

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA



OBTENCIÓN DE LANOLINA CRUDA DE LANA DE OVEJA

(Corriedale), EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA

Por:

VICTORIA ALDANA GALLARDO

Proyecto de Grado, modalidad (Investigación Aplicada) presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Química.

Septiembre de 2020

Tarija - Bolivia

DEDICATORIA

A Dios, por la vida, la sabiduría y el coraje para hacer lo correcto, por la enseñanza de día a día, por guiar mi camino y siempre bendecir mis metas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre y me inculcaron los valores para poder triunfar en la vida.

PENSAMIENTO

La educación es el arma más poderosa
que puedes usar para cambiar el mundo.

Nelson Mandela

ÍNDICE

	Página
Advertencia.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Pensamiento.....	iv
Resumen.....	v

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.1.1 Generalidades.....	1
1.1.2 Conceptualización de la idea del Proyecto de Grado, Obtención de Lanolina Cruda.....	1
1.1.3 Caracterización / Descripción de Lanolina Cruda	2
1.1.4 Aplicaciones y usos de la Lanolina.....	2
1.1.5 Beneficios de la Lanolina.....	5
1.1.6 Mercado consumidor de la Lanolina.....	5
1.1.7 Importaciones de Productos Derivados de la Lanolina en Bolivia	6
1.1.8 Mercado competidor de la Lanolina	9
1.1.9 Procesos Tecnológicos empleados en la Obtención de Lanolina Cruda.....	10
1.1.10 Lana de Oveja	12
1.1.11 Problema de desarrollo.....	14
1.1.12 Planteamiento técnico propuesto	15
1.2 OBJETIVOS	15

1.2.1 Objetivo General	15
1.2.2 Objetivos Específicos.....	15
1.3 JUSTIFICACIÓN	16
1.3.1 Justificación Económica.....	16
1.3.2 Justificación Tecnológica.....	16
1.3.3 Justificación Social.....	16
1.3.4 Justificación Ambiental.....	17

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 LÍPIDOS	18
2.1.1 Ácidos Grasos Saponificables.....	19
2.2 CERAS	19
2.2.1 Clasificación de las ceras	19
2.2.2 Cera animal	20
2.3 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE UNA CERA.....	21
2.4 LANOLINA	22
2.4.1 Composición Química de la Lanolina.....	23
2.5 LANA DE OVEJA.....	26
2.5.1 Propiedades Físicas de la Lana de Oveja	27
2.5.2 Propiedades Químicas de la Lana de Oveja.....	27
2.5.3 Propiedades Biológicas de la Lana de Oveja	28
2.5.4 Tipos de lana	28
2.6 PROCESO PRODUCTIVO DE LA LANA	29

2.6.1 Tratamiento del efluente y recuperación de la “grasa” ovina	31
2.7 PROCESOS INDUSTRIALES DE OBTENCIÓN DE LANOLINA	32
2.7.1 Extracción de Lanolina mediante separación física por centrifugación.....	32
2.7.1.1 Sistema WRONZ	32
2.7.1.2 Proceso Lo-Flo	34
2.7.1.3 Extracción mediante Filtros Cerámicos	36
2.7.2 Extracción de Lanolina con solventes.....	36
2.7.2.1 Teoría de la Extracción Sólido-Líquido.....	37
2.7.2.1.1 Factores que influyen en la velocidad de extracción	39
2.7.2.2 Proceso de Lavado de Lana en Seco.....	40
2.8 PROCESOS O MÉTODOS EXPERIMENTALES DE OBTENCIÓN DE LANOLINA	42
2.8.1 Extracción Soxhlet	42
2.8.2 Extracción asistida con microondas	44
2.8.3 Extracción Supercrítica	44

CAPÍTULO III

PARTE EXPERIMENTAL

3.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA MATERIA PRIMA	47
3.2 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	48
3.2.1 Selección del método (proceso tecnológico) de obtención de Lanolina Cruda .	48
3.2.2 Selección del solvente utilizado en el proceso tecnológico de obtención de Lanolina Cruda.....	52
3.3 DISEÑO FACTORIAL.....	55
3.3.1 Diseño Factorial 3 ^k	55

