el fin de este marco histórico fue ver la evolución del jabón desde las épocas más remotas hasta nuestros días, donde el jabón evolucionó a los detergentes sintéticos, que sirven tanto para la limpieza de utensilios utilizados en la elaboración de los alimentos como así también para el aseo personal.

A continuación se realizó el estudio teórico del surfactante TWEEN 20® que se usó para la formulación de nuestro detergente, más las cualidades de cada uno de los componentes de la mezcla, buscando destacar sus cualidades principales y el aporte de estos en la mezcla detergente.

También se plantearon las condiciones para el proceso de lavado y basándome en el equipo estudiado por la doctora en química Deisi Altmajer Vas en su tesina de grado, en el que pone las tres variables principales baño-sustrato-flujo bajo control, es que se ideó un equipo con la tecnología al alcance de esta tesina y que cumple con los principios planteados anteriormente.

Concluida toda la teoría se armó el equipo y se procedió a realizar la práctica de lavado, en la que se usó también dos detergentes de mercado, uno de uso industrial y otro de uso doméstico. El fin de esta práctica fue tener un parámetro de referencia de un agente limpiador y de esta manera poder evaluar la eficiencia de la mezcla

formulada. También se realizó un proceso de siembra en agar Columbia, ya que una de las características de la mezcla es ser bactericida.

La práctica arrojó como resultado que la mezcla formulada en esta tesina no es eficiente en el proceso de lavado y esto se pudo demostrar en forma cualitativa por lo que no hizo falta realizar estudios cuantitativos, porque los resultados fueron más que evidentes. En cambio en el campo microbiológico gracias a la presencia del desinfectante Cloruro de Benzalconio su acción fue la esperada.

En conclusión si bien el objetivo de esta tesina era lograr una mezcla detergente eficiente y no se logró, este hecho no es visto como un fracaso sino como una nueva área de investigación fértil para todos aquellos que quieran explorar este nuevo campo de los tensoactivos no iónicos microbiológicamente activos.

## Introducción

En la industria química desde hace unos 40 años que se viene estudiando los detergentes del tipo no iónicos y desde entonces, estos han cobrado cada vez mas importancia, hasta llegar al 35% del mercado mundial que les corresponde hoy en día.( FERNANDEZ A.; SALAGER J.; SCORZZA C.. 2004)

Estos detergentes son muchos menos sensibles que los tensoactivos iónicos a la presencia de electrolitos, especialmente cationes divalentes.(FERNANDEZ A.; SALAGER J.; SCORZZA C.. 2004)

Los detergentes no iónicos son generalmente buenos humectantes y emulsionantes. Algunos de ellos tienen excelentes propiedades espumantes. Por todas estas propiedades, se encuentran hoy en día en todos los tipos de formulaciones de detergentes líquidos y en otras aplicaciones.( FERNANDEZ A.; SALAGER J.; SCORZZA C.. 2004)

En la industria alimenticia, el mayor porcentaje de detergentes usados para limpieza son los detergentes del tipo alcalino o alcalinos clorados, esto se debe a que se busca eliminar las deposiciones de grasas lo más rápido posible y ya que estos saponifican las grasas se los considera mejores que otras alternativas.

Por muchos años estos tensoactivos han sido la única opción del mercado, por lo que los usuarios de estos productos se han acostumbrado a su uso y no conocen otros líquidos limpiadores.

Es menester aclarar que el uso de un detergente alcalino o alcalino clorado conlleva el uso de equipos de protección personal e instrucción del manipulador, ya que la manipulación y por consiguiente exposición a su materia activa pueden ser perjudicial para la salud del manipulador.

El uso de estos detergentes en la actualidad está siendo puesto en tela de juicio por su bajo nivel de degradabilidad y el alto impacto que tiene en los ecosistemas acuáticos.( AMAYA, J.; ARCÁNGELO, M.; ET. AL. 2004)

Por lo tanto es necesario poner manos a la obra y realizar un proceso de investigación, donde se ponga de manifiesto las cualidades favorables de los deterosivos no iónicos y sus características limpiadoras.

Estos no solo aportan un marco seguro para el o los manipuladores, sino que también se pueden convertir en una buena elección con respecto a los intereses ecológicos, debido a su mayor biodegradabilidad.

En resumen unos de los principales objetivos de esta tesina de grado es lograr develar en forma experimental si los deterosivos no iónicos son lo suficientemente eficientes a la hora de limpiar como para ser presentado ante la industria alimenticia como alternativa a los tensioactivo alcalinos y alcalinos clorados.

### **Reseña histórica del jabón como primer agente limpiador**

Al momento de asearnos o bañarnos, lavar la bajilla o la ropa, usamos distintos tipos de productos jabonosos como un producto de limpieza, pero alguna vez nos preguntamos acaso ¿de dónde provienen estas sustancias a la que llamamos “los jabones”? (VÁZQUES SALAS C. 2009)

Se sabe por investigaciones publicadas, que un grupo de arqueólogos encontraron en la región conocida por los antiguos como “La Mesopotamia”, la primera alusión al jabón, tallada en una antigua tablilla de arcilla, que fue datada hacia el año 3000 a.C., donde se describe una receta para su fabricación, a base de una mezcla de potasa y aceite. En ésta se describe los usos de esta sustancia para limpiar y tratar la lana y la piel, pero no para la higiene personal. (VÁZQUES SALAS C. 2009)

Restos encontrados de jabones en receptáculos de arcilla de origen babilónico, que fueron datados por el método de carbono 14 responden al año 2800 a.C., en cuyos grabados aparecen leyendas en la que se relata la formulación de un tipo de jabón a base de grasas hervidas con cenizas. (VÁZQUES SALAS C. 2009)

En papiros egipcios del año 1.550 a.C., conocido como "auténtico tratado médico", hace referencia al uso de sustancias jabonosas para el lavado de ropa y para el tratamiento de enfermedades de la piel. (VÁZQUES SALAS C. 2009)

De los fenicios nos llega historias de los uso del jabón en los tratamientos textiles de lana y algodón, y en la preparación para hacer los paños, y fueron esencialmente ellos los que aportaron esta técnica a la Europa antigua. (VÁZQUES SALAS C. 2009)

Hay recetas en la cual se hace referencia al tratado de grasas con álcali y que se ha practicado en el Oriente Medio por lo menos durante unos 5000 años; de los cuales se sabe que antiguos israelitas mezclaban las cenizas de un árbol autóctono de la zona con aceites y conseguían un producto para lavarse el cabello. (VÁZQUES SALAS C. 2009)

También por estudios arqueológicos en las ruinas de Pompeya, donde se han encontrado restos de una fábrica de jabón. Además proveniente de una leyenda romana, que cuenta sobre la historia del jabón y explica de donde proviene el vocablo saponificación que derivada de la palabra italiana “sapone”, haciendo referencia al Monte Sapo. Cuenta esta leyenda que fue descubierto accidentalmente en Roma, por un grupo de mujeres que lavaba la ropa a orillas del río Tíber en la base del Monte Sapo; en dicho monte se consumaban sacrificios de animales y los restos de la grasa de ellos mezclados con la ceniza y otros restos vegetales que, al llover eran arrastrados colina abajo, terminaban en el río y donde las lavanderas descubrieron que la ropa quedaba más limpia al frotarla con esta mezcla. (2014. “Jabón artesanal de aceite de oliva”)

Tras la caída del Imperio Romano hacia el año 476 de nuestra era, al cerrarse los baños públicos y al crecer la apatía por el aseo personal, casi desaparece el uso del jabón. (VÁZQUES SALAS C. 2009)

El uso de las mezclas jabonosas para higiene personal se cree que fue obra de Galeno, aunque su uso curativo contra las enfermedades de la piel ya lo explicaba Plinio el Viejo, quién obtuvo la fórmula de los galos, que hacían sus pastillas de jabón con sebo de las cabras y la ceniza de la haya (potasa), y que lo utilizaban como un tinte, y ungüento para el pelo. (VÁZQUES SALAS C. 2009)

Hacia el siglo VII, España, Francia e Italia eran los principales fabricantes de jabón. Los Monopolios Reales le asignan elevados impuestos, transformándolo en un artículo de lujo, destinado solo a las clases altas. (ABUD L.)

En el norte de Francia, donde era más complicado contar con aceite de oliva como base, se los fabricaba con grasas animales, incluso hasta aceites de pescado. Estos jabones eran de mala calidad y sólo eran usados para el lavado de paños textiles y ropa. (VÁZQUES SALAS C. 2009)

Ya en el siglo X, Europa sufre una de las más importantes mermas poblacionales debido a las plagas y las epidemias que azotaron el viejo continente. A partir de entonces el uso del jabón para la higiene corporal y para la prevención de enfermedades, fue vital para dar fin estos acontecimientos que eran un evidente producto de la falta de higiene de las personas. (VÁZQUES SALAS C. 2009)

A partir de 1789, con el desvanecimiento de los Monopolios Reales, surge realmente la Industria del jabón, lográndose poner el producto al alcance de todos, naciendo un sincero cuidado del aseo personal. Al convertirse en un hábito social de uso diario, desaparecieron la mayor parte de enfermedades de la piel y su contagio, sobre todo en los niños. (VÁZQUES SALAS C. 2009)

Por todo ello, Europa recupero gran cantidad de su población al aumentar las expectativas de vida media de sus habitantes, es más, todo esto es para demostrarnos que la fabricación del jabón, debido una situación extrema que vivió la población europea, es también una recuperación de un legado histórico, que estuvo a punto de perderse, pero que gracias a la necesidad de combatir las pestes hoy permanece entre nosotros. (VÁZQUES SALAS C. 2009)

De los antiguos procedimientos de elaboración de los jabones, a la actualidad, se han producido avances que fueron dando como resultado las nuevas fórmulas de detergentes, convirtiendo a esta actividad en una de las más productivas de la industria química, sobre todo desde que los detergentes empezaron a comercializarse en todo el mundo, con creciente aceptación en los hogares, no solo como agente de higiene personal sino también como elemento para la limpieza del hogar en general. (LLAMAS JM. 2008)

Llegando más cerca en la historia a nuestra época actual, fue durante el curso de la Primera Guerra Mundial (1914-1918), que debido a la escasez de grasas o aceites, necesarios para la elaboración del jabón, estimuló a investigadores alemanes al desarrollo del primer tensioactivo sintético. Esta primera etapa de pruebas y ensayos duró hasta la década del 30', cuando los intentos de mejorar las formulas se extendió al resto de Europa y llegó también a América. (LLAMAS JM. 2008)

Sin embargo, no fue sino hasta la Segunda Guerra Mundial (1939-1945) donde debido nuevamente a la carencia de materias primas para la elaboración del jabón, que la industria de los detergentes despegó y después de terminada la guerra se vio más marcada la tendencia del desarrollo de este material sintético para lavar; llegando a 1946 cuando se fabrica el primer detergente, formulado ya para su comercialización. (LLAMAS JM. 2008)

### **Clasificación y formulas**

En estas modernas formulaciones se encuentran los tensoactivos que son sustancias químicas que emulando a los jabones, presentan en su molécula dos

grupos uno polar y otro no polar y cuando se disuelven en un líquido, actúan como disolventes de las materias grasas. Para que suceda este hecho fisicoquímico la concentración debe ser tal que se favorezca la formación de micelas. (LLAMAS JM. 2008)

A medida que ha ido creciendo la industria de estos químicos, se realizó una catalogación de los mismo, llegando a clasificar la mayoría de los compuestos obtenidos en cuatro grupos de tensoactivos, según sus características químicas y físicas, en: aniónicos, catiónicos, no iónicos y anfóteros. (LLAMAS JM. 2008)

Por lo tanto, la detergencia es un fenómeno muy complejo, que depende de muchos factores y cuyo mecanismo varía con la naturaleza de la suciedad a eliminar, el medio de transporte del detergente, es decir el tipo de agua en el cual se disuelve, el sustrato sobre el que está adherida la materia grasa, etc. (LLAMAS JM. 2008)

Como puede observarse existen diversas variables, por lo tanto también intervienen varios factores como ser la tensión superficial, humectación, emulsificación, solubilización, dispersión, antirredeposición, agitación, temperatura, etc.( LLAMAS JM. 2008)

Para poder comprender como funciona el TWEEN 20® como detergente es necesario conocer su estructura química, ya que ella nos habla de sus características hidrofílicas e hidrofóbicas, dos funciones principales que ayudan a estos surfactantes a disolver grasas y dejarlas en solución.

Ahora antes de visualizar su estructura principal debemos conocer sus partes, es decir haciendo una especie de analogía con la biotecnología estudiaremos primero su ADN para conocer cómo actúa.

