

**ANÁLISIS DEL D-LIMONENO COMO SUSTITUTO DEL NONILFENOL EN PRODUCTOS
POSTCOSECHA.**

PAULA ALEJANDRA SALGADO VELÁSQUEZ

YORDI ALEJANDRO PALACIO

LINA MARIA CHACON RIVERA

UNIVERSIDAD EAN

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA QUÍMICA

BOGOTÁ2022

CONTENIDO

1. RESUMEN EJECUTIVO.....	4
2. INTRODUCCIÓN	5
3. OBJETIVOS.....	7
3.1. <i>Objetivo General</i>	7
3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	7
4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	8
5. JUSTIFICACIÓN.....	9
6. MARCO TEÓRICO.....	11
6.1 Nonil Fenol.....	11
6.2 El Nonil Fenol en el mundo y en América Latina.....	12
6.3 Marco regulatorio.....	13
6.4 D-Limoneno.....	15
7. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS	18
8. ANÁLISIS DE RESTRICCIONES.....	19
8.1. Restricciones Ambientales.....	19
8.2. Restricciones Legales.....	20
8.3. Restricciones Económicas.....	20
8.4. Restricciones Sociales.....	22
8.5. Restricciones de salud y seguridad.....	23
9. COSTOS PRELIMINARES.....	24
9.1 Costos directos	24
9.2 Costos fijos	26
9.3 Costos generales u overhead.....	28
9.4 Capital de trabajo.....	28
10. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO.....	29

11. DISEÑO METODOLÓGICO	31
12. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	33
13. CONCLUSIONES.....	38
14. RECOMENDACIONES	39
15. BIBLIOGRAFÍA.....	40

1. RESUMEN EJECUTIVO.

El uso de tensoactivos, específicamente el Nonil Fenol en soluciones hidratantes y conservantes de flores de postcosecha es sumamente vital, ya que básicamente se requiere reducir la tensión superficial de los tallos de las flores, para que éstas se hidraten y se facilite el suministro de soluciones que permitan inhibir la producción natural de etileno, el cual es una hormona sintetizada por las mismas plantas y es catalogado como el responsable de la senescencia natural de las plantas culminando en la pérdida del valor nutricional y por ende decorativo y comercial de las flores.

El presente proyecto pretende investigar, estudiar y desarrollar la sustitución de la materia prima Nonil Fenol por el producto D-Limoneno, cuya extracción se realiza desde origen natural, ya que constituye entre el 80 al 90% del aceite esencial de las cáscaras de las frutas cítricas, lo cual representa una baja toxicidad para los seres humanos y ecosistemas acuáticos a los cuales pudiera llegar. La industria química ha empezado a utilizar este producto como disolvente biodegradable debido a sus propiedades como monoterpeno, por lo cual se pretende poner a prueba sus características de aceite esencial y su compatibilidad, estabilidad y desempeño dentro de una formulación que sea utilizada como inhibidora de Etileno en flores de postcosecha.

Palabras clave: D-limoneno, Nonilfenol, inhibir, postcosecha, tensión superficial.

2. INTRODUCCIÓN

El Nonilfenol es un compuesto perteneciente a los grupos fenólicos (alquilarilfenoles), tiene una estructura de un fenol unido a átomos de carbono y un grupo hidroxilo, es un líquido viscoso incoloro, y su uso se da mayormente para reducir la tensión superficial a muy bajas dosis, modificando la permeabilidad y vida útil de productos terminados en diferentes industrias como fertilizantes, fungicidas, insecticidas, y soluciones de postcosecha; también es usado en detergentes, estabilizantes y desengrasantes, sin embargo, el Nonilfenol ha sido catalogado como tóxico ya que afecta el sistema endocrino, interfiriendo en el receptor de estrógenos, andrógenos y de la progesterona; también tiene riesgos en las especies acuáticas, principalmente en los peces afectando la fertilidad de estos, por tal motivo entidades regulatorias como la EPA (Environmental protection agency) clasificaron esta sustancia como persistente, bioacumulativa y tóxica para el medio acuático, regulando su permisividad máxima de exposición. Este producto químico se encuentra incluido en la lista del (RFA) RAIN FOREST ALLIANCE de los 103 ingredientes activos restringidos en la formulación de insumos agrícolas.

Por otro lado, el D-limoneno es un terpeno conocido químicamente como Dipenteno, 1-metil-4-(1-metiletetil)-ciclohexano, y se encuentra almacenado principalmente en las cascaras de las frutas cítricas, es un isómero del Limoneno que cuenta con propiedades como solvente hidrocarbúrico que se usa principalmente en las industrias de aseo, alimentos, perfumerías y farmacéuticas debido su olor y sabor cítrico característico, pero también tiene usos en el sector agro ya que puede ser catalogado como tensoactivo, y debido a sus propiedades concedidas por su origen natural, se encuentra clasificado como materia prima ambientalmente sostenible y sin afectaciones a la salud humana.

Con este proyecto se busca analizar el D-limoneno como posible sustituto del Nonilfenol, sometiendo este producto a varios ensayos para verificar su efectividad como tensoactivo,

teniendo en cuenta temperatura, reacciones, concentraciones y estabilidad cuando entre en contacto con las demás materias primas de la formulación de una solución aplicada en la postcosecha para la preservación de las flores.

3. OBJETIVOS.

3.1. *Objetivo General*

- Analizar la posible sustitución del tensoactivo Nonilfenol empleando la sustancia natural biodegradable D-Limoneno, sobre una formulación de una solución preservante de flores de postcosecha.

3.2. *Objetivos Específicos*

- Verificar la compatibilidad de las propiedades fisicoquímicas del D-Limoneno, en mezcla con la formulación preservante de flores.
- Verificar la estabilidad del producto final obtenido con el reemplazo del tensoactivo tóxico por el tensoactivo biodegradable.
- Comparar la reducción de tensión superficial del producto terminado usando Nonil Fenol y usando D-Limoneno.

4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

El Nonilfenol ha sido catalogado en la RACH como tóxico ya que afecta el sistema endocrino, interfiriendo en el receptor de estrógenos, andrógenos y de la progesterona, representando graves riesgos no solo en humanos sino también en la totalidad de vida acuática, principalmente en los peces afectando la fertilidad de estos, por esta razón, en distintas partes el mundo se ha venido evaluando su impacto socioambiental, cuyas consecuencias se observan en regulaciones y en algunos casos prohibiciones en cuanto al uso de este químico en ciertas industrias que lo emplean como materia prima.