3.4 PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS EMPLEADOS PARA LA OBTENCIÓN DE LOS RESULTADOS	57
3.4.1 Reactivo empleado	58
3.4.2 Materiales utilizados	59
3.4.3 Equipos utilizados en la extracción de Lanolina Cruda a partir de Lana de Oveja	60
3.4.4 Descripción del Proceso Tecnológico de Obtención de Lanolina Cruda.....	65
3.4.4.1 Recolección de la Materia Prima	66
3.4.4.2 Limpieza.....	66
3.4.4.3 Almacenamiento de la materia prima	67
3.4.4.4 Extracción Soxhlet	68
3.4.4.5 Destilación.....	69
3.4.4.6 Desolventización del producto	69
3.4.4.7 Desolventización de la lana.....	70
3.4.4.8 Espolvoreado de la lana	71
3.4.4.9 Almacenamiento del producto	72
3.4.5 Balance de materia del proceso tecnológico experimental de obtención de Lanolina Cruda a partir de Lana de Oveja	73
3.4.6 Balance de energía del proceso tecnológico experimental de obtención de Lanolina Cruda a partir de Lana de Oveja	80
3.4.6 Estimación de costos del consumo de energía en el proceso tecnológico experimental de obtención de Lanolina Cruda a partir de Lana de Oveja	85
3.4.7 Análisis estadístico del diseño experimental.....	87
3.4.7.1 Cálculo del Análisis de Varianza	88

3.4.7.2. Análisis de Varianza para Regresión Lineal	91
3.5 ANÁLISIS DEL PRODUCTO OBTENIDO	100
3.5.1 Resultados de los análisis del producto final	101
3.6 CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO OBTENIDO	101

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LA LANA DE OVEJA	103
4.2 COMPARACIÓN DE LA LANOLINA CRUDA DE LANA DE OVEJA	103
4.3 INFLUENCIA DE LOS PARÁMETROS SOBRE EL RENDIMIENTO	106
4.3.1 Condiciones de operación recomendadas para el proceso de extracción.....	106

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES	109
5.2 RECOMENDACIONES	112
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla I-1 Aplicaciones y usos de la Lanolina	3
Tabla I-2 Principales Países Importadores de Productos Derivados de la Lanolina.....	5
Tabla I-3 Valor de las Importaciones de Productos Derivados de la Lanolina en Bolivia	6
Tabla I-4 Proyección del Valor de las Importaciones de Productos Derivados de la Lanolina en Bolivia	8
Tabla I-5 Principales Países Exportadores de Productos Derivados de la Lanolina.....	9
Tabla I-6 Principales Países Exportadores de Productos Derivados de la Lanolina en Latinoamérica.....	10
Tabla II-1 Comparación de las características de Ceras de Origen Animal	21
Tabla II-2 Contenido de la fracción ácida de la cera de la lana	23
Tabla II-3 Contenido de la fracción alcohólica de la cera de la lana	24
Tabla II-4 Especificaciones de la Lanolina Cruda	25
Tabla II-5 Composición química promedio de la lana de oveja	26
Tabla II-6 Tipos de lana	28
Tabla II-7 Grado de contaminación en lanas Cruzas Neozelandesas	31
Tabla III-1 Composición Fisicoquímica de la Lana de Oveja.....	47
Tabla III-2 Escala de calificación de Likert.....	48
Tabla III-3 Matriz de desición para el solvente utilizado en el proceso tecnológico de obtención de Lanolina Cruda	54
Tabla III-4 Codificación de variables	56
Tabla III-5 Matriz de Experimentos.....	57
Tabla III-6 Materiales	59

