

**EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE DESENGRASANTES ECOLOGICOS  
OBTENIDOS A PARTIR DE *CITRUS x LIMON (L.) OSBECK Y CRITRUS  
RETICULADA***

**JUAN CARLOS ACEVEDO PAEZ**

**JUAN CAMILO PARAMO VEGA**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA INGENIERIA AMBIENTAL  
GIRARDOT**

**2020**

**EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE DESENGRASANTES ECOLOGICOS  
OBTENIDOS A PARTIR DE CITRUS x LIMON (L.) OSBECK Y CITRUS  
RETICULADA**

**JUAN CARLOS ACEVEDO PAEZ**

**JUAN CAMILO PARAMO VEGA**

**Trabajo de grado para optar por el título de ingeniero ambiental**

Directora de [Trabajo de grado](#)

**DALIA XIOMARA SUAREZ PULIDO**

[Bióloga Ms.c Ingeniería Ambiental](#)

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**GIRARDOT**

**2020**

## INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	7
1. RESUMEN.....	8
2. INTRODUCCION .....	9
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	11
4. JUSTIFICACION.....	13
5. OBJETIVOS.....	14
5.1. OBJETIVO GENERAL.....	14
5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	14
6. MARCO REFERENCIAL .....	15
6.1. MARCO TEORICO .....	15
6.2. MARCO CONCEPTUAL .....	19
6.2.1. Flavedo o epicarpio .....	19
6.2.2. Albedo o Mesocarpio .....	19
6.2.3. Endocarpio .....	19
6.2.4. Aceites esenciales.....	19
6.2.5. Limoneno .....	19
6.2.6. Terpenos .....	20
6.2.7. Clasificación de los Terpenos .....	20
6.2.8. Solventes orgánicos de origen natural.....	20
6.2.9. Ácido acético.....	21
6.2.10. Etanol.....	21
6.2.11. Extracción.....	21
6.2.12. Extracción continua en Soxhlet .....	21
6.2.13. Destilación simple .....	21
6.2.14. Producción más limpia .....	22
6.2.15. Desengrasante ecológico .....	22
6.2.16. Antioxidante .....	22
6.2.17. Glicerina .....	22
6.2.18. Tensioactivo.....	22
6.2.19. Emulsionante .....	23
6.2.20. Limpieza.....	23

6.2.21.	Mecanismos de limpieza .....	23
6.2.22.	Ciclo de Sinner .....	23
6.2.23.	Eficiencia .....	24
6.2.24.	Rendimiento .....	24
6.2.25.	Porcentaje de humedad.....	24
6.2.26.	Método hisopo .....	24
6.3.	MARCO LEGAL .....	25
7.	DISEÑO METODOLOGICO.....	27
7.1.	SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE LIMÓN Y MANDARINA.....	27
7.2.	EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES .....	27
7.2.1.	Extracción soxhlet .....	27
7.2.1.1.	Porcentaje de eficiencia de extracción solido liquido .....	29
7.2.2.	Destilación simple .....	29
7.2.2.1.	Porcentaje de solvente recuperado .....	30
7.2.2.2.	Determinación del rendimiento de la extracción del aceite esencial.....	30
7.3.	DETERMINACIÓN DEL PH DE LAS MUESTRAS DE ACEITE ESENCIAL DE LIMÓN Y MANDARINA.....	31
7.4.	DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE LIMONENO USANDO PERMANGANATO DE POTASIO .....	32
7.5.	PREPARACIÓN DE DESENGRASANTES .....	32
7.6.	MÉTODO DE EVALUACIÓN.....	32
7.6.1.	Análisis microbiológico de superficies mediante el método de hisopo .....	33
7.7.	PRUEBA DE DESENGRASE .....	33
8.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	34
8.1.	Eficiencia extracción solido-liquido .....	34
8.2.	Porcentaje de humedad (%) .....	35
8.3.	Resultados de la destilación simple .....	35
8.4.	Porcentaje recuperación del solvente.....	35
8.4.	Determinación de la presencia de limoneno utilizando permanganato de potasio ....	36
8.5.	Determinación del pH de las muestras de aceite esencial de limón y mandarina.....	36
8.6.	Evaluación del desengrasante frente a la desinfección de una superficie, a través del conteo de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) .....	37

8.6.1. Veinticuatro (24) horas de incubación .....	37
8.6.2. 48 horas de incubación.....	37
8.7. Evaluación de los desengrasantes frente a la remoción de grasa en la mano con grasa de carro. ....	43
8.8. Evaluación de los desengrasantes frente a la remoción de grasa en la mano con aceite vegetal .....	43
8.9. Evaluación de los desengrasantes frente a la remoción de aceite vegetal de un plato de vajilla .....	44
8.10. Circulo de Sinner .....	45
9. CONCLUSIONES .....	46
10. RECOMENDACIONES .....	47
12. ANEXOS .....	48

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características Solventes usados en el proceso de extracción .....	29
Tabla 2: Escala de Ph.....	31
Tabla 3: Aditivos para la preparación del Desengrasante .....	32
Tabla 4: porcentaje eficiencia extracción solido-liquido.....	34
Tabla 5: porcentaje de humedad.....	35
Tabla 7: porcentaje rendimiento extracción aceite esencial .....	35
Tabla 8: porcentaje recuperación del solvente .....	35
Tabla 9: determinación del pH .....	36
Tabla 10: Datos de incubación respecto a 24 horas por la cuenta colonias.....	37
Tabla 11: Datos de incubación respecto a 48 horas por la cuenta colonias.....	38
Tabla 12 porcentaje de disminución de UFC tras 24h y 48h .....	39
Tabla 13: Evaluación de los desengrasantes antes grasa de carros (anexo 6).....	43
Tabla 14: Evaluación de desengrasantes frente al aceite vegetal en manos (anexo 7).....	43
Tabla 15- Evaluación de los desengrasantes (plato de vajilla) (anexo 8).....	44
Tabla 16 comparación eficiencia remoción de grasa.....	44

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Montaje equipo soxhlet.....	28
Figura 2:Montaje Destilación Simple.....	30
Figura 3: Determinación de pH .....	31

## INDICE DE GRAFICAS

Grafica 1 porcentaje de disminución de UFC .....	40
grafica 2 comparación eficiencia remoción de grasas .....	44

## ANEXOS

Anexo 1 preparación del desengrasante .....	48
Anexo 2 muestras de permanganato de potasio.....	48
Anexo 3 análisis microbiológico y de superficie .....	49
Anexo 4 Resultados pH.....	49
Anexo 5 Crecimiento UFC.....	50
Anexo 6 prueba con grasa de carro .....	50
Anexo 7 prueba con aceite vegetal en mano .....	51
Anexo 8 prueba con aceite vegetal en vajilla .....	53

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos agradecer principalmente a Dios por habernos guiado y acompañado en todo el proceso de nuestra investigación.

A nuestra directora de Trabajo de Grado, Dalia Xiomara Suarez, que en un primer instante confió en nosotros para el desarrollo de esta investigación, pues gracias a su confianza, interés, capacidad de orientar nuestras ideas, apoyo, dedicación y paciencia logramos que todo el trabajo investigativo fuera un éxito.

A nuestros padres por su apoyo incondicional, por darnos la credibilidad en que esto era posible y por ser la base fundamental en nuestro proceso de formación.

Finalmente, agradecemos a la Universidad de Cundinamarca y a su grupo de trabajo destinado a dirigir el laboratorio por brindarnos el espacio académico para realizar la fase experimental del proyecto y brindarnos la oportunidad de formarnos como profesionales.

## 1. RESUMEN

La necesidad de cuidar nuestro planeta nos ha llevado a generar un gran interés por implementar alternativas que sean compatibles con el ambiente; una de ellas es el poder reemplazar sustancias químicas tóxicas, por sustancias ecológicas. En el siguiente trabajo se llevará a cabo la elaboración de un desengrasante ecológico a partir de *Citrus × Limón (L.) Osbeck*, y *Citrus Reticulada* y los principios activos de sus cáscaras, que hacen parte de los principales residuos orgánicos, generados por la plaza de mercado del municipio de Girardot-Cundinamarca.

La obtención del producto se realizó en el laboratorio de aguas de la Universidad de Cundinamarca por medio de extracción sólido – líquido usando como solventes ácido acético y alcohol etílico durante 10 horas; una vez obtenidas las extracciones se realizó destilación simple para separar del aceite esencial y el solvente, ayudando a la recuperación de un porcentaje de alcohol etílico y ácido acético. Se preparó el desengrasante a base de los aceites esenciales incorporando aditivos tales como glicerina que actúa como agente humectante y Lauril Sulfato sódico como agente espumante o tensoactivo para diluir la grasa en el agua. Después de obtenidos los extractos se determinó mediante pruebas microbiológicas y físicas que el removedor de grasa más eficiente fue el extracto de la cáscara de limón a base de etanol, ya que como se puede apreciar en la gráfica 1 y gráfica 2 de evaluación, presenta una mayor remoción de grasa frente a los demás desengrasantes obtenidos.

Finalmente, con el desarrollo de esta investigación se logra la obtención de un producto ecológico que se presenta como una alternativa ambientalmente sostenible y eficiente en la remoción de grasas y desinfección de superficies. En la fabricación del desengrasante, se aprovecha la materia orgánica desechada y como prácticas dirigidas a la producción más limpia se utiliza como materia prima para reemplazar productos químicos tóxicos que una vez son desechados, contaminan afluentes de agua y suelos.

## 2. INTRODUCCION

El género *Citrus L.* (Rutáceae, Aurantioideae) comprende algunas de las especies de árboles frutales de mayor relevancia económica mundial, este género se caracteriza por ser un fruto de tipo hesperidio; el epicarpio y mesocarpio forman la cascara y se dividen en dos zonas: una externa coloreada llamada flabelo y otra interna, blanca y esponjosa llamada albedo. El flabelo está constituido por el epicarpio o epidermis cuyas paredes externas tienen numerosas estomas y se encuentra la hipodermis que está compuesta por células amarillas ricas en cloroplastos. En el albedo se encuentran las glándulas de aceites muy desarrolladas que aparecen en la superficie de la fruta como puntos redondos, más oscuros y hundidos. Estos aceites presentes en las cascara del limón y la mandarina tiene un componente denominado **l-limoneno** y **d-limoneno** capaz de sustituir sustancias químicas perjudiciales para el ambiente y usarse en la elaboración de productos de aseo como desinfectantes y desengrasante por su efectividad y biodegradabilidad. (Passano, 2014)

En el día a día, la sociedad hace constante el uso de desengrasantes convencionales sin saber las afectaciones que tienen estos productos sobre el ambiente. En su mayoría, utilizan sustancias químicas tóxicas (no biodegradables) para potencializar el efecto sobre la grasa y la suciedad, pero terminan causando afectaciones negativas en fuentes hídricas, fauna y flora.