En Colombia, este químico hace parte de la formulación de productos de limpieza, alimentos y en el sector de la agroindustria específicamente como lo son las soluciones aplicadas en postcosecha para preservar la vida de las flores de tipo exportación. Dada la regulación del Nonilfenol en distintas partes del mundo, es necesaria la sustitución de este compuesto, ya que se debe priorizar la seguridad ambiental y la salud siguiendo la normatividad Colombianas, ya que se está estudiando la posibilidad de prohibir dicho compuesto, como lo hace saber la secretaria general de la comunidad Andina en el informe de la segunda reunión del grupo de expertos gubernamentales para la armonización de legislaciones sanitarias (Sanidad humana), tema que aún no ha sido finalizado, pero se espera una acción que beneficie al país.

5. JUSTIFICACIÓN.

La investigación llevada a cabo en el presente proyecto se enfoca en la sustitución del tensoactivo Nonilfenol (C₁₅H₂₄) enfocados principalmente en la industria agrícola como materia prima fundamental en la formulación de soluciones preservantes que son dosificadas específicamente en el proceso exportación de flores (Productos postcosecha). Países con extrema cercanía a Colombia como lo es Panamá, en el año 2014 emitió restricciones uso para esta materia prima basándose específicamente en su alta toxicidad y afectación a el medio acuático y la salud humana, lo cual afectó negativamente la producción y comercialización de todos aquellos productos de limpieza y cosméticos que lo contienen, debido a su alto riesgo de manipulación y baja degradación en el medio ambiente, al día de hoy estas restricciones han evolucionado en normativas encargadas de indicar que no es permitido el uso y comercialización de los insumos que contienen esta sustancia; de igual forma, en Europa se ha trabajado en la construcción de una regulación en cuanto al uso de este, donde se debe solicitar una autorización REACH (Registration, Evaluation, and Restriction of Chemicals) de la Unión Europea, y SNUR, regla del nuevo uso significativo de la EPA, y así de esta manera garantizar la seguridad química para proteger la salud humana y del ambiente de los pocos procesos que aún no sacan el Nonilfenol de sus procesos de producción.

En Colombia aun este tipo de regulaciones no se han comenzado a construir, sin embargo, es solo cuestión de tiempo para el surgimiento de restricciones en el tema, ya que la Comisión Andina publicó un informe en el 2021, donde uno de sus puntos a evaluar es la prohibición de dicha materia prima contenida en algunos productos, teniendo en cuenta esto, es necesario realizar prácticas que minimicen los riesgos a la salud y prevengan la contaminación causada por este agente. Por tal motivo este proyecto busca reemplazar el Nonilfenol con un producto natural y que no presente riesgos en la manipulación, este nuevo producto será el D-limoneno y

el reemplazó se realizará siguiendo el decreto nacional 1630 de 2021 donde se detalla la gestión integral de las sustancias químicas de uso industrial, de esta manera entregar un producto final efectivo que beneficie a todas las partes interesadas desde el cambio de formulación hasta el consumidor final de flores en el exterior, sin alteraciones en los productos postcosecha sin riesgo en la salud humana y afectaciones medio ambientales.

6. MARCO TEÓRICO.

6.1 Nonil Fenol

La materia prima Nonil Fenol tiene su origen en la familia de compuestos orgánicos conocidos como alquifenoles (Unión de grupos Alquilo a Fenoles) los cuales son utilizados para la producción de una gran variedad de productos tensoactivos o surfactantes que son sustancias químicas con propiedades de reducir la tensión superficial que existe entre la solución que lo contiene y la superficie con la que entra en contacto.

Es común encontrar Nonilfenol a diferentes concentraciones molares en el mercado industrial, esto debido a la etoxilación que fue sometido y la es realizada comúnmente con óxido de etileno, esta concentración molar básicamente da indicios acerca de la solubilidad del producto en solución acuosa, la cual entre mayor sea, más alta será su solubilidad, lo cual es una clara ventaja cuando en medio de un proceso industrial se requiere bajar en gran medida la tensión superficial y utilizan bajas dosis del producto favoreciendo directamente la economía del trabajo.

Otras de las ventajas que se le atribuyen a este producto son sus propiedades como estabilizante en las soluciones donde es dosificado, ya que también es catalogado como humectante lo cual mantiene en solución verdadera el producto en que este disuelto, evitando así separaciones de fase o formación de coágulos y/o precipitados.

Su gran eficacia en la reducción de tensión superficial hace que esta materia prima este presente en productos terminados utilizados como detergentes para facilitar la remoción de la suciedad o en productos desengrasantes y así potenciar la acción de eliminación de la grasa la cual se dificulta cuando se realiza en medio acuoso.

Sin embargo, a pesar de las prestigiosas ventajas funcionales con las que cuenta este producto, es un compuesto altamente tóxico, al ser catalogado como un agente disruptor del sistema endocrino, lo cual se traduce en la alteración hormonal del individuo afectado, con alteraciones negativas del sistema reproductivo, desarrollo genital y en ocasiones desarrollo de cáncer.

Los efectos negativos de este producto no solo se centran al contacto con humanos, sus características de origen orgánico y por tanto con acción hidrofóbica, conllevan a que su biodegradabilidad sea demasiado baja y su bioacumulación muy alta, es por esto que los descontrolados vertimientos que se realizan de aguas contaminados con este producto y finalmente tienen contacto con fuentes hídricas, tienen consecuencias negativas relacionadas con la reproducción de la fauna acuática y su gran permanencia en algas.

El Nonilfenol

6.2 El Nonil Fenol en el mundo y en América Latina

Debido a las preocupaciones y los hallazgos mencionados anteriormente, se produjeron algunas limitaciones y restricciones en la fabricación de productos terminados los cuales dentro de su proceso industrial implique la adición de compuestos de Nonilfenol, como es el caso de Europa, el cual mediante un marco legislativo, específicamente la Directiva 2003/53/CE, decretó la restricción a la venta de formulaciones cuya composición reporte una cantidad mayor a 0.1% p/p de este tensoactivo, sin embargo, esta no ha sido la única limitación llevada a cabo por la Unión Europea en su intento por frenar la contaminación fluvial causada por este agente, también pusieron en marcha el ingreso del Nonil Fenol en el listado de las sustancias catalogadas como prioritarias en el ámbito de la política del agua, lo cual se encuentra especificado en el documento de la Directiva 2000/60/CE redactado por la Unión Europea.

