

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



**“ELABORACIÓN DE UN DESENGRASANTE BIODEGRADABLE
A BASE DE D-LIMONENO PRESENTE EN EL ACEITE EXTRAÍDO
DE CÁSCARA DE NARANJA (CITRUS SINENSIS OSBECK)”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO

PAULINO ARNULFO, NEIRA CANGRE
MARGOT BERGET, ROJAS GUTIERREZ

Callao, 2018

PERÚ

PRÓLOGO DEL JURADO

La presente Tesis fue sustentada por la Bachiller **ROJAS GUTIERREZ MARGOT BERGET** y el Bachiller **NEIRA CANGRE PAULIBNO ARNULFO** ante el Jurado de Sustentación, conformado por los siguientes docentes ordinario de la Universidad Nacional del Callao:

ING° JULIO CÉSAR CALDERÓN CRUZ	Presidente
ING° MARÍA ESTELA TOLEDO PALOMINO	Secretaria
ING° VICTORIA YSABEL ROJAS ROJAS	Vocal
ING° GUMERCINDO HUAMANI TAIPE	Asesor

Tal como está asentado en el Libro de actas N° 01 Folio N° 43 y Acta N° 42 de fecha veinte seis de noviembre de 2018, para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico en la Modalidad de Tesis con Ciclo de Tesuis, de conformidad conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Callao, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 245–2018–CU del 30 de octubre de 2018

DEDICATORIA

A nuestros padres, quienes nos enseñaron a luchar por nuestros propósitos en la vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios, a nuestros padres y a
mis profesores en general.

INDICE

DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
TABLA DE FIGURAS.....	9
TABLA DE TABLAS.....	10
RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.1. Determinación del problema.....	13
1.2. Formulación de problemas.....	14
1.2.1. Problema general.....	14
1.2.2. Problemas específicos.....	14
1.3. Objetivos de la investigación.....	14
1.3.1. Objetivo general.....	14
1.3.2. Objetivos específicos.....	14
1.4. Justificación.....	14
1.4.1. Justificación económica.....	14
1.4.2. Justificación ambiental.....	15
1.4.3. Justificación teórico.....	15
1.4.4. Justificación metódica.....	15
1.4.5. Justificación práctica.....	15
1.4.6. Justificación legal.....	15
II. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1. Antecedentes.....	16
2.2. Bases teóricas.....	20
2.2.1. La Naranja.....	20
2.2.2. El aceite esencial de naranja.....	21
2.2.3. Métodos de extracción de aceites esenciales.....	22
2.2.4. Capacidad desengrasante del limoneno.....	23
2.2.5. Las cáscaras de Naranja como residuos de actividades comerciales.....	26
2.2.6. Biodegradable.....	29
2.2.6. Desengrasantes.....	27
2.2.7. Impacto ambiental de los productos no biodegradables.....	30
2.2.8. Importancia de los desengrasantes biodegradables.....	31
2.2.9. Técnicas de cultivo microbiológico para hallar biodegradabilidad.....	34
2.2.10. Constituyentes habituales de un medio de cultivo.....	34
2.2.11. Tipos de medios de cultivo.....	34
2.2.12. Preparación de medios de cultivo.....	35
2.3. Definición de términos utilizados.....	36
III. VARIABLES E HIPÓTESIS.....	39
3.1. Definición de las variables.....	39
3.2. Operacionalización de variables.....	40
3.3. Hipótesis general y específicas.....	40
3.3.1. Hipótesis general.....	40
3.3.2. Hipótesis específicas.....	40
IV. METODOLOGÍA.....	42

4.1. Tipo de Investigación.....	42
4.2. Diseño de la Investigación.....	42
4.3. Población y muestra.....	45
4.3.1. Población.....	45
4.3.2. Muestra.....	45
4.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	45
4.4.1. Instrumentos.....	45
4.4.2. Técnicas.....	46
4.5. Procedimientos de recolección de datos.....	47
4.6. Procedimiento de extracción hidrolítica del aceite por medio de Radiación.....	49
4.7. Acción del desengrasante.....	60
4.8. Análisis Microbiológico.....	60
4.9. Procesamiento estadístico y análisis de datos.....	61
V. RESULTADOS.....	64
5.1. Método óptimo para la extracción hidrolítica del aceite variando el estado físico de la materia vegetal.....	64
5.2. Extracción Hidrolítica por Radiación microondas con la materia vegetal licuada.....	65
5.3. Caracterización del D-limoneno.....	66
5.4. Elaboración de tres formulaciones distintas de desengrasante.....	67
5.5. Identificación del desengrasante óptimo por aceptación en las encuestas y por poder desengrasante dentro de un taller mecánico.....	67
5.6. Evaluación de biodegradabilidad sobre dos lecturas.....	69
5.7. Resultados descriptivos.....	72
5.8. Análisis Inferencial.....	82
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	88
6.1. Contrastación de hipótesis con los resultados.....	88
6.2. Contrastación de resultados con otros estudios similares.....	88
VII. CONCLUSIONES.....	89
VIII. RECOMENDACIONES.....	90
IX. REFERENCIALES BIBLIOGRAFICAS.....	91
ANEXOS.....	94
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	95

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Partes de la naranja.....	20
Figura 2. Fórmula estructural.....	24
Figura 3. Poder desengrasante	25
Figura 4. Ciclo de proceso de un material biodegradable	33
Figura 5. Diseño de la investigación.....	43
Figura 6. Diagrama de flujo del proceso por etapa	44
Figura 7. Naranja rayada.....	47
Figura 8. Naranja rayada y seca.....	48
Figura 9. Hidroextracción por radiación microondas.....	49
Figura 10. Pera de decantación.....	50
Figura 11. Densidad en el picnómetro	51
Figura 12. Verificación de limoneno.....	53
Figura 13. Primera mezcla de insumos	57
Figura 14. Segunda mezcla.....	57
Figura 15. Calentamiento de la lanolina	58
Figura 16. La lanolina se agrega a la segunda mezcla.....	59
Figura 17. Obtención del producto.....	59
Figura 18. Rendimientos de los 3 métodos de extracción	66
Figura 19. Evolución del rendimiento	67
Figura 20. Evaluación del desengrasante.....	69
Figura 21. Biodegradabilidad del desengrasante vs tiempo.....	71
Figura 22. Dispersión en la biodegradabilidad.....	71
Figura 23. Ajuste exponencial en la biodegradabilidad.....	72
Figura 24. Ajuste cuadrático en la biodegradabilidad	72
Figura 25. Ajuste cúbico en la biodegradabilidad	73
Figura 27. Pregunta Filtro ¿Qué utiliza para desengrasarse las manos?.....	77
Figura 28. ¿El producto cumplió con sus expectativas como desengrasante de manos?	78
Figura 29. ¿Siente quemadura, picadura, ardor, al aplicar el desengrasante en sus manos?.....	79
Figura 30. ¿Siente algún olor desagradable al aplicar el desengrasante en sus manos?	80
Figura 31. ¿Siente resequedad en sus manos después de limpiar sus manos con el desengrasante?.....	81

Figura 32. ¿Le parece importante que el producto sea biodegradable y cuide el medio ambiente?.....	82
Figura 33. Histograma de datos biodegradables	84
Figura 34. Distribución de datos biodegradables.....	85
Figura 35. Prueba de muestras emparejadas.....	85
Figura 36. Tiempo de extracción en 15 minutos	85
Figura 37. Tiempo de extracción en 30 minutos	86
Figura 38. Tiempo de extracción en 45 minutos	86
Figura 39. Tiempo de extracción en 60 minutos	86
Figura 40. Correlación de datos	88

TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades físicas y químicas del limoneno	24
Tabla 2. Formulación para detergentes líquidos, que pueden aplicarse tanto como desengrasantes de manos conlavavajillas.....	27
Tabla 3. Clases de producto de limpieza en relación a su ph.....	28
Tabla 4. Insumos para el desengrasante 1.....	53
Tabla 5. Insumos para el desengrasante 2.....	54
Tabla 6. Insumos para el desengrasante 3.....	55
Tabla 7. Niveles de los factores	62
Tabla 8. Análisis de los factores	62
Tabla 9. Evaluación de aceptabilidad como desengrasante para manos para distintas personas dentro de un taller mecánico.	62
Tabla 10. Evaluación de aceptabilidad como desengrasante para distintos tipos de grasas mecánicas comunes en un taller mecánico.	63
Tabla 11. Evaluación de biodegradabilidad sobre dos lecturas (a) y (b)	64
Tabla 12. Extracción hidrolítica del aceite variandoel estado físico de la materia vegetal.....	65
Tabla 13. Rendimiento del peso aceite entre peso naranja	65
Tabla 14. Extracción Hidrolítica por Radiación microondas con la materiavegetal licuada.....	66
Tabla 15. Identificación del desengrasante optimo por aceptación en las encuestas ..	68
Tabla 16. Valores de las encuestas.....	68
Tabla 17. Porcentajes de los resultados.....	69
Tabla 18. Resultado microbiológico basada en la evaluacióndel porcentaje	70
Tabla 19. Identificación de los parámetros fisicoquímicos en minutos.....	74
Tabla 20. Identificación de los insumos	75
Tabla 21. Porcentaje de aceite en la formulación del desengrasante.....	76
Tabla 22. Pregunta Filtro ¿Qué utiliza para desengrasarse las manos?.....	77
Tabla 23. ¿El producto cumplió con sus expectativas como desengrasante de manos?	78
Tabla 23. ¿Siente algún olor desagradable al aplicar el desengrasante en sus manos? 80	
Tabla 24. ¿Siente quemadura, picadura, ardor, al aplicar el desengrasante en sus manos?.....	79
Tabla 24. ¿Siente resequedad en sus manos después de limpiar sus manos con el desengrasante?	81

Tabla 25. ¿Le parece importante que el producto sea biodegradable y cuide el medio ambiente?.....	82
Tabla 26. Estadísticas para una muestra	83
Tabla 27. Estadísticas de muestras emparejadas Grado Aceptabilidad ybiodegradable	87
Tabla 27. Prueba para una muestra	83
Tabla 28. Correlaciones de muestras emparejadas.....	87
Tabla 29. Prueba de muestras emparejadas	88

RESUMEN

El aceite esencial de la cáscara de la naranja, de la especie *Citrus sinensis* obtenida de los comercios de Lima y Callao fue obtenido por hidrodestilación asistida por radiación de microondas para ello se llevó a cabo en un equipo de destilación tipo Clevenger con un reservorio de destilación Dean Stark adaptado a un sistema de calentamiento por radiación de microondas, un horno microondas convencional, dentro del cual se colocó un balón de extracción de 3 L con 100 mL de agua destilada y 500 g del material vegetal. El tiempo de extracción fue de 2 horas.

El balón fue sometido a una radiación en intervalos, cada uno de 15 min, con un tiempo de reposo de 2 min entre estos y durante 1 hora, en total fueron 4 ciclos para cada extracción. Al finalizar el proceso, el aceite esencial fue separado por decantación y la humedad se eliminó, al retirar el agua, el aceite se filtró y se extrajo. Luego se adiciono a este aceite insumos conocidos para la elaboración de un desengrasante pero en vez de usar un disolvente hidrocarburo se reemplazó con D-limoneno , entre los insumos tenemos a la glicerina, preventol, carboner, lanolina, vitamina E, trietanol amina, terginol, tensoactivos, antioxidantes y colorantes. Finalmente se hayo la biodegradabilidad con el método Zahn Wellens con respecto a la demanda química de oxígeno obteniéndose 88% de biodegradabilidad , un porcentaje mayor a 70%, concluyendo que el producto si es biodegradable.

ABSTRACT

The essential oil of the peel of the orange, of the species *Citrus sinensis* obtained from the shops of Lima and Callao was obtained by hydrodistillation assisted by microwave radiation for this was carried out in a Clevenger-type distillation equipment with a distillation reservoir Dean Stark adapted to a system of heating by microwave radiation, a conventional microwave oven, inside which was placed a 3 L extraction ball with 100 mL of distilled water and 500 g of plant material. The extraction time was 2 hours.

The balloon was subjected to radiation at intervals, each of 15 min, with a resting time of 2 min between these and for 1 hour, in total there were 4 cycles for each extraction. At the end of the process, the essential oil was separated by decanting and the moisture was removed, when the water was removed, the oil was filtered and extracted. Then it is added to this oil known inputs for the development of a degreaser but instead of using a hydrocarbon solvent is replaced with D-limonene, among the inputs we have glycerin, preventol, carboner, lanolin, vitamin E, trietanol amine, terginol, tensoactivos, antioxidants and colorantes. Thus, there is the biodegradability with the Zahn Wellens method with respect to the chemical demand of oxygen obtaining 88% biodegradability, a percentage greater than 70%, concluding that the product if it is biodegradable.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Determinación del problema

El último reporte de la FAO realizado en el año 2015 la producción de naranja en Perú fue de 600.319 toneladas, lo que evidencia la alta demanda de la fruta, es por ello que se busca darle otro valor mediante la extracción de aceites esenciales.

Los residuos sólidos orgánicos contienen varios componentes, y dentro de estos están las cáscaras de naranja desechadas que constituyen el material básico para la ejecución de la presente investigación. Los principios activos son extraídos como aceites esenciales a través de la destilación por arrastre con vapor.

Los principios activos de las cáscaras de naranja tienen diferentes aplicaciones, sin embargo, recientemente se ha intensificado su uso como disolvente y como agente de limpieza, debido a la presencia de D-limoneno, que es el compuesto más abundante (95%) y que sirve como un sustituto de compuestos químicos tóxicos, como ácidos y fosfatos trisódicos. Adicionalmente tiene la ventaja de ser biodegradable.

El presente trabajo tiene como propósito la elaboración de un desengrasante a partir de la cáscara de naranja, como una alternativa para la gestión de los residuos orgánicos de Lima. Así mismo, busca dar un valor agregado a este residuo, al evaluar la posibilidad de producir en pequeña escala el desengrasante, mediante un método de extracción simple, con el fin de aportar un desengrasante eficaz y que pueda ser utilizado dentro de las industrias de Lima, las cuales seguramente estarán fiscalizadas por sus desechos industriales.

Por tanto, es necesario considerar nuevas tecnologías que contemplen el aprovechamiento de los residuos.

1.2. Formulación de problemas

1.2.1. Problema general

¿Cómo elaborar un desengrasante biodegradable a base D- limoneno presente en el aceite extraído de cascara naranja?

1.2.2. Problemas específicos

¿Qué parámetros fisicoquímicos se deben considerar para la extracción del D-limoneno a base de aceite esencial de cascara de naranja?

¿Cuál es la biodegradabilidad del desengrasante a base de aceite esencial de cascara de naranja?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Elaborar un desengrasante biodegradable a base de aceite extraído de D-limoneno presente en el aceite extraído de cascara naranja

1.3.2. Objetivos específicos

Identificar los parámetros fisicoquímicos que se deben considerar para la extracción del D-limoneno a base de aceite esencial de cascara de naranja.

Evaluar la biodegradabilidad del desengrasante a base de aceite esencial de cascara de naranja.

1.4. Justificación

La investigación concluida servirá como:

1.4.1. Justificación económica

Un aporte socio — económico (oportunidad de negocio) de los pobladores del distrito de lima que a muy a menudo desechan sus restos como las cascara de naranja. La cascara ya puede ser comercializada.

1.4.2. Justificación ambiental

Técnica para reducir el impacto ambiental negativo (malos olores, gases y deterioro del paisaje) que los residuos generan. (límites permisibles y norma legal)

1.4.3. Justificación teórico

Patrón de valiosa referencia para elaborar en el futuro mayor variedad de productos orgánicos y biodegradables compuestos de vegetales y/o frutas

1.4.4. Justificación metódica

Documento guía para la gestión de residuos sólidos de municipios que poseen sectores de comercio

1.4.5. Justificación práctica

Guía para las empresas que conozcan alternativas más amigables con el ambiente y además efectivos para la labor de limpieza y desengrase dentro de las industrias que utilizan desengrasantes a base de hidrocarburos.

1.4.6. Justificación legal

Al reducir el impacto que genera el desecho industrial las empresas tendrán menos posibilidades de generar multas o sanciones de parte de la Sunat, cumpliendo las normas legales que esta imparte.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Reátegui Díaz, Limber (2005) en la investigación “Hidroextracción y fraccionamiento del aceite esencial de cáscara de naranja” demostró la viabilidad técnica del método desarrollado para obtener d-limoneno a partir de cáscara de naranja de desecho, los objetivos principales de ese trabajo fueron la determinación de parámetros adecuados para la hidroextracción del aceite esencial de cáscara de naranja y la obtención del d-limoneno por destilación del aceite esencial al vacío, que en conjunto constituye un método mejorado para la obtención de d-limoneno a partir de la cáscara de naranja.

Primero la hidroextracción se hizo en una batería de 19 pruebas, para obtener materia prima para la fase de fraccionamiento del aceite esencial, así como para evaluar su rendimiento y composición y luego el fraccionamiento se hizo en una batería de 4 pruebas, con 300 mL de aceite cada una. Con los datos obtenidos en estas corridas se determinó el número de platos necesarios para una separación exitosa, así como también el flujo de vapor necesario para tal separación, dejando así, una base para estudios posteriores.

