

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



TESIS

**“ELABORACIÓN DE UN DETERGENTE ENZIMÁTICO PARA
LA REMOCIÓN DE FOULING EN LAS MALLAS DE LAS
PISCIGRANJAS DE LA LAGUNA DE CHACACANCHA”**

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTADO POR

**CESPEDES CAYO RAFAEL LUIS
CHAMORRO BULEJE, BRAYAN DANTE
ORÉ TORIBIO TANIA**

ASESOR

ING° JUAN TAUMATURGO MEDINA COLLANA

CALLAO – MARZO – 2019

PERÚ

PRÓLOGO DEL JURADO

La presente Tesis fue Sustentada por la señorita Bachiller **ORÉ TORIBIO TANIA**, señor Bachiller **CHAMORRO BULEJE BRAYAN DANTE** y señor Bachiller **CESPEDES CAYO RAFAEL LUIS** ante el **JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS** conformado por los siguientes Profesores Ordinarios :

ING° JULIO CÉSAR CALDERÓN CRUZ	PRESIDENTE
ING° MARÍA ESTELA TOLEDO PALOMINO	SECRETARIA
ING° CARMEN GILDA AVELINO CARHUARICRA	VOCAL
ING° JUAN TAUMATURGO MEDINA COLLANA	ASESOR

Tal como está asentado en el Libro de Actas N° 2 de Tesis sin Ciclo de Tesis Folio N° 123 y Acta N° 306 de fecha **VEINTISIETE DE DICIEMBRE DE 2018**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico en la Modalidad de Titulación de Tesis sin Ciclo de Tesis, de conformidad establecido por el Reglamento de Grados y Títulos aprobado por Resolución N° 135–2017–CU de fecha 22 de junio de 2017 y modificado por Resolución N° 631–2017–R de fecha 24 de julio de 2017

DEDICATORIA

A Dios, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio

A mis padres Víctor Julio y Laura Olga por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en mi educación, tanto académica, como de la vida y por su incondicional apoyo.

A mis hermanos Jhony, Clarisa, Ovidio, Pilar, Laura y Víctor por el ejemplo de perseverancia y por guiarme en el camino de la superación

Tania Oré Toribio

A mis padres Dante Chamorro y Gladys Buleje por estar ahí en todo momento, por su apoyo absoluto e incondicional en todas mis metas.

A mis hermanos Giancarlo, Cristina, Claudia y Maximiliano por compartirme sus libros y apuntes para iniciar esta carrera.

A mi tía Sonia por su apoyo y su valioso consejo que me permitido tomar este glorioso rumbo.

Brayan Chamorro Buleje

A mis padres Ricardo Rafael Cespedes Villanueva y Angélica Alejandra Cayo Mollehuanca por brindarme su apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida, y por enseñarme que todo se logra con esfuerzo y perseverancia.

A mis hermanos Ricardo Aldair y Kevin Fabian por todos los momentos gratos compartidos.

A mis abuelos por su constante apoyo incondicional, a mis primos por el aliento de perseverancia y a todas las personas que colaboraron en mi educación.

Al amor de vida Tania que siempre estuvo en los malos y buenos momentos de esta etapa universitaria, superando cada obstáculo que se nos presentaba día a día.

Rafael Cespedes Cayo

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradecer a todos los integrantes que conforman nuestra alma mater la Universidad Nacional del Callao del cual estamos muy orgullosos de ser egresados de la Facultad de Ingeniería Química.

Agradecimiento especial a nuestro asesor y maestro Dr. Juan Medina Collana quien tuvo el gran trabajo de orientarnos en este prodigioso mundo de la investigación, a los integrantes del proyecto de investigación Ing° Leonardo Carlos Pereyra, Ing° Elizabeth Puerta, Ing° Zoila Díaz quienes estuvieron en el desarrollo de todo el proceso de investigación y que colaboraron con sus aportes.

Nuestro agradecimiento también va dirigido al Gerente General de la Empresa Gold Systems & Service S.A.C. el Ing° Pablo Ventura Gomez por habernos dado la oportunidad de ser parte del “Proyecto PIMEN –12–P–088–012–16 Desarrollo de un producto removedor de acción enzimática sobre el fouling en las mallas de las jaulas de cría de truchas” financiado por la CONCYTEC – INNÓVATE PERÚ”

ÍNDICE

	Pag.
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
1.1 Identificación del problema	8
1.2 Formulación del problema de investigación	8
1.2.1 Formulación general	8
1.2.2 Formulación específica	8
1.3 OBJETIVOS	8
1.3.1 Objetivo general	8
1.3.2 Objetivos específicos	8
1.4 Justificación	9
II. MARCO TEÓRICO	10
2.1 Antecedentes del estudio	10
2.2 Base teórica	12
2.2.1 Detergente	12
2.2.2 Detergente enzimático	20
2.2.3 Detergencia	21
2.2.4 Fouling	23
2.2.5 Malla	26
2.3 Definición de términos	27
III. VARIABLES E HIPÓTESIS	29
3.1 Variables de la investigación	29
3.1.1 Variables independientes	29
3.1.2 Variables dependientes	29
3.2 Operacionalización de variables	29
3.3 Hipótesis	39
3.3.1 Hipótesis general	39
3.3.2 Hipótesis específica	39

IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	40
4.1 Tipo de investigación	40
4.2 Diseño de la investigación	40
4.3 Población y muestra	40
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	42
4.4.1 Materiales y equipos	42
4.4.2 Metodológica	47
4.5 Procedimientos de recolección de datos	50
4.6 Análisis y procesamiento de datos	66
V. RESULTADOS	73
VI. DISCUSION DE RESULTADOS	78
6.1 Contrastación de hipótesis con los resultados:	78
6.2 Contrastación de resultados con otros estudios similares	79
VII. CONCLUSIONES	80
VIII. RECOMENDACIONES	81
IX. REFERENCIAS	82

FIGURAS

FIGURA 2.1	COMPONENTES DE LOS DETERGENTES	16
FIGURA 2.2	TIPOS DE SURFACTANTE	18
FIGURA 2.3	PROCESO RESUMIDO DEL TERMINO DE DETERGENCIA	28
FIGURA 2.4	PARTES DE LAS MALLAS EN LA PISCIGRANJA	35
FIGURA 4.1	MEZCLADOR	43
FIGURA 4.2	BALANZA ANALITICA	43
FIGURA 4.3	VISCOSIMETRO ROTACIONAL ST-2001-R	44
FIGURA 4.4	EQUIPO DE JAR TEST	44
FIGURA 4.5	PHMETRO	45
FIGURA 4.6	APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA DE DISEÑO DE PRODUCTOS QUIMICOS	49
FIGURA 4.7	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE PRODUCCION DE DETERGENTES	50
FIGURA 4.8	MEZCLADO DE TENSOACTIVADO Y GLICERINA	58
FIGURA 4.9	SECCIONADO DE MALLAS CON FOULING	64
FIGURA 4.10	MALLAS ANTES DEL LAVADO	64
FIGURA 4.11	PROCESO DE LAVADO	65
FIGURA 4.12	MALLAS LAVADAS	65
FIGURA 4.13	ASCENSO CAPILAR	69
FIGURA 4.14	BIOREACTOR PARA EL ANALISIS DE BIODEGRADABILIDAD	70

TABLAS

TABLA 2.1	RELACION DE LOS VALORE HBL DE LOS SURFACTANTES CON SU APLICACION	17
TABLA 2.2	TENSOACTIVOS MAS UTILIZADOS	21
TABLA 3.1	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	38
TABLA 4.1	FORMULACION DE DETERGENTE 1	59
TABLA 4.2	FORMULACION DE DETERGENTE 2	60
TABLA 4.3	FORMULACION DE DETERGENTE 3	60
TABLA 4.4	FORMULACION DE DETERGENTE 4	61
TABLA 4.5	FORMULACION DE DETERGENTE 5	61
TABLA 4.6	FORMULACION DE DETERGENTE 6	62
TABLA 4.7	FORMULACION DE DETERGENTE 7	62
TABLA 4.8	FORMULACION DE DETERGENTE 8	63
TABLA 4.9	FORMULACION DE DETERGENTE 9	63
TABLA 4.10	NIVELES DE VARIABLES	71
TABLA 4.11	METODO TAGUCHI: ARREGLO ORTOGONAL L9	72
TABLA 4.12	ARREGLO ORTOGONAL DEL METODO TAGUCHI	73
TABLA 4.13	ANALISIS DE VARIANZA DE LOS FACTORES SOBRE LA REMOCION	77
TABLA 4.14	ANALISIS DE VARIANZA DE LOS FACTORES SOBRE LA SEÑAL S/R	78
TABLA 5.1	ANALISIS QUIMICO DE FOULING	79
TABLA 5.2	PORCENTAJE DE REMOCION	80
TABLA 5.3	ESTUDIO DE LA BIODEGRADABILIDAD	83

GRÁFICOS

GRAFICA 2.1	EFFECTO DE LA CONCENTRACION DE TENSOACTIVOS SOBRE LAS PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DE LAS DISOLUCIONES ACUOSAS	30
GRAFICA 4.1	ACTIVIDAD ENZIMATICA VS TEMPERATURA	46
GRAFICA 4.2	ACTIVIDAD ENZIMATICA VS PH	46
GRAFICA 4.3	EFFECTOS DE LOS FACTORES SOBRE LA MEDIA	75
GRAFICA 4.4	EFFECTO DE LOS FACTORES SOBRE LA SEÑAL S/R	75
GRAFICA 4.4	INTERACCION ENTRE LOS FACTORES	76
GRAFICA 5.1	REMOCION VS TIPO DE DETERGENTE	81
GRAFICA 5.2	EVALUACION DE LA DENSIDAD POR CADA FORMULACION	81
GRAFICA 5.3	EVALUACION DE LA VISCOSIDAD POR CADA FORMULACION	82
GRAFICA 5.4	EVALUACION DE LA PH POR CADA FORMULACION	82
GRAFICA 5.5	EVALUACION DE LA TENSION SUPERFICIAL POR CADA FORMULACION	83

RESUMEN

Este trabajo de investigación está orientado a la elaboración de un detergente enzimático que ayude en la remoción del fouling en las mallas de las piscigranjas de la Laguna de Chacacancha la cual está ubicada en la Región de Pasco, para eso se contó con el apoyo de la Piscigranja Monte Azul para la toma de muestras.

Para la elaboración del detergente enzimático se realizó un análisis químico al fouling el cual sirvió para la elección de las enzimas, en el cual se obtuvo proteínas, grasas, fibras y carbohidratos principalmente con valores de 0,35%, 2,75%, 0,84%, 2,11% respectivamente. Se seleccionaron tensoactivos que sean comerciales, económicos y biodegradables, los demás componentes (auxiliares) glicerina, trietanolamina, carbonato de sodio, propilenglicol, agua, cloruro de calcio fueron elegidos por las mismas razones que la del tensoactivo.

La remoción del fouling se realizó en un equipo de Jar Test el cual sirvió para realizar un sistema de agitación constante de lavado, en este equipo se mantuvo constante las revoluciones las cuales sirvieron de ayuda para la fricción entre la suciedad y la solución lavadora con detergente. Se realizaron pruebas con 9 tipos de detergente según el diseño experimental de Taguchi, en la cual se midió el grado de remoción con cada detergente y se realizó el estudio estadístico resultando que la variable más influyente en la remoción del fouling y por ende en la elección del detergente enzimático fue el porcentaje de tensoactivo, en donde también se observó que presentaba interacciones con las demás variables: grado de agitación, porcentaje de enzima.

Después del análisis estadístico, se obtuvo los factores con sus respectivos niveles óptimos de tensoactivo 20%, enzima 2% y 92 Rpm en el mezclador, con estos valores óptimos se elabora el detergente enzimático para la remoción del fouling; posteriormente se analizó la biodegradabilidad y estabilidad en el tiempo, en el cual se midió la relación de DBO/DQO al efluente residual después del lavado donde se obtuvo un valor igual a 0,42 concluyendo que es biodegradable y que sus parámetros fisicoquímicos se mantienen constantes en el tiempo.

ABSTRACT

This research work is aimed at the development of an enzymatic detergent that helps in the removal of fouling in the meshes of the fish farms of the Laguna de Chacacancha which is located in the Pasco Region, it was supported by the Piscigranja Monte Azul for the taking of respective samples.

For the elaboration of the enzymatic detergent a chemical analysis was carried out to the fouling which served for the election of the enzymes, in which proteins, fats, fibers and carbohydrates were obtained mainly with values of 0,35%, 2,75%, 0,84%, 2,11% respectively. Surfactants that are commercial, economical and biodegradable were selected, the other components (auxiliary) glycerin, triethanolamine, sodium carbonate, propylene glycol, water, calcium chloride were chosen for the same reasons as the surfactant.

The removal of the fouling was carried out in a Jar Test equipment which was used to perform a constant agitation washing system, in this equipment the revolutions were maintained constant which helped to friction between the dirt and the washing solution with detergent . Tests were carried out with 9 types of detergent according to the experimental design of Taguchi, in which the degree of removal was measured with each detergent and the statistical study was carried out, resulting in the most influential variable in the removal of the fouling and therefore in the election of the enzymatic detergent was the % of surfactant, where it was also observed that it presented interactions with the other variables: degree of agitation, % of enzyme.

After the statistical analysis, the factors were obtained with their respective optimal levels of surfactant 20%, enzyme 2% and 92 Rpm in the mixer, with these optimum values the enzymatic detergent for the removal of the fouling is elaborated; Subsequently, the biodegradability and stability in time was analyzed, in which the BOD/COD ratio was measured to the residual effluent after washing, where a value equal to 0,42 was obtained, concluding that it is biodegradable and that its physicochemical parameters remain constant in time.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Identificación del problema

En la actualidad a nivel mundial no existe ningún detergente que tenga como finalidad la remoción de fouling en las mallas de las piscigranjas (INDECOPI, 2018), por ende para seleccionar los reactivos e insumos utilizados en las formulaciones de los detergentes se realizó un estudio exhaustivo y minucioso de las formulaciones en general de los detergentes comerciales existentes hasta la actualidad, para ello se debe tener conocimiento sobre la composición química del fouling impregnadas en las mallas de las piscigranjas de la Laguna de Chacacancha porque esta sirvió para la elección de la enzima a utilizar.

En la formulación de los detergentes se debe tener en consideración las variables más influyentes en el proceso de formulación las cuales determinaran la eficiencia de remoción del fouling de la mallas de las piscigranjas de la Laguna de Chacacancha

1.2 Formulación del problema de investigación

1.2.1 Formulación general

¿Cómo elaborar un detergente enzimático para la remoción del fouling de las mallas de las piscigranjas de la laguna de Chacacancha?

1.2.2 Formulación específica

- 1) ¿Cuál es la composición química del fouling en las mallas de las piscigranjas en la Laguna de Chacacancha?
- 2) ¿Cuáles son las variables que influyen en la elaboración del detergente enzimático?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Elaborar un detergente enzimático para la remoción del fouling de las mallas de las piscigranjas de la laguna de Chacacancha.

1.3.2 Objetivos específicos

- 1) Determinar la composición química del fouling en las mallas de las piscigranjas en la Laguna de Chacacancha.

- 2) Determinar las variables que influyen en la elaboración del detergente enzimático.

1.4 Justificación

Una de las actividades que en los últimos años ha estado creciendo considerablemente en el país es la actividad acuícola la cual se desarrolla a lo largo de todo el territorio nacional, con mayor énfasis en algunas zonas específicas.

En los últimos 10 años la producción nacional de truchas en Perú aumentó 678% al pasar de 6 997 toneladas en el 2007 a 54 424 toneladas en el 2017, según estadísticas de la Oficina de Estudios Económicos del Ministerio de la Producción. En el 2017, Puno alcanzó a producir 44 845 toneladas (83% de la producción nacional), seguida por Huancavelica con 3 454 toneladas (6%) y Junín con 2 688 toneladas (5%) Otras regiones donde también hay producción de truchas, pero en menor escala, son Cusco y Ayacucho. Este proyecto innovador el cual tiene como finalidad solucionar un problema real y latente como es la remoción del fouling de la mallas de las piscigranjas de las Lagunas de Cerro de Pasco de una manera más amigable con el medio ambiente.

Actualmente la empresa cuenta con dos formas de lavado de la mallas, estas técnicas no son las apropiadas ni son rentables porque deterioran rápido al material de las mallas y porque contaminan indirectamente dichas Lagunas y de esta manera afectan el ecosistema de las especies que habitan en esta. La elaboración de un detergente enzimático para el lavado de las mallas de las piscigranjas es un producto nuevo por el cual no tiene competencia en el mercado nacional ni internacional y por los últimos datos de PRODUCE el criadero de trucha va en aumento a nivel nacional por ende se estima que este detergente enzimático tendría gran demanda.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

A continuación se presenta los antecedentes de estudio que guardan relación de manera directa con el objeto de estudio de esta investigación

García y Montoya, (2017) realizaron la investigación : Evaluación de la Incorporación de Enzimas Proteasas en un Detergente Líquido para la Remoción de Manchas de Sangre, Aplicando la Metodología de Diseño de Productos Químicos en la Fundación Universidad de América – Programa de Ingeniería química Bogotá D.C.

En esta tesis se evaluó la incorporación de enzimas en la formulación de un detergente líquido para la remoción de manchas de sangre en fibras textiles de algodón-poliéster aplicando la metodología de diseño de productos químicos. Para tal efecto, se realizó una pre – experimentación donde se prepararon formulaciones de detergentes, variando tres clases de tensoactivos aniónicos y cinco clases de tensoactivos no iónicos. A cada producto obtenido del primer grupo de tensoactivos aniónicos, se le incorporó dos (2) tipos de enzimas proteasas; una enzima tipo neutra-alcalina y con pH en el rango de 7 a 8, otra enzima de tipo alcalina con rango de pH de 9 a 11; al grupo de los tensoactivos no iónicos se le incorporó únicamente la enzima neutra – alcalina, pues presentó el porcentaje de remoción más alto de la mancha en las muestras, además de presentar mejores resultados visuales, se concluyó que la formulación preparada con los tensoactivos SA – 10, SA – 20 y enzima neutra, se obtuvo los mejores resultados en remoción de manchas de sangre en las muestras evaluadas, llevando a cabo una comparación con detergentes de uso doméstico y hospitalario.

Martínez (2005), realizó la investigación Utilización de α – Amilasas en la Formulación de Detergentes Industriales en la Universidad de Granada – Departamento de Ingeniería Química.

En esta tesis doctoral se caracteriza al sustrato el cual es el origen de la suciedad que se pretende eliminar, el almidón. La enzima que se investigó para su aplicación en nuevas formulaciones es una α -amilasa comercial de origen bacteriano (*bacillus licheniformis*) Para el seguimiento de la reacción y medida de

actividad enzimática en ausencia de tensoactivo se realizó la puesta a punto de un procedimiento analítico basado en el método yodométrico de medida de actividad de amilasas.

