

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRIQUEZ UREÑA

Facultad de Ciencias y Tecnología

Escuela de Química



“Reformulación, diseño y factibilidad de una planta piloto de detergentes líquidos biodegradables”.

Trabajo de grado presentado por:
Sabrina del Rosario
Pilar Rodríguez

Para la obtención del grado de
Ingeniero Químico

Santo Domingo, D.N
2020

DEDICATORIA

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

Pilar Rodríguez

DEDICATORIA

Este trabajo de grado lo dedico a mi madre Diana Elizabeth Cepeda, a mi abuela Sergia Altagracia Cepeda y a mi mentor Wanel Abel Rubiera, por su dedicación en forjarme como la persona que soy en la actualidad, por enseñarme a ser dulce en momentos amargos, gracias.

Sabrina del Rosario

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

Le doy gracias a mis padres Bartolo y Mireya por guiarme en este camino, apoyarme en todo momento e inculcarme valores. Por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación y por ser un ejemplo para seguir en mi vida.

A mis hermanos, Indhira y Bartolo, por ser parte importante de mi vida y ayudarme en este proceso, siempre estando ahí en lo que necesitara y por ser un ejemplo profesional.

A mis profesores Ramón Pérez, Doris Peña y Maribel Espinosa por habernos dado su confianza, apoyo y sobre todo los conocimientos para que esto fuera posible.

A mi compañera de tesis y amiga por haber tenido la paciencia necesaria y por motivarme a seguir adelante en los momentos de desesperación y ansiedad.

A mis amigos por haber hecho de mi etapa universitaria un trayecto de experiencias que recordare en tiempos por venir.

Pilar Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

Dios, gracias por darme la fuerza y la perseverancia para salir airosa de los desafíos que día tras día voy superando.

Agradezco a la vida por dotarme de una familia que se regocija y hace propios mis logros, Diana Elizabeth Cepeda y Sergia Altagracia Cepeda, la vida me ha premiado con ustedes, es difícil no considerarme especial, cuando ustedes son las que me motivan para continuar y nunca desfallecer. Mujeres trabajadoras, empáticas, solidarias y sobre todo seres llenos de verdad, que no apagan mi ser, sino que son mi motivo para ser.

Henry Antonio Félix, padre abnegado y dedicado, que me enseñó sobre la responsabilidad, reciprocidad, que el dar como el recibir son directamente proporcionales, gracias por siempre darme aliento a lograr cada objetivo que me planteo.

Wanel Rubiera, no sé si llamarte tío, hermano o mi mentor, desde pequeña tuve un norte y es seguir tus pasos, me enseñaste a no tomar atajos, a que uno aprende el verdadero valor de las cosas cuando hacemos sacrificio y trabajamos para ellas.

De igual forma, agradezco a mis soles José Ernesto y Laura Elysa Félix, por ser las personas por las que quiero luchar día, esforzarme constantemente para ser su ejemplo por seguir, para alentarlos a cumplir sus sueños y ser parte de ellos.

Gracias a Janney Suriel y Altagracia Del Rosario, por acompañarme en este camino, que a veces me pareció largo e inalcanzable, pero que estuvieron ahí para darme ese empujón que en varias ocasiones necesité. Fulgencio Cepeda, José Ramón Gonzalez, Lorsy Castillo, José Idelfonso Cepeda y Wilka Núñez, a ustedes le debo esa orientación, ese deseo abnegado de verme triunfar en todos mis propósitos.

Así mismo quiero agradecer a nuestros asesores Maribel Sención y Ramón Alonso Pérez, por guiarnos y contribuir con nuestra formación, de manera especial, agradezco a la directora Doris Peña, por dedicarse a instruir y formar día a día personas, ser ejemplar tras ejercer su oficio con amor y responsabilidad.

Por último, gracias, Dios por esos hermanos que me dio esta carrera, en mi memoria quedan esos momentos, de risas, llantos y orgullo, el amor que tenemos los unos a los otros fue la clave, para ser tan unidos.

Sabrina del Rosario

ÍNDICE

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE	8
INTRODUCCIÓN	13
JUSTIFICACIÓN	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
OBJETIVOS	19
OBJETIVO GENERAL	20
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
PRIMERA PARTE MARCO TEÓRICO	21
CAPÍTULO I ANTECEDENTES HISTÓRICOS.	22
I.1 HISTORIA DE LOS DETERGENTES	22
CAPÍTULO II MARCO CONCEPTUAL.....	25
II.1 DETERGENTES	25
II.2 DETERGENTES BIODEGRABLES.....	25
II. 3 CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DE LOS DETERGENTES.....	26
II.4 COMPONENTES.....	27
II.4.1 Tensoactivos y builders.	27
II.4.2 Coadyuvantes.....	28
II.4.3 Agentes blanqueadores.	28

II.4.4 Enzimas.	29
II.4.5 Dietanolamida de coco.	29
CAPÍTULO III TENSOACTIVOS	31
III.1 TENSOACTIVOS ANIÓNICOS.....	31
III.2 TENSOACTIVOS CATIÓNICOS	32
III.3 TENSOACTIVOS NO IÓNICOS.....	32
III.4 TENSOACTIVOS ANFÓTEROS	33
III.5. DETERGENCIA DE UN TENSOACTIVO.....	33
III.6 FORMACIÓN DE MICELAS Y CONCENTRACIÓN MICELAR CRÍTICA.....	33
SEGUNDA PARTE MARCO METODOLÓGICO	35
CAPÍTULO IV PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	36
IV.1 PRE-ADICIÓN Y NEUTRALIZACIÓN.....	36
IV.2 FORMACIÓN DE SLURRY	36
IV.3 SOLUBILIZACIÓN Y ENVASADO.	37
IV.4 CONTAMINACIÓN ASOCIADA A LA PRODUCCIÓN	37
IV.4.1 Mecanismos de eliminación de tensoactivos.	38
IV.4.2 Procesos de eliminación en el medio ambiente de los tensoactivos.	38
CAPÍTULO V DISEÑO DEL PRODUCTO.....	41
V.1 ESTUDIO DE MERCADO.....	41
V.1 PERFIL DEL CONSUMIDOR.....	41
V.1.2 MERCADO META.....	41
V.2 ANÁLISIS DE MERCADO	42
V.3 FORMULACIÓN.....	43

TERCERA PARTE ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	44
CAPÍTULO VI LOCALIZACIÓN	45
VI. DISEÑO DE PLANTA	45
CAPÍTULO VII PLAN DE PRODUCCIÓN	47
VII.1 PLAN DE PRODUCCIÓN Y VENTAS	47
VII.2 SISTEMA DE PRODUCCIÓN	48
VII. 3 REQUERIMIENTOS DE OPERACIÓN	48
VII.3.1. Maquinarias e inmobiliario.....	49
VII.3.2. Nómina de empleados.....	50
CAPÍTULO VIII ANÁLISIS ECONÓMICO	51
VIII.1 ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE PRECIO	51
VIII.3 INVERSIONES FIJAS Y DIFERIDAS	52
VIII.4 CAPITAL CIRCULANTE.....	54
VIII.5 EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....	54
CUARTA PARTE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	56
CAPÍTULO IX. RESULTADOS	57
IX.1 RESULTADOS DE pH.	57
IX.2 RESULTADOS DE MATERIA ACTIVA.....	57
IX.3 RESULTADOS DBO ₅	57
IX.4 RESULTADOS DQO	57
CAPÍTULO X. ANÁLISIS DE RESULTADOS	58
X.1 ANÁLISIS RESULTADOS DE pH	58
X.2 ANÁLISIS RESULTADOS DE MATERIA ACTIVA	59

X3. ANÁLISIS RESULTADOS DBO ₅ Y DQO	59
CAPÍTULO XI. CONCLUSIONES.....	60
CAPÍTULO XII. RECOMENDACIONES	61
QUINTA PARTE REFERENCIAS.....	62
BIBLIOGRAFIA	63
WEBGRAFIA	66
ANEXOS.....	68

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Los detergentes son productos destinados para la limpieza y están formados básicamente por un agente tensoactivo, que actúa modificando la tensión superficial, disminuyendo la fuerza de adhesión de las partículas a una superficie y por fosfatos que tienen un efecto ablandador del agua, flocculan y emulsionan a las partículas de mugre, y otros componentes que actúan como solubilizantes, blanqueador, bactericida, perfumes, abrillantadores ópticos ,tinturas que dan a la ropa el aspecto de limpieza, entre otros.

Una de las fuentes principales de comercio es la producción y venta de detergentes, según la Asociación de Industrias de la República Dominicana (AIRD). Los tensoactivos al ser arrojados a los lagos y ríos, provocan disminución de la solubilidad del oxígeno disuelto en el agua, que dificulta la vida acuática.

Es imperante una solución a este tipo de contaminación mediante la creación de detergentes biodegradables, que favorezcan al equilibrio ambiental, con la disminución de los compuestos nocivos, ya que son los que presentan mayor dificultad de ser eliminados en el tratamiento de aguas residuales, teniendo como consecuencia pérdidas económicas y de tiempo debido a los procesos consecutivos que se efectúan a las aguas.

Este trabajo abarca desde la historia de los jabones y detergentes hasta la actualidad, tomando en cuenta las exigencias ambientales para formular un detergente líquido biodegradable para ropa ligera y manos, efectuando la estandarización, diseño de producción a nivel industrial y análisis de factibilidad de dicho producto.

JUSTIFICACIÓN

JUSTIFICACIÓN

En los últimos tiempos nace la necesidad de restaurar nuestro ambiente, reduciendo los impactos ambientales a todo costo, en vista de que los detergentes comunes son una de las fuentes principales de contaminación, debido a que tanto los fosfatos como los tensoactivos, entre otros de sus componentes principales son difíciles de eliminar de las aguas residuales de la República Dominicana, por la falta de funcionamiento de plantas de tratamiento de aguas residuales.

A raíz de los conocimientos previamente adquiridos en la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU), es preciso colaborar a la sociedad, a partir de las investigaciones como institución, con propuestas innovadoras y ambientalmente sostenibles que permitan asegurar la preservación de nuestros ecosistemas, obteniendo así un impacto relevante en la conciencia de los habitantes como en los consumos de agua.

En vista de las carencias, este proyecto persigue la innovación en el proceso de producción de los detergentes, bajo la reformulación, diseño y factibilidad de una planta piloto de detergentes líquidos suaves, que brinden una interacción ambiental saludable entre los componentes de nuestro producto, reduciendo así las constantes emisiones de agentes espumantes y tensoactivos no tratados en las aguas de nuestro país.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La contaminación de las aguas residuales es un problema de la República Dominicana a nivel nacional que involucra a toda la sociedad, teniendo en cuenta que los mayores implicados son las industrias de detergentes creadas para poder satisfacer la demanda de este.

Los componentes tóxicos de los detergentes, y la fácil formulación y elaboración de este tipo de agentes limpiadores también contribuyen a un descontrol de vertimiento, que puede ocasionar un aporte excesivo o acumulación de nutrientes en el ecosistema acuático provocando un crecimiento excesivo de algas y consecuentemente la saturación del agua.

La proliferación de algas que aparece en la primera fase de este vertimiento crea un enturbiamiento del agua que impide que la luz penetre hasta el fondo del ecosistema, y en consecuencia de ello, la vegetación muere al no poder realizar la fotosíntesis, generando que otros microorganismos, como bacterias, se alimenten de la materia muerta, consumiendo el oxígeno que necesitan los peces y moluscos, y a la vez generar algas tóxicas y microorganismos patógenos que pueden causar enfermedades.

Otros de los problemas causados por los detergentes comunes están en la operación de las plantas de tratamiento de agua residuales, pues la presencia de la excesiva espuma que causa el uso de estos detergentes afecta la sedimentación primaria, dificulta la solubilidad de oxígeno, y recubre las superficies de trabajo con sedimentos que contienen altas concentraciones de surfactantes, grasas, proteínas y lodos.

Lo expuesto con anterioridad despierta una gran preocupación por el futuro de los ecosistemas y la preservación de estos, este proyecto busca mitigar en su mayoría los efectos negativos asociados al proceso de producción de detergentes, acompañado de la formulación de un producto amigable con el medio ambiente, innovador y accesible.