La actividad desarrollada en la plaza de mercado de la ciudad de Girardot (Cundinamarca) se basa en la venta de frutas, verduras y la preparación de alimentos o bebidas refrescantes. Estas actividades generan diferentes tipos de residuos, entre los que se destacan los residuos sólidos orgánicos. Actualmente estos tienen como disposición final el relleno sanitario sin tener en cuenta su potencial de aprovechamiento. las cascara de los cítricos como limón y mandarina presentes con frecuencia en los desechos orgánicos contienen aceites esenciales que poseen un antioxidante llamado **limoneno** presente como sustancia natural perteneciente al grupo de los terpenos con un alto uso como solvente biodegradable muy potente estudiado para la elaboración de productos de aseo como removedores de grasa.(Londoño, Sierra, Alvarez, Restrepo, 2012)

Por lo tanto, en este trabajo, se desarrolla un desengrasante ecológico a través de la extracción por equipo soxhlet, el cual consiste en una combinación de extracción y destilación donde se

aíslan los aceites esenciales de sus fuentes naturales por medio de la extracción con solventes orgánicos, en este caso ácido acético y alcohol etílico anhidro, a su vez se utilizó cascara de mandarina y limón como materia prima para realizar una extracción de 10 horas con el método ya mencionado, seguido, se hace pasar la extracción obtenida por un proceso de destilación simple para recuperar una parte de los solventes y acelerar la separación de este y el aceite esencial con el fin de preparar el producto final.

Para la obtención del desengrasante de 30ml, se utilizó 20,1ml del aceite esencial como antioxidante, 6,6ml de glicerina como agente humectante y 3,3ml de lauril sulfato sódico para romper la tensión superficial y atrapar las moléculas de grasa, potencializando su efecto, comprobando su efectividad con pruebas físicas y microbiológicas haciendo una comparación de la eficiencia entre cada producto, ofreciendo una alternativa de aprovechamiento y recolección de materia orgánica generada en el punto de mercado del municipio, así como un sustituto de productos químicos impactantes al ambiente sin perder su efectividad.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El incremento de la población hace que el consumismo sea constante; la falta de educación ambiental en la sociedad conlleva a que no se promueva el uso y aprovechamiento de los residuos sólidos. Diariamente se producen alrededor de 6.000 mil millones de toneladas de residuos y se registran datos desde el 2012 donde el número de toneladas por año que se depositan en los rellenos sanitarios aumentan de manera alarmante.(Chávez Porras & Rodríguez González, 2016)

En los últimos ocho años se han producido cerca de 2'240.000 t/año de residuos en Colombia y el 20 % de esta suma corresponde a desechos orgánicos, no obstante la inadecuada gestión de estos desechos afecta la calidad de vida de la población, impactando de manera negativa el ambiente con efectos como la contaminación de fuentes hídricas, deterioro en las propiedades físicas del suelo y los malos olores; de allí la importancia del aprovechamiento de la fracción orgánica de los residuos generados, esto con el fin de reducir los impactos causados en el proceso de descomposición de los residuos que puede tardar cerca de un año y obtener productos favorables para nuestro entorno. (Superintendencia de servicios públicos domiciliarios-SSPD, 2013) Los residuos orgánicos, se pueden utilizar para la obtención de desengrasantes ecológicos; actualmente, la selección de productos de limpieza se inclina por la compra y uso de productos químicos, ocasionando efectos secundarios y alteraciones en los ecosistemas naturales al momento de su desecho. Los desengrasantes se definen como una sustancia alcalina capaz de eliminar aceites y grasas de cualquier superficie, muchos están compuestos por ácido dodealbencensulfurico, hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, nitrógeno, fósforo, amoniaco y fenol diluidos en agua. El uso de estos productos genera impactos negativos en el agua y ayuda a la formación de niebla tóxica nociva para los animales. Es por ello que es importante proveer al mercado productos ecológicos con características de biodegradabilidad rápida.(Gürbilek, 2013)

El limón es una de las frutas más ricas en vitamina C, conocida como ácido ascórbico, esta vitamina es esencial para el metabolismo proteico en la remoción de grasa; ya que un limón de tamaño promedio produce 19 gramos de vitamina C, esta cantidad concentra el 16% de

los requerimientos para un antioxidante. Un antioxidante contribuye a retrasar el envejecimiento en la superficie, por la presencia de polvo y partículas de grasa.

Los cítricos contienen el limoneno un solvente natural que tiene la capacidad de disolver grasa de una manera muy efectiva sin afectar el ambiente ya que es un hidrófilo no tóxico y un agente emulsionante capaz de solubilizar lípidos en un proceso netamente biodegradable. Por otro lado, se encuentra la mandarina perteneciente a la familia de las rutáceas también muy abundante en vitamina C, flavonoides y aceites esenciales. El componente mayoritario de la mandarina es el agua y su contenido vitamínico es la vitamina C este ácido cítrico posee una acción desinfectante.(Albaladejo Meroño, 1999)

Teniendo en cuenta las diversas propiedades para remover grasa que se encuentran en los cítricos, específicamente en su cascara se desarrolló un desengrasante ecológico capaz de remover la grasa y ofrecer una alternativa amigable con el ambiente sin tener una disminución en su eficiencia utilizando como materia prima la cascara de limón y mandarina.

¿Cuál de los desengrasantes ecológicos obtenidos del limón y la mandarina, será el más eficiente en la remoción de las grasas?

#### 4. JUSTIFICACION

Hoy en día la **eco-industria** aplica operaciones de transformación que generan productos compatibles con el medio ambiente sin reducir su eficiencia frente a otros productos a base de químicos. Es por ello que se deben crear estrategias a partir de una producción más limpia que sean ambientalmente sostenibles y que permitan reemplazar el uso de sustancias químicas para la fabricación de desengrasantes. Esto plantea una alternativa de manejo en la que se propone reducir, reusar y reciclar un porcentaje diario de los residuos sólidos orgánicos que se desechan. Todo desecho de origen biológico corresponde a compuestos orgánicos como hojas, ramas, cáscaras y residuos de la fabricación de alimentos. Las plazas de mercado generan 1,58 toneladas de residuos orgánicos al año que están constituidos por componentes hidrocarbonados (Elsa, 2008).

Estos desechos orgánicos son la materia prima que puede ser aprovechada y reutilizada en la fabricación de nuevos productos, por esta razón el proyecto pretende utilizar la materia orgánica con el fin de reducir la generación de residuos en la plaza de mercado y minimizar los impactos ambientales ocasionados por algunos productos de aseo de origen químico. La sustitución de productos químicos de limpieza por productos naturales genera impactos positivos en el medio ambiente, ya que por ser biodegradables posibilitan la recuperación natural de sus propiedades nutritivas a través de la estabilización, ayudando a reducir la contaminación hídrica y prolongar la vida útil de los rellenos sanitarios.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar la eficiencia de los desengrasantes ecológicos obtenidos a partir de *Citrus × limón (L.) Osbeck* y *Citrus Reticulada* al momento de remover grasas

### **5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar la influencia del solvente en la extracción del principio activo del desengrasante.
- Establecer qué tipo de cascara o residuo orgánico es más eficiente en la remoción de grasas.
- Identificar cuál de los dos desengrasantes tiene mayor potencial desinfectante.

## **6. MARCO REFERENCIAL**

### **6.1. MARCO TEORICO**

Generalmente no pensamos que los productos de limpieza que utilizamos al momento de mantener nuestro hogar limpio y libre de microorganismos, como gérmenes y virus, pueda resultar siendo un riesgo para nuestra salud o el medio ambiente, pero lamentablemente es así, algunos productos de limpieza comunes contienen sustancias o ingredientes químicos que tienen un impacto negativo en el ambiente y son nocivos para los seres vivos, por ello, debemos considerar el uso de productos ecológicos y así contribuir con el cuidado de nuestra salud y nuestro ambiente. (Díaz, Arrázola, Ortega, & Gaviria, 2005)

De acuerdo con un estudio sobre la pequeña y mediana empresa, realizado mediante un convenio entre el Departamento Administrativo del Medio Ambiente de Bogotá (DAMA) y la Corporación para la Investigación Socioeconómica y Tecnológica de Colombia (Cinset), entre las empresas de menor escala más contaminantes del recurso están las de autopartes, alimentos y bebidas, textiles, curtiembres y las fábricas de sustancias químicas industriales, jabones y detergentes, productos de limpieza y plásticos.(El Tiempo, 2010)

La contaminación del medio ambiente por residuos sólidos y sustancias químicas constituye uno de los problemas más críticos en el mundo; esto ha generado la necesidad de cambiar la mentalidad de la población y conduce a la búsqueda de alternativas que ayuden al ambiente.(Bustos, 2009)

El consumismo que venimos evidenciando a nivel nacional e internacional ha ayudado a degradar el ambiente y es hora de apropiarse alternativas ecológicas y aportar a las buenas prácticas, la gran mayoría de los residuos sólidos orgánicos que se generan van directamente a los rellenos sanitarios acortando la vida útil de estos o en los peores casos generan focos de contaminación tanto en zonas rurales como urbanas desconociendo que dichos residuos son reutilizables ayudando a la generación de nuevos productos de uso cotidiano, entre estos desechos aprovechables se destacan las cáscaras de los cítricos.(Berrios, 2013)

Los cítricos se desarrollan en casi todas las regiones del mundo dentro de la banda delimitada por la línea de 40° de latitud N y S, el área comúnmente asociada a su origen está ubicada en el sudeste de Asia, incluyendo el este de Arabia, este de Filipinas y desde el Himalaya al sur de Indonesia. El centro de origen de los limones es totalmente desconocido y se cree que es

una unión entre lima y cidra, mientras que el origen de la mandarina podría estar en la región de indochina y el sur de china, donde los primeros viajeros la llevaban desde allí hasta india. (Medina, 2017)

El limón, es una especie híbrida originaria del sudeste de Asia, su nombre científico es *Citrus limonum* *risso*, *Citrus limón (L) burm* de la familia de las rutáceas. El fruto es de hasta 12.5 cm de corteza gruesa, viven en los bosques templados y en extensas zonas del litoral mediterráneo, contempla principios activos como aceite esencial en un 2,5% aproximadamente de la cascara y consiste primordialmente en monoterpenos como el limoneno que es su mayor componente. (García Lidón, Del Río Conesa, Porrás Castillo, Fuster Soler, & Ortuño Tomás, 2005)

La mandarina, proviene de las zonas tropicales de Asia, su nombre científico es *Citrus reticulado blanco*, sus propiedades son múltiples y beneficiosas para la salud por su contenido en vitaminas, flavonoides, aceites esenciales y antioxidantes que ayudan a prevenir el cáncer y es de la familia de las *rutáceas*. (Mateus & Orduz, 2015)

El fruto de los cítricos, también conocidos como hesperidio, está compuesta por el flavedo o epicarpio, que es el tejido exterior que está en contacto con la epidermis y en el abundan vesículas que contienen la mayor parte de los pigmentos y los aceites esenciales. (Ancillo, 2013)

Debajo del flavedo está el albedo, es un tejido blanco y esponjoso, que forma el eje central del fruto que proporciona agua y materiales nutritivos, formando hasta en un 60% de la totalidad del fruto donde contiene entre 75 y 80% de agua, mientras que el endocarpio es la parte comestible de la fruta, formado por carpelares o membranas del segmento que forman sacos que contienen el jugo, compuesto por componentes solubles, como colorantes y pectinas (Passano, 2014)

Según la organización internacional de normalización (ISO) los aceites esenciales son un producto no puro entre la mezcla de compuestos orgánicos volátiles y aromáticos que se pueden encontrar en la cascara del fruto. En la actualidad, los principios activos de las cortezas de los limones y mandarinas son usados como agente de limpieza por la presencia de **limoneno** que forma una emulsión con el agua y las partículas de grasas son arrastradas

para finalmente ser separadas en la superficie, siendo el sustituto biodegradable de compuestos químicos tóxicos, como ácidos y fosfatos trisódicos. El limoneno al poseer un carbono asimétrico, presenta dos tipos de isómeros ópticos, el d-limoneno y el l-limoneno, donde dichas moléculas son iguales a excepción de la capacidad de desviar el plano de luz polarizada. (Ceruttim, 2004)

La obtención de productos amigables con el ambiente a partir de aceites esenciales es cada vez más común. Investigaciones como la de (Quiroz, 2009), realizada en Quito Ecuador, produjo un desengrasante a base de residuos de cascara de naranja utilizando la destilación por arrastre con vapor, la extracción directa a reflujo y la extracción continua en soxhlet. Usando como solventes, agua y alcohol durante una hora de extracción, sin embargo, la prueba de permanganato de potasio arrojó resultados negativos, es decir no hubo presencia de Limoneno en el producto de la extracción.