En la experiencia se da la formación del complejo almidón – tensoactivo, por ello se debe considerar que al momento de usar un tensoactivo se debe tener en consideración la tensión superficial el cual determina en el baño de lavado dos aspectos uno es la formación de complejos que puede aumentar la solubilidad de los polímeros, el otro es la formación de complejos a concentraciones por debajo de la micelar crítica disminuye la actividad superficial para una concentración definida de tensoactivo, por ende se debe considerar ambos factores, porque un aumento en la solubilidad del almidón facilitara su eliminación y dificultara fenómenos de redeposición; sin embargo, la disminución de la actividad superficial hará perder eficacia detergente al tensoactivo.

Esta investigación orienta que en primer lugar se debe caracterizar a la suciedad en este caso se realizara un análisis químico al fouling para determinar su composición y elegir la enzima adecuada.

Altmajer (2004), Formulación de Detergentes Biodegradables : Ensayo de Lavado en la Universidad de Granada – Departamento de Ingeniería Química.

En el presente trabajo se ha desarrollado un dispositivo experimental que permite realizar el estudio del proceso de superficies duras así como el desarrollo de formulaciones detergentes de aplicaciones específicas, este dispositivo es sensible a las modificaciones impuestas en las variables de proceso (temperatura, caudal de recirculación, concentración de detergente, suciedad, etc.)

La detergencia depende de tres elementos esenciales y son los siguientes : El sustrato, la suciedad y el baño de lavado, pero hay que resaltar que las variables que afectan a la detergencia pueden afectar en los ensayos de lavado; es decir las variables son: Concentración, estructura del tensoactivo, dureza del agua, agente secuestrantes, enzimas, temperatura, tiempo de lavado y efectos hidrodinámicos.

De este trabajo se desprendió que la concentración del tensoactivo, la concentración de enzimas son las variables que influirán en el proceso de lavado de las mallas con fouling de las piscigranjas de la Laguna de Chacacancha.

Nuñez et. al (2006), El Control del Biofouling en las Instalaciones Offshore de Acuicultura Marina Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales – Universidad Politécnica de Madrid.

En el presente artículo técnico se profundiza los efectos del biofouling sobre materiales empleados en acuicultura marina; es decir estas investigaciones consisten en la realización de series de ensayos para determinar las características y propiedades mecánicas de los diferentes materiales – con y sin biofouling –, a los que acompañan observaciones microscópicas de estos materiales, fundamentalmente redes y cabos. Los ensayos se realizan con materiales nuevos y materiales envejecidos y expuestos al fouling en el medio marino, a fin de determinar la evolución en el tiempo de aquellos.

Se cataloga en lo referido a biofouling y la influencia de este en la industria acuícola; estos dos puntos importantes para el proyecto proporcionan como se origina el biofouling y caracterizar los problemas ocasionados por este en la industria acuícola. En general el biofouling se denomina a la acumulación de microorganismos indeseables, como bacterias, hongos, diatomeas, algas, plantas o animales marinos que se adhieren a las superficies obstruidas o degradadas.

2.2 Base teórica

2.2.1 Detergente

Según Zambrano (2010) un detergente es un conjunto de moléculas compuesta por dos partes, una hidrofóbica (insoluble en el agua) y una hidrofílica (soluble en el agua) Estas moléculas mejor conocidas como surfactantes o tensoactivos son altamente activas en las interfaces entre aire y agua o aceite y agua.

a) Propiedades de los detergentes.- Los detergentes se caracterizan principalmente por :

- 1) Tensoactividad.-** Es la disminución de la tensión superficial del agua que permite mayor penetración del agente de limpieza dentro de la suciedad, y así mismo abarcar una mayor superficie.
- 2) Humectación.-** Se entiende como la capacidad de mojar más, es decir una misma gota de agua es capaz de abarcar una mayor superficie de contacto.

- 3) **Penetración.**- Como la palabra lo indica, es la capacidad de penetrar o introducirse en las superficies porosas sucias o en la suciedad.
- 4) **Emulsión.**- Es la dispersión o suspensión de finas partículas de uno o más líquidos en otro líquido. Por ejemplo, el aceite o grasa en agua.
- 5) **Suspensión.**- Consiste en dejar la suciedad o partículas de suciedad en solución, evitando que estas se vuelvan a re-depositar. Mientras la tensión superficial permite una mayor penetración de agua sobre la superficie, el detergente rompe la suciedad en pequeñas partículas (dispersión) luego la mantiene en suspensión lo que provoca que pueda ser removida fácilmente.

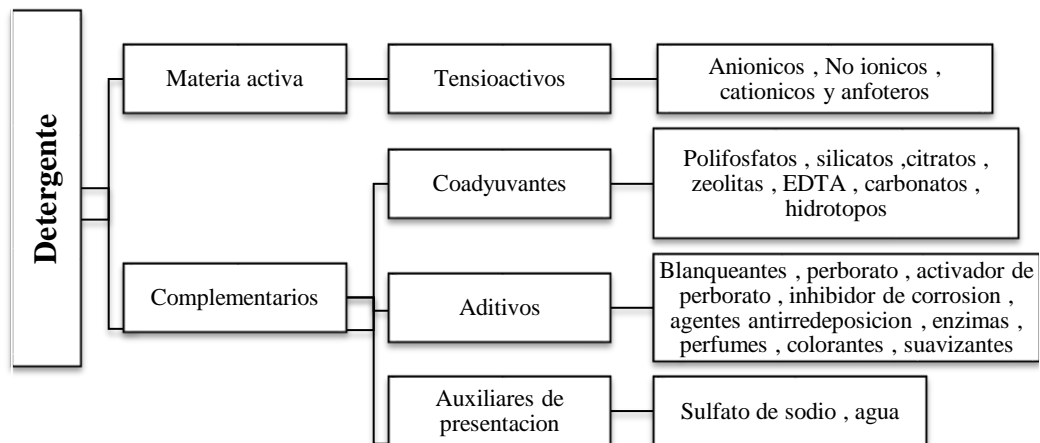
Para Altmajer (2004) un detergente está constituido por uno o más tensoactivos y diversos componentes que complementan la acción de los primeros, tales como coadyuvantes y auxiliares. Según la NTP 319.129 es un compuesto o mezcla a base de uno o más de los agentes tensoactivos de los grupos aniónicos, no iónicos y/o anfóteros. La **Figura N° 2.1 (Ver pag. N° 14)** muestra los componentes típicos presentes en las formulaciones de los detergentes.

- 1) **Tensoactivos.**- La clasificación de los surfactantes se establece, de acuerdo a la forma en que estas sustancias se disocian en el agua, dependiendo de su estructura química. De acuerdo a esta estructura, estas sustancias pueden ser anfífilas, término que hace referencia a la dualidad polar de la sustancia, es decir, un extremo de la molécula es hidrófilo y el otro es hidrofóbico o lipofílico. Esto último, es un factor determinante para establecer la detergencia de un surfactante, dado que poder definir la relación entre qué tan hidrofílico y/o qué tan lipofílico es un surfactante, puede variar la funcionalidad de aplicación del tensoactivo. El parámetro que correlaciona estas variables, se conoce como Balance Hidrófilo-Lipófilo (HLB), concepto que fue introducido por William Griffin en 1949, para la medición de la afinidad de los tensoactivos en las emulsiones de agua y aceite. El HLB se mide, usando la relación de los pesos

moleculares de la parte hidrofílica (H) e hidrofóbica (o lipofílica, L) mediante la expresión :

FIGURA N° 2.1

COMPONENTES DE LOS DETERGENTES



Fuente : Martínez, 2005

$$HLB = 20 \left(\frac{H}{H + L} \right)$$

El valor de HLB, sugiere las aplicaciones que los surfactantes pueden tener dentro de los productos, como lo relaciona la **Tabla N° 2.2 (Ver pag. N° 17)**

Se denomina también surfactantes, son sin duda el ingrediente más común de las formulaciones de detergentes. Su función principal es modificar la interface entre dos o más fases, con el fin de promover la dispersión de una fase a otra. En formulaciones de limpieza, por ejemplo, los tensoactivos sirven para reducir la tensión interfacial entre la suciedad y el agua, de tal manera que la suciedad se elimina de la superficie a limpiar y se dispersa en la fase acuosa. La capacidad de los agentes tensoactivos para concentrarse en las interfaces se deriva de su carácter anfifílicos, es decir la combinación de fracciones hidrofílicas e hidrofóbicas dentro de la misma molécula. En general, los tensoactivos se clasifican de acuerdo a

sus componentes hidrofílicos como no iónicos, catiónicos, aniónicos, o anfóteros.

TABLA 2.1
RELACIÓN DE LOS VALORES DE HLB DE LOS SURFACTANTES CON SU APLICACIÓN

Rango HLB	APLICACIÓN
4 – 6	Emulsificante W/O
7 – 9	Agente humectante
8 – 18	Emulsificante O/W
13 – 15	Detergente
15 – 18	Agente solubilizante

Fuente : García y Montoya ,2017

FIGURA 2.2
TIPOS DE SURFACTANTES



Aniónico



Catiónico



No iónicos



Anfótero

Fuente : Zambrano, 2010

- 2) **Surfactantes aniónicos.**- Son aquellos que en solución acuosa se disocian en un anión anfífilo y un catión, el cual es generalmente un metal alcalino o un amonio cuaternario. Dentro de su estructura, se constituyen generalmente por el extremo polar, donde se encuentra el anión y una

cadena alquílica que, dependiendo del número de carbonos, puede tener diversas finalidades, es decir, si la cadena está entre 9 a 12 carbonos, se usa como agente humectante, si está entre 12 y 13, se usa como agente detergente, si está entre 15 y 18 de carbono, tiene uso como agente emulsificante.

- 3) **Surfactantes catiónicos.**- Son sustancias que presenta la disociación de su molécula en un catión anfífilo y un anión de tipo halogenado, generalmente. Este tipo de surfactantes presentan usos en aplicaciones especiales donde la carga positiva del anfífilo, que comúnmente corresponde a un grupo de amonio cuaternario, produce ventajas como en enjuagues o emulsiones asfálticas. Debido a este atributo del grupo de carga positiva, presenta propiedades bactericidas en productos de limpieza de distintos niveles de aplicación, pero presentan incompatibilidades con surfactantes de tipo aniónico y con algunos aditivos, como las enzimas, además de no ser considerados buenos agentes detergente.
- 4) **Surfactantes no iónicos.**- Los surfactantes no iónicos son sustancias que al solubilizarse en el agua, no producen o aportan iones a la solución acuosa, fenómeno que permite la compatibilidad de estos, con cualquier tipo de sustancia. Dentro de sus características moleculares, se destaca que los surfactantes no iónicos de mayor uso a nivel industrial presentan diferentes grados de etoxilación en sus moléculas (grupos de óxido de etileno), situación que les permite ser considerados como buenos detergentes, humectantes y agentes emulsionantes. Algunos de este tipo no son tóxicos para el ser humano, motivo importante para ser usados en la industria cosmética y de alimentos.
- 5) **Surfactantes anfóteros.**- Los surfactantes llamados anfóteros poseen dos grupos funcionales, uno aniónico, el otro catiónico. En la mayoría de casos es el pH quien determina el carácter dominante favoreciendo una u otra de las posibles disociaciones: aniónico a pH alcalino, catiónico a pH ácido. Cerca de su punto isoeléctrico ellos son realmente anfóteros, es decir poseen dos cargas a la vez y presentan a menudo un mínimo de actividad

superficial. Estos surfactantes son en general muy poco irritantes, compatibles con los otros surfactantes y en la mayoría de los casos ellos pueden utilizarse en fórmulas farmacéuticas o cosméticas. Casi todos los anfóteros poseen un grupo catiónico de tipo amina o amonio, el cual puede estar eventualmente bloqueado por una cuaternización.

A continuación se detalla los diversos tensioactivos según su clasificación (Ver Tabla N° 2.2)

TABLA 2.2

TENSOACTIVOS MÁS UTILIZADOS

<p>JABONES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En 1994, el consumo total fue de 4.5 millones Tm , de los cuales 2 millones Tm se utilizaron en detergentes .La demanda se concentro en Asia y Sudamerica .Los restantes 2.5 millones Tm se emplearon en la fabricacion de jabon de tocador.
<p>LAS (Alquilbenceno sulfonatos)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Son los principales componentes de la industria de detergentes.En America Latina yAsia esta permitido el consumo de alquilbenceno sulfonatos de cadena ramificada , sin embargo en la mayoria de los paises se sustituyen, debido a que no son biodegradable , por lo alquilbenceno sulfonatos decadena lineal.
<p>FAS (Sulfatos de alcoholes grasos)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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 incrementaria su consumo y utilizacion en un futuro proximo.
<p>FAES (Etersulfatos de alcoholes grasos)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estan experimentando una velocidad de crecimiento media en los ultimos años del 4.5%.Se utilizan fundamentalmente para la fabricacion de detergentes liquidos ,champus y geles de baño.
<p>FAEO (Alcoholes grasos etoxilados).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Experimentan un crecimiento medio anual del 4% , la razon fundamental es la sustitucion de los alquilfenoles etoxilados por motivos ecologicos.

Fuente : Bailon, 2003

Según la informacion revisada los alcoholes grasos etoxilados (FAEO) son un grupo de tensioactivos no ionicos muy importantes, se obtienen a partir de alcoholes derivados principalmente de aceite de coco , de sebo ,

o sintéticos de cadena lineal , a los que se acopla un nivel dado de moles de oxido de etileno.

Los AEO se obtienen a partir de alcoholes grasos etoxilados a los que se une un número dado de moles de óxido de etileno (EO) Dependiendo del origen del alcohol alifático, oleoquímico o petroquímico, obtendremos los homologos pares o ambos. Como resultado del proceso de síntesis, los AEO están compuestos por una mezcla compleja de oligómeros, cuya longitud media está comprendida entre 1 y 20 unidades etoxiladas .Esta distribución de oligómeros generalmente adopta una distribución de Poisson y afecta a las propiedades físico – químicas, biodegradables en el medio y a su uso final.

Las propiedades de estos tensioactivos varían según el número de unidades etoxi y el número de átomos de carbono de la cadena hidrofóbica. La FAEO se degrada fácilmente porque puede ser eliminada de las aguas residuales mediante los procesos biológicos tradicionales o por procesos más avanzados como la ozonización según (Brambilla, 1993) que fue citado por (Martínez, 2005) y por adsorción sobre carbono activado .La biodegradación primaria puede llegar a alcanzar valores superiores al 97%, según Siegfried y Baumann 1993 que fue citado por (Martínez, 2005) observaron que la facilidad de biodegradación de alcoholes etoxilados ramificados aumenta con el número de unidades etoxi en la molécula. Bajo condiciones anaerobias, la biodegradación de los FAEO presenta comportamientos diferenciados en función del número de moles de oxido de etileno y del tamaño de la cadena carbonada.

En relación a su efecto sobre la enzima Russell y Britton (2002), indicaron que la presencia de alcoholes etoxilados estabilizan proteasas en presencia de tensioactivos aniónicos como el LAS, impidiendo de esta manera la pérdida de actividad enzimática.

- 6) **Coadyuvante.**- El control de los iones metálicos es una necesidad común en muchas formulaciones de detergentes. Por ejemplo, en aplicaciones de limpieza, la presencia de Ca^{2+} en el agua puede conducir a la precipitación

de los surfactantes aniónicos, por lo que se podría reducir la concentración de efectivos disponibles para la limpieza. Los constructores y quelantes son un término genérico usado para referirse a cualquier material cuya función principal sea la eliminación de iones de Ca^{2+} y Mg^{2+} de soluciones acuosas, y son ampliamente utilizados en la formulación de diferentes detergentes. El Tripolifosfato de sodio (STPP) es el compuesto de este tipo más ampliamente conocido y utilizado en la formulación de detergentes. Sin embargo, las preocupaciones ambientales asociadas con la gran liberación de fosfato y de sulfatos en el medio ambiente conducen al desarrollo de un número de suplentes. El ácido cítrico y nitrilotriacetato de sodio son constructores más biodegradables. Otros quelantes de uso común incluyen ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), pero no es biodegradable y afecta a las enzimas.

Consiste en impedir que la suciedad, ya separada del sustrato gracias a su carga negativa, no vuelva a depositarse sobre la misma.

c) Enzimas.-Las células tienen lugar la síntesis y la degradación de un gran número de sustancias. Estos procesos son efectuados por enzimas a la temperatura normal del organismo, con moderada concentración iónica y pH

Las enzimas son catalizadores biológicos. Un catalizador es una sustancia que acelera las reacciones químicas sin modificarse, lo que significa que puede ser utilizado una y otra vez.

Las enzimas (E), son proteínas que tiene uno o más lugares denominados sitios activos, a los cuales se une el sustrato (S), es decir, la sustancia sobre la que actúa la enzima. El sustrato es modificado químicamente y convertido en uno o más productos (P) Como esta reacción generalmente es reversible, puede ser expresada de la siguiente manera :



Donde $[EP]$ es un complejo enzima – sustrato intermediario. Las enzimas aceleran la reacción hasta que se alcanza un equilibrio, y pueden ser tan

eficientes como para que la velocidad de la reacción sea de 10^8 a 10^{11} veces más rápida que en ausencia del catalizador.

Una característica muy importante de la actividad enzimática es su especificidad, de manera que cada enzima particular actúa solo sobre un determinado sustrato.

Los distintos tipos de enzimas presentan conformaciones y propiedades superficiales distintas entre sí y se comportan de forma diferenciada en función de las condiciones ambientales.

Dependiendo del compuesto orgánico adherido a la malla tenemos su correspondiente enzima para hidrolizarlo :

Proteína → Proteasas

Celulosa → Celulasas

Almidón → Amilasas

Lípidos → Lipasas

- d) **Solvente.**- La selección de disolventes para su uso en la formulación de detergentes depende de la naturaleza de los activos que se formulan, la aplicación prevista del detergente y el aspecto económico. El agua es el disolvente dominante en la mayoría de los hogares y formulaciones de limpieza industrial. En términos generales, los detergentes a base de agua son menos tóxicos, más amigables con el medio ambiente, más económicos, más compatibles y fáciles de manejar que los solventes a base de petróleo. Sin embargo, muchos detergentes comunes tienen una solubilidad limitada en la formulación de agua que requiere de un co – solvente y/o hidrotropo.
- e) **Hidrotropos.**- Son sustancias muy hidrofílicas destinadas a mejorar la solubilización del surfactante en formulaciones líquidas. Los más utilizados son los sulfonatos de tolueno, etil – benceno y xileno.

2.2.2 Detergente enzimático

- a) **Definición.**- Es aquella mezcla de muchas sustancias que tiene como base principal las enzimas; es decir son detergentes no iónicos con PH neutro, no

poseen acción corrosiva sobre ópticas, instrumental de cirugía endoscopia (metales y plásticos)

El detergente enzimático, proporciona una limpieza completa, porque sus componentes especializados permiten al producto llegar hasta lugar de difícil acceso para la limpieza. En consecuencia las enzimas son conocidas por su acción catalizadora que aceleran el proceso de remoción de residuos tales como proteínas, carbohidratos y grasas.

Por otra parte dicha mezcla es un detergente de alta dilución, lo cual permite ahorro en tiempo, trabajo y por ende económica en la limpieza.

- b) Función del detergente enzimático.-** Son capaces de saponificar las grasas, dispersar y suspender la suciedad, disolver y degradar cualquier materia orgánica, incluso en lugares de difícil acceso; esto es debido a que contienen distintas enzimas tales como: amilasas, proteasas, lipasas y celulasas, degradando de igual manera la sangre, plasma y material proteico, con lo que minimizan factores de riesgo e infección.