Quiroz Valle, Andrea E. (2009) realizó la “Evaluación de la biodegradabilidad de aceite esencial a partir de cascara de naranja en el parque metropolitano Guanguiltagua”, en donde desarrolló un gran interés por la utilización de productos naturales, como sustitutos de compuestos químicos tóxicos, en el trabajo se llevó a cabo la elaboración de un desengrasante, a partir de los principios activos de las cáscaras de naranja, que constituyen uno de los principales residuos sólidos orgánicos, generados por las actividades

comerciales.

En el laboratorio, mediante métodos de extracción y diferentes solventes (agua/ alcohol) y destilación por arrastre con vapor, estandarizó los parámetros de operación utilizando 500ml de solvente, 100g de cáscara y una hora de tiempo de extracción, una vez obtenidos los extractos determinó, mediante pruebas cualitativas, cuál es el removedor de grasa más eficiente. Concluyó que es necesaria la incorporación de aditivos para que exista un buen funcionamiento del producto como desengrasante, debiéndose incorporar como aditivos glicerina, que ayuda a reducir la tensión superficial, permitiendo que el producto penetre mejor en la suciedad. Y betaína, como agente espumante y tensoactivo, para atrapar las partículas de grasa y distribuir las en el agua.

Balboa Laura, Milenka L. (2015) En su proyecto “Obtención experimental de aceite esencial y subproducto a partir de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*)” determinó los parámetros óptimos para la construcción de un equipo de destilación por arrastre de vapor, para la obtención del aceite esencial de naranja a partir de su cáscara, hizo el balance de materia y energía para todo el proceso, calculó las medidas para el serpentín, generador de vapor y alambique, con estos parámetros construyó el equipo de destilación y realizó la obtención del aceite esencial de cáscara de naranja que se expende en todos los puestos de venta de jugos de naranja en la ciudad de La Paz. A partir de la obtención del aceite esencial realizó la rectificación de este para ver el contenido de D- Limoneno además de su caracterización para ver el óptimo rendimiento y la calidad del aceite. La retorta (cáscara de naranja que quedó después de la destilación) la utilizó para obtener biogás y bioabono. El proyecto de investigación contribuye a

demostrar la factibilidad técnica de este método para la obtención del aceite, para que en un futuro pueda realizarse a nivel planta piloto.

Yáñez Rueda, Lugo Mancilla, & Parada Parada (2007) en el “Estudio del aceite esencial de la cáscara de la naranja dulce (*Citrus sinensis*, variedad Valenciana) cultivada en Labateca (Norte de Santander, Colombia)” tuvieron como propósito de la obtención de aceite esencial a partir de la corteza de la naranja dulce *Citrus sinensis* mediante el método de hidrodestilación asistida por radiación de microondas (HDMO) y la identificación de los componentes mayoritarios volátiles del aceite extraído, mediante la técnica de Cromatografía de Gases de Alta Resolución (CGAR) con detector FID (Flame Ionization Detector).

Chávez Melo, (2017) en su trabajo de “Obtención de limoneno a partir del aceite esencial de naranja mediante destilación” estudió a nivel de laboratorio la obtención de limoneno a partir de aceite esencial crudo de naranja mediante destilación por arrastre de vapor a baja presión para lo cual, el aceite esencial crudo fue sometido a un segundo proceso de destilación por arrastre de vapor a baja presión para separar el limoneno del aceite esencial de naranja. En la experimentación se estudió la influencia de las variables presión absoluta y relación aceite esencial crudo / agua de 0.3 y 0.5 sobre el porcentaje de rendimiento y eficacia del proceso de destilación.

El limoneno obtenido fue sometido a una caracterización fisicoquímica, donde se determina que es similar al d-limoneno comercial concluyendo que las mejores condiciones del proceso fueron presión absoluta de 60kPa y relación aceite esencial crudo/ agua de 0.3, a las cuales se obtuvieron los % de

rendimiento y eficacia del proceso de destilación 90.98 y 98% respectivamente.

Enríquez Rodríguez, (2013) en su trabajo "Formulación y evaluación de dispersantes detergentes y desengrasantes biodegradables para derrames en suelo de crudos livianos en la industria petrolera" formularon y evaluaron tres dispersantes biodegradables, denominados Ecocleaner N4-3 Ce2, Ecocleaner N4-3 M y Ecocleaner N4-3 G, para ser utilizados en derrames de crudos livianos en la industria petrolera y como detergentes industriales, cada uno con diferentes materias primas: aceites esenciales, ligantes y varios tensoactivos, seleccionando la mejor formulación, en base a su capacidad de remoción de crudo y luego se realizó la caracterización fisicoquímica, el análisis de biodegradación y de toxicidad de los dispersantes según normas nacionales y el análisis físico químico del suelo, de estos dos de los productos elaborados resultaron con una biodegradabilidad mayor al 70%, una toxicidad baja y el análisis de suelo está dentro de las especificaciones de la norma respectiva.

Sazo Vargas, (2013) en su "Diseño de investigación para la formulación y evaluación de un desengrasante biodegradable de uso doméstico, para mitigar la contaminación de las aguas residuales domiciliarias" proponen cuatro formulaciones, las cuales tienen como propósito desarrollar un producto que además de tener propiedades desengrasantes sea biodegradable, es decir que después de su utilización pueda degradarse por acción biológica, de tal manera que el tiempo y las reacciones químicas de estas sustancias no dañen el medio ambiente, se busca que la sustancia pueda descomponerse en elementos químicos naturales por la acción de agentes biológicos, como el sol, el agua, las bacterias, las plantas o los animales, la diferencia radica en el tiempo que tardan

los agentes biológicos en descomponerlas en químicos naturales, ya que toda forma parte de la naturaleza. La biodegradación es la característica de algunas sustancias químicas de poder ser utilizadas como sustrato por microorganismos, que las emplean para producir energía (por respiración celular) y crear otras sustancias como aminoácidos, nuevos tejidos y nuevos organismos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. La Naranja

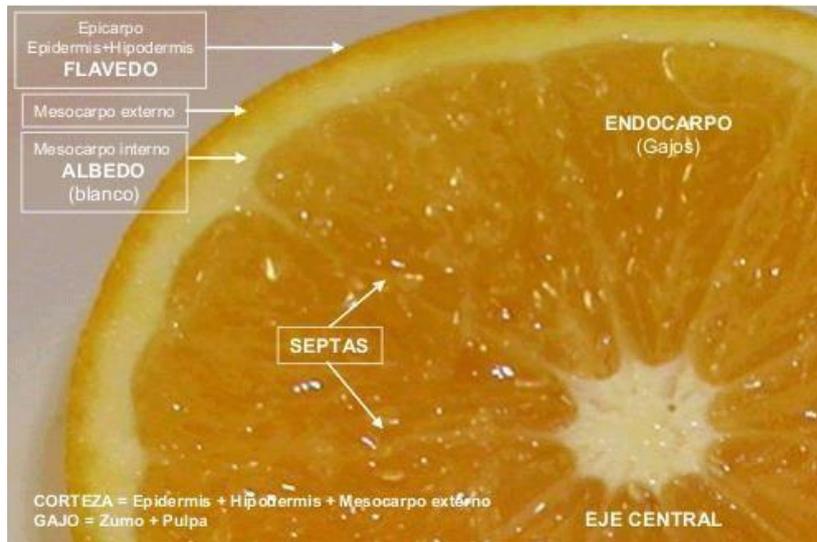
La naranja dulce es la fruta proveniente del naranjo cuyo nombre botánico corresponde a *Citrus sinensis*. Pertenece a la familia de las Rutáceas, especie *Citrus*. Es originario del Sur de China, Birmania y Vietnam. En Europa se lo conoció en el siglo XV cuando portugueses viajeros lo llevaron desde la India.

El tamaño de la planta va desde los 7 a los 10 metros. El tamaño del fruto puede variar entre 6 y 10 cm de diámetro. La cáscara puede ser lisa o ligeramente rugosa, su grosor y su color varía de acuerdo a la especie y lugar donde se cultiva. Crece en climas subtropicales y se adapta en regiones con temperaturas promedio comprendidas entre 13°C y 39°C. Las variedades de naranjo dulce varían según el lugar donde se las cultiva.

Consta del exocarpo (flavedo; presenta vesículas que contienen aceites esenciales), mesocarpo (albedo, pomposo y de color blanco) y endocarpo (pulpa, presenta tricomas con jugo) (véase la figura N° 2.1)

Figura 1

Partes de la naranja



Fuente: lamejornaranja.com

2.2.2. El aceite esencial de naranja

El aceite esencial de naranja se encuentra en las glándulas ubicadas en el flavedo.

La composición del Aceite esencial de naranja varía según el estado de maduración de la fruta.

De la naranja, no solamente se aprovechan los jugos alimenticios, sino que de la cáscara se pueden obtener aceites esenciales que se utilizan como aromatizantes en diferentes industrias. Su aceite esencial es uno de los ingredientes básicos en las industrias de la perfumería, los alimentos, la agronomía y la farmacéutica. Los aceites esenciales son considerados metabolitos secundarios de las plantas, estos son fracciones líquidas volátiles que proporcionan aromas y sabores característicos a las plantas. Están constituidos por mezclas complejas de hidrocarburos, compuestos oxigenados y

residuos no volátiles.

Los aceites esenciales están contenidos en glándulas o vesículas secretoras inmersas en los tejidos de las hojas, flores, corteza(pericarpio) y semillas de los frutos de muchas especies.

El aceite esencial de naranja tiene como componente mayoritario el limoneno con un porcentaje del 90%, y en menor proporción poseen una gran cantidad de monoterpenos. Debido a que el aceite se encuentra en el epicarpio de la fruta, cuando este es extraído tiene un color anaranjado pálido, un tanto turbio ya que contiene trazas de cera de la piel de la fruta.

El aceite es extraído principalmente por arrastre de vapor o por hidroextracción. Su aroma es a naranja y dado que su composición principalmente es de hidrocarburos terpénicos, convierten al aceite esencial de naranja en una sustancia vulnerable a la oxidación a condiciones ambientales pues la fracción terpénica se oxida con mucha facilidad y esta reacción es la responsable de otorgar al producto un aroma rancio. Por ello el valor agregado del proceso de desterpenado del aceite esencial presenta monetariamente un valor mucho más representativo en relación al aceite esencial crudo.

2.2.3. Métodos de extracción de aceites esenciales

Las plantas pueden producir aceite esencial para diversos fines protegen a la planta de plagas, enfermedades e inclusive de la invasión de otras plantas y atraen insectos y aves (polinizantes). Estas cualidades de protección y atracción, se ven reflejadas en propiedades antisépticas, antiinflamatorias, antidepresivas, afrodisíacas y otras, presentes en mayor o menor grado en la totalidad de los aceites.

El desarrollo a nivel industrial de la elaboración de aceites esenciales, se basa en el conocimiento de los métodos de extracción, que ayudan a determinar la estructura y las propiedades de los componentes del aceite esencial. La mayoría de estos métodos están basados en las diferencias entre las propiedades físicas de los componentes de una mezcla como puntos de ebullición, densidad, presión de vapor, solubilidad, etc.

La extracción de los aceites esenciales se puede realizar por métodos convencionales como la destilación con arrastre de vapor, hidrodestilación (HD) y espacio de cabeza "Headspace" (HS); en la actualidad adquiere gran importancia la extracción con fluidos supercríticos utilizando dióxido de carbono (CO₂) como solvente, y extracción por hidrodestilación asistida por radiación microondas, esta última presenta ventajas con respecto a las técnicas tradicionales puesto que es un proceso rápido, eficiente y relativamente económico.

Uno de los métodos más empleados para la extracción de aceites esenciales es la destilación por arrastre con vapor, es un método muy común, pero puede causar daño al aceite ya que se pueden producir reacciones de oxidación, de hidrólisis y de polimerización. Otras técnicas son la extracción directa a reflujo, la extracción continua en Soxhlet, y a nivel industrial las más utilizadas son la extracción con fluidos supercríticos y la extracción por prensado en frío. La pureza y el rendimiento del aceite esencial dependerán de la técnica que se utilice para el aislamiento.

El propósito de este trabajo fue obtener aceite esencial mediante hidrodestilación asistida por radiación con microondas, del pericarpio de la

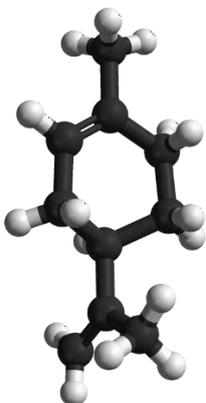
especie vegetal Citrus sinensis.

2.2.4. Capacidad desengrasante del limoneno

El limoneno (véase figura 2) es una sustancia natural que se extrae del aceite de las cáscaras de los cítricos y que da el olor característico a los mismos. Pertenece al grupo de los terpenos, en concreto a de los limonoides, que constituyen una de las más amplias clases de alimentos funcionales y fitonutrientes, funcionando como antioxidantes.

Figura 2

Fórmula estructural



Fuente: wikiwand.com

Tabla 1

Propiedades físicas y químicas del limoneno

Propiedad	Descriptor
Formula molecular	C10H16
Peso molecular	136,24 g/mol
Estado físico	Líquido
Color/olor	Incoloro/cítrico
Punto de ebullición	178°C

Densidad a 20°C	0.84 g/cm ³
Solubilidad en agua a 20°C	Insoluble
Índice de refracción a 20°C	Mínimo 1.471 Máximo 1.474

Fuente: Elaboración propia

En los últimos años el limoneno ha adquirido una singular importancia debido a su demanda como disolvente biodegradable. Aparte de disolvente industrial también tiene aplicaciones como componente aromático y es ampliamente usado para sintetizar nuevos compuestos.

El nuevo desengrasante biodegradable fue desarrollado por Industrias Sikita, empresa dedicada a la investigación y desarrollo de productos altamente efectivos y ecológicos.

Cuenta con características únicas como su agradable aroma, además de contener componentes no tóxicos, no corrosivos, ni inflamables y de primera calidad. Puede ser usado tanto como limpiador o removedor de grasa pesada y manchas difíciles en cualquier tipo de superficie hasta como lavador y/o remediador de suelos impregnados con hidrocarburos.

Por esto mismo, puede ser empleado en una extensa lista de actividades, como las que se describen a continuación, obteniendo en todas ellas excelentes resultados:

Figura 3

Poder desengrasante

Usos	Medio a actuar
Ligero	Para limpieza de cristales, cromo, linolium y limpiezas ligeras
Medio	Para azulejo, acero inoxidable, maquinaria, neumáticos, puertas, ventanas, tapicería, alfombras
Concentrado	Para limpieza de estructuras metálicas y de equipos mecánicos con rociadores de alta presión, pisos de trabajo pesado, pintura fresca y hornos
Acción Total	Lavado de suelos y maleza contaminada con hidrocarburos, es efectivo en aceites viejos o frescos, fosas de crudo intemperizado y superficies con aceite impregnado

Fuente: www.quiminet.com

2.2.5. Las cáscaras de Naranja como residuos de actividades comerciales

La muestra fue recolectada de diferentes puestos de expendio de jugo de Naranja de la ciudad de Lima, el tratamiento que se dio se muestra a continuación.

Recolección: Nuestra materia prima, la cáscara de naranja es obtenida en tiras de los puestos de expendio de jugo de naranja (fig.2.2), estos puestos suelen tener como desecho estas cáscaras, además de restos de fruta exprimida, los cuales son puestos como basura, incrementando, de esta forma la carga ambiental, además de constituir un elemento contrario al ornato de la ciudad.

En los lugares que se visitaron, siendo un total de 20, se tuvo un promedio de cáscara fresca producida de 7 Kg. /día, haciendo de esta forma un total de 140

Kg. En Lima se estima que hay por encima de 500 puestos de expendio de esta naturaleza, sin contar aquellos puestos que no son considerados ambulantes.

La recolección se ve facilitada ya que es usual que separen las cáscaras de naranja del resto de desechos, sin embargo, hay casos en los que no fue así, de esta forma se tiene que separar las cáscaras de otros desechos, como son cañas para sorber jugo, restos de fruta, entre otros, la separación es de forma manual, siendo esta facilitada por el tamaño de los desechos encontrados.

2.2.6. Desengrasantes

Son aquellos productos capaces de disolver o retirar la grasa, existen de tipo alcalinos, ácidos, solventes, a base de hidrocarburos, vegetales, animales, etc. Las formulaciones son diversas, pero hay algunos componentes que se repiten como la glicerina, vitamina E, EDTA, los cuales son desengrasantes para manos y equipos grasosos.

Tabla 2

Formulación para detergentes líquidos, que pueden aplicarse tanto como desengrasantes de manos con lavavajillas.