Por otra parte, (Cerón Salazar & Cardona Alzate, 2011) durante 4 horas y media realizaron una extracción del aceite por arrastre de vapor con agua utilizando residuos vegetales de naranja. Por medio de un análisis cromatográfico demostraron la presencia de limoneno en el aceite en una proporción del 90.96% y una efectividad del mismo en la remoción de grasa.

Mientras que (Telenchana, 2017b) para la elaboración del desengrasante uso la destilación por arrastre de vapor con agua y como materia prima cascara de naranja. Para la preparación del producto, adiciono tensoactivo al 2%, un humectante al 1% y un agente espumante al 1% con el fin de ayudar a mejorar la eficiencia al momento de remover la grasa. La presencia de limoneno en un 90.93% se determinó a partir del análisis cromatográfico.

la pureza y el rendimiento del aceite esencial dependerán de la técnica que se utilice. La extracción de aceites esenciales este ha sido tema de investigación por varios autores, uno de los métodos más empleados para esto es la extracción continua en Soxhlet. 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. (Gil Navarrete, 2008)

Dentro de los principales productos de limpieza se encuentran los desengrasantes que son aquella sustancia de naturaleza ácida, neutra o alcalina capaz de eliminar aceites y grasas de una superficie. Pueden ser formulados mediante sustancias naturales como artificiales y su función es la de remover aceites y grasas mediante una reacción química, que según el tipo de formulación actuará sobre las grasas y aceites. (Barreto, Carillo, Moreno, Serres, & Sulbaran, 2012)

## **6.2.MARCO CONCEPTUAL**

### **6.2.1. Flavedo o epicarpio**

Es el tejido exterior que está en contacto con la epidermis y en el abundan vesículas que contienen la mayor parte de los pigmentos y aceites esenciales, estos últimos se encuentran en numerosos sacos o glándulas cuyo diámetro vario de 0.4 a 0.6 milímetros. (Ancillo, 2013)

### **6.2.2. Albedo o Mesocarpio**

Tejido esponjoso y blanco, que forma el eje central del fruto que proporciona agua y materiales nutritivos, puede constituir del 20 al 60% de la totalidad del fruto, el albedo fresco contiene de un 75% a 80% de agua, mientras que sus principales componentes, calculados en relación con la materia seca, son el 44% de azúcares, 33% de celulosa y 20% de sustancias pépticas (Ancillo, 2013)

### **6.2.3. Endocarpio**

Es la parte comestible de los cítricos, está formado por carpelos o segmentos, separados por la membrana intercarperales o membranas del segmento, formando sacos que contienen jugo.(Medina, 2017)

### **6.2.4. Aceites esenciales**

Presentes principalmente en la corteza de los cítricos, son líquidos oleosos volátiles que se obtienen por algún método físico de extracción, se solubiliza en etanol y son insolubles en agua. En su mayoría están constituidos por terpenos cuya fórmula general es  $C_{10}H_{16}$  y por una cantidad menor de sesquiterpenos ( $C_{15}H_{24}$ ), a partir de ellos se forman los componentes oxigenados responsables del olor característicos de la esencia en la que está contenido, como alcoholes, fenoles, ácidos, aldehídos, esterres y acetonas *El* aceite esencial del limón se obtiene a partir de la corteza y tiene un aroma fuerte y es rico en vitaminas, actúa como antiséptico. Por otro lado, el aceite de la mandarina se obtiene a partir de la piel, tiene un aroma dulce es antifúngico, calmante, sedante y regenerador celular; químicamente está conformado por terpenos, monoterpenos y sesquiterpenos entre otros. (Martinez, 2003)

### **6.2.5. Limoneno**

se considera un agente de transferencia de calor limpio y ambientalmente inocuo con lo cual es utilizado en muchos procesos farmacéuticos y de alimentos. El limoneno es el principal componente del aceite esencial, hasta en un 95%, que se encuentra en las cascaras de los

cítricos. Es la sustancia que le da el olor característico a las naranjas, limones, mandarinas y pertenece al grupo de los terpenos, su fórmula química es  $C_{10}H_{16}$ . Las propiedades de este carbohidrato monoterpene monocíclico son numerosas y bien conocidas. A parte de sus potenciales aplicaciones en el terreno médico, su uso en la industria es cada vez más común como sustituto de otras sustancias tóxicas. Entre sus usos, se destaca en la fabricación de productos de aseo o solventes biodegradables industriales de aceites, resinas, pigmentos, tintas y grasa. (Díaz et al., 2005)

#### **6.2.6. Terpenos**

Los terpenos son hidrocarburos complejos de forma general  $C_nH_{2n-4}$  de la serie del isopreno, el que está formado por dos dobles enlaces y que unidos por cadenas orgánicas forman un grupo de compuestos con características propias y que determinan la variedad de los efectos terapéuticos que se presentan en las plantas que los contienen. Se encuentran en los aceites esenciales de las plantas. se clasifican por el número de isoprenos que contienen y pueden aparecer en las siguientes configuraciones: Tres dobles enlaces y acíclico, dos dobles enlaces y monocíclico, Un doble enlace y bicíclico. Se dividen en Hemiterpenos que consisten de una sencilla unidad de isopreno. (RUEDA, 2007)

#### **6.2.7. Clasificación de los Terpenos**

La clasificación de los terpenos está determinada por el número de isoprenos que contienen o por el número de átomos de carbono; los compuestos con 10 átomos de carbono se conocen como **monoterpenos**, los que tiene 15 átomos de carbonos son **sesquiterpenos** y los que tiene 20 átomos de carbono son **di-terpenos**.(Girbes & Jimenez, 2008)

#### **6.2.8. Solventes orgánicos de origen natural**

Los solventes orgánicos son compuestos orgánicos volátiles que se utilizan solos o en combinación con otros agentes, para disolver materias primas, productos o materiales residuales, utilizándose como agente de limpieza, para modificar la viscosidad, como agente tensoactivo, como plastificante, como conservante o como portador de otras sustancias que, una vez depositadas, quedan fijadas y el solvente se evapora. (Quetama, 2016)

### **6.2.9. Ácido acético**

También llamado ácido etanoico o ácido metilencarboxílico, es un ácido orgánico de dos átomos de carbono. Su fórmula es **CH<sub>3</sub>-COOH (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>)**, siendo el grupo carboxilo quien le confiere las propiedades ácidas a la molécula.(Castro et al., 2006)

### **6.2.10. Etanol**

subproducto natural de la fermentación vegetal que se puede producir mediante la hidratación del etileno. También denominado alcohol, alcohol etílico y alcohol de grano, es un líquido transparente e incoloro. (Guía de seguridad, 2015)

### **6.2.11. Extracción**

Se conoce como extracción la separación de uno o más componentes de una mezcla mediante la diferencia de solubilidad que presentan dos líquidos no miscibles o bien consiste en disolver en un líquido, alguno de los componentes de una mezcla sólida, utilizando un solvente adecuado. Existen dos maneras de realizar una extracción: la extracción discontinua o en “Batch” y la extracción continua. (Amaya Andres, 2016)

### **6.2.12. Extracción continua en Soxhlet**

Es una técnica muy utilizada y es una combinación de extracción y destilación que permite la recuperación del solvente. Se emplea en el aislamiento de los aceites esenciales, de sus fuentes naturales por medio de la extracción con solventes orgánicos, es un proceso muy eficaz en la extracción sólido - líquido, donde la sustancia a extraer se encuentra en estado sólido y el extractor es un líquido. Este método permite la separación de las sustancias con la pureza deseada. (Nuñez Carlos, 2016)

### **6.2.13. Destilación simple**

Puede definirse como a la evaporación parcial de un líquido con la transferencia de estos vapores y su posterior condensación en una parte distinta del aparato de destilación. Es una técnica para purificar líquidos volátiles. Hace uso de la diferencia entre los puntos de ebullición, tiene dos fases la vaporización (transformación de líquido a vapor) y la condensación (transformación del vapor en líquido). El método consiste en suministrar calor haciendo que el líquido de menor punto de ebullición se vaporice primero y se condense.(Cerruti, 2016)

#### **6.2.14. Producción más limpia**

Es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada, aplicada a procesos, productos y servicios, con el fin de reducir los riesgos a la población y al medio ambiente, tomando como principio reducir al mínimo o eliminar los residuos y emisiones en la fuente y no tratarlos después de que se hayan generado(Ochoa, 1997)

#### **6.2.15. Desengrasante ecológico**

Sustancia amigable con el ambiente utilizada para la remoción de grasas y aceites de cualquier superficie, donde su ingrediente principal proviene de productos naturales orgánicos. (Lopez Ana, 2006)

#### **6.2.16. Antioxidante**

Es una molécula capaz de prevenir la oxidación de otras moléculas, la oxidación es una reacción química de transferencia de electrones de una sustancia a un agente oxidante, las reacciones de oxidación pueden producir radicales que comienzan reacciones en cadena que dañan la célula, los antioxidantes terminan estas reacciones quitando intermedios del radical e inhiben otras reacciones de oxidación oxidándose ellos mismos.(Coronado & Vega, 2015)

#### **6.2.17. Glicerina**

Es un alcohol líquido con tres grupos hidroxilos ( $-OH$ ), se trata de uno de los principales productos de la degradación digestiva de los lípidos, se presenta a una temperatura ambiente de  $25^{\circ}C$  y es higroscópico e inoloro y posee un coeficiente de viscosidad alto.(Aguilar, Prado, Castellanos, & Silva, 2016)

#### **6.2.18. Tensoactivo**

las sustancias que disminuyen la tensión superficial de un líquido o la acción entre dos líquidos son conocidas como agentes tensoactivos (tensoactivos o surfactantes) influyen por medio de la tensión superficial en la superficie de contacto entre dos fases (dos líquidos insolubles uno en otro) en función de su mayor o menor dispersión en agua o su mayor o menor estabilización de las micelas o coloides, se emplean como emulsionantes, humectantes, detergentes o solubilizantes, entre los tensoactivos se encuentra la sustancia sintética que se utiliza regularmente en el lavado, en la que se incluyen productos como detergentes para lavar ropa y productos para eliminar el polvo y grasa de superficies.(Rodriguez, 2010)

### 6.2.19. Emulsionante

Es un tensoactivo que permite la emulsión de un aceite en una disolución acuosa debido a su capacidad de poseer una molécula anfifílica, es decir que es soluble en agua y otro que es hidrófobo lo cual significa que rechaza el agua; estos son capaces de mezclar las fases inmiscibles formando emulsiones estables.