OBJETIVOS

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Reformular, diseñar y realizar estudio de factibilidad de una planta piloto de detergentes líquidos biodegradables a partir de la sustancia alquilbenceno lineal e incluyendo sustancias naturales, con la finalidad de reducir los impactos en las aguas residuales de la República Dominicana, desde la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, UNPHU.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reformular un detergente biodegradable líquido destinado al lavado de prendas de vestir color blanco y tonos pasteles.
- Diseñar una planta piloto de detergentes líquidos biodegradables que reduzca el impacto en las aguas residuales de nuestro país.
- Realizar estudio de factibilidad para la producción de detergentes biodegradables.

PRIMERA PARTE
MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO I ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

Los detergentes son productos importantes en nuestra vida cotidiana destinados para suplir una de las necesidades básicas del ser humano, el lavado y cuidado de las prendas de vestir, a su vez, representa una de las principales fuentes económicas en el mundo, por ser un producto muy consumido. La precaria situación de la saturación de las aguas por múltiples componentes de estos hace la necesidad de que los procesos de producción de detergentes biodegradables sean más factibles y eficaces, para la sustentabilidad ambiental y accesibilidad económica para el público.

I.1 HISTORIA DE LOS DETERGENTES

La primera referencia existente de un agente limpiador fabricado por el hombre destinado para el lavado de ropa en conjunto de su método de fabricación donde se especificaba las cantidades necesarias de agua, aceite y cenizas de madera, proviene de la cultura sumeria en el año 2500 a.C.

Entre los años 1500 a.C y 200 d.C se comienzan a añadir sustancias que agregan mayor poder limpiador y curativo, como las grasas animales, aceites esenciales y cenizas de troma, más tarde, los árabes introducen el primer agente cáustico, revolucionando la efectividad de lavado y limpieza en general.

El descubrimiento de la industrialización de la obtención del carbonato de sodio que data del siglo XIX, se explica en el diagrama de la figura 1, por el médico francés Nicolás LeBlanc, a pesar de impulsar industrias como las de papel, textil, vidrio y jabón, la reacción del ácido clorhídrico y el sulfato de calcio, ambos subproductos del proceso, dando a cabo sulfuro de hidrógeno, compuesto altamente contaminante para la atmósfera trajo quejas de la población, en el año 1863, las emisiones de ácido clorhídrico debían ser menor o igual a un 5% para poder llevar a cabo dicho proceso.

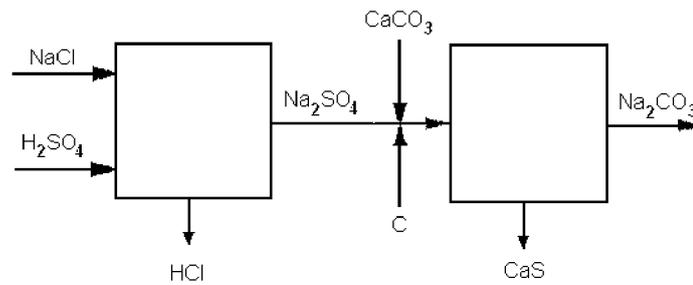


Figura 1. Descripción de la obtención de carbonato de sodio por Nicolas Leblanc.

Más tarde, en 1861, Ernest Solvay químico industrial belga continúa con las investigaciones inconclusas de Schloesing acerca de la producción industrial del carbonato de sodio, mejorando el proceso de LeBlanc añadiendo amoníaco y dióxido carbono, ambos en estado gaseoso a una solución de cloruro de sodio, hace este proceso más sustentable ambientalmente por el reaprovechamiento de sustancias que en el proceso de LeBlanc figura como productos secundarios vertidos directamente a las aguas.

Durante el siglo XX la industria de detergentes es revolucionada por el descubrimiento de coadyuvantes, la alquilación y sulfonación del naftaleno de la cual se obtiene una sustancia de alto poder espumante, sin embargo, cuando se introducen los alcoholes grasos es donde se obtienen lo que hoy día conocemos como tensoactivos, alquilbencenosulfonatos, no obstante, debido a una cadena terciaria presente en dicho compuesto, la biodegradación era bastante lenta, países con leyes ambientales estrictas destinaron fondos para la investigación de fuentes tensoactivas biodegradables como son LAS, sulfonato alquilbenceno lineal.

El salto que promueve radicalmente el desuso de los alquilbencenosulfonatos ramificados, es la aparición de espuma en las salidas de los alcantarillados, en las plantas de agua de tratamiento residuales y cuando se informa una fatalidad de un individuo que cae en una planta de tratamiento y muere asfixiado por los gases emitidos de la espuma, a raíz de esto países europeos prohíben el uso de este tipo de sustancias, siguiendo Estados Unidos sus pasos luego de reportarse una carga de 170 millones de kg de sustancias contaminantes y no degradables, donde un porcentaje representable pertenecía a la industria de detergentes.

La percepción inicial que se tiene de un detergente biodegradable es que basta con incluir compuestos como LAS en la formulación de estos para que sean considerados biodegradables, sin embargo, existen otras sustancias que pueden aportar a la rapidez de la degradación, tales como, aceites esenciales de coco, ácido cítrico, ácido láctico, celulosa, son algunos de los ejemplos.

CAPÍTULO II MARCO CONCEPTUAL

En el siguiente capítulo, se ponen en conocimiento términos necesarios para la comprensión del proyecto.

En esencia, comprender la definición de detergente, los componentes básicos, las características, propiedades, los tipos y la contaminación de las aguas. También se explica en qué consisten los detergentes biodegradables, el tiempo de degradación, la función, propiedades y aportes del aceite esencial de coco.

II.1 DETERGENTES

Según el profesor de investigación de La Real Academia Sevillana, Carlos Gómez Herrera, se define detergencia como el proceso por el cual las suciedades se separan de su sustrato, pasando al estado de disolución o dispersión, tiene por objeto la limpieza de las superficies, dada la cantidad de variables, factores y mecanismos que intervienen se considera como uno de los procesos fisicoquímicos más complejos que existen, llevados a cabo durante la aplicación de agentes de limpieza.

Los detergentes son sustancias químicas que tienen la capacidad de deshacer o separar tanto la suciedad como las grasas que están en la superficie de un objeto sin corroerlo ni dañarlo, manteniendo su capacidad limpiadora en aguas duras, están compuestos por coadyuvantes como sales, ácidos y bases inorgánicas, reforzadores orgánicos, aditivos para fines especiales y tensoactivos.

II.2 DETERGENTES BIODEGRABLES

Según Philip S. Bailey, define como detergentes biodegradables aquellos que están conformados por surfactantes que no poseen ramificaciones en la cadena alquilo larga

análogas a las de grasas naturales, que cuando son vertidos directamente a las aguas, pueden ser metabolizados por microorganismos anaerobios en una planta de tratamiento de aguas residuales, entre las características primordiales que destaca la biodegradabilidad de este tipo de detergentes, está la adición de enzimas como sustituyentes de los polifosfatos y el cloro, las lípasas y celulasas son las más demandadas en la industria actualmente.

II. 3 CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DE LOS DETERGENTES

- Son compuestos que permiten variar la tensión superficial del agua bajo las siguientes causantes: humectación, penetración, emulsión y suspensión de la suciedad.
- Deben ser capaces de eliminar manchas, contar con enzimas en su composición básica y no afectar a los tejidos.
- Solubilidad en agua, bajo cualquier temperatura en la que vaya a ser utilizado.
- Carencia de acción corrosiva de las superficies.
- Disolver las suciedades y restos orgánicos e inorgánicos procedentes de los alimentos.
- Acciones defloculantes y dispersantes para reducir los sedimentos adhesivos, previniendo la formación de películas tanto en la superficie de lavado como en las aguas.

Los detergentes están compuestos de moléculas orgánicas de alta masa molecular, generalmente sales de ácidos sulfónicos. Cada uno de sus extremos presenta un carácter polar diferente. Un lado es no polar o apolar, hidrofóbico, mientras que el otro es polar, hidrofílico. Estos extremos tienen propiedades coligativas diferentes. Esta interacción forma una estructura conocida como micela, algo parecido a un cojín con miles de alfileres clavados, que quita la suciedad, ayudando en la limpieza.

II.4 COMPONENTES

La composición de un detergente biodegradable comprende las siguientes sustancias: tensoactivos o surfactantes, coadyuvantes, builders, agentes blanqueadores, enzimas y sustancias minoritarias como son las fragancias y los colorantes.

II.4.1 Tensoactivos y builders.

Guy Brose en el manual de los detergentes, parte A, define como tensoactivo o surfactante aquella sustancia presente en todo producto destinado a la limpieza. Sus moléculas actúan modificando la interfase de las propiedades de los líquidos acuosos y no acuosos, en los que están presentes, reduciendo así la tensión superficial del medio en que se encuentren.

Según Francisco Javier Caparrós Ruiz, tensoactivo, tensoactivo o surfactante es una sustancia cuyas propiedades fisicoquímicas permiten reducir la tensión superficial de un líquido e incluso reducir las interacciones entre dos líquidos. Son moléculas que poseen simultáneamente afinidad por el agua, parte hidrófila, y afinidad por las grasas, parte lipófila, por ello se denominan sustancias anfifílicas.

Para mejorar el sistema de surfactantes de cualquier detergente se requieren sustancias como son los builders, que reducen los efectos perjudiciales de las aguas duras. Anteriormente estas sustancias estaban basadas en fosfatos sódicos, sin embargo, debido a la eutrofización de los lagos y ríos, los niveles de fosfatos han sido reducidos por leyes ambientales y en algunos países fueron prohibidos en su totalidad, es por esto, que en la actualidad se utilizan sustancias basadas en zeolitas o en citratos con polímeros y copolímeros del ácido acrílico.

II.4.2 Coadyuvantes.

Los coadyuvantes, como se les conoce comúnmente, tienen como propósito mejorar la alcalinización del medio protegiendo la eficacia detergente de los tensoactivos, poseen acción secuestrante que coopera con la precipitación de iones perjudiciales, abaratan la composición de los detergentes, el uso de los coadyuvantes, se ha visto condicionado por aspectos ecológicos, debido a que los productos que se obtienen luego de la hidrólisis, aportan a un crecimiento desmedido de la eutrofización de las aguas.

Las principales funciones que realizan estos compuestos en relación con el lavado son las siguientes:

- Ablandar el agua de lavado secuestrando a los iones de calcio y magnesio, en menor medida los de hierro y manganeso, formando iones grandes solubles en agua para que los iones metálicos no puedan interferir con la acción del tensoactivo.
- Actuar como emulsionante de la grasa y como dispersante de las partículas sólidas de la suciedad, impidiendo que vuelvan a posarse en el fondo del depósito.
- Permitir una reacción de hidrólisis con el agua de lavar haciendo que se mantenga una alcalinidad idónea para la eliminación efectiva de la suciedad.
- Ejercer una acción sinérgica con los tensoactivos.

II.4.3 Agentes blanqueadores.

Los abrillantadores ópticos o agentes blanqueadores tienen trascendental importancia en el lavado de una prenda blanca, aun cuando está limpia.

Por esta razón, desde el siglo XIX, la gente comienza a lavar con trazas de colorante azul, de modo que el color blanco fuera modificado levemente porque provoca una sensación visual de blancura más intensa. Reflejan los rayos ultravioletas del sol, de manera que la ropa parece más blanca de lo que es, de hecho, le dan un tono azulado o verdoso. En la ropa de color los colores quedan más vivos.

En su función general, los agentes blanqueadores, peróxido e hipoclorito, hacen concatenación con los builders, pues son utilizados, para elevar a una mayor eficacia al sistema de surfactantes, obteniendo así, la posibilidad de limpiar suciedades provenientes del café, sangre, frutas, entre otros.

II.4.4 Enzimas.

Las formulaciones de detergentes biodegradables ecológicos incluyen enzimas para hidrolizar las proteínas, almidón y grasas. Enzimas celulíticas pueden ser introducidas para minimizar la pérdida de color de las telas después de múltiples lavados, además de la reducción del oscurecimiento del algodón.