Materia prima	Porcentaje	
	Mínimo	Máximo
Nonilfenol 10M	10.0	15.0
DDBNa Sulfonato	5.0	15.0
Diocil sulfosuccinato	1.0	2.0
Dietanolamida de coco	1.0	3.0
Oxido de amina	1.0	2.0
Glicerina	1.0	2.0
Perfume	0.1	0.15

Colorante	Al gusto
Agua	El resto

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3

Clases de producto de limpieza en relación a su ph

Clases de productos en relación a su pH			
Tipo de producto	pH	Característica y uso	Ejemplos
Fuertemente alcalina	14	Muy desengrasante	Sosa, potasa, amoníaco
		Afecta a superficies y materiales de aluminio, zinc y linóleo Afecta a la pintura, fibras, textiles y cuero	
Muy alcalino	13	Limpiador de fachadas	
Alcalino	12	Eliminación de grasas y suciedad	Detergentes básicos, decapantes de ceras
	11		
	10	Limpieza de suelos, grasas de origen animal	
Ligeramente alcalino	9		Detergentes con bioalcohol
	8	Limpia suelos con bioalcohol limpieza de óxidos	
Neutro	7		
Ligeramente ácido	6		
Ácido	5	Limpiador de baños, antical	Ácido cítrico
	4	Primeras limpiezas	Ácido fosfórico
	3	Cristalizadores	Ácido fosfórico
Fuertemente ácido	2	Desincrustantes	Ácido clorhídrico

Fuente: Elaboración propia

2.2.6. Biodegradable

¿Qué es algo biodegradable? Biodegradables es alguna sustancia o producto que puede descomponerse en los elementos químicos tales como el carbono, el hidrógeno y el oxígeno que lo conforman por la acción de agentes biológicos como los animales, hongos, plantas y microorganismos bajo condiciones ambientales naturales. No todas las sustancias son biodegradables bajo estas condiciones naturales, algunas necesitan ayuda externa para poder llevar a cabo este proceso. La velocidad o el tiempo que la biodegradación de las sustancias ocurre, tiene como condicionante de manera primordial a la estabilidad que se presentan sus moléculas, del medio en el que se encuentran para estar a disposición de los agentes biológicos y de las enzimas de estos agentes.

La biodegradación es la característica de la mayoría de sustancias químicas de poder ser utilizadas como sustrato (alimento) por otros microorganismos que las consumen para producir energía (respiración celular) y crear otros tipos de sustancias como aminoácidos, nuevos tejidos y nuevos organismos. Todos los organismos poseen características biodegradables, todo es cuestión del tiempo que se tome en realizar esta acción. Una gran cantidad de sustancias poseen la capacidad de lograr esta característica de manera natural en el medio ambiente que la rodea. El tiempo que este proceso toma es una de las características para calificar a las sustancias su capacidad de ser biodegradable. La capacidad que tienen algunas sustancias de reincorporarse a la tierra por la acción de los agentes presentes en el medio ambiente se le llama biodegradabilidad. En este proceso algunas sustancias químicas pueden ser utilizadas como alimento por otros microorganismos y estos ser alimento de otros

organismos para crear una cadena alimenticia.

Existen dos formas de que los materiales se degraden: una es aeróbica, por el contacto con el oxígeno al aire libre y la otra anaeróbica, que se lleva a cabo en ausencia de oxígeno, esto puede ser algo que se deposite bajo tierra. Para determinar la biodegradabilidad de una sustancia el parámetro principal es el tiempo en el que transcurre para el desarrollo del proceso de degradación. Dependen tanto de su estructura física y química para poder cuantificar el tiempo que necesite para degradarse. Algunas sustancias como el vidrio tardan aproximadamente 4000 años en realizar este proceso de forma natural, mientras que una cáscara de banano necesita de 2 a 10 días para realizar este proceso. Por lo que se dice que un material no es biodegradable, cuando el tiempo que necesita para degradarse es extremadamente largo o supera la capacidad de los organismos para realizar el proceso natural de la degradación. Un factor negativo en la biodegradabilidad de los materiales es el factor que al momento de degradarse en sus elementos básicos estos pueden llegar a formar metano (CH₄), este es un gas que causa graves problemas a la atmósfera por ser uno de los gases con efecto invernadero.

2.2.7. Impacto ambiental de los productos no biodegradables

El uso de los desengrasantes en las residencias es alto ya que es una actividad diaria de las personas, por lo que la cantidad de aguas residuales contaminadas por estos elementos es alta. Se sabe que el ingrediente activo más importante de este tipo de productos es el nonil fenol etoxilado. Esta es una materia prima con excelentes cualidades desengrasantes debido a su origen inorgánico, pero es un disruptor endócrino que causa la muerte de la fauna que

ingiera agua que la contenga. La Unión Europea ha lanzado campañas contra el uso de esta materia prima desde el 2003 ya que se poseen estudios científicos que respaldan que es una sustancia peligrosa prioritaria, por lo que restringe su uso para la protección del medio ambiente. En la actualidad no existen métodos para poder realizar una síntesis de este compuesto, debido a la complejidad de su formación por lo que su uso es regulado por esta entidad internacional.

Otra materia prima que se utiliza para remover la grasa es la soda caustica, este compuesto es un hidróxido fuerte y muy corrosivo. Al estar en grandes concentraciones y en contacto con el agua puede generar grandes cantidades de calor por lo que puede causar daños a tuberías y crear fugas de las aguas residuales antes de que estas lleguen a su destino, pudiendo crear serios daños y contaminación a la ciudad antes de llegar a los lugares donde se les debe dar el tratamiento respectivo.

El ingerir agua con este compuesto es dañino para la salud ya que, por generar calor al estar en contacto con el agua, literalmente puede quemar el interior del ser vivo que la use como bebida. Al estar en contacto con la flora este tipo de residuo puede causar quemaduras tanto a las raíces como a los tallos. El agua residual que contenga este compuesto puede ser tratado mediante el ataque de agentes químicos para su neutralización, el inconveniente principal es el alto costo de estos agentes por lo que el uso de esta técnica se utiliza de forma limitada.

2.2.8. Importancia de los desengrasantes biodegradables

Todas las cosas en este mundo tienen su tiempo contado, les lleva más o menos tiempo degradarse de una u otra forma. Una manera es la

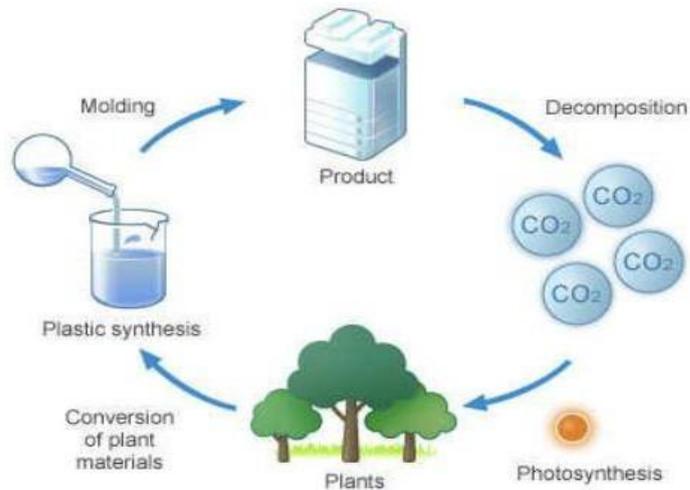
biodegradación, que es cuando algo es deshecho por organismos vivos, principalmente bacterias. La facultad de algunos materiales de reintegrarse a la tierra por acción del medio ambiente es lo que se llama biodegradabilidad.

En Industrias Sikita entienden la importancia del uso y desarrollo de productos biodegradables en la vida diaria y en los procesos industriales; esta es la principal característica de las empresas socialmente responsables y para estar acordes con esta necesidad actual es que en Industrias Sikita enfocan su esfuerzo hacia este fin, ejemplo de esto tienen productos como la Crema Limpiamano Sikita, Desengrasante Grase Free, Desengrasante Ultra, entre otros. Su compromiso diario es concentrar todo su potencial en innovar en la creación de este tipo de productos pensando no sólo en el mejoramiento de los procesos industriales, sino también, principalmente, en el medio ambiente y el uso responsable del planeta.

Cabe aclarar que la biodegradabilidad de los materiales depende de su estructura física y química, algunos como el vidrio no pueden ser biodegradados. Aunque se suele decir que un material no es biodegradable cuando el tiempo necesario para que los organismos lo descompongan es extremadamente largo, o supera la capacidad de los organismos para procesarlo, como pasa con el plástico y el aluminio. Hoy en día muchas cosas se fabrican con agentes biodegradables, lo cual contribuye enormemente a ayudar a bajar los índices de contaminación y a cuidar el medio ambiente.

Figura 4

Ciclo de proceso de un material biodegradable



Fuente: quiminet.com

A continuación, le mencionamos el tiempo que tardan los microorganismos en descomponer algunos materiales:

- Cáscara de banana: 2 a 10 días
- Desengrasante Grase Free: 10 a 15 días
- Pañuelos de algodón: 1 a 5 meses
- Papel: 2 a 5 meses
- Cáscara de naranja: 6 meses
- Cuerda o soga: 3 a 14 meses
- Calcetines de Lana: 1 a 5 años
- Envases/cartones de leche Tetra Paks (con algo de plástico): 5 años
- Filtros de cigarrillos: 1 a 12 años
- Zapatos de cuero: 25 a 40 años
- Nailon: 30 a 40 años
- Vasos de aislante térmico de poliestireno: 1 a 100 años

- Anillos plásticos de paquetes de "6-pack": 450 años

2.2.9. Técnicas de cultivo microbiológico para hallar biodegradabilidad

Un medio de cultivo es un conjunto de nutrientes, factores de crecimiento y otros componentes que crean las condiciones necesarias para el desarrollo de los microorganismos.

2.2.10. Constituyentes habituales de un medio de cultivo

Agar. - utilizado como agente gelificante para dar solidez a los medios de cultivo.

Extractos. - son concentrados en polvo, deshidratado, de parte de órganos o tejidos animales o vegetales para confeccionar el medio adecuado.

Peptonas. - se obtienen por digestión enzimática o química de proteínas animales o vegetales. Son muy ricas en péptidos y aminoácidos.

Fluidos corporales. - (sangre o plasma) Se añaden a los medios de cultivo porque contienen factores de crecimiento que facilitan el crecimiento de algunos microorganismos exigentes.

Sistemas amortiguadores (fosfatos bisódicos y bipotásicos) se utilizan para mantener el pH del medio en un determinado valor. Indicadores de pH son indicadores ácido-base con el objeto de detectar variaciones de pH.

Agentes reductores. - Se añaden para crear condiciones que permitan el desarrollo de los gérmenes microaerófilos o anaerófilos.

Agentes selectivos. - son sustancias que se adicionan para convertir al medio de cultivo en selectivo.

2.2.11. Tipos de medios de cultivo

1. Medios generales permiten el desarrollo de una gran variedad de

microorganismos.

2. Medios de enriquecimiento favorecen el crecimiento de un determinado tipo de microorganismo, sin llegar a inhibir totalmente el crecimiento del resto.

3. Medios selectivos permiten el crecimiento de un tipo de microorganismo determinado, inhibiendo el desarrollo del resto.

4. Medios diferenciales ponen de relieve propiedades (normalmente bioquímicas) que un determinado microorganismo posee y de esa forma se puede distinguir ese microorganismo de otros que también pueden crecer en ese medio.

5. Medios de transporte y mantenimiento se utilizan en la recogida, transporte y conservación de muestras microbiológicas. Son medios no nutrientes (los microorganismos se mantienen, pero no se multiplican), semisólidos, que inhiben las reacciones enzimáticas autodestructivas dentro de las células y evitan los efectos laterales de la oxidación.

2.2.12. Preparación de medios de cultivo

En la actualidad, la mayoría de los medios de cultivo se encuentran comercializados, normalmente como productos liofilizados que es necesario hidratar. En general la preparación de un medio de cultivo consiste en pesar la cantidad necesaria del polvo liofilizado, disolverla en agua destilada (libre de inhibidores del crecimiento) siguiendo las instrucciones del fabricante y esterilizar la disolución, previa comprobación y corrección del pH si es necesario. Antes de ser esterilizados en autoclave, los medios líquidos se distribuyen en los

recipientes adecuados (tubos o matraces) y se tapan.

2.3. Definición de términos utilizados

1) Aceite esencia: Compuesto orgánico obtenido a partir de semillas u otras partes de las plantas en cuyos tejidos se acumula como fuente de energía. Como todas las grasas está constituido por glicerina y tres ácidos grasos.

2) Limoneno: El limoneno es una sustancia natural que se extrae del aceite de las cáscaras de los cítricos y que da el olor característico a los mismos. Pertenece al grupo de los terpenos, en concreto a de los limonoides, que constituyen una de las más amplias clases de alimentos funcionales y fitonutrientes, funcionando como antioxidantes.

3) Esterificación: Se denomina esterificación al proceso por el cual se sintetiza un éster. Un éster es un compuesto derivado formalmente de la reacción química entre un ácido carboxílico y un alcohol.

4) Catalizador: Un catalizador es aquello que permite desarrollar un proceso de transformación de tipo catalítico. Para entender el concepto, por lo tanto, debemos saber qué es la catálisis. Este vocablo que deriva del griego refiere a los cambios químicos que se generan a causa de sustancias que no sufren modificaciones durante el transcurso de una reacción.

5) Diluyente: Un diluyente (o diluyente) es un agente de dilución de sustancias no solubles en agua. En arte, líquido que disuelve o diluye pigmentos.

6) Desengrasante: El desengrasante es un producto que se define como aquella sustancia de naturaleza generalmente alcalina capaz de eliminar aceites y grasas de cualquier superficie a partir de una reacción química, que viene determinada por la formulación del mismo.

7) Biodegradable: El adjetivo biodegradable permite calificar a la sustancia que se puede degradar mediante el accionar de un agente biológico. Los animales, los hongos y las bacterias, por ejemplo, pueden lograr la descomposición de este tipo de productos.

8) Actividad metabólica: Como tal, el metabolismo es el proceso por el cual se transforman en el organismo los hidratos de carbono, las proteínas, las grasas, y otras sustancias. La actividad metabólica comprende absorción, transformación, y eliminación de sustancias que permiten a las células cumplir sus funciones energéticas, o de síntesis.

9) Impacto de residuos: Los residuos sólidos ordinarios y los residuos sólidos peligrosos son causa de problemas ambientales en las áreas urbanas, rurales y especialmente en las zonas industrializadas de los municipios, ya que generan impacto ambiental negativo por el inadecuado manejo de los mismos y amenazan la sostenibilidad y la naturaleza.

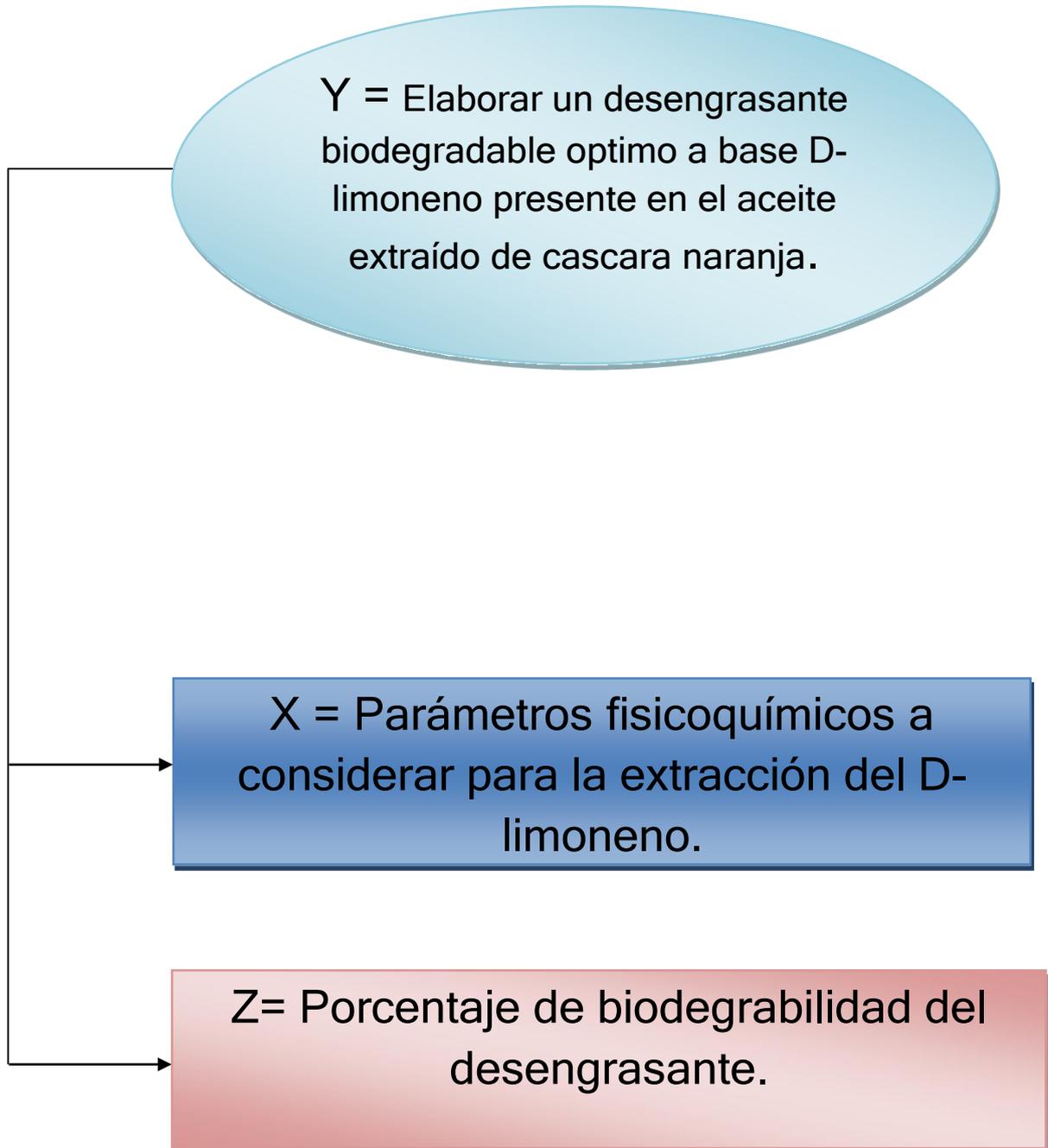
10) Las tres erres (3R): Es una regla para cuidar el medio ambiente, específicamente para reducir el volumen de residuos o basura generada. En pocas palabras, las 3R te ayudan a tirar menos basura, ahorrar dinero y ser un consumidor más responsable, así reduciendo tu huella de carbono. Y lo mejor de todo es que es muy fácil de seguir, ya que sólo tiene tres pasos: reducir, reutilizar y reciclar

11) Glicerina: La glicerina se usa para hidratar puesto que es una de las propiedades beneficiosas de la glicerina, pero primero la mano se sentirá pegajosa y dentro de 10 minutos se sentirá normal puesto que tiene la propiedad de penetrar con facilidad las células de la piel.