### 6.2.20. Limpieza

Se puede definir como el conjunto de operaciones fisicoquímicas que permiten eliminar la suciedad o material ajeno al objeto a limpiar, la limpieza tiene dos funciones, desprender la suciedad de la superficie a limpiar o disolver la suciedad en el líquido de lavado.(Hurtado, 2008)

### 6.2.21. Mecanismos de limpieza

Es la capacidad para romper y estabilizar la emulsión de partículas, grasa y agua, este se denomina detergencia y se caracteriza por tener tres propiedades básicas.(Hurtado, 2008)

- **Poder humectante:** es la propiedad en la que el producto químico ayuda a reducir la tensión superficial, permitiendo que la solución del producto de limpieza moje más y penetre mejor la suciedad.
- **Dispersión:** es la capacidad de los productos de limpieza para romper una cantidad de suciedad y reducirla a parte más pequeñas.
- **Suspensión:** es la capacidad de detergente para emulsionar la suciedad y evitar que se vuelva a formar y adherir de nuevo a la superficie que se desea limpiar.

### 6.2.22. Ciclo de Sinner

Para realizar una limpieza completa deben tenerse en cuenta 4 factores que se combinan entre sí: la acción mecánica, la química, la temperatura y el tiempo y que debe ser conocida a la perfección por los profesionales del sector de la limpieza. realizar una limpieza indica que debe efectuarse con el menor coste y menor tiempo posible, además de intentar que resulte sostenible desde el punto de vista ambiental, para ello hay que tener en cuenta lo 4 factores del círculo de Sinner, una formulación sencilla que explica el ciclo que conviene que siga cualquier acción de limpieza, estos factores se irán combinando de diferente forma según la suciedad y la superficie que se deba limpiar.(Penagos, 2014)

- **Acción mecánica:** se corresponde con la operación de eliminar la suciedad como tal de manera manual como el movimiento de la mano para eliminar el polvo.
- **Acción química:** comprende al grupo de productos que deben emplearse en cada acción de limpieza, escogiendo el producto que se adapte a cada tipo de limpieza.
- **Temperatura:** influye en la efectividad del producto químico que se emplee, aunque no es un factor excesivamente determinante.
- **Tiempo:** bien influenciado por el tipo de superficie que se vaya a limpiar la suciedad que esta acumulada, el producto que se emplee requiere un tiempo mínimo para cumplir su función satisfactoriamente.

#### **6.2.23. Eficiencia**

Es la capacidad de reducir al mínimo la cantidad de recursos usados para alcanzar los objetivos o fines de la organización, es decir, hacer correctamente las cosas.(Ceruttim, 2004)

#### **6.2.24. Rendimiento**

Se refiere a la proporción que surge entre los medios empleados para obtener algo y el resultado que se consigue. El beneficio o el provecho que brinda algo o alguien también se conoce como rendimiento.(RUEDA, 2007)

#### **6.2.25. Porcentaje de humedad**

hace referencia al valor porcentual del peso total de la muestra que corresponde a la concentración de agua presente en una muestra orgánica que al ser obtenida de materia viva contiene ciertos niveles de agua. Para algunos procesos de laboratorio es muy importante conocer el porcentaje de humedad de las muestras orgánicas, ya que la cantidad de agua que contienen puede acelerar o reducir la velocidad de reacción requerida en un experimento(Coronado & Vega, 2015)

#### **6.2.26. Método hisopo**

Es el sistema más antiguo y el más utilizado en los exámenes microbiológicos de superficies planas como no planas. Es especialmente recomendada para analizar de superficies de equipos, utensilios y manipuladores. Además, se puede estudiar superficies muy contaminadas, ya que a partir de la solución salina estéril es posible realizar diluciones decimales precisas.(Alfabiol, 2008)

### **6.3.MARCO LEGAL**

La legislación que regula la calidad de los aceites esenciales está determinada por cada país. Usualmente estas normativas son muy similares entre todos los aceites, sin embargo, en el momento en que se determina el uso de los aceites esenciales la normativa cambia, debido a las implicaciones que tiene en cada campo de aplicación ya sea farmacéutico, cosmético, alimenticio o industrial. La validación, el control y la vigilancia de todos los productos de este tipo la hace en Colombia del Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos INVIMA y la certificación de calidad depende del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC. Las normas internacionales de la ISO también tienen inferencia en el tema de los aceites esenciales, a continuación, se relaciona un listado de normas involucradas en la determinación de parámetros de calidad de los aceites esenciales:

La ISO/TR 210 DE 1999, da las reglas generales para el embalaje, acondicionamiento y almacenamiento de los aceites, la ISO 280 de 1998, establece los parámetros para la determinación del índice de refracción; la ISO 1279 DE 1996, da los métodos de determinación del valor de carbonilo, y la ISO 875 de 1999, evalúa la miscibilidad en etanol. Dentro de las normas se destacan la ISO 1272 de 2000, ISO 212 de 2007, que determina el contenido de fenoles y los parámetros para muestreo de los aceites esenciales respectivamente.

La NTC-ISO 14040 de 2009, establece los Criterios ambientales de producto, así como los requisitos ambientales que debe cumplir el producto para que pueda obtener el Sello Ambiental Colombiano (Contenido reciclado, fracción en masa de material reciclado en un producto o empaque).

La NTC-ISO 14021 de 2006, nombra a un desinfectante, como un agente que destruye patógenos y otras clases de microorganismos por medios físicos o químicos. Un desinfectante destruye la mayoría de patógenos reconocidos, pero no necesariamente todas las formas bacterianas, como endosporas bacterianas. La NTC 4547 de 2009, nombra al detergente como toda sustancia o preparado que contenga jabón u otros tensioactivos y que se utilicen en procesos de lavado con agua. Los detergentes podrán adoptar cualquier forma (líquido, polvos, pasta, barra, pastilla, formas moldeadas, etc.) y estar destinados a su uso doméstico,

institucional o industrial, etiqueta ambiental, declaración ambiental. Por su parte la NTC-ISO 14020 de 2009, regula el envase primario, contenedor interior o primer contenedor, que está directamente en contacto con el producto y además lo protege- La NTC-ISO 14001 de 2010, nombra al jabón como producto formado por la saponificación o neutralización de grasas, aceites, ceras, colofonias, o sus ácidos con bases orgánicas o inorgánicas. También regula el método de fabricación, por ejemplo, jabón por ebullición, jabón por proceso en frío, la forma física, por ejemplo, jabón en barra, jabón en escamas, jabón líquido, jabón en polvo, una propiedad especial, por ejemplo, jabón flotante, jabón de título bajo, jabón molido, jabón blando, un ingrediente en particular, por ejemplo, jabón de sílice, jabón de alquitrán, una aplicación particular, por ejemplo, jabón para automóviles, jabón para lavado en seco, jabón para agua salada.

## **7. DISEÑO METODOLOGICO**

### **7.1. SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE LIMÓN Y MANDARINA**

Se recolectaron 200g de cascara de limón y mandarina de la plaza de mercado del municipio de Girardot, donde luego de una exhaustiva selección de dicho material se verifico que no tuviese ninguna afectación (Hongos, Bacterias) o estuviese en proceso de descomposición, para posteriormente remover la pulpa adherida a la corteza, arrojando así un peso final de 60g el cual fue picado hasta obtener trozos de aproximadamente 1 cm<sup>2</sup>, para luego ser utilizados en el proceso de extracción.

Previo a la extracción, se calculó el % de humedad a partir de la siguiente formula:

$$\frac{\text{Peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} * 100$$

### **7.2. EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES**

#### **7.2.1. Extracción soxhlet**

La extracción de los aceites esenciales de la cascara de limón y mandarina se realizó a través del método de extracción en soxhlet. La utilización de este método se realizó con el fin de producir un desengrasante amigable con el ambiente sin perder su efecto arranca grasa; considerando tiempo, solventes, costo, facilidad del proceso y manejo de los equipos.

Se agregó el material vegetal preparado en la cámara de extracción acomodándolo de tal forma que se compacte y se logre disminuir la porosidad, asegurando el contacto entre solvente y el lecho. Luego, se procede a vaciar 250ml de solvente de tal forma que se logre llevar a cabo el primer ciclo de extracción, observando que este supere el nivel de la cascara y caiga por el tubo sifón hacia el balón de 500ml; donde se depositan los 200ml restantes de solvente.

Figura 1: Montaje equipo soxhlet



Sobre una Placa de calefacción, se dispuso un recipiente de acero inoxidable (olla), que se llenó con aceite mineral donde se sumerge el balón para asegurar una regularidad en la temperatura; se agregó al balón de fondo plano un porcentaje mínimo de crisol buscando un control de la ebullición.

Para el condensador se utilizó una conexión de flujo de agua con la Bomba HJ-1141 Voltaje 110-120 utilizando dos mangueras de látex que son las encargadas de mantener lleno de agua y recircularla asegurando un goteo constante. Se ajustó el condensador encima de la cámara de extracción y se aseguraron todas las partes con ayuda de alambres ubicados estratégicamente para reducir las pérdidas de calor entre cada pieza.

El proceso se llevó a cabo durante 10 horas para cada material vegetal en los cuales se determinó la temperatura del aceite mineral en la olla con el diodo, reduciendo las posibles pérdidas de temperatura con ayuda del papel aluminio en el sifón de calefacción del soxhlet favoreciendo la recirculación del solvente.

Para la extracción se usaron alcohol etílico y ácido acético; solventes comunes usados para la extracción de aceites esenciales, que tienen las siguientes características.

Tabla 1: Características Solventes usados en el proceso de extracción

Características	Solventes	
	Etanol	Ácido Acético
<b>Descripción</b>	Alcohol con condiciones normales de presión y temperatura. se presenta como liquido incoloro e inflamable.	Sustancia polar y no polar ácido bastante débil a pesas de ser inflamable y corrosivo a la vez
<b>Temperatura de Ebullición</b>	78°C	117°C
<b>Tiempo de Extracción (h)</b>	10(h)	10(h)
<b>Volumen usado en la extracción (ml)</b>	450ml	450ml
<b>Cantidad de materia Prima</b>	60g	60g

### 7.2.1.1. Porcentaje de eficiencia de extracción solido liquido

El porcentaje de eficiencia de la extracción solido-liquido se obtuvo de la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{peso cascara final g}}{\text{peso cascara inicial g}} * 100$$

### 7.2.2. Destilación simple

Después de la extracción continua en Soxhlet, se realizó una destilación simple con el fin de acelerar la obtención del aceite esencial de limón y mandarina recuperando así un porcentaje de solvente utilizado.