Detergencia

Según Domínguez que fue citado por Altmajer (2004) al proceso de eliminación de las sustancias adheridas a objetos se le denomina como proceso de detergencia. El efecto de limpieza que se logra mediante de un detergente no se debe tan solo a la acción del tensoactivo, sino a la adecuada combinación de distintos efectos que actúan sinérgicamente sobre el sustrato grasiento. Ordinariamente se aplica el término de detergencia para enfocarse a la eficacia del proceso de dicho término.

Los elementos esenciales que interviene para el proceso son :

- a) **El sustrato.-** Material solido que se desea limpiar.
- b) **La suciedad.-** Materiales extrañas a eliminar de la superficie del sustrato.
- c) **El baño de lavado.-** Medio líquido que actúa sobre el sustrato para eliminar dicha suciedad.

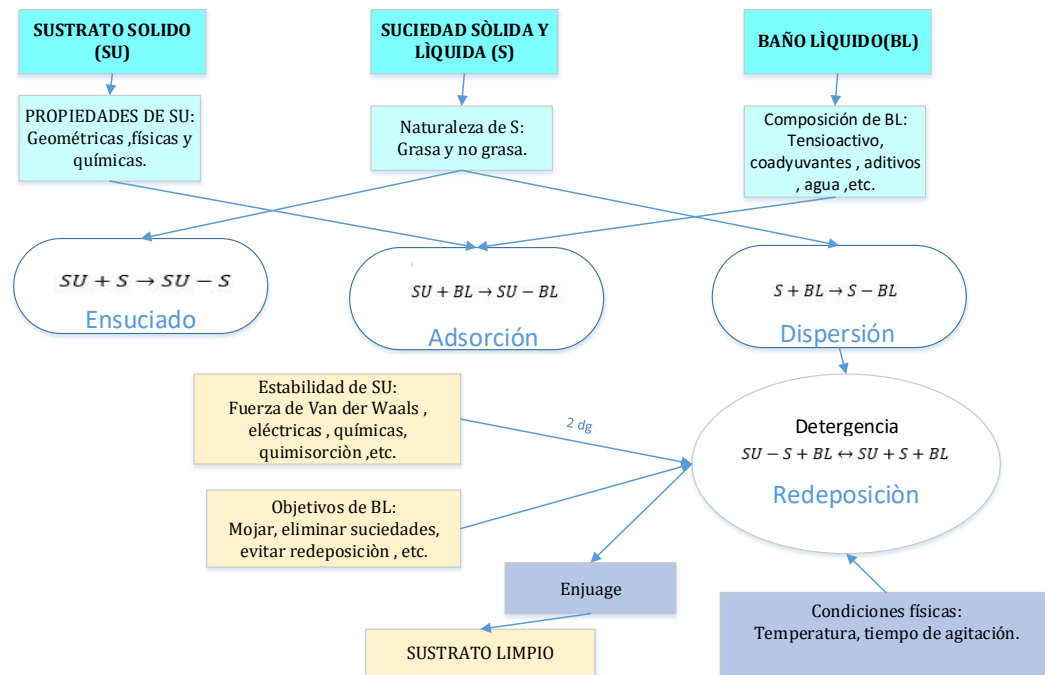
Los sustratos varían ampliamente en composición química y estructura, pudiendo ser (vidrios, cerámicas, metales, etc.), tejidos y materiales fibrosos. De igual manera se pueden distinguir diferentes tipos de suciedad, tales como

materiales solubles en agua (sales inorgánicas, azúcar, urea, etc.), pigmentos, grasas (animales y vegetales), proteínas (procedentes de la sangre, huevos, leche y residuos de la piel), carbohidratos, etc.

Con relación al baño de lavado, se diferencian dos componentes principales: el agua y los componentes de la formulación del detergente. El agua ocupa un papel importante en el proceso detergente, porque actúa como disolvente para el detergente y para las sales contenidas en la suciedad.

FIGURA 2.3

PROCESO RESUMIDO DEL TERMINO DE DETERGENCIA



Fuente : Altmajer, 2004

Variables que afecta al término detergencia son :

- a) **Características del sustrato.**- La facilidad de limpieza de un determinado sustrato depende de su forma, tamaño y su textura. La hidrofobicidad del sustrato también desempeña un papel importante en el lavado, debido a que las fuerzas de adhesión entre el sustrato y la suciedad común de tipo alimentario

disminuyen para sustratos hidrofóbicos y, por el contrario, aumentan si el sustrato es relativamente hidrofílico.

En consecuencia la composición química del sustrato nos condiciona en gran medida el tipo de detergente a utilizar.

- b) Características de la suciedad.**- Las suciedades líquidas oleosas son las que contiene ácidos grasos y son las que se eliminan con facilidad, seguidas también por los glicéridos neutros y los aceites minerales menos polares. En cuanto a las partículas sólidas, su estructura química define el tipo de interacciones que se establecen con el sustrato; es decir cuanto mayor sea el tamaño de las partículas, más fácilmente podrán eliminarse.
- c) Concentración y estructura química del tensoactivo.**- Para la concentración del tensoactivo el término detergencia aumenta con la concentración de tensoactivos y alcanza un valor máximo en los alrededores de la concentración micelar crítica; esto se debe a la solubilización de la suciedad en el interior de las micelas (**Ver Gráfico N° 2.1. pag. N° 24**)

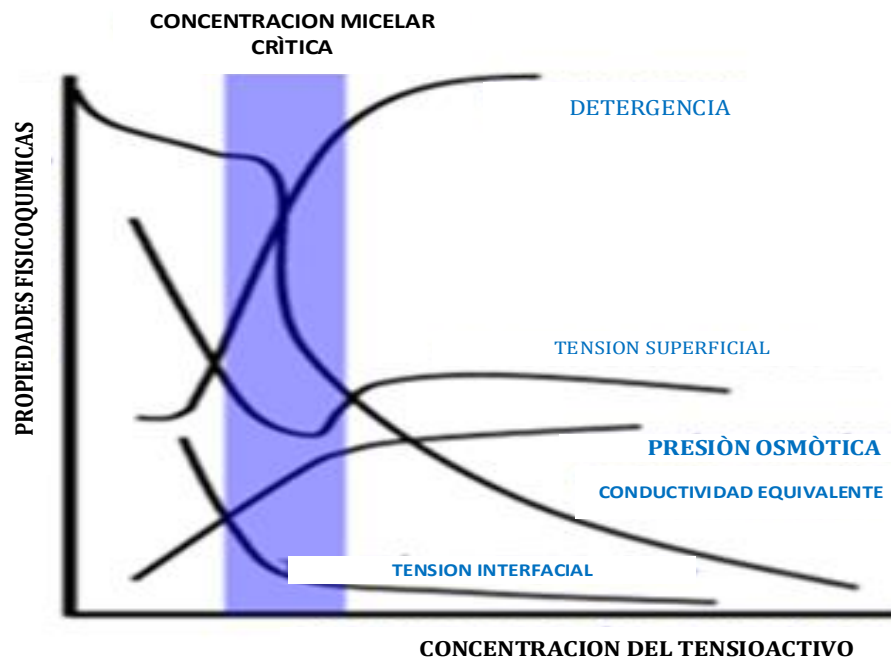
En cuanto a la estructura química del tensoactivo, se predice que se muestran que la eficacia del tensoactivo aumenta con la longitud del grupo hidrofóbico, sujeto a las limitaciones de solubilidad que deriven de su tamaño y con el grupo hidrofílico.

Fouling

Según Nuñez (2006) Es el crecimiento de organismos sobre estructuras sumergidas de origen trópico; es decir comprende cientos de especies incluyendo bacterias, protozoos, algas, moluscos, briozoos, cirrípedos, poliquetos tubícolas, ascidias e hidrozoos. Estos organismos se fijan eficazmente al sustrato desarrollando un rápido crecimiento y vasto potencial reproductor. Como consecuencia, el fouling acelera los procesos de corrosión de los materiales y provoca pérdidas en la eficacia operativa de las estructuras. Estos daños se producen sobre estructuras móviles y estacionarias afectando a embarcaciones, plataformas petrolíferas o de gas, instrumentos de investigación oceanográfica, plantas de conversión de energía térmica y equipos de sondas subacuáticas.

GRÁFICO 2.1

EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE TENSOACTIVOS SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE LAS DISOLUCIONES ACUOSAS



Fuente : Altmajer, 2004

Las redes de las jaulas flotantes son un medio ideal para el desarrollo del fouling, poseen una rugosidad que atrae a estos organismos dándoles protección contra las corrientes, la acumulación de comida y productos de excreción de los peces incrementan el desarrollo de algas. Sin embargo, la mayoría de estudios se basan en el biofouling que cubre los barcos, cuyas condiciones son muy diferentes de las redes, de forma que la cantidad de datos específicos relativos a los organismos que viven en las redes de las jaulas marinas, es escasa.

De este modo, el *fouling*, que es provocado fundamentalmente por algas, microalgas e invertebrados, es un problema importante en las instalaciones de jaulas destinadas a cultivos marinos fuera costa pues, cuando los vegetales y animales crecen en las mallas y paños que integran las redes, aumenta considerablemente el peso de la instalación, lo que puede provocar problemas estructurales en la instalación y un deficiente comportamiento en la mar de las jaulas. Por otra parte,

quizás sea todavía más importante el efecto de disminución del diámetro de las mallas que integran las redes, debido a la acumulación de los organismos, porque se reduce el flujo de agua que atraviesa la jaula y, consecuentemente, disminuye la cantidad de oxígeno disuelto que llega a las especies que se cultivan dentro de aquella, además de impedir la renovación satisfactoria del volumen de agua y la limpieza de residuos.

Según Flemming (1991) El tipo de depósitos acumulados se clasifican en diferentes tipos de fouling :

- a) Fouling por precipitación o scaling cuando el depósito es materia inorgánica precipitada.
- b) Fouling orgánico es la deposición de sustancias orgánicas tales como aceites, proteínas, sustancias húmicas.
- c) Fouling particulado, es la deposición de arcillas, sílice y otras partículas
- d) Biofouling o fouling biológico, es la adhesión de microorganismos a superficies y desarrollo de biopelículas.

Otros autores presentan una clasificación más restringida. Por ejemplo, según (Characklis, 1990) Distingue entre tres tipos de fouling : corrosión, fouling por precipitación y biológico.

En los primeros casos, el aumento de la acumulación de materiales procede del transporte y deposición abiótica de la fase acuosa sobre la superficie, por lo que el fouling puede ser controlado mediante la eliminación de los materiales acumulables de la fase líquida. Sin embargo, el caso de biofouling es muy diferente porque los microorganismos pueden multiplicarse.

Según Flemming (1991) Evidenció la complejidad de este fenómeno, si fuera posible eliminar el 99,9% de todas las bacterias de un sistema mediante pretratamiento todavía habría suficiente inóculo para entrar en él, adherirse a la superficie y multiplicarse a expensas de sustancias biodegradables. En la mayoría de los casos, el biofouling es causado por organismos heterotróficos y, por lo tanto, convierten la materia orgánica disuelta en biomasa como si de un bioreactor se tratase. Las sustancias disponibles en el medio que desempeñan el papel de nutrientes, indirectamente mantienen la formación de fouling. La mayoría de las

estrategias antifouling están dirigidas a eliminar los microorganismos y el papel de los nutrientes como fuente potencial de biomasa es un aspecto que generalmente no se tiene en cuenta.

Según Flemming (1996) Generalmente, se considera que el origen del problema del biofouling está basado en la formación de biopelículas. De tal forma que para entender los efectos y dinámica del biofouling y diseñar estrategias adecuadas, es importante entender la naturaleza del proceso de formación de las biopelículas y su desarrollo. Desde un punto de vista microbiológico, no existe un organismo típico sino que, en general, se trata de un problema complejo en el que participan comunidades de microorganismos muy diversas.

Según Videla (1995) Los fenómenos de biofouling y, por tanto, de biopelículas asociadas, están presentes en gran variedad de ambientes, desde placas dentales hasta ambientes naturales y artificiales. Problemas relacionados con el biofouling han sido descritos en los sistemas de distribución de agua potable, industrias offshore, embarcaciones, plantas de generación de energía térmica, hidroeléctricas, plantas nucleares, industrias químicas y, en general, cualquier actividad industrial que requiera procesos de refrigeración.

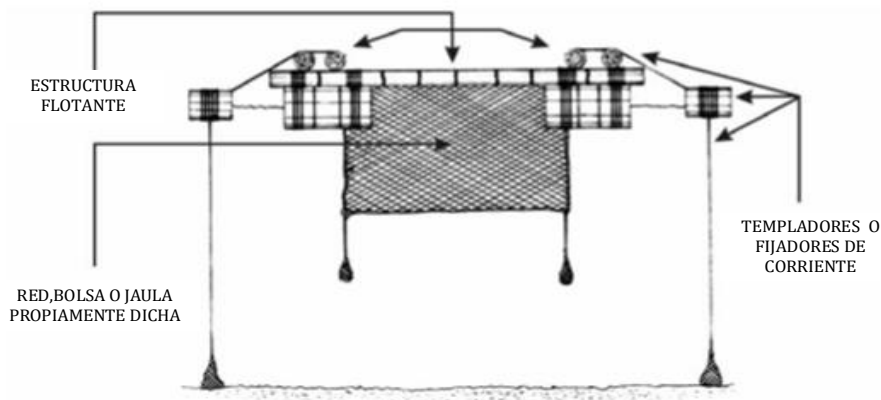
Malla

Una malla de criadero de trucha, está compuesta por estructuras rígidas, sobre la que se apoya un sistema de flotación, que a su vez, sostiene una bolsa o vivero, confeccionada de redes y que tiene como objetivo confinar a una población de truchas que se cría, en un ambiente controlado, y que cae hacia el fondo, cerrando por los lados. Todo el sistema se encuentra anclado al fondo con templadores y lastres. En algunos casos lleva un techo para la protección contra predadores, así como también, trata de evitar la fuga por parte de los peces en cultivo.

Las jaulas es el conjunto de mallas de criadero de truchas que son construidas de forma artesanal, con palos de eucaliptos, formando una estructura cuadrada en la mayoría de casos, estando unidos a cilindros plásticos, y sobre este sistema descansa la bolsa o vivero de cultivo. Esta infraestructura de cultivo está constituida de las siguientes partes **Ver Figura N° 2.4 pag. N° 27**

FIGURA 2.4

PARTES DE LAS MALLAS EN LA PISCIGRANJA



Fuente : ICLARM

2.3 Definición de términos

- a) **Anfífilo (Índigo Química).**- Sustancia que tiene doble afinidad, que en términos fisicoquímicos es quien posee doble característica polar y apolar.
- b) **Biodegradación (Lechuga, 2005).**- Es la destrucción de un compuesto químico por la acción biológica de microorganismos vivos.
- c) **Detergente (NTP 319.129, 2017).**- Es un compuesto o mezcla a base de uno o más de los agentes tensoactivos de los grupos anionicos, no – iónicos y/o anfóliticos.
- d) **Detergencia (Dominguez, 1986).**- Es un proceso de eliminación de las sustancias adheridas a objetos; es decir como las mallas o jaulas para la crianza de truchas.
- e) **Detergente Enzimático.**- Es aquella mezcla de muchas sustancias que tiene como base principal las enzimas; es decir son detergentes no iónicos con PH neutro, no poseen acción corrosiva sobre ópticas, instrumental de cirugía endoscopia (metales y plásticos)
- f) **Fouling (Nuñez, 2006).**- Es el crecimiento de organismos sobre estructuras sumergidas de origen trópico; es decir comprende cientos de especies

incluyendo bacterias, protozoos, algas, moluscos, briozoos, cirrípedos, poliquetos tubícolas, ascidias e hidrozoos.

- g) Hidrótopo (Índigo Química).**- Son sustancias muy hidrosolubles capaces de cosolubilizar surfactantes de alto peso molecular y de poca solubilidad.
- h) Jaula (Iclarm, 2012).**- Es un estructura compuesta por estructuras rígidas, sobre el que se apoya un sistema de flotación, que a su vez, sostiene una bolsa o vivero, confeccionado de redes y que tiene como objetivo confinar a una población de truchas que se cría, en un ambiente controlado, y que cae hacia el fondo, cerrando por los lados.
- i) Sustrato (Dominguez, 1986).**- Material solido que se desea limpiar.
- j) Suciedad (Dominguez, 1986).**- Sustancias extrañas que se presentan adheridas en las mallas o jaulas para eliminar la superficie del sustrato.
- k) Trucha (Manual de crianza de truchas, 2013).**- Es una especie bastante estudiada y desarrollada en el aspecto de infraestructura, proceso tecnológico y de su comercialización.

III. VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1 Variables de la investigación

3.1.1. Variables independientes

X₁ : El fouling presente en las mallas de las piscigranjas de la Laguna de Chacacancha

X₂ : Variables que influyen en la elaboración del detergente enzimático.

3.1.2. Variables dependientes

Y : El detergente enzimático

3.2 Operacionalización de variables

A continuación se muestra la operacionalización de variables identificadas así como sus correspondientes indicadores.

TABLA N° 3.1

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICION DE LA VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODOS	UNIDADES
VARIABLES INDEPENDIENTES					
X₁ : El fouling presente en las mallas de las piscigranjas en la Laguna de Chacacancha	El <i>fouling</i> es el crecimiento de organismos sobre estructuras sumergidas de origen trópico; es decir comprende cientos de especies incluyendo bacterias, protozoos, algas, moluscos, briozoos, cirrípedos, poliquetos tubícolas, ascidias e hidrozoos.	– Composición Química	– Proteínas – Humedad – Cenizas – Grasas – Fibras – Carbohidratos – Calorías	– AOAC – AOAC – AOAC – AOAC – AOAC – AOAC – AOAC	– % – % – % – % – % – % – %
X₂ : Variables que influyen en la elaboración del detergente enzimático.	En la elaboración del detergente las variables que influyen en su elaboración son la composición del surfactante, la composición de las enzimas y el grado de agitación del mezclador.	– Composición de Surfactante – Grado de agitación. – Composición de enzimas.	– Composición de surfactante – Velocidad de agitación – Composición de enzimas.	– Ensayo de laboratorio – Ensayos de laboratorio. – Ensayos de laboratorio.	– % de Surfactante – RPM – % de enzima
VARIABLE DEPENDIENTE					
Y₁ : Detergente Enzimático	Es una mezcla de uno o más tensoactivos teniendo como aditivo una o más enzimas.	– Grado de remoción. – Características Físicoquímicas	– % de remoción – Viscosidad – Tensión Superficial – Biodegradabilidad – Densidad – Estabilidad	– Ensayos de Laboratorio – Ensayos de Laboratorio – Ensayos de Laboratorio – Ensayos de Laboratorio – NTP 311.086 – Ensayos de Laboratorio	– % – Centipoise – N/m – -- – Kg/m ³ – --

3.3 Hipótesis

3.3.1. Hipótesis general

El detergente enzimático garantiza la remoción del fouling en las mallas de las piscigranjas de la laguna de Chacacancha

3.3.2. Hipótesis específica

- 1) El fouling debido a un análisis químico nos indica principalmente presencia de grasas, carbohidratos y proteínas.
- 2) En la elaboración del detergente enzimático las variables que influyen con mayor significancia son la composición del surfactante, la composición de enzimas y el grado de agitación del mezclador.

IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo de investigación

Por su naturaleza la presente investigación es de tipo tecnológico, porque se va a elaborar un detergente enzimático la cual permitirá un mejor lavado de mallas de las piscigranjas de la laguna de Chacacancha. Por el diseño interpretativo de la investigación es experimental porque se utiliza la observación, medición para la interpretación de las técnicas de medición de los indicadores. Por el análisis interpretativo de las variables es cuantitativo porque se la medición se realizara en el momento de la experimentación definiendo la composición de enzimas, temperatura de mezclado y grado de agitación. Por el espacio – temporal es de tipo longitudinal esto debido a que las experiencias se realizan en un orden progresivo y para desarrollar la elaboración de un detergente enzimático que permita remover el *fouling* se requiere de mallas de una laguna la cual tenga piscigranjas.

4.2 Diseño de la investigación

Ver Diagrama N° 4.1 pag. N° 41

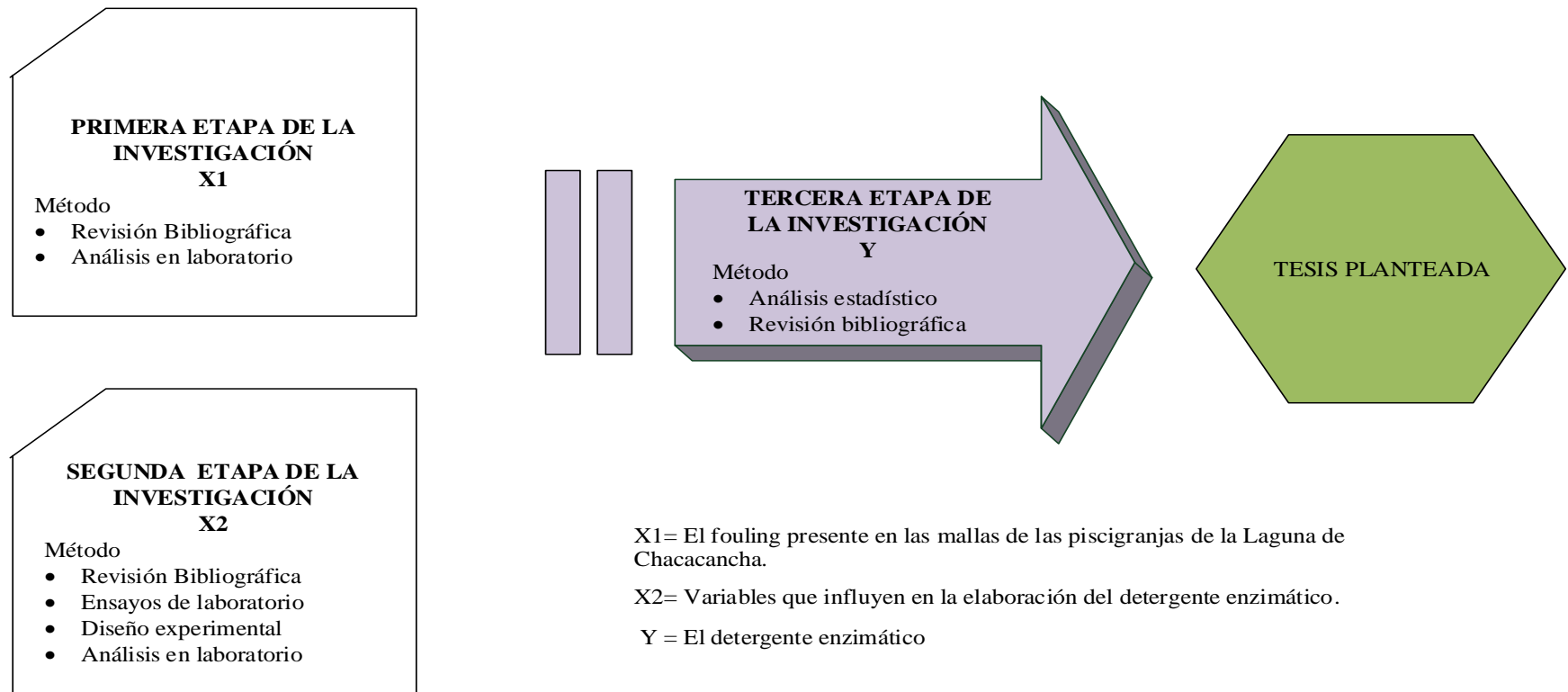
4.3 Población y muestra

- a) **Población.**- Por la naturaleza de la presente investigación la población estará conformada por las 30 mallas usadas en las piscigranjas de la Laguna de Chacacancha.
- b) **Muestra.**- La muestra fue representativa y tomada por un muestreo probabilístico aleatorio simple.

Tamaño de la muestra depende de la técnica de análisis :

- 1) Para verificar el porcentaje de remoción por parte de los detergentes la muestra será una malla de ¼ de pulgada de cocada, forma de cuadrado (10 cm x10 cm)
- 2) Para el análisis químico se tomó una muestra del fouling de las mallas una cantidad de 25 gramos.

DIAGRAMA N° 4.1
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN



Fuente :

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4.1. Materiales y equipos

a) Equipos :

- 1) **Mezclador.**- Para la elaboración del detergente se utilizó un mezclador de capacidad 1 L, el cual tiene un sistema de agitación de 75 rpm – 128 rpm, sistema de calentamiento y un panel de control de temperatura.

FIGURA N° 4.1

MEZCLADOR



Fuente : Propia

- 2) **Balanza analítica.**- Es de capacidad de 220 g, sensibilidad de 0,1 mg (0,0001 g), calibración con pesa externa, platillo de 9cm de diámetro (**Ver Figura N° 4.2 pag. N° 43**)
- 3) **Viscosímetro Rotacional ST-2001-R.**- Tiene un rango de temperatura de 0C° a 100°C, en la media de su viscosidad Precisión: 1% del fondo de escala, repetibilidad 2% (**Ver Figura N° 4.3 pag. N° 43**)

FIGURAS 4.2
BALANZA ANALÍTICA



Fuente : Propia

FIGURAS 4.3
VISCOSÍMETRO ROTACIONAL ST-2001-R



Fuente : Propia

- 4) **Equipo de Jar Test.**- Para el proceso de lavado (remoción del fouling de las mallas de las piscigranjas) Tiene una capacidad de 2 L con una velocidad de agitación de 20 a 300 rpm (**Ver Figura N° 4.4 pag. N° 44**)

FIGURA 4.4
EQUIPO DE JAR TEST



Fuente : Propia

- 5) **pH metro.**- Rango de 0,00 – 14,00 pH, alta precisión con resolución de 0,01 pH, dos puntos de calibración, con reconocimiento automático de solución de tampón 1000 horas de batería, sonda de pequeño diámetro, para una fácil introducción en los tubos de ensayo.

FIGURA 4.5
pH METRO



Fuente : Propia

b) Materiales : Cristalería

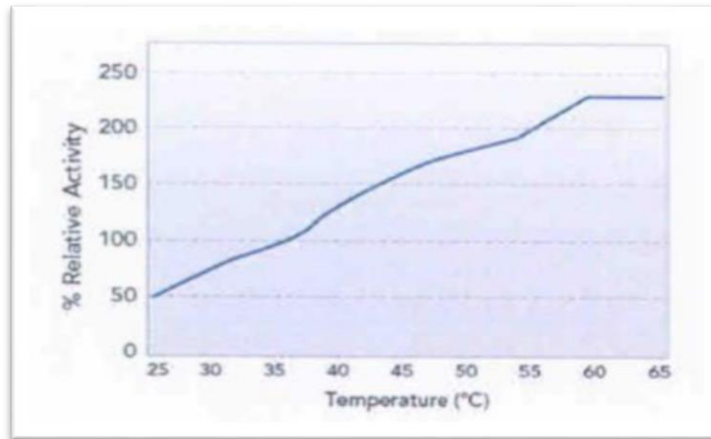
- 1) Bagueta
- 2) Pipetas de 5 mL, 10 mL
- 3) Matraces de 250 mL
- 4) Vasos de precipitado de 250 mL, 500 mL, 500 mL
- 5) Probetas de 100 mL.
- 6) Buretas graduadas de 50 mL
- 7) Matraz aforado 25 mL, 50 mL, 1 000 mL.
- 8) Picnómetro
- 9) Tubos de capilaridad

c) Insumos :

- 1) **Alcohol Laurico Etoxilado.**- Alkona ® L 90 tiene 9 EO, apariencia de pasta, pH de 6,0 – 8,0 y su HLB es 13,4
- 2) **Glicerina.**- Líquido espeso claro con grado de pureza 99% – 101%
- 3) **Agua destilada.**- pH = 7 (neutro)
- 4) **Propilenglicol.**- Líquido espeso con grado de puro de 99,8%
- 5) **Trietanolamina.**- Aspecto líquido viscoso, claro ligeramente amarillo con grado de pureza 99%
- 6) **Proteasa.**- Líquido de color marrón, cuyo rango de pH es de 5,5 a 6,5, con una gravedad específica de 1,1; cuyas características se observan en los **Gráficos N° 4.1 y N° 4.2 (Ver pag. N° 46)**
- 7) **Cloruro de calcio.**- Sólido blanco con un grado de pureza 98%
- 8) **Carbonato de Sodio.**- Sólido blanco con 99% de pureza.
- 9) **Microorganismos eficaces.**- Compuesta por tres bacterias (Lactobacillus spp, Saccharomyces spp y Rhodopseudomonas spp)
- 10) **Formol.**- Líquido de olor fuerte, al 40% de pureza.

GRÁFICO N°4.1

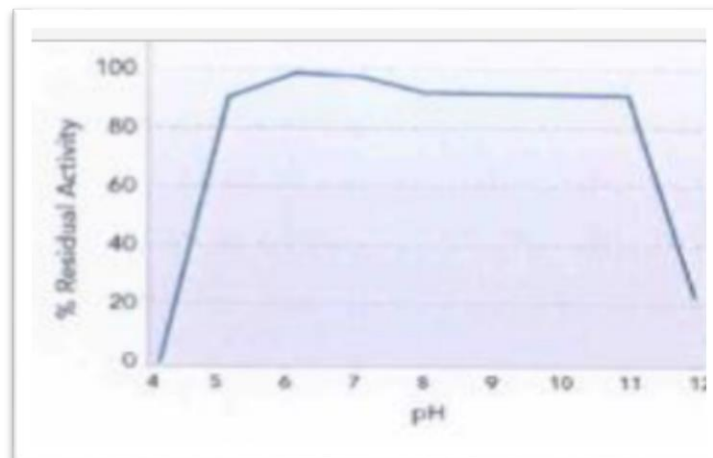
ACTIVIDAD ENZIMÁTICA VS. TEMPERATURA



Fuente : Oxiteno, 2018

GRÁFICO N° 4.2

ACTIVIDAD ENZIMÁTICA vs pH



Fuente : Oxiteno, 2018

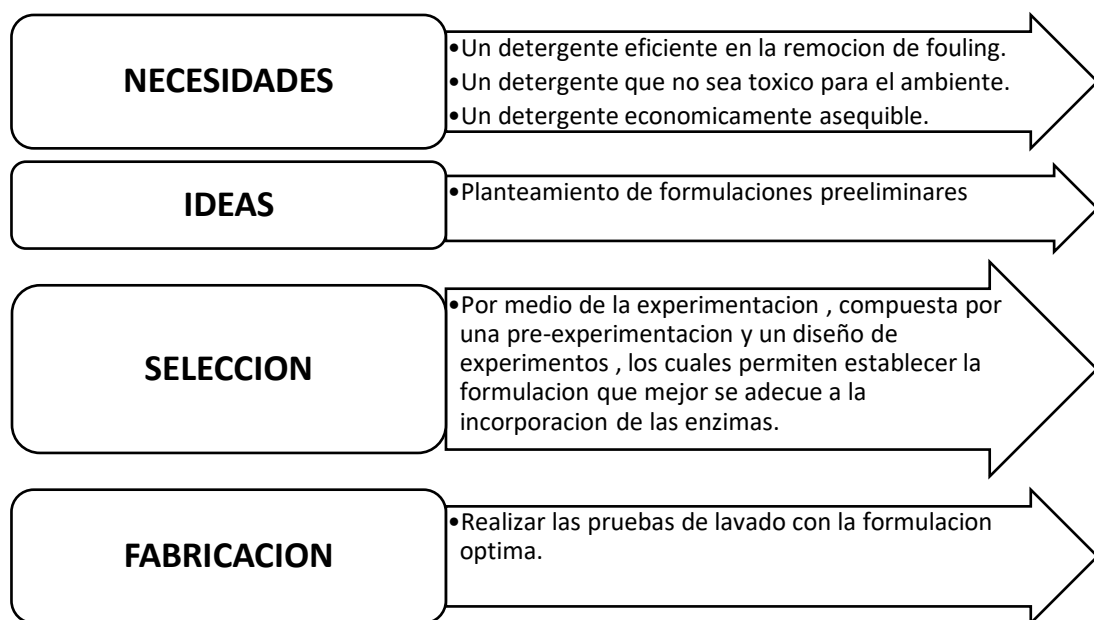
4.4.2. Metodológica

- a) **Recolección de las mallas.**- Las muestras de mallas de las piscigranjas de la Laguna de Chacacancha son recolectadas por cronograma es decir se toma en consideración que la muestra varia de acuerdo al tiempo expuesto en la laguna, para la investigación todas las muestras de mallas estuvieron sumergidas en el agua de la laguna dos meses (condiciones críticas)
- b) **Análisis del fouling.**- La composición química del fouling fue analizado en el Centro de Control Analítico de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
 - 1) **Determinación de proteínas.**- Se realizó utilizando el método semimicro – Kjeldahl, indicando por la AOAC (1990) Se utilizó el factor 6,25 para determinar el contenido de proteínas totales.
 - 2) **Determinación de Humedad.**- Se determinó utilizando el método de la AOAC (1990)
 - 3) **Determinación de Cenizas.**- Se determinó usando el método de la AOAC (1990)
 - 4) **Determinación de grasas.**- Se determinó usando el método de la AOAC (1990)
 - 5) **Determinación de Fibras.**- Se determinó usando el método de la AOAC (1990)
 - 6) **Determinación de Carbohidratos.**- Se determinó usando el método de la AOAC (1990)
 - 7) **Determinación de calorías.**- Se determinó usando el método de la AOAC (1990)
- c) **Análisis biológico.**- El análisis biológico del fouling fue realizado por el Biológico especialista en taxonomía vegetal Cesar Acleto Osorio.
- d) **Elaboración del detergente.**- Para la fabricación del detergente enzimático, se siguió el protocolo establecido en la guía metodológica para el diseño de productos

químicos, propuesta por los ingenieros químicos G.D. Moggridge y E.L. Cussler, en el cual plantean cuatro pasos esenciales para el diseño, los cuales tienen como inicio el establecimiento de las necesidades que el producto en cuestión pretende satisfacer y finaliza con la presentación de la propuesta donde se establecen todos los requerimientos para la fabricación del producto. La metodología mencionada se resume en la **Figura N° 4.6**

FIGURA N° 4.6

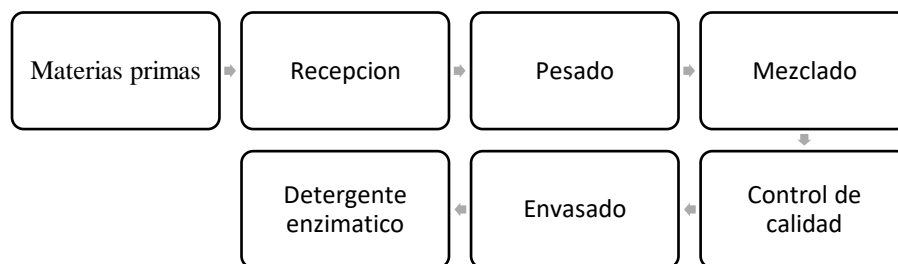
APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE DISEÑO DE PRODUCTOS QUÍMICOS



Fuente : Elaboración propia

FIGURA N° 4.7

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE DETERGENTES



Fuente : Garcia y Montoya, 2017

- e) **Determinación del porcentaje de remoción.-** Para validar la eficacia de los detergentes se evalúa el porcentaje de remoción el método de evaluación fue tomada de “Evaluación de la incorporación de Enzimas Proteasas en un Detergente Líquido para la Remoción de Manchas de Sangre, Aplicando la Metodología de Diseño de productos Químicos”, (García y Montoya 2017)
- f) **Evaluación de las características fisicoquímicas del detergente.-** Luego de la elaboración del detergente se le realizo un seguimiento a sus propiedades y verificar su comportamiento con el tiempo de la estabilidad, viscosidad, tensión superficial, densidad.
- g) **Análisis de biodegradabilidad.-** Para medir o evaluar la biodegradabilidad se recurre a los ensayos de biodegradación. Los tres componentes esenciales en un ensayo de este tipo para tensoactivos son : el tensoactivos, el método analítico para seguir el curso de la biodegradación, y el agente biológico. Estos tres componentes se combinan en muy variadas formas para obtener los procedimientos de ensayo.

Se revisaron los estudios de (Hernández, 1992) el cual nos indica que $DQO/DBO_5 < 2,5$ es un efluente o compuesto biodegradable, pudiendo usar sistemas biológicos como fangos activados o lechos bacterianos. Y cuando $2,5 < (DQO/DBO_5) < 5$ es biodegradable siendo recomendado el empleo de lechos

bacterianos. En general, en la relación DBO₅/DQO valores por debajo de 0,2 se consideran bajos, mientras que superiores a 0,4 se corresponden con una buena biodegradabilidad.

4.5. Procedimientos de recolección de datos

4.5.1. Análisis químico de Fouling

Estos análisis fueron realizados en el laboratorio de la Facultad de farmacia y Bioquímica de la UNMSM

a) Determinación de proteínas.- Se realizará utilizando el método semimicro – Kjeldahl, indicando por la AOAC (1990)

1) Preparación de la muestra :

- Triturar, homogeneizar y mezclar la muestra.
- Pesar entre 1 y 2 g de muestra.
- En muestras con contenidos de nitrógeno muy pequeño, tomar la muestra suficiente para que contenga como mínimo 5 mg de nitrógeno.

2) Digestión :

- Añadir entre 10 y 15 ml (tubo macro) de H₂SO₄ 96% – 98% y 1 tableta (8 mg) de catalizador. (Para el tubo micro, el máximo de H₂SO₄ es 5 ml)
- Montar un sistema para la extracción de humos o scrubber con Na₂CO₃.
- Realizar la digestión en tres pasos :
 - En función del contenido de agua de la muestra, empezar la digestión evaporando agua a 150°C entre 15 y 30 minutos.
 - Realizar un segundo paso entre 270°C y 300°C entre 15 o 30 minutos para reducir la producción de humos blancos.
 - Continuar la digestión a 400°C entre 60 y 90 minutos.