Esta delimitación comercial, se ha encargado de crear una reacción en cadena con efectos a nivel mundial, uno de los primeros actores en iniciar acciones de restricción es Argentina, en donde algunas de sus provincias lanzaron alertas de prohibición para el uso de sustancias empleadas en la agroindustria mediante los documentos consignados en las ordenanzas N.º 965 y 5531, específicamente productos coadyuvantes y formulaciones aceleradoras en cultivos agroquímicos que entre su composición se encuentre Nonilfenol, lo cual acarrea un gran inconveniente para la cadena productiva del sector Agro, ya que el uso de tensoactivos en los agroquímicos cumple la función de reducir la tensión superficial de los conductos vasculares en las plantas, garantizando así que todos los ingredientes activos que se les pretende adicionar lleguen a su punto de destino en las flores, ya sean hojas, talles, raíces, pétalos, etc.

6.3 Marco regulatorio

A continuación, se referencian las normativas establecidas a nivel mundial respecto a las restricciones establecidas en cuanto al uso del Nonil Fenol:

RESOLUCIÓN 1436 DE 2014 PANAMÁ: El ministerio de salud de Panamá, prohíbe el uso y comercialización de detergentes, desinfectantes, jabones y demás productos de limpieza, en la industria de alimentos que contengan Nonilfenol.

REGLAMENTO (CE) No 1223/2009 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO: Sobre los productos cosméticos, la unión europea ha divulgado en una lista los productos que se han controlado para la fabricación de productos de belleza con el fin de lograr un mercado para los productos cosméticos que garanticen la protección de la salud humana, así mismo proteger el medioambiente, esta lista donde está incluido el Nonilfenol tiene como objetivo que

las sustancias allí mencionadas sean usadas de manera mínima y responsable para evitar riesgos a la salud humana.

El Reglamento (CE) N.º 1907/2006 REACH: El reglamento REACH que tiene como función mejorar la protección para la salud humana y el medio ambiente frente al riesgo de la fabricación, comercialización y uso de sustancias químicas, por tal motivo se incluyó el Nonilfenol, junto a otras sustancias en la lista que prohíbe el uso de estos compuestos en Europa desde el 2021, sin embargo, las industrias que deseen continuar con su uso, debe solicitar una autorización de la REACH, presentando un análisis socioeconómico, evaluación del impacto de su producto en el medio ambiente y se debe ser responsable de la muestra de la existencia de los efectos y su nivel de aplicación, para así un ente asignado analice dicha demostración y posteriormente autorice su uso.

Ley 2811 de 1974: Establece la prevención y control de las emergencias ambientales por sustancias químicas que afecten el ambiente y los recursos naturales. Establece los roles de cada integrante en la cadena de producción, distribución y uso para tener en cuenta los riesgos de cada sustancia y actuar de manera que los efectos no deseados se propaguen.

Ley 1252 de 2008: Tiene como objeto el cuidado de la salud humana y preservación de los recursos naturales mediante regulaciones que minimicen la generación de residuos peligrosos mediante tecnologías ambientales limpias.

“Implementar estrategias y acciones para sustituir los procesos de producción contaminantes por procesos limpios, inducir la innovación o reconversión tecnológica, las buenas prácticas de manufactura o la transferencia de tecnologías apropiadas, formar los recursos humanos especializados de apoyo, estudiar y aplicar los instrumentos económicos adecuados a las condiciones nacionales, para inducir al cambio en los procesos productivos y en los patrones de consumo”.

Decreto 1630 de 2021: Adopta medidas para la gestión integral de sustancias químicas de uso industrial en el proceso de producción, importación, uso, comercialización, distribución y transporte, también contempla las obligaciones de los involucrados con la manipulación de las sustancias químicas como los importadores, fabricantes, comercializadores, distribuidores, transportadores y usuarios que deben implementar acciones para la reducción y manejo del riesgo en la manipulación de las sustancias con alto riesgo. Adicionalmente menciona la obligación del Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible y al Ministerio de salud establecer mecanismos de identificación de los contaminantes generados por las sustancias químicas y monitorear los efectos sobre la salud y el medio ambiente.

6.4 D-Limoneno

El D-Limoneno, también conocido como Dipenteno, 1-metil-4-(1-metiletenil)-ciclohexano es un isómero óptico del limoneno, sustancia establecida entre los compuestos orgánicos llamados Terpenos, el cual se encuentra y es extraído de las cascaras de las frutas cítricas como lo son la naranja, el limón, etc. y es responsable del olor tan característico que presentan dichos frutos.

Los terpenos son los componentes básicos de los aceites esenciales que reposan en las cáscaras de los frutos ya mencionados, lo cual les confiere propiedades humectantes y biodispersantes que pueden llegar a ser aprovechadas para reducir la tensión superficial y ser el sustituto en este caso del Nonilfenol.

El origen natural que caracteriza este compuesto, lo cataloga como una sustancia biodegradable y totalmente amigable con el medio ambiente, en la actualidad es utilizado como desengrasante por la industria que fabrica detergentes, lo cual les confiere a sus productos la característica de no contaminar cauces fluviales con los que entran en contacto luego de su vertimiento, lo cual

en tiempos pasados acarrea grandes inconvenientes a las entidades reguladoras del medio ambiente.

Otro uso que se le confiere actualmente a este prometedor producto es el de solvente en la industria de las pinturas, quienes aprovechan sus propiedades como dispersante obteniendo así emulsiones más homogéneas, lo que garantiza mayor estabilidad en estantería y una mejor aplicación final del producto terminado.

Las propiedades con las que cuenta este producto natural satisfacen en gran medida las expectativas que se tienen de sustituir el Nonil Fenol en la formulación preservante de postcosecha, algunos de los inconvenientes con los que se toparía el equipo investigador se deberían al mismo origen natural con el que cuenta este compuesto, ya que estas sustancias tienden a ser muy volátiles y presentan susceptibilidad por reacciones de fotosensibilidad, lo cual puede conllevar a que se descompongan con facilidad, sin embargo, todas estas desventajas expuestas pueden contrarrestarse con una correcta manipulación del producto, garantizando no prolongar la apertura de los envases originales que lo contengan y realizar su mantenimiento mediante frascos con cobertura ámbar que sirva de barrera hacia el contacto directo con la luz y así garantizar su estabilidad hasta que se encuentre en mezcla con el producto terminado.

La extracción del Limoneno se puede dar de diferentes formas como los son: Presión en frío, destilación por arrastre con vapor de agua o solventes volátiles; sin embargo, es más común usar el método de destilación con vapor de agua ya que hace la extracción más eficiente y con un alto rendimiento, evitando contaminaciones muy altas ya que no requiere de tecnologías avanzadas o de otra sustancia adicional que pueda alterar la concentración del ingrediente de interés; este método consiste en someter pequeños fragmentos de la cascara del cítrico a un fluido de vapor de agua sobrecalentado donde la esencia es conducida hasta ser condensada para proceder con la separación de la fracción de agua y obtener el D-limoneno con una pureza mayor al 95%,

siendo una de las ventajas más grandes de esta sustancia ya que no acarrea toxicidad en su manipulación.