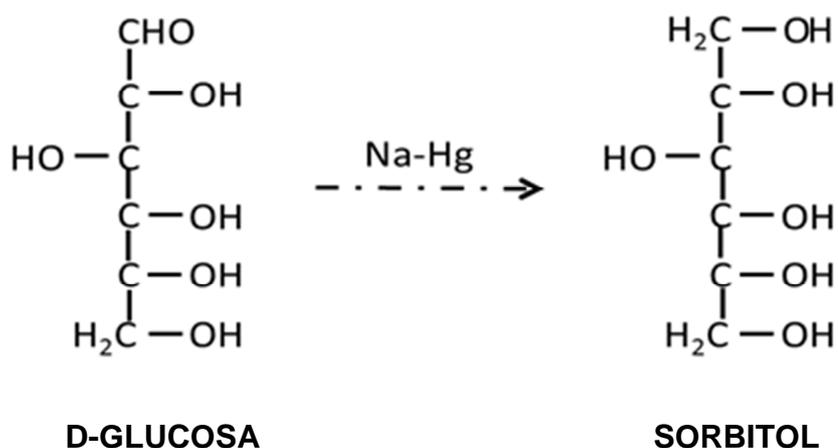
La base del TWEEN es el SORTBITAN. Este es un derivado de la eterificación interna del Sorbitol que es producto de la oxidación de la D-Glucosa.

Presentado de esta manera no se puede visualizar las estructuras de los compuestos que intervienen en las reacciones; por lo que a continuación se detallan los pasos para obtener el TWEEN.

### 1 PASO: OXIDACION DE LA D-GLUCOSA

Los hexitoles son los hexa-hidroxil-n-hexanos que se obtienen por reducción en presencia del catalizador de sodio-mercurio (Na-Hg) a partir de las hexosas o monosacáridos. El sorbitol proviene de la reducción del D-glucosa. ( FERNANDEZ A.; SALAGER J.; SCORZZA C.. 2004)

#### Ecuación 1

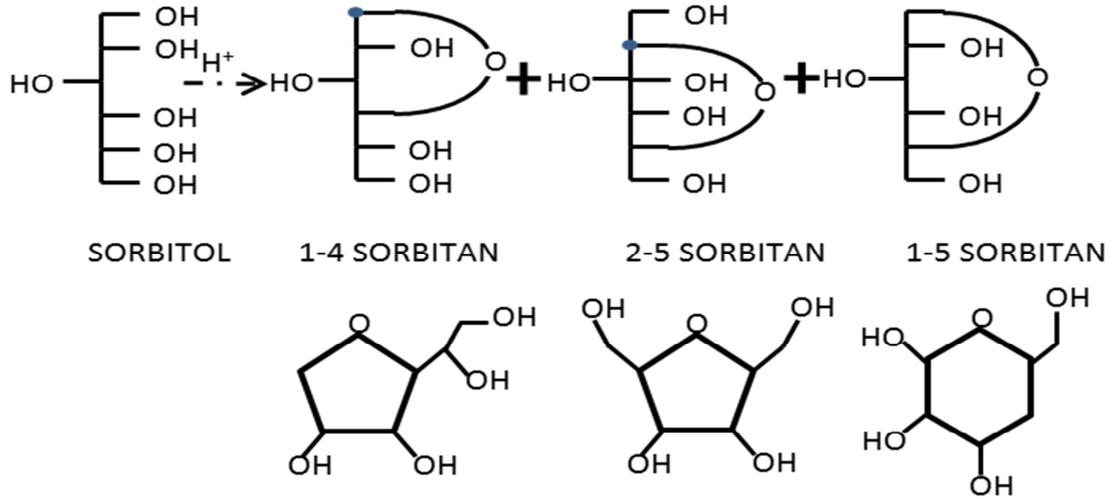


### 2 PASO: ETERIFICACION INTERNA

Al calentar los hexitoles o al someterlos a un pH ácido, también forman un puente éter interno resultando en un heterociclo con 5 ó 6 átomos. Con el sorbitol se forman

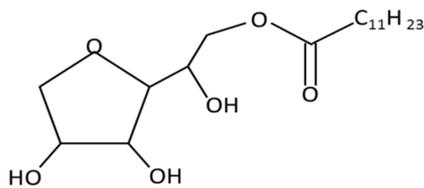
esencialmente tres tipos de anhidro-hexitoles llamados sorbitanes. (FERNANDEZ A.; SALAGER J.; SCORZZA C.. 2004)

**Ecuación 2**



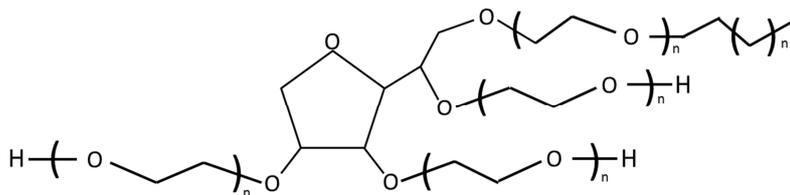
**3 PASO: ESTERERIFICACION**

**Ecuación 3**



**SORBITAN MONOLAUREATO**

**Ecuación 4**



**SORBITAN MONOLAUREATO ETOXILADO**

La estructura principal del TWEEN 20® es un conjunto de anillos sorbitanes que poseen entre 4 y 20 grupos EO (óxido de etileno) y están esterificados con ácidos grasos para dar esteres desde monolaureato hasta trioleato.( FERNANDEZ A.; SALAGER J.; SCORZZA C.. 2004)

Como puede observarse este tipo de surfactantes es, a pesar del aspecto complejo de su fórmula, fácil de producir a partir de una materia prima muy corriente (glucosa). (FERNANDEZ A.; SALAGER J.; SCORZZA C.. 2004)

### **Características de los detergentes**

En la siguiente tabla se encuentran enumerados los agentes químicos más empleados en la industria para la limpieza y a la par de estos se detallada las amenazas o peligros que puede originar su uso y vertido a la red fluvial; si no se les realizan tratamientos que los adecuen para el volcado al medio ambiente. (LLOPIS, A.;1987)

Tabla 1

Agentes químicos empleados para limpieza en la industria		
Nombre de la sustancia		Amenaza /Peligro
Álcalis y Ácidos		
Hidróxido de potasio		Irritante
Hidróxido de sodio		Origina corrosión
Ácido fosfórico		Irritante/Origina corrosión
Ácido nítrico		Irritante/Necrosante/Origina corrosión Problemas de respiración/Irritante/Corrosivo
Ácido clorhídrico		Irritante
Ácido sulfámico		
Secuestrantes		
Trifosfato y difosfato sódico		Eutrófico/Secuestra metales pesados
Ácido Nitrilo triacético		Eutrófico/Secuestra metales pesados
Tensioactivos		
Aniónicos	Alquilbencenosulfo nato Alquilsulfato Alquilétersulfato	Espumas/Biodegradabilidad
Catiónicos	Haluro de trialquilbenzilamonio Haluro de Alquilpiridinio	Incompatibilidad con aniónicos Presencia de cloro/Biodegradabilida
No iónicos	Alquilfenol oxietilenado	Productos tóxicos en la biodegradación

En la tabla anterior se puede leer en la última línea, la cual fue resaltada, que la mayoría de los detergentes no iónicos son derivados del Alquil fenol oxietilenados que en su primer paso de degradación genera un compuesto que es tóxico para ciertos peces y que genera infertilidad en los machos, ya que después de que la hembra

deposite el saco de huevos el macho no pueda fertilizarlos.( 2009. “Efectos De Los Detergentes En Organismos Acuáticos”)

Por todo ello, últimamente se están replanteando las formulaciones actuales y se buscan otras alternativas mucho menos agresivas en sí y con el medio ambiente y que a la vez sean suficientemente eficaces tanto desde el punto de vista de la limpieza, como se su relación con el medio ambiente por su degradabilidad.( VAZ D et. al. 2004)

La demanda actual de tensoactivos está cubierta por menos de diez tipos de tensoactivos, siendo los alquilbenceno sulfonados (LAS), los sulfatos de alcoholes grasos (FAS), los étersulfatos de alcoholes grasos (FAES), los alcoholes grasos etoxilados (FAEO) y los jabones, los que ocupan las principales posiciones (VAZ D et. al. 2004)

**Tabla 2**

Tensioactivos más utilizados	
JABONES	En 1994, el consumo mundial total fue de 4.5 millones Tm, de los cuales 2 millones Tm se utilizaron en detergentes. La demanda se concentró en Asia y Sudamérica. Los restantes 2.5 millones Tm se emplearon en la fabricación de jabón de tocador.
LAS Alquilbenceno sulfonatos	Son los principales componentes de la industria de detergentes. En Latino América y Asia está permitido el consumo de alquilbenceno sulfonatos de cadena ramificada, sin embargo en la mayoría de los países se sustituyen, debido a que no son biodegradables, por los alquilbenceno sulfonatos de cadena lineal.
FAS Sulfatos de alcoholes grasos	Los sulfatos de alcoholes grasos, aumentan en importancia, especialmente combinados como cosurfactantes en diferentes formulaciones. Se espera que sustituyan a los jabones en Asia, lo que incrementaría su consumo y utilización en un futuro próximo.
FAES Etersulfatos de alcoholes grasos	Están experimentando una velocidad de crecimiento media en los últimos años del 4.5%. Se utilizan fundamentalmente para la fabricación de detergentes líquidos, champús y geles de baño
FAEO Alcoholes grasos etoxilados	Experimentan un crecimiento medio anual del 4%, la razón fundamental es la sustitución de los alquilfenoles etoxilados por motivos ecológicos.

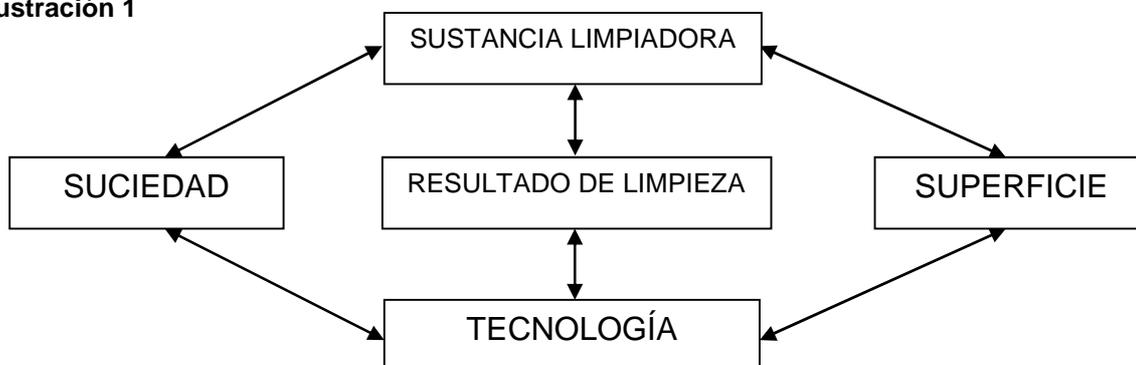
Es necesario realizar una lectura de este cuadro a conciencia, ya que en latino américa no solo se opta por la opción más contaminante de los LAS (cadenas ramificadas), sino que también se opta por utilizar como base no iónica los derivados

del alquilfenol etoxilados y que no se da mucha importancia a los FAEO (grupo donde se está incluido el TWEEN 20)

### **Detergencia**

El objetivo de la limpieza es eliminar de manera completa y permanente la suciedad de las superficies a limpiar. Los parámetros que influyen en el proceso de limpieza pueden esquematizarse en el siguiente cuadro. (VAZ D et. al. 2004)

**Ilustración 1**



Todas las circunstancias que participan en el proceso de limpieza influyen en el mismo y como consecuencia en sus resultados. Por ello, la naturaleza y el estado de la suciedad así como la superficie a limpiar son responsables forzosamente del éxito de la limpieza. (VAZ D et. al. 2004)

En este sentido, para que una formulación detergente sea eficaz, debe ser diseñada de forma específica para la suciedad y material que pretenda limpiarse. (VAZ D et. al. 2004)

Por lo tanto deben estudiarse las variables que afectan al detergente que son: la naturaleza y características del sustrato, la naturaleza, tipo y características la

suciedad, el baño de lavado (concentración y estructura del tensoactivo, dureza del agua, coadyuvantes, enzimas, etc.), la temperatura (del agua de lavado, del medio ambiente y del sustrato), el tiempo de duración del lavado y las condiciones hidrodinámicas (agitación, caudal).( VAZ D et. al. 2004)

Asimismo, otros factores que también influyen en la eficacia del proceso detergente son la presencia de electrólitos, el pH del baño, la capacidad espumante del detergente y el método de lavado utilizado. (VAZ D et. al. 2004)

A continuación se analizará uno por uno los factores mencionados

I. **El sustrato:** Al referirnos a sustratos se está haciendo mención a la superficie sobre la cual hay que realizar la acción limpiadora, por lo tanto, la facilidad de limpieza de una determinada superficie depende de su forma, tamaño, textura y composición química.( VAZ D et. al. 2004)

II. **La suciedad:** La eliminación de la suciedad no sólo depende de sus interacciones específicas con la superficie y con los componentes del detergente, sino también de sus interacciones con otros tipos de suciedad presentes en sistema.( CUTLER, W.G., KISSA, E. 1987)