Entre las enzimas más usadas de la industria, se encuentra la proteasa más ampliamente utilizada que es la subtilisina, que puede obtenerse a partir del cultivo de la bacteria *Bacillus Subtilis*. Actualmente, además de proteasas, también se han introducido amilasas, lipasas y celulasas.

II.4.5 Dietanolamida de coco.

La dietanolamida de coco es un compuesto químico orgánico que se utiliza en disolventes, emulsionantes y aplicaciones detergentes. Abreviado a menudo como DEA, es tanto una amina secundaria como un di-alcohol, que tiene dos grupos hidroxilo funcionales en su molécula. Al igual que otras aminas, la dietanolamida actúa como una base débil.

La dietanolamida de ácido grasos de coco o cocamida es amida de aceite de coco elaborada con poco exceso de amina, por lo que posee características especiales como agente tensoactivo, sin afectar químicamente los demás elementos de las preparaciones donde utiliza. Su alto poder solubilizantes, cuando se combina con tensoactivos de tipo no-iónico, como alcoholes grasos, permite elaborar preparaciones con aspecto de alta viscosidad y completamente transparentes y brillantes.

La amida de coco tiene diversos usos y aplicaciones en la industria, es un estabilizador de espuma y actúa como agente espesante para cualquier tipo de detergente, se utiliza como tensoactivo en la industria cosmética ya que no es agresivo con la piel y evita el acumulamiento de grasa en la misma.

Es importante señalar que en el caso de preparaciones cosméticas la dietanolamida de coco debe tener una porción de entre 1 y 6%. Mientras que en detergentes la dosis máxima es del 10%. Puede ser mezclada por calefacción o calentado ligero, sin embargo, no es totalmente soluble, pero es fácilmente dispersable en agua.

CAPÍTULO III TENSOACTIVOS

Desde un punto de vista comercial, los tensoactivos se clasifican en función de su uso, pero esta no sería una clasificación adecuada y podría dar lugar a confusiones ya que muchos de ellos tienen diferentes aplicaciones.

La clasificación más aceptada científicamente se basa en su capacidad de disociación en agua ya que es el principal medio de aplicación de los tensoactivos como son los aniónicos, catiónicos, no iónicos y anfóteros.

III.1 TENSOACTIVOS ANIÓNICOS

Se conocen bajo esta denominación los tensoactivos que en solución acuosa se disocian, originando iones orgánicos grasos con carga negativa, confieren solubilidad al compuesto. Los tensoactivos aniónicos comprenden aquellos que poseen uno o varios grupos funcionales que se ionizan en disolución acuosa originando iones orgánicos con carga negativa y responsable de la actividad superficial.

Son los que más se usan en composiciones de detergentes en polvo, así como en productos líquidos para el lavado de ropa. La producción de estos representa alrededor del 55% de los tensoactivos que se producen en el mundo.

Las principales razones para su predominio en el futuro son las siguientes: excelente capacidad limpiadora en usos domésticos y en aplicaciones industriales, compatibilidad con los nuevos procesos de fabricación, flexibilidad en las formulaciones, bajo costo de fabricación, rápida y elevada biodegradabilidad y baja toxicidad acuática.

III.2 TENSOACTIVOS CATIÓNICOS

Los tensoactivos catiónicos se disocian dando lugar a un anillo anfífilo y un contra-
ion aniónico, que suele ser un halogenuro.

Estos tensoactivos son en general más costosos que los aniónicos y los no iónicos debido al número y tipo de reacciones necesarias para su síntesis, como consecuencia, solo se utilizan en aplicaciones específicas: como antimicrobianos naturales o sintéticos de uso externo o como agentes de adsorción sobre sustratos biológicos inertes con carga negativa. Prácticamente todos los catiónicos de importancia industrial son compuestos grasos nitrogenados.

Estos son de poca utilidad en limpieza porque la mayoría de las superficies tienen una carga negativa y los cationes se absorben sobre ellas en lugar de solubilizar la suciedad adherida.

III.3 TENSOACTIVOS NO IÓNICOS

En los tensoactivos no iónicos la parte hidrofílica de la molécula posee una cadena de polioxietileno (-OCH₂CH₂)_nOCH₂OH. Estos tensoactivos no se ionizan en solución acuosa ya que su grupo hidrófilo no se puede disociar, por tanto, no se ven afectados por el pH de la solución en la que se usen.

Son excelentes agentes humectantes, poco tóxicos y compatibles tanto con aniónicos como con catiónicos, representan aproximadamente el 40% de la producción mundial y se utiliza específicamente en preparaciones farmacéuticas, industria cosmética, en emulsificantes y solubilizantes de comida.

III.4 TENSOACTIVOS ANFÓTEROS

Tensoactivos anfóteros tienen una carga negativa como una carga positiva en la misma molécula, como tienen centros aniónicos y catiónicos pueden tener doble función, dependiendo del pH de la solución en la que se utilicen. Algunos anfóteros producen alto volumen de espuma y se utilizan en su mayoría en productos para el lavado del pelo.

III.5. DETERGENCIA DE UN TENSOACTIVO

Se basa en la capacidad que tiene un tensoactivo de eliminar impurezas, en un cierto tiempo y a una cierta concentración.

Este tipo de análisis se hace sobre muestras de textiles como telas de algodón manchadas, a las que se le agrega una solución de diferentes detergentes cada una con diferente concentración las cuales se someten a las mismas condiciones de: volumen de agua, temperatura, tipo y tiempo de agitación. A raíz de esto se puede hacer fácilmente una comparación entre las propiedades y características de los detergentes dirigidos a una misma función.

III.6 FORMACIÓN DE MICELAS Y CONCENTRACIÓN MICELAR CRÍTICA

Las micelas son cadenas hidrocarbonadas que se asocian en disoluciones acuosas mediante uniones hidrofóbicas, formando dos regiones, una lipófila y otra hidrófila, donde la parte hidrófila es expuesta al medio logrando así captar grasas, aceites, derivados del petróleo difíciles de sacar de los tejidos para su fácil eliminación bajo interacciones de Van der Waals, este efecto se debe a la diferencia polar dentro y fuera de la micela, pues, el entorno es hidrocarbonado posee menor polaridad que el medio acuoso exterior.

En la composición del detergente la concentración del tensoactivo que se emplea está directamente relacionada a la concentración micelar crítica, debido a que la misma se refiere a la cantidad de estructuras micelares que se forman por el tensoactivo disuelto en el medio acuoso de lavado. Es preciso aclarar, que, si bien una depende de la otra, es correcto encontrar el equilibrio entre ambas, para el correcto lavado de las piezas textiles, sin embargo, que las micelas puedan colaborar a la eliminación de suciedades fuertes, no está relacionadas con la eliminación de manchas.

Algunas de las peculiaridades a considerarse para mantener el equilibrio es que en presencia de sales disminuye la concentración micelar por ende aumenta el gasto de tensoactivo empleado, a su vez, mientras más hidrófoba sea la cadena el tiempo de formación de las micelas será menor.

SEGUNDA PARTE
MARCO METODOLÓGICO

CAPÍTULO IV PROCESO DE PRODUCCIÓN

El proceso de fabricación industrial de detergentes es bastante versátil, debido a que en una industria como esta se pueden obtener tanto detergentes líquidos como en polvo o pastas solidificadas. Esto es posible porque comparten similitud en las fases iniciales de producción y las maquinarias difieren solo al final de producción, para la adquisición del estado físico deseado y el procedimiento de envasado.

IV.1 PRE-ADICIÓN Y NEUTRALIZACIÓN.

En esta etapa se lleva a cabo, la reacción de Solvay o de sulfonación, donde se mezcla el agente tensoactivo con el dodecilbenceno (DDB), para la obtención del tensoactivo en su estado inicial, es preciso que dicha reacción por ser exotérmica se mantenga dentro de 55 °C, para evitar el oscurecimiento del producto. Es necesario resaltar que esta fase no es necesaria para múltiples industrias, no siendo excluida la industria de este trabajo de grado en cuestión, pues se contempla en la factibilidad la compra del dodecilbenceno como materia prima en vez de la síntesis de este.

El ácido sulfónico de dodecilbenceno se somete a una reacción de neutralización con sosa cáustica, para formar el tensoactivo dodecilbencensulfonato de sodio, debe mantenerse un escrutinio del control de temperatura para mantener la fluidez de la pasta.

IV.2 FORMACIÓN DE SLURRY

La pasta de tensoactivo formada durante la reacción de neutralización, debe mantenerse entre 55°C y 60 °C, para proceder a la mezcla con los coadyuvantes, agentes blanqueadores y las enzimas elegidas por el fabricante, exceptuando, el color y la fragancia, pues se añaden antes del proceso de envasado.

En esta fase se requiere eliminar todas aquellas partículas para obtener una pasta fluida, sin oscurecimiento y que cuando le sean añadidos tanto el color y la fragancia no se visualice porosidad en el producto.

IV.3 SOLUBILIZACIÓN Y ENVASADO.

La pasta slurry se le añade al menos un 20% peso/volumen de agua, en conjunto con el sulfonato de alquilbenceno que hace la función de agente solubilizantes, hasta que la pasta slurry adquiera una textura líquida uniforme sin partículas disueltas, para la adición del colorante y el aroma, continuando con una ligera fase de agitación para la obtención de un detergente líquido uniforme, llevando a cabo, luego de esto el proceso de envasado.

IV.4 CONTAMINACIÓN ASOCIADA A LA PRODUCCIÓN

Los detergentes son uno de los contaminantes potenciales de las aguas, debido a la naturaleza de algunos de sus componentes, como son los tensoactivos o surfactantes, que, a pesar de mantener una formulación completamente verde o biodegradable, si no se lleva un proceso de producción responsable y consciente, estos podrían penetrar con sigilo nuestro ecosistema.

Según Francisco Ríos en su tesis del comportamiento ambiental de los tensoactivos, estima que, de la producción mundial de tensoactivos, 7.5 millones de toneladas llegan a los ríos, lagos, mares u océanos, siendo 2.5 millones de estas toneladas de tensoactivos de cadena lineal (LAS). En general los tensoactivos catiónicos son más tóxicos que los no iónicos y estos más tóxicos que los aniónicos.

La toxicidad del tensoactivo radica en sus propiedades superficiales, al aumentar la longitud de la cadena hidrófila que es directamente proporcional a la biodegradabilidad del producto, afectan al flujo de oxígeno que se produce a través de la vida acuática, cuando se produce el intercambio en la superficie perjudicando esta acción.

IV.4.1 Mecanismos de eliminación de tensoactivos.

Los mecanismos más importantes de eliminación de tensoactivos, tanto en depuradoras como en medio natural, se describen a continuación:

Biodegradación primaria: es aquella en que la molécula que se degrada pierde alguna de sus propiedades básicas iniciales. En el caso de un tensoactivo es cuando la molécula se transforma o lo pierde sus propiedades.

Biodegradación total: cuando la molécula se transforma totalmente en sus constituyentes inorgánicos: $CHONS + O_2 + \text{células} \gamma CO_2 + H_2O + NH_4^+ + SO_4^-$. Esta biodegradación total es innecesaria ya que la peligrosidad del compuesto radica en su carácter tensoactivo, que cuando se eliminan dejan de ser peligrosos.

Los fenómenos más comunes de contaminación por detergentes son la anoxia, eutrofización, espuma, coagulación y sedimentación en plantas de reciclaje o tratamientos de aguas residuales.

IV.4.2 Procesos de eliminación en el medio ambiente de los tensoactivos.

Los principales métodos que se utilizan para retirar a los tensoactivos del medio ambiente son:

Método de eliminación por espumación: Agitar el agua o introducir aire, generando espuma donde se acumula el tensoactivo o tiende a acumularse en ella, luego se recoge la espuma. Es un método poco usado por su escasa utilidad, además genera problemas en la depuradora, así que resulta indeseable.

Eliminación por adición de detergentes catiónicos: para eliminar tensoactivos aniónicos se añade tensoactivos catiónicos, produciendo una reacción que tiene como producto una sal insoluble (sin carga) que precipita y se elimina del agua. Es un método caro y además los tensoactivos catiónicos son aún más tóxicos que los aniónicos.