La tensión superficial del D-limoneno se encontró en un estudio realizado por estudiantes de Ingeniería química de la Universidad de Antioquia en el 2021, donde se encuentran las siguientes propiedades.

Tabla No.1 Propiedades del D-Limoneno

PROPIEDADES	
Temperatura de ebullición	177,5°C
Temperatura critica	379,9°C
Presión Critica	28 bar
Volumen critico	0,484 m ³ /mol
Densidad	0,8411 g/cc
Viscosidad	0,923 cP
Reducción tensión superficial	26 dyn/cm

Fuente: Facultad de ingeniería, Universidad de Antioquia 2021

7. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

De la mano con el objetivo principal del proyecto, la sustancia de extracción natural y biodegradable que se pretende utilizar (D-Limoneno), al encontrarse en mezcla con los demás componentes de la solución postcosecha, no debe alterar las propiedades fisicoquímicas del producto terminado, ya que en el uso final podría provocar efectos adversos a los esperados con estas soluciones y disminuir el tiempo de vida floral.

Algunas de los parámetros de diseño a verificar en el producto final son:

- Solución translúcida: El producto final debe conservar una apariencia translúcida libre de precipitados y/o sólidos en suspensión, ya que la presencia de turbidez o cualquier tipo de flog en el producto, podrá ocasionar el taponamiento de los tejidos vasculares de la planta, lo cual ocasionará que no se puedan hidratar acelerando así su senescencia.
- Rango de pH 4-5: El rango de pH en el producto final es otro aspecto importante una vez se lleve a cabo el reemplazo del tensoactivo, ya que un valor de pH por debajo de 4 podría originar una quemazón de tallos en los floreros en donde sea aplicada esta solución, y un valor de pH superior a 5 será una condición más favorable para el desarrollo de microorganismos en el agua del florero generando así una intoxicación.
- Reducción de tensión superficial igual o menor a 38 dynas/cm: El producto terminado ya cuenta con un análisis de reducción de tensión superficial, cuyo valor se encuentra en 38 dynas/cm en solución al 1%, por lo cual, la nueva materia prima biodegradable, deberá contar con una reducción de tensión superficial igual o menor a 38 dynas/cm en caso de que está sea mayor, no favorecerá a la absorción de la solución y sus componentes activos por medio de los tejidos vasculares de las plantas, si la reducción de tensión termina siendo menor a la actual, se disminuirá la dosis de la sustancia natural lo cual se verá reflejado en los costos finales de producción.

8. ANÁLISIS DE RESTRICCIONES

8.1. Restricciones Ambientales

Teniendo en cuenta el enfoque del proyecto, las restricciones ambientales tienen como prioridad la no degeneración de los ecosistemas y las especies que habitan en estos, siguiendo las leyes ambientales y bienestar de las especies y sus hábitats, se comprende que en el estudio de este proyecto se tiene en cuenta las implicaciones iniciales y finales y unas de las leyes a seguir son:

Ley 1252 de 2008: Cuidar de la salud humana y preservación de los recursos naturales mediante regulaciones que minimicen la generación de residuos peligrosos mediante tecnologías ambientales limpias.

“Implementar estrategias y acciones para sustituir los procesos de producción contaminantes por procesos limpios, inducir la innovación o reconversión tecnológica, las buenas prácticas de manufactura o la transferencia de tecnologías apropiadas, formar los recursos humanos especializados de apoyo, estudiar y aplicar los instrumentos económicos adecuados a las condiciones nacionales, para inducir al cambio en los procesos productivos y en los patrones de consumo”.

Decreto 1449 de 1977: No incorporar en las aguas cuerpos o sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, tales como basuras, desechos, desperdicios o cualquier sustancia tóxica, o lavar en ellas utensilios, empaques o envases que los contengan o hayan contenido.

8.2. Restricciones Legales.

Actualmente el Limoneno no tiene restricciones de uso en Colombia, sin embargo, es necesario tener en cuenta su hoja de seguridad ya que un manejo inadecuado de la sustancia puede llegar a ser perjudicial para la salud humana y puede tener efectos adversos en el medio ambiente.

En Europa en países como España se ha dado un límite de exposición profesional para el D – limoneno como se presenta en la imagen.

ilustración 1. Valores límites de aplicación del D-Limoneno en España

N° CE	N° CAS	AGENTE QUÍMICO (año de incorporación o de actualización)	VALORES LÍMITE		NOTAS	INDICACIONES DE PELIGRO (H)
			VLA-ED® ppm	mg/m ³		
227-813-5	5989-27-5	d-Limoneno (2018)	30	168	Sen, vía dérmica	226-315-317-304-400-412

8.3. Restricciones Económicas.

La elaboración del análisis de eficiencia del producto se llevará a cabo con un presupuesto inicial de alrededor de \$500.000 COP, siendo su destinación de la siguiente manera:

Tabla No.2 Estimación presupuesto económico.

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	COSTO	CANTIDAD
Materia prima	D-Limoneno	\$82,000 COP	100ml
	<ul style="list-style-type: none">Embudo de decantaciónBeaker (vidrio y plástico)	\$0 (Se dará uso a los instrumentos disponibles en	*Según criterio de los estudiantes y la cantidad

Insumos y equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Barra magnética de agitación. • Balanzas. • Medido de PH. • Agua • Luz 	los laboratorios de la universidad EAN).	de experimentos realizados.
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Compra de materia prima y movilizaciones al laboratorio. 	\$150,000 COP	15 días.
Otros	<ul style="list-style-type: none"> • Compras necesarias para las pruebas de análisis. 	Criterio de los investigadores.	15 días.

Fuente: Autores

En el análisis de restricción de costos se estiman los costos asociados a la investigación, de acuerdo a esto no se tendrán en cuenta costos de mano de obra, gastos de energía, agua e insumos de laboratorio, debidos que serán realizados en instalaciones de la universidad EAN y por los estudiantes.

*El tiempo estimado máximo para los ensayos en laboratorio es de 15 días, puede tardar menos si es exitoso en un tiempo menor.