3) Control Visual.- El resultado es un líquido transparente nítido con coloración azul claro, verde o amarillo dependiendo del catalizador utilizado. No deben quedar restos negros adheridos a la pared de tubo.

4) Dilución :

- Sacar los tubos muestra del bloque digestor y dejar enfriar a Temperatura ambiente. (Puede forzarse sumergiendo los tubos, cautelosamente, en un poco de agua)
- Añadir unos 25 ml de agua destilada en cada tubo.
- Añadir el agua despacio y moviendo el tubo sin dejar solidificar la muestra. Si es necesario calentar ligeramente el tubo (por ejemplo introduciéndolo en el bloque digestor todavía caliente)
- Dejar enfriar de nuevo hasta Temperatura ambiente.
- Para evitar pérdidas de nitrógeno y reacciones violentas no introducir el tubo todavía caliente al destilador.

5) Destilación :

- Situar un Erlenmeyer de 250 ml a la salida del refrigerante con 50 ml de ácido Bórico y unas gotas de indicador.
- Programar una dosificación de 50 a 75 ml de NaOH
- Introducir el tubo con la muestra en el destilador.
- Destilar hasta recoger 250 ml en el Erlenmeyer (50 ml Bórico + 200 ml de destilado)

6) Control Visual.- Una vez se ha añadido el NaOH, la muestra debe tomar una coloración azulada, de no ser así, añadir más NaOH

7) Valoración y cálculo.- Valorar el destilado con HCl o H₂SO₄ hasta el cambio de color. (punto final : pH = 4,65) Moles de HCl = Moles de NH₃ = Moles de N en la muestra Moles de H₂SO₄= 2 Moles de NH₃ = 2 Moles de N en la muestra

Realizar el cálculo :

$$mg \text{ de Nitrogeno} = N \times V \times 14$$

Donde :

N : Normalidad del ácido de valoración

V : Volumen de ácido consumido

14 : Peso atómico del nitrógeno

Para pasar ha contenido de proteínas corregir por el factor adecuado según la naturaleza de la muestra. (6,25 por defecto)

Periódicamente realizar un ensayo en blanco y restarlo del resultado.

$$\% \text{ Proteinas} = \frac{P_2}{P_0} \times 100 \times F$$

Donde :

P₂ : Nitrógeno (mg)

P₀ : Peso de la muestra (mg)

F : Factor proteínico (6,25 por defecto)

b) Determinación de Humedad.- Se determinó utilizando el método de la AOAC :

- 1) Colocar una placa limpia y seca por una hora en la estufa a la temperatura de secado del producto
- 2) Sacar y llevar a desecador hasta enfriar
- 3) Pesar placa en balanza analítica registrar como M₁
- 4) Pesar entre 2 a 5 g de muestra previamente homogenizada, registrar como M₂
- 5) Colocar placa en estufa a la temperatura por tres horas
- 6) Repetir el procedimiento de secado por una hora adicional hasta que las variaciones entre las dos pesadas sucesivas no excedan de 5 mg (M₃)

$$\% \text{ Humedad} = \frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} \times 100$$

Donde :

M₁ : Masa de la capsula vacía en gramos

M₂ : Masa de la capsula más la muestra antes del secado en g

M₃ : Masa de la capsula más la muestra después de secado en g

c) **Determinación de Cenizas.**- Según el método de la AOAC :

- 1) Moler la muestra y pasar por tamiz de 20 mesh, muestras de pan trozar en pequeños fragmentos manualmente.
- 2) Si la muestra contiene abundante agua pesar una cantidad que contenga de 3 a 5 g de sólidos, mantenerla sobre un baño de vapor hasta sequedad aparente.
- 3) Pesar 0,1 mg en una capsula previamente calcinada y tarada (m_0) entre 2 a 5 g de muestra homogenizada (m_i). Si la muestra contiene abundante agua pesar una cantidad que contenga de 3 a 5 g de sólidos, mantenerla sobre un baño de vapor hasta sequedad aparente.
- 4) Proceder a precalcinarse previamente la muestra en placa calefactora, evitando que se inflame, luego colocar en la mufla e incinerarse a 550°C hasta cenizas blancas o grisáceas.
- 5) Pre enfriar en la mufla apagada y luego traspasar a desecador y pesar a temperatura ambiente. Las cenizas que contienen manganeso o hierro pueden presentar cierta coloración.
- 6) Enfriar en desecador y pesar (m_2)

$$\% \text{ Cenizas totales} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100$$

Donde :

m₂ : Masa de la capsulas con las cenizas, en g

m₁ : Masa de la capsula con la muestra, en g

m₀ : Masa de la capsula vacía, en g

- d) Determinación de grasas.**- Se determinó usando el método de la AOAC (1990), la cuantificación se realizó por gravimetría. Se procedió a la extracción a partir de 2 g de la muestra, usando tubos previamente pesados, que se llevaron a desecador hasta peso constante. El porcentaje de grasas se determinó por la siguiente ecuación :

$$\% \text{ Grasas} = \frac{PTF - PTI}{P} \times 100$$

Donde :

PTF : Peso del tubo final en mg

PTI : Peso del tubo inicial, vacío en mg

P : Peso de la muestra en mg

- e) Determinación de Fibras.**- Se determinó usando el método de la AOAC (1990), el método enzimático – gravimétrico empleado para la determinación de Fibra requiere el secado de la muestra, y refiere el porcentaje de Fibra al gramo de muestra seca analizado, es decir, se expresa en base seca (BS). A partir del dato de contenido de humedad de la muestra fresca, es posible expresar el resultado como porcentaje de Fibra en base húmeda (BH)

$$\% \text{ Fibra (BH)} = \frac{GF}{M_H} \times 100 \quad (1)$$

$$\% \text{ Fibra (BS)} = \frac{GF}{M} \times 100 \quad (2)$$

Donde :

M_H : Peso de la muestra húmeda (g)

M : Peso de la muestra seca (g)

G_F : Peso de fibra del producto (g)

% Fibra : Porcentaje de fibra del producto (%)

4.5.2. Elaboración del detergente enzimático

- a) Mezclar el alcohol laurico y la glicerina en el mezclador por 8 min.

FIGURA N° 4.8

MEZCLADO DE TENSOACTIVO Y GLICERINA



Fuente : Propia

- b) Seguidamente a dicha mezcla adicionar agua con carbonato de sodio previamente homogenizada y agitar por tres min.
- c) Agregar propilenglicol, trietanolamina a la mezcla que se encuentra en el mezclador, y dejar homogenizando por dos min.
- d) Medir el pH y anotar.
- e) Mezclar la enzima proteasa y el cloruro de calcio, formando una solución acuosa, para así agregar al mezclador con la mezcla a una temperatura ambiente, con un tiempo de cinco minutos.
- f) Medir el pH y anotar

TABLA N° 4.1**FORMULACIÓN DEL DETERGENTE 1**

FORMULACIÓN 1		
VELOCIDAD DE AGBITACIÓN	75 rpm	
REACTIVOS	PROPORCIÓN	CANTIDAD
Alcohol laurico etoxilado	20%	200 g
Glicerina	35%	350 g
Trietanolamina	1%	10 g
Propilenglicol	1%	10 g
Proteasa	2%	20 g
Cloruro de calcio	0,04%	0,4 g
Carbonato de sodio	0,05%	0,5 g
Agua	40,91%	409,1g
TOTAL	100%	1 000 g

Fuente : Elaboración propia

TABLA N° 4.2**FORMULACIÓN DEL DETERGENTE 2**

FORMULACIÓN 2		
VELOCIDAD DE AGITACIÓN	92 rpm	
REACTIVOS	PROPORCIÓN	CANTIDAD
Alcohol laurico etoxilado	20%	200 g
Glicerina	35%	350 g
Trietanolamina	1%	10 g
Propilenglicol	1%	10 g
Proteasa	3%	20 g
Cloruro de calcio	0,06%	0,6 g
Carbonato de sodio	0,05%	0,5 g
Agua	39,89%	398,9 g
TOTAL	100%	1 000 g

Fuente : Elaboración propia

TABLA N° 4.3**FORMULACIÓN DEL DETERGENTE 3**

FORMULACIÓN 3		
VELOCIDAD DE AGITACIÓN	128 rpm	
REACTIVOS	PROPORCIÓN	CANTIDAD
Alcohol laurico etoxilado	20%	200 g
Glicerina	35%	350 g
Trietanolamina	1	10 g
Propilenglicol	1	10 g
Proteasa	4	20 g
Cloruro de calcio	0,08	0,8 g
Carbonato de sodio	0,05	0,5 g
Agua	38,87%	388,7 g
TOTAL	100%	1 000 g

Fuente : Elaboración propia

TABLA N° 4.4**FORMULACIÓN DEL DETERGENTE 4**

FORMULACIÓN 4		
VELOCIDAD DE AGITACIÓN	92 rpm	
REACTIVOS	PROPORCIÓN	CANTIDAD
Alcohol laurico etoxilado	30%	200 g
Glicerina	35%	350 g
Trietanolamina	15	10 g
Propilenglicol	1%	10 g
Proteasa	2%	20 g
Cloruro de calcio	0,04%	0,4 g
Carbonato de sodio	0,05%	0,5 g
Agua	30,91%	309,1 g
TOTAL	100%	1 000 g

Fuente : Elaboración propia

TABLA N° 4.5**FORMULACIÓN DEL DETERGENTE 5**

FORMULACIÓN 5		
VELOCIDAD DE AGITACIÓN	128 rpm	
REACTIVOS	PROPORCIÓN	CANTIDAD
Alcohol laurico etoxilado	30%	200 g
Glicerina	35%	350 g
Trietanolamina	1%	10 g
Propilenglicol	1%	10 g
Proteasa	3%	20 g
Cloruro de calcio	0,06%	0,6 g
Carbonato de sodio	0,05%	0,5 g
Agua	29,89%	298,9 g
TOTAL	100%	1 000 g

Fuente : Elaboración propia

TABLA N° 4.6**FORMULACIÓN DEL DETERGENTE 6**

FORMULACIÓN 6		
VELOCIDAD DE AGITACIÓN	75 rpm	
REACTIVOS	PROPORCIÓN	CANTIDAD
Alcohol laurico etoxilado	30%	200 g
Glicerina	35%	350 g
Trietanolamina	1%	10 g
Propilenglicol	1%	10 g
Proteasa	4%	20 g
Cloruro de calcio	0,08	0,8 g
Carbonato de sodio	0,05%	0,5 g
Agua	28,87%	288,7 g
TOTAL	100%	1 000 g

Fuente : Elaboración propia

TABLA N° 4.7

FORMULACIÓN DEL DETERGENTE 7

FORMULACIÓN 7		
VELOCIDAD DE AGITACIÓN	128 rpm	
REACTIVOS	PROPORCIÓN	CANTIDAD
Alcohol laurico etoxilado	40%	200 g
Glicerina	35%	350 g
Trietanolamina	1%	10 g
Propilenglicol	1%	10 g
Proteasa	2%	20 g
Cloruro de calcio	0,04%	0,4 g
Carbonato de sodio	0,05%	0,5 g
Agua	20,91%	209,1 g
TOTAL	100%	1 000 g

Fuente : Elaboración propia

TABLA N° 4.8

FORMULACIÓN DEL DETERGENTE 8

FORMULACIÓN 8		
VELOCIDAD DE AGITACIÓN	75 rpm	
REACTIVOS	PROPORCIÓN	CANTIDAD
Alcohol laurico etoxilado	40%	200 g
Glicerina	35%	350 g
Trietanolamina	1%	10 g
Propilenglicol	1%	10 g
Proteasa	3%	20 g
Cloruro de calcio	0,06%	0,6 g
Carbonato de sodio	0,05%	0,5 g
Agua	19,89%	198,9 g
TOTAL	100%	1 000 g

Fuente : Elaboración propia

TABLA N° 4.9

FORMULACIÓN DEL DETERGENTE 9

FORMULACIÓN 9		
VELOCIDAD DE AGITACIÓN	92 rpm	
REACTIVOS	PROPORCIÓN	CANTIDAD
Alcohol laurico etoxilado	40%	200 g
Glicerina	35%	350 g
Trietanolamina	1%	10 g
Propilenglicol	1%	10 g
Proteasa	4%	20 g
Cloruro de calcio	0,08%	0,8 g
Carbonato de sodio	0,05%	0,5 g
Agua	18,87%	188,7 g
TOTAL	100%	1 000 g

Fuente : Elaboración propia

g) Lavado de mallas :

- 1) Pesar la malla con fouling y anotar el peso

FIGURA N° 4.9

SECCIONADO MALLAS CON FOULING



Fuente : Propia

FIGURA N° 4.10

MALLAS ANTES DEL LAVADO



Fuente : Propia

- 2) Aplicar la dilución 1:100 a 1 L de agua de laguna y disolver 10 mililitros de detergente
- 3) Introducir la malla a la solución de detergente y comenzar a agitar a una velocidad de 250 rpm por 10 minutos

FIGURA N° 4.11

PROCESO DE LAVADO



Fuente : Propia

- 4) Retirar la malla y realizar dos enjuagues por 5 minutos cada enjuague a una velocidad de 250 rpm

FIGURA N° 4.12

MALLAS LAVADAS



Fuente : Propia

- 5) Pesar la malla lavada y anotar el peso
- 6) Calcular el porcentaje de remoción
- h) Remoción de fouling en las mallas.-** El porcentaje de remoción se determinara por pesadas la cual consiste en pesar la malla antes de ser lavada y después de ser lavada, hallando así el porcentaje de remoción que es lo que se desea evaluar :

$$\% \text{ Remocion} = \frac{m_2 - m_1}{m_2 - m_0}$$

Donde :

- m₂** : Peso de malla con fouling
- m₁** : Peso de malla después del lavado
- m₀** : Peso Inicial

4.5.3. Caracterización fisicoquímica del detergente

- a) **Determinación de la densidad.**- Calibración del picnómetro: Se tara el aparato limpio y seco con aproximación del miligramo. Se llena el frasco (a) con agua destilada a 16°C o 17°C. Se coloca el termómetro (d) y se sumerge el aparato sin la tapa (c) en un baño mantenido constantemente a 20°C. Conforme sube la temperatura del agua en el picnómetro, van escapando gotas por el capilar (b), hasta alcanzar la temperatura de 20°C, luego se seca el capilar con papel filtro y se coloca la tapa (c)

Se enfría el aparato en agua fría y se seca por fuera. Se pesa sin pérdida de tiempo con aproximación de miligramo.

Finalmente la densidad relativa se obtiene con la siguiente formula según la Norma Técnica Peruana 311,086 :

$$D_r = \frac{B - T}{A - T}$$

Donde :

D_r : Densidad Relativa

T : Peso del picnómetro limpio y seco en g

A : Peso del picnómetro con el agua en g

B : Peso del picnómetro con la muestra en g

- b) **Determinación viscosidad.**- Consistió en utilizar un equipo Viscosímetro rotacional “ST-2001-R” que operan por medio de la rotación de un cilindro o disco (husillo) el cual se sumerge en el material a analizar midiendo la resistencia de esta substancia a una velocidad seleccionada. La resistencia resultante o par es la medida del flujo de viscosidad, dependiendo de la velocidad y de las características del husillo; el instrumento calcula el par y la lectura directa de la viscosidad queda reflejada en cP (CGS) o mPa-s (SI). El viscosímetro está

equipado con diferentes tipos de husillos y velocidades que permiten un amplio rango de medidas de viscosidad. El diseño de los husillos y los principios de medida se rigen por las Normas ISO 2555 e ISO 1652 Todos los husillos están fabricados en acero inoxidable AISI 316 y son fácilmente identificados por su letra y número.

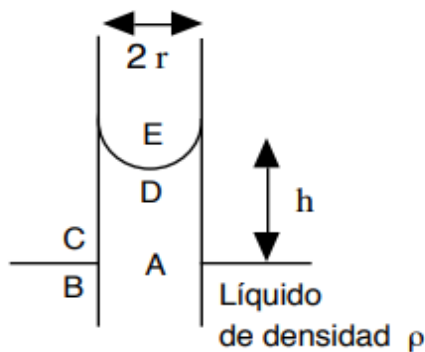
c) Determinación pH :

- 1) Tomando en consideración las instrucciones de seguridad y las prescripciones de dosificación indicadas en el envase del detergente (convertidas al volumen del vaso de precipitados de 100 ml) prepare la solución a estudiar en el vaso de precipitados. En el caso de detergentes que se aplican sin diluir llene lo menos posible (aprox. 30 ml) en el vaso de precipitados.
- 2) Sumerja en la solución el electrodo pH hasta el diafragma y espere la indicación de un valor estable.
- 3) Registre el valor medido.
- 4) Evacue la sustancia y enjuague bien el vaso de precipitados con agua del grifo.

d) Determinación de tensión superficial.- La tensión superficial (una manifestación de las fuerzas intermoleculares en los líquidos), junto a las fuerzas que se dan entre los líquidos y las superficies sólidas que entran en contacto con ellos, da lugar a la capilaridad. Fuerza que actúa tangencialmente por unidad de longitud en el borde de una superficie libre de un líquido en equilibrio y que tiende a contraer dicha superficie.

El método por ascenso capilar consiste en colocar dentro un líquido a un tubo capilar cuyo material es mojable por el líquido, se observa que el líquido asciende en el tubo. En la posición de equilibrio, se puede escribir diversas ecuaciones para dar cuenta de la ley de la hidrostática y de la ley de Laplace.

FIGURA N° 4.13
ASCENSO CAPILAR



Fuente : Propia

- e) **Ascenso capilar en el caso de una mojabilidad perfecta.**- Entre el punto A y el punto B, ambos en el líquido y al mismo nivel $\Delta P = 0$ – entre el punto B y el punto C de parte y otra de una interfase plana (curvatura cero o radio de curvatura R infinito), $\Delta P = 0$ – entre el punto C y el punto E situados ambos dentro de un gas de densidad despreciable, $\Delta P = \rho g h = 0$ (porque $\rho = 0$) – entre el punto D y el punto E situado de parte y otra de una interfase curva, la ecuación de Laplace indica para dos capilares de diferentes :

$$\gamma = \frac{R_1 \times R_2}{2(R_1 - R_2)} \times \rho g (h_1 - h_2)$$

Donde :

- R₁ y R₂** : Radios de curvaturas de las interfaces
- ρ** : Densidad del detergente líquido
- g** : Gravedad específica
- h₁ y h₂** : Alturas del ascenso del líquido por el capilar

- f) Determinación de Biodegradabilidad.**- La metodología realizada fue :
- 1) Se agrega el agua residual al bioreactor y se prende las compresoras las cuales están que oxigenan al interior del bioreactor para mayor eficiencia en el proceso biológico.
 - 2) Luego se realiza toma de muestras para su análisis correspondiente de los parámetros fisicoquímicos (DBO₅, DQO)

FIGURA N° 4.14

BIOREACTOR PARA EL ANÁLISIS DE BIODEGRADABILIDAD



Fuente : Propia

4.6. Análisis y procesamiento de datos

- a) Diseño Experimental.**- En este trabajo se utilizara el método de Taguchi como alternativa estadística para el diseño de nuestro experimento, permitiendo evaluar tres factores con tres niveles cada uno. A continuación se muestran los niveles de las variables en las experiencias :

20%, 30%, 40% : Son las composiciones del surfactante

2%, 3%, 4% : Son los porcentajes de las enzimas

75 rpm, 92 rpm, 128 rpm : Son las velocidades de agitación en el mezclado

TABLA N° 4.10

NIVELES DE VARIABLES

VARIABLES		NIVEL INFERIOR	NIVEL MEDIO	NIVEL SUPERIOR
X1	Composición de surfactante	20 %	30%	40%
X2	% enzima	2%	3%	4%
X3	Velocidad de agitación	75 rpm	92 rpm	128 rpm

Fuente : Elaboración propia

Aplicando el método Taguchi para la experiencia: (Y : Detergente Enzimático)

TABLA N° 4.11

MÉTODO TAGUCHI: ARREGLO ORTOGONAL L9

N°	X1	X2	X3	Y
1	20%	2%	75 rpm	Y1
2	20%	3%	92 rpm	Y2
3	20%	4%	128 rpm	Y3
4	30%	2%	92 rpm	Y4
5	30%	3%	128 rpm	Y5
6	30%	4%	75 rpm	Y6
7	40%	2%	92 rpm	Y7
8	40%	3%	80 rpm	Y8
9	40%	4%	100 rpm	Y9

Fuente : Elaboración propia

- b) **Parte estadística.**- En la siguiente tabla se observan los resultados de la remoción de fouling y de la relación S/R del proceso de lavado de las mallas según el arreglo ortogonal L₉ (3³) del método de Taguchi.