12) Vitamina E: La vitamina E muestra unos resultados espectaculares para la piel, pues consigue, entre otras cosas, difuminar las cicatrices, eliminar los pequeños granitos e imperfecciones y una barrera natural para proteger la piel de los rayos solares. Esta vitamina también es un antioxidante que protege las células.

III. VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1. Definición de las variables



3.2. Operacionalización de variables

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
Y=Elaborar un desengrasante biodegradable optimo a base D-limoneno presente en el aceite extraído de cascara naranja	Grado de aceptabilidad Relación solido liquido	Si/No g/mL	Encuestas Mediciones Ensayos experimentales
VARIABLES INDEPENDIENTES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
X=Parámetros fisicoquímicos a considerar para la extracción del D-limoneno.	Temperatura del proceso de elaboración. Tiempo de elaboración Granulometría Diluyentes Composición en volumen de producto.	°C Minutos cm mL/L % volumen	Mediciones volumétricas Técnica de destilación por arrastre de vapor en horno microondas.
Z= Porcentaje de biodegradabilidad del desengrasante.	Actividad metabólica de microorganismos Tiempo Aireación	% (g/mL) Días DQO	Metodo Zahn Wellens

3.3. Hipótesis general y específicas

3.3.1. Hipótesis general

Es factible obtener un desengrasante biodegradable en base al D-limoneno presente en el aceite extraído de cascara naranja.

3.3.2. Hipótesis específicas

El estudio de los parámetros fisicoquímicos del D-limoneno presentes en

la cascara de naranja permite obtener un desengrasante con propiedades biodegradables.

El porcentaje de biodegradabilidad del desengrasante elaborado presenta propiedades biodegradables.

IV. METODOLOGÍA

4.1. Tipo de Investigación

Los tipos de investigación que se realizarán en el presente trabajo de tesis son:

Por su finalidad es del tipo aplicada, puesto que sus resultados sirven para aplicarlos en la práctica.

Por su diseño interpretativo es experimental, porque en la investigación del trabajo de tesis, el estudio se realiza mediante la observación, registro y análisis de las variables intervinientes.

Por el énfasis de la naturaleza de los datos manejados es del tipo cualitativo, porque las variables de la investigación son cualitativas.

4.2. Diseño de la Investigación

El diseño de la presente investigación ha considerado tres momentos, los cuales se muestran a continuación:

Figura 5

Diseño de la investigación

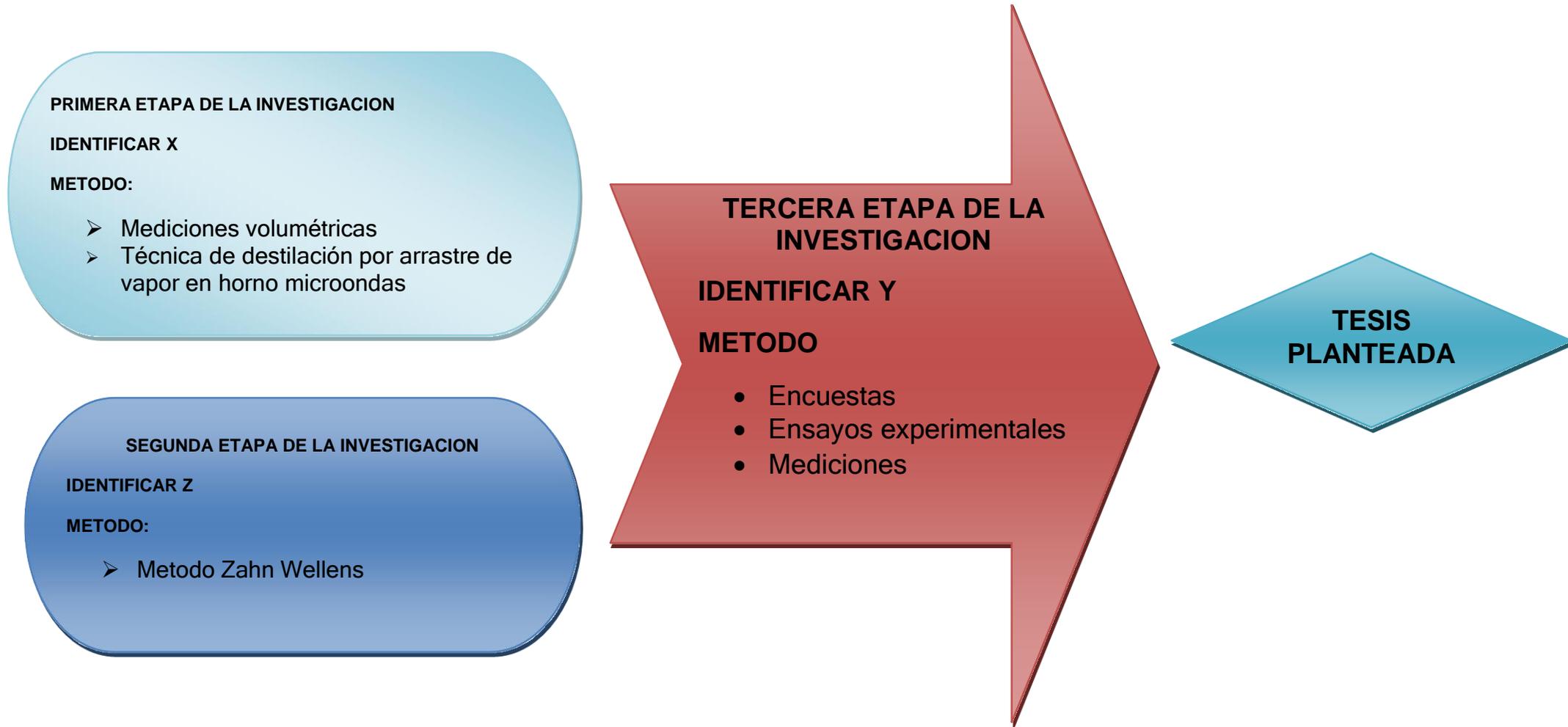
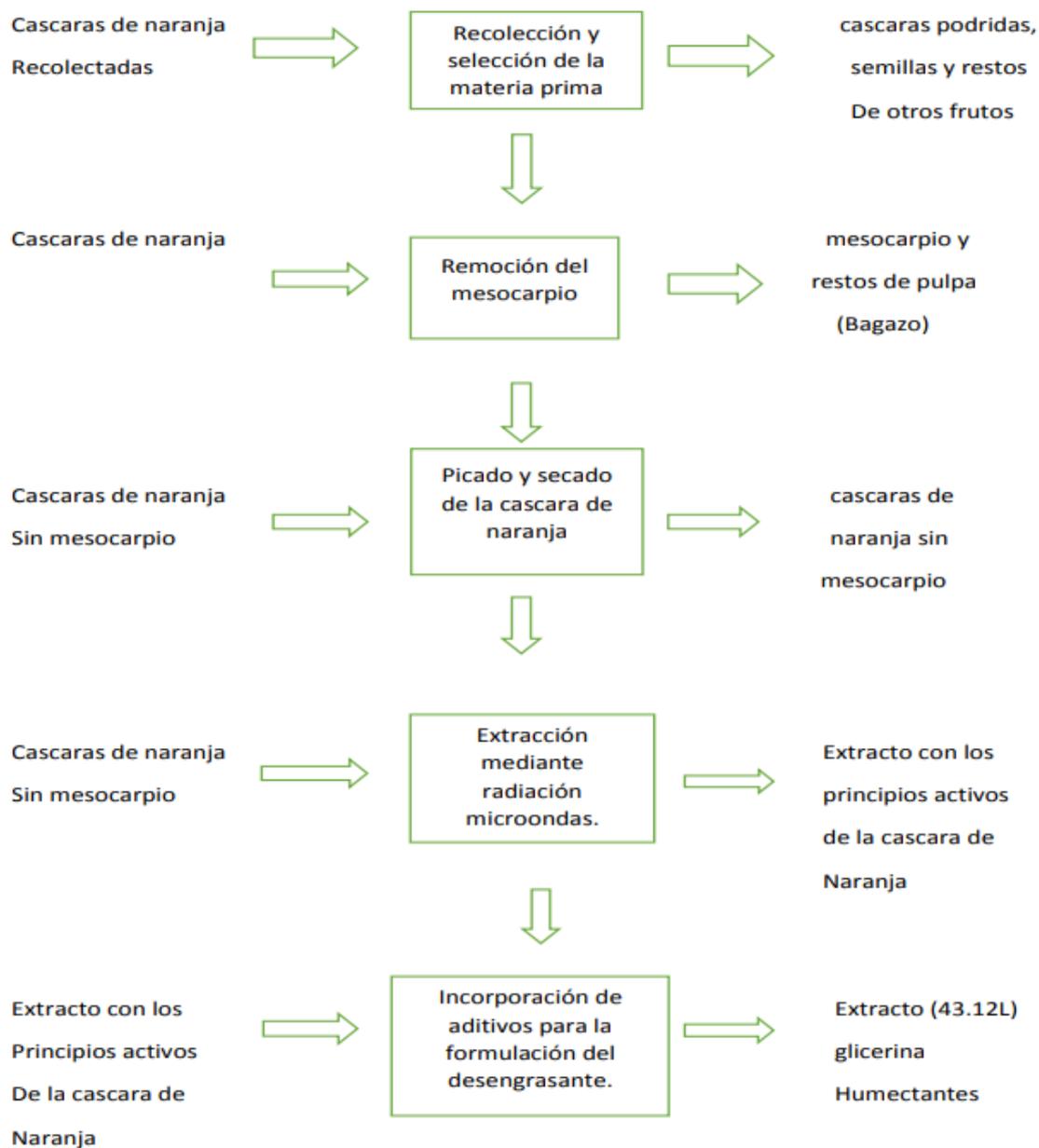


Figura 6

Diagrama de flujo del proceso por etapa



Fuente: Elaboración propia

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población

Se utilizó 20 kg de la corteza de naranja de la variedad citrus sinensis proveniente de los comerciantes de jugo de naranja del distrito limeño y de la provincia del Callao, residuos ubicados en los centros de comercio.

4.3.2. Muestra

Se usaron 10 mL de D-limoneno extraído de las cascaras de naranja (extracción hidrolítica por radiación de microondas)

4.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

4.4.1. Instrumentos

Equipos e instrumentos

- Horno microondas Samsung 70 W
- Equipo tipo Clevenger con reservorio de destilación Dean-Stark

Picnometro

- Viscosímetro
- Balanza digital
- Balanza analítica
- Agitador electromagnético
- Termómetro
- Cronometro

a) Materiales

- Luna de reloj
- Vasos de precipitados de 50, 100 Y 250 mL
- Probeta
- Pera de decantación
- Fiola de 2 y 4L
- Espátula
- Pipeta

b) Reactivos

- Sulfato de sodio anhidrido Na_2SO_4
- Preventol (conservante)
- Carboner (coagulante)
- Glicerina (humectante)
- Trietanolamina (ajustar pH)
- D-limoneno (hidroextraído de la naranja)
- Tergitol- 10 (emulsionante)
- Ácido Oleico
- Vitamina E
- Colorante
- Lanolina
- Butilhidroxitolueno (antioxidante)

4.4.2. Técnicas

Procesamiento del material vegetal

Los aceites esenciales se obtuvieron por hidrodestilación e

hidrodestilación asistida por radiación con microondas, a partir del pericarpio de los frutos.

Identificación del d-Limoneno

La prueba de Baeyer fue positiva debido a que el color característico de KMnO_4 se desvaneció es decir que pasó de un violeta a una solución traslúcida con precipitado café, indicando la existencia de alqueno.

Formulación del desengrasante

Para elaborar el desengrasante para manos hemos escogido una fórmula que a nuestro parecer es muy eficiente al momento de quitarla grasa, esta proviene de la formulación de la empresa alemana WÜRTH.

Test de Biodegradabilidad

Basada en la evaluación del porcentaje (% p/v= porcentaje peso/volumen) de la desaparición del ingrediente activo en el desengrasante durante el tiempo de ensayo (Metodo Zahn –Wellens ISO 9888, en base la evaluación de la demanda química de oxígeno-DQO)

4.5. Procedimientos de recolección de datos

Rayado de la cascara de Naranja

Las frutas colectadas se lavaron con agua, seleccionándose las que se encontraban frescas, enteras, sin señales de deterioro, Seguidamente se rayaron (para tener una cascara sin mesocarpo), luego se pesaron y se procesaron de tres maneras distintas.

Figura 7

Naranja rayada



Fuente: Elaboración propia

Para la extracción se empleó 3 tipos de material vegetal: (1) el material rayado fresco, (2) el material rayado y posteriormente licuado (3) el material rayado y puesto a secar. Para el material vegetal (3) se secó a temperatura ambiente, durante 10 días, hasta la máxima pérdida de humedad.

Pesado de las muestras

En los tres casos se usó 500 g de material rayado, previamente seleccionado y pesado. En el caso del material seco este material se vuelve a pesar para obtener el porcentaje de humedad del material vegetal.

Figura 8

Naranja rayada y seca



Fuente: Elaboración propia

Preparación de las mezclas hidrolíticas

Para las tres muestras vegetales se usaron 150 mL de agua para cada una, se coloca en un balón de 3 L con 150 mL de agua y 500g del material vegetal, en el caso del material seco será menos cantidad de material (dependerá de la humedad de la cascará)

4.6. Procedimiento de extracción hidrolítica del aceite por medio de Radiación.

En un horno microondas convencional marca Samsung, el cual se conectó a un equipo tipo Clevenger con reservorio de destilación Dean-Stark, adaptado a un sistema de calentamiento por un tiempo de extracción de 1 hora, pero no constante si no en intervalos, cada uno de 15 min, con un tiempo de reposo de 2 min entre estos, en total fueron 4 ciclos para cada extracción. para eliminar las trazas de éter y purificar el limoneno.

Figura 9

Hidroextracción por radiación microondas



Fuente: Elaboración propia

Obtención óptima de aceite

Luego de evaluar cuál de los tres tipos de extracción nos da mayor

cantidad de aceite, variamos la cantidad de agua, continuamos usando 500 g de material vegetal, pero usamos 100,150,300,500 mL para saber con qué mezcla solido/liquido es mayor la obtención de aceite.

Separación del aceite

Al finalizar cada proceso el destilado recogido se trasvasa a un embudo de decantación y se adicionó éter etílico que separó y formó dos capas, una de ellas con la fase etérea y la otra con la fase orgánica. La capa superior se decantó y se le adicionó un agente secante, el Na_2SO_4 anhidrido, luego se calentó la solución.

Figura 10

Pera de decantación



Fuente: Elaboración propia

Densidad del aceite extraído

La densidad experimental del aceite extracción se obtuvo con un picnómetro luego de cada hidroextracción

Figura 11

Densidad en el picnómetro



Fuente: Elaboración propia

$$\text{Densidad} \left(\frac{\text{g}}{\text{mL}} \right) = \frac{(W_{\text{PICNOMETRO}} + \text{MUESTRA}) - (W_{\text{PICNOMETRO}})}{V_{\text{aceite esencial mL}}} \quad (1)$$

Rendimiento del aceite extraído

Se calculó el rendimiento de cada experiencia dividiendo el peso del aceite extraído (gramos) sobre el peso de la materia vegetal (500 gramos).