Entre suciedades líquidas oleosas, las que contienen ácidos grasos se eliminan con más facilidad, seguidas por los glicéridos neutros y los aceites minerales menos polares. Las suciedades deshidratadas son más difíciles de limpiar como consecuencia del aumento de las fuerzas de van der Waals.( CUTLER, W.G., KISSA, E. 1987)

En cuanto a las partículas sólidas, su estructura química define el tipo de interacciones que se establecen con el sustrato y la fortaleza de las mismas. Cuanto mayor sea el tamaño de las partículas, más fácilmente podrán eliminarse.( CUTLER, W.G., KISSA, E. (ED.) 1987)

- III. **Concentración y estructura del tensioactivo:** Los tensioactivos favorecen la detergencia, disminuyendo las tensiones interfaciales baño-sustrato y suciedad-baño, el ángulo de contacto entre las tres fases (baño, sustrato y suciedad), emulsionando y/o solubilizando la suciedad, etc. (KOLEV, V.L. 2003)

Aspectos importantes a respecto de la eficacia de los tensoactivas en el lavado no están todavía bien claros, dada la complejidad del proceso deterativo.( (KOLEV, V.L. 2003)

En lo que se refiere a la concentración del tensioactivo en el baño de lavado, como norma general, la detergencia aumenta con la concentración de tensioactivo y alcanza un valor máximo en los alrededores de la concentración micelar crítica. (DORADO, A.P. 1996)

En cuanto a la estructura química del tensioactivo, no ha sido posible formular reglas que justifiquen el comportamiento de todos los tipos de tensoactivas, puesto que el efecto del tensioactivo no puede ser observado como un efecto aislado y depende de la naturaleza del contaminante y de los mecanismos que controlan el lavado. (KABIN, J.A.; TOLSTEDT, S. L.; SÁEZ, A.E.; GRANT, C.S.; CARBONELL, R.G. 1998)

IV. **Dureza del agua y agentes secuestrantes:** De forma general, la presencia de cationes polivalentes (sobre todo de calcio y magnesio) provenientes del agua de lavado, de la suciedad y/o del sustrato influyen negativamente sobre la detergencia, dando lugar a formación de sales insolubles con numerosos tensoactivos.( SCHWUGER, M.J. 1987)

Bajo determinadas condiciones, estos iones también pueden llegar a reducir los potenciales eléctricos de las partículas de suciedades dispersas en el baño, provocando la floculación y redeposición de las mismas.( WOOLLATT, E. 1985)

Por lo que para evitar la pérdida de materia activa, se utilizan agentes que secuestran o acomplejen dichos iones, permitiendo al detergente actuar. (DORADO, A.P. 1996)

V. **Temperatura:** El efecto de la temperatura sobre la detergencia depende del trinomio “sustrato, suciedad y detergente”. En general, el aumento de la temperatura da lugar a un mejor lavado como resultado del aumento de la velocidad de las reacciones químicas en el lavado, disminución de las fuerzas de adhesión entre el sustrato y las suciedad, disminución de la viscosidad, etc(VAZ D et. al. 2004)

Ahora bien no siempre es así ya que la temperatura es una variable que con un aumento mayor al necesario deteriora al detergente en vez de lograr un mayor poder limpiador. Es por esto que debe estudiarse para cada caso cual

es la temperatura crítica, es decir la temperatura máxima a la cual el tensioactivo alcanza su máximo poder limpiador.( CARRION, J.F. 1989)

En el siguiente cuadro se enumeran tanto los aspectos positivos como negativos:

**Tabla 3**

Efectos de la temperatura de lavado sobre la detergencia	
Efectos positivos	Efectos negativos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor capacidad de adhesión de algunos tipos de suciedades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación pobre de suciedades proteicas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de la viscosidad de suciedad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteración térmica de las enzimas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fusión de suciedades grasas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor solubilización de sustancias responsables por la dureza del agua</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor solubilización de los componentes solubles de la suciedad</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceleración de las reacciones químicas y enzimáticas</li> </ul>	

VI. **Tiempo de lavado:** el tiempo de duración del lavado no se constituye propiamente en una magnitud independiente, ya que siempre se acopla a los demás factores que habitualmente interfieren en el proceso de limpieza. (WILDEBRETT, G. 1990)

La duración óptima de una operación de lavado depende de la concentración del detergente, temperatura, agitación mecánica y, sobre todo, de las características químicas y físicas del sustrato y de la suciedad. (VAZ D. 2004)

Mantener el proceso detergente un tiempo superior al requerido para alcanzar el máximo de eficacia no supone ventaja alguna, puesto que la precipitación de la suciedad aumenta con el transcurso del tiempo. Asimismo, tampoco resulta conveniente un proceso detergente demasiado corto.( VAZ D. 2004)

VII. **Efectos Hidrodinámicos:** Aunque la suciedad se puede eliminar por medios químicos y físicos, son los medios físicos los que actúan fundamentalmente en el baño de lavado.( HERRERA, C.G. 1996)

Para separar la suciedad de una superficie sólida, es necesario vencer las fuerzas de adherencia que se establecen entre ambos componentes. Por medios químicos y térmicos puede reducirse esa adhesión, pero aparte de procesos genuinos de disolución, no se elimina del todo. (VAZ D. 2004)

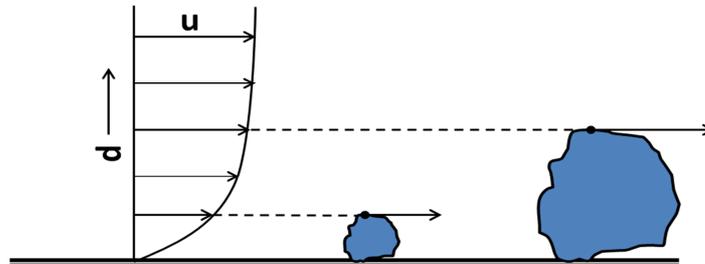
Por consiguiente, la total eliminación de la suciedad requiere un trabajo complementario consistente en la aplicación de fuerzas mecánicas.( KLING; KOLLOID Z 1949)

En lugar del trabajo manual desarrollado frecuentemente con ayuda de cepillos, en el campo de los métodos mecanizados se aprovecha preferentemente la energía cinética generada por equipos como hidrolavadoras que aumentan la velocidad del agua por medio de bombas. (VAZ D. 2004)

Otra de las características que hay que tener en cuenta al momento de usar las fuerzas hidrodinámicas es el tamaño de las partículas, esto se puede visualizar mejor en la siguiente grafica que es bien representativa con respecto

a las velocidades y cinéticas del liquido-sustrato-suciedad.( SCHWUGER, M.J. 1987)

### Ilustración 2



Efecto del flujo del baño de lavado sobre la eliminación de partículas de suciedad de distintos tamaños ( $u$  es la velocidad de flujo y  $d$  la distancia a partir del sustrato)

### Proceso de limpieza

Con el fin de aportar más dato a este marco teórico se debe tener en cuenta cuales son los pasos básicos del proceso deteritivo en la limpieza de un sustrato sólido, los cuales son:

- Separación de la suciedad (acción primaria del lavado).
- Estabilización de la suciedad en el baño de lavado (acción secundaria del baño de lavado).
- Enjuagado del sustrato tras eliminar el baño de lavado.

Parte de las suciedades con las que debe lidiar también un detergente es el material líquido o grasoso.

Los mecanismos más estudiados para la eliminación de suciedades del tipo líquido insolubles en el baño de lavado son el rolling up, la emulsificación y la solubilización.

Para nuestra investigación y en relación con la características de los componentes que forman nuestra mezcla detergente, se estudiara más en profundidad es el proceso de solubilización.

Y de la misma manera que para el material particulado, una vez que la suciedad líquida esté en suspensión en el baño de lavado, hay que evitar que se ligue con otras suciedades o que se fije nuevamente al sustrato (red deposición).

### **Solubilización.**

El mecanismo de solubilización consiste en la “disolución” espontánea de la suciedad insoluble gracias a los tensoactivos presentes en el baño de lavado cuyo resultado es la formación de una solución termodinámicamente estable.

Dicho mecanismo puede llegar a ser absoluto en los procesos de lavado, en los que la concentración de tensoactivo es muchas veces superior a la concentración micelar crítica.

La localización de la suciedad en la micela dependerá del tipo de suciedad y de la capacidad de solubilización del tensoactivo y, a su vez, de la forma de la micela (LAI et al.1997).

A concentraciones de tensoactivo ligeramente superior a la concentración micelar crítica, la solubilización de la suciedad oleosa ocurre mediante 5 pasos

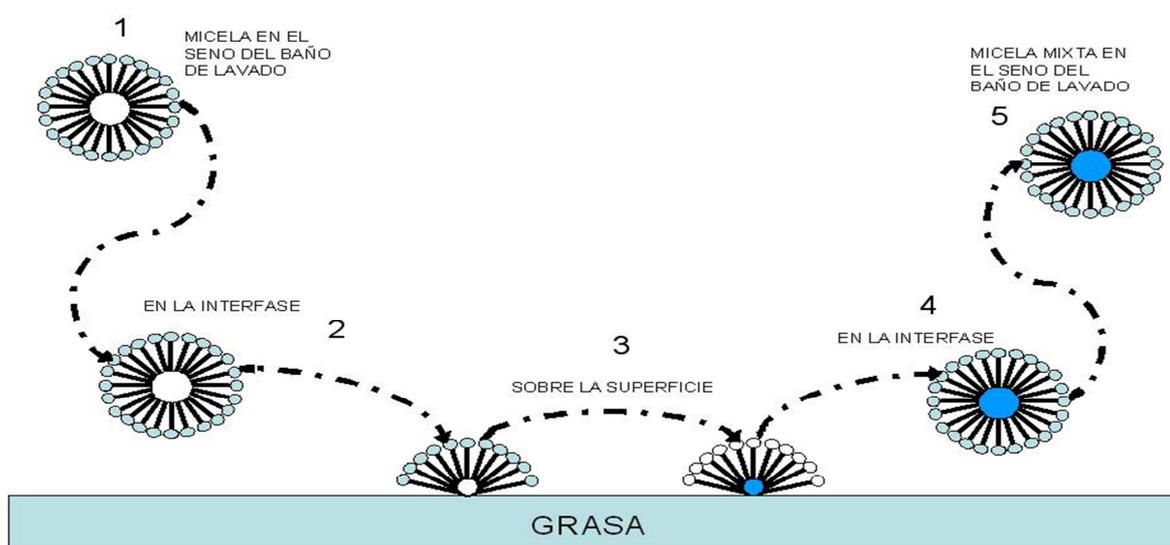
- i. La micela del tensoactivo se difunde hasta la superficie del sustrato, o del complejo sustrato/suciedad.
- ii. La micela se fija sobre las superficies.
- iii. La micela se “mezcla” con la suciedad.

iv. La tensión interfacial se reduce: el conjunto micela-suciedad solubilizada se libera de la superficie.

v. Para finalizar, la micela que contiene la suciedad solubilizada se difunde en el baño de lavado.

Este proceso se repite “n” veces hasta que el poder de solubilización de las micelas se agote. La capacidad para solubilizar suciedades oleosas depende de la estructura química del tensioactivo, de su concentración en el baño y de la temperatura

### Ilustración 3



Proceso de solubilización de suciedades grasas.

### **Características generales del TWEEN 20®**

A continuación se exponen las características emulsionantes y tensoactivas del TWEEN 20® que demuestran teóricamente la aptitud de esta droga como principal componente de nuestra mezcla deterativa.

### Determinación del HLB para TWEEN 20®

Griffin en 1949 introdujo el término HLB como una medida de la afinidad relativa del tensioactivo para las fases agua (W) y aceite (O). El HLB depende esencialmente del tensioactivo. Actualmente el HLB se mide en escala 0 a 20, según la importancia relativa del grupo hidrofílico y del grupo lipofílico en la molécula del tensioactivo. (SALAGER, J.L. 1999)

Para tensioactivo no iónicos, las propiedades hidrófilas-hidrofóbicas se obtienen a partir de la razón de las partes hidrofílica (H) e hidrofóbica (L), calculado a partir de la expresión:

$$(a) \text{HLB} = 7 + \sum(\text{Valor de grupos hidrófilos}) + \sum(\text{Valor de grupos lipófilos})$$

Donde: las contribuciones de grupo tanto hidrófilos como lipófilos pueden evaluarse a partir de la siguiente tabla.

Tabla 4

<u>GRUPOS HIDROFÍLICOS</u>	<u>CONTRIBUCIÓN HLB</u>
-SO <sub>4</sub> Na	38.7
-COOK	21.1
-COONa	9.4
-N (amina terciária)	19.1
Ester (anillo de sorbitol)	6.8
Ester (libre)	2.4
-COOH	2.1
-OH (libre)	1.9
<u>GRUPOS LIPÓFILOS</u>	<u>CONTRIBUCIÓN HLB</u>
-CH-	-0.475
-CH <sub>2</sub> -	-0.475
CH <sub>3</sub> -	-0.475
= CH-	- 0.475
<u>GRUPOS DERIVADOS</u>	<u>CONTRIBUCIÓN HLB</u>
-(CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -O )-	0.33
-(CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -C)-	-0.15

El valor HLB calculado mediante las ecuaciones presentadas anteriormente no tiene en cuenta la salinidad del agua, ni el tipo de aceite, temperatura, ni las demás variables de formulación. Las imprecisiones sobre el HLB pueden ser considerables, a veces del orden de 2 unidades. De todas formas, el HLB ha sido y es todavía una escala muy usada en la práctica, probablemente por su extrema simplicidad y también porque suministra un excelente método de comparación entre sistemas semejantes (SALAGER, J.L. 1999).

