



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE PAPEL PH CON PAPEL
RECICLADO Y EXTRACTOS ANTOCIANÍNICOS DE RÁBANO PARA UNA FARMACÉUTICA
DE GUATEMALA**

Bryan Obed Agustín Hernández

Asesorado por la M.Sc. Licda. Karla Mariela Agustín Hernández

Guatemala, junio de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE PAPEL PH CON PAPEL
RECICLADO Y EXTRACTOS ANTOCIANÍNICOS DE RÁBANO PARA UNA FARMACÉUTICA
DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

BRYAN OBED AGUSTÍN HERNÁNDEZ
ASESORADO POR LA M.SC. LICDA. KARLA MARIELA AGUSTÍN
HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, JUNIO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Inga. Mercedes Esther Roquel Chávez
EXAMINADOR	Ing. César Ariel Villela Rodas
EXAMINADOR	Ing. Gerardo Ordóñez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE PAPEL PH CON PAPEL
RECICLADO Y EXTRACTOS ANTOCIANÍNICOS DE RÁBANO PARA UNA FARMACÉUTICA
DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha abril de 2022.

Bryan Obed Agustín Hernández



EEPFI-PP-0558-2022

Guatemala, 26 de abril de 2022

Director
Williams G. Álvarez Mejía
Escuela De Ingeniería Química
Presente.

Estimado Ing. Álvarez

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE PAPEL PH CON PAPEL RECICLADO Y EXTRACTOS ANTOCIANÍNICOS DE RÁBANO PARA UNA FARMACÉUTICA DE GUATEMALA**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Gerencia Estratégica - Gestión de la innovación**, presentado por el estudiante **Bryan Obed Agustín Hernández** carné número **201403979**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Gestion Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

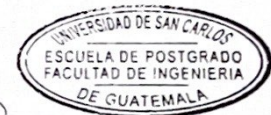
Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Karla Mariela Agustín Hernández
Magister Ciencias en Dirección
Financiera y Gestión Presupuestaria
Colegiado No. 25,200

Mtro. Karla Mariela Agustín Hernández
Asesor(a)

Mtro. Hugo Humberto Rivera Perez
Coordinador(a) de Maestría



Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EEP.EIQ.0558.2022

El Director de la Escuela De Ingenieria Quimica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE PAPEL PH CON PAPEL RECICLADO Y EXTRACTOS ANTOCIANÍNICOS DE RÁBANO PARA UNA FARMACÉUTICA DE GUATEMALA** , presentado por el estudiante universitario **Bryan Obed Agustín Hernández**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Williams G. Álvarez Mejía; Mg.I.Q., M.U.I.E.
Director
Escuela De Ingenieria Quimica

Guatemala, abril de 2022

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.472.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE PAPEL PH CON PAPEL RECICLADO Y EXTRACTOS ANTOCIANÍNICOS DE RÁBANO PARA UNA FARMACÉUTICA DE GUATEMALA**, presentado por: **Bryan Obed Agustín Hernández**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana



Guatemala, junio de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres

Patty Hernández y Carlos Agustín, por haberme apoyado a lo largo de mi vida, guiarme de la manera adecuada y correcta.

Mis hermanos

Oscar, Karla y Sarbith Agustín, por su apoyo incondicional, por el ejemplo y nunca dejar de creer en mí.

Familia en general

Porque son mi sangre y siempre fueron un pilar en mi vida.

Mis amigos

Daniel Ramírez, Carlos y Beatriz Cuellar, por ser ese soporte y apoyo cuando más lo necesité con esas pláticas y reuniones imprevistas.

Mis amigas

Gabriela Aguilar y Mercedes Dardón, sin ustedes la universidad no hubiera sido lo mismo.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por brindarme las herramientas y conocimientos que me servirán para la vida.

Mis padres

Por darme la oportunidad de superación y preparación para la vida.

Mi asesora

Por hacer de la vida menos difícil.

Mis amigos

Por el apoyo incondicional a lo largo de estos años en la facultad de ingeniería.

**Familia y amigos en
general**

Por siempre estar junto a mí.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
3.1. Contexto general	7
3.2. Descripción del problema	7
3.3. Formulación del problema	8
3.3.1. Pregunta central	8
3.3.2. Preguntas auxiliares	8
3.4. Delimitación del problema	9
4. JUSTIFICACIÓN	11
5. OBJETIVOS	13
5.1. General.....	13
5.2. Específicos	13
6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	15

7.	MARCO TEÓRICO	17
7.1.	La química y el pH.....	17
7.1.1.	Los ácidos	19
7.1.2.	Las bases	19
7.1.3.	Neutralización de las sustancias	20
7.1.4.	Medidores de pH	21
7.2.	Flavonoides.....	21
7.2.1.	Antocianinas.....	22
7.2.2.	Rábano.....	25
7.3.	La contaminación	26
7.3.1.	Contaminación de los suelos.....	27
7.3.2.	Contaminación del agua.....	28
7.4.	Reciclaje.....	29
7.4.1.	Las 3 R.....	30
7.4.2.	Papel reciclado.....	31
7.5.	Abono natural.....	32
7.6.	Las inversiones	33
7.6.1.	Los inversionistas.....	35
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	37
9.	METODOLOGÍA	39
9.1.	Características del estudio	39
9.2.	Unidades de análisis	40
9.3.	Variables	40
9.4.	Fases del estudio	44
9.4.1.	Fase 1: exploración bibliográfica	44
9.4.2.	Fase 2: recolección de la información	44
9.4.3.	Fase 3: análisis de información	45

9.4.4.	Fase 4: interpretación de información.....	45
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS	47
10.1.	Técnicas de presentación de datos	47
10.2.	Técnicas de análisis estadísticas	48
11.	CRONOGRAMA.....	51
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	53
13.	REFERENCIAS.....	55
14.	APÉNDICES.....	61

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Árbol de problema	9
2.	Esquema de solución	16
3.	Estructura de la antocianina	23
4.	Estructura de la antocianina a distintos pH	24
5.	Coloración del indicador natural a diferentes pH.....	25
6.	Estructura de la pelargonidina.....	26

TABLAS

I.	Pregunta de investigación 1	40
II.	Pregunta de investigación 2	41
III.	Pregunta de investigación 3	42
IV.	Pregunta de investigación 4	43
V.	Cronograma de actividades a desarrollar.....	51
VI.	Costos para la investigación.....	53

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
HCl	Ácido clorhídrico
H₂O	Agua
NaCl	Cloruro de sodio
NaOH	Hidróxido de sodio
=	Igual a o igual que
Cl⁻	Ión cloro
H⁺	Ión hidronio
OH⁻	Ión hidroxilo
Log o Lg	Logaritmo de base 10
>	Mayor que
<	Menor que
ml	Mililitro
%	Porcentaje
pH	Potencial de hidrógeno
Q	Quetzales
R^x	Rama o ramificación
VPN	Valor presente neto

GLOSARIO

Ácido	Sustancia con pH menor a 7
Ácido clorhídrico	Solución ácida de cloruro de hidrógeno
Ácido sulfúrico	Ácido fuerte de sulfatos de hidrógeno
Base	Sustancia con pH mayor a 7
Biosíntesis	Síntesis con ayuda de organismos vivos
Cloruro de sodio	Sal, mineral y nutriente para muchos seres vivos
Ecofriendly	Amigables con el ambiente
Electrodo	Instrumento por el que pasa corriente eléctrica
Farmacéutica	Industria elaboradora de fármacos
Glucosa	Azúcares presentes en algunos organismos vivos, frutas y verduras
Hidróxido de sodio	Sólido que al combinarse con agua se vuelve base fuerte
Ión	Átomo o molécula con carga eléctrica

Ión anión	Ión con carga negativa
Ión catión	Ión con carga positiva
Neutro	Sustancia con pH igual a 7
pH	Acidez de una sustancia
Tornasol	Cambia de color
Vacuola	Orgánulo que se encuentra en la célula vegetal mayormente

RESUMEN

La medición de pH es un tema de interés para todas las personas, empresas, industrias, que tienen un contacto directo con químicos como por ejemplo una farmacéutica, ya que todo fármaco está elaborado con muchos ácidos o bases fuertes, así como ácidos o bases débiles según el medicamento de interés.