Eliminación por precolación sobre el terreno: Se ha observado que los tensoactivos tienen gran capacidad de adsorberse. Existen los llamados filtros verdes, los cuales consisten en regar una superficie donde hay una serie de plantas de crecimiento rápido. La materia orgánica y el tensoactivo se queda retenida en el sedimento, y el agua es utilizada por las plantas. Esto solo es válido para poblaciones pequeñas con mucha superficie de terreno.

Eliminación por adsorción: se utilizan adsorbentes, debido a la tendencia del tensoactivo a adsorberse con el carbón activado, las arcillas y la sílice. Se añaden estos adsorbentes en pequeñas partículas, que se vinculan al tensoactivo y luego se retira toda una vez haya colmatado, más tarde se puede quemar, como en el caso del carbón activado que al quemarse combustiona el tensoactivo y el carbón se activa de nuevo.

Eliminación mediante coagulantes: la coagulación es el proceso mediante el cual se pretende que partículas coloidales (menos de 1 micra) se agrupen formando partículas de mayor tamaño, que pueden retirarse por procesos de sedimentación. Como coagulantes se suelen usar Fe^{3+} y Al^{3+} , pequeñas moléculas con mucha carga. Los cationes con mucha carga forman complejos de tensoactivos coagulante, interaccionando con otros, hasta alcanzar la suficiente capacidad para sedimentar.

Eliminación por oxidación química: el tensoactivo es materia orgánica que se puede oxidar con agua oxigenada (H_2O_2), con ozono (O_3), con oxígeno (O_2), o con cualquier otro oxidante. Se hace por vía química no biológica.

CAPÍTULO V DISEÑO DEL PRODUCTO

V.1 ESTUDIO DE MERCADO

Para el estudio de mercado se usa como instrumento de medición la encuesta, definida como una técnica cuantitativa que consiste en una investigación realizada sobre una muestra de sujetos, como la representación de un colectivo.

El estudio de mercado realizado (Ver anexo 17), tiene como finalidad el análisis de la oferta y demanda de los detergentes biodegradables, los resultados obtenidos deberán arrojar una serie de conclusiones que han de ser consideradas para la toma de decisiones y reducción de riesgos.

El concepto bajo el cual se desarrolla este análisis es la determinación del posible desarrollo del proyecto, tomando en cuenta las necesidades del público al que se dirige, el poder de adquisitivo del producto y la competencia en el sector industrial.

V.1 PERFIL DEL CONSUMIDOR

De acuerdo con la encuesta, se determina que la población interesada en el producto expuesto es representativa del sector calificado como clase Media Alta-Media Baja. El poder adquisitivo de dicho sector es de rango medio, puesto que, realizan compras al detalle, característica fundamental para el precio en el mercado del producto.

V.1.2 MERCADO META

El mercado meta está dirigido a mujeres comprendidas entre 20 a 65 años, lavanderías y tiendas independientes que tengan el compromiso con el medio ambiente y aquellos que quieran introducirse en el cambio ambiental.

V.2 ANÁLISIS DE MERCADO

Dentro del mercado, la oferta del producto resulta ser competitiva, debido a la cantidad de industrias de fabricación de detergentes que abundan en nuestro país, sin embargo, el proyecto resulta refrescante ofreciendo nuevas alternativas de responsabilidad medio ambiental, asegurando calidad y precios asequibles.

De acuerdo con la encuesta en el estudio de mercado, se determina que el detergente líquido biodegradable tiene un futuro interesante ya que muchas personas no lo han probado básicamente por costumbre o la falta de representación en el mercado, este detergente tiene a simple vista mejores atributos que el detergente común, como es la ayuda al medio ambiente. Uno de los mayores problemas que tiene el detergente líquido biodegradable es la falta de representación en el mercado y se piensa solventar esto a través de una buena campaña publicitaria que, ayude a concientizar a los consumidores que a la larga una alternativa verde es mejor para el planeta.

Según la Oficina Nacional de Estadística en el censo realizado en la región metropolitana en el 2010, la población total es de 1,088,848 familias del cual abarcaremos 100,000 familias que consumen 1L al mes.

V.3 FORMULACIÓN

En aras del alcance de un grado sustentable de biodegradabilidad del producto planteado en el proyecto, se precisa presentar la formulación de un detergente biodegradable que cumple con las especificaciones expuestas en la NORDOM 246. A continuación, se desglosan los componentes y cantidades que se ajustan a la realidad de lo exigido por el consumidor en el estudio de mercado previamente presentado. La composición para un litro de producto se expresa en porcentaje peso sobre volumen (p/v).

TABLA 1. COMPOSICIÓN P/V

Componente	Porcientos
Tensoactivo sulfónico lineal	10 - 15 %
Dietanolamida de ácidos grasos de coco	0.1 - 0.5%
Benzoato de sodio	1 - 5%
Bicarbonato de sodio	1 - 5%
Soda caustica	15 - 20 %
Urea	6 – 10 %
Lavanda (aroma)	0.01 – 0.05 %
Colorante azul	0.001 – 0.005 %

Fuente: del Rosario, S.; Rodríguez, P. (2020). Reformulación, diseño y factibilidad de una planta piloto de detergentes líquidos biodegradables.

TERCERA PARTE
ESTUDIO DE
FACTIBILIDAD

CAPÍTULO VI LOCALIZACIÓN

Para la elección de la localización se toma en cuenta diversos factores, tales como, accesibilidad, precio del local, transporte de materia prima y de producto terminado, la dimensión de la planta directamente relacionada con lo proyectado en el plan de producción. Considerando lo antes mencionado, la decisión más certera, ha sido instalar la planta en el Km. 10 de la Autopista Juan Pablo Duarte. (Ver anexos 1 y 2)

Las propiedades de la planta van desde doble altura de 500 m², 1400 m² de terreno, espacio para parqueo de camiones, contenedores u otros medios de transportes, arroja una visión de expansión para la construcción de almacenes, se encuentra en un área segura con cámaras de seguridad, verja perimetral, acceso controlado, cobertura de servicios de agua y energía eléctrica, por el monto total de \$3,200.00 US equivalentes a 166,400.00 pesos dominicanos.

VI. DISEÑO DE PLANTA

La distribución espacial de la planta de producción se diseña bajo la consideración de la maximización de recursos, impactando directa y positivamente a la eficiencia y productividad de los procesos.

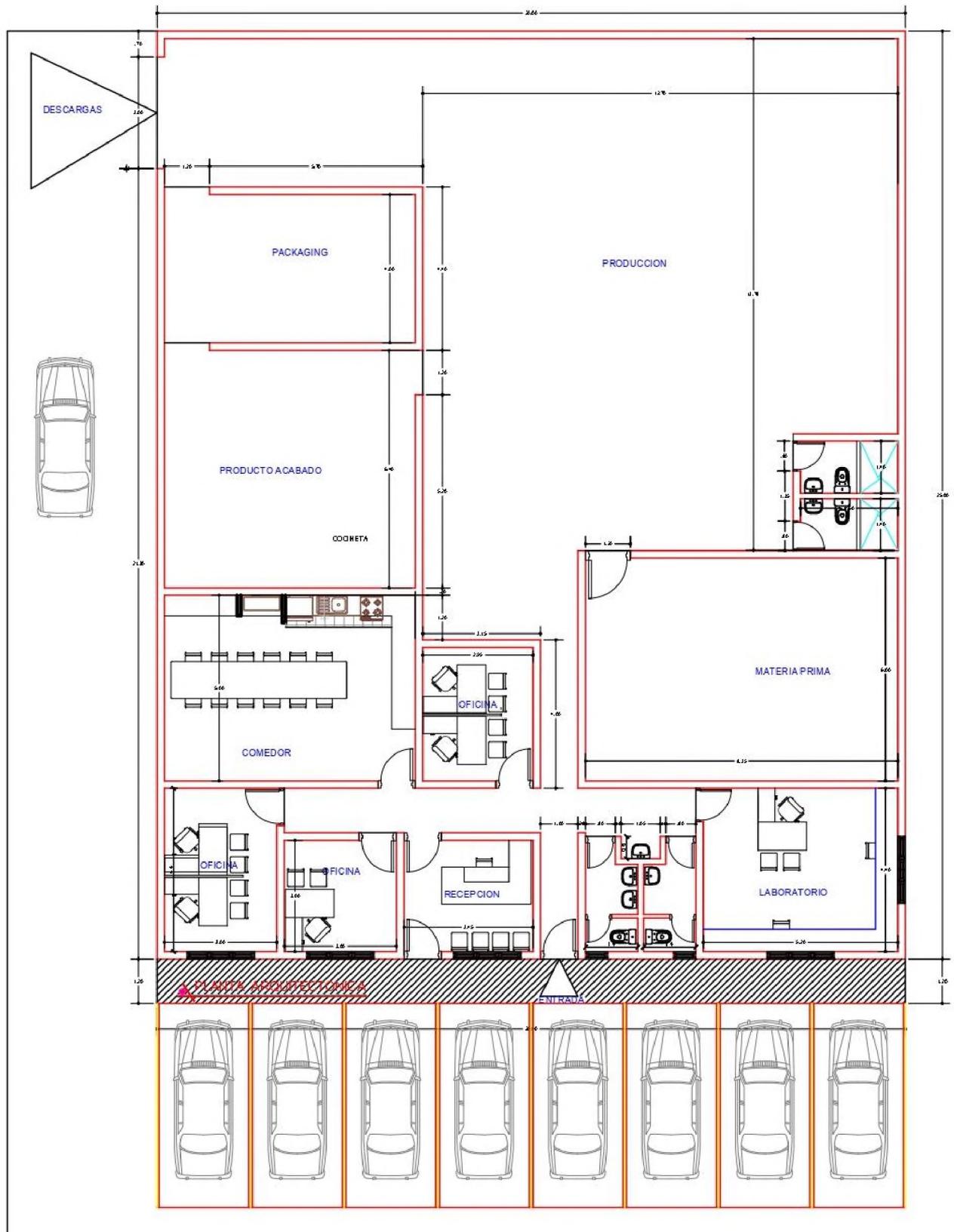


Figura 2. Plano de la planta piloto

Fuente: del Rosario, S.; Rodríguez, P. (2020). Reformulación, diseño y factibilidad de una planta piloto de detergentes líquidos biodegradables.

CAPÍTULO VII PLAN DE PRODUCCIÓN

La industria de producción de detergentes consta de pocas reacciones químicas, que resultan ser dependientes y continuas, por ende, solo implican la correcta mezcla de las materias primas y por consecuencia el proceso de envasado.

VII.1 PLAN DE PRODUCCIÓN Y VENTAS

La capacidad de la mezcladora es de 500L por hora, en un transcurso promedio de una jornada laboral de aproximadamente 8 horas, con una eficiencia de un 90% se calcula la producción de 3600 L por mezcladora. Se cuenta con 1 mezcladora para la producción estimada de 108,000 L de detergente mensual, envasados en presentación de 1L. A partir de estos datos se plantea el entonces plan de producción para los próximos 5 años con un aumento en la demanda de un 5%.

TABLA 2. PLAN DE PRODUCCIÓN ANUAL

Años	Demanda	Producción (L)
0	10%	108,000
1	15%	113,400
2	20%	119,070
3	25%	125,024
4	30%	131,275
5	35%	137,838

Fuente: del Rosario, S.; Rodríguez, P. (2020). Reformulación, diseño y factibilidad de una planta piloto de detergentes líquidos biodegradables.

VII.2 SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Un sistema es un conjunto de componentes que interaccionan unos con otros de tal manera que cada conjunto actúa como una unidad completa. Un sistema de producción en serie o lineal supone una cadena de montaje donde cada operario hace una tarea de forma especializada. Este tipo de producción solo funciona cuando el costo del producto es bajo.

La planta de producción de jabón líquido trabajará un solo turno de 9 horas, durante 5 días a la semana, de lunes a viernes. Los horarios de operación serán de 9:00 a las 18:00.

VII.3 REQUERIMIENTOS DE OPERACIÓN

Para obtener el costo unitario del producto, se calcula la materia prima y suministros de la estimación planteada en el plan de producción.

TABLA 3. COSTO DE MATERIA PRIMA EN PESOS DOMINICANOS.