En este trabajo el valor del HLB fue determinado experimentalmente; para ello, se partió de dos tensioactivos no iónicos con HLB

El valor de este parámetro adimensional, que varía entre 1 y 20 determina alguna de las propiedades características de los tensioactivos

Relación entre el HLB de los tensioactivos y sus aplicaciones.

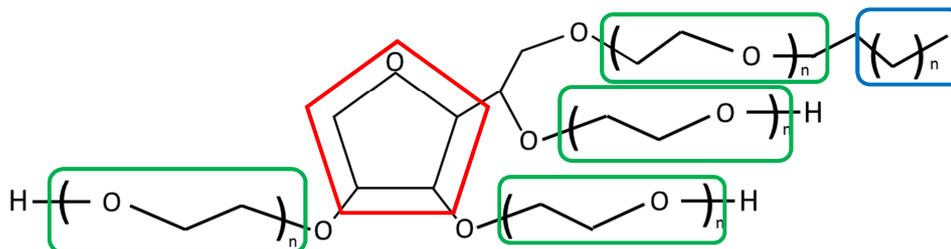
**Tabla 5**

<b><u>SOLUBILIDAD EN AGUA</u></b>	<b><u>HLB</u></b>	<b><u>DESCRIPCIÓN</u></b>
Insoluble	3 – 6	Emulsionante w/o (agua en aceite)
Pobrementemente disperso	7 – 9	Humectantes (apariencia lechosa)
Transición a claro	8 – 18	Emulsionantes o/w (aceite en agua)
Soluble	13 – 15	Detergentes
	15 – 18	Solubilizantes

Según estos datos se puede calcular el índice de HLB para el detercivo TWEEN 20 y demostrar si el mismo es apto para ser incluido en una fórmula detergente que sea eficiente al momento de limpiar

En un primer paso tomaremos la molécula de TWEEN 20 y la separaremos en sus partes, tomando como referencias tabla III 13 para obtener los distintos grupos hidrófilos, lipófilos y derivados.

## Ecuación 5



Con estos datos ingresaremos a la formula (a)

## Ecuación 6

$$HLB = 7 + \sum(\text{Valor de grupos hidrófilos}) + \sum(\text{Valor de grupos lipófilos}) + \sum(\text{Valor de grupos derivados})$$

$$HLB = 7 + 6,8 + 0,475 + (4 \times 0,33)$$

$$HLB = 15,595$$

Según la tabla II nuestra mezcla detergente está entre el umbral del detergente y solubilizante.

### **Características generales de las sales de Sodio Hexametáfosfato**

Esta sal de fosfato es ampliamente usada como secuestrante y desincrustante en la industria química y cuenta con una amplia y muy variada cantidad de aplicaciones en la industria, incluyendo su uso como aditivo alimentario. (HARRIS D. C. 2001)

También es usado como agente dispersante para romper arcillas y otros tipos de suelos en los ensayos de análisis de suelos. (HARRIS D. C. 2001)

A continuación se enumeran las principales funciones de esta sal de fosfato en los detergentes:

**Ablandador:**

Es un secuestrante de los iones de  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$  presentes en el agua y permitiendo que los detergentes actúen mejor, además evita las incrustaciones de esta dureza que acumulan suciedad y bacterias

**Corrector de alcalinidad:**

Ayuda a que otros ingredientes del detergente actúen en el PH óptimo.

**Tensioactivo auxiliar:**

Permite que los tensoactivos auxiliares actúen y además ayuda a los agentes quelantes.

**Estabilizante:**

Permite el acopio, impidiendo la compactación y la aglomeración de los compuestos del detergente.

Otro de su uso menos conocido es como desfloculante en la fabricación de “terra sigillata”, técnica utilizada en la industria cerámica para la utilización de polvos de particulado muy fino. (HARRIS D. C. 2001)

**Características generales de las sales de EDTA Tetra Sodico**

El EDTA es uno de los quelantes más fuertes, tetra dentado, eficiente, económico y que puede formar ligando 1:1 con la mayoría de los cationes como de los cationes. (VAN WAZER; J R. 1958)

Estos compuestos (quelantes) al unirse a un metal o no metal producen un efecto denominado efecto quelante que comúnmente son explicados a través de la

termodinámica debido a la naturaleza de los tipos de enlaces que se forman, (VAN WAZER; J R. 1958)

Por estudios y ensayos realizados se sabe que los complejos Metal-EDTA y NoMetal-EDTA son muy poco estables a bajo PH, pero a PH neutros a semibásicos (Hasta PH 8), el quelato que se forma es fuerte y estable. (VAN WAZER; J R. 1958)

### **Características generales de las sales de Cloruro de Benzalconio**

#### **SOLUBILIDAD:**

Misible en cualquier proporción con agua y alcoholes de bajo peso molecular.

#### **COMPATIBILIDAD:**

Compatible con los detergentes no iónicos e incompatible con detergentes aniónicos, caso de sulfonatos de alquil-benzeno y sulfatos de alcoholes grasos.

No se debe entrar en contacto con reactivos fuertemente oxidantes como hipocloritos, ácido nítrico o percloratos.

#### **ACCION MICROBIOLÓGICA**

Las sales cuaternarias de amonio poseen un extraordinario poder bactericida frente a las bacterias gram-positivas exterminándose incluso las gram-negativas con soluciones considerablemente diluidas en materia activa, actúa de igual manera sobre virus, algas y hongos.

El Cloruro de Benzalconio es un buen antiséptico y desinfectante de uso externo, bactericida y bacteriostático. (CASTILLA ÁLVAREZ; ET AL. 2006)

Estudios recientes parecen demostrar que posee una gran efectividad sobre el control del HIV. (CASTILLA ÁLVAREZ; ET AL. 2006)

De acción germicida lenta y control efectivo sobre los virus no lipídicos como los adenovirus y el reovirus. (CASTILLA ÁLVAREZ; ET AL. 2006)

**EFEECTO RESIDUAL:**

Persiste su acción biocida durante un largo periodo después de su aplicación. (CABAL R.D. 2007)

**NO CONTAMINANTE:**

No trasmite ni olor, ni color, ni sabor alguno en lo alimentos y tejidos animales, ni altera en alguna forma el producto en proceso. (CABAL R.D. 2007)

**USO PRÁCTICO:**

Actúa en soluciones dentro de un amplio rango de PH que puede variar de 3 a 11. (CABAL R.D. 2007)

**APLICACIÓN:**

Los componentes de los productos alimenticios son excelentes nutrientes para los microorganismos.

Como el propósito de las empresas en conservar la salud de las personas, es primordial un bajo recuento microbiológico. (CABAL R.D. 2007)

Solamente una limpieza repetida y una desinfección de los implementos utilizados en la producción puede garantizar una óptima calidad en lo microbiológico. (CABAL R.D. 2007)

La **HIGIENE INDUSTRIAL** incluye desinfección de:

- Máquinas de llenado, incluyendo bombas, tuberías y mangueras.
- Maquinas mezcladoras y recipientes.
- Raspadores, embudos y otros utensilios.
- Medios de transporte, paredes, pisos y otras superficies.

**DESODORIZANTE:**

Remueve los olores desagradables por interacción química con estos y los microorganismos. (CABAL R.D. 2007)

**BAJA TOXICIDAD:**

Permite un manejo práctico evitando en uso de caretas, mascarillas, guantes etc. Dando una seguridad a la salud del operario, reduciendo costos de primas de riesgos y de incapacidades, Es recomendable que los aparatos de la industria alimenticia que se desinfecten con este, sean enjuagados con agua corriente para cumplir con los reglamentos sanitarios. (CABAL R.D. 2007)

**COMPATIBILIDAD CON LA PIEL Y OTROS MATERIALES:**

Presenta excelente compatibilidad con la piel y no afecta la madera, los metales, el caucho, pintura, cerámica y otros materiales. (CABAL R.D. 2007)

**Otras referencias**

En PMC se encontró un trabajo donde se estudian las características de varios detergivos no iónicos entre los que se halla el TWEEN 20, en el mismo se evaluó el poder de cada uno para degradar la capa viral de una especie de virus del Nilo occidental y el poder de mantener estos ácidos grasos en suspensión para después poder aislarlos.( MANOLYA D.; NIKLAUS H.; ET. AL. 2009.)

Esta investigación se puede extrapolar a la investigación que llevare acabo, ya que si esta base detergiva puede degradar la membranas virales con mas razón, en la concentración correcta, podrá ser eficaz para disolver las grasas y otras sustancias en la industria alimenticia.

En busca de más antecedentes en Internet se halló una tesis de doctorado químico perteneciente a la Ing. Qca. Deisi Altmajer Vaz, en el cual se destaca la formulación de detergentes biodegradables y se plantea todo el marco teórico para el ensayo de lavado.( VAZ D.2004)

Este trabajo sirve como base fundamental tanto para la adquisición de conocimientos teóricos, como para realizar los ensayos y poder determinar el poder limpiador del detergente que se formulara en el momento experimental.

Otro de los aspectos importantes para plantear el aspecto teórico de este trabajo es conocer un poco de la historia de los detergentes o agentes limpiadores y como a lo largo de la historia del hombre han evolucionado; para lo cual me he apoyado en la lectura de los apuntes de la Universidad de los Andes (Venezuela) referido a los distintos tipos de surfactantes no iónicos con los que se puede contar para desarrollar un detergente no iónico y en un trabajo elaborado por el Dr Jose Maria Llamas para el ANTAD que habla no solo de la historia y evolución de los detergentes , sino que también se aborda el aspecto comercial de este elemento de limpieza.(FERNANDEZ A.; SALAGER J.; SCORZZA C.. 2004);( AMAYA, J.; ARCÁNGELO, M.; ET. AL. 2004)

Por ultimo y como se podrá observar en la referencias que se citan, este surfactantes se usan en el acondicionamiento de alimentos como emulsionantes o dispersantes en cremas, margarinas, mantequillas, helados, etc... también son utilizados para dispersar o solubilizar medicamentos liposolubles en productos farmacéuticos, para emulsionar todos tipos de aceites o esencias en productos cosméticos, etc...( FERNANDEZ A.; SALAGER J.; SCORZZA C.. 2004)

Como puede observarse posee usos innumerables, ya que permiten producir emulsiones y suspensiones muy estables con una gran variedad de sustancias, especialmente pigmentos, polímeros, etc... (FERNANDEZ A.; SALAGER J.; SCORZZA C.. 2004) es esta cualidad la que se pretende usar en la formulación del detergente que se este trabajo.

Por último se desea destacar que cada uno de los componentes que forman parte de la mezcla detergente, que se desarrolla en esta investigación, son elementos que se hallan autorizados como aditivos, emulcificantes, humectantes, dispersantes, surfactantes, quelantes, desincrustantes, fungicida y bactericidas aprobados por el código alimentario argentino (CAA)

### **Hipótesis**

- ✓ El tensoactivo TWEEN 20 es un detergente no iónico utilizado con éxito en la industria bioquímica, como componente de una solución limpiadora para la industria alimentaria, debería actuar con similar eficacia.

### **Objetivos**

El objetivo principal de este trabajo es comprobar que el TWEEN 20® que es un detergente aplicado en la industria bioquímica, puede ser aplicado como tal en la industria alimentaria.

Dentro de los objetivos específicos con los que cuenta este trabajo podemos enumerar los siguientes:

Licenciado en Bromatología Mario Daniel D'Paul

- ✓ Formular y elaborar de un detergente en base a TWEEN 20®.
- ✓ Hacer una comparación cualitativa a vista, del lavado de las placas con el detergente de formulación versus los de referencias, para concluir a primera instancia la eficiencia de lavado.
- ✓ Demostrar que su poder de saponificación es competitivo en relación a detergentes de mercado con el que se compare.
- ✓ Demostrar que su índice de acidez es competitivo en relación a detergentes de mercado con el que se compare.
- ✓ Demostrar que el resultado de su poder detergente (cálculo de detergencia) es competitivo en relación a detergentes con el que se compare.
- ✓ Verificar que después del lavado, por un proceso de hisopado de las placas y sembrado en placas con agar Columbia, que el medio no es favorable para el crecimiento de microorganismos

## Materiales y Métodos

### **Cálculos teóricos para los componentes de la mezcla deterativa**

A continuación se esbozaran los cálculos teóricos para las cantidades que se deben utilizar de cada uno de los componentes de la mezcla.