Existen muchos métodos para la determinación del pH de las sustancias. El más utilizado es por medio de medidores con papel, ya que es de fácil uso, así también de desecho práctico. Un papel reciclado impregnado con sustancias orgánicas es una alternativa en la que se puede indagar para lograr desechar sustancias con pH desconocido de manera apropiada y sin contaminar el ambiente.

El presente diseño de investigación propuesto tiene como finalidad la elaboración de un papel impregnado con antocianinas, que indique el color al contacto con las sustancias, según sea base o ácido para el correcto desecho de los residuos presentados.

1. INTRODUCCIÓN

La falta de insumos de la farmacéutica de Guatemala crea la necesidad de poder desarrollar una alternativa de medición, a pesar de que existen muchos métodos que son capaces de medir el pH de las sustancias, pero tiene costos elevados que no son viables para la empresa.

Al desechar de manera inapropiada sustancias con pH desconocidos y la mala práctica del post consumo de papel de personas sin consideración, que crea impactos negativos en el medio ambiente que contaminan ciudades, ecosistemas terrestres y acuáticos, suelos y todo el entorno natural para poder reutilizar de una mejor forma los desechos y disminuir con ello la contaminación por productos sólidos.

Este diseño de investigación centra la idea para utilizar papel reciclado impregnado con antocianinas para la elaboración de un papel capaz de medir el pH de las sustancias y eliminar, de manera apropiada, los desechos que se puedan generar en la producción de un fármaco y evitar contaminar el ambiente.

Las antocianinas, son sustancias orgánicas contenidas en la cáscara de rábano, que al aplicar diferentes métodos de extracción según la necesidad que se tenga y según la calidad del papel que se deseen impregnar.

Con este proyecto de investigación se logrará disminuir la contaminación, tanto acuática como la de los suelos, generada por el desecho de las sustancias peligrosas, como los residuos sólidos del papel utilizado como método de medición de pH en la actualidad que está impregnado con un químico sintético.

En este trabajo de investigación se presenta el árbol de problema que da lugar a la elaboración de los objetivos, las necesidades que se cumplirán en la farmacéutica de Guatemala, el esquema de solución que plantea los pasos a seguir para lograr solventar la problemática planteada, así como la metodología que se utilizará y las técnicas que servirán de apoyo para el alcance de los objetivos propuestos.

2. ANTECEDENTES

Al realizar un análisis de la bibliografía relacionada al tema de pH, se observa que tanto investigadores como autores, buscan de manera concreta enseñar todo lo referente al tema, como medirlo y sobre todo poder crear medidores más verdes, es decir, poder sustituir los productos sintéticos del mercado.

Dice Riquelme (2019), dentro del artículo llamado Gestión Documental: buena práctica para reducir el consumo de papel en apoyo al desarrollo sostenible, publicado en la revista internacional de gestión de conocimiento y la tecnología Gecontec, en el 2019 por Silvia López, explica que la actualidad no se gestiona de manera adecuada el uso del papel, por lo que no se aplica el uso de las tres R, como son la reutilización, reducción y reciclado.

Realizó Ávila (2019), una investigación sobre la extracción de los pigmentos antocianínicos existentes en frutas rojas, específicamente la fresa, en el que considera que tienen un alto porcentaje de actividad antioxidante y pueden actuar directamente con la actividad ambiental, económica y productiva.

En el artículo escrito por Songoluisa (2019), propone un método de extracción de los pigmentos antocianínicos de la flor de Jamaica con metanol acidificado con 3 tipos de ácidos como el ácido clorhídrico, ácido cítrico y ácido trifluoroacético; el ácido clorhídrico el más eficiente para la extracción.

En su tesis de maestría, Escobar (2019), realizó un estudio del impacto que tenía la temperatura en los pigmentos antocianínicos extraídos de los cálices de

Jamaica, así como la estabilidad que dichos pigmentos pudieran tener según la técnica de extracción.

De acuerdo con Costa y Fernández (2018), hicieron un estudio sobre la relación que existía entre el sonido y el pH, ya que midieron el pH de ciertas sustancias con un electrodo que conectaron a una galleta electrónica y se dieron cuenta que tenían una frecuencia sonora en ella, esto lo plasmaron en la revista Diario de la educación química], llamándose la Escuchando al pH.

Según Gómez, (2018) realizó una publicación en una revista científica en donde asegura que actualmente el agua potable se está escasez, todo esto por la actividad del hombre provocada por desembocaduras con sustancias químicas peligrosas altamente tóxicos, corrosivos, entre otros.

Comenta Duarte (2018), que se realizó un estudio del impacto ambiental que puede tener el uso de abonos químicamente preparados, y sobre los beneficios que pueden tener los abonos orgánicos.

La maestra en Salud Ocupacional y del Medio Ambiente, Ramírez, (2018) realizó una investigación acerca de muchos problemas provocado por el manejo inequívoco de los residuos existentes en el ambiente laboral.

En la Universidad Nacional de Colombia, Quiroga (2017), determinó que el uso de indicadores naturales es una técnica aplicada después del siglo VI en la preparación de una bebida alcohólica con una flor.

Publicó Ortega (2016), en la revista científica llamada “Investigación Andina”, que existe directamente una unión entre el ambiente, la ciencia y la

actividad económica, ya que es obligación de las empresas tener una consciencia ambiental, por lo que se busca reducir toda esa contaminación generada.

Según Gómez (2013), se realizó una investigación sobre el concepto que se tenía sobre el pH, como se aplican actualmente para volverlos de manera didáctica y se analizaron textos de educación superior que trataban sobre el tema predicho; dicha investigación fue realizada por la Maestra En Docencia De La Química, Adriana Marcela Alméciga Gómez.

Comenta Avalos (2005), en el departamento de Física de la Universidad de Murcia de España, Santiago Heredia Avalos, propuso varios experimentos sobre la obtención de indicadores naturales o por medicamentos, en su publicación llamada Experiencias sorprendentes de Química con indicadores de pH caseros.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La farmacéutica desecha sustancias químicas a pH desconocido por lo que contamina el agua de ríos y con ello contamina el suelo. Todo esto es debido a la falta de insumos que existe en la actualidad en dicha empresa ya que el adquirir un instrumento de medición de pH es costoso, que representa muchos gastos para la empresa, además de la contaminación ambiental provocada por el papel utilizado en las oficinas de la farmacéutica.

3.1. Contexto general

La farmacéutica es nueva en el mercado. Se encarga de realizar fármacos importantes, de los cuales muchos utilizan ácidos o algunas sustancias básicas, los residuos son desechados de forma irresponsable, ya que no se neutralizan y simplemente son vertidos al escusado, se ha intentado resolver al utilizar herramientas como el papel tornasol, sin embargo, no es viable para la compañía debido al alto precio.

3.2. Descripción del problema

En la eliminación de manera inapropiada de las sustancias con pH desconocido, se considera que es debido al uso de insumos de manera constante, ya que se tiene altas cantidades de muestreo de sustancias. También que la tecnología de medición de pH es de precio elevado, ya que existe el método por electrodos que es de manera electrónica, o bien el papel tornasol, por lo que el conocimiento de los laboratoristas es limitado en muestreos, además

de contaminación de suelos y aguas por residuos sólidos en la utilización del papel tornasol.

3.3. Formulación del problema

A raíz del planteamiento del árbol de problema y el árbol de objetivos, se logró determinar las preguntas siguientes.

3.3.1. Pregunta central

- ¿Cómo se puede medir el pH de sustancias peligrosas desconocidas y qué lo hará diferente al papel medidor común que se tiene en la actualidad en la farmacéutica?