8.4. Restricciones Sociales.

Los cultivos de cítricos están presentes en alrededor de 97000 hectáreas distribuidas por el territorio Colombiano (Agrosavia 2022), de acuerdo a esto y con el fin de preservar el territorio y las familias que son parte de esta actividad económica, se tiene en cuenta que para la obtención de la materia prima utilizada se deberá hacer un estudio de impactos, para evitar riesgos sociales por la alta demanda de este insumo y riesgos tipo ambientales como degradación de suelos por medio de plaguicidas que se demostró que su tiene implicaciones en el medio ambiente y en los ecosistemas al minimizar la diversidad biológica, en especial por medio de la reducción de la existencia de insectos, que acostumbran ser recursos relevantes de la cadena alimentaria, además, la salud humana puede verse perjudicada por el contacto directo o indirecto con los plaguicidas. Se investiga, tanto nacional como mundial, varios sistemas para minimizar la necesidad del uso de plaguicidas, en especial la batalla incorporada contra las plagas, la agricultura ecológica o, en algunas ocasiones, los cultivos modificados genéticamente. Los procesos de degradación del suelo, como la contaminación química tienen la posibilidad de privar al suelo de su capacidad para hacer sus primordiales funcionalidades.

En este proyecto se tendrá en cuenta el no uso de materias primas provenientes de cultivos que tengan microorganismos modificados genéticamente y que contribuyen a las grandes contaminaciones del suelo y agua, para asegurar la protección del ecosistema en todo el ciclo de vida del producto a utilizar, y teniendo en cuenta la huella hídrica verde, azul y gris en los cultivos.

8.5. Restricciones de salud y seguridad.

Las restricciones de uso del D-limoneno según su hoja de seguridad.

Salud:

- Límite de exposición máximo: 20ppm, 110mg/m³.
- Riesgos en el embarazo: Grupo C, no existen estudios de riesgos en el embarazo.
- Riesgo de inhalación: No hay indicaciones en la velocidad a la que se llega a su concentración nociva en el aire a 20°C.
- Efectos de exposición de corta duración: Irritación leve en piel y ojos.
- Efectos de exposición prolongada o repetida: El contacto prolongado o repetido de la sustancia oxidada puede causar sensibilización en la piel.

Seguridad:

- Inflamable
- Explosión a más de 48°C
- Almacenamiento: Controlado aprueba de incendios, sin acceso a desagües o alcantarillas, separado de oxidantes fuertes.
- Puede ser dañino para el medio acuático.
- Etiqueta: Nocivo, Irritante, R: 10-38-43-50/53, S: (2)-24-37-60-61

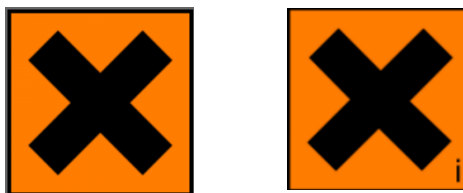


Ilustración 2. Etiquetas de seguridad

9. COSTOS PRELIMINARES.

9.1 Costos directos

Los costos directos del presente proyecto se obtienen en la medida que se fija el alcance del mismo, debido a que la magnitud únicamente abarcará la elaboración de prototipos a escala del producto final con el reemplazo del tensoactivo biodegradable, se llevará a cabo un costeo preliminar de las cantidades requeridas para preparar 1 litro de muestra, con lo cual, se producirán 4 lotes de 250 mL que permitan al equipo investigador identificar aspectos de mejora en la producción del producto, o bien sea ajustar variables fisicoquímicas con lo pueden llegar a ser la densidad, pH, etc.

Tabla No.3 Especificaciones generales de la producción a escala

Lotes piloto a producir	4
Volumen de los lotes (mL)	250
Fabricantes	2
Tiempo estimado de producción (horas)	4

Fuente: Autores

Para iniciar con el costeo de las materias primas requeridas, se procede inicialmente con la formulación estimada base para preparar el producto final; se debe tener en cuenta que esta formulación puede llegar a variar debido a las condiciones que puedan identificarse durante la preparación y puedan llegar a afectar la apariencia final de la mezcla:

Tabla No.4 Propuesta inicial de formulación (Fórmula base)

Materia prima	Cantidad estimada para preparar 1 litro (%)
Sal de plata	0,50 - 0,70
Acomplejante de plata	4,50 - 5,50
Secuestrante de oxígeno	0,75 - 0,95
Bactericidad	0,03 - 0,06
TENSOACTIVO	0,20 - 0,50
Solvente (Agua)	85,0 - 95,0

Fuente: Autores

De acuerdo con las materias primas especificadas en la formulación, se procedió a realizar un costeo de los productos allí especificados, este coste inicial se realizó consultando las materias primas en internet e identificando los proveedores situados en Bogotá para contar con una mayor facilidad en el transporte y adquisición de cada producto.

Tabla No.5 Costeo preliminar de las materias primas

Materia prima	Proveedor	Presentación ofertada (g)	Costo (COP)
Sal de plata	Innovating Science	10 g	\$ 420.720,00
Acomplejante de plata	Hach	10 Kg	\$ 23.500,00
Secuestrante de oxígeno	Panreac	1 Kg	\$ 68.000,00
Bactericidad	PQP	1 Lt	\$ 16.700,00
TENSOACTIVO BIODEGRADABLE	Materias primas & Derivados S.A.S	100 mL	\$ 82.000,00
Solvente (Agua)	Detercol S.A	20 Lt	\$ 36.000,00
TOTAL			\$ 646.920,00

Fuente: Autores

Realizando la sumatoria de los costos ofertados por cada proveedor se puede obtener un valor aproximado al costo de las materias necesarias en la preparación del prototipo, es importante tener en cuenta que algunos proveedores realizan el envío de muestras sin valor comercial de cada producto, lo cual serviría para la preparación del prototipo y disminuiría el costo de estos productos.

9.2 Costos fijos

Los costos fijos implicados en la preparación del prototipo se desglosan en las instalaciones, equipos y materiales que serán utilizadas para llevar a cabo la preparación, junto con los costos de operación de estos mismos, además se deben tener en cuenta los honorarios por reconocer a los dos investigadores que se encargarán de realizar la preparación de los prototipos del producto terminado.

Se pretende utilizar las instalaciones de los Laboratorios Alfonso Crissien de la Universidad EAN ubicados en la calle 74 No. 9-47 de la ciudad de Bogotá, allí los instrumentos a utilizar en la preparación de los prototipos incluyen un embudo de decantación, un beaker de vidrio para capacidad de 500 mL, una barra magnética de agitación, y un beaker plástico para dosificar las materias primas a medida que cursa la preparación. A continuación, se presenta un costeo realizado para estos instrumentos de laboratorio, los cuales al igual que el espacio destinado para para la preparación, la universidad por medio de una solicitud previa se encarga de gestionar el préstamo de las mismos.

Tabla No.6 Costeo preliminar de los instrumentos de Laboratorio necesarios.

