



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

OBTENCIÓN Y PROPUESTA DE PRODUCCIÓN POR LOTES DE UN REPELENTE NATURAL A BASE DE ACEITE DE NEEM

Treicy Ramírez-Suárez, Ingrid Ramírez-
Calderón

Piura, marzo de 2018

FACULTAD DE INGENIERÍA

Área Departamental de Ingeniería Industrial y de Sistemas

Ramírez, T. y Ramírez, I. (2018). *Obtención y propuesta de producción por lotes de un repelente natural a base de aceite de neem* (Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial y de Sistemas). Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Industrial y de Sistemas. Piura, Perú.



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

[Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura](https://repositorio.institucional.pirhua.edu.pe/)

**UNIVERSIDAD DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**

**INGRID PAMELA RAMÍREZ CALDERÓN
TREICY FABIOLA RAMÍREZ SUÁREZ**

Título: “Obtención y propuesta de producción por lotes de un repelente natural a base de aceite de neem”

Año 2018, 252 páginas (I tomos), 17 anexos, 4 CDs.

Asesor: Dr. Ing. Dante Guerrero Chanduví.

Co – asesora: Ing. Catherin Girón Escobar

RESUMEN

Este proyecto pretende ser una contribución a la prevención de enfermedades metaxénicas por la picadura del zancudo *Aedes aegypti* y mosquitos en general. Inicia con un análisis experimental para la obtención de una crema repelente en base a la planta de neem, determinando los procesos de extracción del aceite y la elaboración de la crema, analizándose el producto final con pruebas de laboratorio para su extensibilidad, viscosidad, pH, y la comprobación de la efectividad por medio de pruebas de repelencia experimentales, comparándose con tres repelentes del mercado.

Se utiliza la extracción por solvente hexano (detallándose su toxicidad, medidas de prevención y selección del solvente en el desarrollo de la tesis) para el aceite de neem y se sigue un procedimiento normalizado para la elaboración de emulsiones. Además se elige y cotiza la maquinaria, definiéndose disposición, localización, insumos y mano de obra necesaria.

Finalmente, se obtiene un repelente, con un porcentaje de protección superior al 90 % para una concentración de 8 % de aceite de neem, con propiedades físico-químicas aceptables. Proponiéndose un diseño de producción por lotes, obteniendo un costo algo superior a 22 000 soles para un lote de 600 kg de crema, en aproximadamente 6712 min.



UNIVERSIDAD DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA



**“OBTENCIÓN Y PROPUESTA DE PRODUCCIÓN POR LOTES DE UN
REPELENTE NATURAL A BASE DE ACEITE DE NEEM”**

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Industrial y de Sistemas

**TREICY FABIOLA RAMÍREZ SUÁREZ
INGRID PAMELA RAMÍREZ CALDERÓN**

Asesor:
Dr. Ing. Dante Guerrero Chanduví
Ing. Catherin Girón Escobar

Piura, marzo 2018

Índice

Introducción.....	1
Capítulo 1	3
Marco teórico.....	3
1.1. Árbol de neem.....	3
1.1.1. Origen y distribución	3
1.1.2. Descripción.....	4
1.1.3. Requerimientos climáticos	5
1.1.4. Productividad del árbol de neem	6
1.1.5. Usos	6
1.1.5.1. Medicinal.....	6
1.1.5.2. Bioinsecticida	8
1.1.5.3. Industrial	8
1.1.6. Producción	8
1.1.6.1. Terrenos para la plantación	8
1.1.6.2. Producción de planta	9
1.1.6.3. Período, método de colecta y siembra de la semilla.....	9
1.1.6.4. Época de plantación	10
1.1.6.5. Manejo de agua y fertilizantes	10
1.2. Aceites esenciales	11
1.2.1. Composición de los aceites esenciales	11
1.2.1.1. Propiedades físicas	11
1.2.1.2. Componentes principales	11
1.2.2. Clasificación de los aceites esenciales.....	12
1.2.3. Distribución de las esencias en las plantas	13
1.2.4. Usos de los aceites esenciales.....	13
1.3. Aceite de neem.....	14