3.3.2. Preguntas auxiliares

- ¿Cuál es el método más viable para que los laboratoristas de la farmacéutica realicen la medición del pH de las sustancias desconocidas?
- ¿Cómo se puede elaborar un papel medidor de pH con un indicador natural extraído del rábano y papel reciclado que permita conocer las sustancias desechadas de la farmacéutica?
- ¿Qué colores indican los niveles de acidez o basicidad de las sustancias en general para la farmacéutica según sustancias conocidas?
- ¿Qué tan eficiente es el papel medidor de pH impregnado con antocianinas de rábano en comparación al papel tornasol y los residuos sólidos como abono natural?

Figura 1. **Árbol de problema**



Fuente: elaboración propia.

La figura 1 presenta la herramienta del árbol del problema que sirvió para auxiliar y poder determinar las preguntas para la formulación del problema, así como el objetivo general y los objetivos específicos.

3.4. Delimitación del problema

La contaminación de los suelos y las aguas presentes en Guatemala es un problema que tiene consecuencias como destrucción del medio natural (ecosistemas, bosques, especies), por lo que en la actualidad distintas zonas se encuentran en peligro de no recuperación ya que no existe consciencia de parte de las personas para saldar dicha problemática.

Al desechar sustancias con pH desconocidos hacia los drenajes se contaminan ríos, lagos, mares, a su vez el suelo, por lo que no se cumple con leyes de descarga sanitaria hacia los drenajes con valores permisibles de pH, todo esto es a causa de la falta de insumos de la farmacéutica.

La farmacéutica al no tener insumos, ni herramientas tecnológicas para medir el pH de las sustancias, simplemente desechan las mismas a los drenajes, para poder crear un impacto ambiental, económico y social considerable.

Por lo que se busca resolver la problemática principal que es la eliminación de sustancias peligrosas con pH desconocidos y a su vez, dejar de utilizar productos con químicos sintéticos presentes en el papel utilizado comúnmente para medir el pH de las sustancias respectivamente.

4. JUSTIFICACIÓN

El diseño de investigación se realizó mediante la línea de investigación de la innovación, ya que es un proyecto del cual se sabe poco, además de que pretende conservar el medio ambiente y realizar un producto útil para la industria farmacéutica en Guatemala.

Con dicha investigación se obtendrá una herramienta necesaria para la medición del pH de las sustancias desconocidas en la industria farmacéutica principalmente, sin embargo se podrá utilizar en mediciones de pH básicos en instituciones, universidades u hospitales, y con ello poder reducir la contaminación del ambiente, específicamente en las aguas, ya que se desechan dichas sustancias de manera inapropiada, además que reducirá la contaminación producida por sólidos, al utilizar papel reciclado y hacer un proyecto viable para las industrias, ya que en la actualidad los métodos utilizados son de alto precio.

Al momento de llevar a cabo el proyecto se realizará una comparación económica entre los métodos existentes en la actualidad y el papel pH a producir, ya que se busca poder reducir los costos en la obtención de insumos y con ello permitir siempre la medición de sustancias y evitar negligencias al respecto.

A diferencia del papel tornasol que se encuentra en el mercado, que es impregnado con químicos sintéticos, el pH de la respectiva investigación será impregnado con antocianinas, que son extractos orgánicos, que no son dañinos al ambiente y son obtenidos de frutas, verduras o plantas, o sea de origen natural.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Elaborar un papel capaz de medir el pH de sustancias, reciclado e impregnado con extractos antocianínicos de rábano como medidor natural para una empresa farmacéutica.

5.2. Específicos

- Comparar financieramente los diferentes métodos para la medición del pH de las sustancias desconocidas según los costos de adquisición de insumos para la farmacéutica.
- Obtener las antocianinas de la cáscara de rábano e impregnarlas en papel reciclado para determinar el pH de las sustancias desechadas en la farmacéutica.
- Designar un color al papel medidor de pH según la acidez y basicidad de las sustancias y la fuerza según sustancias conocidas para lograr desechar apropiadamente los residuos químicos de la farmacéutica.
- Analizar la eficiencia en la producción del papel medidor de pH impregnado con antocianinas de rábano en comparación con el papel tornasol y la utilización de los residuos sólidos del rábano para la utilización como abono natural.

6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Actualmente la farmacéutica no consta con insumos necesarios y suficientes para lograr medir el pH de ciertas sustancias desechadas por lo que el objeto de dicha investigación es lograr investigar sobre la viabilidad de elaboración de un papel capaz de medir el pH de las sustancias, elaborado con papel reciclado e impregnado con extractos naturales y compararlo financieramente con la inversión de papel tornasol que es el de uso común en la actualidad.

Con este proyecto de investigación se logrará disminuir la contaminación tanto acuática como la de los suelos generada por el desecho de las sustancias peligrosas, como por los residuos sólidos del papel utilizado como método de medición de pH en la actualidad que está impregnado con un químico sintético.

Cabe recalcar que este es un proyecto innovador, que permite dar uso al papel reciclado utilizado en oficinas o instituciones de las cuales simplemente lo desechan ya que para ellos simplemente es basura.

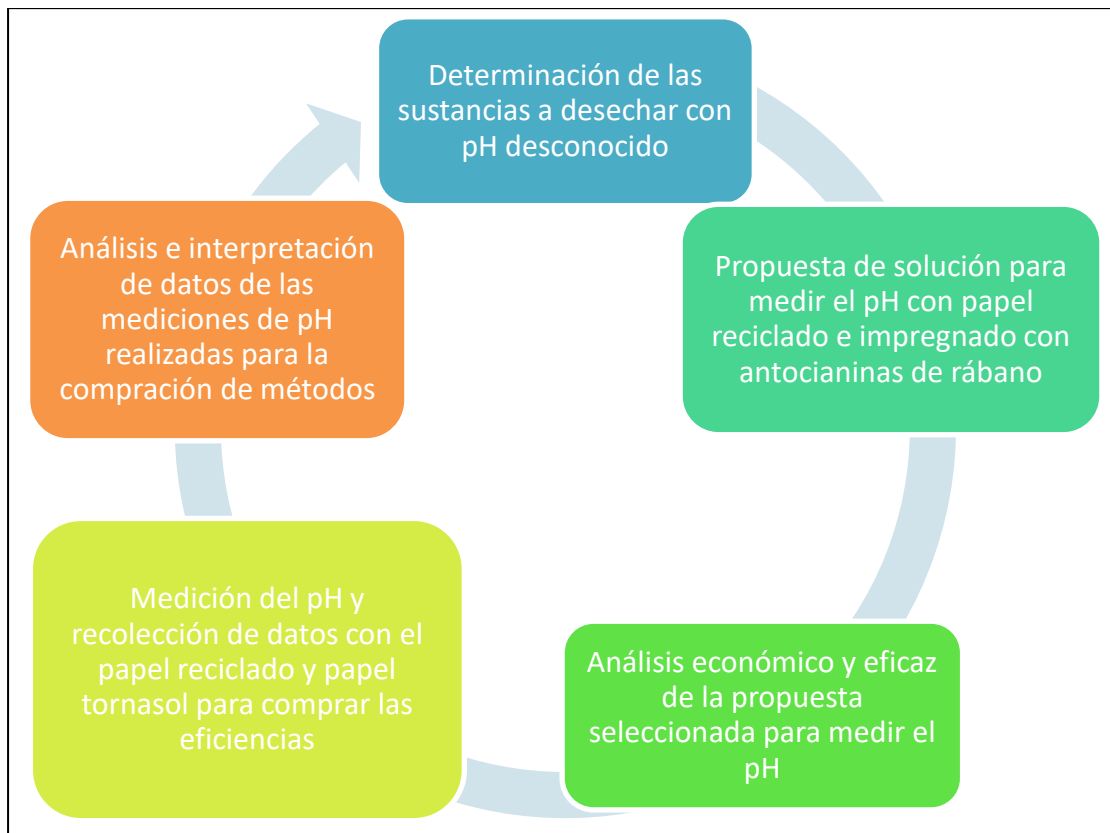
Dicha investigación proveerá una solución adicional hacia empresas, instituciones, hospitales, universidades, entre otros; que deseen aprender un poco más sobre el tema de pH de manera experimental y sea de escasos recursos, o bien no sea de vital importancia un rango en específico de pH, simplemente saber si dichas sustancias son ácidas o básicas.