Instrumento	Proveedor	Costo (COP)
Embudo de separación - Capacidad 1000 mL	Instrumentalia	\$ 142.900,00
Beaker en vidrio - Capacidad 500 mL	OneLab	\$ 14.500,00
Barra de agitación magnética	Blamis	\$ 9.800,00
Beaker en plástico - Capacidad 250 mL	Keck	\$ 4.000,00
TOTAL		\$ 171.200,00

Fuente: Autores

Los equipos de laboratorio a utilizar que demandan un consumo de energía y que pueden llegar a atribuirse como costos fijos de la preparación, son una balanza analítica para realizar el pesaje y los ajustes necesarios en las cantidades de las materias primas a dosificar, la plancha de agitación magnética para agitar la mezcla y realizar la disolución de los sólidos y un multiparámetro con el que se espera medir el pH del producto terminado, propiedad de alta importancia para asegurar la estabilidad en el tiempo del producto.

Tabla No.7 Costeo preliminar de los equipos de Laboratorio a utilizar.

Equipo	Características energéticas de operación	Costo (COP)
Agitador magnético	180 W / 220 V	\$ 1.375.000,00
Medidor multiparamétrico (Oxímetro, Conductímetro, pH y Temperatura)	Baterías 6x AAA	\$ 5.795.000,00
Balanza de Analítica Pioneer Capacidad 220 g x 0,1 mg	100 – 240V	\$ 13.150.000,00

Fuente: Autores

Según la página oficial de Enel Colombia, costo promedio de facturación de la energía destinada para atender la demanda del consumo residencial y pequeños negocios en el mes de octubre correspondió a 275.04 COP/kWh, con lo cual se procedió a realizar un cálculo estimado del costo energético para las 4 horas en las que se pretenden realizar la producción:

Tabla No.8 Costo energético de operación.

1kWh	1000V
0,22	kWh
\$ 61	COP
TOTAL OPERACIÓN (COP)	\$ 484,00

Fuente: Autores

9.3 Costos generales u overhead

La elaboración del prototipo estará a cargo de los dos investigadores que se encuentran desarrollando el presente proyecto, por lo cual en base al monto del Salario Mínimo Legal Vigente (SLMV) en Colombia para el año 2022, se procedió a calcular el costo de 1 día de trabajo para los dos investigadores al momento de realizar la preparación del producto:

Tabla No.9 Costo mano de obra diaria

Especificación	Mes (COP)	Día (COP)	2 Investigadores
Salario	\$ 1.000.000,00	\$ 33.333,33	\$ 66.666,67
Subsidio de transporte	\$ 117.172,00	\$ 3.905,73	\$ 7.811,47
Aporte a fondo voluntario de pensiones	\$ 260.000,00	\$ 8.666,67	\$ 17.333,33
Salud obligatoria	\$ 40.000,00	\$ 1.333,33	\$ 2.666,67
Pensión obligatoria	\$ 40.000,00	\$ 1.333,33	\$ 2.666,67
TOTAL			\$ 97.144,80

Fuente: Autores

9.4 Capital de trabajo

Una vez se tienen a disposición los diferentes valores preliminares necesarios para la producción del producto, se realizó la suma de los costeos primordiales en la preparación, incluyendo, adquisición de materias primas, compra de materiales de laboratorio, pago del costo energético de operación y los honorarios de los dos investigadores a cargo, obteniendo un costo preliminar de \$915.750 COP, para lo cual se debería realizar la consecución inicial de un monto cercano a \$1'000.000 COP aproximadamente como capital de trabajo para esta fase preliminar de análisis de costos

10. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO.

Para este análisis se realiza la clasificación de beneficios para el d-limoneno:

- a. Reducción de la contaminación de agua. **Beneficio**
- b. Aumento en la demanda de la materia prima (Aceite). **Costo**
- c. Reducción en la afectación de la salud humana. **Beneficio**
- d. Disminución en el riesgo para las especies acuáticas. **Beneficio**
- e. Aumento en el costo del producto final. **Beneficio Negativo**
- f. Disminución De ingresos de las empresas distribuidoras de Nonilfenol. **Beneficio negativo**

El instituto Nacional de la salud indica que en Colombia ocurren alrededor de 17000 muertes por exposición al agua contaminada, teniendo un costo anual de aproximadamente 12 billones de pesos entre salud y servicios como tratamiento de agua. Por otro lado, en Colombia existen más de 1500 especies acuáticas las cuales es necesaria la preservación por ser parte del desarrollo ambiental y social por su papel importante en la alimentación humana.

Teniendo en cuenta estos costos se realiza el análisis de costo-beneficio para el Nonilfenol y el D-limoneno, con un consumo diario de 50ml por producto.

Tabla No.10 Comparación de Inversión mensual

	Nonilfenol	D-Limoneno
Costo Producto	\$ 660,000 COP	\$ 1'230,000 COP
Gatos (O y M)	\$ 3'099,980 COP	\$ 3'099,980 COP
Total	\$ 3'759,980 COP	\$ 4'329,980 COP

Fuente: Autores

Teniendo en cuenta La información anteriormente registrada, se puede concluir que el precio del nuevo tensoactivo D-Limoneo es superior por \$570000 COP mensuales, sin embargo, el beneficio de este radica en reducción de costos por parte de la salud de las personas que entren en contacto con el producto, de igual manera, la reducción de costos de inversión para el tratamiento de recursos hídricos contaminados por químicos bioacumulativos como el nonilfenol.

11. DISEÑO METODOLÓGICO

Para someter a prueba la interacción del producto preservante preparado con dosificación de D-Limoneno, se procedió con el desarrollo y montaje de 3 diferentes muestras de floreros, cada una con tres especies de florales diferentes, esto con el objeto de comparar el comportamiento de cada muestra en su composición con los 2 distintos surfactantes (D-limoneno y Nonilfenol) según corresponde, y un tercer florero únicamente con contenido de agua de acueducto de la ciudad de Bogotá, simulando una situación habitual en el hogar:

INTRUMENTOS:

- a. 3 montajes de floreros.
- b. 3 muestras idénticas con distintas especies de flores.
(Rosas, Lirios y Gerberas)
- c. Agua de acueducto de la ciudad de Bogotá.
- d. Preservante comercial (Nonilfenol)
- e. Preservante sustituto (D-Limoneno)
- f. Formula base para el experimento
- g. Hojas de toma de datos
- h. Equipos fotográficos.
- i. Rótulos

DISEÑO:

- a. Preparar las soluciones con los surfactantes de la siguiente manera:

$$\text{Producto terminado: } \frac{3g_{\text{preservante}}}{L_{\text{fórmula base}}}$$

- b. Preparar los floreros de la siguiente manera:

- Florero 1: 300 mL de agua de acueducto.
- Florero 2: 300 mL de agua de acueducto + 6 mL de preservante comercial con Nonilfenol.
- Florero 3: 300 mL de agua de acueducto + 6 mL de preservante preparado con dosificación de D-Limoneno.