TABLA N° 4.12

ARREGLO ORTOGONAL DEL MÉTODO TAGUCHI – MINITAB

N° DE CORRIDA	VARIABLES (FACTORES)			% REMOCIÓN PROMEDIO
	% TENSOACTIVO	% ENZIMAS	GRADO DE AGITACIÓN (rpm)	
1	20	2	75	89,8545
2	20	3	92	90,8856
3	20	4	128	95,8511
4	30	2	92	95,2263
5	30	3	128	90,9387
6	30	4	75	82,3168
7	40	2	128	80,4579
8	40	3	75	68,7690
9	40	4	92	84,2012

Fuente : Elaboración propia

De la **Tabla del Anexo 13** se muestra los efectos de los factores sobre la variabilidad de la remoción de fouling en las mallas, relación S/R, donde los efectos más considerables se observan en el factor 1 (% Tensoactivo) con un valor promedio de 38,6275 La relación S/R promedio más alto es cuando el nivel del factor 1 (% Tensoactivo) es igual 1 que cuando el nivel es igual a 3 (39,2535 > 37,6242)

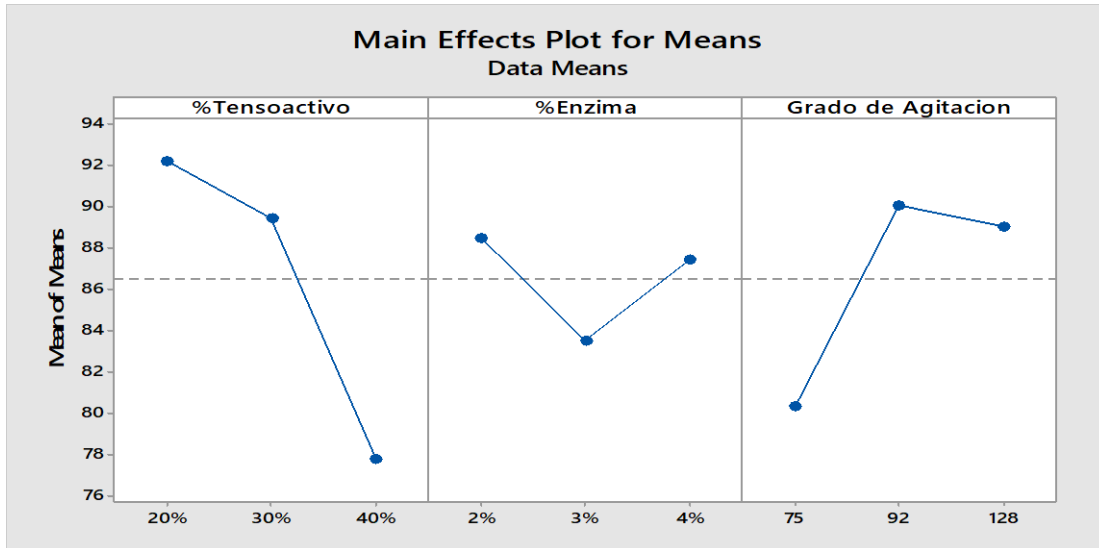
Los efectos principales de los factores sobre la promedio y la relación S/R del porcentaje de remoción se muestran en los gráficos.

Se puede notar que cuando el factor % Tensoactivo pasa del nivel 1 al nivel 3 el porcentaje de remoción disminuye, siendo considerablemente la reducción de la remoción en el paso del nivel 2 al nivel 3

Del factor porcentaje enzimas se puede observar que el nivel 2 presenta el menor porcentaje de remoción mientras los niveles 1 y 3 presentan porcentaje de remoción similares. Finalmente para el factor Grado de agitación se puede observar que en el nivel 2 se tiene el mayor porcentaje de remoción.

GRÁFICO N° 4.3

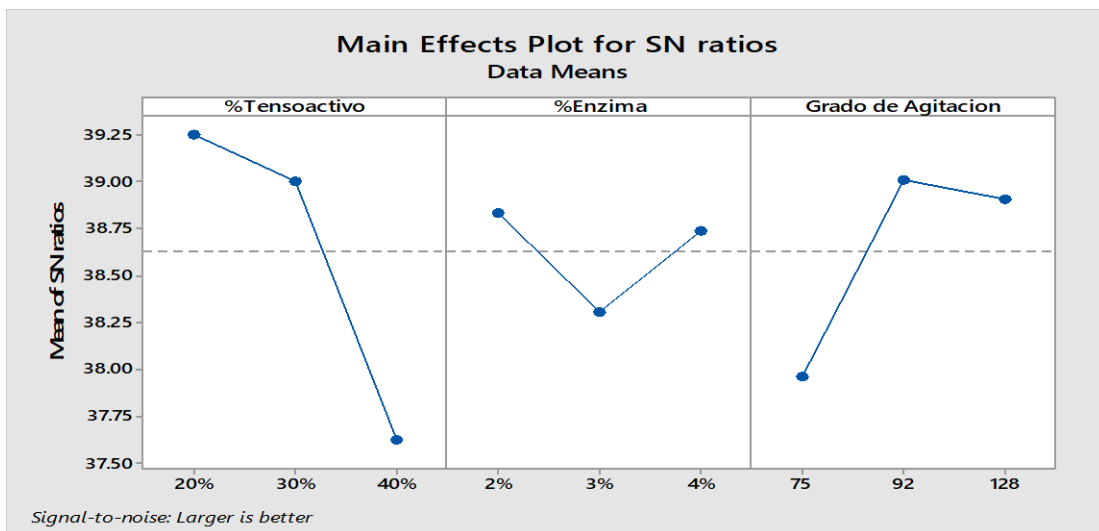
EFFECTOS DE LOS FACTORES SOBRE LA MEDIA



Fuente : Resultados obtenidos con el programa estadístico

GRÁFICO N° 4.4

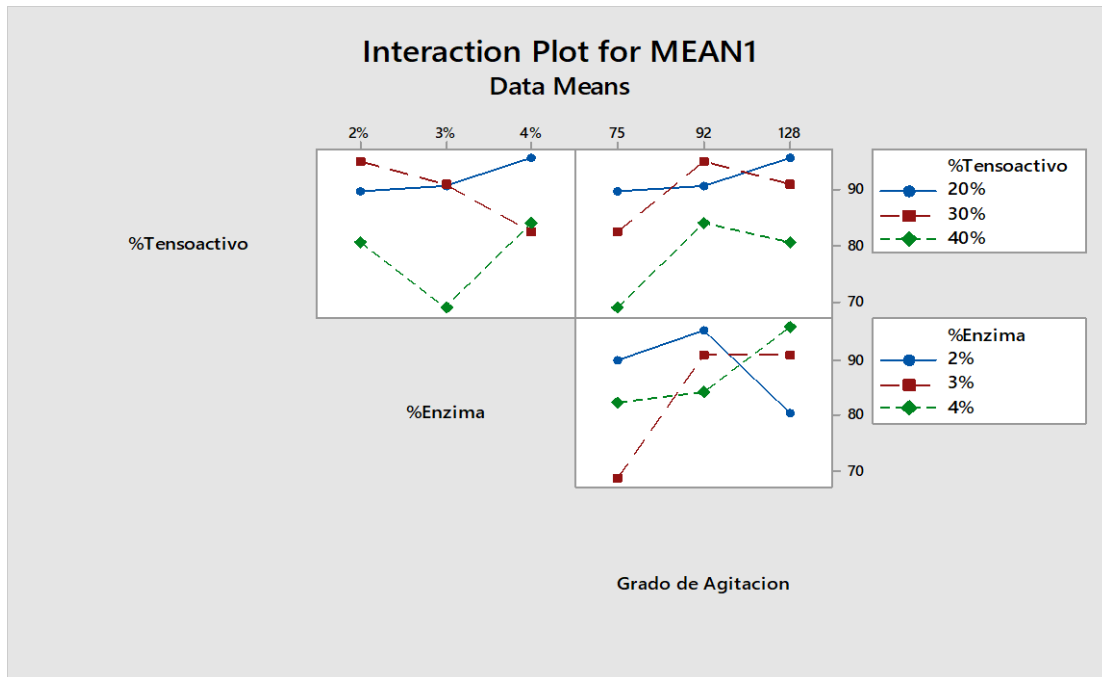
EFFECTOS DE LOS FACTORES SOBRE LA SEÑAL S/R



Fuente : Resultados obtenidos con el programa estadístico

GRÁFICO N° 4.5

INTERACCIÓN ENTRE LOS FACTORES



Fuente : Resultados obtenidos con el programa estadístico

Se observa que el factor de interacción F1 (porcentaje tensoactivo) x F2 (porcentaje enzimas), presenta interacciones por el cruce de líneas que hay entre el Nivel 1, Nivel 2, Nivel 3 de F1

Además, para F1 (porcentaje tensoactivo) X F3 (grado de agitación), presenta interacciones por el cruce de líneas que existe entre la Nivel 1 y Nivel 2 de F1

Finalmente, entre F2 porcentaje enzimas) x F3 (grado de agitación) presenta interacciones por el cruce de líneas que hay entre el Nivel 1, Nivel 2, Nivel 3 de F2

Adicionalmente se observa que para F1 cuando se encuentra en el nivel 1, para F2 y F3 cuando se encuentra en el nivel 3, se obtiene el mayor promedio de remoción de fouling.

Usando el ANOVA para el promedio y la relación S/R sobre el promedio del porcentaje de remoción se observan en las tablas. La significancia de los factores en el ANOVA fue determinada por los valores “p”. De acuerdo con los resultados para el promedio del porcentaje de Remoción, se observa que el factor 1 (F1) presenta un gran efecto (59,72%) sobre el porcentaje promedio de remoción con un valor de “p” de 0,058, seguido del factor 3 (F3) que presento un efecto medio (29,58%) con un valor de “p” de 0,0342 y por ultimo pero no menos importante el factor 2 (F2) que presento un 7,03% con respecto al total del efecto con un valor de “p” de 0,11

TABLA N° 4.13

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS FACTORES SOBRE LA REMOCIÓN}

SOURCE	DF	Adj SS	Adj MS	F – Value	P – Value	CONTRIBUCIÓN (%)
% Tensoactivo	2	350,84	175,42	16,34	0,058	59,72
% Enzima	2	41,34	20,67	1,93	0,342	7,03
Grado de Agitación	2	173,8	86,9	8,1	0,11	29,58
Error	2	21,47	10,73			3,67
Total	8	587,46				100

Fuente : Elaboración propia

De acuerdo con los resultados para la relación S/R ,que mide la variabilidad del proceso, se observa que el factor 1 (F1) presenta un gran efecto (63,14%) con un valor de “p” de 0,043 , seguido del factor 3 (F3) que presento un efecto medio (27,52%) con un valor de “p” de 0,094 y por ultimo pero no menos importante el factor 2 (F2) que presento un 6.48% con respecto al total del efecto con un valor de “p” de 0,305

TABLA N° 4.14

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS FACTORES SOBRE LA SEÑAL S/R

SOURCE	DF	Adj SS	Adj MS	F – Value	P – Value	CONTRIBUCIÓN (%)
% Tensoactivo	2	4,6224	2,3112	22,20	0,043	63,14
% Enzima	2	0,4747	0,2374	2,28	0,305	6,48
Grado de Agitación	2	2,0151	1,0076	9,68	0,094	27,52
Error	2	0,2082	0,1041			2,86
Total	8	7,3205				100

Fuente : Elaboración propia

V. RESULTADOS

- a) **Análisis químico del fouling.**- Los resultados obtenidos del análisis químico del fouling son las siguientes :

TABLA N° 5.1

ANÁLISIS QUÍMICO DEL FOULING

N°	PRUEBAS	MUESTRA DE FOULING DE LAGUNA CHACACANCHA
1	Proteínas (%)	0,35
2	Humedad (%)	93,03
3	Cenizas (%)	0,92
4	Grasas (%)	2,75
5	Fibras (%)	0,84
6	Carbohidratos (%)	2,11
7	Calorías kcal/100 g	34,59

Fuente : Elaboración propia

Este análisis sirvió para la elección de las enzimas a usar en el detergente enzimático tales como la lipasa, celulosa, alfa amilasa y proteasa.

- b) **Determinación del porcentaje de remoción :**

TABLA N° 5.2

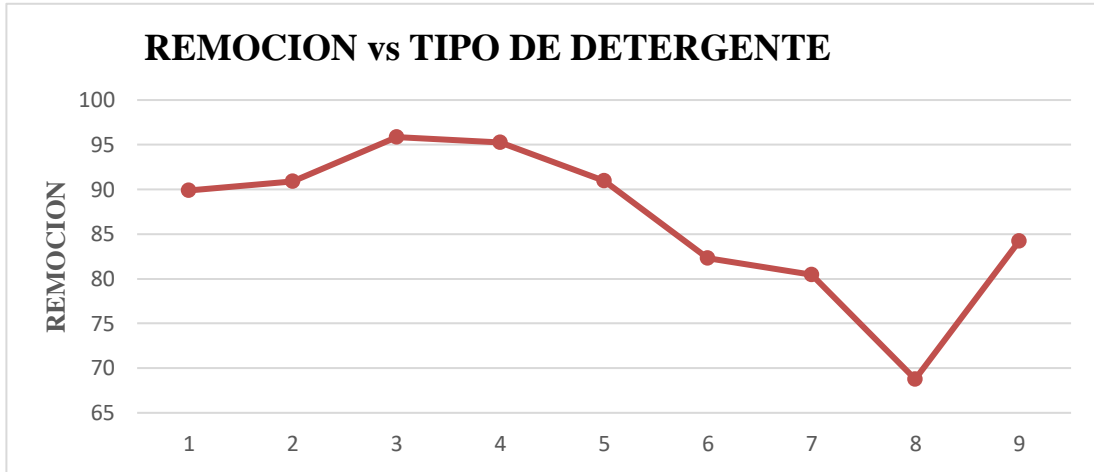
PORCENTAJE DE REMOCIÓN

N° DE CORRIDA	Variables(Factores)			% REMOCIÓN PROMEDIO
	% TENSOACTIVO	% ENZIMAS	GRADO DE AGITACIÓN (rpm)	
1	20	2	75	89,545
2	20	3	92	90,8856
3	20	4	128	95,8511
4	30	2	92	95,2263
5	30	3	128	90,9387
6	30	4	75	82,3168
7	40	2	128	80,4579
8	40	3	75	68,7690
9	40	4	92	84,2012

Fuente : Elaboración propia

GRÁFICO N° 5.1

REMOCIÓN VS TIPO DE DETERGENTE

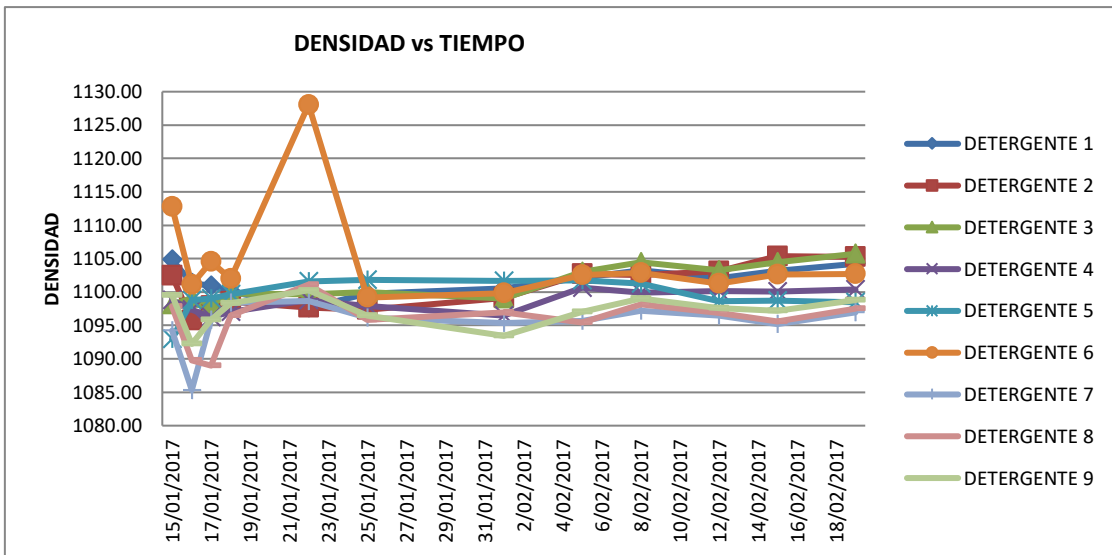


Fuente : Elaboración propia

c) Evaluación de los parámetros fisicoquímicos del detergente enzimático :

GRÁFICO N° 5.2

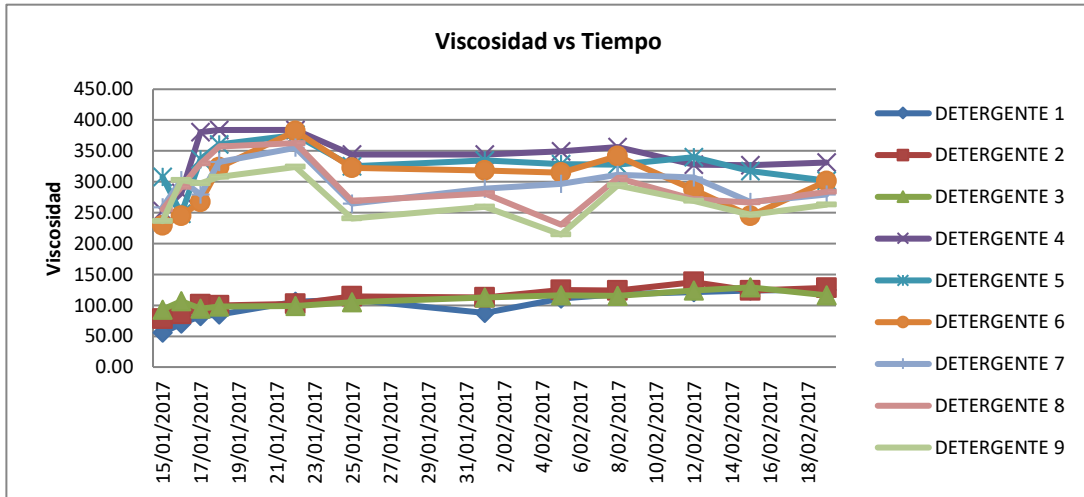
EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD POR CADA FORMULACIÓN