Cabe resaltar que dicho papel, no establecerá colores específicos por cada valor de pH presente en una sustancia, como suele hacerlo el papel tornasol, sin

embargo, arrojará un color específico si la sustancia es ácido fuerte, ácido débil, base fuerte o base débil, por lo que se sabrá la fuerza y el rango de pH que se encontrará el mismo.

El esquema de solución presenta los pasos a seguir para llevar a cabo la solución del problema planteado.

Figura 2. **Esquema de solución**



Fuente: elaboración propia.

7. MARCO TEÓRICO

Se realizó una investigación bibliográfica sobre los temas importantes a desarrollar como apoyo para responder las preguntas de investigación propuestas que dieron lugar al planteamiento de los objetos. Por lo que se presenta a continuación.

7.1. La química y el pH

La química se puede definir como la ciencia que estudia a los átomos, desde la composición, hasta cambios que sufren al ser expuestos ante una estimulación. También es llamada como la ciencia de los elementos o la ciencia central, en vista que todo lo que se conoce en la actualidad está compuesto por átomos, que en su unión forman moléculas y a su vez forman la materia.

Según Chang (2017), sin los conocimientos de química la vida hoy sería diferente ya que se necesita de dicha ciencia para poder desarrollar estudios, investigaciones y comprensiones sobre lo que ocurre en el mundo; así como también la aplicación de otras disciplinas en conjunto como la biología, física, geología, entre otras. La vida tiene un centro llamada química.

En un mundo definido por varios investigadores en la rama, el tema del pH sin duda alguna está relacionado con la química, cuestión que ocurre a nivel molecular; por lo que al analizar una sustancia y querer determinar su pH, tiene por objeto dar a conocer de qué está hecho y los efectos que puede tener una sustancia al disolverse en otra.

El pH expresa la fuerza de cada ácido o base que se mide (Cajamarca, 2018); sin embargo, se considera que el pH realmente es una escala que se mide de 1 a 14 que representa la acidez o la basicidad que pueda tener una sustancia en función a su naturaleza.

Es importante resaltar que, el pH se encuentra en cualquier lugar, desde frutas y verduras, en el uso diario de las sustancias, incluso en la piel de cada persona. El pH con valor de 7 es una sustancia neutra, encontrándose por ejemplo en el agua que se utiliza primordialmente para beber es. Mientras que, si el pH se encuentra debajo de 7, quiere decir que es una sustancia ácida, por ejemplo, el jugo de limón, muchos ácidos concentrados como el ácido clorhídrico, el ácido sulfúrico, entre otros.

Si el pH se encuentra por encima del valor de 7 es una sustancia básica; ejemplo de ello es el jabón que se utiliza para lavar ropa, los trastos, incluso el jabón de uso diario para la ducha y hasta productos químicos concentrados como la soda caustica, entre otros.

El pH de las sustancias se determina al aplicar el logaritmo de base 10 (Log) a la concentración conocida de iones hidronios (H⁺) o la actividad que estos iones tengan en una sustancia, por lo que se tiene:

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] \quad (\text{Ec. 1})$$

A nivel de ingeniería, comenta Martínez (2016), principalmente en las fábricas de alimentos y medicamentos, para la calidad del agua que se utiliza en diferentes aplicaciones, el tratamiento de aguas residuales, la elaboración de fermentaciones, entre otros; el pH es de suma importancia, de manera que debe

ser controlado de la mejor manera para asegurar una buena calidad de los productos y que la producción funcione de manera correcta.

7.1.1. Los ácidos

Los ácidos son sustancias que tienen, de alguna manera, exceso de iones hidronios (H^+), por lo que estas sustancias suelen tener un pH muy bajo, es decir por debajo de 7.

Comenta Ayres (1968), un ácido, al momento de disolverlo en un disolvente, tal como el agua, tiene la capacidad de desprender iones H^+ , en otras palabras, puede donar iones de carga positiva que son atrapados por el agua, en este caso.

Usualmente, es fácil reconocer cuando una sustancia es ácida por cómo se escribe químicamente (Petrucci, 2011), ya que al momento de estar en presencia de otro átomo, como por ejemplo, el ión cloro (Cl^-) con carga negativa, tiene un átomo de hidrógeno añadida como ion catión (H^+) que permite la atracción del ion anión antes mencionado para formar el ácido clorhídrico (HCl).

El ácido se utiliza en gran cantidad de industrias, principalmente para neutralizar, tales son los casos para los lavados en la industria textilera, o para hacer fármacos en la industria farmacéutica, inclusive el estómago del ser humano contiene ácido, por lo que se encuentra en cualquier lugar.

7.1.2. Las bases

A diferencia de los ácidos, las bases son sustancias que tienen exceso de iones hidroxilos (OH^-) y carecen de iones hidronios (H^+), por lo que tienen un pH

elevado, o sea arriba del valor de 7, puesto que al aplicar la ecuación 1, el pH aumenta según la ausencia de iones hidronios (H⁺).

Sin embargo, existe un equivalente para medir las bases, como es el pH para los ácidos; si no se desea tener valores elevados se puede medir como pOH, que se calcula de la misma manera que el pH, al utilizar el logaritmo de base 10 y la concentración de iones hidroxilos para calcular el pOH.

$$\text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-] \quad (\text{Ec. 2})$$

Una base muy conocida de manera industrial es el hidróxido de sodio (NaOH) o soda caustica como se conoce coloquialmente, que es una base fuerte en escamas que absorbe la humedad del ambiente y se utiliza para muchos procesos como elaboración de jabones, para la industria textilera, entre otros.

7.1.3. Neutralización de las sustancias

Las sustancias se deben de neutralizar, si tienen un pH por debajo o arriba del valor de 7, dado que si se desechan de manera incorrecta o inadecuada pueden contaminar el medio ambiente o dañar las instalaciones de drenajes de los hogares y tener complicaciones a largo plazo.

La neutralización de las sustancias, se refiere a agregarle ácido a una base o viceversa, para poder tener un pH neutro, o sea de valor 7 lo que permite tener en cuenta que, según la intensidad del ácido o base, así se le debe agregar la intensidad de la otra sustancia.

Este tipo de reacciones, es básicamente la conversación de la base y el ácido en alguna sal, como por ejemplo el cloruro de sodio y H₂O, dice Petrucci

(2011), o sea agua, ya que se combinan los iones característicos de cada sustancia, para la base es el ion hidroxilo OH⁻ y para los ácidos los iones hidronios H⁺



7.1.4. Medidores de pH

Los medidores pueden ser de manera tecnológica o manual, pues como su nombre lo indica, sirven para medir el pH de las sustancias, y depende del equipo o material, así es el precio o inversión que se debe de realizar.

Dentro de los medidores manuales o desechables, se encuentra el papel tornasol, que son tiras de papel, impregnado de un químico sintético que, al momento de entrar en contacto con las sustancias, cambia de color, por lo que permite tener una escala específica que indica un pH según el color que arroje el papel.

Entre los medidores tecnológicos se tiene el medidor de pH por electrodos o potenciómetros, que funcionan básicamente para medir el voltaje que pueda emitir una sustancia que lo traduce a un valor de pH en específico, a diferencia de los manuales, este debe de calibrarse con frecuencia, ya que al realizar varias mediciones, los puntos de referencia ya graduado, se pueden desplazar a otro punto.

7.2. Flavonoides

Comenta Ojeda (2021), que los flavonoides, son una sustancia que pertenece a una porción de fenoles que pueden encontrarse en algunas frutas, vegetales e inclusive en flores. De lo expuesto la sustancia depende de la forma

en cómo se siembran los productos y de diferentes factores del ambiente que puedan afectar a estas.