#### **Calculo de cantidad de TWEEN 20®**

En investigaciones que se realizaron de distintos materiales bibliográficos, más el estudio de las concentraciones de varios detergentes que se comercializan actualmente en el mercado se opta por la concentración del 25% de TWEEN 20 como materia activa en la solución.

Para avalar lo antes dicho se procede a completar con los datos bibliográficos recolectados.

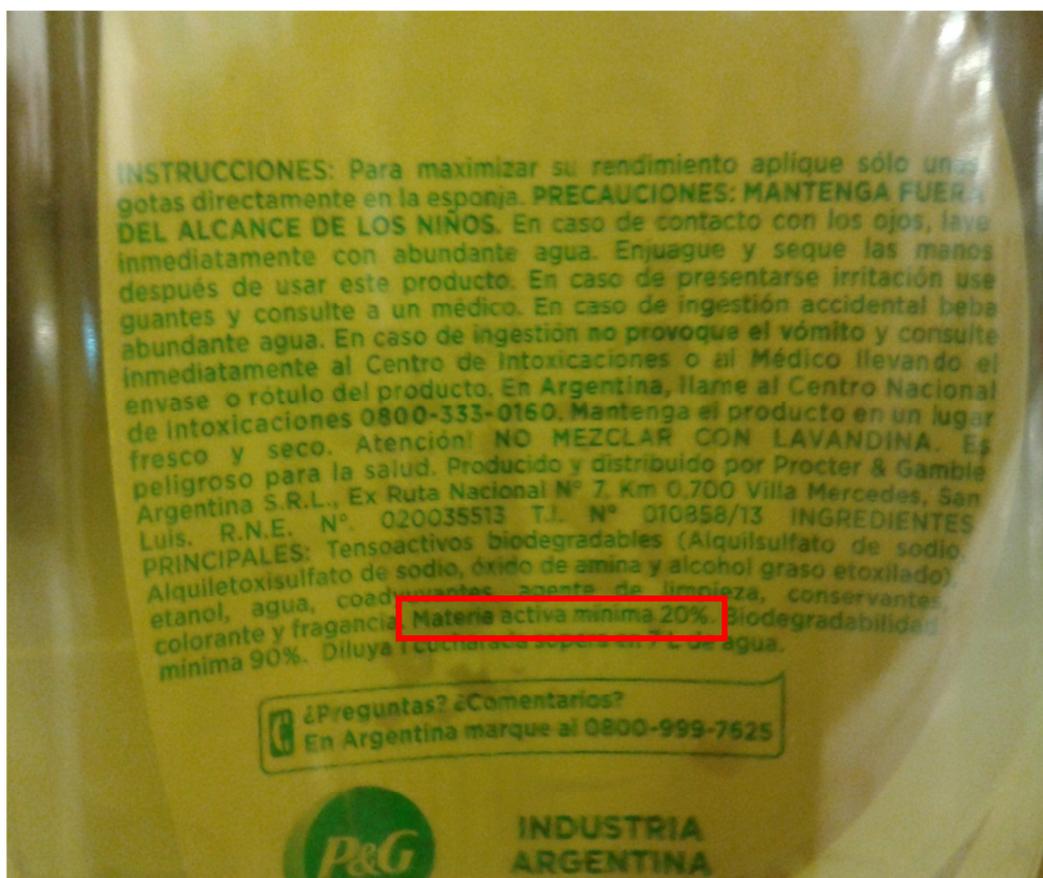
En primer lugar se citara a los datos expuestos en el cuaderno FIRP S332-A por Jean-Louis Salager, que en estudios estadísticos realizado sobre los detergente en venta en Venezuela llego a la conclusión de que en promedio todos los detergentes tienen un 23% de materia activa. En este caso el deterativo que se utiliza en la mayoría de los detergentes es del tipo LAS.

Detergentes como Magistral y CIF

Fotos 1



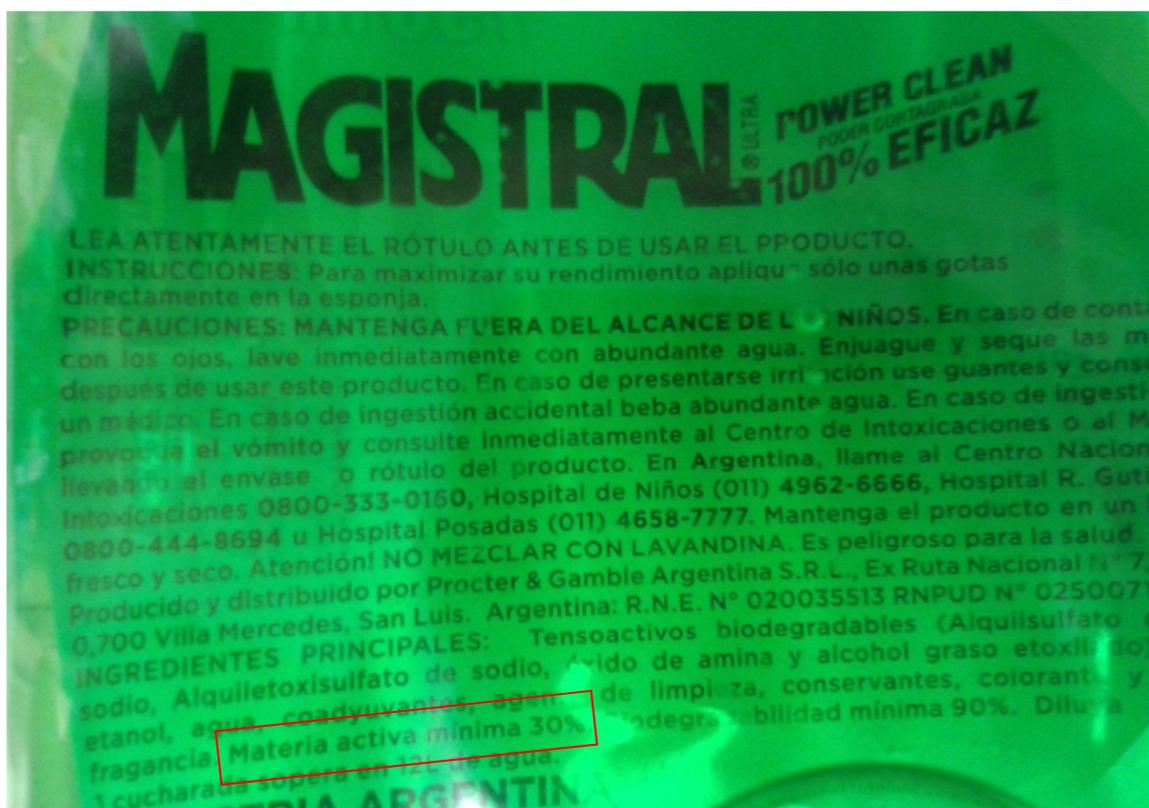
Fotos 2



Fotos 3



Fotos 4



Fotos 5

**El Nuevo Cif con Hydra Active\***  
 combina el poder desengrasante  
 de Cif con verdadero jugo de limón  
 y este revolucionario ingrediente  
 que no irrita tu piel.

**INSTRUCCIONES DE USO** Aplique  
 sobre la esponja y humedezca la misma bajo  
 el chorro de agua. No agregar agua al envase.

**PRECAUCIONES** Lea atentamente el  
 rótulo antes de usar el producto. Mantenga fuera  
 del alcance de los niños. En caso de contacto con  
 los ojos lave inmediatamente con abundante agua.  
 En caso de ingestión no provoque el vómito y consulte  
 inmediatamente al Centro de Intoxicaciones o al Médico  
 llevando el envase o rótulo del producto. Llame: en Argentina  
 al Hptal. de Niños (011) 4962-6666, gratis al C.N. de  
 Intoxicaciones 0-800-333-0160, al Hptal. de Niños de La Plata  
 (0221) 451-5555 o en Uruguay: al CIAT (Centro de Información  
 y Asesoramiento Toxicológico) 1722. ¡Atención! No mezclar  
 con lavandina ni con otros productos, es peligroso para la salud.

**COMPOSICIÓN** Tensioactivos aniónicos (lineal alquilben-  
 censulfonato de sodio y lauril éter sulfato de sodio), anfótero (coco  
 amido propil betaina) y no iónico (alcohol etoxilado), coadyuvantes,  
 Polietilenglicol\*, preservantes, colorante, perfume, opacificante, jugo de  
 limón, extracto de Aloe Vera. **Materia activa mínima: 26,5%.**  
 Biodegradabilidad mínima: 80%. \* Hydra Active = Polietilenglicol.

**SERVICIO DE ATENCIÓN AL CONSUMIDOR.**  
 Llame gratis al: Argentina: 0-800-8888-CIF(243),  
 consumidor@sac-unilever.com.ar. Uruguay: 0800-2727,  
 consumidor@sac-unilever.com.uy

 Unilever de Argentina S.A., Alf. H. Bouchard 4191,  
 Munro, V. López, Bs As (B1605BNA). R.N.P.U.D.  
 N°: 0250195 R.N.E. N°: 020035360. Importado por  
 Lever S.A. Cno. Carrasco 5975, Montevideo, Uruguay.  
 M.S.P. 354- . Lote/Usar Pref. antes de ver  
 fecha impresa en el envase.

19950



### Calculo de cantidad de EDTA Tetra Sodico

Según las investigaciones realizadas por el grupo de la universidad de los andes Facultad de ingeniería de la Escuela de ingeniería química de Merida Venezuela, muestran en una tabla los porcentajes de los distintos componentes.

En relación a estos, es que se llega a la conclusión de que para esta droga el porcentaje ideal, en relación a las características del detergente y la aplicación en la que tendrá en la industria alimenticia, el valor es el 1,5 %.

### Calculo de cantidad de Sodio Hexametáfosfato

En consonancia con el ítem anterior y ya que la fuente bibliográfica es la misma para esta droga el porcentaje ideal es 2,5%.

### Calculo de cantidad de Cloruro de Benzalconio

Según los datos aportados por el Ing. Raúl Darío Cabal Químico de la Universidad del Valle de la ciudad de Santiago de Cali Colombia, esta droga debe estar presente en las soluciones de uso normal en una cantidad de 5 gramos por litro de solución, lo que aporta un total de 2285 PPM de Cloruro de Benzalconio.

### Cuadro de porcentajes de drogas para la elaboración de la mezcla detergente

**Tabla 6**

COMPONENTE	% EN PESO
SURFACTANTE/TENSOACTIVO (TWEEN 20)	25%
QUELANTE (SODIO EDTAR TETRA SODICO)	1,5%
DESINCRUSTANTE(SODIO HEXAMETAFOFATO)	2,5%
BACTERICIDA (SOL. CLORURO DE BENZALCONIO 95%)	2285 PPM
ESPESTANTES (SOLUCION DE CLORURO DE SODIO 20%)	10%
AGUA	CANTIDAD NESESARIA

### **Elaboración Del Detergente**

A continuación se enumeran los pasos para la elaboración de la mezcla detergente siguiendo las concentraciones expuestas en la tabla anterior.

El orden de agregado de las distintas drogas debe respetarse para evitar el desnaturalizado del surfactante, la evaporación del bactericida o el aglutinamiento del fosfato.

Para un volumen final de 1000 ml se debe pesar las siguientes cantidades de drogas, que se expresan en el siguiente cuadro:

**Tabla 7**

COMPUESTO	CANTIDAD
TWEEN 20	250 Grs
EDTA TETRA SODIICO	15 Grs
SODIO HEXAMETAFOFATO	25 Grs
SOLUCION DE CLORURO DE BENZALCONIO	52,6 ml
SOLUCION DE CLORURO DE SODIO	100 ml
AGUA DESMINERALIZADA	CANTIDAD SUFICIENTE PARA LLEGAR A VOLUMEN

### Materiales para la elaboración del detergente

Para elaborar la mezcla detergente se necesitarán los siguientes elementos, a saber:

- Balanza
- Vidrio reloj para pesada
- Pie y aro soporte para embudo
- Probeta de 100 ml
- Baso de precipitado de 1000 ml
- Varilla de vidrio
- Ampolla de decantación
- Embudo
- Envase de vidrio color caramelo

En primer lugar tomar un vaso de precipitado de 1000 ml y agregar 250 ml de agua desmineralizada; a continuación proceder al agregado de los componentes en el siguiente orden

#### Agregado de sales de Fosfato:

Pesar en vidrio reloj el Hexametáfosfato de Sodio y proceder a agregar muy lentamente agitando constantemente, para evitar la formación de aglutinaciones.

Este paso genera una reacción exotérmica, por lo cual se debe continuar con la agitación hasta que la solución se atempere antes del agregado de la próxima droga.

#### Agregado del Secuestrante:

Pesar en vidrio reloj el EDTA Tetra Sódico, agregar en forma de lluvia, espolvoreando en el centro de la solución, mientras se mantiene la agitación suave.

#### Agregado de Surfactante:

Tomar la ampolla de decantación y con la ayuda de una grilla para tubos proceder a pesar en la misma el TWEEN 20®.