Reactivos	Unidad	Costo por kg	Insumos en kg/L	Costo unitario	Costo mensual	Costo anual
Sulfónico Lineal	Kg	\$110.00	0.3125	\$34.38	\$3,712,500.00	\$44,550,000.00
Dietanolamina de ácidos grasos de coco	Kg	\$190.00	0.001136	\$0.22	\$23,310.72	\$279,728.64
Bensoato de sodio	Kg	\$150.00	0.0125	\$1.88	\$202,500.00	\$2,430,000.00
Bicarbonato de sodio	Kg	\$100.00	0.0125	\$1.25	\$135,000.00	\$1,620,000.00
Soda cáustica	Kg	\$90.00	0.0875	\$7.88	\$850,500.00	\$10,206,000.00
Urea	Kg	\$450.00	0.0625	\$28.13	\$3,037,500.00	\$36,450,000.00
Lavanda (Aroma)	Kg	\$1,200.00	0.0004375	\$0.53	\$56,700.00	\$680,400.00
Colorante azul	Kg	\$1,058.10	0.0000758	\$0.08	\$8,662.03	\$103,944.36
Total				\$74.32	\$8,026,672.75	\$96,320,073.00

Fuente: del Rosario, S.; Rodríguez, P. (2020). Reformulación, diseño y factibilidad de una planta piloto de detergentes líquidos biodegradables.

TABLA 4. COSTO DE SUMINISTROS EN PESOS DOMINICANOS.

Suministros	Costos por unidad	Cantidad mensual	Costo mensual
Tapa	\$1.00	108000	\$108,000.00
Etiqueta	\$0.50	108000	\$54,000.00
Caja	\$7.80	9000	\$70,200.00
Envase (1L)	\$5.34	108000	\$576,720.00
Total	\$14.64	333000	\$808,920.00

Fuente: del Rosario, S.; Rodríguez, P. (2020). Reformulación, diseño y factibilidad de una planta piloto de detergentes líquidos biodegradables.

El costo unitario del producto se tasa en \$90.00 pesos dominicanos.

VII.3.1. Maquinarias e inmobiliario.

Para el proceso de producción se requieren de diversas maquinarias, que han de ser importadas desde el exterior con un gasto fijo de exportación de \$350,400 pesos dominicanos por flete y seguro de contenedores.

La habilitación de la nave con las condiciones necesarias para desempeñar las labores, se requieren mobiliarios administrativos adquiridos en tiendas locales, los precios con impuestos incluidos se detallan a continuación:

TABLA 5. COSTO DE MAQUINARIAS E INMOBILIARIO EN PESOS DOMINICANOS

Equipos	Cantidad	Precio por unidad	Precio total
Maquinaria			
Mezcladora	1	\$190,800.00	\$190,800.00
Envasadora dosificadora (50 ml a 1.5	1	\$963,540.00	\$963,540.00
Etiquetadora	1	\$802,950.00	\$802,950.00
Tanques almacenamiento	3	\$41,600.00	\$124,800.00
Cinta transportadora	3	\$188,000.00	\$564,000.00
Purificador de agua	2	\$450,000.00	\$900,000.00
Inmobiliario			
Computador	4	\$12,400.00	\$ 49,600.00
Escritorios	4	\$4,800.00	\$ 19,200.00
Juego mesa & silla (comedor)	1	\$25,000.00	\$ 25,000.00
Sillas	12	\$2,700.00	\$ 32,400.00
Bebedores	2	\$3,000.00	\$ 6,000.00
Impresora	1	\$15,300.00	\$ 15,300.00
Aire acondicionado	1	\$32,000.00	\$ 32,000.00
Microondas	1	\$3,800.00	\$ 3,800.00
Total		\$2,735,890.00	\$3,729,390.00

Fuente: del Rosario, S.; Rodríguez, P. (2020). Reformulación, diseño y factibilidad de una planta piloto de detergentes líquidos biodegradables.

VII.3.2. Nómina de empleados

En el anexo 4, se presenta la nómina por concepto anual incluyendo los aumentos salariales correspondientes, acordados según las leyes previamente establecidas por el Gobierno de La República Dominicana.

CAPÍTULO VIII ANÁLISIS ECONÓMICO

En este capítulo se considera las valoraciones de la economía de la industria, para el entendimiento de si posee la estabilidad para ser rentable durante el paso de los años.

VIII.1 ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE PRECIO

Para determinar el precio más factible para el producto se realiza un análisis exhaustivo de los proveedores para escoger el proveedor que se ajusta mejor a los requerimientos de costos y calidad.

De acuerdo con lo antes mencionado se ha determinado a Casa Jarabacoa como el suplidor adecuado (ver Anexo 3), puesto que, cumple con las especificaciones que ayudan a mantener un beneficio en cuanto al margen esperado.

El costo unitario del producto se tasa en \$90.00 pesos dominicanos. El margen deseado de la venta de este producto es de un 40%, por lo que el precio se calcula con la siguiente fórmula:

$$precio = costo / (1 - \%margen)$$

Figura 3. Fórmula determinación de precio por el método de margen de contribución

Fuente: Faga, H; Ramos, M;(2006). Como profundizar en el análisis de sus costos para tomar mejores decisiones empresariales.

Siguiendo esta fórmula, el precio del producto se coloca para la venta al público por el monto de RD\$ 150.

VIII.2 CRONOGRAMA DE INVERSIONES

Un cronograma de inversiones se refiere a las inversiones detalladas en función del tiempo en que se van a realizar, este consta de tres grandes rubros que son inversiones fijas, diferidas y capital circulante. Este cronograma se divide en dos etapas: preoperativa donde se calculan los intereses derivados de aquella parte de la inversión que se financia mediante préstamo o deuda y operativa donde ya el proyecto entra en la fase operación y concluye con la vida útil del producto, donde se comienzan a generar ingresos.

En el anexo 5, se detallan los ingresos operacionales, obtenidos de la venta proyectada de la producción y los no operacionales provenientes de los préstamos adquiridos.

VIII.3 INVERSIONES FIJAS Y DIFERIDAS

Las inversiones fijas se basan en activos cuya vida útil es mayor a un año y su finalidad es proveer las condiciones necesarias para que la industria lleve a cabo sus operaciones tales como terreno, construcciones, maquinarias, entre otras.

Las inversiones diferidas se basan en bienes y servicios intangibles que son indispensables para la empresa, pero no intervienen en la producción y no son sujetos a amortización, puesto que, se recuperan a largo plazo.

TABLA 6. INVERSIONES FIJAS Y DIFERIDAS EN PESOS DOMINICANOS

Inversión fija							
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Alq. Nave Industrial	\$ 1,966,800.00	\$ 1,996,800.00	\$ 2,196,480.00	\$ 2,416,128.00	\$ 2,657,740.80	\$ 2,923,514.88	\$ 3,215,866.37
Maquinaria	\$ 3,546,090.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 3,900,699.00	
Inmobiliario	\$ 183,300.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 275,000.00	\$ -
Equipos de transporte (Montacargas)	\$ 1,484,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2,024,783.28	\$ -
Préstamo		\$ 27,960,000.00	\$ 27,960,000.00	\$ 27,960,000.00	\$ 27,960,000.00	\$ 27,960,000.00	\$ -
Total	\$ 7,180,190.00	\$ 29,956,800.00	\$ 30,156,480.00	\$ 30,376,128.00	\$ 30,617,740.80	\$ 37,083,997.16	\$ 3,215,866.37
Inversión diferida							
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Estudio de mercado	\$ 100,000.00	\$ 125,000.00	\$ 250,000.00	\$ 133,000.00	\$ 300,000.00	\$ 325,000.00	\$ 95,000.00
Permisos y licencias	\$ 24,578.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capacitaciones	\$ 346,520.00	\$ -	\$ 148,000.00	\$ 148,000.00	\$ 148,000.00	\$ 148,000.00	\$ 148,000.00
Total	\$ 471,098.00	\$ 125,000.00	\$ 398,000.00	\$ 281,000.00	\$ 448,000.00	\$ 473,000.00	\$ 243,000.00

Fuente: del Rosario, S.; Rodríguez, P. (2020). Reformulación, diseño y factibilidad de una planta piloto de detergentes líquidos biodegradables

VIII.4 CAPITAL CIRCULANTE

El capital circulante se refiere al conjunto de recursos necesarios, para la operación normal del proyecto durante un ciclo productivo, para una capacidad y tamaños determinados, como pueden ser el inventario de materia prima, los productos y procesos terminados, dinero en efectivo para la cobertura de imprevistos, entre otros. (Ver anexo 6)

VIII.5 EVALUACIÓN DEL PROYECTO

El proceso que se lleva a cabo para que se determine el establecimiento de cambios generados en un proyecto a partir de la comparación del estado actual y el estado previsto en el plan de producción es la evaluación de este.

En la evaluación de proyectos se representan numerosos objetivos por los cuales nace la motivación inicial de llevarlo a cabo, así como la toma de decisiones, la identificación de riesgos y reducción de costos de producción.

TABLA 7. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

VAN	\$ 62,243,334.06
VAN 20%	20%
TIR	37%
Periodo de recuperación de la inversión en años	2.47

Fuente: del Rosario, S.; Rodríguez, P. (2020). Reformulación, diseño y factibilidad de una planta piloto de detergentes líquidos biodegradables.

Se ha definido un horizonte del proyecto a 6 años al considerar la recuperación de la inversión en 2 años 4 meses.

La principal fuente de información para la determinación del valor de viabilidad del proyecto radica en el flujo de caja, a partir de esos datos se obtiene el valor actual neto, la tasa interna de retorno y el periodo de recuperación de la inversión.

Se calcula el valor actual neto (VAN) que es el sistema que se utiliza para valorar el costo presente de la inversión, se toma una tasa del 20% porque es la rentabilidad mínima que se considera aceptable. Debido a que el VAN es mayor que cero, el proyecto es viable.

La inversión inicial mínima requerida consta de 118, 004,737.00 pesos dominicanos, a partir del segundo año de operación continua se comienzan a reflejar los beneficios económicos.

La tasa interna de retorno (TIR) que se obtuvo fue de 37% lo que determina la viabilidad del proyecto, porque se concibe que si el TIR es mayor al por ciento del VAN entonces el proyecto resulta viable.

CUARTA PARTE
RESULTADOS Y
CONCLUSIONES

CAPÍTULO IX. RESULTADOS

Para fundamentar la formulación del detergente biodegradable presentado en este proyecto, se precisa realizar distintos análisis, como son, pH, materia activa, DBO₅ y DQO.

IX.1 RESULTADOS DE pH.

Cuando se toma la muestra de pH, utilizando pHmetro, se obtiene el siguiente resultado de 13.17

IX.2 RESULTADOS DE MATERIA ACTIVA.

Al efectuar el análisis de materia activa del detergente biodegradable, mediante espectrofotometría UV- Visible, se obtiene el resultado de 15.69% de ácido sulfónico.

IX.3 RESULTADOS DBO₅

Al efectuar el análisis de DBO de la muestra de agua de lavado del detergente biodegradable, mediante la incubación de la muestra por 5 días en la oscuridad y usando posteriormente Oxitop, se obtiene el resultado de 1000 mg/L

IX.4 RESULTADOS DQO

Al efectuar el análisis de DQO de la muestra de agua de lavado del detergente biodegradable, mediante espectrofotometría UV-Visible reflujado cerrado (método del dicromato-potásico), se obtiene un resultado de 4362.17 mg/L

CAPÍTULO X. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Luego de realizar la fabricación del detergente biodegradable, se efectuaron diferentes pruebas para comprobar que las características las esperadas según la investigación previamente realizada.

Los resultados que se presentan a continuación fueron realizados y avalados por el Instituto de Innovación de Biotecnología e Industria (IBII).

X.1 ANÁLISIS RESULTADOS DE pH

Según la NORDOM 246 de la Republica Dominicana, estipula que el valor requerido de pH para ser considerado un detergente líquido debe de estar comprendido entre 8.0 y 10.5 pudiendo ser ajustado dependiendo de las enzimas que se usen en la elaboración.