Fuente : Elaboración propia

GRÁFICO N° 5.3

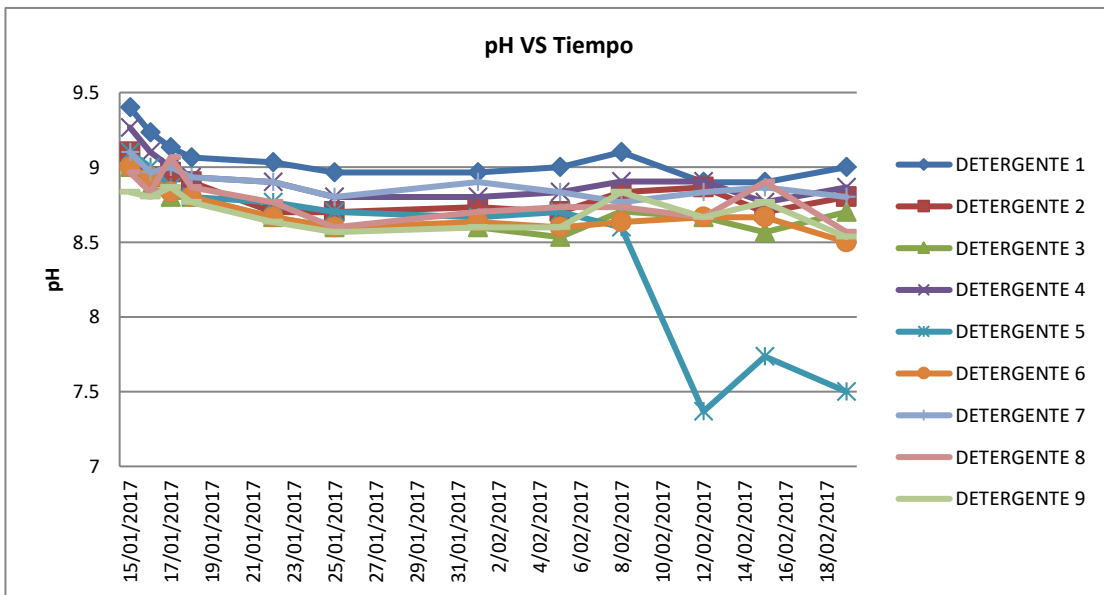
EVALUACIÓN DE LA VISCOSIDAD POR CADA FORMULACIÓN



Fuente : Elaboración propia

GRÁFICO N° 5.4

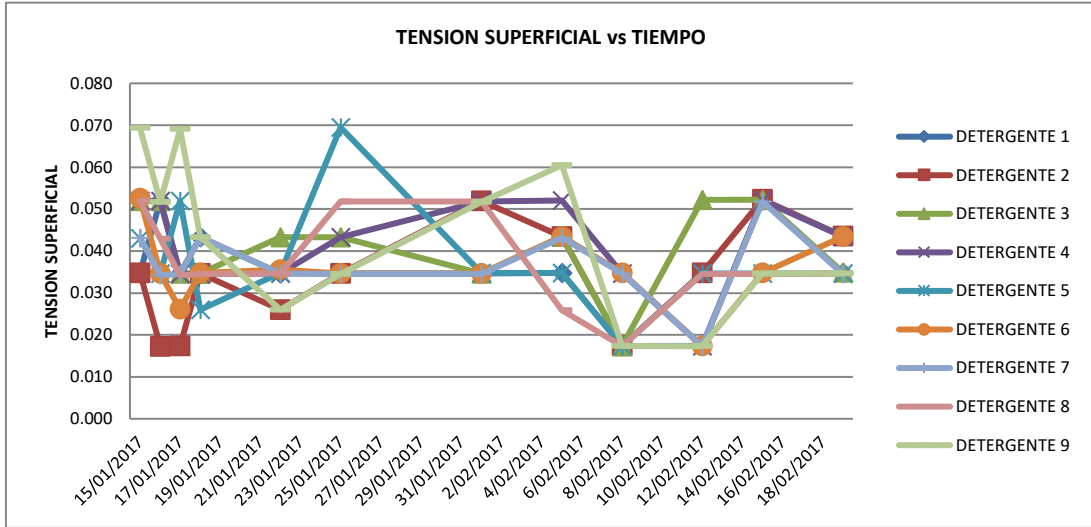
EVALUACIÓN DEL pH POR CADA FORMULACIÓN



Fuente : Elaboración propia

GRÁFICO N° 5.5

EVALUACIÓN DE LA TENSIÓN SUPERFICIAL POR CADA FORMULACIÓN



Fuente : Elaboración propia

d) **Análisis de biodegradabilidad.**- El resultado del análisis de DBO, DQO realizados por TYPASA S.A. son los siguientes :

TABLA N° 5.3

ESTUDIO DE LA BIODEGRADABILIDAD

DIA	0	4	11	21
DBO₅	1526	1317	443	234
DQO	5067	3075	1267	551,71
DBO₅/DQO	0,3	0,43	0,35	0,42
Porcentaje de variación(DBO)		13,7	70,96	84,67
Porcentaje de variación(DQO)		39,31	74,99	89,11

Fuente : Elaboración propia

DBO/DQO = 0,4 a 0,6 Rápidamente Biodegradable

DBO/DQO = 0,1 a 0,3 La biodegradabilidad es cuestionable

Teniendo estas dos consideraciones se verifica que el detergente enzimático es biodegradable.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación de hipótesis con los resultados:

De acuerdo con la hipótesis específica 1, se procedió al estudio químico del fouling encontrándose proteínas, grasas, fibras y carbohidratos principalmente con valores de 0,35%; 2,75%; 0,84% y 2,11% respectivamente (**Ver Anexo 4**), lo cual hace que la hipótesis sea aceptada de acuerdo a los resultados obtenidos según el método AOAC el cual hace referencia a las formas como realizar los cálculos de los parámetros. Con estos resultados se puede elegir los componentes que tendrá el detergente enzimático.

Con respecto a la hipótesis específica 2, se procedió a la preparación de los detergentes variando la concentración de tensoactivo (20%, 30% y 40%), concentración de enzima (2%, 3%, 4%) y el grado de agitación (75 rpm, 92 rpm y 120 rpm), de acuerdo a un diseño experimental de Taguchi se elaboraron 9 tipos de detergentes enzimáticos de los cuales se calculó el porcentaje de remoción (**Ver Tabla 5.2 pág. 73**) Se realizó un análisis estadístico para calcular el nivel de significancia (p) de cada variable, para el porcentaje de tensoactivo ($p = 0,03$) lo cual es menor al valor de 0,05, se concluyó que esta variable es significativa, en cambio el nivel de significancia (p) para las demás variables son mayores a 0,05 lo cual manifiesta que no son significativos para la remoción del fouling en las mallas de las piscigranjas de la Laguna de Chacacancha. (**Ver Tabla N° 4.13 pág. 71 y Tabla N° 4.14 pág. 72**), lo cual conlleva a que la única variable significativa es el porcentaje de tensoactivo.

Finalmente, de acuerdo a la hipótesis general se tiene que el uso del detergente enzimático garantiza la remoción del fouling con un grado de remoción de hasta 95,8511% las cuales se pueden verificar (**Ver Tabla N° 5.2 pág. 73**), lo cual garantiza que la hipótesis general es correcta.

Después se analizó las interacciones entre los factores, para lo cual se realizó la gráfica de interacciones para los 3 factores, además se puede decir que la variación del porcentaje de tensoactivo es el factor más predominante en el diseño experimental seguido del grado de agitación y por último a la variación del porcentaje de enzima.

Optimizando los factores según la data estadística presentes se puede decir que se obtiene una buena remoción para : porcentaje tensoactivo : 20%, porcentaje enzima : 2 %, Grado de agitación : 92 rpm

6.2. Contrastación de resultados con otros estudios similares

Según García y Montoya (2017) citan que para manchas de sangre en fibras textiles la variación de tensoactivo y el pH de los detergentes son influyentes en la remoción debido a que se obtienen diferentes grados de remoción hasta en un 90%, en esta investigación realizada se evalúa los tipos de tensoactivo (aniónicos y no iónicos) y los tipos de enzima a diferentes pH, en donde se demuestra que el detergente con mayor grado de remoción fue el que presenta en su composición al tensoactivo no iónico y enzima alcalina. Llegando así obtener un porcentaje de remoción de hasta 95,85% de rendimiento, además realizo experiencias como la estabilidad del detergente teniendo buenos resultados, en el presente trabajo se realizaron detergentes con tensoactivo no iónicos (alcohol laurico etoxilado) y con enzima proteasa alcalina llegando a obtener porcentaje de remoción de hasta 95,8511% lo cual ratifica que los tensoactivos no iónicos y las enzimas alcalinas presentes en los detergentes remueven a suciedades con alto porcentaje de proteínas.

Según Martínez (2005) citan que para la elaboración de un detergente lo primero que se debe realizar es un análisis químico a la suciedad (sustrato) que se va a remover en este caso almidón el cual presento un porcentaje de amilasa y amilopeptina de 19,8% y 80,8% respectivamente. También analizo la influencia de la concentración de enzima alfa amilasa en el detergente liquido el cual removió al almidón desintegrándolo, en el presente trabajo se realizó el análisis del fouling el cual contenía proteínas, grasas, fibras y carbohidratos principalmente con valores de 0,35%; 2,75%; 0,84% y 2,11% respectivamente, lo cual sirvió a la elección de la enzima proteasa.

VII. CONCLUSIONES

- 1) En la elaboración del detergente enzimático para la remoción del fouling de las mallas de las piscigranjas de la Laguna de Chacacancha se usa el alcohol laurico etoxilado en un 20%, proteasa 2%, glicerina 35%, cloruro de calcio 0,04%, propilenglicol 1%, trietanolamina 1%, carbonato de sodio 0.5%, agua 40.46 % y el grado de agitación del mezclador a 92 Rpm para obtener mayor rendimiento en la remoción.
- 2) La composición química del fouling en las mallas de las piscigranjas en la laguna de Chacacancha fue de proteínas 0,35%, humedad de 93,03%, cenizas 0,92%, grasas 2,75 %, fibras 0,84%, carbohidratos 2,11% y calorías 34,59 kcal/100 g, de este análisis se desprende el uso de proteasas en la formulación de los detergentes.
- 3) En la investigación para la elaboración del detergente enzimático las variables más influyentes en la remoción del fouling es el porcentaje de tensoactivo, pero las variables planteadas guardan una interacción estrecha mutuamente (grado de agitación , porcentaje tensoactivo, porcentaje de enzima)

VIII. RECOMENDACIONES

- 1) Antes de la elaboración del detergente enzimático realizar experimentos preliminares para poder ver la compatibilidad de los reactantes.
- 2) En el proceso de lavado considerar las características fisicoquímicas del agua (pH, temperatura, dureza, alcalinidad, etc.)
- 3) Realizar un estudio previo sobre la viabilidad de los reactantes a usar en la formulación de los detergentes

IX. REFERENCIAS

- 1) ALTMAJER VAZ, Deisi. Formulaciones de detergentes Biodegradables : Ensayo de Lavado. Granada, España. Universidad de Granada.2004
- 2) ARAQUE ESPINOZA y Otros. Diseño del Proceso para Elaboracion de Detergente a partir de Saponina de Quinua. Proyecto. Loja, Ecuador. Universidad Tecnica Particular de Loja. 2015
- 3) BASTIDA, Ricardo. Las incrustaciones biologicos (fouling) y su accion de deterioro sobre las estructuras sumergidas. Buenos Aires, Argentina. Centro de Investigacion y Desarrollo en Tecnologia de Pinturas. 1977
- 4) CARRION, F. Los polimeros en Formulaciones Detergentes, en Boletin Intexter (U.P.C.) 1998
- 5) CAVICCHIOLI, Alfredo. Limpieza, Revision y Cambio de Mallas en el Cultivo de Salmonideos, en Programa Pesquero - Acuicola ACHS
- 6) DEXTRE ROMERO, Jose. Diseño de Criaderos y Cultivo de Truchas y Tilapias. Proyecto de Investigacion. Callao. Universidad Nacional del Callao. 2011
- 7) GALLEGOS MARTINEZ, Juan. Utilizacion de α - amilasas en la formulación de detergentes industriales. Tesis doctoral. Granada, España. Universidad de Granada. 2005
- 8) GARCIA ACEVEDO Y OTROS. Evaluacion de la incorporacion de enzimas proteasas en un detergente Liquido para la remocion de manchas de sangre, aplicando la metodologia de diseño de productos quimicos. Tesis. Bogota, Colombia. Fundacion Universidad de America. 2017
- 9) GONZALEZ BACERIO y Otros. (2010) Las lipasas : Enzimas con potencial para el desarrollo de biocatalizadores inmovilizados por adsorcion intefacial, en Colombiana Biotecnologica Vol. XII N° 1 Julio 2010
- 10) GREBESHOVA y Otros. Revista Colombiana de Biotecnologia, en Estudio de las Propiedades Cataliticas
- 11) GUERRERO GONZALES, Sergio. Manual de crianza de trucha en ambientes convencionales. Lima. Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero. 2014

- 12) INDIGO QUIMICA. Los tensioactivos y su influencia en la fase humeda de la fabricacion del cuero vacuno
- 13) JIMENEZ DIAZ, Inmaculada. Desarrollo de Metodologia Analitica para la Determinacion de Tensioactivos y sus Productos de Degradacion mediante Diferentes Tecnicas Separativas. Tesis Doctoral. Granada, España. Universidad de Granada. 2009
- 14) KNEEDLER JULIA y Otros. Using an enzymatic detergent to prerinse instruments, en Aorn Journal, pág. 6. Mayo 1990
- 15) LEÓN LLANOS, Miguel. (2006) Efecto ecotoxicologico de los detergentes biodegradables en la trucha Arco Iris *Oncorhynchus Mykiss* en el centro piscicola "El Ingenio" - Huancayo. Lima, Peru. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2006
- 16) Ley N° 27460. Promocion y Desarrollo de la Acuicultura, en Diario Oficial El Peruano. Lima, Peru. 2010
- 17) Manual de Crianza Trucha (*Oncorhynchus mykiss*). Ragash. Municipalidad Distrital Ragash. 2009
- 18) MARTINEZ GALLEGOS JUAN FRANCISCO. Utilizacion de alfa-amilasa en la formulacion de detergentes industriales. Tesis. Granada, España. Universidad de Granada. 2005
- 19) MENDOZA BOJORQUEZ, Raul. Manual de cultivo de trucha arco iris en jaula flotantes. Lima. Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero. 2004
- 20) NICOLAS HURTADO. Red de multiservicios regionales. Disponible en : <http://www.rmr-peru.com/crianza-de-truchas.htm>
- 21) NUÑEZ BASAÑEZ y Otros. Control de Biofouling en las Instalaciones Offshore de Acuicultura Marina. Madrid, España. Universidad Politecnica de Madrid. 2006
- 22) OBON DE CASTRO y Otros. Sesion de Practica de Laboratorio sobre las Enzimas como Detergentes Ecologicos y Sostenibles. Cartagena. Universidad de Politecnica de Cartagena
- 23) PORTILLO, E. Control Biologico del Fouling de Macroalgas mediante el Gasteropodo *Osilinus Atratus*, en Boletin Instituto Español de Oceanografia. 2002

- 24) TARACIDO JIMENEZ, Lourdes. Caracterizacion Biologica del Biofouling Marino mediante Metodos Moleculares. Tesis doctoral. Cadiz, España. Universidad de Cadiz. 2009
- 25) VILLADA, M. A. . Comparacion teorica del uso de un compuesto activo en un detergente liquido lavajillas de alta biodegradabilidad y baja toxicidad a partir de t. Pereira, Colombia. Universidad Tecnologica de Pereira. 2016
- 26) ZAMBRANO FRANCO, Joel. Ingenieria Basica de una Planta Comercial de Detergente Liquido. Tesis. Sartenejas, Venezuela. Universidad Simon Bolivar. 2010
- 27) DIARIO GESTION. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/produccion-nacional-trucha-crecio-678-10-anos-234898>. 2 articulo web. Consultada 31 de enero del 2018
- 28) La República. Disponible en: <http://larepublica.pe/economia/881202-hay-mas-de-14-mil-fuentes-de-agua-para-desarrollar-la-acuicultura>. articulo web. Consultada 11 de setiembre del 2015