Con la ayuda de la ampolla de decantación proceder al agregado del TWEEN 20® en forma de hilo para evitar la generación de espuma.

#### Agregado de solución de Cloruro de Benzalconio:

Manteniendo la agitación suave, medir en probeta la solución de Cloruro de Benzalconio, agregar lo más lento posible para ayudar a la dispersión rápida del mismo

#### Agregado de solución de cloruro de sodio

Medir en probeta 100 ml de la solución espesante y agregar con agitación suave.

#### Agregado del resto de agua desmineralizada:

Completar la preparación con el agua faltante para completar el litro y dejar de agitar.

Dejar reposar aproximadamente unos 30 minutos y luego envasar en frasco color caramelo.

### **Condiciones para los ensayos de lavado**

En este apartado se presentan los principales materiales y métodos utilizados en el proceso de ensayo de detergencia de los dos detergentes de mercado y el desarrollado en este trabajo.

Se presentan el dispositivo experimental BSF (Baño-Sustrato-Flujo) ideado en la tesis doctoral de la ingeniera en química la Srta. Deisi Altmajer Vaz para el estudio de los ensayos de lavado.

Los métodos utilizados para el análisis de la suciedad, determinación del índice de ácidos y saponificación, procedimientos de siembra de MO que se utilizó como índice de limpieza y por último el cálculo de detergencia.

El plan de ensayos de lavado realizados en el dispositivo BSF.

Las etapas básicas de creación de un diseño experimental y de análisis de los datos mediante métodos estadísticos

### **Estandarización de las condiciones de lavado**

Para lograr una estandarización e igualdad de condiciones, se procedió a poner en el mismo escenario de materia grasa a limpiar a los tres detergentes.

La limpieza de las superficies se realizó por aspersion de chorro de agua con la mezcla detergente en la misma concentración de detergente, por un tiempo determinado y a una temperatura dada.

En relación al marco teórico y en relevancia a los procesos de lavado sobre superficies duras citado en el trabajo de la Ing. Deisi se tomaron tres placas de acero inoxidable 304 grado alimenticio de las mismas características y a cada una se le untó 1 Grs de manteca de marca La Serenisima.

Con estas condiciones descritas se asegura que los tres tensoactivos estudiados estén ante un mismo escenario y aunque sean de distinta naturaleza se los pueda estudiar comparativamente, en lo que respecta al poder limpiador de cada uno.

La metodología que se implementara para evaluar el poder limpiador de los detergentes, será el de investigar qué cantidad de materia grasa queda adherida en la placa de acero inoxidable y si quedara materia orgánica en las placas verificar si esta es suficiente como para lograr que bacterias presentes en el medio ambiente logren crecer en dicha superficie.

### **Reactivos y productos utilizados**

A continuación se listan los principales reactivos y productos utilizados

1. Tres placas de acero inoxidable 304 de 100 mm por 100 mm
2. Equipo para lavado según método BSF
3. Manteca marca La Serenísima
4. Detergente industrial alcalino clorado
5. Detergente lavavajillas marca Cif Active Gel baja espuma naranja
6. Detergente No Iónico formulado en este trabajo
7. Solución etanólica de hidróxido de potasio 0.1 N
8. Éter Etílico PA
9. Alcohol Etílico tecnico
10. Acido Clorhídrico 37% PA
11. Fenolftaleina
12. Solución isotónica bufferada
13. Agua desmineralizada

14. Probetas
15. Matraz
16. Torre de destilación a reflujo
17. Tubos de ensayo
18. Buretas
19. Erlermeyer
20. Vaso de precipitado
21. Agitador
22. Placas de Petri con Agar Sangre
23. Estufa
24. Hisopos
25. Mechero, trípode y manta refractaria.
26. Plantillas para volcar los datos obtenidos

### **Dispositivo BAÑO-SUSTRATO-FLUJO (BSF)**

Para el estudio del lavado de superficies duras se tomó como referencia el dispositivo Baño-Substrato-Flujo (JURADO et al., 2002a; JURADO et al., 2003a). Hay que subrayar que este método es una iniciativa original que estudiada en el transcurso de la tesis doctoral de la Stra Deisi Altmajer Vaz y que se utilizó para cubrir la falta existente de técnicas para la determinación de la eficacia detergente de formulaciones detergentes para superficies duras.

En base a estos estudio se decido hacer ciertos cambio al equipo manteniendo la esencia del método, que es exponer a la superficie dura (sustrato sucio) a la acción del baño detergente que llega a este a través de un tubo de silicón conectado a una

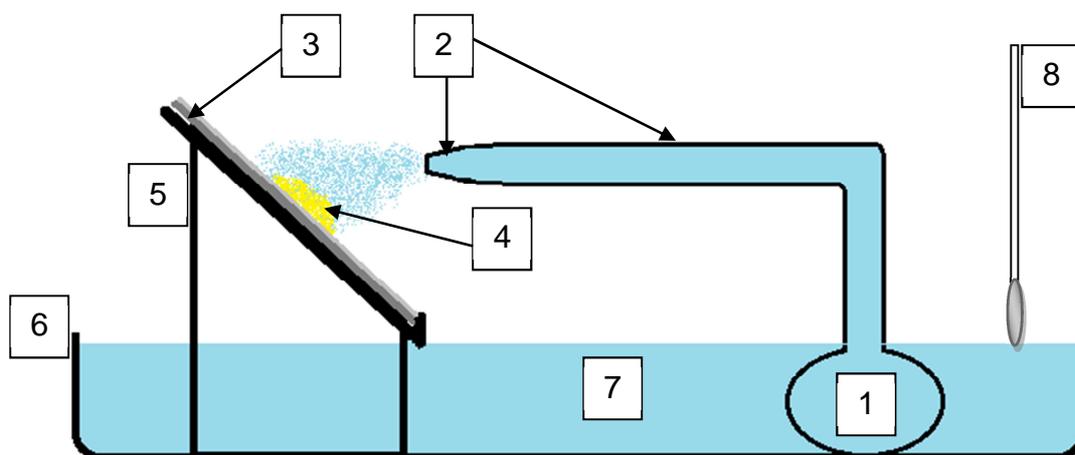
bomba que asegura un flujo constante de baño y para que este flujo tenga una incidencia sobre la suciedad cuenta con una boquilla en el extremo próximo.

Los principales cambios son:

- I. El sistema es abierto
- II. Se utiliza una bomba sumergible en vez de peristáltica
- III. La superficie dura es acero inoxidable y no vidrio, esto se debe a que se quiere evaluar cómo actúa el detergente formulado en esta tesina sobre un material común en la industria alimenticia.

Para el lavado se armó el equipo que se esquematiza a continuación

Ilustración 4



#### Referencias

1 Bomba sumergible Marca RONMA<sup>R</sup>

MODELO H – 500

ALIMENTACION AC 220 - 240 V / 50 Hs

POTENCIA 4W

ALTURA MAXIMA (H) 0,6 m

CAUDAL MAXIMO (Q) 300 L/H

Licenciado en Bromatología Mario Daniel D'Paul

2 Manguera PVC y boquilla aspersora

3 Placa de acero inoxidable 304 apto para la industria alimenticia

4 Muestra de manteca Marca La Serenísima

5 soporte para placa de acero inoxidable

6 Batea contenedora de baño

7 Baño de mezcla deterativa para lavado

8 Termómetro

Este aparato admite variar los tres elementos principales que intervienen en el proceso deterativo (el sustrato, la suciedad y el baño de lavado), además del caudal de recirculación del baño de lavado, ya que la bomba posee un regulador de caudal.

### **Pasos para el ensayo de detergencia**

Antes que se realice el primer ensayo se deben realizar pasos preliminares y que se enumeran a continuación:

- Medición del caudal real de la bomba utilizada en el equipo

Para este punto se tomó un vaso de precipitado de 500 ml y con la ayuda de cronometro se procedió a medir el tiempo que se tardó en llenar el mismo, este paso se repitió tres veces con agua de red. En base a este resultado se estimó el tiempo de lavado, que es igual a tiempo que le lleva a la bomba recircular todo el volumen de solución lavadora contenido en la batea diez veces.

Los resultados fueron los siguientes:

Medicion 1: 7,44 seg	}	Promedio 7,64 seg	<u>cálculo de caudal</u>	
Medicion 2: 7,85 seg			0,5 L → 7,64 seg	
Medicion 3: 7,65 seg			5 L → X= 76,4 seg = 1'16"	

Por lo que para que la bomba mueva volumen total de la batea 10 veces el tiempo de lavado es de 12'45" en promedio.

- Blanco sin detergente.

Principalmente lo que se buscó con este ensayo fue evaluar cuanta materia grasa es arrastrada solo en el proceso mecánico de la aspersion de agua sobre el sustrato sucio.

A continuación se enumeran los pasos que se cumplieron para realizar la verificación correspondiente al ensayo detergente de cada detergente en estudio:

## 1 Enmantecado

Para lo cual se procederá a untar tres placas de acero inoxidable 304 con 1 Grs de manteca, este primer paso aporta mismas condiciones de suciedad para los tres detergentes.

Todas las muestras son manipuladas a mano descubierta, con el fin de que se le agregue una carga intencional de bacteriana de Staphylococcus Aureus per se de la piel humana.

Para apreciarla debemos contar con un aislamiento de la cepa a estudiar en una placa de Petri. El aislamiento nos permitio observar la producción de pigmento se vio favorecido por una incubacion los cultivos por 24 a 48 horas adicionales a temperatura ambiente. Al crecer en agar sangre ovina se pudo observar una zona de  $\beta$ -hemólisis alrededor de las colonias. Las colonias de S. epidermidis presenta colonias generalmente de menor tamaño y estas no presentan pigmentación.

## 2 Lavado

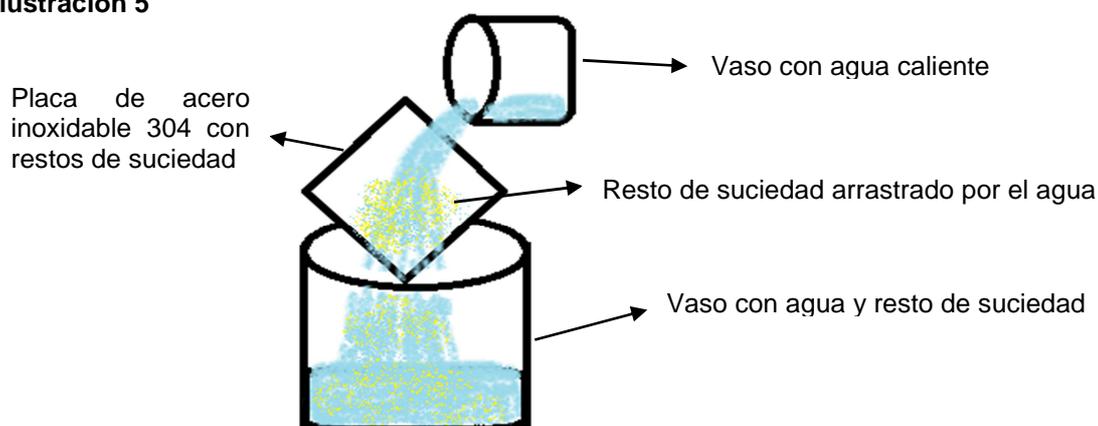
Para los tres detergentes se procederá a realizar el proceso de lavado por aspersion de la solución de tensioactivo en agua, para lo cual se armara un equipo que contara de una bandeja contenedora de la solución de limpieza, por medio de una bomba de agua sumergible que impulsara esta solución por un tubo de PVC hasta la placa, con el fin de que por arrastre se quite la materia grasa de la placa de acero inoxidable 304.

## 2 Enjuague para arrastre

Culminado el tiempo de lavado se procedió a arrastras con 100 ml agua destilada calentada a punto de hervor (aprox 100°C) el restos de la materia grasa que haya podido quedar adherida a la placa y que el proceso de lavado no quito.

En este paso en particular se extrae la placa de acero inoxidable del equipo BSF y se colocó en un vaso de precipitado de 500 ml, donde se procedio a volcarle agua caliente contenida en el vaso de 100 ml sobre la placa, para que el líquido fluya al otro vaso como muestra la figura.

**Ilustración 5**



El fin de este procedimiento era obtener las alícuotas para calcular los Índice de acides y saponificación de los restos de manteca existentes en cada lavado con cada detergente.

### 3 Reposo

A las placas que no se le realice el enjuague por arrastre se las dejó expuesta por tres horas al medio ambiente.

El tiempo de exposición se ajusta a la teoría de reproducción de las bacterias que dicta que una bacteria necesita un tiempo para estacionarse en el medio y después de realizar las correcciones y reparaciones de su estructura, comienza la replicación binaria.

La finalidad de este paso es exponer a las placas a la acción del medio ambiente y que se puedan depositar las bacterias que puedan estar presentes, con el fin de que se multipliquen en la materia orgánica presente que no haya sido arrastrada por el lavado.