Los resultados arrojados por el IBII muestran un pH de 13.17 a una temperatura de 19.2 °C, es preciso recalcar que los valores pueden variar por los efectos de la temperatura, Cuando hay un incremento de este, el pH disminuye, de igual forma una disminución de temperatura implica un aumento en el pH.

Durante el proceso de fabricación, se hicieron mediciones de control a una temperatura aproximada de 35 °C – 40 °C donde se obtiene un pH entre 10.8 y 11.5. Los detergentes con un pH mayor a 9, tienen propiedades limpiadoras, especialmente si la suciedad contiene pigmentos, proteínas o grasas.

X.2 ANÁLISIS RESULTADOS DE MATERIA ACTIVA

La materia activa en una formulación es el conjunto de agentes de superficie responsables de una acción determinada.

Del análisis realizado, se obtuvo un valor de 15.69% de ácido sulfónico, la materia activa del producto. Según la NORDOM 246, el producto se clasificaría como un detergente tipo B (detergente líquido premium), con materia activa mayor de 14% y menor a un 18%, destinado para el lavado de mugre rebelde.

X3. ANÁLISIS RESULTADOS DBO₅ Y DQO

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) es el método más tradicional que mide la cantidad de oxígeno que consumen los microorganismos al proliferar en el agua residual y alimentarse de su materia orgánica. Esto encaja muy bien con el propósito de evaluar el impacto en la fauna acuática de cuerpos receptores.

Por otra parte, la DQO es la demanda química de oxígeno del agua. Es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica por medios químicos y convertirla en CO₂ y H₂O. La relación entre estas DBO₅/DQO se considera como un índice de biodegradabilidad.

	Poco biodegradable	Biodegradable	Muy biodegradable
<u>DBO₅</u>	<0,2	0,2-0,4	>0,4
<u>DQO</u>			

Figura 3. Relación entre parámetros de DBO₅ y DQO

Fuente: Soza, L (2010). Estudio de la evolución de una ETAP para la adecuación legislativa.

El índice de biodegradabilidad del detergente líquido es de 0.23, siendo considerado biodegradable.

CAPÍTULO XI. CONCLUSIONES

El proyecto cumple con lo establecido en los objetivos específicos, la reformulación del detergente cumple con los requisitos que se establecen en la NORDOM 246, siendo clasificado, como tipo B, detergente líquido premium, destinado para la remoción de mugres rebeldes en telas suaves, con un índice de biodegradabilidad de 0.23.

En vista de la necesidad de nuestro país de reducir los impactos en aguas residuales, se diseña un proceso de producción continuo acompañado en una planta donde se prioriza la preservación de los ecosistemas, con el uso de purificadores de agua y maquinarias que requieren un uso reducido de energía y fluidos (Ver anexo 8).

Lo expuesto con anterioridad denota que la producción de dicho detergente se puede llevar a cabo bajo un sistema de lean manufacturing, demostrando así, un proceso sustentable, viable y factible. Los resultados tanto de VAN \$ 62,243,334.06 y TIR 37%, tienen un valor agregado para la recuperación de la inversión inicial en un tiempo estimado de 2 años y 4 meses. Se precisa la venta de dicho producto a un público de clase media – alta con un precio de venta al mercado de 150 pesos por litro.

CAPÍTULO XII. RECOMENDACIONES

Para una mejor aceptación del producto en la sociedad dominicana, se recomienda trabajar en una campaña de educación a los sectores de clase baja sobre la contaminación asociada al uso de detergentes no amigables con el medio ambiente y los beneficios del producto.

Se sugiere producir la energía eléctrica requerida para la operación de la planta a través de una iniciativa verde y de ahorro de costos, mediante la colocación de paneles solares u otro tipo de energía renovable.

Evaluar la posibilidad de construir un laboratorio de análisis, para la conservación de las muestras, ahorro de tiempo, tanto de transporte como de recibir los resultados y evitar el aumento de costos por servicios subcontratados.

QUINTA PARTE
REFERENCIAS

BIBLIOGRAFIA

BAILEY, C.; BAILEY, P.; Escalona y García, H. (1998). Química orgánica: conceptos y aplicaciones. Primera edición en español. Prentice Hall, México. P. 489

BALLESTEROS, P.; CLARAMUNT, R.; SANZ, D.; TESO, E. (2013). Química orgánica avanzada. 1ra edición.

BAUTISTA, I. (2011). Clasificación de las inversiones. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca, México.

CAPARROS, F.J. (2013). Limpieza y desinfección en laboratorios e industrias químicas. 1era edición. Editorial IC.

CROMER, A. (1984). Física para las ciencias de la vida. Segunda edición. Editorial Reverte, S.A.

DELGADO, M. (2013). Como calcular el precio de venta dado el coste y el margen deseado. Advanced Data Analytics.

DORADO, A.P. (1996). Detergentes. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Lerko Print, S.A. 208 p.

EFFENDY, I.; MAYBACH, H.I. (1995). Surfactants and experimental irritant contact dermatitis, p. 217-225.

FAGA, H; RAMOS, M. (2006). Como profundizar en el análisis de sus costos para tomar mejores decisiones empresariales. Colección Cuadernos. Buenos Aires, Argentina.

GARCIA, J.J. (1986). Tensoactivos y detergencia. Editorial Dossat, S.A., Madrid, 166p.

GARCÍA, M. (2006). Higiene e inspección de carnes. Segunda edición. Ediciones Diaz de Santos, España. P. 542-547.

HERRERA, C. (1996). Detergencia, sus principales mecanismos. Grasas y aceites, Vol. 47. Fasc. 6, P. 419-435.

JENSEN, J. (1999). Review: Fate and effects of linear alkylbenzene sulphonates (LAS) in the terrestrial environment. The science of total environment, Vol 226, p. 93-111.

MANAHAN, S. (2006). Introducción a la química ambiental. Primera edición. Editorial Reverté, España. P. 166-168.

- MARTINI, M.C.; CHIVOT, M.; PEYREFITTE, G. (1997). *Cosmetología*. Editorial Masson, S.A., Barcelona. 10 p.
- MATUTE, A.; NILSON, O.; ROJAS, M. (2014). *Cronogramas de inversiones, equipo Puerto Rico*. Universidad de Oriente. Núcleo de Monagas, Venezuela.
- MICROLAB INDUSTRIAL (2015). *Análisis, comparativas y relaciones entre la DBO, DQO, COT*. Colombia.
- NA-04. Norma ambiental sobre control de descargas a aguas superficiales, alcantarillado sanitario y aguas costeras. Santo Domingo, República Dominicana, septiembre del 2012.
- NORDOM 246. Detergentes líquidos, especificaciones. Santo Domingo, República Dominicana, 3 de enero de 2015.
- PEREZ, L.; GARCIA, M.T.; RIBOSA, I.; VINARDELL, M.P.; MANRESA, M.A. INFANTE, M.R. (2002). Biological properties of arginine-based Gemini cationic surfactants. *Environ toxicology chemistry* 21: 1279-1285.
- PIASECKI, A. (2002). Biodegradable and chemically degradable anionic surfactants. *Encyclopedia of surface and colloid science*, p. 701-723. Editorial A Hubbard. Nueva York.
- PORTER, M. (1994). *Handbook of surfactants*. Segunda edición. Blackie Academic & Professional. London. P. 26-93.
- SALAGER, J.L. (1992). *El mundo de los surfactantes*. Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería Química. Mérida, Venezuela. 22-26.
- SCOTT, M.J.; JONES, M. N. (2000). Review: The biodegradation of surfactants in the environment. *Biochemica et Biophysica Acta*, vol. 1508, p. 235-251.
- SOZA, L (2010). *Estudio de la evolución de una ETAP para la adecuación legislativa*. Universidad Politécnica de Cataluña. España.
- UNE-EN ISO 862 ERRATUM. Agentes de superficie. Vocabulario. 03 de Septiembre del 2004.
- VARON GALVAN, PEDRO JOSE. (1996). *Contribución al estudio sobre el comportamiento ambiental y degradación de jabones*. Tesis de doctorado. p. 8-21.

VIAN ORTUÑO, A. (1999). Introducción a la química industrial. Primera edición. Editorial Reverté, España.

VILLA, J.J. (1997). Tecnología farmacéutica: formas farmacéuticas. Volumen II, p. 325-345.

WITTCOFF, H.A. (1978). Productos químicos orgánicos industriales. Tecnología, formulaciones y usos. Limusa noriega editores. Vol. II, p. 207-231

ZOGRAFY, G.; SCHOTT, H.; SWARBRICK, J. (1993). Interfacial phenomena. Remington's pharmaceutical sciences. Ed. A.R. Gennaro. Easton Mack. 257-272.

WEBGRAFIA

Quimi net. (2008). La composición de los detergentes. Recuperado de <https://www.quiminet.com/articulos/la-composicion-de-los-detergentes-30164.htm>, el 15 de marzo del 2019.

Quimi net. (2011). Las características de los detergentes. Recuperado de <https://www.quiminet.com/articulos/las-caracteristicas-de-los-detergentes-2603319.htm>, el 15 de marzo del 2019.

Sociedad chilena de enfermeras de pabellones quirúrgicos y esterilización. (s.f). Funciones de los detergentes. Chile. Recuperado de <http://www.enfermeraspabellonyesterilizacion.cl/trabajos/detergentes.pdf>, el 15 de marzo del 2019.

Recuperado de https://biorem.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_biorem/education/lectures/SEMARNAT/SEMARNAT-E-Clasificacion_de_Tensoactivos.pdf el 16 de marzo del 2019.

Recuperado de <https://www.scribd.com/document/371464230/Proceso-de-Fabricacion-de-Detergente-en-Polvo> el 26 de marzo del 2019.

Recuperado de <http://quimiorg8.blogspot.com/2008/11/produccion-de-un-detergente.html> el 26 de marzo del 2019.

Recuperado del internet <http://www.enfermeraspabellonyesterilizacion.cl/trabajos/detergentes.pdf> el 13 de abril del 2020

Recuperado del internet <https://www.quiminet.com/articulos/usos-y-aplicaciones-de-la-dietanolamida-de-coco-3535002.htm> el 8 de abril del 2020.

Recuperado del internet <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/123456789/1992/5/CAPITULO%201.pdf> el 26 de mayo del 2020.

Recuperado del internet <https://cienciaonthecrest.com/tag/concentracion-micelar-critica/> el 26 de mayo del 2020.

Recuperado del internet
http://campus.usal.es/~quimfis/apoyo/Margarita_Valero/practicas/cmc.PDF el 26 de mayo del
2020.

ANEXOS

ANEXO 1. TABLA DE LOCALIZACIÓN

Localización				
Factores	Km 10, Autopista Duarte	Caucedo	SPM	Haina
Tamaño	8	7	1	5
Accesibilidad	9	6	4	9
Sector	9	9	5	6
Servicios (costos)	7	6	8	7
Servicios (calidad)	8	8	6	8
Localización (costos)	7	9	1	2
Total	48	45	25	37

Fuente: del Rosario, S.; Rodríguez, P. (2020). Reformulación, diseño y factibilidad de una planta piloto de detergentes líquidos biodegradables.

ANEXO 2. TABLA DE DISTANCIA

Distancia (KM)				
	Km 10, Autopista Duarte	Caucedo	SPM	Haina
Km 10, Autopista Duarte	0	42	80	13
Caucedo	42	0	43	48
SPM	80	43	0	87
Haina	13	48	87	0
Santo Domingo, Distrito Nacional	6.2	36	75	15

Fuente: del Rosario, S.; Rodríguez, P. (2020). Reformulación, diseño y factibilidad de una planta piloto de detergentes líquidos biodegradables.

ANEXO 3. COMPARACIÓN DE COSTOS REACTIVOS

	Casa Jarabacoa	Agencias Internacionales (AICA)	Inversiones Tecnicas Tatis
Acido Sulfonico	\$110.00	\$0.00	\$16,095.20
Cocamida	\$190.00	\$140.40	\$4,916.60
Benzoato de sodio	\$150.00	\$127.71	\$418.72
Bicarbonato de sodio	\$100.00	\$36.72	\$407.90
Soda Caustica	\$90.00	\$59.32	\$153.40
Esencia de lavanda	\$1,200.00	\$1,760.00	\$2,100.40
Colorante Azul	\$1,058.10	\$1,156.00	\$9,876.72
TOTAL	\$2,898.10	\$3,280.15	\$33,968.95

Precios por KG. Fuente: del Rosario, S.; Rodríguez, P. (2020). Reformulación, diseño y factibilidad de una planta piloto de detergentes líquidos biodegradables.