Según Villegas (2020), los fenoles como los flavonoides pertenecen al grupo de metabolitos secundarios, y algunos de ellos se pueden biosintetizar al momento de realizar el rompimiento de la molécula de la glucosa, ya que es uno de los iniciadores en dicho rompimiento.

Menciona Russo (2006), que los flavonoides son compuestos que tienen más de 10 carbonos en su cadena fenólica, y se han realizado estudios que también contribuyen al cuerpo humano, ya que es un producto antioxidante y contienen beneficios cardiovasculares, comprobado que las personas europeas suelen tener menos problemas del corazón debido a que beben mucho vino, y esto se deriva de la uva mayormente, la cual contiene flavonoides.

7.2.1. Antocianinas

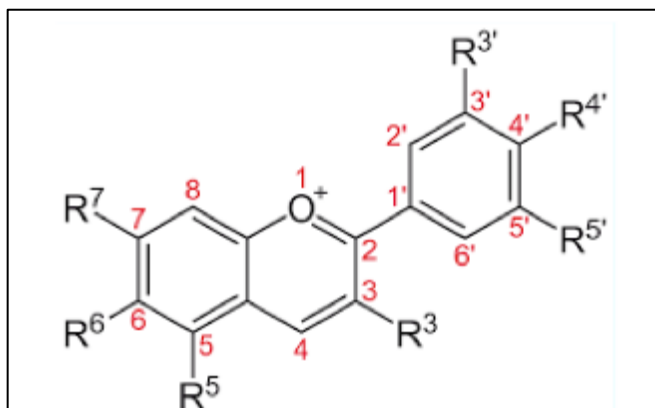
Dice Morales (2021), que las antocianinas son colorantes totalmente solubles en agua que pertenecen directamente al grupo de los flavonoides. Son las sustancias presentes en frutas, verduras y algunas flores las cuales son las encargadas de dar un color característico, ya que se encuentra en las vacuolas de las células vegetales y también es una sustancia fenólica que conforma al grupo de metabolitos secundarios.

Comenta Martínez (2016), que la antocianina llamada científicamente como pelargonidina-3, soforosido-5, glucosido, es la responsable de romper la estructura de la molécula de la sustancia medida, es decir lo divide en protones y aniones, lo cual provoca que rápidamente cambie de coloración y poder determinar que pH es el que contenía la sustancia medida.

En general las antocianinas tienen una estructura definida por lo que se presenta a continuación en la figura 3, se debe de tener en cuenta que la estructura dependerá de cada fruto, vegetal o flor del que se estudia.

Es preciso resaltar, que se puede adicionar cualquier azúcar o una sustancia en específico a cada rama que se encuentra en la estructura, que se le da una característica en específico, dicho de otra forma un color según la posición y sustancia agregada.

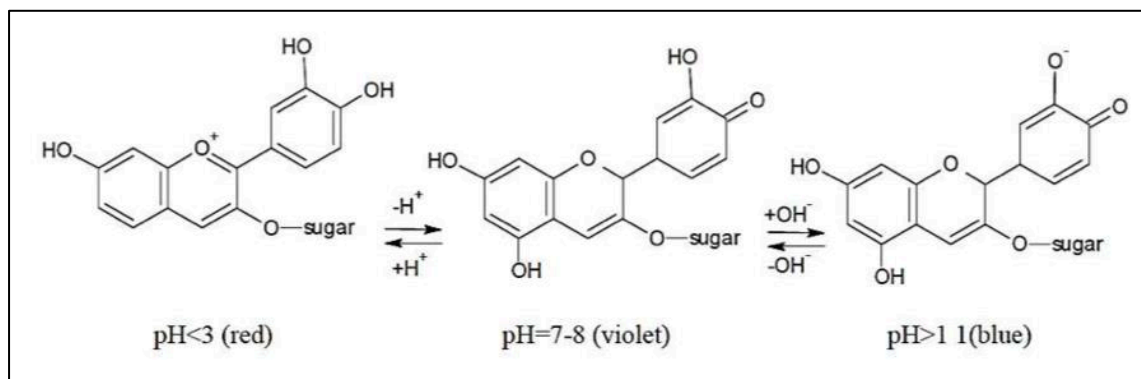
Figura 3. **Estructura de la antocianina**



Fuente: Wahyuningsih (2017). *Estructura de la antocianina*. Consultado el 3 de enero de 2022.
Recuperado de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/193/1/012047/pdf>.

Las sustancias a diferentes pH, modifican la estructura de las antocianinas ya que al momento que la sustancia a un pH determinado entra en contacto con ésta, la estructura adquiere el ión según el tipo de sustancia, ya sea ión hidrónico o hidroxilo, adhiriéndose a una rama en el que le da un color específico, por lo que puede ser utilizado como un indicador de origen natural funcional.

Figura 4. Estructura de la antocianina a distintos pH



Fuente: Wahyuningsih (2017). *Estructura de la antocianina*. Consultado el 3 de enero de 2022. Recuperado de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/193/1/012047/pdf>.

Según se indica en la figura 4, si la sustancia se encuentra a un pH menor a 3, el indicador natural se torna a un color rojo. Mientras que, si se mantiene a un pH neutro con un valor 7 a 8, el indicador se mantiene en un color violeta. Sin embargo, si la sustancia medida tiene un valor de pH arriba de 11, el indicador se torna de color azul.

Por tanto, a diferentes pH la colocación de la antocianina cambiará, por tanto, se obtiene tonalidades según el valor de la medición de las sustancias a distintos pH, por lo que el rango de coloración será entre rojo y azul.

A continuación, se presenta la figura 5 que ejemplifica las diferentes tonalidades del indicador.

Figura 5. **Coloración del indicador natural a diferentes pH**



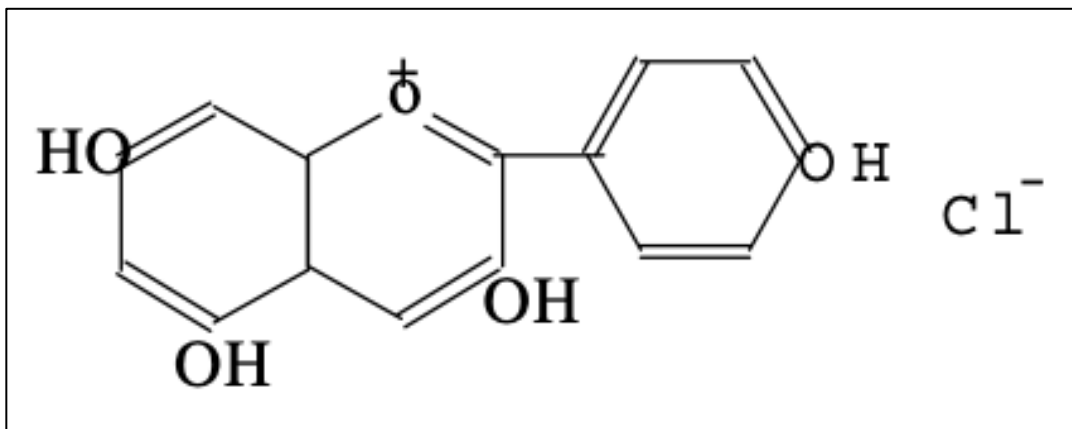
Fuente: Wahyuningsih (2017). *Color de la antocianina en variación del pH*. Consultado el 7 de enero de 2022. Recuperado de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/193/1/012047/pdf>.

7.2.2. Rábano

Menciona Martínez (2016), una de las principales sustancias que contienen el rábano son las antocianinas, que son básicamente un buen componente para lograr elaborar un medidor de acidez como indicador natural, ya que al entrar en contacto con ácidos o bases estas cambian de color. El color entre rosado intenso y rojo que se encuentra en la textura externa del rábano, se le atribuye principalmente a un componente llamado pelargonidina,

Por dentro, el rábano es color blanco, por lo que confirma que las antocianinas están únicamente en la cáscara y son el pigmento que brinda el color característico que estos tienen.