### 4 Hisopado y siembra

Para poder estudiar los microorganismos en el laboratorio se crean condiciones ambientales adecuadas y se usan medios de cultivo para aproximarse “in vitro” al ambiente ecológico donde crecen naturalmente.

Los medios de cultivos se pueden identificar según su consistencia en:

A Líquidos (caldos)

B Semisólidos (con 0,2 a 0,3 % de agar)

C Sólidos (con 1,5 a 2,0 % de agar)

También si son sintéticos o no sintéticos, en este caso en los sintéticos se conoce la composición química de los mismos, mientras que en los no sintéticos la mezcla es tan compleja en productos orgánicos como el caso del caldo cerebro-corazón.

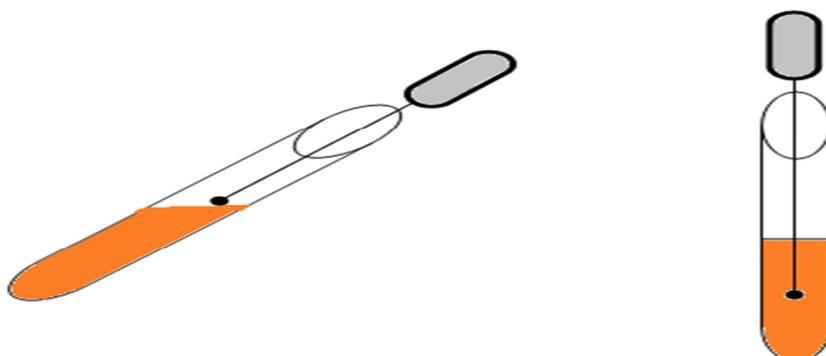
Y por último según su utilidad: Basales; Enriquecidos; Especiales; Selectivos; Diferenciales y de Identificación. Para este caso vemos que existen medios generales para dar oportunidad al crecimiento de todos los microorganismos presentes en la muestra que en pasos posteriores se van enriqueciendo, para poder aislarlo e identificar la sepa buscada.

Cuando hablamos de siembra nos referimos a colocar una cantidad determinada de la muestra a analizar en el medio de cultivo adecuado para que el microorganismo pueda crecer.

La siembra siempre debe realizarse en condiciones asépticas, la que se logra trabajando en una campana de flujo laminar o al lado de uno o varios mecheros.

La siembra se puede realizar en tubos de ensayo, ya sea en la superficie o en profundidad como se observa en los dibujos.

**Ilustración 6**

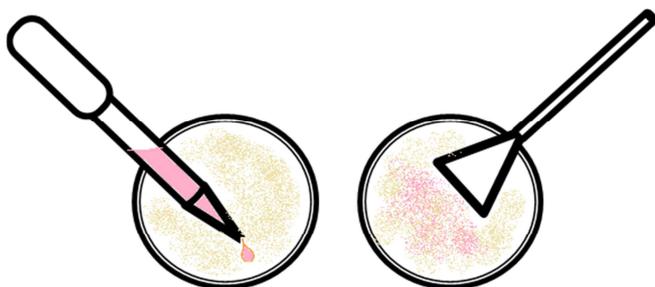


O en placas, que es la técnica que se utilizo en este trabajo.

La técnica por predominio es la denominada en superficie y se puede hacer en dos formas, a saber:

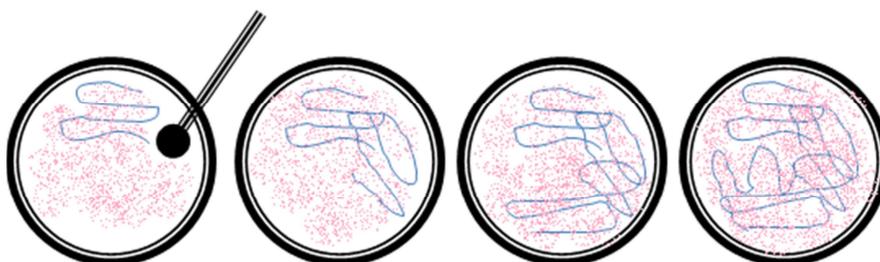
I – **Siembra por diseminación:** Se siembra sobre la superficie del agar una cantidad de muestra medida con la pipeta. Luego se la distribuye sobre toda la superficie con la espátula Drigalsky; en caso de no disponer de dicha espátula se mueve la placa en forma de ocho para lograr una distribución uniforme de la muestra en todo el agar.

Ilustración 7



II – **Siembra por agotamiento o extinción:** En este caso no nos interesa la cantidad de inculo sembrado sino poder obtener colonias aisladas, por ello es que “se estria por agotamiento”, esto significa que se va desparramando lo más posible la gota de inculo sembrada bajar la densidad microbiana.

Ilustración 8



Con hisopos contenidos en tubos de ensayo que contenían una solución isotónica se procedió al hisopado de las placas, los hisopos se depositaron en la solución isotónica y de esta solución se tomo 1 ml de muestras con pipeta Pasteur y se agrego a un tubo de ensayo con 10 ml de solución isotónica, de esta última se tomó un ml y se lo adiciono a otro tubo con 10 ml de solución isotónica; el fin de este proceso fue lograr obtener tres diluciones a saber  $10^{-1}$  ;  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ .

Como contraste se realizara un ensayo en blanco en el que se expuso a las condiciones anteriores a una placa que fue esterilizada en horno a  $180^{\circ}\text{C}$  por 30 minutos.

La técnica utilizada para las tres siembras de cada lavado de cada detergente más el blanco fue la de dispersión.

La lectura de las placas se realizó de la siguiente manera.

Se tomaron las tres diluciones y se dividió la placa en cuatro zonas y se contó directamente las colonias existentes, se multiplico por cuatro para tener el valor de cada placa y se promedió los valores obtenidos de cada placa, a continuación se aplicó la siguiente fórmula para obtener las UFC (Unidad Formadora de Colonias)

$$N = n \times f = \text{UFC/g o ml}$$

Donde:

N: N° de microorganismos por g o ml

n: promedio de unidades contadas por campos

f: factor de dilución de la muestra sembrada.

## RESULTADOS

Preparación de las placas de acero inoxidable con un gramo de manteca de primera calidad y exposición al medio ambiente

Fotos 6



Fotos 7



Preparación del equipo y pesada de los componentes para la preparación del detergente.

**Fotos 8**



**Fotos 9**



Una vez formulado el detergente se procedió a armar el equipo de lavado y para la solución de lavado se respetó un promedio de cantidad de detergente según lo indicado por ambos detergentes testigos que es igual al 3%.

Por lo que para lograr una solución de lavado de un total de 5000 ml se le agrego 150 ml de detergente.

Esta cantidad es la misma para los tres detergentes y de esta manera se ponen en la misma situación, además de acotar una variable, ya que el baño de lavado cuenta con la misma cantidad detergente.

### **Proceso de lavado**

A continuación se exponen las imágenes que testimonian los procesos de lavado experimentales para cada detergente.

En las mismas se observa el comportamiento de cada producto en el proceso de lavado.

Lavado con alcalino clorado de mercado, se omite nombrar la marca a pedido del proveedor que solicito se mantenga en el anonimato le nombre del producto y de la empresa, para salvaguardar la misma

#### **Fotos 10**



Fotos 11



Proceso de lavado con detergente lavavajillas de mercado marca Cif Active Gel baja espuma naranja

Fotos 12



Fotos 13



Lavado con la mezclas deterativa elaborada para esta tesina

Fotos 14



Fotos 15



Licenciado en Bromatología Mario Daniel D'Paul

A primera vista se puede observar que en los procesos de los detergentes testigos existe un proceso de formación de espuma, echo que no se verifica en el proceso de lavado del detergente de formulación de esta tesina.

Presentación de resultados de los de lavado de los tres detergentes, ordenados de la siguiente manera:

Detergente (A): Detergente alcalino clorado industrial

Detergente (B): Detergente lavavajillas marca Cif Active Gel baja espuma naranja

Detergente (C): Detergente elaborado para esta tesina

#### Fotos 16



En este punto del trabajo se debería proceder a realizar el arrastre con agua caliente como se indica en el punto 3 de los pasos para el ensayo de detergencia, pero al ser tan evidentes los resultados a simple vista, es decir, en un análisis cualitativo de los

resultado se observa que el detergente de formulación no realizó ningún tipo de arrastre de la materia grasa de la placa de acero.

Para lo cual se procedió a realizar un nuevo lavado con el doble de concentración de detergente de formulación para ver si el resultado variaba, por tener más concentración del detergente en la solución de lavado.

Como puede verse en la imagen solo mejoro un poco más, pero los resultado siguen lejos de los resultados alcanzados por los detergentes testigos.

**Fotos 17**



**Fotos 18**



Por este motivo se desestimó realizar los Índices de Acides y Saponificación, ya que según los objetivos presentados si la diferencia cualitativa es lo suficientemente evidente no se prosigue con los otros ensayos y se procede a realizar las explicaciones pertinentes en el apartados de discusión y conclusiones.

### **Proceso de siembra**

Preparación de las placas con agar Columbia sangre

**Fotos 19**



Como se indicó en el apartado de siembra se procedió a hisopar una de las placas que fue esterilizada y en la imagen se ven los resultados

**Fotos 20**



A continuación se observa las imágenes del resultado de los cultivos correspondientes a los tres detergentes ordenados de mayor a menor en grado de disolución de izquierda a derecha, siendo  $10^{-1}$ ;  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ .

Detergente (A)

Fotos 21



Tabla 8

CALCULO DE UFC PLACA $10^{-1}$	CALCULO DE UFC PLACA $10^{-2}$	CALCULO DE UFC PLACA $10^{-3}$
$N = n \times f = \text{UFC} \times \text{mg}$	$N = n \times f = \text{UFC} \times \text{mg}$	$N = n \times f = \text{UFC} \times \text{mg}$
$N = 153 \times 10^{-1} = 15,3$	$N = 48 \times 10^{-2} = 0,48$	$N = 26 \times 10^{-3} = 0,026$
TOTAL DE UFC DE DETERGENTE "A"		
$15,3 + 0,48 + 0,026 = 15,806 \approx 16 \text{ UFC}$		

Detergente (B)

Fotos 22



Tabla 9

CALCULO DE UFC PLACA $10^{-1}$	CALCULO DE UFC PLACA $10^{-2}$	CALCULO DE UFC PLACA $10^{-3}$
$N = n \times f = \text{UFC} \times \text{mg}$	$N = n \times f = \text{UFC} \times \text{mg}$	$N = n \times f = \text{UFC} \times \text{mg}$
$N = 65 \times 10^{-1} = 6,5$	$N = 39 \times 10^{-2} = 0,39$	$N = 20 \times 10^{-3} = 0,020$
TOTAL DE UFC DE DETERGENTE "A"		
$6,5 + 0,39 + 0,020 = 6,91 \approx 7 \text{ UFC}$		

Detergente (C)

Fotos 23

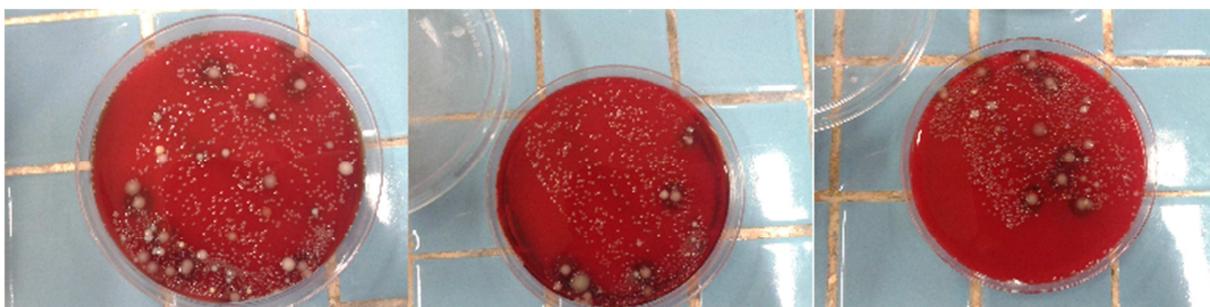
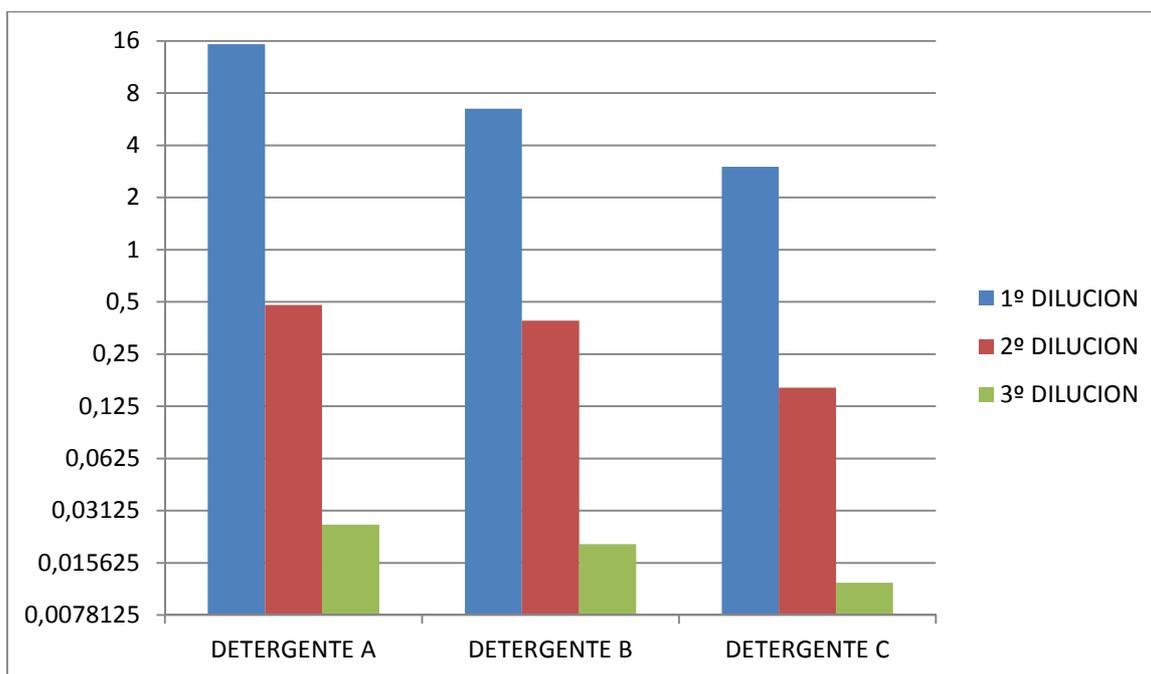