Sobre una placa de calefacción a una temperatura no máxima a los 100°C para la solución con etanol y de no más de 120°C para la solución con ácido acético, se coloca un recipiente de acero inoxidable (olla) que se procede a llenar con aceite mineral introduciendo en él, un diodo para controlar la temperatura. En este recipiente se sumerge el matraz de destilación de 500ml con el extracto obtenido, dejándolo suspendido con ayuda de la pinza de aseguramiento, con el fin de llegar a una ebullición del solvente, haciéndolo pasar por el tubo de gases que va conectado directamente con el condensador que lleva un flujo de agua para mantener el sistema refrigerado.

El proceso se llevó a cabo durante 7 horas donde se generó el cambio de estado del solvente de vapor a líquido; es favorable agregar al matraz de destilación un porcentaje mínimo de crisol buscando un control de ebullición.

*Figura 2:Montaje Destilación Simple*



#### **7.2.2.1. Porcentaje de solvente recuperado**

El porcentaje del solvente recuperado se obtuvo por medio de la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{volumen del solvente perdido}}{\text{volumen del solvente utilizado}} * 100$$

#### **7.2.2.2.Determinación del rendimiento de la extracción del aceite esencial**

El rendimiento de la extracción del aceite esencial de la cascara de limón y mandarina se obtuvo por medio de la siguiente ecuación:

$$\%R = \frac{Pp}{Pm} * 100$$

%R = Porcentaje de rendimiento de la extracción

Pp = Peso de producto de extracción (g)

Pm = Peso de materia prima

### 7.3.DETERMINACIÓN DEL PH DE LAS MUESTRAS DE ACEITE ESENCIAL DE LIMÓN Y MANDARINA

De cada una de las muestras obtenidas se obtuvo el pH utilizando un medidor de pH ya que otro modo de actuación de los desengrasantes consiste en una reacción química de neutralización, por lo que se debe tomar en cuenta el valor del pH de la suciedad para aplicar un producto de limpieza con un pH que lo neutralice; en caso del desengrasante el pH debe ser básico (entre 6 y 8) así neutralizar el pH ácido que tiene la suciedad de las grasas y aceites.

El índice de pH es una medida que determina si una sustancia tiene un grado de ácido, neutro o alcalino

Tipo de Sustancia	pH
Acido	0-6
Neutro – Básico	6-8
Alcalino	8-14

Tabla 2: Escala de Ph

Para la elección de un producto de limpieza se debe tener en cuenta el pH de la suciedad y del producto.

pH de distintos tipos de suciedad

- Suciedad de pH básico: restos inorgánicos como cal, cemento u óxidos.
- Suciedad de pH neutro: polvo, materiales con mármol y textiles
- Suciedad de pH Acido: aceites, grasas y residuos orgánicos en general

Figura 3: Determinación de pH



#### 7.4.DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE LIMONENO USANDO PERMANGANATO DE POTASIO

Para la determinación de presencia de terpenos en especial limoneno en los aceites esenciales obtenidos, se utilizó una disolución acuosa de permanganato de potasio al 10%. Este se preparó utilizando 5g de permanganato de potasio disuelto en 50 ml de agua destilada.

La prueba se realizó para el extracto de limón y mandarina a los cuales se añadió 5ml de disolución acuosa del permanganato de potasio. Si la prueba es positiva para la presencia de limoneno, la solución vira de un color púrpura a un precipitado pardo turbio de óxido de manganeso, al reaccionar con el aceite esencial que contiene limoneno. (anexo 2)

#### 7.5.PREPARACIÓN DE DESENGRASANTES

Para la formulación del desengrasante se utilizó 20,1 ml de aceite esencial extraído el cual actúa como antioxidante, este es la sustancia predominante en la mezcla ya que al tener limoneno forma una emulsión entre el producto y la grasa removiendo la suciedad. Para potencializar la acción de limpieza del desengrasante se adiciona 6,6ml de glicerina como agente humectante, aumentando la detergencia del producto y 3,3ml de lauril sulfato sódico como tensoactivo, este al ser anfifílico ayuda a disminuir la tensión superficial entre la grasa y el agua formando espuma ante el contacto con el aire. (anexo 1).

Cada 30 ml de desengrasante ecológico, contiene:

*Tabla 3: Aditivos para la preparación del Desengrasante*

Componente	Función	Cantidad utilizada (ml)	Porcentaje
Aceite esencial	Antioxidante	20,1 ml	67 %
Glicerina	Humectante	6,6 ml	22 %
Lauril sulfato sódico	Tensoactivo	3,3 ml	11 %

#### 7.6.MÉTODO DE EVALUACIÓN

Para evaluar la eficiencia del producto, se realizaron pruebas físicas para la determinación de remoción de grasas en superficies y pruebas microbiológicas para eficiencia de desinfección.

### **7.6.1. Análisis microbiológico de superficies mediante el método de hisopo**

El fin de esta práctica fue comprobar la efectividad del desengrasante al momento de eliminar microorganismos de una superficie. Para ello se tomó una muestra por el método hisopo en una superficie de 10cm<sup>2</sup> antes y después de aplicar el desengrasante (anexo 3). Estas muestras fueron inoculadas en Agar nutritivo para determinar la presencia de bacterias Gram + y en agar MCconkey para bacterias Gram – entre las que se incluyen Coliformes Totales y *E. Coli*. La eficiencia de los desengrasantes obtenidos en esta investigación se contrastó con un producto comercial y aceite de limón puro, extraído en un tornillo sin fin.

Los medios de cultivo (Agar Nutritivo, MCconkey y agua Peptonada) fueron esterilizados en autoclave durante 20 minutos a 121psi. La superficie muestreada fue la ventana de la oficina de correspondencia de la Universidad de Cundinamarca. Una vez inoculados los medios, estos fueron incubados a 37°C durante 24 y 48 horas y finalmente se realizó el conteo de colonias.

### **7.7. PRUEBA DE DESENGRASE**

El fin de esta práctica es comprobar la efectividad del desengrasante al momento de remover la grasa en diferentes superficies, siendo un método convencional pero muy utilizado.

Para realizar esta metodología se escogieron dos personas cuyas manos tenían grasa de carro y de aceite vegetal, también se midió su efectividad como removedor de grasa sobre un plato de vajilla con una leve capa de aceite vegetal.

La clasificación que se le dio a cada muestra fue cualitativa, ubicando a cada desengrasante en una escala de efectivo, poco efectivo e inefectivo según la remoción que tuvo en cada prueba.

## 8. RESULTADOS Y DISCUSION

### 8.1. Eficiencia extracción solido-liquido

La extracción por método soxhlet tuvo una duración de 10 h utilizando 60g de cascara fresca a no más de 75°C para el proceso con etanol y menor a 115°C para el proceso con ácido acético. La temperatura usada durante la extracción se asoció al punto de ebullición de cada solvente. Después de finalizar cada proceso, se calculó el rendimiento de extracción, arrojando resultados más altos para los extractos obtenidos con etanol como solvente, con un promedio de 36.1%, frente a un porcentaje de rendimiento del 32.3% con el ácido acético. Esto se atribuye principalmente a que el etanol no solo extrae aceite esencial, sino también otros componentes de la cascara como los compuestos fenólicos.

*Tabla 4: porcentaje eficiencia extracción solido-liquido*

MATERIAL VEGETAL	SOLVENTE	PESO INICIAL CASCARA (g)	PESO FINAL CASCARA (g)	% EFICIENCIA SOLIDO-LIQUIDO
Limón	Etanol	60	21.3	35.5%
Mandarina	Etanol	60	22.1	36.8%
Limón	Ácido acético	60	19.7	32.8%
Mandarina	Ácido acético	60	20.1	33.5%

Al comparar cada extracto obtenido, se evidencia que las soluciones con cascara de mandarina generan una eficiencia de extracción solido-liquido mayor frente a las soluciones con cascara de limón, esto se puede atribuir al porcentaje de humedad de la materia prima, ya que según (Escobar, 2010) el limón contiene un 90,6% más alto que el de la mandarina 88%. Esto también se puede evidenciar en la investigación de (Valencia, 2019), donde antes de someter la materia prima o cascara al método de extracción, hacen un secado a 90°C sobre un recipiente calefactor, esto con el fin de eliminar el exceso de humedad, aumentando el rendimiento y de esta forma facilitar la fluidez del trabajo, haciendo múltiples muestras y obteniendo porcentajes de rendimientos de 62,9% y 55,0% para limón con hexano, atribuyendo también el porcentaje al tiempo de extracción utilizado, ya que tienen un promedio entre 16 y 18 h.

## 8.2. Porcentaje de humedad (%)

Tabla 5: porcentaje de humedad

MATERIAL VEGETAL	SOLVENTE	PESO INICIAL CASCARA (g)	PESO FINAL CASCARA (g)	% DE HUMEDAD
Limón	Etanol	60	21.3	64.5%
Mandarina	Etanol	60	22.1	63.2%
Limón	Ácido acético	60	18.7	68.8%
Mandarina	Ácido acético	60	20.1	66.5%

Se puede evidenciar un porcentaje de eficiencia más alto en las extracciones con bajo % de humedad, ya que el secado puede aumentar la concentración de los componentes extraídos, esto se puede evidenciar en la extracción de mandarina con etanol donde obtuvo el % de extracción más alto con datos de humedad más bajos 24,8 y % de extracción más bajo con datos de humedad más altos 27.1% para el limón y el ácido acético, esto se puede comparar con la investigación de Sánchez, salvador 2015 donde compararon el % de extracción de limoneno con el % de humedad, arrojando un porcentaje de limoneno del 32,4% en la corteza con 71% de humedad y 34,4% de limoneno en la corteza con 12% de humedad.

## 8.3. Resultados de la destilación simple

Tabla 6: porcentaje rendimiento extracción aceite esencial

MATERIAL VEGETAL	SOLVENTE	PESO INICIAL EXTRACTO (ml)	HORAS DE DESTILACION (h)	PESO FINAL RECUPERADO (ml)	RENDIMIENTO SOLVENTE RECUPERADO	PESO FINAL ACEITE ESENCIAL (ml)	RENDIMIENTO DE EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL %
Limón	Etanol	432	7	395	91.4%	27	6.2%
Mandarina	Etanol	430	7	394	91.6%	28	6.5%
Limón	Ácido Acético	437	7	405	92.6%	24	5.5%
Mandarina	Ácido Acético	435	7	403	92.6%	25	5.7%

La extracción con destilación simple arroja datos mayores para la mandarina con el etanol del 6,5% y datos menores de 5,5% para limón con ácido acético, si comparamos todos nuestros resultados, se evidencia porcentajes mayores para las extracciones con etanol debido a que las de ácido acético estuvieron expuestas a temperaturas mayores de los 90° en el cual pudieron experimentar un deterioro termino.