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{W_{\text{aceite esencial}}}{W_{\text{materia vegetal}}} * 100 \quad (2)$$

Verificación de D-limoneno en el aceite

Luego se realizaron las pruebas cualitativas para determinar la presencia del alqueno, la prueba de Baeyer fue positiva debido a que el color característico del KMnO_4 se desvaneció es decir que pasó de un violeta a una solución traslucida con precipitado café, indicando si existencia del alqueno.

Figura 12

Verificación de limoneno



Fuente: Elaboración propia

Elaboración del desengrasante

Utilizamos la formulación Würth para desengrasantes de manos, pero variamos la cantidad de agua en la formulación para ver en qué casos de dilución nuestra formula es más óptima. Elaboramos con los mismos insumos de la tabla N° pero variamos la cantidad de agua.

Tabla 4

Insumos para el desengrasante 1

INSUMO	%PESO(1)	GRAMOS
Agua	72.399	190.44
Preventol (conservante)	0.239	0.63

Carboner (coagulante)	0.581	1.53
Glicerina (humectante)	2.429	6.39
Trietanolamina (ajustar pH)	0.798	2.10
d-limoneno (hidroextraído de la naranja)	2.338	6.15
Tergitol- 10 (emulsionante)	14.701	38.67
Acido Oleico	4.425	11.64
Vitamina E	0.079	0.21
Colorante	0.752	1.98
Lanolina	1.243	3.27
Butilhidroxitolueno (antioxidante)	0.011	0.03

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5

Insumos para el desengrasante 2

INSUMO	%PESO(2)	GRAMOS
Agua	76.007	230
Preventol (conservante)	0.208	0.63
Carboner (coagulante)	0.505	1.53

Glicerina		6.39
(humectante)	2.111	
Trietanolamina		2.10
(ajustar pH)	0.693	
d-limoneno		6.15
(hidroextraído de la naranja)		
	2.032	
Tergitol- 10		38.67
(emulsionante)	12.779	
Ácido Oleico	3.846	11.64
Vitamina E	0.069	0.21
Colorante	0.654	1.98
Lanolina	1.080	3.27
Butilhidroxitolueno		0.03
(antioxidante)	0.009	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6

Insumos para el desengrasante 3

INSUMO	%PESO(3)	GRAMOS
Agua	80.515	300
Preventol (conservante)	0.169	0.63

Carboner	0.410	1.53
(coagulante)		
Glicerina	1.714	6.39
(humectante)		
Trietanolamina	0.563	2.10
(ajustar pH)		
d-limoneno	1.650	6.15
(hidroextraído de la naranja)		
Tergitol- 10	10.378	38.67
(emulsionante)		
Acido Oleico	3.123	11.64
Vitamina E	0.056	0.21
Colorante	0.531	1.98
Lanolina	0.877	3.27
Butilhidroxitolueno	0.008	0.03
(antioxidante)		

Fuente: Elaboración propia

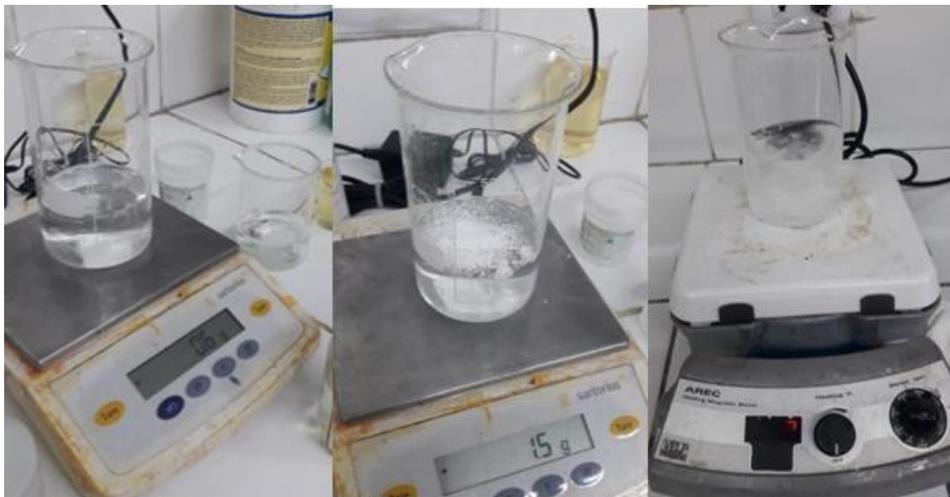
Primera parte de la Elaboración del desengrasante

La primera parte (primera mezcla) , en un vaso de precipitado de 500 mL agregar agua , esta variara en gramos para cada formulación serán 3 formulaciones en las que variaremos la cantidad de agua , la (1) 190.44 g, (2) 230 g, (3) 300 g , luego mantendremos constantes los demás insumos 0.63 g de preventol, y 0.51g de carboner, polvo blanco que sirve como coagulante, se

disuelve en un agitador por 30 minutos a dispersión constante, posterior a eso se agrega 6.39 g glicerina, 0.03 g de preservante BHT y 2.1 g de TEA manteniendo una agitación por 10 minutos más, esto formara un gel transparente, a parte se debe calentar a 50°C 3.27 g de lanolina, que es espesa y pastosa a temperatura ambiente pero a 50°C se suaviza y se puede adicionar en la mezcla manteniendo una agitación por 10 minutos más.

Figura 13

Primera mezcla de insumos



Fuente: Elaboración propia.

Segunda parte de la Elaboración del desengrasante

La segunda parte (segunda mezcla) consta de oleico, solvente (D-limoneno obtenido), vitamina E, tergitol y colorante, se disuelve homogéneamente en un agitador por 10 minutos.

Figura 14

Segunda mezcla



Fuente: Elaboración propia

Figura 15

Calentamiento de la lanolina



Fuente: Elaboración propia

Figura 16

La lanolina se agrega a la segunda mezcla



Fuente: Elaboración propia

La segunda mezcla se agrega en la primera mezcla de a poco y en movimiento constante

Figura 17

Obtención del producto



Fuente: Elaboración propia

Obtendremos 3 desengrasantes con distintos poderes de desengrase y con distintas densidades.

4.7. Acción del desengrasante

Haremos una encuesta en distintos talleres mecánicos, con la intención de que evalúen el producto como bueno, malo, deficiente, etc. Con esto veremos qué tan óptimo es el desengrasante y el grado de aceptabilidad tiene por los usuarios.

Propiedades fisicoquímicas del desengrasante

Hallaremos su Densidad con el picnómetro, observaremos el Aspecto y el olor.

4.8. Análisis Microbiológico

Para ellos usamos el desengrasante con mayor aceptación de parte del público, el análisis que se elabora por el consumo de material, la desaparición del ingrediente activo (D-limoneno) en el detergente, durante el tiempo de ensayo. Basada en la evaluación del porcentaje (%p/v = porcentaje peso/volumen)

Método: Zahn-Wellens. En base a la evaluación de la Demanda Química de Oxígeno - DQO. Valores de biodegradación superiores o iguales al 70 % a los 28 días son considerados como evidencia de biodegradabilidad

4.9. Procesamiento estadístico y análisis de datos

Se realizó la evaluación del rendimiento de cada hidroextracción, las curvas de rendimiento vs tiempo y la relación sólido-líquido durante el tiempo de extracción.

Posteriormente se determinaron los niveles de dichas variables que optimicen el proceso de extracción del aceite de naranja.

Los análisis estadísticos se desarrollaron utilizando el programa minitab

También trabajaremos graficas con Excel para una comprensión visual de las encuestas elaboradas sobre el uso del desengrasante.

Y finalmente elaboraremos graficas de biodegradabilidad vs tiempo con respecto a la degradación del insumo activo del desengrasante sobre el programa minitab.

En los cuadros siguientes mostramos la matriz de experimentos que resulta de la interacción de los factores con sus respectivos niveles.

Tabla 7

Niveles de los factores

		Niveles			
Factores	unidad	1	2	3	4
Relacion solido – liquido	(peso/vol)	500/100	500/150	500/300	500/500
Tiempo de extracción	min	15	30	45	60

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8

Análisis de los factores

RELACION VEGETAL AGUA	DE g/ mL	MASA VOLUMEN	DE 15 MIN	30 MIN	45 MIN	60 MIN
500 g/100 mL						
500 g/100mL						

500 g/100 mL

500 g/100 mL

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9

Evaluación de aceptabilidad como desengrasante para manos para distintas personas dentro de un taller mecánico.

	PERSONAS CON MANOS SUCIAS DE GRASAS UTILIZAN EL DESENGRASANTE								
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Excelente									
Muy bueno									
Bueno									
Regular									
Malo									

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10

Evaluación de aceptabilidad como desengrasante para distintos tipos de grasas mecánicas comunes en un taller mecánico.

	DESENGRASANTE DESENGRASANTE DESENGRASANTE		
	TE	TE	TE
	FORMULA 1	FORMULA 2	FORMULA 3
GRASA ROJA STA			

FLEX

(GRASA MECANICA)

MULTI PRUPOSE

FOODGRADE

(GRASA MECANICA)

CHAIN LUBE

(LUBRICANTE

MECANICO)

DRY MOLY LUBE

(LUBRICANTE

MECANICO)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11

Evaluación de biodegradabilidad sobre dos lecturas (a) y (b)

Dias	(a)	(b)	Promedio
0			
3			
5			
7			
10			
15			
20			
25			
28			

Fuente: Elaboración propia

V. RESULTADOS

5.1. Método óptimo para la extracción hidrolítica del aceite variando el estado físico de la materia vegetal

Tabla 12

Extracción hidrolítica del aceite variando el estado físico de la materia vegetal

			Masa de Naranja	Masa seca de naranja	Volumen de agua
			de	de	mL
1	naranja fresca y rayada		500		150
2	naranja seca y picada		500	410	150
3	naranja fresca y licuada		500		150

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13

Rendimiento del peso aceite entre peso naranja

Tiempo de extracción	Cantidad de ciclos	Tiempo de cada ciclo	MI de aceite obtenido	Densidad con picnómetro	Masa de el aceite	Rendimiento waceite/wnaranja	
60 min		4	15	3	0.8448	2.5344	0.50

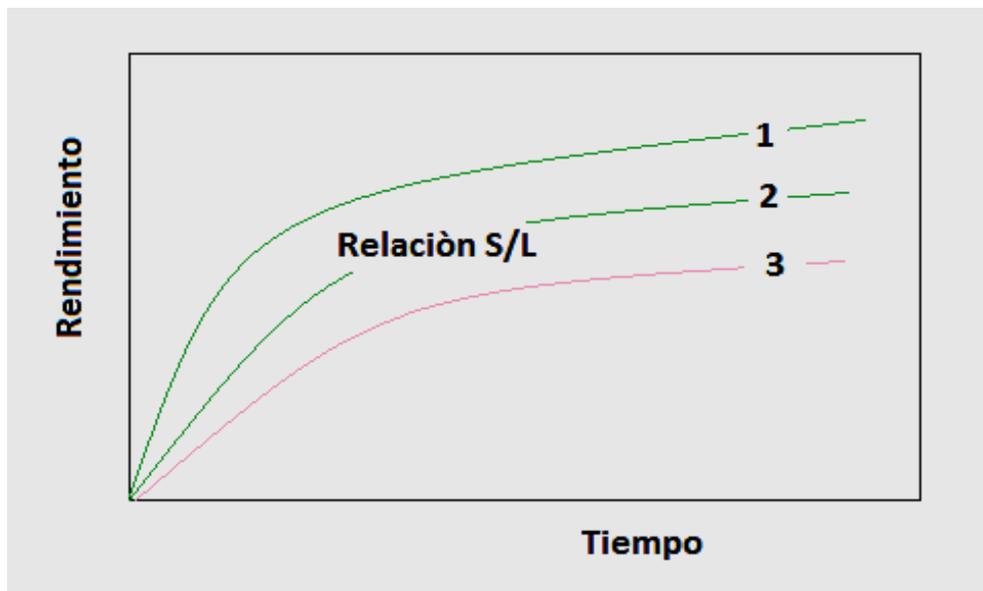
60 min	4	15	4.32	0.8423	3.638736	0.72
60 min	4	15	4.5	0.845	3.8025	0.76

Fuente: Elaboración propia

Encontramos que la naranja fresca y licuada nos da la mayor cantidad de aceite.

Figura 18

Rendimientos de los 3 métodos de extracción



Fuente: Elaboración propia

5.2. Extracción Hidrolítica por Radiación microondas con la materia vegetal licuada.

Tabla 14

Extracción Hidrolítica por Radiación microondas con la materiavegetal licuada.

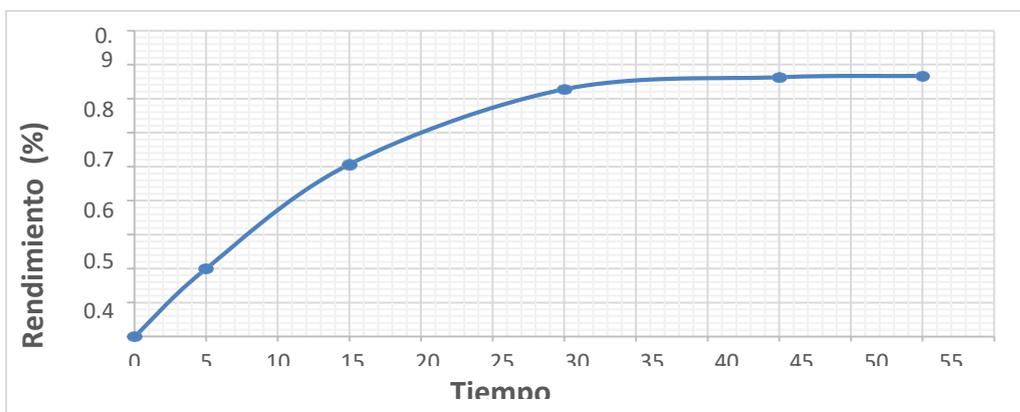
RELACION DE MASA VEGETAL g/ VOLUMEN DE AGUA mL	15 MIN	30 MIN	45 MIN	60 MIN	Suma de aceite obtenido	Masa de aceite (0,844xVaceite)	Rend.
500 g/100 mL	0	3	1	0.7	4,7	3.9668	0.79336
500 g/150mL	0	2.8	1.1	0.6	4,5	3.798	0.7596
500 g/300 mL	0	2.5	0.9	0.2	3,6	3.0384	0.60768
500 g/500 MI	0	2.3	1	0.4	3,7	3.1228	0.62456

Fuente: Elaboración propia

La relación óptima es de 500 g materia vegetal /100 ml de agua, pero como necesitamos todo el aceite para la obtención del desengrasante utilizamos todas nuestras extracciones obtenidas solamente con este método.

Figura 19

Evolución del rendimiento



Fuente: Elaboración propia

5.3. Caracterización del D-limoneno

Se realizaron las pruebas cualitativas para determinar la presencia del alqueno, la prueba de Baeyer fue positiva debido a que el color característico del KMnO₄ se desvaneció es decir que pasó de un violeta a una solución traslucida con precipitado café, indicando la existencia del alqueno.

5.4. Elaboración de tres formulaciones distintas de desengrasante

Se encontró al desengrasante de la fórmula 1 el más óptimo, ya que limpio todas las grasas dadas como prueba.

5.5. Identificación del desengrasante óptimo por aceptación en las encuestas y por poder desengrasante dentro de un taller mecánico.

Tabla 15

Identificación del desengrasante óptimo por aceptación en las encuestas

	DESENGRASA NTE FORMULA 1	DESENGRASA NTE FORMULA 2	DESENGRASA NTE FORMULA 3
GRASA ROJA STA FLEX (GRASA MECANICA)	si	si	si
MULTI PRUPOSE FOODGRADE (GRASA MECANICA)	si	no	no
CHAIN LUBE (LUBRICANTE MECANICO)	si	si	si
DRY MOLY LUBE (LUBRICANTE MECANICO)	si	si	si

Fuente: Elaboración propia

Tomamos como óptima la primera formulación.

