



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y MECÁNICA

**FORMULACIÓN DE DETERGENTES LÍQUIDOS CON
PROTEASAS**

T E S I S

Para optar el Título Profesional como:

INGENIERO TEXTIL

Presenta:

Bachiller: VIVAS ARTICA, Jose Orlando

Lima - Perú

2013

AGRADECIMIENTOS

La presente tesis es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron varias personas leyendo, opinando, corrigiendo, dando ánimo, acompañando en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad.

Agradezco a dios, por permitirme llegar a este día y cumplir una más de mis metas, a mi abuelo Juan por todo el apoyo y mi abuela Victoria que desde donde se encuentra me ilumina para concluir con mis objetivos, a mi madre, mis tíos y tías que son muy importantes en todos los procesos de mi vida. A ti Annie, que desde un principio hasta el día hoy sigues dándome ánimo para concluir con este proyecto.

Gracias también a nuestros docentes por brindarnos sus conocimientos, a la Ing. Nelly Valdivia por sus comentarios y consejos a lo largo de mi estadía por las aulas, a mis queridos compañeros que me apoyaron y con los cuales compartí gratos momentos.

Agradezco de forma muy especial a la empresa Química Suiza (QSI) por darme la oportunidad de desarrollar mi trabajo de tesis en sus instalaciones, al Ing. Mauricio Vejarano jefe del área de Formulación de Detergentes de QSI por haber confiado en mi persona, por la paciencia y la dirección brindada en este trabajo y de forma especial al Ing. Erwin Windmueller (Q.E.P.D.) Ex Gerente del Área Textil de QSI por los buenos consejos y enseñanzas que me brindó.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE DE TABLAS.....	v
INDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	ix
1. ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1 Definición del problema.....	2
1.2 Definición de Objetivos.....	3
1.3 Justificación de la investigación.....	4
2. MARCO TEORICO.	6
2.1 Antecedentes del estudio.....	7
2.2 La industria textil en la actualidad	11
2.3 Detergentes y la industria textil.....	11
2.4 Detergencia y Detergentes.....	14
2.5 Clasificación de detergentes	15
2.6 Variables que afectan la detergencia.....	17
2.7 Contaminación por detergentes.....	22
2.8 Formulación de detergentes líquidos	25
2.9 Tensioactivos	29
2.10 Coadyuvantes de la detergencia.	33
2.11 Agua.....	37
2.12 Formulación de detergentes biodegradables	37
2.13 Pruebas de Detergencia	43
3. MATERIALES Y METODOS	46
3.1 Formulación.....	47
3.2 Factores en estudio.	48
3.3 Diseño experimental.....	49
3.4 Tratamientos.	50
3.5 Remoción de manchas.....	51
3.6 Cuidado del color	54
3.7 Cuidado de la fibra textil.....	56
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	58

4.1	VARIABLE REMOCION DE MANCHAS.....	61
4.2	Variable Cuidado de color.	78
4.3	Cuidado de la fibra textil.....	82
	CONCLUSIONES.....	85
	RECOMENDACIONES.....	88
	NOMECLATURA.....	90
	BIBLIOGRAFIA.....	92
	ANEXOS.....	98
	Anexo 1. Elaboración de manchas naturales.....	99
	Anexo 2. Resultados ilustrativo con la mancha de sangre.....	100
	Anexo 3. Normas ISO para solidez al lavado.....	101
	Anexo 4. Ficha técnica de la proteasa Savinase ultra 16 XL.....	105
	Anexo 5. Lecturas de reflectancia de los tratamientos.	107
	Anexo 6. Lecturas del tensiómetro.....	110
	Anexo 7. Ejemplo de procesamiento de datos en software SAS.	111

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Agentes químicos mas empleados para la limpieza en la industria y su impacto en el medio ambiente y salud humana.....	ix
Tabla 2. Evolución de los detergentes y las fibras textiles.....	10
Tabla 3. Efectos de la temperatura sobre la detergencia.....	20
Tabla 4. Efecto de los detergentes en el medio ambiente.....	24
Tabla 5. Composición de algunos detergentes.....	28
Tabla 6. Manchas de naturaleza proteica.....	42
Tabla 7. Productos Químicos que no interfieren con la actividad enzimática.....	47
Tabla 8. Formula base para evaluación.....	48
Tabla 9. Tratamientos estudiados.....	51
Tabla 10. Manchas utilizadas en la prueba de remoción.....	52
Tabla 11. Protocolo de lavado. (Remoción de manchas).....	53
Tabla 12. Protocolo de lavado. (Remoción de manchas).....	56
Tabla 13. Protocolo de lavado (Cuidado de la fibra textil).....	57
Tabla 14. Tratamiento para resultados.....	59
Tabla 15. Resumen de ANOVAS en la interacción de ambos factores.....	60
Tabla 16. Promedio de resultados de ensayos.....	60
Tabla 17. ANOVA para chocolate.....	62
Tabla 18. Significancia de Duncan para chocolate.....	63
Tabla 19. ANOVA para mancha de sangre.....	64
Tabla 20. Significancia de Duncan para la mancha de chocolate.....	65
Tabla 21. ANOVA para mancha de almidón.....	66
Tabla 22. Significancia de Duncan para la mancha de almidón.....	67
Tabla 23. ANOVA para mancha de mantequilla.....	68
Tabla 24. Significancia de Duncan para la mancha de mantequilla.....	69
Tabla 25. ANOVA para mancha de grass.....	70
Tabla 26. Significancia de Duncan para la mancha de grass.....	71
Tabla 27. ANOVA para mancha de ketchup.....	72
Tabla 28. Significancia de Duncan para la mancha de ketchup.....	73
Tabla 29. ANOVA para mancha de sebo/carbon.....	74
Tabla 30. Significancia de Duncan para la mancha de sebo/carbón.....	75
Tabla 31. ANOVA para mancha de mostaza.....	76
Tabla 32. Significancia de Duncan para la mancha de mostaza.....	77
Tabla 33. ANOVA para el color rojo.....	78
Tabla 34. ANOVA para el color azul.....	80
Tabla 35. Significancia de Duncan para el color azul.....	80
Tabla 36. ANOVA para el color negro.....	81
Tabla 37. ANOVA para cuidado de la fibra textil.....	83
Tabla 38. Significancia de Duncan para cuidado de la fibra textil.....	84