Si comparamos nuestros datos con los obtenidos por(Soto & Rosales, 2016), donde obtuvo el 7,2%, se puede identificar una diferencia entre los datos, esto debido a que ellos utilizaron 30gr de cascara y desarrollaron una destilación simple del método solido-liquido en un tiempo de 1h, mientras que nuestra destilación simple fue del método liquido-liquido con un tiempo de 7 horas, infiriendo en los datos.

## 8.4. Porcentaje recuperación del solvente

Tabla 7: porcentaje recuperación del solvente

MATERIAL VEGETAL	SOLVENTE	VOLUMEN SOLVENTE UTILIZADO (ml)	VOLUMEN FINAL RECUPERADO (ml)	% RENDIMIENTO RECUPERACION SOLVENTE
Limón	Etanol	432	395	93.6%
Mandarina	Etanol	430	394	92.4%

Limón	Ácido Acético	437	405	92.6%
Mandarina	Ácido Acético	435	403	92.6%

Por otro lado en la investigación de (Telenchana, 2017), donde generan aceite esencial de la cascara de naranja señalan un rendimiento de extracción de 24.97% con 100,1 gr de cascara para la primera destilación, 35.86% y 100.4 gr para la segunda destilación y 21.96% y 100.2 gr para la última, en un tiempo de 1 hora. La diferencia en los valores del rendimiento de extracción entre las dos investigaciones va ligada a la cantidad de material vegetal utilizado al momento de la extracción donde se utilizaron 432ml de extracto limón-etanol, 430 ml de extracto mandarina-etanol, 437ml de extracto limón-ácido acético y 435ml de extracto mandarina-ácido acético en un tiempo de 7 horas. La temperatura de destilación es recomendable no aumentar a más de 90°C para evitar que el aceite esencial sufra un proceso de degradación térmica (Cerón Salazar & Cardona Alzate, 2011).

#### 8.4. Determinación de la presencia de limoneno utilizando permanganato de potasio

El aceite esencial fue sometido a una reacción con permanganato de potasio utilizada para distinguir alquenos de alcanos. La prueba arrojó un resultado positivo para presencia de limoneno ya que se observó un notorio cambio de color en la solución de permanganato de potasio, donde pasa de un purpura intenso a un marrón dejando a demás un precipitado turbio insoluble de óxido de manganeso. Esta reacción también se puede observar en la investigación de (Telenchana, 2017), donde utilizan el mismo método cualitativo de determinación de limoneno, obteniendo un resultado positivo, evidenciando el cambio de color y la aparición del precipitado turbio, esto debido a la hidroxidación del limoneno con permanganato de potasio donde se da el rompimiento de los dobles enlaces formando 1, 2-dioles.

#### 8.5. Determinación del pH de las muestras de aceite esencial de limón y mandarina.

Sobre una muestra de cada desengrasante obtenido se procedió a introducir un pH-metro previamente calibrado para medir obtener el rango exacto de pH, arrojando los siguientes datos.

Tabla 8: determinación del pH

MATERIAL VEGETAL	SOLVENTE	Ph
Limón	Etanol	7.7
Mandarina	Etanol	7.4

Limón	Ácido acético	7.0
Mandarina	Ácido acético	7.1

El pH de las muestras varía según el solvente a utilizar, en nuestra investigación se puede evidenciar una diferencia en el rango de pH obtenidos por medio del mismo método y tiempo de extracción, en donde la solución con etanol se acerca al pH indicado para ser un desengrasante más efectivo a la hora de remover grasa (anexo 4), así como lo demuestra (Saso Marquez luis antonio, 2013) en su trabajo donde se obtiene un pH básico utilizando alcohol y un pH ácido con agua destilada, dándole un rol importante a los aditivos que se agregan al momento de hacer el desengrasante.

## 8.6. Evaluación del desengrasante frente a la desinfección de una superficie, a través del conteo de Unidades Formadoras de Colonias (UFC)

### 8.6.1. Veinticuatro (24) horas de incubación

Teniendo en cuenta las siembras que se hicieron con el fin de evaluar la eficiencia de cada desengrasante al momento de ser utilizado como desinfectante y tras las primeras 24 horas de incubación se puede evidenciar una disminución en las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) en las muestras donde se aplicaron los desengrasantes, confirmando la eficiencia de los desengrasantes ecológicos en comparación a los desengrasantes convencionales (anexo 5).

Tabla 9: Datos de incubación respecto a 24 horas por la cuenta colonias.

Medios de cultivos	Desengrasante											
	Limón (e)		Mandarina (e)		Limón (Aa)		Mandarina (Aa)		Tornillo sinfín		Desengrasante de cadena	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Agar Nutritivo	15	9	13	10	16	12	17	14	21	19	23	13
Agar MCconkey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(e) Extracción con Etanol

(Aa) Extracción con Ácido Acético

### 8.6.2. 48 horas de incubación

Teniendo en cuenta las siembras que se hicieron con el fin de evaluar la eficiencia de cada desengrasante al momento de ser utilizado como desinfectante y tras 48 horas de incubación

se puede evidenciar una disminución en las Unidades Formadoras de Colonias UFC en las muestras donde se aplicaron los desengrasantes, afirmando la eficiencia de los desengrasantes ecológicos en comparación a los desengrasantes convencionales (anexo 5).

Tabla 10: Datos de incubación respecto a 48 horas por la cuenta colonias

Medios de cultivos	Desengrasante											
	Limón (e)		Mandarina (e)		Limón (Aa)		Mandarina (Aa)		Tornillo sin fin		Desengrasante de cadena	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
<b>Agar Nutritivo</b>	20	13	19	15	25	20	27	24	25	22	26	15
<b>Agar MCconkey</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(e) Extracción con Etanol

(Aa) Extracción con Ácido Acético

Tabla 11 porcentaje de disminución de UFC tras 24h y 48h

	DESENGRASANTES											
	LIMON (e) 24h	LIMON (e) 48h	MANDARINA (e) 24h	MANDARINA (e) 48h	LIMON (Aa) 24 h	LIMON (Aa) 48h	MANDARINA (Aa) 24h	MANDARINA (Aa) 48h	TORNILLO SIN FIN 24h	TORNILLO SIN FIN 48h	JUSTO Y BUENO 24h	JUSTO Y BUENO 48h
PORCENTAJE DE DISMINUCION UFC (%)	40	35	23,1	21,1	25	20	17,6	11,1	9,5	12	43,4	42,3
TIPO DE AGAR	AGAR NUTRITIVO											

(e) Extracción con Etanol

(Aa) Extracción con Ácido Acético

Obtención % de reducción

Se obtuvo el porcentaje de reducción según la fórmula:

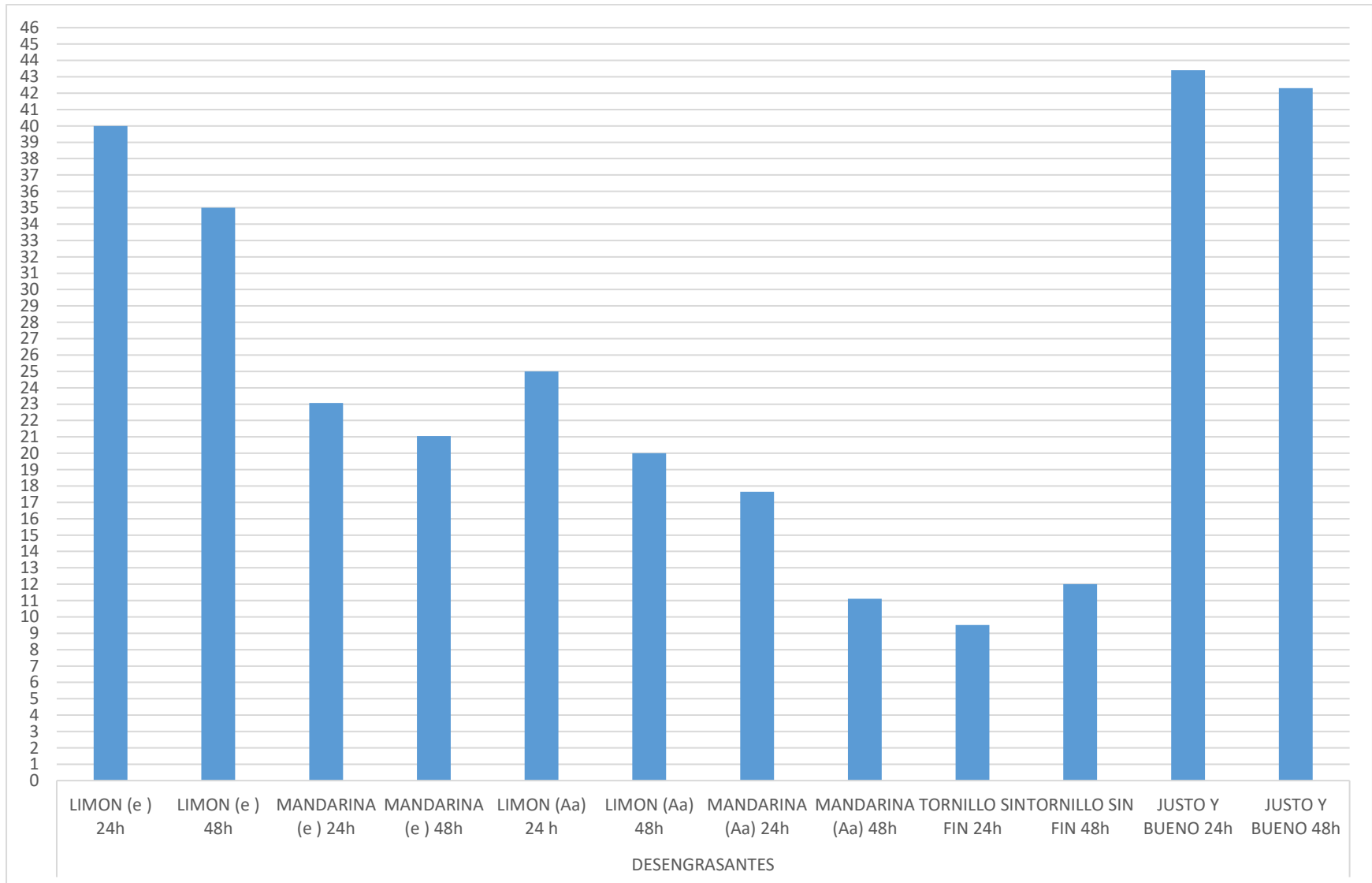
$$a - d = \%R$$

a= número de colonias formadas antes de la aplicación del desengrasante

d= número de colonias formadas después de la aplicación del desengrasante

%R= porcentaje de reducción

*Grafica 1 porcentaje de disminución de UFC*



Para la evaluación de la eficiencia como desinfectante se realizó siembra en Nutritivo para la identificación de Bacterias Gram +, observando un elevado número de colonias presentes en la superficie, Así mismo, se realizó siembra en el Agar MCconkey para el crecimiento selectivo de microorganismos Gram negativos donde no se mostró evidencia de crecimiento ni antes ni después de la aplicación del desengrasante ecológico. Se tomó como referencia el producto de justo y bueno ya que al ser comercial debe tener una efectividad comprobada, se aplicó el desengrasante en la zona de estudio evidenciando una disminución de UFC de aproximadamente 43,4% en un tiempo de incubación de 24h y 42,3% en 48h, esto debido a que este desengrasante está compuesto por productos químicos que aumentan su eficiencia. En nuestra investigación se puede determinar que en las extracciones donde se utilizó etanol como solvente mostro un mayor porcentaje de disminución de UFC entre el 21 y 40 %, frente a las extracciones con ácido acético que muestran porcentajes de disminución entre el 11 y 25%, esto se debe a que el etanol es una sustancia que su acción antimicrobiana es mediante la desnaturalización de las proteínas, permitiendo la ruptura de membranas, inactivando microorganismos rápidamente mientras que el ácido acético tiene una capacidad para disminuir el pH tanto fuera como dentro de la célula, por ende altera el transporte y la integridad de la membrana celular, así como la actividad enzimática llegando a precipitar las proteínas citoplasmáticas. (Herrera, Caballero, Numa, & Torres, 2012).