Figura 6. Estructura de la pelargonidina



Fuente: Guerra (2006). Pelargonidina. *Estructura molecular*. Consultado el 11 de febrero de 2022. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223120664005.pdf>.

El rábano, en realidad es una raíz comestible de textura carnosa, proveniente de una planta que lleva el mismo nombre; Existen diferentes especies de esta pero depende de la tierra, las condiciones, lugar y técnica que se utilizan para la obtención de los mismos.

7.3. La contaminación

Actualmente existe preocupación a nivel global para solventar el paradigma de la contaminación que está afecta gravemente al planeta Tierra, el lugar en donde existen los humanos, y que se debe de cuidar.

Sin embargo, las actividades diarias de los humanos dañan drásticamente el medio ambiente, dado que día a día la tecnología continúa en desarrollo impulsado por la globalización cada y con ello genera un alto nivel de contaminación.

Como bien se sabe, la contaminación puede ser del suelo, aire y agua, el cual es provocado por industrias, vehículos, desechos tales como químicos, biológicos y sólidos, que provocan disminución en la disponibilidad de recursos naturales.

Es de mencionar que el ser humano únicamente piensa en el presente, sin darse cuenta del daño a futuro, en el que las consecuencias no solamente las vive la generación actual, sino que también a las que siguen.

La contaminación no solamente afecta a la humanidad, así también a todos los seres vivos, motivo que causa deterioro en la calidad del agua, lo que impide el desarrollo de organismos acuáticos, o bien se contaminan los suelos, que no permite el crecimiento de cierta vegetación. Además, se contamina el aire que, a su vez se limita la cantidad de oxígeno en el entorno.

Comenta Pincay (2020) Conscientemente toda personas e industria grande o pequeña, debe de aportar ideas y programas para evitar la contaminación al máximo, que no piensen únicamente en lucrar, que sean ecofriendly como en la actualidad se dice, que se comprometan a mantener la vida en la Tierra en todas sus formas por mucho tiempo.

7.3.1. Contaminación de los suelos

La contaminación en los suelos es un tema sensible en cuanto al medio natural, ya que es básicamente al nivel en donde viven muchos seres vivos como plantas, animales, humanos, por lo que al tener un suelo con residuos sólidos de degradación tardada, ropa espacio y emite componentes que no son favorables a los minerales que pueda absorber el suelo para nutrir.

Al saber que las plantas se alimentan de alguna forma de sus raíces, y al no tener una calidad buena de los suelos, emite una alerta a parar la contaminación, además de que roba espacio y nutrientes también a los animales que su fuente principal de alimento son las plantas, animales vivientes en la tierra, entre otros.

Uno de los principales contaminantes del suelo son también los agentes químicos, ya que como se sabe existen abonos sintéticos o plaguicidas que únicamente vuelven infértil la tierra en donde son colocados, con tal de cambiar ciertas condiciones “perfectas” para una cosecha, únicamente daña el suelo.

7.3.2. Contaminación del agua

Según Annan (2011) actualmente la contaminación de las aguas es un tema a querer cambiar a nivel mundial, por ser de vital importancia para vivir; en vista que el ser humano necesita un poco más de litro y medio de agua para pasar un día salubre, y es notable como un cuerpo humano puede ser un intercambiador de masa y energía cuando se trata de desechar agua.

Es importante que los seres vivos en general consuman agua lo más potable posible, pues de lo contrario, si el agua contiene plomo -por ejemplo-, quizá no sea evidente a corto plazo, pero a largo plazo se pueden contraer enfermedades crónicas como el cáncer. Así como puede dañar fuertemente a la especie humana, animal, e incluso a las plantas hasta llevarlos a la extinción.

Uno de los principales contaminantes a nivel América Latina, es probablemente las prácticas agroforestales, puesto que utilizan fumigación química o fertilizantes de origen sintético, no agradables al suelo.

En Guatemala está estipuladas bajo el Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala, las disposiciones para poder descargar agua residual al alcantarillado público.

En la farmacéutica de Guatemala se desechan muchas sustancias de manera inapropiada, pues al carecer de medidores de pH, manual o tecnológico, no pueden determinar el valor de pH de ciertas sustancias, y en lugar de neutralizarlas, deciden desecharlas al drenaje sin previo tratamiento, por lo que contamina las aguas del país; se debe de tener el conocimiento que los drenajes se dirigen a ríos de aguas residuales de las ciudades para posteriormente terminar en lagos o bien, océanos.

7.4. Reciclaje

Según Húngaro (2006), en la industria todo el tema de reciclaje se ha popularizado mucho, ya que se busca poder reducir costos de materia prima al máximo en la fabricación de productos. A su vez buscar la reducción de la contaminación y darle utilidad a equipo que aún están en buen estado y cumpla con las tareas que se requieran.

En la farmacéutica se encuentran equipos dispensadores automatizados de químicos que permiten la dosificación exacta de la sustancia que se desee; misma que fue reciclada de una industria farmacéutica de otro país.

El reciclaje de los equipos puede llevarse a cabo tener consideraciones especiales como por ejemplo que se encuentre en buen estado físico tanto externa como internamente, de no ser así, se gastaría mucho más al tratar de reparar que comprar uno nuevo. Además, que debe de ser seguro para los operadores, puesto que de no serlo puede causar problemas a la salud o

integridad física de los empleados, incluso la muerte, pero depende de qué tan grave pueda ser el accidente que pueda provocar.

Otra de las consideraciones que se debe de tomar, es la ubicación del equipo debido a que si se encuentra en un lugar donde el transporte y la importación sea más caro, es preferible evaluar el proyecto ante la compra de algo nuevo, y no por estar usado y en buenas condiciones salga a un precio favorable para la empresa o industria.

7.4.1. Las 3 R

Las 3R se refieren a prácticas que permiten la disminución de la contaminación a nivel global:

- Reducir: en la industria farmacéutica se busca poder aprovechar al máximo todos los insumos con los que cuenta y así poder reducir la contaminación, tanto química como de equipos en la elaboración de los fármacos.
- Reutilizar: se reutilizan equipos que quizá para otras industrias son inservibles, pero que realmente están en buen estado, por lo que se compra a un precio conveniente a la industria y se busca la manera que cumplan con las tareas designadas con buena calidad.
- Reciclar: utilizar productos que quizá sean desechos de un proceso, pero que pueden ser utilizados para la elaboración de otros productos que en lugar de ser desechos, se convierten automáticamente en materia prima.

Las 3 R se ha popularizado en la industria ya que se busca en gran medida reducir los costos y hacer más eficiente la empresa, porque como se explicaba, lo que para unos es desecho, para otros puede ser materia prima, por lo que se suele aprovechar todo lo que se extraiga de la producción de los fármacos.

Según Pelaez, (2019), estas también son llamadas las 3 R del medio ambiente que favorece evitar la contaminación que día a día se producen debido a la producción de nuevos químicos o el desecho de productos en la elaboración de un bien o servicio.

7.4.2. Papel reciclado

Como se explicó anteriormente, reciclar consiste en volver a utilizar un producto que para muchos sea desecho, pero para otros puedes constituir incluso en materia prima.

Empresas, instituciones, escuelas, universidades, oficinas, trámites, en todo momento se utiliza papel, hasta en las facturas en la compra de un producto, por lo que para esos lugares, o para las personas los papeles, después de entregar trabajos, cartas, entre otros; es simplemente basura, sin embargo ese papel podría reciclarse.

Actualmente en las oficinas administrativas de la farmacéutica de Guatemala, utilizan aproximadamente 2 resmas de papel a la semana, que constituyen una cantidad aproximada de 1000 hojas, por lo que al momento que ya cumplió la función para lo que ellos lo utilizaron, lo desechan.

El papel es un material absorbente gracias a la celulosa con lo que fue elaborada (Leoncio, 2003). En la actualidad existen escases de la misma, por lo

que se ha prohibido en varios lugares del mundo la tala de árboles puesto que esta es extraída directamente de ellos.