Tabla 16*Valores de las encuestas*

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
EXCELENTE										X
MUY BUENO	X			X		X	X	X		X
BUENO		X	X		X					
REGULAR										
MALO										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17*Porcentajes de los resultados*

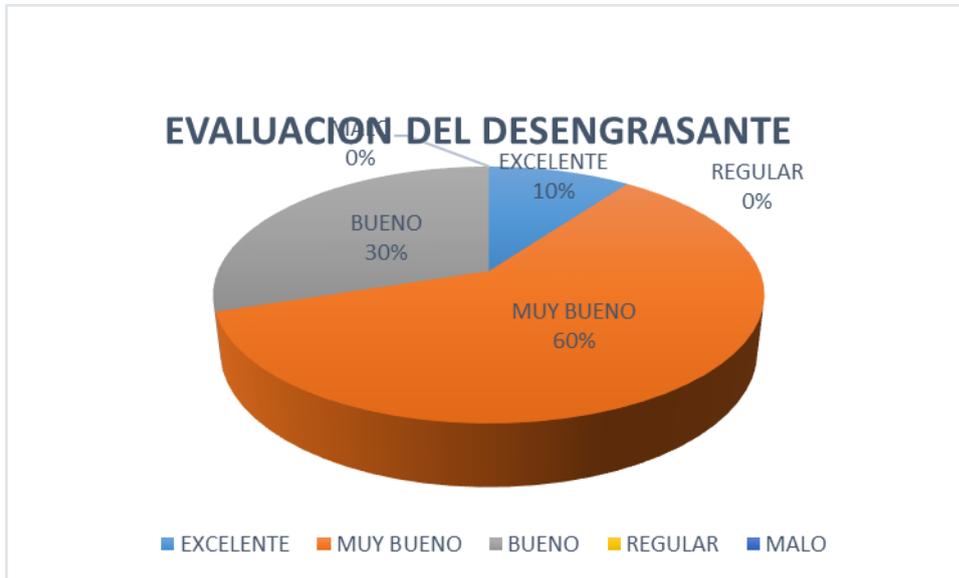
	PORCENTAJE	
EXCELENTE	1	10
MUY BUENO	6	60
BUENO	3	30
REGULAR	0	0
MALO	0	0

SUMA 10

Fuente: Elaboración propia

Figura 20

Evaluación del desengrasante



Fuente: Elaboración propia

5.6. Evaluación de biodegradabilidad sobre dos lecturas

Después de encontrar el desengrasante con la formulación óptima según encuestas, el resultado microbiológico basada en la evaluación del porcentaje (% p/v= porcentaje peso/volumen) de la desaparición del ingrediente activo en el desengrasante durante el tiempo es:

Tabla 18

Resultado microbiológico basada en la evaluación del porcentaje

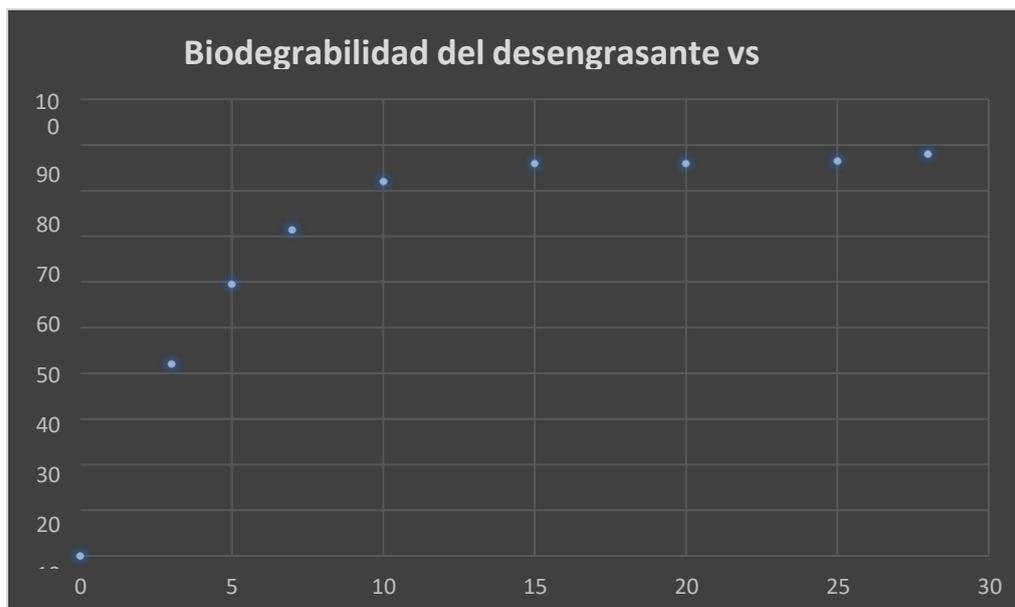
Días	(a)	(b)	Promedio
0	0	0	0
3	42	42	42
5	59	60	59.5

7	71	72	71.5
10	82	82	82
15	86	86	86
20	86	86	86
25	87	86	86.5
28	88	88	88

Fuente: Elaboración propia

Figura 21

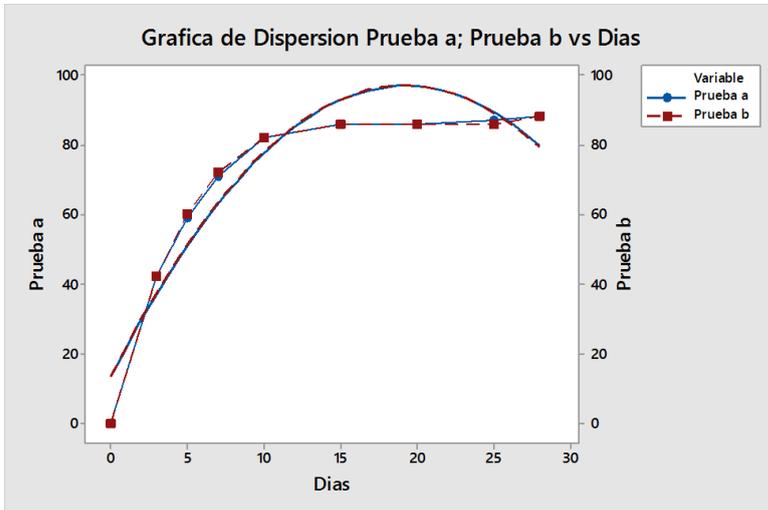
Biodegradabilidad del desengrasante vs tiempo



Fuente: Elaboración propia

Figura 22

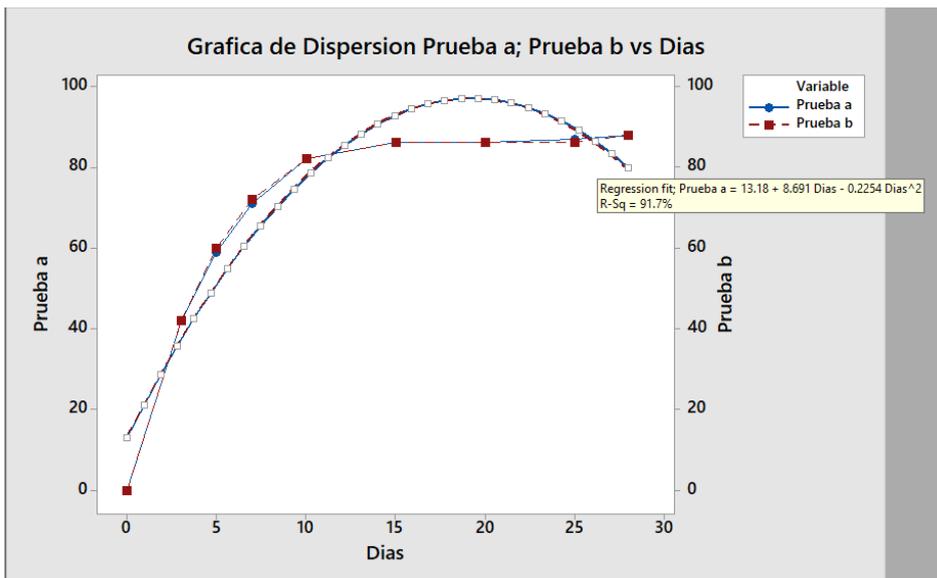
Dispersión en la biodegradabilidad



Fuente: Elaboración propia

Figura 23

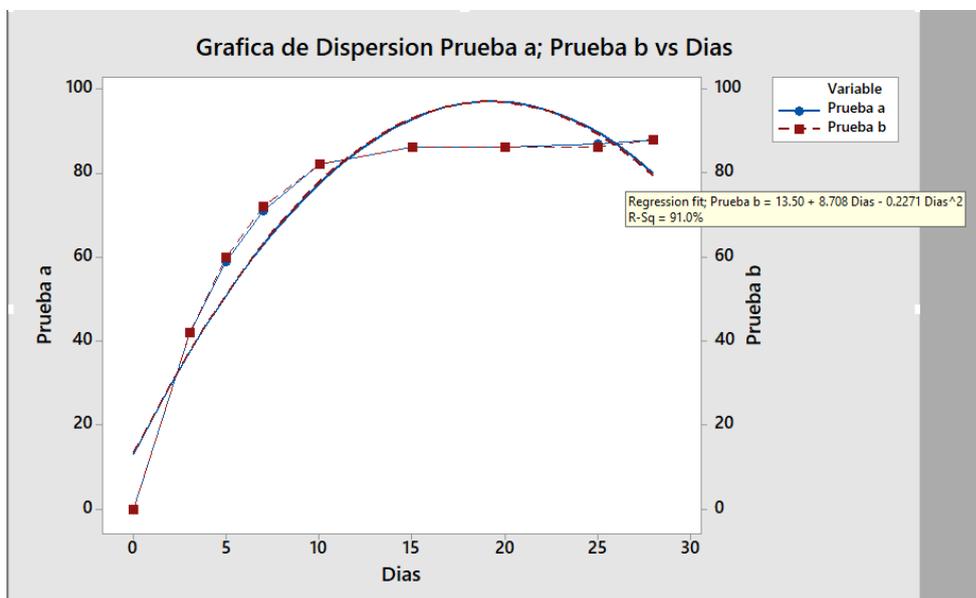
Ajuste exponencial en la biodegradabilidad



Fuente: Elaboración propia

Figura 24

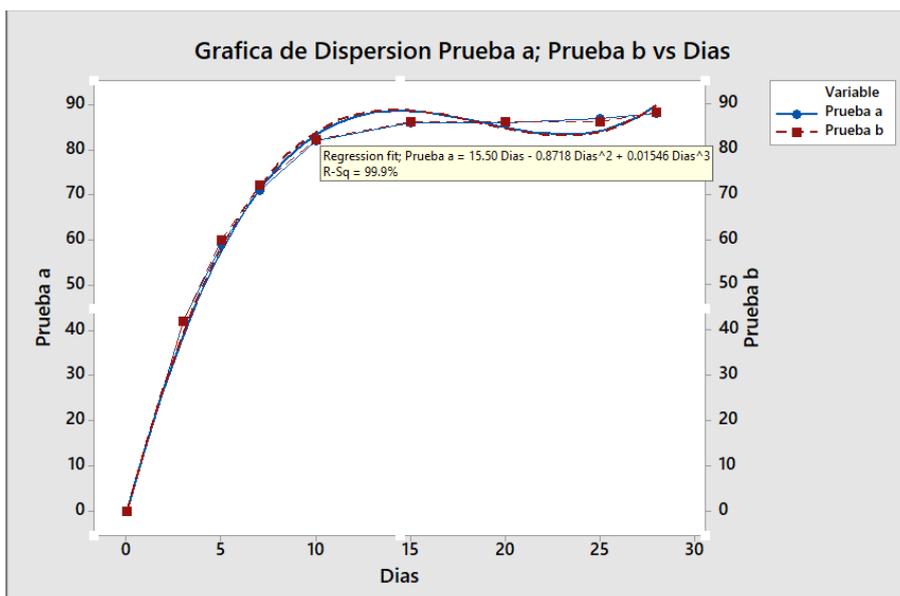
Ajuste cuadrático en la biodegradabilidad



Fuente: Elaboración propia

Figura 25

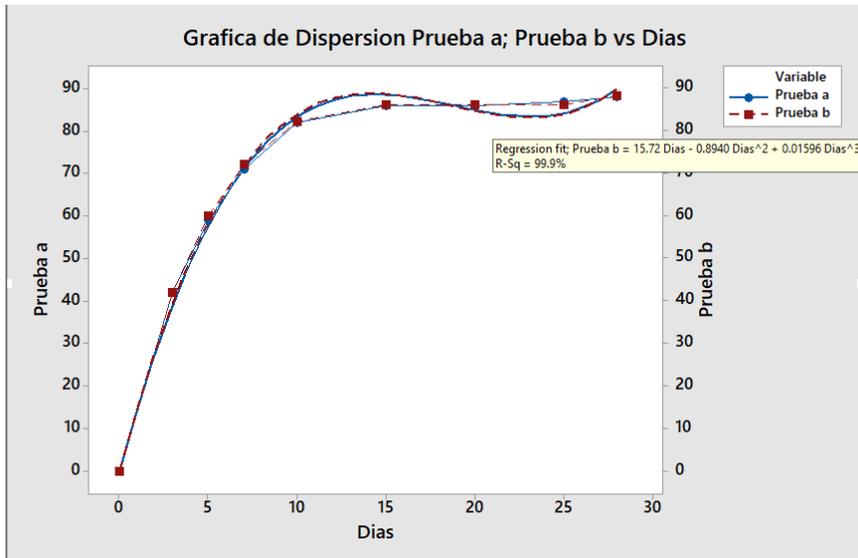
Ajuste cúbico en la biodegradabilidad



Fuente: Elaboración propia

Figura 26

Ajuste polinómico en la biodegradabilidad



Fuente: Elaboración propia

5.7. Resultados descriptivos

Elaboración del desengrasante a base de aceite extraído de D-limoneno; para cumplir el objetivo general, se presentan las bases que han sido considerada para la obtención con mayor frecuencia de extracción de aceite.

Tabla 19

Identificación de los parámetros fisicoquímicos en minutos.

MATERIA PRIMA	MASA DE NARANJA (GRAMOS)/volumen de agua mL	masa seca de naranja (gramos)	VOLUMEN DE ACEITE OBTENIDO CADA 15 MINUTOS				MI de aceite obtenido (suma de los 4 ciclos)
			Tiempo de extracción 60 min	Cantidad de ciclos 4	Tiempo de cada ciclo 15 min		
naranja fresca y	500/100		0	0,7	0,4	0,08	1,18

cortada								
naranja fresca y cortada	500/150		0	0,9	0,4	0,18	1,48	
naranja fresca y licuada	500/250		0	1.05	0.45	0.28	1,78	
naranja seca y molida	500/100	220 (56% humedad)	1	4,5	2,55	1,4	9,4	
naranja seca y molida	500/150	220 (56% humedad)	1	5,7	3,3	1,99	11,99	
naranja seca y molida	500/250	220 (56% humedad)	1	6,3	3,7	2,27	13,27	
naranja fresca y licuada	500/100		0	2,5	0,9	0,2	3,6	
naranja fresca y licuada	500/150		0	2,8	1,1	0,6	4,5	
naranja fresca y licuada	500/250		0	3	1	0,7	4,7	

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación:

Se muestran la materia prima (cascara de naranja), que ha sido procesada la masa de naranja en (gramos)/volumen de agua mL; en tiempo minutos (15; 30; 45 y 60) obteniendo mayor extracción naranja seca y molida en gramos/volumen de agua ml con naranja seca y molida 9,4; 11,99 y 13,27. En conclusión podemos notar que al secar y moler la cascara obtenemos mayor aceite crudo. También es evidente que el flujo de vapor es directamente proporcional a la eficiencia del proceso.

Por consiguiente, la buena extracción en la forma (2) seca y molida, el tiempo de deshidratación natural (al sol) tomaba algunos 14 días. Finalmente se responde al objetivo específico 1 y 2, identificando el parámetro que se deben considerar para la extracción del D-limoneno a base de aceite esencial de cascara de naranja.

Tabla 20*Identificación de los insumos*

INSUMO	%PESO	GRAMOS									
Agua	80.99%	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Preventol (conservante)	0.17%	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
Carboner (coagulante)	0.41%	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53
Glicerina (humectante)	1.73%	6.39	6.39	6.39	6.39	6.39	6.39	6.39	6.39	6.39	6.39
Trietanolamina(aj ustar pH)	0.57%	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
d-limoneno (Contenido en el aceite	1.07%	1	1.25	1.5	7.82	10.12	11.22	3.04	3.79	3.96	3.96
hidroextraído de la naranja)											
Tergitol- 10	10.44%	38.67	38.67	38.67	38.67	38.67	38.67	38.67	38.67	38.67	38.67
Acido Oleico	3.14%	11.64	11.64	11.64	11.64	11.64	11.64	11.64	11.64	11.64	11.64
Vitamina E	0.06%	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
Colorante	0.53%	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98
Lanolina	0.88%	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27
Butilhidroxitoluen o (antioxidante)	0.01%	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
TOTAL		367.45	367.7	367.95	374.27	376.57	377.67	369.49	370.24	370.41	370.41

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 21*Porcentaje de aceite en la formulación del desengrasante.*

Agua	81.644%	81.588%	81.533%	80.156%	79.666%	79.434%	81.193%	81.029%	80.991%	80.991%
Preventol (conservante)	0.171%	0.171%	0.171%	0.168%	0.167%	0.167%	0.171%	0.170%	0.170%	77.786%
Carboner (coagulante)	0.416%	0.416%	0.416%	0.409%	0.406%	0.405%	0.414%	0.413%	0.413%	196.693%
Glicerina (humectante)	1.739%	1.738%	1.737%	1.707%	1.697%	1.692%	1.729%	1.726%	1.725%	324.871%
Trietanolamina(ajustar pH)	0.572%	0.571%	0.571%	0.561%	0.558%	0.556%	0.568%	0.567%	0.567%	64.641%
d-limoneno (Contenido en el aceite hidroextraído de la naranja)	0.272%	0.340%	0.408%	2.089%	2.687%	2.971%	0.823%	1.024%	1.069%	612.615%
Tergitol- 10	10.524%	10.517%	10.510%	10.332%	10.269%	10.239%	10.466%	10.445%	10.440%	631.229%
Acido Oleico	3.168%	3.166%	3.163%	3.110%	3.091%	3.082%	3.150%	3.144%	3.142%	184.402%
Vitamina E	0.057%	0.057%	0.057%	0.056%	0.056%	0.056%	0.057%	0.057%	0.057%	11.388%
Colorante	0.539%	0.538%	0.538%	0.529%	0.526%	0.524%	0.536%	0.535%	0.535%	1738.649%
Lanolina	0.890%	0.889%	0.889%	0.874%	0.868%	0.866%	0.885%	0.883%	0.883%	18.808%
Butilhidroxitolueno (antioxidante)	0.008%	0.008%	0.008%	0.008%	0.008%	0.008%	0.008%	0.008%	0.008%	15.951%

Fuente: Elaboración Propia.