Los aceites de frutos cítricos han sido evaluados como posibles alternativas a los antimicrobianos, señalando la hidrofobicidad como una de sus características más importantes ya que permite separar los lípidos de la membrana celular bacteriana y así hacerla más permeable. La eficiencia de desinfección de los desengrasantes según (Argote, Suarez, & Perez, 2017), se puede atribuir directamente al limoneno ya que es la sustancia con más concentración encontrada en el aceite. El modo de acción antimicrobiano se debe a la capacidad de penetrar a través de membranas bacterianas, interrumpiendo las propiedades funcionales de esta, infiriendo en el metabolismo celular. La interacción entre las membranas y los aceites esenciales permite la inhibición del crecimiento de algunas bacterias Gram positivas y Gram negativas, ejerciendo un amplio espectro en actividad antimicrobiana.

Por otra parte la naturaleza fenólica de los aceites esenciales también provoca una respuesta antimicrobiana frente a bacterias patógenas; los compuestos fenólicos interrumpen la

membrana celular e inhiben las propiedades funcionales de la célula provocando la muerte celular, de la misma manera los compuestos fenólicos pueden alterar la permeabilidad celular microbiana, dañar las membranas citoplasmáticas, interferir con la energía celular en el sistema de generación de ATP e interrumpir la fuerza motriz de protones, con la permeabilidad alterada de la membrana citoplasmática se puede provocar la muerte celular

### 8.7. Evaluación de los desengrasantes frente a la remoción de grasa en la mano con grasa de carro.

Tabla 12: Evaluación de los desengrasantes antes grasa de carros (anexo 6).

CALIFICACION	DESENGRASANTE					
	Limón (e)	Mandarina (e)	Limón (Aa)	Mandarina (Aa)	Tornillo sin fin	Justo y Bueno
Efectivo						X
Poco Efectivo	X	X				
No efectivo			X	X	X	

(e) Extracción con Etanol

(Aa) Extracción con Ácido Acético

### 8.8. Evaluación de los desengrasantes frente a la remoción de grasa en la mano con aceite vegetal

Tabla 13: Evaluación de desengrasantes frente al aceite vegetal en manos (anexo 7)

CALIFICACION	DESENGRASANTE					
	Limón (e)	Mandarina (e)	Limón (Aa)	Mandarina (Aa)	Tornillo sin fin	Justo y Bueno
Efectivo	X	X				X
Poco Efectivo			X	X		
No efectivo					X	

(e) Extracción con Etanol

(Aa) Extracción con Ácido Acético

## 8.9. Evaluación de los desengrasantes frente a la remoción de aceite vegetal de un plato de vajilla

Tabla 14- Evaluación de los desengrasantes (plato de vajilla) (anexo 8)

CALIFICACION	DESENGRASANTE					
	Limón (e)	Mandarina (e)	Limón (Aa)	Mandarina (Aa)	Tornillo sin fin	Justo y Bueno
Efectivo	X	X				X
Poco Efectivo			X	X		
No efectivo					X	

(e) Extracción con Etanol

(Aa) Extracción con Ácido Acético

Tabla 15 comparación eficiencia remoción de grasa

	Limón (e)	Mandarina (e)	Limón (Aa)	Mandarina (Aa)	Tornillo sin fin	Justo y Bueno
Grasa Carro	2	2	1	1	1	3
Aceite Vegetal (Vajilla)	3	3	2	2	1	3
Aceite Vegetal (Manos)	3	3	2	2	1	3

(e) Extracción con Etanol

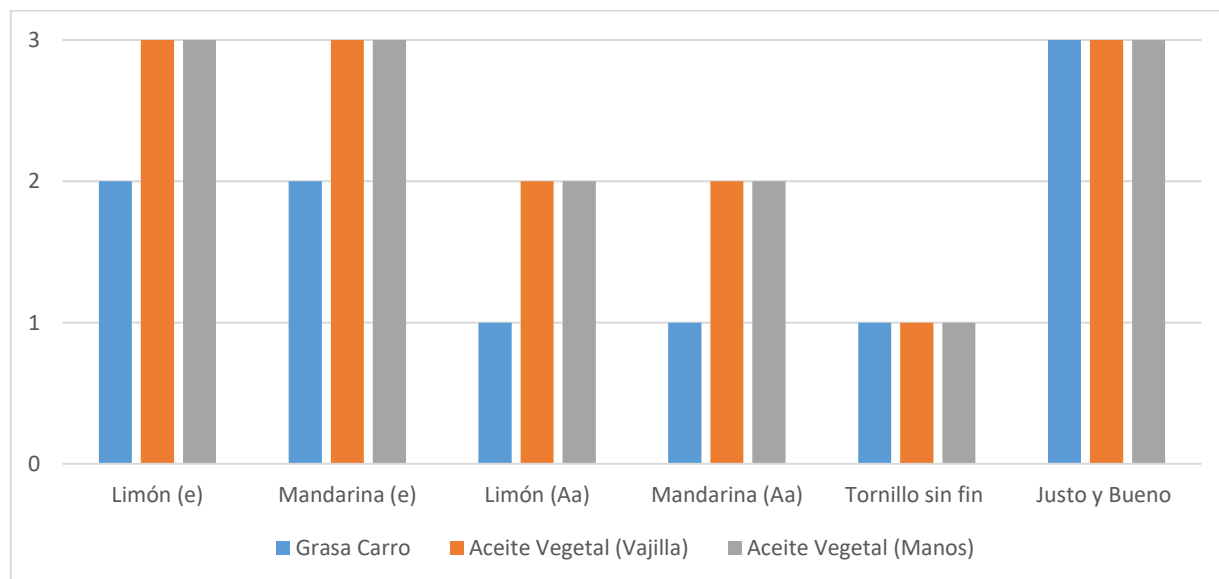
(Aa) Extracción con Ácido Acético

(3) Efectivo

(2) poco efectivo

(1) no efectivo

grafica 2 comparación eficiencia remoción de grasas



(e) Extracción con Etanol

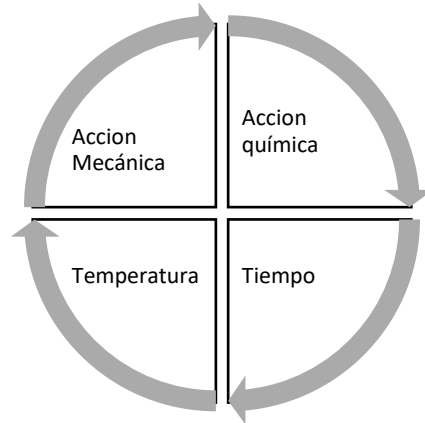
(Aa) Extracción con Ácido Acético

Se toma como referencia el producto de justo y bueno ya que al ser comercial debe tener una efectividad comprobada, reafirmandola al recibir una evaluación efectiva frente a la remoción de aceite vegetal en cualquier superficie y grasa de carro. Los extractos donde se utilizó etanol como solvente muestran una mayor efectividad frente a las extracciones realizadas con ácido acético en remoción de aceite vegetal en las superficies, esto se puede atribuir a la presencia del limoneno, aunque todos los extractos dieron positivo en la prueba de permanganato, las extracciones con ácido acético estuvieron expuestas a temperaturas muy por encima de los 90°C, causando un posible deterioro térmico en el producto, disminuyendo su eficiencia. Los productos no contiene la concentración necesaria de limoneno como para remover grasa de carro considerada como industrial, ya que según (Quiroz, 2009) el desengrasante debe contener limoneno en altas concentraciones para que sea efectivo ante suciedad de tipo industrial.

De manera general el método de actuación del desengrasante se basa en la existencia de un grupo lipofílico o no polar que consta de un hidrocarburo y es soluble en aceites y grasas, y un grupo hidrofílico o polar que es iónico y es soluble en agua. Para eliminar la suciedad las moléculas de desengrasante rodean y emulsifican las gotas de aceite o grasa hasta incluirlas en un envoltura solubilizada llamada micela, la parte lipofílica se disuelve en el aceite mientras que los extremos hidrofílicos quedan en la parte exterior de la gota de aceite dirigidos hacia el agua, de esta manera las gotas de aceite se estabilizan en la solución acuosa y no se fusionan debido a su carga negativa, como el aceite y la grasa ya no se adhieren a la superficie, la suciedad se elimina fácilmente. [referencia bibliográfica ojo](#)

### **8.10. Circulo de Sinner**

La eficiencia en la limpieza también está determinada por otros factores que puede optimizar los resultados, estos factores se representan en el círculo de sinner y son los siguientes



Para una mayor eficiencia, (Zendejas, 2016), en su investigación, enfatiza en la importancia de cada factor mencionado anteriormente para el diseño de un proceso de limpieza. En nuestra investigación se adoptó el uso de las manos como acción mecánica, realizando un movimiento circular con una zabra para eliminar el aceite vegetal de la vajilla, el aceite vegetal de las manos y la grasa de carro en las manos, donde el aceite esencial y los aditivos realiza la acción química, en un tiempo de actuación sobre la superficie de 60 segundos cronometrados a temperatura ambiente.

## 9. CONCLUSIONES

- Los aceites esenciales de los cítricos se extraen de la piel de las frutas frescas, la utilización de estos como agentes antimicrobianos contra bacterias patógenas no solo proporcionan una alternativa de conservante natural, sino que también maximiza el

uso de los recursos existentes y minimiza los efectos adversos de los subproductos en el medio ambiente.

- A partir del método de destilación simple se obtiene el extracto final y al ser mezclado con los aditivos funciona de manera eficiente como desengrasante doméstico.
- La extracción de etanol con limón presenta una mayor efectividad al momento de remover grasas y desinfectar superficies respecto a las otras extracciones obtenidas atribuyendo esto al porcentaje de limoneno presente en la cascara y la acción antiséptica que cumple el etanol
- La actividad antimicrobiana de los aceites esenciales se encuentra relacionada con la composición química, haciendo énfasis especial en el limoneno, su extracción es económicamente sostenible, ya que la cáscara constituye una pérdida para la industria de jugos de frutas
- El tipo de cascara vegetal utilizada no influyo al momento de las pruebas físicas y microbiológicas, ya que las diferencias en los resultados se reflejan según el tipo de solvente utilizado en cada extracción.