- c. Introducir muestras de cada una de las especies florares en cada florero, deben contener las mismas flores en cada recipiente para poder generar comparaciones y conclusiones.
- d. Tomar registro fotográfico en los tiempos establecidos.

12. ANÁLISIS DE RESULTADOS

12.1. Resultados de preparación de la muestra preservante con tensoactivo D-

Limoneno.

Se procedió con la preparación de un prototipo de 500 mL del producto preservante, realizando la sustitución directa del Nonilfenol por el tensoactivo biodegradable D-Limoneno, identificando que esta materia prima no genera desestabilidad de la mezcla terminada.

El control visual de cada uno de los floreros sometidos a prueba se realizó en base a identificar sintomatologías que alertaran de toxicidades presentes en cada recipiente, por lo cual se observaron tres aspectos fundamentales en cada florero: Apariencia de pétalos, apariencia y coloración de las hojas y apariencia e hidratación de los tallos.

Ilustración 3. Experimento día 1



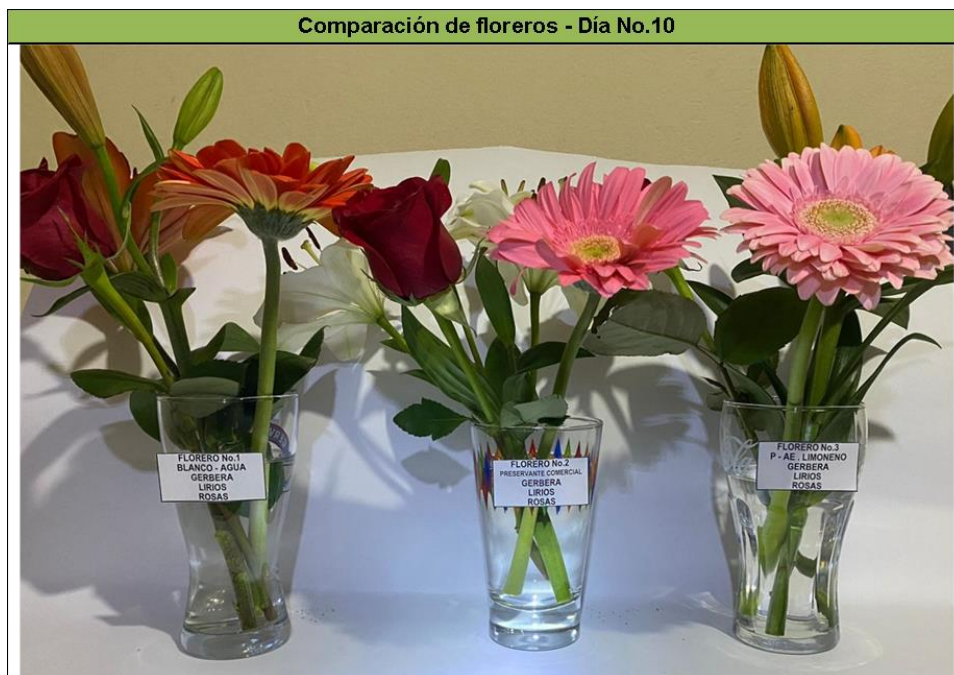


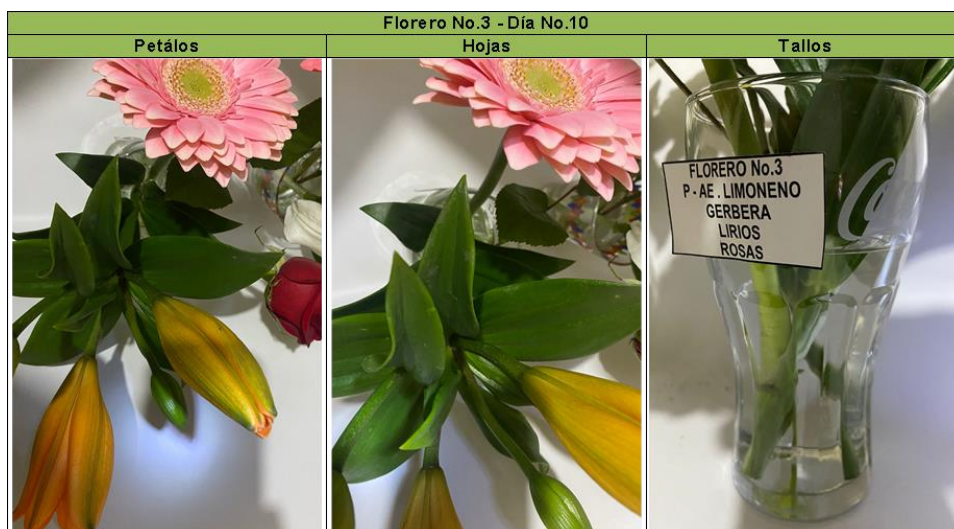
Ilustración 4. Experimento día 5





Ilustración 3. Experimento día 10





13. CONCLUSIONES

- Se identificó que el tensoactivo biodegradable D-Limoneno fue compatible con la formulación establecida para el producto preservante, verificando su estabilidad en cuanto apariencia presentando un líquido traslucido incoloro libre de precipitados y/o sólidos en suspensión y presentando un valor de pH de 4.87 que favorece a la preservación del producto en estantería.
- Se identifica que a la fecha actual de exhibición de resultados preliminares del proyecto de reemplazo de tensoactivo, la muestra de preservante preparado presenta 20 días sin cambiar su apariencia inicial (color, aparición de precipitados, sólidos o partículas ajenas a las materias primas, etc), lo que indica que sus componentes internos no se han desestabilizado manteniendo las propiedades fisicoquímicas del patrón preparado.
- Se identificó que las especies florales depositadas en los floreros dosificados con el producto preservante formulado con tensoactivo D-Limoneno no presentaron sintomatologías de toxicidad (cabeceo de los extremos superiores, secamiento de follaje, secamiento de tallos, amarillamiento de pétalos y tallos, etc.) claro indicio de una correcta hidratación de las flores que se lleva a cabo por la reducción de tensión superficial en los vasos vasculares de cada especie.