ANEXO 4. NÓMINA EMPRESARIAL EN PESOS DOMINICANOS

Nómina								
Puestos	Cantidad	Salario bruto	AFP	SFS	IRS	Total de retenciones	Salario neto	Total anual
Gerente de finanzas	1	\$ 62,000.00	\$ 1,779.40	\$ 1,884.80	\$ 4,595.85	\$ 8,260.05	\$ 53,739.95	\$ 644,879.40
Gerente de producción	1	\$ 62,000.00	\$ 1,779.40	\$ 1,884.80	\$ 4,595.85	\$ 8,260.05	\$ 53,739.95	\$ 644,879.40
Gerente de RRHH	1	\$ 62,000.00	\$ 1,779.40	\$ 1,884.80	\$ 4,595.85	\$ 8,260.05	\$ 53,739.95	\$ 644,879.40
Contador	1	\$ 25,000.00	\$ 717.50	\$ 760.00	\$ -	\$ 1,477.50	\$ 23,522.50	\$ 282,270.00
Vendedores	3	\$ 17,600.00	\$ 505.12	\$ 535.04	\$ -	\$ 1,040.16	\$ 16,559.84	\$ 596,154.24
Mantenimiento	2	\$ 12,107.00	\$ 347.47	\$ 368.05	\$ -	\$ 715.52	\$ 11,391.48	\$ 273,395.43
Calidad	2	\$ 18,500.00	\$ 530.95	\$ 562.40	\$ -	\$ 1,093.35	\$ 17,406.65	\$ 417,759.60
Legal	1	\$ 25,000.00	\$ 717.50	\$ 760.00	\$ -	\$ 1,477.50	\$ 23,522.50	\$ 282,270.00
Reclutamiento	2	\$ 25,000.00	\$ 717.50	\$ 760.00	\$ -	\$ 1,477.50	\$ 23,522.50	\$ 564,540.00
Asistentes administrativos	3	\$ 15,000.00	\$ 430.50	\$ 456.00	\$ -	\$ 886.50	\$ 14,113.50	\$ 508,086.00
Montacargas	2	\$ 12,107.00	\$ 347.47	\$ 368.05	\$ -	\$ 715.52	\$ 11,391.48	\$ 273,395.43
Operarios	4	\$ 12,107.00	\$ 347.47	\$ 368.05	\$ -	\$ 715.52	\$ 11,391.48	\$ 546,790.86
Limpieza (subcontratados)	4	\$ 12,107.00	\$ 347.47	\$ 368.05	\$ -	\$ 715.52	\$ 11,391.48	\$ 546,790.86
Total	27	\$ 360,528.00	\$ 10,347.15	\$ 10,960.05	\$ 13,787.55	\$ 35,094.75	\$ 325,433.25	\$ 6,226,090.63

Fuente: del Rosario, S.; Rodríguez, P. (2020). Reformulación, diseño y factibilidad de una planta piloto de detergentes líquidos biodegradables.

ANEXO 5. CRONOGRAMA DE INVERSIONES EN PESOS DOMINICANOS

Período	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Ingresos operacionales	\$ -	\$ 194,400,000	\$ 204,120,000	\$ 214,326,000	\$ 225,043,200	\$ 236,295,000	\$ 248,108,400
Ingresos no operacionales	\$ 120,000,000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

Fuente: del Rosario, S.; Rodríguez, P. (2020). Reformulación, diseño y factibilidad de una planta piloto de detergentes líquidos biodegradables.

ANEXO 6. CAPITAL CIRCULANTE EN PESOS DOMINICANOS

Capital circulante							
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Coste del personal + subcontractados	\$ 6,226,090.63	\$ 6,848,699.69	\$ 7,533,569.66	\$ 8,286,926.62	\$ 9,115,619.29	\$ 10,027,181.22	\$ 11,029,899.34
Materia prima	\$ 96,320,073.00	\$ 101,136,076.65	\$ 106,192,880.48	\$ 111,502,524.50	\$ 117,077,650.73	\$ 122,931,533.27	\$ 129,078,109.93
Suministros	\$ 9,707,040.00	\$ 10,192,392.00	\$ 10,702,011.60	\$ 11,237,112.18	\$ 11,798,967.79	\$ 12,388,916.18	\$ 13,008,361.99
Total	\$ 112,253,203.63	\$ 118,177,168.34	\$ 124,428,461.74	\$ 131,026,563.31	\$ 137,992,237.81	\$ 145,347,630.66	\$ 153,116,371.25

Fuente: del Rosario, S.; Rodríguez, P. (2020). Reformulación, diseño y factibilidad de una planta piloto de detergentes líquidos biodegradables.

ANEXO 7. FLUJO DE CAJA EN PESOS DOMINICANOS

Flujo de caja							
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Inversión inicial							
Flujo de ingresos	\$ -	\$ 194,400,000.00	\$ 204,120,000.00	\$ 214,326,000.00	\$ 225,043,200.00	\$ 236,295,000.00	\$ 248,108,400.00
Flujo de egresos	\$ 119,904,491.63	\$ 148,258,968.34	\$ 154,982,941.74	\$ 161,683,691.31	\$ 169,057,978.61	\$ 182,904,627.82	\$ 156,575,237.62
Flujo de efectivo neto	\$ (119,904,491.63)	\$ 46,141,031.66	\$ 49,137,058.26	\$ 52,642,308.69	\$ 55,985,221.39	\$ 53,390,372.18	\$ 91,533,162.38
Flujo de efectivo acumulado	\$ (119,904,491.63)	\$ (73,763,459.96)	\$ (24,626,401.70)	\$ 28,015,906.99	\$ 84,001,128.38	\$ 137,391,500.56	\$ 228,924,662.94

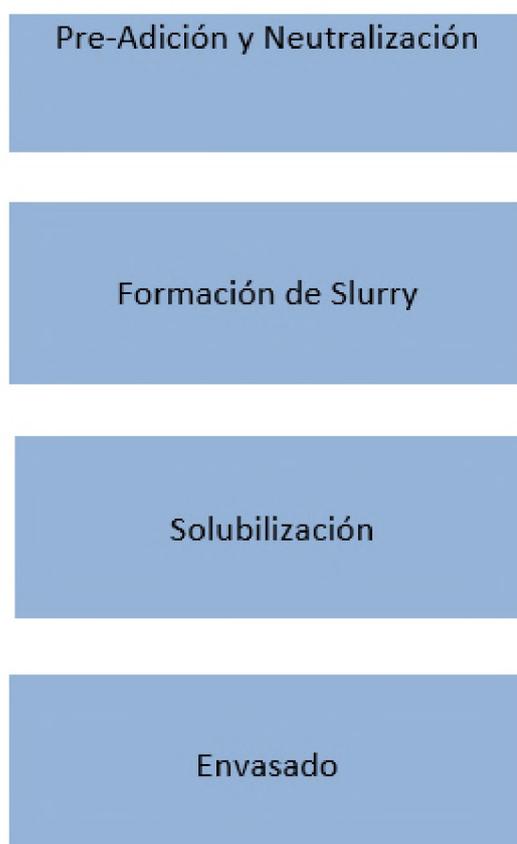
Fuente: del Rosario, S.; Rodríguez, P. (2020). Reformulación, diseño y factibilidad de una planta piloto de detergentes líquidos biodegradables.

ANEXO 8. CONSUMO ENERGÉTICO

Maquinaria			
Equipos	Capacidad Maquinaria	Consumo Eléctrico	Consumo Energético
Mezcladora	5000 kg/h	7.50 kw	0
Envasadora dosificadora (50 ml a 1.5 L)	20-60 unit/min`	220 V 50/60 Hz	Aire comp. 6.5 kg/cm2
Etiquetadora	1-300 unit/min	220 V 50/60 Hz	Aire comp. 6.5 kg/cm2
Tanques almacenamiento	3000 L	0	0

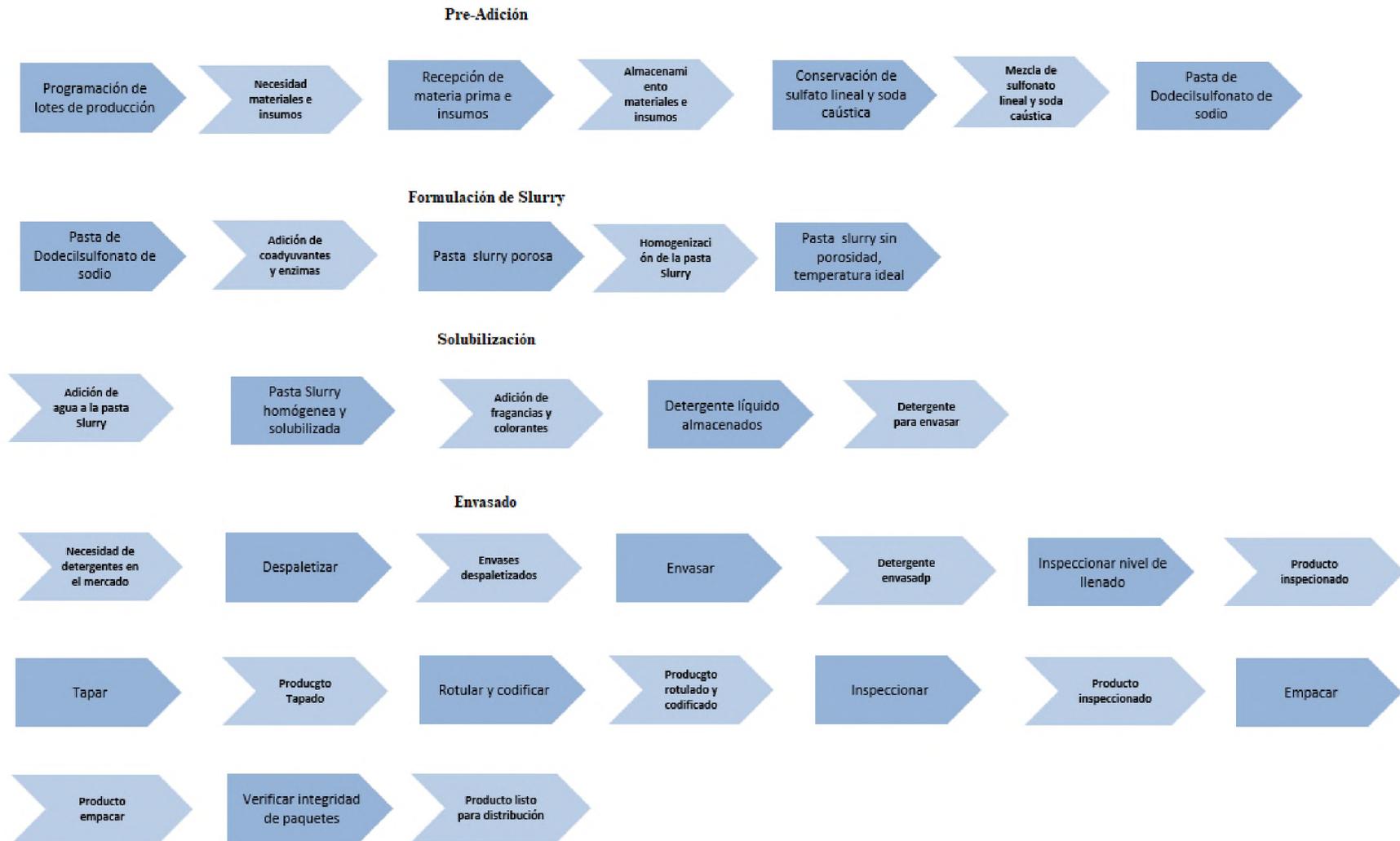
Fuente: del Rosario, S.; Rodríguez, P. (2020). Reformulación, diseño y factibilidad de una planta piloto de detergentes líquidos biodegradables.