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de producción de componentes precursores para la elaboración del jabón.....	8
Figura 2. Ciclo para el desarrollo actual de los detergentes.....	8
Figura 3. Resumen del sistema productivo textil y el uso de detergente.....	13
Figura 4. Efecto de la concentración de tensioactivo sobre las propiedades fisicoquímicas de las soluciones acuosas de los mismos.....	19
Figura 5. Componentes de las formulaciones detergentes.....	27
Figura 6. Principales familias de tensioactivos aniónicos.....	29
Figura 7. Principales familias de los tensioactivos catiónicos.....	31
Figura 8. Principales familias de tensioactivos no iónicos.....	32
Figura 9. Procedimiento de carga para remoción de manchas.....	53
Figura 10. Puntos de medición de una muestra.....	54
Figura 11. Procedimiento de carga para cuidado de color.....	55
Figura 12. Gráfico de barras para la mancha de chocolate.....	61
Figura 13. Gráfico de barras para la mancha de sangre.....	64
Figura 14. Gráfico de barras para la mancha de almidón.....	66
Figura 15. Gráfico de barras para la mancha de mantequilla.....	68
Figura 16. Gráfico de barras para la mancha de grass.....	70
Figura 17. Gráfico de barras para la mancha de ketchup.....	72
Figura 18. Gráfico de barras para la mancha de sebo/carbon.....	74
Figura 19. Gráfico de barras para la mancha de mostaza.....	76
Figura 20. Gráfico de barras para el color rojo.....	78
Figura 21. Gráfico de barras para el color azul.....	79
Figura 22. Gráfico de barras para el color negro.....	81
Figura 23. Gráfico de barras para cuidado de la fibra textil.....	82

RESUMEN

El presente trabajo se basa en el estudio detallado de una propuesta que busca incrementar la eficiencia del lavado y mitiga el impacto contra el medio ambiente, en el proceso de desarrollo de detergentes líquidos para textiles. Se estudió el uso de enzima proteasa y la interacción frente a un tensioactivo altamente contaminante y con alto consumo mundial como son los Alquilbenceno Sulfonato Lineales (LAS), y un tensioactivo no iónico de carácter biodegradable como los alcoholes etoxilados grasos (FAEO), y la combinación de estos dos tensioactivos. Tomando como parámetros de evaluación: desempeño en remoción de manchas, cuidado del color, y cuidado de la fibra textil; se desarrollaron un conjunto de procedimientos de evaluación utilizando un arreglo factorial $3 \times 2 + 1$ y uso de equipos estandarizados como el Tergotometro y Launder-Ometer; posteriormente para el sistema de calificación se usaron equipos como el Dinamómetro y el software Color Tools.

De los resultados se concluyó que la mejor eficiencia en lavado, cuidado del color y cuidado de la fibra textil, se obtuvo al combinar proteasa con tensioactivo no iónico (FAEO), ya que obtuvo los mejores promedios en la remoción, como por ejemplo en la mancha de grass en el que manifestó una reflectancia de 87.79 seguido por 86.56 del de la siguiente formulación, y demostró alta significancia en el ANOVA frente a las demás formulaciones, los datos también fueron evaluados por la prueba de comparaciones múltiples de Duncan reafirmando lo mencionado anteriormente, también evidenció que la combinación proteasa con FAEO se comporta adecuadamente en el cuidado del color y cuidado de la fibra textil; seguidos por la combinación de ambos tensioactivos con proteasa; asimismo se concluyó que las formulaciones que contienen enzimas son más eficientes en relación a las formulaciones que no las contienen, independientemente a los tipos de tensioactivos empleados.

ABSTRACT

This work is based on the detailed study of a proposal which intends to increase the efficiency of washing and mitigate the impact on the environment in the development process of liquid detergents for textiles. The use of protease enzyme and its interaction against a surfactant highly contaminant and high global consumption such as the linear alkylbenzene sulfonate (LAS), and a nonionic surfactant of biodegradability as fatty alcohol ethoxylates (FAEO) was studied

On the evaluation parameters: performance stain removal, color care, and care of textile fiber, a set of evaluation procedures were developed by using a factorial $3 \times 2 + 1$ and use of equipment standardized as the Launderometer, and Tergotometer; after, equipment as the dynamometer, and Color Tools software were used for the scoring system.

From the above analysis it was concluded that the best efficiency washing, color care and care of textile fiber was obtained by combining protease with nonionic surfactant (FAEO), because it yield the best average in removing different stains, such as the slick grass, wherein its reflectance was of 87.79 followed by 86.56, which was the result of next formulation. Also it showed good significance in the ANOVA, compared to other formulations; these data were also evaluated by test Duncan for multiple comparisons confirming the above statement, it revealed too that this combination appropriately behaves in color care and care of the textile fiber, followed by the combination of the two surfactants with protease. Finally, the formulations containing enzymes are more efficient in relation to the formulations which do not contain them, regardless of the types of surfactants employed.