14. RECOMENDACIONES

Luego de realizar este proyecto se recomienda considerar aspectos importantes relacionados al comportamiento del D-Limoneno como sustituto biodegradable del Nonilfenol en productos postcosecha.

- Tener en cuenta las propiedades de los compuestos usados como fórmula base y sus concentraciones.
- Ampliar el estudio con otras especies de flores.
- Analizar el producto en campo abierto.
- Observar el comportamiento a diferentes condiciones ambientales.
- Extender los estudios a otras especies vegetales.

15. BIBLIOGRAFÍA.

- ALCANCE DEL REGLAMENTO. (s/f). Gob.es. Recuperado, de <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/reglamento-reach/>
- *Clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas químicas.* (2022, September 15). Your Europe. https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/chemicals/classification-labelling-packaging/index_es.htm
- Comunidad Andina, S. G. (2021). INFORME. II REUNIÓN 2021 DEL GRUPO DE EXPERTOS GUBERNAMENTALES PARA LA ARMONIZACIÓN DE LEGISLACIONES SANITARIAS (SANIDAD HUMANA). (p.6). Recuperado de [https://www.andi.com.co/Uploads/SG_REG_LS_2021_II_INFORME%20final%20\(2021-01-26%20y%2029\)\[3901\].pdf](https://www.andi.com.co/Uploads/SG_REG_LS_2021_II_INFORME%20final%20(2021-01-26%20y%2029)[3901].pdf)
- D-Limoneno. (2020, febrero 11). Conquímica. <https://www.conquimica.com/productos/d-limoneno/>
- Decreto 1449 de 1997 [con fuerza de ley]. Para los efectos del inciso primero del numeral 5 del artículo 56 de la Ley 135 de 1961, se entenderá que los propietarios de predios rurales han cumplido en lo esencial con las normas establecidas sobre la conservación de los recursos naturales renovables, cuando en relación con ellos se hayan observado las disposiciones previstas el presente Decreto."
- Decreto 1630 de 2021 [con fuerza de ley]. Por el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la gestión integral de las sustancias químicas de uso industrial, incluida su gestión del riesgo, y se toman otras determinaciones"
- Echa.europa.eu. 2022. Candidate List of substances of very high concern for

Authorisation - ECHA. [online] Available at: <https://echa.europa.eu/candidate-list-table//dislist/details/0b0236e1807db370>

- Falk Filipsson, A., Bard, J., Karlsson, S., & World Health Organization. (1998). Limonene. World Health Organization.
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). (2022). *Límites de exposición profesional para agentes químicos en España. 2022*. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST).
- Ley 1252 de 2008, del congreso de Colombia. Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones, 27 de noviembre de 2008, pp 1-2.
- Ley 2811 de 1974. El presidente de la república, Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, 18 de diciembre de 1974.
- Marinos, P., Libros, C., Amenazadas, E., Benito, J., De, V., Invemar, A., Al Ministerio, V., Ambiente, DM, Mejía, LS, Carlos, A., Pinilla, G., Manuel, J., Coordinador Programa De Biodiversidad, DM, Marinos, E., Antonio, J., Coordinador, GT, De, P., Ambiental, C., Federico, M., ... Acero, A. (s/f). Impreso en Colombia . org.co. Recuperado el 26 de noviembre de 2022, de http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/lrojo/LR_Peces_01.pdf
- Mexico.pochteca.net. 2022. Limoneno | Grupo Pochteca. [online] Available at: <https://mexico.pochteca.net/limoneno/#:~:text=El%20D%2Dlimoneno%20es%20un,amigables%20con%20el%20medio%20ambiente>
- MINCIT. 2022. Gobierno nacional celebra con los floricultores las cifras

históricas de San Valentín | MINCIT. [online] Available at:

<<https://www.mincit.gov.co/prensa/noticias/comercio/cifras-historicas-exportacion-flores-san-valentin>>

- Nonilfenol y Autorización REACH. (n.d.). Ecomundo.eu. Retrieved August 15, 2022, from <https://www.ecomundo.eu/es/blog/nonylphenol-triton-autorizacion-reach-identidad>
- PRTR-España. (s/f). Nonifenol y Etoxilatos de nonifenol (NP/NPE). Ministerio de Agricultura, alimentación y medio ambiente. Recuperado de <https://prtr-es.es/Nonifenol-y-Etoxilatos-de-nonifenol,15651,11,2007.html>
- Resolución N°1436 del 6 de octubre de 2014(Ministerio de salud Panamá). Prohíbe el uso y comercialización de detergentes, desinfectantes, jabones y demás productos afines de limpieza, en la industria de alimentos que contengan nonilfenol.
- Reglamento (CE) No 1223/2009 (Parlamento europeo y del consejo). Sobre productos cosméticos. 30 de noviembre del 2009.
- Rocio Bernal, Analia Diaz, Valeria Henestroza, Gilda Trindades, Suyai Peralta Vecchi. (2015). Extracción y purificación del Limoneno [Universidad Nacional de Quilmes]. <https://www.studocu.com/es-ar/n/5428450?sid=01663693867>.
- Rubiano, K., Cardenas, J. and Ciro V., H., 1970. Encapsulación de sabores de d-limoneno mediante secado por aspersión: efecto de la adición de emulsificantes. INGENIERÍA Y COMPETITIVIDAD, 17(2), pp.77-89.
- *Salud y seguridad: Frases R y S - SAMANCTA*. (n.d.). Europa.Eu, from https://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/SAMANCTA/ES/Safety/RS_ES.htm
- Sepúlveda cifuentes, DE, & Oviedo Bustamante, XP (2021). ESTIMACIÓN DE PROPIEDADES DE LAS SUTANCIAS PURAS Y DE LAS MEZCLAS MULTICOMPONENTE PRESENTES EN LA OBTENCIÓN DE CETONAS ALÍLICAS:

CARVONA Y VERBENONA . Universidad de Antioquia.

- Torres, GEN (s/f). Naranja en Colombia, un cultivo al que se le saca poco jugo . diariolaeconomia.com. Recuperado el 25 de noviembre de 2022, de <https://diariolaeconomia.com/notas-de-la-finca/item/5576-naranja-en-colombia-un-cultivo-al-que-se-le-saca-poco-jugo.html>
- U.S. Environmental Protection Agency. (2001). Choice (Chicago, Ill.), 38(12), 38Sup-245-38Sup – 245. <https://doi.org/10.5860/choice.38sup-245>
- Us Epa, O. (2015). Fact sheet: Nonylphenols and nonylphenol ethoxylates. <https://www.epa.gov/assessing-and-managing-chemicals-under-tsca/fact-sheet-nonylphenols-and-nonylphenol-ethoxylates>.