Al momento de que el área administrativa deseche los papeles, se pueden recuperar para lograr hacer tiras que permitan la impregnación de la sustancia orgánica, o sea el indicador natural y convertirlo en un medidor de pH con papel reciclado de las oficinas del departamento administrativo de la farmacéutica de Guatemala.

Podría utilizarse este producto como sustituto o alternativa según la necesidad que se tenga, la exactitud y sobre todo la capacidad económica para poder comprar tecnología de punta, o bien se utilizará este producto para asegurar la calidad de los químicos que se utilizan para los fármacos.

7.5. Abono natural

Los abonos naturales son una forma de desarrollo sostenible para un país, si lo que se desea es dejar de utilizar químicos sintéticos que dañan los suelos en los que siembran, mismas que son utilizadas para el consumo diario y que son exportados con la mejor calidad.

Comenta Sánchez (2006), el abono natural debe proveer la cantidad de nutrientes necesarios que permita a una planta dar fruto, o simplemente florecer, y de acuerdo a lo que se requiera, así será aplicado el tipo de abono para que crezcan más rápido o con alguna característica en específico.

Como se sabe, los seres vivos también necesitan de microorganismos para vivir. En el caso de las plantas, los abonos naturales proveen los

microorganismos por lo que resulta ser favorable a la tierra en la que está sembrada.

La planta necesita de dos sustancias primordialmente para su crecimiento que son el Nitrógeno y el Carbono, por lo que existe una relación carbono y nitrógeno que permite determinar: qué se debe de suministrar extra, para poder entregar la cantidad adecuada de nutrientes a las plantas.

Los abonos naturales están hechos de sustancias o desperdicios orgánicos, que son obtenidos de la actividad diaria del ser humano, pero no desechos fisiológicos, si no que los residuos tales como frutas, verduras, granos, legumbres, desechos de hojas de los árboles, bagazo de caña, etc; que permite suministrarlo de manera directa al suelo para poder aprovechar al máximo los nutrientes que estos aún conservan.

Menciona Gomez (2005), a esto también se le suele llamar basura biodegradable. Este tipo de prácticas en el ámbito de la agricultura reduce la contaminación en el planeta, específicamente en el suelo porque no se colocan químicos tóxicos y que representa riesgos de convertir tierras no fértiles.

La cascara del rábano, es un ejemplo de abono natural que podría ser utilizado para las plantas del jardín de cualquier sitio, que en lugar de desecharse podría ser utilizada para sembrar y proveer de nutrientes al suelo o tierra donde se siembre este tipo de raíz.

7.6. Las inversiones

Las inversiones dentro de la farmacéutica de Guatemala en repetidas ocasiones se ha encontrado que no visualizan riesgos y la viabilidad en los

proyectos. Si bien es cierto realizan inversiones para mejorar la calidad, la producción y otros aspectos importantes dentro de la misma. Que en el inicio no son la mejor alternativa.

Según Ketelhöhn (2004), existen inversiones que podrían aprovecharse, con la búsqueda de opciones y acciones más favorables, en el cual muchas veces ocurren por la falta de estrategias en el que no están definidos los objetivos, la visión, la misión que le indiquen el camino que sirven como guía para lograr la meta establecida.

Al conocer la estrategia de la empresa y la dirección con la que lleva la toma de decisiones hace posible conocer las necesidades y no simplemente intuición. Tal es el caso que, al conocer la finalidad del establecimiento, hay mucha más probabilidad de lograr pasos sólidos y aprovechamiento en los recursos.

Al invertir, incide directamente sobre el capital monetario de la empresa, que al no saber utilizarla es una mala práctica empresarial que afecte recursos, tales como los activos y la mano de obra, principalmente.

Casos como estos, las farmacéuticas deben tener cautela para poder llevar a cabo sus finanzas, fundamentalmente al tratarse de medicamentos que son utilizados para la salud y que, a diferencia de otras industrias, deben de cumplir una estricta calidad. Todo esto conllevan años de experimentación, adaptación y estudios que determinan estrategias utilizadas en cada fármaco.

Comenta Ketelhöhn (2004), posteriormente de llevar a cabo la inversión, se debe de determinar cuáles van a ser los procedimientos necesarios para la utilización o el manejo a lo que fue destinado, que busca siempre la línea de los objetivos de la empresa para que sea aprovechado al máximo.

Al momento en que la farmacéutica de Guatemala realice la inversión en medidores de pH, debe tomar en cuenta la funcionalidad para cumplir con las expectativas esperadas. No siempre es necesario adquirir un producto costoso para lograr efectividad, toda vez satisfaga las necesidades para las cuales será utilizado, por lo que se propone el proyecto de los medidores de pH con papel reciclado que permiten comparaciones financieras a través del método VPN, con la determinación de conocer que es lo más viable para la empresa.

Para poder llevar a cabo esto de manera correcta, se debe evaluar el cómo se hará, en vista que al realizar una negociación se deben fijar métodos de pago; que de ser el caso de la farmacéutica de Guatemala el equipo del área de finanzas debe evaluar su financiamiento, desde plazos de pagos, al contado, pago de intereses, entre otros.

Por consiguiente, dentro del análisis comparativo financiero se debe considerar todo proyecto en el que se incluya la oferta y la demanda con el propósito de precisar las ganancias netas, así como también determinar el periodo de recuperación de la inversión inicial.

Cabe resaltar la importancia del marco legal dentro de la inversión con el propósito de establecer acuerdos mutuos y futuras confusiones.

7.6.1. Los inversionistas

Dice Murphy (2013), los inversionistas generalmente son personas conectoras de la industria en el que su único fin es invertir, debido que son individuos que gustan generar ganancias de una manera segura en empresas grandes y estables, a alguna nueva, en el que su refrán suele ser: más vale viejo conocido que nuevo por conocer.

También comenta que ellos al no sentirse seguros con la decisión que tomarán, o consideran que su riesgo será alto y su ganancia no será mayor, es de su preferencia no arriesgarse, en vista que la probabilidad de pérdida es tan alta prefieren retirarse a poner sus finanzas en una situación complicada. Para esto, es de interés presentar un plan estratégico en el que incluyan detalles y análisis que describa la estimación de la inversión para el proyecto o negocio con el afán de crear valor y seguridad.

Debido a la experiencia que por años adquieren los inversionistas sería cuestionable si se retractaran después de una decisión tomada debido a que desde el inicio ya han evaluado si lo destinado atraerá ganancias o pérdidas según su intuición en la mayoría de los casos certera.

No obstante, si un inversionista decide retirarse por estrategia, la empresa quedaría a merced económica, por estar sujetos en lo financiero que crea crisis en las obligaciones adquiridas.

Para ello es deber del equipo de negociación establecer los intereses tanto para el inversionista como también para la empresa que establece las directrices claras y correctas en el que se expongan los beneficios monetarios variables y fijos, cláusulas, estrategias, resultados obtenidos, propuestas futuras, oportunidades de crecimiento en conjunto, perspectivas de refuerzo, expectativas de diversos proyectos y otros enfoques con la capacidad de ofrecer ganancias a corto, mediano y largo plazo.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. Estudios previos (recientes)

1.2. Antecedentes

2. MARCO TEÓRICO

2.1. La química y el pH

2.1.1. Los ácidos

2.1.2. Las Bases

2.1.3. Neutralización de las sustancias

2.1.4. Medidores de pH

2.2. Flavonoides

2.2.1. Antocianinas

2.2.2. Rábano

2.3. La contaminación

2.3.1. Contaminación de los suelos

- 2.3.2. Contaminación del agua
- 2.3.3. Problemas en el rodete
- 2.4. Reciclaje
 - 2.4.1. Las 3 R
 - 2.4.2. Papel reciclado
- 2.5. Abono natural
- 2.6. Las inversiones
 - 2.6.1. Los inversionistas

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

- 3.1. Características del estudio
 - 3.1.1. Diseño
 - 3.1.2. Enfoque
 - 3.1.3. Alcance
 - 3.1.4. Unidad de análisis
- 3.2. Variables
- 3.3. Fases del desarrollo de la investigación
 - 3.3.1. Fase 1
 - 3.3.2. Fase 2
 - 3.3.3. Fase 3
 - 3.3.4. Fase 4

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

9. METODOLOGÍA

A continuación, se presenta la metodología que permitirá llevar a cabo la investigación planteada, el desarrollo de cada una de las fases y asegurar una experimentación adecuada; para presentar las variables a medir, con la finalidad de poder obtener un papel para determinar el pH de las sustancias ácidas o básicas como una alternativa viable, ecológica, confiable y funcional que sustituya el uso del papel tornasol y la tecnología costosa que existe en el mercado.