## **10. RECOMENDACIONES**

- Los aditivos cumplen con darle una mayor efectividad al desengrasante, por lo que va a ser necesario siempre su incorporación para potenciar la acción de remoción de grasas.

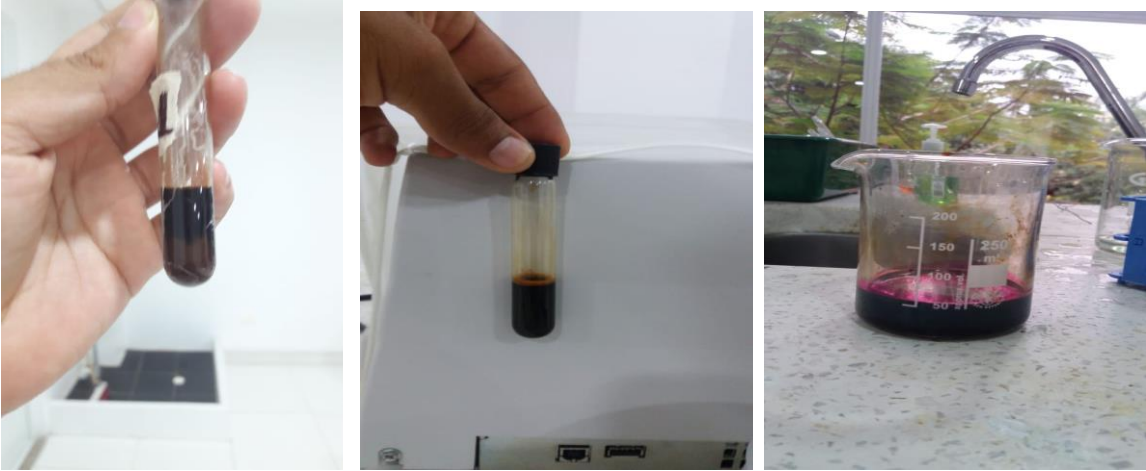
- Mantener una temperatura por debajo de los 100°C al momento de separar la extracción con destilación simple ya que, si se supera esta, puede deteriorar el aceite esencial y disminuir la eficiencia del desengrasante
- El agua que circula por cada de unos de los condensadores debe ahorrarse para esto se utiliza una bomba recirculadora de agua ayudando con el enfriamiento y su recirculación.
- Se recomienda realizar la comprobación por métodos instrumentales como cromatografía de gases de los extractos obtenidos por destilación simple para verificar la presencia de limoneno y elaborar un mejor producto desengrasante.



## 12. ANEXOS

*Anexo 1 preparación del desengrasante*

*Anexo 2 muestras de permanganato de potasio*



*Anexo 3 análisis microbiológico y de superficie*



*Anexo 4 Resultados pH*



Anexo 5 Crecimiento UFC



Anexo 6 prueba con grasa de carro



*Anexo 7 prueba con aceite vegetal en mano*



*Limon y etanol*



*mandarina y etanol*



*Limón y ácido acético*



*mandarina y ácido acético*



*Tornillo sin fin*



*justo y bueno*

*Anexo 8 prueba con aceite vegetal en vajilla*



Limón y etanol



mandarina y etanol



Limón y ácido acético



mandarina y ácido acético



Tornillo sin fin



justo y bueno

## 13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar, C. B., Prado, R. D. M., Castellanos, L., & Silva, C. N. (2016). Características De La Glicerina Generada En La Producción De Biodiesel, Aplicaciones Generales Y Su Uso En El Suelo. *Cultivos Tropicales*, 37(3), 7–14. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4329.2403>
- Albaladejo Meroño, Q. (1999). *El aceite Esencial de Limón Producido en España. Contribución a su Evaluación por Organismos Internacionales*. 295. Recuperado de <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/11059/Albaladejo.pdf;jsessionid=2E0B8EDF9DEE61079819B87432833516.tdx1?sequence=1>
- Alfabiol. (2008). *instructivo metodo hisopo*. 2, 2–3.
- Amaya Andres. (2016). *ASIGNATURAS*.
- Ancillo, M. (2013). *MONOGRAFIAS BOTANICAS DE CITRICUS*.
- Argote, F., Suarez, Z., & Perez, J. (2017). *EVALUACION DE LA CAPACIDAD INHIBITORIA DE ACEITES ESENCIALES EN STAPHYLOCOCCUS AUREUS Y ESCHERICHIA COLI*.
- Barreto, R., Carillo, J., Moreno, J., Serres, G., & Sulbaran, A. (2012). Elaboracion de detergente lavaplatos líquido. *Universidad de los Andes*, 1, 1–36. Recuperado de <http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/marquezronald/wp-content/uploads/PROYECTO-DETERMER.pdf>
- Berrios, M. (2013). *Desarrollo, Consumo, Produccion de Residuos, Impacto Ambiental*. Recuperado de <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal6/Procesosambientales/Impactoambiental/70.pdf>
- Bustos, C. (2009). *La Problematica de los Desechos solidos* (Universidad de los andes). Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1956/195614958006.pdf>
- Castro, A., Natalia, F., Berbel, M., Guillé, M., Pallarés, S., César, M., & Sierra, M. (2006). *Planta De Producción De Ácido Acético*. Recuperado de <http://www.recercat.cat/bitstream/handle/2072/13547/PFC MeCO 1.pdf?sequence=1>
- Cerón Salazar, I., & Cardona Alzate, C. (2011). Evaluación del proceso integral para la obtención de aceite esencial y pectina a partir de cáscara de naranja. *Ingeniería y ciencia*, (13), 65–86.
- Ceruttim, N. (2004). Introduccion a la obtencion de aceites esenciales del limon. *Invenio*, 7(12). Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/877/87701214/>
- Chávez Porras, Á., & Rodríguez González, A. (2016). Aprovechamiento de residuos orgánicos agrícolas y forestales en Iberoamérica. *Academia y Virtualidad*, 9(2), 90–107. <https://doi.org/10.18359/ravi.2004>
- Coronado, M., & Vega, S. (2015). Antioxidantes: Perspectiva actual para la salud humana. *Revista Chilena de Nutricion*, 42(2), 206–212. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014>
- Díaz, C., Arrázola, G., Ortega, F., & Gaviria, J. (2005). GC/ME characterization of essential oil of swinglea lemon ( *Swinglea glutinosa* ). *Temas agrarios*, 10(1), 22–28.
- El Tiempo. (2010, octubre). *quien contamina mas en la industria*. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-524772>
- Elsa, P. M. dos S. (2008). Aprovechamiento de los residuos solidos en Colombia. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85(1), 2071–2079. <https://doi.org/10.1016/j.bbapap.2013.06.007>
- Escobar, M. (2010). *Extracción de compuestos fenólicos de las cáscaras de cítricos producidos en México*. 1–101.
- García Lidón, Á., Del Río Conesa, J. A., Porras Castillo, I., Fuster Soler, M. D., & Ortuño Tomás, A. (2005). *El limón y sus componentes bioactivos*.
- Gil Navarrete, G. (2008). *Exteccion y Caracterizacion del Aceite Esencial de la Mandarina Obtenido de Residuos*

*Agroindustriales* (Universidad Nacional de Colombia). Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v77n162/a10v77n162.pdf>

- Girbes, T., & Jimenez, P. (2008). *Terpenos*.
- Guia de seguridad, E. (2015). 2 6 3 2.
- Gürbilek, N. (2013). 濟無No Title No Title. En *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Herrera, L., Caballero, S., Numa, A., & Torres, H. (2012). Actividad antimicrobiana del acido acetico. *1*.
- Hurtado, A. (2008). *limpieza*.
- Londoño, Sierra, Alvarez, Restrepo, P. (2012). *APROVECHAMIENTO DE LOS SUBPRODUCTOS CITRICOLAS*.
- Lopez Ana. (2006). *DESENGRASANTE ECOLOGICO*.
- Martinez, A. (2003). Aceites Esenciales. *División de Publicaciones UIS*, 180.
- Mateus, D., & Orduz, J. (2015). Mandarina Dancy: una nueva alternativa para la citricultura del piedemonte llanero de Colombia. *Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu*, 16(1), 16. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v16n1/v16n1a10.pdf>
- Medina, A. (2017). *LOS CITRICOS*.
- Núñez Carlos. (2016). *EXTRACCION CON EQUIPO SOXHLET*.
- Ochoa, K. (1997). Producción más limpia. *Boletín El Palmicultor*, 46.
- Passano, P. (2014). UNIVERSIDAD LASALLISTA. *citricus:cultivo, poscosecha e investigacion.*, 345–346.
- Penagos, D. (2014). *Factores que intervienen en la limpieza: El Círculo de Sinner*.
- Quetama, M. (2016). *químico global*.
- Quiroz. (2009a). UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE CÁSCARA DE NARANJA PARA LA PREPARACIÓN DE UN DESENGRASANTE DOMÉSTICO E INDUSTRIAL. *Bifurcations*, 45(1), 1–19. <https://doi.org/10.7202/1016404ar>
- Quiroz, A. (2009b). *utilizacion de residuos de cascara de naranja para preparacion de un desengrasante domestico e industrial*.
- Rodriguez, I. (2010). Tensoactivos. *Tensoactivos*, 1–8.
- RUEDA, Y. (2007). ESTUDIO DEL ACEITE ESENCIAL DE LA CASCARA DE NARANJA DULCE. *BISTUA*, 5(1), 3–8. Recuperado de [http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home\\_10/recursos/general/pag\\_contenido/publicaciones/bistua\\_revista\\_ciencias\\_basica/2007/12082010/rev\\_bistua\\_vol5\\_num1\\_art1.pdf](http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_10/recursos/general/pag_contenido/publicaciones/bistua_revista_ciencias_basica/2007/12082010/rev_bistua_vol5_num1_art1.pdf)
- Saso Marquez luis antonio. (2013). *Diseño de investigacion para formulacion y evaluacion de un desengrasante biodegradable de uso domestico para mitigar la contaminacion de las aguas residuales domiciliarias*.
- Soto, M., & Rosales, M. (2016). Efecto del solvente y de la relación masa/solvente, sobre la extracción de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de extractos de corteza de pinus durangensis y Quercus sideroxylla. *Maderas: Ciencia y Tecnologia*, 18(4), 701–714. <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2016005000061>
- Superintendencia de servicios públicos domiciliarios-SSPD. (2013). Disposición Final de Residuos Sólidos en Colombia 2013. En *Superintendencia de Servicio Públicos Domiciliarios*.
- Telenchana, M. (2017a). *Desarrollo de un desengrasante de manos en espuma a partir de aceite esencial de cortezas de naranja (Citrus spp.) para el Laboratorio Génesis LABGENESIS Cía. Ltda* (Vol. 4).
- Telenchana, M. (2017b). *DESARROLLO DE UN DESENGRASANTE DE MANOS EN ESPUMA A PARTIR DE ACEITE*

*ESENCIAL Y LA CORTEZA DE NARANJA.*

Valencia, M. (2019). Metodos de extracción de aceite esencial de la semilla de Moringa (Moringa oleífera). *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Zendejas, A. (2016). *INFORME DE MONITOREO DEL PROCESO DE LIMPIEZA IN SITU.*