Tabla III-7 Datos experimentales del proceso de obtención de Lanolina Cruda	88
Tabla III-8 Análisis de Varianza (ANOVA).....	90
Tabla III-9 ANOVA PARA REGRESIÓN.....	92
Tabla III-10 Datos para el cálculo del análisis de varianza	93
Tabla III-11 Factores Inter-sujetos.....	94
Tabla III-12 Pruebas de los efectos inter-sujetos	94
Tabla III-13 Variables introducidas/eliminadas.....	95
Tabla III-14 Ajustes de datos para el modelo lineal general.....	96
Tabla III-15 ANOVA (a)	96
Tabla III-16 Coeficientes (a).....	96
Tabla III-17 Resultados del rendimiento observado y obtenido con el modelo matemático	97
Tabla III-18 Estadísticos sobre los residuos (a)	99
Tabla III-19 Características Fisicoquímicas de la Lanolina cruda obtenida de Lana de Oveja	101
Tabla III-20 Perfil Cromatográfico de Lanolina Cruda obtenida de Lana de Oveja	102
Tabla IV-1 Composición Fisicoquímica de la materia prima.....	103
Tabla IV-2 Comparación de la Lanolina Cruda obtenida de Lana de Oveja	104
Tabla IV-3 Resultado del Perfil Cromatográfico de la Lanolina Cruda obtenida de Lana de Oveja Corriedale.....	105
Tabla IV-4 Datos experimentales del proceso de obtención de Lanolina Cruda.....	106
Tabla IV-5 Datos experimentales del proceso de obtención de Lanolina Cruda utilizando la relación soluto/solvente C	107
Tabla IV-6 Condiciones de operación recomendada para el proceso de obtención de Lanolina Cruda a partir de Lana de Oveja	108

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1-1 Lana de Oveja Corriedale.....	13
Figura 2-1 Clasificación de los Lípidos.....	18
Figura 2-2 Ceras Animales.....	20
Figura 2-3 Diagrama de Bloques del Proceso Productivo de lana.....	30
Figura 2-4 Sistema WRONZ.....	33
Figura 2-5 Diagrama de Bloques del Proceso Lo-Flo.....	35
Figura 2-6 Diagrama de Bloques del Proceso de Extracción de Lanolina mediante Filtros Cerámicos	36
Figura 2-7 Proceso de Difusión Molecular	38
Figura 2-8 Diagrama de Bloques del Proceso de Extracción de Lanolina mediante Lavado de Lana en Seco	40
Figura 2-9 Extractor Soxhlet.....	43
Figura 2-10 Diagrama de Flujo del Proceso de Obtención de Lanolina mediante Extracción Supercrítica	45
Figura 3-1 Diagrama de Bloques del Proceso de Obtención de Lanolina Cruda.....	65
Figura 3-2 Diagrama de bloques del proceso tecnológico experimental	73
Figura 3-3 Rendimiento observado vs obtenido con el modelo matemático	99

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 3-1 Selección del método (proceso tecnológico) de obtención de Lanolina Cruda.....	49
Cuadro 3-2 Matriz de decisión para el método (proceso tecnológico) de Obtención de Lanolina Cruda.....	51
Cuadro 3-3 Selección del solvente para el proceso tecnológico de obtención de Lanolina Cruda.....	52
Cuadro 3-4 Ficha de Seguridad del reactivo	58
Cuadro 3-5 Descripción de las corrientes principales del proceso tecnológico experimental de obtención de Lanolina cruda	74

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico I-1 Evolución del Valor de las Importaciones de Productos Derivados de la Lanolina por año en Bolivia.....	7
Gráfico I-2 Número de cabezas de ganado ovino en Bolivia.....	13
Gráfico I-3 Número de cabezas de ganado ovino en Tarija.....	14
Gráfico IV-1 Rendimiento de Lanolina Cruda de lana de oveja utilizando la relación soluto/solvente C.....	107

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Página
Fotografía 3-1 Extractor Soxhlet.....	61
Fotografía 3-2 Calentador eléctrico	62
Fotografía 3-3 Balanza electrónica	62
Fotografía 3-4 Balanza analítica	63
Fotografía 3-5 Estufa.....	64
Fotografía 3-6 Recolección materia prima.....	66
Fotografía 3-7 Limpieza.....	67
Fotografía 3-8 Almacenamiento de la materia prima	67
Fotografía 3-9 Extracción Soxhlet	68
Fotografía 3-10 Destilación.....	69
Fotografía 3-11 Desolventización del producto	70
Fotografía 3-12 Desolventización de la lana.....	70
Fotografía 3-13 Espolvoreado de la lana	71
Fotografía 3-14 Lana espolvoreada y desengrasada y Polvo de lana.....	71
Fotografía 3-15 Almacenamiento del producto	72
Fotografía 3-16 Lanolina cruda obtenida en los distintos tiempos de extracción.....	72