1.3.1.	Principio activo.....	15
1.3.2.	Composición química.....	16
1.3.3.	Acción contra los insectos.....	16
1.4.	Repelentes.....	17
1.4.1.	Repelentes actuales.....	17
1.4.2.	Repelentes botánicos.....	19
1.5.	Formulaciones cosméticas.....	20
1.5.1.	Cremas.....	20
1.5.2.	Emulsiones.....	21
1.5.2.1.	Tipos de emulsiones.....	21
1.5.2.2.	Componentes principales.....	22
1.5.2.3.	Preparación de emulsiones.....	23
1.5.2.4.	Especificaciones para cremas.....	24
Capítulo 2	.....	25
Situación actual de enfermedades metaxénicas en el Perú	.....	25
2.1.	Problemática actual.....	25
2.1.1.	Fenómeno El Niño.....	25
2.1.2.	Características de los mosquitos.....	26
2.1.3.	El mosquito <i>Aedes aegypti</i>	26
2.1.4.	Enfermedades transmitidas por el mosquito <i>Aedes aegypti</i>	28
2.1.4.1.	Virus dengue.....	28
2.1.4.2.	Fiebre hemorrágica del dengue.....	29
2.1.4.3.	Fiebre chikungunya.....	30
2.1.4.4.	Virus zika.....	30
2.1.5.	Estadísticas del dengue en Perú.....	31
2.2.	Soluciones actuales.....	34
2.3.	Propuesta alternativa de solución preventiva.....	36
Capítulo 3	.....	37
Experimentación del proceso de extracción del aceite de neem	.....	37
3.1.	Objetivos.....	37
3.2.	Variables de control.....	37
3.3.	Hipótesis.....	38
3.4.	Proceso de extracción del aceite de neem.....	38
3.4.1.	Localización y selección de las semillas de neem.....	38
3.4.2.	Recursos materiales.....	41

3.4.3.	Pruebas preliminares	45
3.4.4.	Procedimiento.....	49
3.4.5.	Pruebas experimentales	54
3.4.6.	Rendimiento del aceite de neem.....	56
3.5.	Discusión de resultados.....	61
3.5.1.	Extracción de aceite de neem	61
Capítulo 4	.....	63
Experimentación del proceso de elaboración de la crema y evaluación de la repelencia....		63
4.1.	Objetivos.....	64
4.2.	Variables de control	64
4.3.	Hipótesis	65
4.4.	Proceso de elaboración de la crema repelente	65
4.4.1.	Recursos materiales	65
4.4.2.	Diseño de experimento	67
4.4.3.	Procedimiento experimental.....	72
4.4.4.	Muestras experimentales	73
4.4.5.	Evaluación de pH, extensibilidad y viscosidad de las muestras experimentales.....	78
4.5.	Evaluación de la repelencia	84
4.5.1.	Recursos materiales	84
4.5.2.	Método experimental.....	87
4.5.3.	Pruebas de repelencia	89
4.6.	Discusión de resultados.....	91
4.6.1.	Crema	91
4.6.2.	Repelencia	93
Capítulo 5	.....	95
Diseño de producción por lotes		95
5.1.	Consideraciones iniciales.....	95
5.2.	Definición del producto final.....	96
5.2.1.	Componente activo de la fórmula.....	96
5.2.2.	Componentes complementarios de la fórmula	97
5.2.3.	Formulación del producto final	98
5.3.	Maquinaria.....	99
5.3.1.	Maquinaria para extracción de aceite de neem.....	99
5.3.2.	Mezclador a contra rotación (MCR).....	102

5.3.3.	Caldera fusora	105
5.3.4.	Tanque de descarga	106
5.4.	Diagrama de flujo de procesos	107
5.5.	Diagrama de recorrido	110
5.6.	Dimensionamiento del área de producción.....	111
5.7.	Tamaño y tiempo para fabricación del lote	111
5.8.	Costeo de la producción por lotes.....	114
5.8.1.	Costo de mano de obra directa por lote (MOD).....	114
5.8.2.	Costo de materia prima por lote	114
5.8.3.	Costo de maquinaria por lote.....	115
5.8.4.	Costo total de lote.....	116
Conclusiones		117
Bibliografía.....		119
Anexos.....		127
Anexo A-1: Ficha de información técnica ácido esteárico.....		129
Anexo A-2: Hoja de seguridad ácido esteárico		133
Anexo B-1: Ficha de información técnica alcohol cetílico.....		141
Anexo B-2: Hoja de seguridad alcohol cetílico.....		147
Anexo C-1: Ficha de información técnica eumulgin		155
Anexo C-2: Hoja de seguridad eumulgin		159
Anexo D-1: Ficha de información técnica glicerina.....		171
Anexo D-2: Hoja de seguridad glicerina		177
Anexo E-1: Ficha de información técnica nipagin y nipasol.....		185
Anexo E-2: Hoja de seguridad nipagin y nipasol		191
Anexo F-1: Ficha de información técnica propilenglicol.....		211
Anexo F-2: Hoja de seguridad propilenglicol		215
Anexo G-1: Ficha de información técnica trietanolamina.....		223
Anexo G-2: Hoja de seguridad trietanolamina		229
Anexo H-1: Ficha de información técnica vaselina líquida.....		237
Anexo H-2: Hoja de seguridad vaselina líquida		243
Anexo I-1: Hoja de seguridad hexano		249