ANEXO 9. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE DETERGENTES



Fuente: del Rosario, S.; Rodríguez, P. (2020). Reformulación, diseño y factibilidad de una planta piloto de detergentes líquidos biodegradables.

ANEXO 10. DIAGRAMA DE SUBPROCESOS DE LA FABRICACION DE DETERGENTES



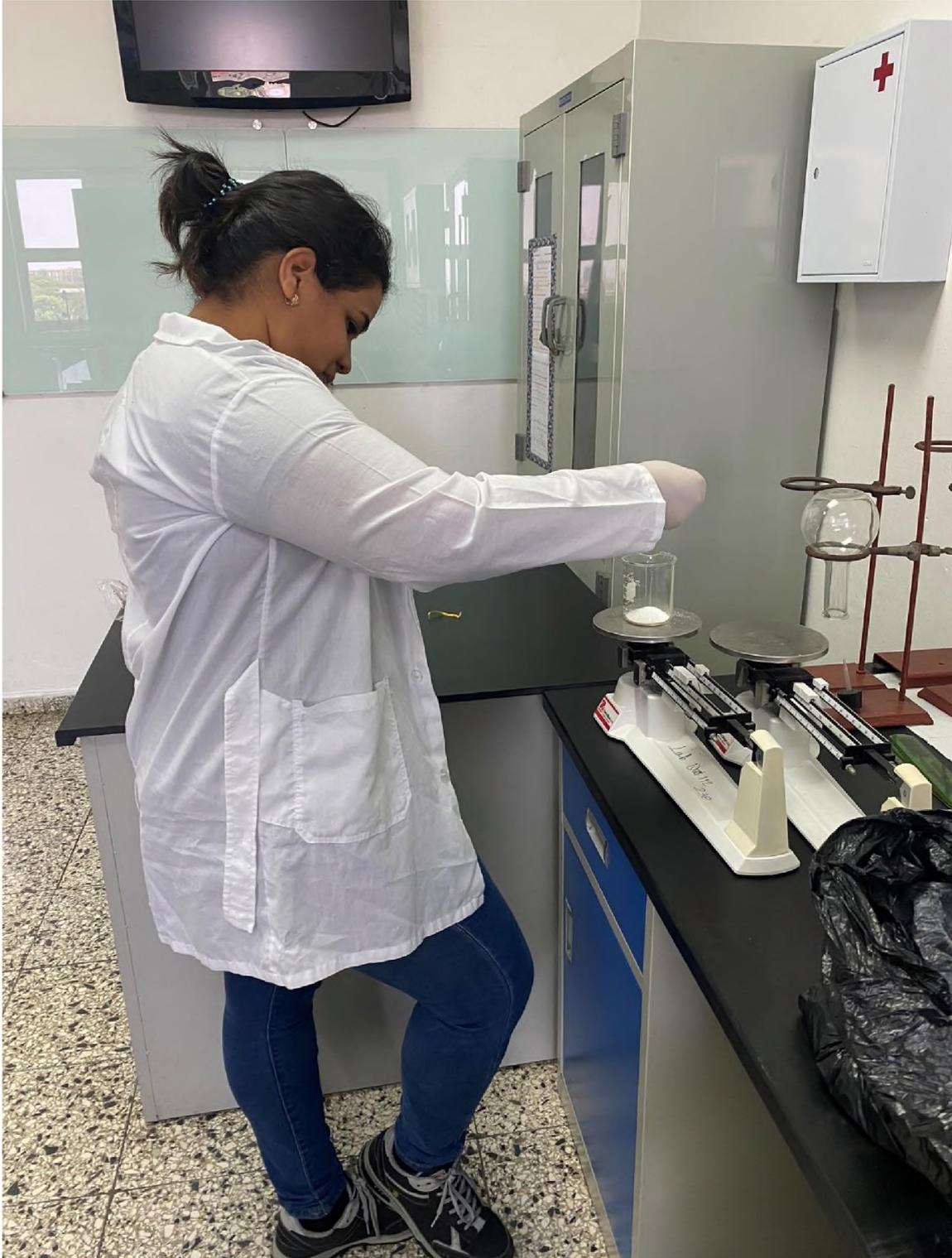
Fuente: del Rosario, S.; Rodríguez, P. (2020). Reformulación, diseño y factibilidad de una planta piloto de detergentes líquidos biodegradables.

ANEXO 13. PESADA DE MATERIA PRIMA



Fuente: del Rosario, S.; Rodríguez, P. (2020). Reformulación, diseño y factibilidad de una planta piloto de detergentes líquidos biodegradables.

ANEXO 14. PESADA DE MATERIA PRIMA



Fuente: del Rosario, S.; Rodríguez, P. (2020). Reformulación, diseño y factibilidad de una planta piloto de detergentes líquidos biodegradables.

ANEXO 15. ADICIÓN DE AGUA PARA LA FABRICACIÓN



Fuente: del Rosario, S.; Rodríguez, P. (2020). Reformulación, diseño y factibilidad de una planta piloto de detergentes líquidos biodegradables.

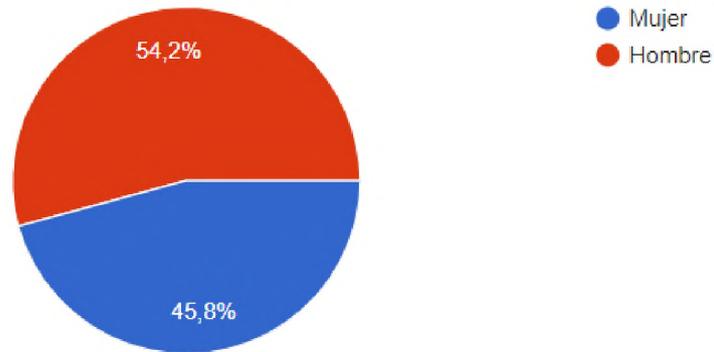
ANEXO 16. ADICIÓN SODA CÁUSTICA PARA NEUTRALIZAR



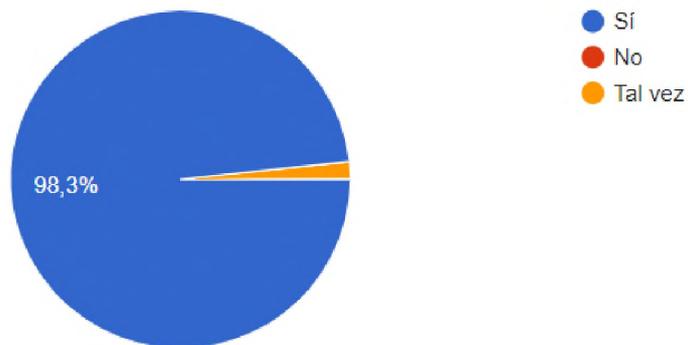
Fuente: del Rosario, S.; Rodríguez, P. (2020). Reformulación, diseño y factibilidad de una planta piloto de detergentes líquidos biodegradables.

ANEXO 17. ENCUESTA REALIZADA

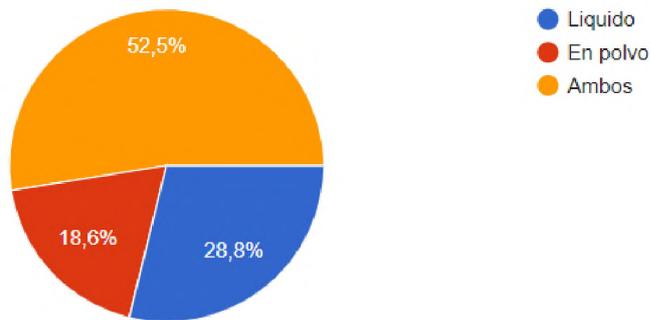
1. Sexo



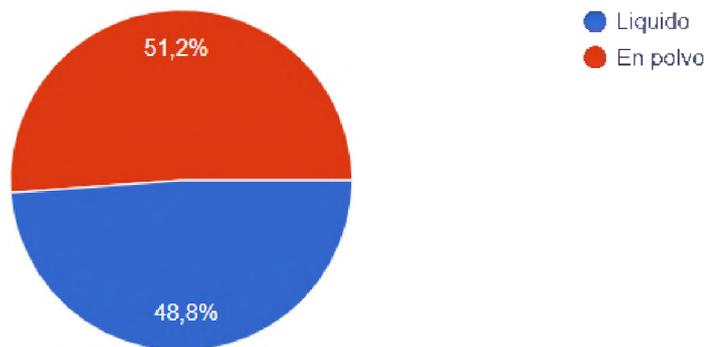
2. ¿Utiliza el detergente para el lavado de ropa?



3. ¿En qué presentación lo utiliza?



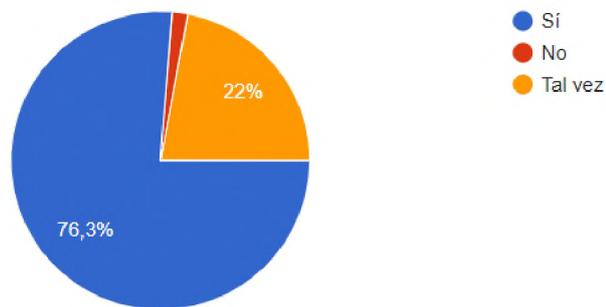
4. ¿En caso de que la respuesta anterior sea ambas, cuál de los dos consume más?



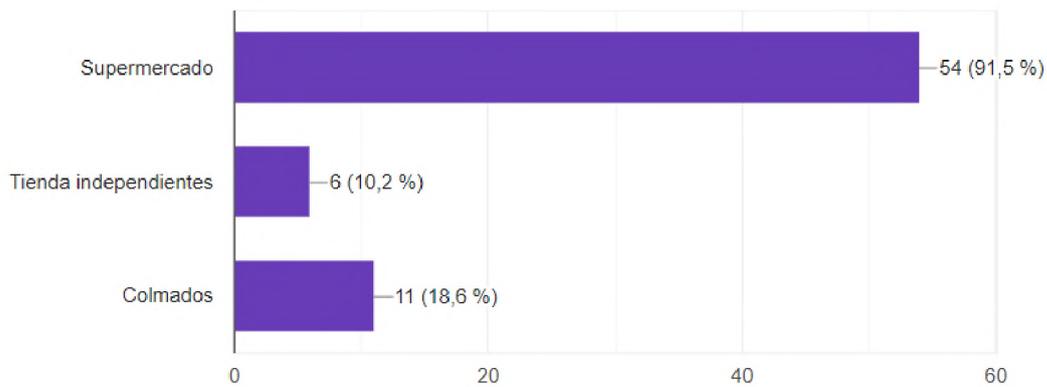
5. ¿Cuál de las siguientes marcas conoces?



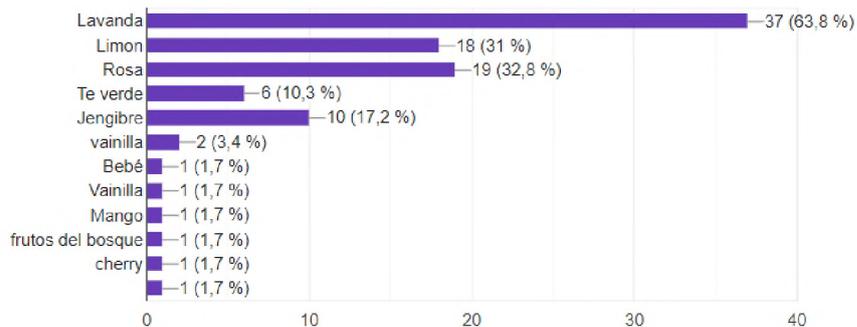
6. ¿Estaría interesado en un detergente biodegradable?



7. ¿En qué lugares realiza sus compras usualmente?



8. ¿De las siguientes fragancias, cuales le gustaría ver en el mercado?



SUSTENTANTES

Pilar Estela Rodríguez Mejía

Sabrina del Rosario Cepeda

ASESORES

Ing. Ramón Perez

Asesor

Ing. Maribel Espinosa

Asesor

JURADOS

Jurado

Jurado

Jurado

Calificación: _____

Fecha: _____

Ing. Doris Peña

Directora Escuela de Química