Grado de aceptabilidad**Tabla 22***Pregunta Filtro ¿Qué utiliza para desengrasarse las manos?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Detergente	2	16,7	16,7	16,7
	Jabón	1	8,3	8,3	25,0
	Lava vajillas	3	25,0	25,0	50,0
	solvente a base de hidrocarburo	2	16,7	16,7	66,7

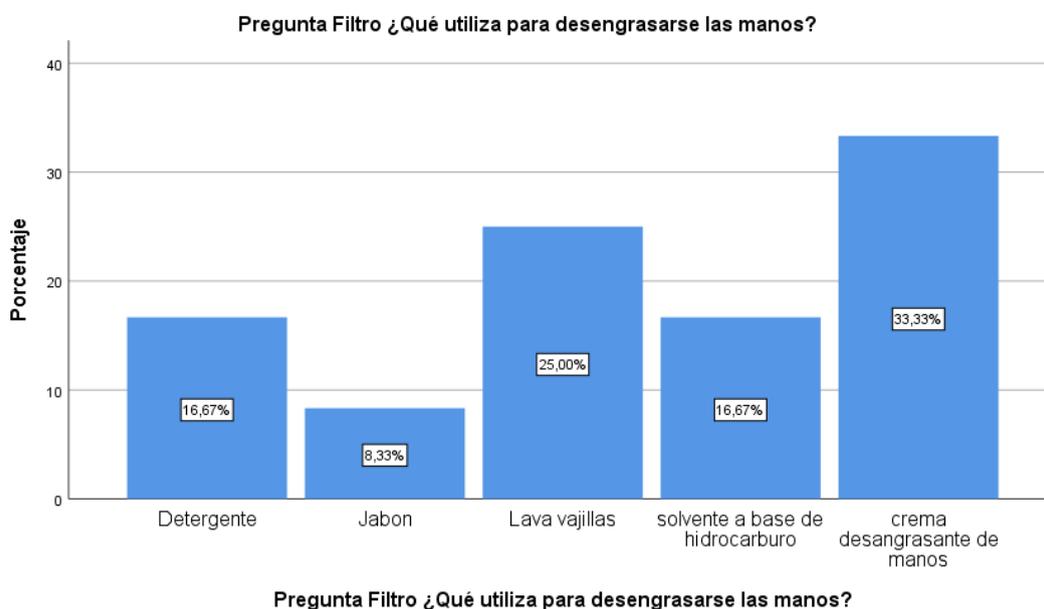
crema desengrasante de manos	4	33,3	33,3	100,0
Total	12	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración Propia.

Se evidencia en la tabla y figura que del 100% de los encuestados el 33% responde a que utilizaría la crema desengrasante de manos.

Figura 27

Pregunta Filtro ¿Qué utiliza para desengrasarse las manos?



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 23

¿El producto cumplió con sus expectativas como desengrasante de manos?

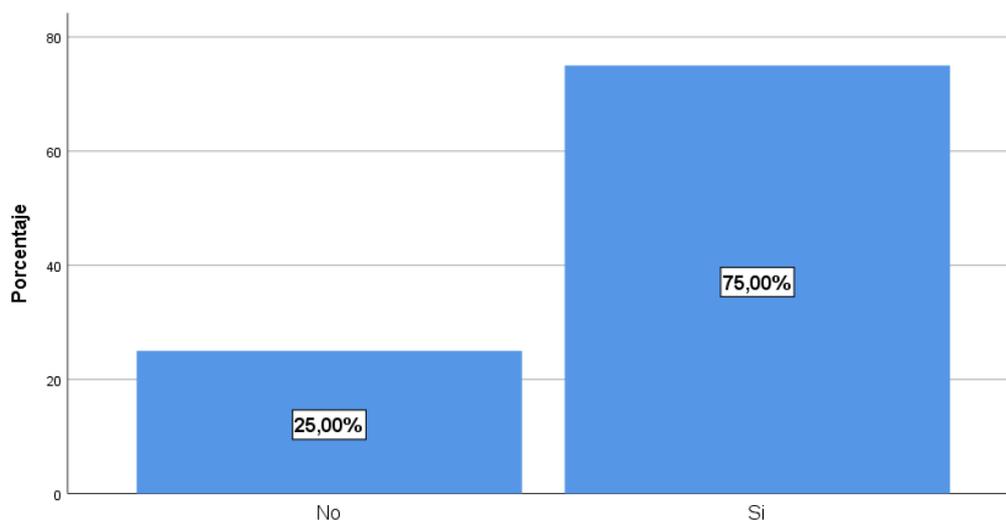
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	3	25,0	25,0	25,0
	Si	9	75,0	75,0	100,0
	Total	12	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración Propia.

Se evidencia en la tabla que del 100%, el 75% responde de manera favorable que el producto cumple con sus expectativas, para su aplicación.

Figura 28

¿El producto cumplió con sus expectativas como desengrasante de manos?



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24

¿Siente quemadura, picadura, ardor, al aplicar el desengrasante en sus manos?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	MALO	2	16,7	16,7	16,7
	REGULAR	10	83,3	83,3	100,0
	Total	12	100,0	100,0	

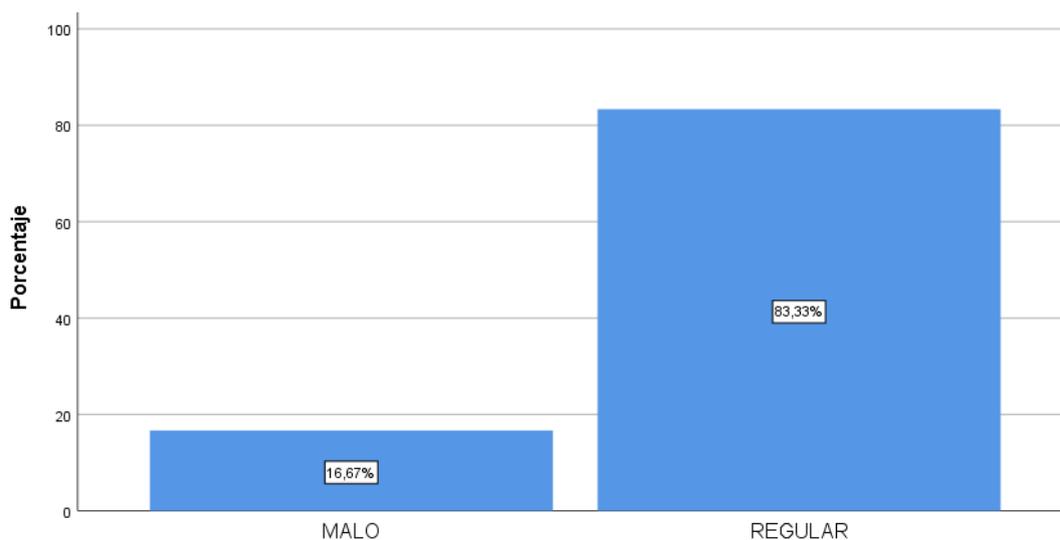
Fuente: Elaboración Propia.

Del 100% de los resultados el 83% responde de manera regular sentir

quemadura, picadura, ardor, a la hora de aplicarse el desengrasante en sus manos.

Figura 29

¿Siente quemadura, picadura, ardor, al aplicar el desengrasante en sus manos?



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23

¿Siente algún olor desagradable al aplicar el desengrasante en sus manos?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido MALO	5	41,7	41,7	41,7
REGULAR	7	58,3	58,3	100,0
Total	12	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración Propia

Del 100% de los encuestados el 58.3% responde de manera regular el sentir algún olor desagradable al aplicar el desengrasante en sus manos.

Figura 30

¿Siente algún olor desagradable al aplicar el desengrasante en sus manos?



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24

¿Siente resequedad en sus manos después de limpiar sus manos con el desengrasante?

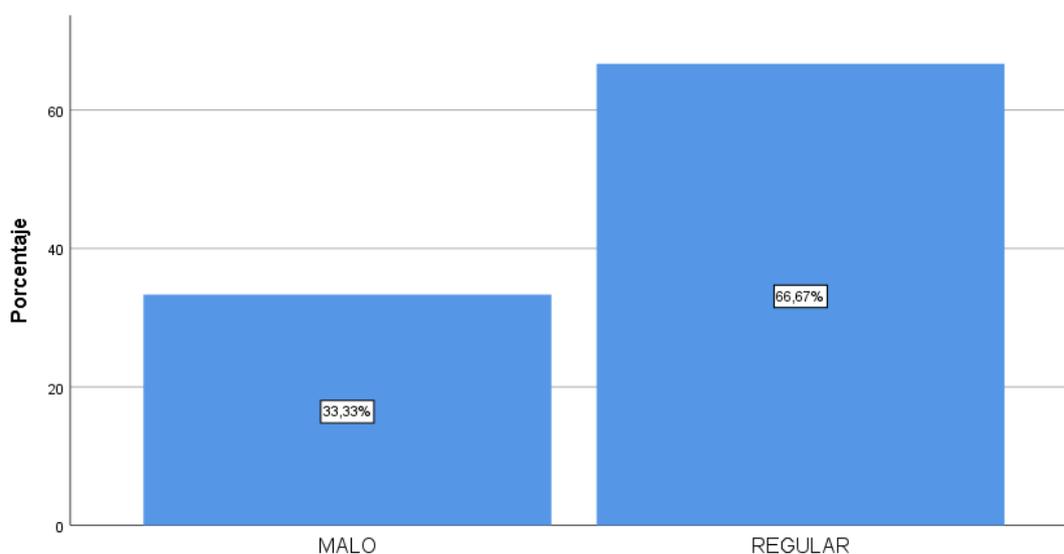
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	MALO	4	33,3	33,3	33,3
	REGULAR	8	66,7	66,7	100,0
	Total	12	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración Propia

Se evidencia, que del 100%, el 66.7% responde de manera regular, de sentir resequedad en sus manos después de limpiar sus manos con el desengrasante.

Figura 31

¿Siente resequedad en sus manos después de limpiar sus manos con el desengrasante?



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25

¿Le parece importante que el producto sea biodegradable y cuide el medio ambiente?

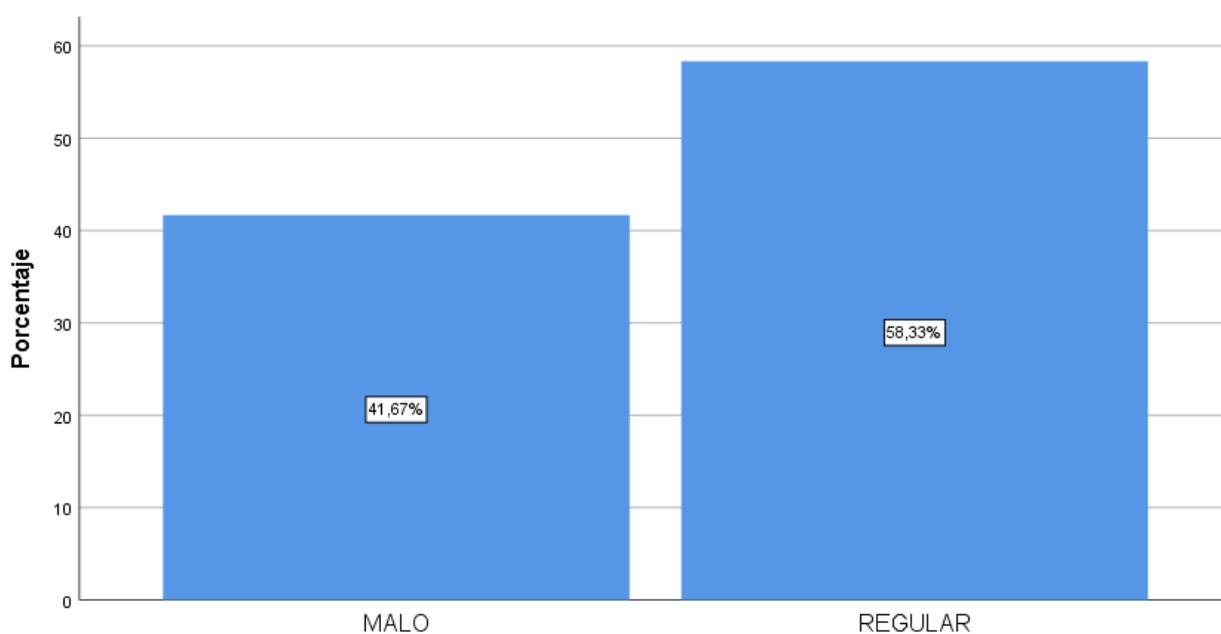
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	MALO	5	41,7	41,7	41,7
	REGULAR	7	58,3	58,3	100,0
	Total	12	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración Propia

Del 100% de los entrevistados, el 58.3% responde de manera regular la importancia del producto, debido a su componente biodegradable y sea bueno para el cuidado del medio ambiente.

Figura 32

¿Le parece importante que el producto sea biodegradable y cuide el medio ambiente?



Fuente: Elaboración Propia

5.8. Análisis Inferencial

Hipótesis General

H₀. No es factible obtener un desengrasante biodegradable optimo en base de D-LIMONENO presente en el aceite extraído de cascara de naranja.

H_a. Es factible obtener un desengrasante biodegradable optimo en base de D-LIMONENO presente en el aceite extraído de cascara de naranja.

Tabla 26

Estadísticas para una muestra

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Biodegradable	9	,8844	,00288	,00096

Fuente: Elaboración Propia

Esta salida muestra el tamaño muestral, la media, la desviación típica y error típico de la media.

Tabla 27

Prueba para una muestra

Valor de prueba = 9						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Biodegradable	-8462,187	8	,000	-8,11556	-8,1178	-8,1133

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Esta salida muestra los resultados del contraste de la *t de Student* con un intervalo de confianza para la diferencia entre el valor observado y el valor teórico (contrastado). Cada una de las columnas de la tabla muestra:

$t = 8462,187$: El valor experimental del estadístico de contraste

$gl = 8$: Los grados de libertad

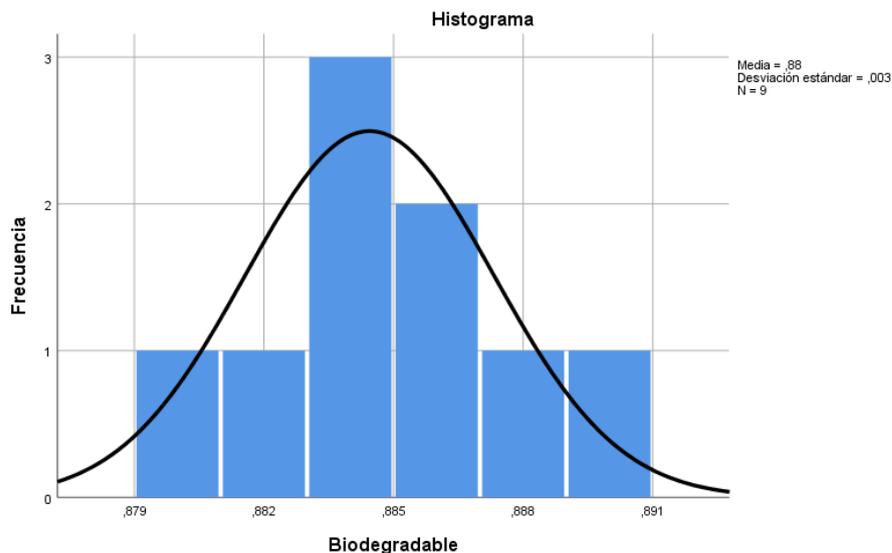
$Sig. = 0,000$: El p-valor o nivel crítico del contraste

Diferencia de medias = $8,11556$: Es la diferencia entre la media teórica (9) y la media observada (17.115)

95% Intervalo de confianza = (8,1178, 8.1133): Es el intervalo de confianza para la diferencia entre la media teórica y la media observada al nivel de confianza del 95%.