ANEXOS

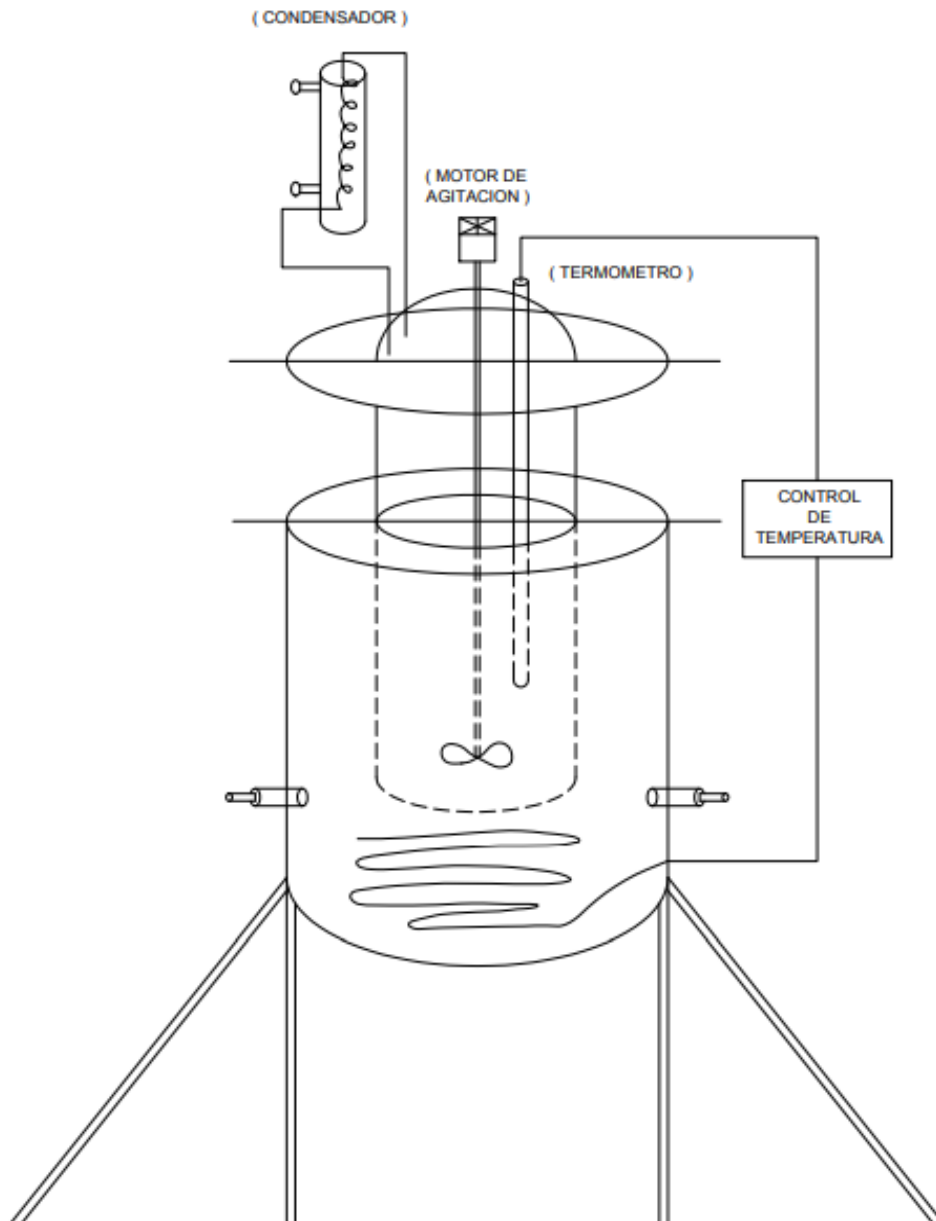
ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE DEP.	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
¿Cómo elaborar un detergente enzimático para la remoción del fouling de las mallas de las piscigranjas de la laguna de Chacacancha?	Elaborar un detergente enzimático para la remoción del fouling de las mallas de las piscigranjas de la laguna de Chacacancha	El detergente enzimático garantiza la remoción del fouling en las mallas de las piscigranjas de la laguna de Chacacancha	Y_1 : Detergente Enzimático	<ul style="list-style-type: none"> – Grado de remoción. – Características Físicoquímicas 	<ul style="list-style-type: none"> – % de remoción – Viscosidad – Tensión Superficial – Biodegradabilidad – Densidad – Estabilidad 	Ensayos de Laboratorio
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	VARIABLES IND.	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
¿Cuál es la composición química del fouling en las mallas de las piscigranjas en la Laguna de Chacacancha?	Determinar la composición química del fouling en las mallas de las piscigranjas en la Laguna de Chacacancha.	El fouling debido a un análisis químico nos indica principalmente presencia de grasas, carbohidratos y proteínas.	X_1 : El fouling presente en las mallas de las piscigranjas en la Laguna de Chacacancha	<ul style="list-style-type: none"> – Composición Química 	<ul style="list-style-type: none"> – Proteínas – Humedad – Cenizas – Grasas – Fibras – Carbohidratos – Caloría 	AOAC AOAC AOAC AOAC AOAC AOAC
¿Cuáles son las variables que influyen en la elaboración del detergente enzimático?	Determinar las variables que influyen en la elaboración del detergente enzimático	En la elaboración del detergente enzimático las variables que influyen con mayor significancia son la composición del surfactante, la composición de enzimas y el grado de agitación del mezclador	X_2 : Variables que influyen en la elaboración del detergente enzimático.	<ul style="list-style-type: none"> – Composición del Surfactante – Grado de agitación – Composición de enzimas 	<ul style="list-style-type: none"> – % de surfactante – Velocidad de agitación – % de enzima 	<ul style="list-style-type: none"> – Revisión de Bibliografía – Ensayos de laboratorio. – Ensayos de laboratorio.

ANEXO 2

DIAGRAMA DEL MEZCLADOR



ANEXO 3

ANÁLISIS QUÍMICO DEL FOULING

 UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
CENPROFARMA
CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO - CCA 

PROTOCOLO DE ANÁLISIS N.º00225-CPF-2017

ORDEN DE ANÁLISIS : 004484/2017
SOLICITADO POR : GOLD SYSTEM & SERVICE
MUESTRA : ALGA DE LAGUNA
Nº DE LOTE : ----
CANTIDAD : 01 frasco x 25 g aprox.
FECHA DE RECEPCIÓN : 14 de Julio del 2017
FECHA DE FABRICACION : ----
FECHA DE VENCIMIENTO : ----

PRUEBAS	MÉTODOS	RESULTADOS
PROTEÍNAS	AOAC	0,35%
HUMEDAD	AOAC	93,03%
CENIZAS	AOAC	0,92%
GRASAS	AOAC	2,75%
FIBRAS	AOAC	0,84%
CARBOHIDRATOS	AOAC	2,11%
CALORÍAS	AOAC	34,59 Kcal/100g

Lima, 20 de Julio del 2017

por: 

Q.F. Nelson Bautista Cruz
Director del Centro de Control Analítico



ANEXO 4

ANÁLISIS BIOLÓGICO DEL FOULING

CONSTANCIA DE IDENTIFICACIÓN

El que suscribe, César Acleto Osorio, biólogo (CPB411) especialista en taxonomía vegetal, con énfasis en algas continentales y marinas, hace constar que ha revisado una muestra heterogénea de algas procedente de una laguna altoandina de Cerro de Pasco, siendo el resultado lo que a continuación indico:

División Cyanophyta (Cyanobacteria)

Chroococcales

1. *Johanesbaptistia pellucida* Taylor y Drouet

Hormogonales

2. *Lyngbya* 2 spp.
3. *Oscillatoria Sancta* (Kutzing) Gomont

División Chlorophyta

Neotrichales

4. *Stichococcus subtilis* (Kutzing) Clerk

Oedogoniales

5. *Oedogonium* 2 spp.

Chlorococcales

6. *Pediastrum boryanum* Meneghini
7. *Botryococcus braunii* Kutzing

Zygnematales

8. *Spirogyra* sp.

Ulotrichales

9. *Ulothrix cylindricum* Prescott

División Xantophyta

Eustigmatales

10. *Characiopsis* sp.

Tribonematales

11. *Tribonema* sp.

División Bacillariophyta

Centrales

12. *Cyclotella meneghiniana* Kutzing

ANEXO 5

FICHA TÉCNICA DE LA TRIETANOLAMINA

Pennales

13. *Tabellaria* sp.
14. *Nitzschia* sp.
15. *Navicula* sp.
16. *Cymbella* 2 spp.
17. *Gomphonema* sp.
18. *Gomphoneis* sp.
19. *Synecha ulna* (Nitzsch) Ehrenberg
20. *Cocconeis* sp.

El aspecto gelatinoso de la muestra se debe a la acumulación de mucilago propio de algunas especies

Extiendo esta constancia a solicitud del interesado y para los fines que estime convenientes

Lima, 19 de julio del 2017

Dr. César Acleto Osorio
Biólogo (CBP411)


CESAR ACLETO OSORIO
BIÓLOGO
CBP 411



Representaciones Químicas Universal EIRL
IMPORTADOR Y DISTRIBUIDOR DE PRODUCTOS QUÍMICOS
Para la industria cosmética, textil, minera e insumos para productos de
limpieza, desinfectantes y otros.

FICHA TÉCNICA

RQP/2225/VI


TRIETANOLAMINA

Descripción	Se obtiene a partir de la reacción del amoniaco con el óxido de etileno.		
Identificación	Sinónimos: Trilamina, trihidroxitrietilamina, trietilolamina, tris-(hidroxi)etilamina. Formula: $N(CH_2CH_2OH)_3$ P.M: 149.19 EINECS: 203-049-8 Denominación CTFA: 2,2',2'' nitrilotriethanol Denominación y N° C.A.S: Ethanol,2,2',2''-nitrilotri; (102-71-6)		
Características sensoriales	Ensayos	Especificación	Método
	Aspecto	Líquido viscoso	MA-003
	Color	Claro a ligeramente amarillo	
Olor	Característico		
Características Físico-químicas	Dietanolamina (%)	0.5 máx.	Proveedor
	Trietanolamina (%)	99.0 mín.	
	Densidad (20/20 °C)	1.124 – 1.127	
	Humedad (%)	0.2 máx.	
	Color Pt-Co (temperatura ambiente)	40 máx.	
Embalaje	Tambor/208 L.		
Rotulado	En sticker, nombre, peso neto, lote.		
Aplicaciones	Como componentes en formulaciones de detergentes para lavado de ropas y loza, desengrasante, detergentes multifuncionales y desinfectantes. Intermediario en la elaboración de agentes tensoactivos empleados en especialidades de la industria textil y papelera, ceras y pulimentos, herbicidas, artículos de tocador (cosméticos), aditivos de cemento y concreto, reveladores de película fotográfica, aceites de corte, inhibidores de corrosión, dispersantes y agentes neutralizantes en pigmentos y tintas, caseína y gomas látex. Intermedio químico en la producción de gomas.		
Vida útil	01 año.		
Estabilidad/ Almacenamiento	A temperaturas menores a 21 °C puede solidificarse. Mantiene sus características, siempre y cuando se almacenen en recipientes herméticamente cerrados, protegidos de la luz, en un ambiente seco y ventilado. Se debe evitar agentes oxidantes, ácidos, anhídricos y fuentes de calor ya que es inflamable.		
Referencias	Diccionario de Química y Productos Químicos (Hawley, 1993). Proveedor.		
Elaborado por: Ing. Carolina García Leiva Fecha: Mayo,2009	Revisado por: Ing. Xiomara Morales Rivera Fecha: Mayo,2009	Aprobado por: Ing. Mario Orellano Fecha: Mayo,2009	Emisión: 12/11/11

Jr. Ascope N° 585- alt. Cdra. 2 Av. Colonial-Lima
Telefax: 423-7980
E-mail: rqu@rqu.com.pe

ANEXO 6

FICHA TECNICA DE LA GLICERINA

 **GLICERINA USP**

Su Aliado en Materias Primas

DESCRIPCIÓN:

La Glicerina USP es un Alcohol polihidroxílico, que se obtiene de aceites y grasas vegetales como estearina de palma, aceite de coco o aceite de palmiste como subproducto de la manufactura de jabones. Sus principales características son:

- Neutra al tornasol.
- En contacto con agentes oxidantes fuertes, tales como el Trióxido de cromo, Cloruro de Potasio, Permanganato de Potasio; puede producir explosión.

APLICACIONES:

La Glicerina USP actúa como ingrediente activo para productos OTC (Droga farmacéutica), auxiliar de diagnóstico sobre todo en oftálmicos, agentes de cuidado oral, vehículo, solvente, desnaturalizante, humectante, emoliente, plastificante, cosméticos; jabones, licores, tintas para imprimir y copiar, lubricantes, anticongelante en automóviles.

ESPECIFICACIONES:

Apariencia:	Líquido espeso, claro.
Olor:	Suave, característico.
Pureza:	99,0% Min. – 101,0%
Compuestos Halogenados:	0,003% cl Máx.
Ácidos grasos y Esteres:	1,0 ml NaOH 0,5 N Máx.
Metales pesados (Pb):	5 mg/kg.
Residuo de ignición:	0,01% Máx.
Gravedad Específica:	1,249 Mínimo
Cloruros:	0,001% Máx.
Sulfatos:	0,002% Máx.
Impurezas orgánicas volátiles:	Cumple
Arsénico:	1 ppm Máx.
Diisilenglicol:	0,1% Máx.
Agua:	0,5% Máx.

DOSIFICACIÓN:

Es aconsejable efectuar los ensayos necesarios para establecer la dosificación más adecuada al uso a que se destine, teniendo especial cuidado en aplicar buenas prácticas higiénicas durante todo el proceso.

ALMACENAMIENTO Y PRECAUCIONES:

Almacenar en su empaque original en sitio fresco y seco. Mantenerlo cerrado mientras no se use y no exponerlo a la intemperie.


Vida útil: 2 años. Presentación: Tambores plásticos o metálicos x 250Kg.

Fecha de Edición: 2016-07-02 **Revisión: 003**

Hoja Técnica Comercial Hoja Técnica Comercial FTC-V-139

ANEXO 7

FICHA TECNICA DEL CLORURO DE CALCIO



NORBRIGHT INDUSTRY CO., LTD.

* RAO E7602+03 BINHAI FINANCE ZONE, 20 GUANGCHANGDONG ROAD, TEDA, TIANJIN 300457 CHINA.
 * Tel: +86 22 52289999 9522 2264 * E-mail: info@norbright.com
 * Fax: +86 22 52288877 * Web Site: www.norbright.com

CERTIFICATE OF ANALYSIS

ORIGINAL

To: REPRESENTACIONES QUIMICAS UNIVERSAL E.I.R.L
JR. ASCOPE 585 LIMA PERU

Shipper: NORBRIGHT INDUSTRY CO., LTD
E7602+03, BINHAI FINANCE ZONE, 20
GUANGCHANGDONG ROAD, TEDA TIANJIN, 300457
CHINA

No.: 16L273

Date: FEB.20,2015

Destination: CALLAO , PERU

Shipping Marks:	Quantity:	Commodity:
NM	45 MT	CALCIUM CHLORIDE YECH GRADE

This is to certify that we, the undersigned, have inspected the quality of the above mentioned goods and found the result of inspection as follows:

Items	Specifications	Test Results
WATER INSOLUBLE	0.25% MAX	0.1%
APPEARANCE	WHITE FLAKES	WHITE FLAKES
MAIN CONTENT(P)	77%MIN	77.45%
NaCl	5.0% MAX	2.5%
MgCl ₂	0.5%MAX	0.30%
Ca(OH) ₂	0.25% MAX	0.24%
IRON(Fe)	0.005%MAX	0.005%
SULPHATES	0.10% MAX	0.06%
PH	7.5-11	8

BATCH NO:WFTJ20151014
MFG DATE:OCT.2015
EXP DATE:OCT.2017

NORBRIGHT INDUSTRY CO., LTD
E7602+03, BINHAI FINANCE ZONE, 20
GUANGCHANGDONG ROAD, TEDA
TIANJIN, 300457 CHINA

Química Comercial S.A.
DPTO CONTROL DE CALIDAD
PRODUCTO APROBADO

Fecha de Inspección: 10/04/2015

N° Lote: WFT 50006 001


Fecha de Producción: Oct 2015

Fecha Vencimiento: Oct 2017

Representaciones Químicas Universal E.I.R.L
 Calle Ascopes 585
 Lima Perú

ANEXO 8

PROTOCOLO DEL LABORATORIO TYP SA PARA EL ANÁLISIS DEL DBO Y DQO



Protocolo de Monitoreo Ambiental
Laboratorio TYP SA Perú

CLIENTE	GOLD SYSTEM				
N° COTIZACION	00020002150				
PARÁMETRO	FRASCO	Volumen	PRESERVACION	Perecibilidad	Cantidad
DQO	Frasco plastico	120 ml	Toma de muestra directa, adicionar H2SO4 hasta pH < 2, refrigerar > 0 °C hasta ≤ 6 °C	7 días	1
DBO	Frasco plastico	1000 ml	Toma de muestra directa, la muestra no debe contener burbujas, refrigerar > 0 °C hasta ≤ 6 °C	48 horas	1

ANEXO 9

CUADRO DE LA DATA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS DETERGENTES

DÍA					
REPETICIÓN		R1	R2	R3	PROMEDIO
pH					
Viscosidad (cp)					
Tensión Superficial	H₁ (Capilar Chico)		Radio 1		
	H₂ (Capilar Grande)		Radio 2		
Densidad (Kg/m³)	m_p (picnómetro)				
	mp + w (picnómetro + agua)				
	mp + d (picnómetro + detergente)				
Densidad (H₂O)	1000	Densidad			

ANEXO 10

CUADRO DE LA DATA DE LOS PESOS PARA EL PORCENTAJE DE REMOCIÓN

DÍA				
REPETICIÓN	R1	R2	R3	PROMEDIO
Peso Inicial				
Peso con Fouling				
Peso después de lavado				
Remoción				

ANEXO 11

CUADRO DE LA DATA DE LOS PESOS PARA EL PORCENTAJE DE REMOCIÓN

N° CORRIDA	% TENSOACTIVOS	% ENZIMA	GRADO DE AGITACIÓN	% REMOCIÓN 1	% REMOCIÓN 2	% REMOCIÓN 3	RELACIÓN S/R	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	MEDIA
1	20%	2%	75	81,1031	90,8787	97,5817	38,9948317	8,286905558	89,8545
2	20%	3%	92	88,4794	96,1786	87,9991	39,1485707	4,590072421	90,8857
3	20%	4%	128	98,3162	97,8647	91,3725	39,61722	3,885174444	95,8511333
4	30%	2%	92	96,0118	93,8026	95,8647	39,5736683	1,235209797	95,2263667
5	30%	3%	128	89,2579	94,8127	88,7456	39,1634064	3,364717837	90,9387333
6	30%	4%	75	76,6326	85,3308	84,9871	38,2771707	4,925689176	82,3168333
7	40%	2%	128	86,6135	68,1804	86,5799	37,9423397	10,63266903	80,4579333
8	40%	3%	75	60,2778	68,5511	77,4784	36,6113918	8,602371946	68,7691
9	40%	4%	92	71,3861	85,9278	95,2897	38,3189609	12,04497339	84,2012

ANEXO 12

CUADRO DEL EFECTO DE LAS VARIABLES SOBRE EL PROMEDIO DEL PORCENTAJE DE REMOCION

VARIABLE	% TENSOACTIVOS			% ENZIMA			GRADO DE AGITACIÓN		
NIVEL	1	2	3	1	2	3	1	2	3
MEDIA	89,8545	95,2263667	80,4579333	89,8545	90,8857	95,8511333	89,8545	90,8857	95,8511333
	90,8857	90,9387333	68,7691	95,2263667	90,9387333	82,3168333	82,3168333	95,2263667	90,9387333
	95,8511333	82,3168333	84,2012	80,4579333	68,7691	84,2012	68,7691	84,2012	80,4579333
PROMEDIO	92,1971111	89,4939778	77,8094111	88,5129333	83,5311778	87,4563889	80,3134778	90,1044222	89,0826
PROMEDIO TOTAL	86,50016667								
EFECTO	5,69694444	2,99381111	-8,69075556	2,01276667	-2,96898889	0,95622222	-6,18668889	3,60425556	2,58243333

ANEXO 13

CUADRO DEL EFECTO DE LAS VARIABLES SOBRE LA SEÑAL S/R

VARIABLE	% TENSOACTIVOS			% ENZIMA			GRADO DE AGITACIÓN		
NIVEL	1	2	3	1	2	3	1	2	3
S/R	38,9948317	39,5736683	37,9423397	38,9948317	39,1485707	39,61722	38,9948317	39,1485707	39,61722
	39,1485707	39,1634064	36,6113918	39,5736683	39,1634064	38,2771707	38,2771707	39,1634064	39,1634064
	39,61722	38,2771707	38,3189609	37,9423397	36,6113918	38,3189609	36,6113918	36,6113918	37,9423397
PROMEDIO	39,2535408	39,0047485	37,6242308	38,8369466	38,3077896	38,7377839	37,9611314	38,3077896	38,9076554
PROMEDIO TOTAL	38,5490685								
EFECTO	0,70447228	0,45567996	-0,92483768	0,28787807	-0,24127887	0,18871536	-0,58793712	-0,24127887	0,35858686
PROMEDIO	38,62750668			38,62750668			38,39219212		