Tabla 10

CALCULO DE UFC PLACA $10^{-1}$	CALCULO DE UFC PLACA $10^{-2}$	CALCULO DE UFC PLACA $10^{-3}$
$N = n \times f = \text{UFC} \times \text{mg}$	$N = n \times f = \text{UFC} \times \text{mg}$	$N = n \times f = \text{UFC} \times \text{mg}$
$N = 30 \times 10^{-1} = 3$	$N = 16 \times 10^{-2} = 0,16$	$N = 12 \times 10^{-3} = 0,012$
TOTAL DE UFC DE DETERGENTE "A"		
$3 + 0,16 + 0,012 = 3,172 \approx 3 \text{ UFC}$		

A continuación se representa en forma gráfica los resultados de la siembras en sus tres grados de disolución.

Ilustración 9



## DISCUSIÓN

Como se puede observar a simple vista tanto del detergente A como el B presenta una buena eficiencia de lavado y como no sucede lo mismo con el detergente C; es que se decidió desestimar realizar los análisis de Índice de Acidez e Índice de Saponificación, ya que como se plantea en el primer objetivo donde se anuncia un análisis cualitativo de los resultados de lavado para comprobar si en primera instancia los resultados son similares, continuar con los ensayos cuantitativos. Pero como se observó, es claro que el detergente formulado en esta tesina no es eficiente en el lavado y no tiene parámetro de comparación con los detergentes de referencia, contra los que se deseó comparar, es por esto que se tomó la determinación antes mencionada de concluir en este punto con la tesina y no continuar los ensayos cuantitativos.

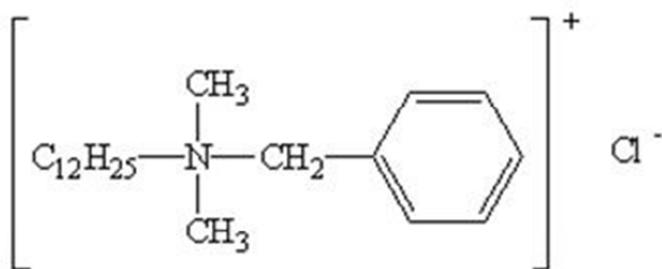
Si bien se culminó la parte práctica se decidió realizar una revisión de la bibliografía para hallar posibles indicios que pudieran poner luz y esclarecer él porque esta mezcla no fue eficiente al momento de lavar, como se planteara en el marco teórico y como se observó en la bibliografía investigo y de la cual se destacó las características principales de cada uno de los componentes.

Por esta razón a continuación se presenta el principal resultado hallado por el cual se estima que no resulto ser una mezcla perfecta por la posible interacción de los componentes.

Estudiando las diversas teorías del porque la mezcla no a lavado como se esperaba se procedió a analizar una posible interacción entre los distintos compuestos elegidos para esta mezcla deterativa.

En este punto se investigó nuevamente en la bibliografía recolectada y en nueva bibliografía hallada se descubrió que los grupos etoxi del TWEEN 20® presenta una reactividad importante frente a compuestos que contengan grupos bencénicos en su composición.

**Ecuación 7**



Fórmula de cloruro de benzalconio

Como se observa en la figura anterior el cloruro de Benzalconio no solo que posee un anillo aromático sino que también el mismo está activo.

Por estos se puede concluir que además de la característica principal del Polioxietileno sorbitan monolaureato de poseer un alto grado de solubilidad, característica por la cual se teme que al llevar al detergente a concentración de lavado el mismo se diluye tanto que pierde sus características surfactantes.

El TWEEN 20® en este estado de disolución, se presume que se puede favorecer la reacción con el bactericida de los grupos etoxi.

Por otra parte se puede observar en el proceso de siembras de placa que el más eficiente de los tres detergentes para evitar el crecimiento posterior de bacterias en la superficie tratada por los mismos, es el formulado en esta tesina.

Si bien de los tres proceso de lavado, el correspondiente al detergente de formulación de esta tesina fue el que más cantidad de materia orgánica presento expuesta para el posible crecimiento de bacterias de Staphylococcus Aureus, ya que

como se mencionara anteriormente se manipulo la manteca manualmente con la intención de adicionar esta bacteria percé de la piel.

Esto es atribuido principalmente a la presencia en la formulación del desinfectante y bactericida Cloruro de Benzalconio que no permitió que las bacterias presentes pudieran replicarse.

## CONCLUSIONES

Si bien el principal objetivo que se buscó al iniciar esta tesina era lograr formular un detergente no iónico para la industria alimenticia y por razones que ya se explicaron en el apartado anterior no se logró. Por qué el detergente formulado en esta tesina no logro lavar como se esperaba que teóricamente rindiera.

Al margen de este echo que puede ser visto como un gran fracaso, bastante lejos de esa suposición esta de serlo, ya que los grandes logros alcanzados por la humanidad se apoyaron en los más grandes y rotundos fracasos.

¿Que marcó la diferencia de que esos logros no quedaran en fracasos? El hecho de que se continuo buscando y experimentado y sobre todo aprendiendo de los errores cometidos, además de la búsqueda de una respuesta.

Por lo que considero que esta tesina ha abierto un espacio de discusión, donde poder evaluar otros surfactantes no iónicos o mezcla de ellos, con el fin de poder formular una mezcla detergiva no iónica que sea eficiente en el proceso de lavado y que a su vez también se presente como opción de mercado para limpieza de los sectores productivos de la industria alimenticia.

Todo esto manteniendo el principal de los objetivos que se planteó al principio de este trabajo y que es buscar una opción más segura en la manipulación de los productos de limpieza por operarios de plantas de producción alimentaria.

Entonces como conclusión final de este trabajo, es deseo de este tasita dejar un espacio abierto para la discusión e investigación futuras.

## BIBLIOGRAFÍA

- Amaya, J.; Arcángelo, M.; et. al. 2004. Detergentes y su eficiencia real en el lavado manual de vajilla. 5° Jornada de desarrollo e innovación. INTI p 1
- Carlos Vázquez Salas. 2009. La elaboración de jabón como método de trabajar la coeducación en los centros escolares ISSN 1988-6047. DEP. LEGAL: GR 2922/2007
- Carrion, J.F. (1989). Tensioactivos y sus Aplicaciones (Curso). Modulo II. Aplicaciones Industriales de los Tensioactivos. Volumen I. Detergencia, Capitulo 4, p. 4.1 – 4.21. Departamento de Tecnología Química/Instituto de Tecnología Química y Textil, C.S.I.C., Barcelona.
- Cutler, W.G., Kissa, E. (ed.) 1987. Detergency: Theory and Technology, Surfactant Science Series, vol. 20, Marcel Dekker Inc., 550 p.
- Daniel C. Harris. 2001. Analisis quimico cuantitativo. 2ª edicion. ISBN 84-291-7222-X 300-307 p.
- Dorado, A.P. 1996. Detergentes. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Lerko Print, S. A. 208 p
- Fernandez A.; Salager J.; Scorzza C.. 2004. Surfactantes Noiónicos. Universidad de los Andes, Merida-Venezuela Cuaderno FIRP S303-PP. 22 p.
- Griffin, W.C. 1949. Classification of surface active agents by HLB. Journal Soc. Cosmetic Chemists, vol. 1, p.311.
- Herrera, C.G. 1996. Detergencia. Sus principales mecanismos. Revista Grasas y Aceites, vol, 47, no. 6, p. 419 - 435.

- Kabin, J.A.; Tolstedt, S. L.; Sáez, A.E.; Grant, C.S.; Carbonell, R.G. 1998. Removal of Organic Films from Rotating Disk Using Aqueous Solutions of Nonionic Surfactants: Effect os Surfactant Molecular Structure. Journal of Colloid and Interface Science, vol. 206, p.102 - 111.
- Kling 1949. Kolloid Z, vol. 155, p. 37.
- Kolev, V.L. (2003). Spontaneous detachment of oil drops from solid substrates: governing factors. Journal of Colloid and Interface Science, vol. 257, 357 - 363 p.
- Manolya D.; Niklaus H.; et. al. 2009. Effects of Detergents on the West Nile virus Protease Activity Bioorg Med Chem. ; 17(9): 3278 PMC.
- Maria del Carmen Castilla Álvarez; Et Al. 2006. ATS/DUE Del servicio gallego de salud temario especifico volumen 1. ISBN 84-665-5120-4 216 p.
- Leda Abud. El libro de jabones. ISBN 950-24-1048-3, 4-5 p
- Llamas JM. 2008. Detergentes. ANTAD.  
[www.antad.org.mx/articulos/detergentes.pdf](http://www.antad.org.mx/articulos/detergentes.pdf). 21/05/11, 3-5 p.
- Llopis, A.;1987. Problemática de la presencia de detergentes en las aguas de consumo de la provincia de Valencia. Ars Pharmaceutica. Tomo XXVIII.
- Raul Dario Cabal . Químico Universidad del Valle.  
[ww.deva1.com/fichas\\_tecnicas/benzalconio.doc](http://ww.deva1.com/fichas_tecnicas/benzalconio.doc) 28/02/2015 1-2 p.
- Salager, J.L. 1999. Formulación, Composición y Fabricación de Emulsiones para Obtener las Propiedades Deseadas. Estado del Arte. Parte A. Cuaderno FIRP S747A. Universidad de los Andes, Mérida (Venezuela). 18 p.
- Schwuger, M.J. 1987. Detergents, En: Ullmann´s Encyclopedia of Industrial Chemistry. VCH, 5a. Ed., vol. A8, Cap. 2, p. 323 - 338.

- Vaz D.; et. al. 2004. Formulaciones Detergentes Biodegradables: Ensayos de Lavado. Universidad de Granada, Facultad de Ciencias, Departamento de Ingeniería Química. ISBN: 84-338-3743-52014. “Jabón artesanal de aceite de oliva”. <http://www.sabor-artesano.com/jabon-artesano-aceite.htm> 06/05/2014
- Wildebrett, G. 1990. Reinigung und Desinfektion lebensmittelberthrender Oberfläcgen Erfordernisse und Risiken, Bayer. Landwirtsch. Jahrbuch 67, Sonderheft 2, p. 159 -170.
- Woollatt, E. 1985. The manufacture of soaps, other detergents and glycerine. John Wiley & Sons, 473 p.
- Van Wazer; Jhon R. 1958. Phosphorus and its compounds. New York: Interscience Publishers. 601-665 p
- 2009. “Efectos De Los Detergentes En Organismos Acuáticos”. <http://www.buenastareas.com/ensayos/Efectos-De-Los-Detergentes-En-Organismos/41928.html>. 21/05/11
- 2014. “Jabón artesanal de aceite de oliva”. <http://www.sabor-artesano.com/jabon-artesano-aceite.htm> 06/05/2014
- 2008 Sección III Etiopatogenia microbiológica  
<http://www.higiene.edu.uy/cefa/2008/Staphylococcus.pdf> pag 258
- 2015 FICHAS TECNICAS TALLER  
[http://www.digemid.minsa.gob.pe/UpLoad%5CUpLoaded%5CPDF/EURacMed/TrabSalud%5CReuTec/RTM\\_Marzo\\_2009/8\\_FICHAS\\_TECNICAS\\_TALLER.pdf](http://www.digemid.minsa.gob.pe/UpLoad%5CUpLoaded%5CPDF/EURacMed/TrabSalud%5CReuTec/RTM_Marzo_2009/8_FICHAS_TECNICAS_TALLER.pdf) pag 11