Figura 33

Histograma de datos biodegradables

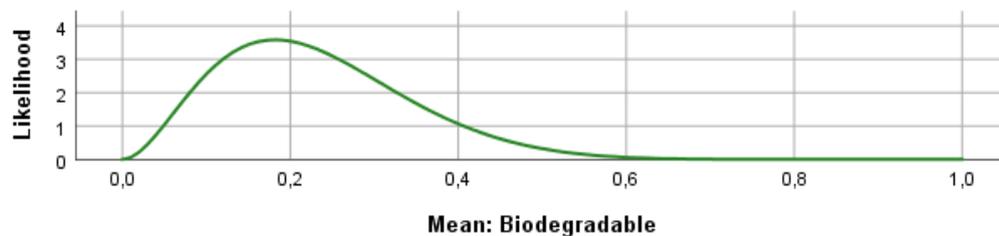


Fuente: Elaboración Propia

En conclusión; el resultado obtenido responde de manera significativa; es decir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna, siendo factible obtener un desengrasante biodegradable optimo en base de D-LIMONENO presente en el aceite extraído de cascara de naranja.

Figura 34

Distribución de datos biodegradables



Fuente: Elaboración Propia

Hipótesis específica 1

Figura 35

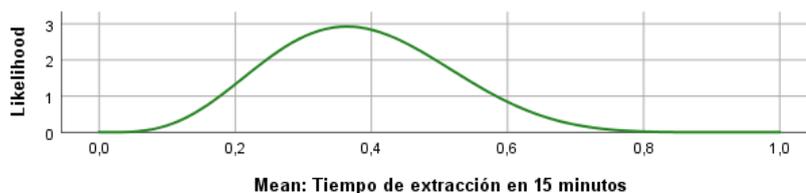
Prueba de muestras emparejadas

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Tiempo de extracción en 15 minutos - Biodegradable	-,55111	,50209	,16736	-,93705	-,16517	-3,293	8	,011
Par 2	Tiempo de extracción en 30 minutos - Biodegradable	2,16556	2,07020	,69007	,57426	3,75685	3,138	8	,014
Par 3	Tiempo de extracción en 45 minutos - Biodegradable	,64889	1,29978	,43326	-,35021	1,64798	1,498	8	,173
Par 4	Tiempo de extracción en 60 minutos - Biodegradable	-,02889	,83106	,27702	-,66770	,60992	-,104	8	,920
Par 5	Volumen de agua usada en ml. - Biodegradable	165,78222	66,14504	22,04835	114,93864	216,62580	7,519	8	,000

Fuente: Elaboración Propia

Figura 36

Tiempo de extracción en 15 minutos



Fuente: Elaboración Propia

Figura 37

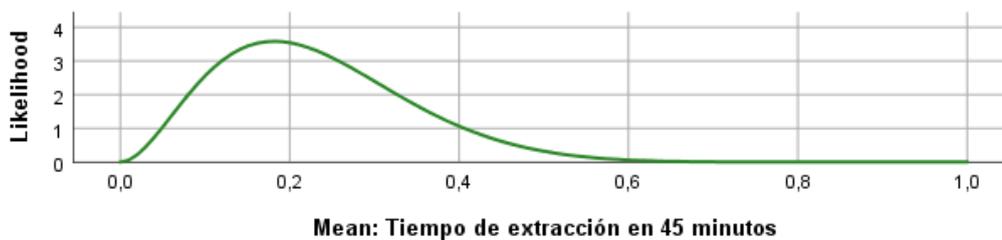
Tiempo de extracción en 30 minutos



Fuente: Elaboración Propia

Figura 38

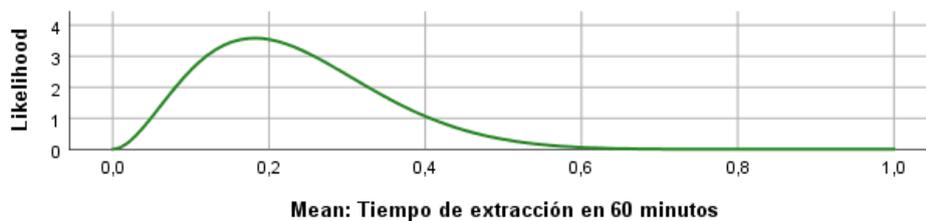
Tiempo de extracción en 45 minutos



Fuente: Elaboración Propia

Figura 39

Tiempo de extracción en 60 minutos



Fuente: Elaboración Propia

Hipótesis específica 2

H₀ La aplicación de desengrasante a base en base de D-LIMONENO presente en el aceite extraído de cascara de naranja No influye en el grado de aceptabilidad.

H₃ La aplicación de desengrasante a base en base de D-LIMONENO presente en el aceite extraído de cascara de naranja influye en el grado de aceptabilidad.

Tabla 27

Estadísticas de muestras emparejadas Grado Aceptabilidad y

Biodegradable

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Grado Aceptabilidad	12,0000	9	2,06155	,68718
	Biodegradable	,8844	9	,00288	,00096

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28

Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Grado Aceptabilidad & Biodegradable	9	-,105	,787

Fuente: Elaboración Propia

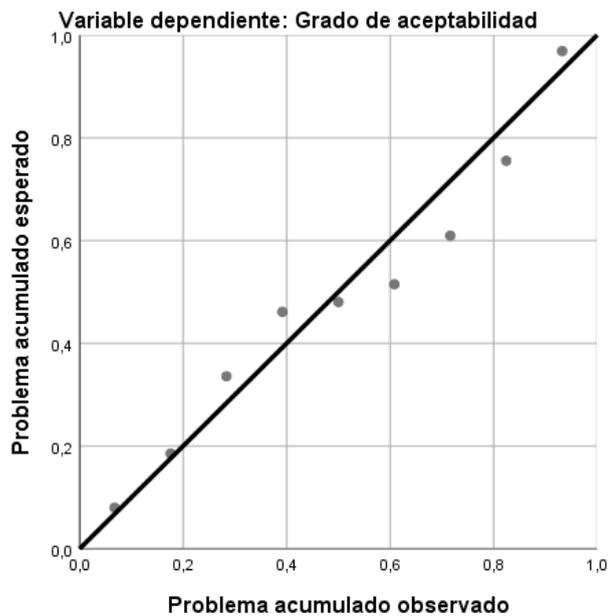
Esta salida muestra para cada pareja de variables: el número de datos, el coeficiente de correlación y el p-valor asociado al contraste H₀: r = 0 frente a H₁: r <> 0. El coeficiente de correlación es igual a -0.681, por lo tanto, las variables están relacionadas en sentido inverso, cuando una crece la otra decrece. Observando el p-valor (0.206) deducimos que no se puede rechazar la hipótesis nula (H₀: r = 0) por lo tanto no existe correlación entre las variables. (La correlación no es significativa)

Tabla 29*Prueba de muestras emparejadas*

		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviació n	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par	Grado	11,1155	2,06186	,68729	9,53067	12,70044	16,17	8	,000
1	Aceptabilidad - Biodegradable	6					3		

Fuente: Elaboración Propia

Esta salida muestra el valor experimental del estadístico de contraste ($t = 3.908$) y el p-valor igual a 0.000, por lo tanto, se debe rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias.

Figura 40*Correlación de datos*

Fuente: Elaboración Propia

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación de hipótesis con los resultados

El mayor rendimiento de extracción de aceite fue de 0.79% por el método de hidrodestilación por radiación en microondas, usando material licuado en una relación de 100 ml de agua y 500 g de cascara, esto indica que la condición inicial del material vegetal es fundamental para una buena extracción.

Por otro lado, también hubo buenos resultados al usar material vegetal seco, pero no se contrastó más ya que para secarla se necesitaba mayor tiempo de espera para retirar la humedad.

Con respecto al desengrasante fue evidente que en cuanto más dilución existía el poder desengrasante decrecía, aunque seguía limpiando, la formulación N°1 en la que se usó menos cantidad de agua obtuvo mejores resultados sobre las encuestas.

Con respecto a la biodegradabilidad, se obtuvo un valor de biodegradabilidad de 88 %, el cual nos indica que el desengrasante resultante sí es biodegradable ya que supera el 70% dentro de los 28 días, lo que es considerado como biodegradable.

6.2. Contrastación de resultados con otros estudios similares

En la investigación de María del Rosario (2015) que realizó hidrodestilación asistida por microondas obtuvo un rendimiento de 0,51 % en dos horas de extracción con el material picado. Podemos decir que trabajando con el producto licuado obtenemos un mayor porcentaje de rendimiento 0.79%

VII. CONCLUSIONES

1. Un desengrasante biodegradable se elabora usando los mismos insumos utilizados en la elaboración de un desengrasante a base de hidrocarburos, pero con la diferencia que en vez de usar un disolvente hidrocarburo se utiliza un disolvente biodegradable como lo es el D- limoneno, se observa que hay similitudes en su composición química con un desengrasante hidrocarburo, pero el funcionamiento del desengrasante biodegradable es eficaz y amigable con el ambiente.
2. Al comparar el funcionamiento del desengrasante en manos sucias y con grasa se obtuvieron buenos resultados, dejándolas limpias y sin grasa solo con un paño y el producto, sin necesidad de agua.
3. El rendimiento del aceite esencial obtenido por radiación por microondas de cáscaras de naranja que se secaron durante un periodo de 13 días hasta la pérdida de humedad fue de 0.5 %
4. Para la extracción eficaz es importante la granulometría fina de la cáscara, la poca humedad de la cáscara y el tiempo expuesto a la radiación por microondas.
5. El análisis de la biodegradabilidad del desengrasante es 88%, lo que indica que si es biodegradable ya que supera el 70%

VIII. RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio económico sobre los cultivos, donde se tenga en cuenta variables como mantenimiento, costos de implantación, producción, entre otros, que sirva de referencia a agricultores y empresas interesados en el proceso de elaboración de desengrasantes de D-limoneno.
2. Se recomienda no usar tiempos de extracción por el método de radiación por microondas muy largos (superiores a 60 min) con el fin de obtener más aceite esencial, si el aceite esencial obtenido es de rendimiento muy bajo.
3. Realizar pruebas de actividad antimicrobial, insecticida y antioxidante del aceite esencial de naranja.

IX. REFERENCIALES BIBLIOGRAFICAS

- Balboa Laura, M. H. (2015). Obtención experimental del aceite esencial y subproducto a partir de la cáscara de naranja (citrus sinensis). La Paz.
- Chávez Melo, D. B. (2017). Obtención de limoneno a partir del aceite esencial de naranja mediante destilación. Quito.
- Enríquez Rodríguez, G. N. (2013). Formulación y evaluación de dispersantes detergentes y desengrasantes biodegradables para derrames en suelo de crudos livianos en la industria petrolera. Quito.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (s.f.). Metodología de la Investigación. Monterrey: Mcgraw Hill.
- Kirk, R., & Othmer, D. (1965). Enciclopedia de Tecnología Química (2da Edición ed., Vol. 6). USA: Editorial Board.
- Kirk-Othmer. (2005). Encyclopedia of Chemical Technology 5th edition. USA: John Wiley & Sons.
- Juarez, L. M. (2006). Estandarización del pH en la manufactura de formulaciones de emulsiones cosméticas con Hidróxido de Sodio. Guatemala: USAC, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Química.
- Quiroz Valle, A. E. (2009). Utilización de residuos de cáscara de naranja para la preparación de un desengrasante doméstico e industrial. Quito.
- Reátegui Díaz, L. (2005). Hidroextracción y fraccionamiento del aceite esencial de la cascara de naranja. Lima.
- Sazo Vargas, L. A. (2013). Diseño de investigación para la formulación y evaluación de un desengrasante biodegradable de uso doméstico, para

mitigar la contaminación de las aguas residuales domiciliarias.
Guatemala.

SENA. Aceites esenciales: extracción, usos y aplicaciones. [en línea] <
[http://sena.blackboard.com/bbcswebdav/institution/72210086_1_VIRTU
AL/pdf/materialunidades/ACEITES%20ESENCIALES%20UNIDAD%20
2.pdfpdf](http://sena.blackboard.com/bbcswebdav/institution/72210086_1_VIRTU
AL/pdf/materialunidades/ACEITES%20ESENCIALES%20UNIDAD%20
2.pdfpdf)>. [Citado en 4 de Noviembre de 2014].

SENA. Introducción a la industria de los aceites esenciales de plantas
medicinales y aromáticas. [en línea]
<[http://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/1144/1/ACEITES_ESEN
CIALES_EXTRAIDOS_DE_PLANTAS_MEDICINALES_Y_AROMATICA
S.pdf](http://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/1144/1/ACEITES_ESEN
CIALES_EXTRAIDOS_DE_PLANTAS_MEDICINALES_Y_AROMATICA
S.pdf)>. [Citado en 15 de Noviembre de 2014].

Tamura, Hirotooshi y Varanyanond Warunee. The Volatile Constituents in the
Peel and Pulp of a Green Thai Mango, Khieo Sawoei Cultivar (*Mangifera
indica* L). Departamento de Bioquímica y Ciencias de los Alimentos,
Universidad de Kagawa y el Instituto de Investigación en Alimentación,
Desarrollo de Productos de la Universidad Kasetsart. Food Science and
Technology Research (FSTR) [en línea].
<https://www.jstage.jst.go.jp/article/fstr/7/1/7_1_72/_article>. [Citado en 7
de Octubre de 2013].

Tapia Magaly y Pérez Beatriz. "Extraction of manila mango (*Mangifera indica*
L.) Seed kernel as an alternative to exploit agricultural waste in tropical
regions". Publicado por la red de revistas científicas de Latino América, el
Caribe, España y Portugal.

TFO CANADA. Exportar a Canadá desde Colombia aceites esenciales 2012 [en

línea]. <http://www.proexport.com.co/sites/default/files/colombia_-_mercado_de_ingredientes_para_cosmeticos_2012_0.pdf>. [Citado en 7 de septiembre de 2013].

Universidad de Antioquia. Grasas y aceites. Índice de yodo. Facultad de Química Farmacéutica. [en línea]. <<http://docencia.udea.edu.co/qf/grasas/yodo.html>> [Citado en 11 de Noviembre de 2014].

Universidad de San Buenaventura. Guía de prácticas en planta piloto: tecnología de frutas y hortalizas. Cartagena. 14-17p.

Universidad de San Buenaventura. Proyecto Educativo Bonaventuriano: Principios generales. Segunda edición. Bogotá: Editorial Bonaventuriana. 2010. 25p.

Uso industrial de plantas aromáticas y medicinales [Anónimo]. [en línea]. <<http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/uso-industrial-de-Plantas-aromaticas-y-medicinales/contenidos/material-de-clase/tema7.pdf>> [Citado en 25 de febrero de 2014].

Vasquez, Oscar y Alenguer, Alva. Extracción y caracterización de aceites esenciales de jengibre (*Zingiber officinale*) Facultad de Ingeniería Industria y Diseño. UNAP. 2001. [en línea].

Yáñez Rueda, X., Lugo Mancilla, L., & Parada Parada, D. (2007). Estudio del aceite esencial de la cáscara de la naranja dulce (*Citrus sinensis*, variedad Valenciana) cultivada en Labateca. Bistua, 3-8.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
¿Cómo elaborar un desengrasante biodegradable a base D-limoneno presente en el aceite extraído de cascara naranja?	Elaborar un desengrasante biodegradable a base de aceite extraído de D-limoneno presente en el aceite extraído de cascara naranja	Es factible obtener un desengrasante biodegradable optimo en base al D-limoneno presente en el aceite extraído de cascara naranja.	Y= Elaborar un desengrasante biodegradable a base D-limoneno presente en el aceite extraído de cascara naranja.	Grado de aceptabilidad Relación solidoliquido	Si/no g/mL	Encuestas Ensayos experimentales Mediciones
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICAS	VARIABLES INDEPENDIENTES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
¿Qué parámetros fisicoquímicos se deben considerar para la extracción del D- limoneno a base de aceite esencial de cascara de naranja?	Identificar los parámetros fisicoquímicos que se deben considerar para la extracción del D- limoneno a base de aceite esencial de cascara de naranja.	El estudio de los parámetros fisicoquímicos del D- limoneno presentes en la cascara de naranja permite obtener un desengrasante con propiedades biodegradables.	Z= Parámetros fisicoquímicos a considerar para la extracción del D- limoneno.	Temperatura del proceso de elaboración. Tiempo de elaboración Granulometría Diluyentes Composición en volumen de producto.	°C Minutos cm mL/L % volumen	Mediciones volumétricas Técnica de destilación por arrastre de vapor en horn o microondas. .

<p>¿Cuál es la biodegradabilidad del desengrasante a base de aceite esencial de cascara de naranja?</p>	<p>Evaluar la biodegradabilidad del desengrasante a base de aceite esencial de cascara de naranja.</p>	<p>El porcentaje de biodegradabilidad del desengrasante elaborado presenta propiedades biodegradables.</p>	<p>W= Porcentaje de biodegradabilidad del desengrasante.</p>	<p>Actividad metabólica de microorganismos Tiempo Aireación</p>	<p>%(g/mL) Días DQO</p>	<p>Metodo ZahnWellens</p>
---	--	--	--	---	---------------------------------	---------------------------

Elaboración de un desengrasante biodegradable a base de aceite extraído de cascara de naranja (Citrus sinensis Osbeck) obtenido de desechos comerciales.

RELACIÓN DE VARIABLES: $Y = f(X, Z)$

Y = Elaboración de un desengrasante a base de aceite de cascara naranja.

X= Parámetros fisicoquímicos a considerar para la extracción del D-limoneno. Z = Porcentaje de Biodegradabilidad del desengrasante