9.1. Características del estudio

Para la investigación propuesta se tiene un enfoque mixto, debido a que se medirán variables como porcentajes, desviaciones estándar, así como también coloración del papel pH.

El alcance que se tiene para el estudio es correlacional, dado que se identificará la variación de la intensidad del color del papel impregnado con antocianinas en relación directa al pH de las sustancias medidas.

El diseño que se adapta de manera correcta a la investigación desarrollada, es el experimental del tipo transversal, derivado de que se realizará una serie de muestras para la determinación del método más viable para la medición del pH de las sustancias.

9.2. Unidades de análisis

La población que se analizará para realizar la siguiente investigación serán los desechos químicos del área de producción de la farmacéutica de Guatemala, específicamente los desechos ácidos y básicos. La técnica a utilizar para la recolección de los datos será tipo muestreo.

9.3. Variables

¿Cuál es el método más viable para que los laboratoristas de la farmacéutica realicen la medición del pH de las sustancias desconocidas?

Tabla I. **Pregunta de investigación 1**

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Valor presente neto	Rentabilidad de un método en comparación con otro.	Se obtendrán los ingresos y egresos financieros al desarrollo de los métodos de medición a comparar. Se analizará en quetzales (QGT).
Porcentaje de aceptación	Porcentaje de aceptación de los laboratoristas para el manejo del método planteado.	Se analizará por medio de encuestas, al realizar un comparativo calificativo entre la metodología propuesta y la utilizada actualmente. Se medirá en porcentaje.

Fuente: elaboración propia.

¿Cómo se puede elaborar un papel medidor de pH con un indicador natural extraído del rábano y papel reciclado que permita conocer las sustancias desechadas de la farmacéutica?

Tabla II. **Pregunta de investigación 2**

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Productividad de unidades producidas	Determinación de los productos en relación con los recursos monetarios invertidos.	Se determinará la cantidad de papel para medir el pH de las sustancias y se comparará con la cantidad de recursos monetarios invertidos para la producción de dichos insumos. Se medirá en unidades/ quetzales.
Producción de antocianina	Determinación de la cantidad de antocianinas extraídas de la cáscara de rábano.	Se extraerán las antocianinas de la cáscara de rábano y se medirá en una probeta. La medición se realizará en ml.

Fuente: elaboración propia.

¿Qué colores indican los niveles de acidez o basicidad de las sustancias en general para la farmacéutica según sustancias conocidas?

Tabla III. **Pregunta de investigación 3**

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Absorbancia de las sustancias	Absorbancia de cada sustancia para determinar la concentración.	Se medirá la longitud de onda de cada sustancia para la determinación de la absorbancia por medio de la ecuación de Lambert-Beer. La absorbancia es adimensional.
Absorbancia de la coloración del papel pH	Absorbancia de la intensidad de coloración del papel pH.	Se determinará el porcentaje de intensidad según la diferencia entre la absorbancia de cada color al medir los diferentes pH por medio de un colorímetro. La absorbancia es adimensional.

Fuente: elaboración propia.

¿Qué tan eficiente es el papel medidor de pH impregnado con antocianinas de rábano en comparación al papel tornasol y los residuos sólidos como abono natural?

Tabla IV. **Pregunta de investigación 4**

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Eficiencia	Eficiencia dada la comparación del papel medidor de pH reciclado contra el papel tornasol.	Se realizarán mediciones a sustancias de pH conocidos, que al medirlo con el papel pH reciclado, se comparará con la cantidad de colores que arroje, para obtener como punto de comparación la cantidad de colores que tiene el papel tornasol para la medición. Se medirá en porcentaje.
Eficiencia de crecimiento	Eficiencia dada la comparación de crecimiento de una planta de frijol para ser utilizado el abono natural	Se realizará la plantación de un grano de frijol para comparar el crecimiento obtenido para utilizar el abono natural que se logre obtener de la cáscara de rábano, en comparación con el crecimiento de un árbol con la utilización de un abono obtenido por productos químicos sintéticos. Se medirá en porcentaje.

Fuente: elaboración propia.

9.4. Fases del estudio

A continuación se desarrollarán 4 fases de estudio que permite describir paso a paso el proceso por el que se realizará la investigación propuesta, para utilizar muestreo de ensayos de laboratorio en el laboratorio de investigación y desarrollo de la farmacéutica de Guatemala.

9.4.1. Fase 1: exploración bibliográfica

De acuerdo a la problemática presentada, se realizará una exhausta consulta bibliográfica cuya finalidad es desarrollar los temas que permitan retroalimentar a lo referido con el pH y el funcionamiento de los indicadores de origen natural para la medición de sustancias ácidas y básicas.

9.4.2. Fase 2: recolección de la información

Se recolectará la información por medio de la experimentación en el laboratorio de investigación y desarrollo, que permita determinar la relación que existe con la coloración del papel y el pH de las sustancias medidas, por lo que se realizarán muestras con un pH conocido.

Se elaborará un formato por medio de la herramienta Excel que permita la recolección de los datos obtenidos por medio de encuestas, la cantidad de antocianina obtenida al ser extraída de la cáscara de rábano, la absorbancia del papel y las sustancias para determinar la concentración y la medición de una planta al colocar la cáscara de rábano como abono natural, en comparación con los abonos existentes en el mercado elaborados con químicos sintéticos.

9.4.3. Fase 3: análisis de información

Se analizará la información por medio de las herramientas estadísticas como análisis de datos por medio de gráficos para determinar la aceptación de los laboratoristas al implementar un nuevo insumo para la medición del pH y se analizará al emplear el coeficiente de correlación y coeficiente de determinación para determinar la variación de los datos en la experimentación tanto en la medición del pH de las sustancias desconocidas de la farmacéutica de Guatemala, así como la medición del crecimiento de la planta.

9.4.4. Fase 4: interpretación de información

En la última fase, se realizará una interpretación de datos mediante un informe de investigación y artículo científico que permita hacer del conocimiento la viabilidad o inviabilidad del estudio propuesto y con esto, determinar si es una alternativa para la medición del pH que permita sustituir al papel tornasol y cumpla con los requerimientos de la farmacéutica de Guatemala para desechar las sustancias de manera correcta; también para determinar la eficiencia de la cáscara de rábano para ser utilizada como abono natural.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS

Para cumplir con la fase de recolección de datos, se necesita la utilización de herramientas para el ordenamiento, ya que posteriormente se procederá a analizarlos para la redacción del informe final.

10.1. Técnicas de presentación de datos

- Tablas de datos para la recolección de la información de los ingresos y egresos financieros y la comparación de los métodos de medición de pH.
- Utilización del programa Excel para la obtención del VPN con los datos recolectados de los ingresos y egresos financieros.
- Gráficos de barras para la ilustración de los datos de VPN.
- Gráficos de pie para la ilustración de los datos de aceptación recolectadas por las encuestas presentadas a los laboratoristas.
- Tablas de datos para la recolección de la información del recurso monetario y las unidades producidas.
- Tablas de datos para la recolección de la información de la cantidad de antocianinas en mililitros extraídas por cada rábano.
- Utilización del programa Excel para la obtención del promedio de la información presentada sobre la cantidad de antocianinas extraídas.

- Tablas de datos para la recolección de datos de longitud de onda y la determinación de la absorbancia.
- Tablas de datos para la recolección de datos de absorbancia del colorímetro para la determinación de la intensidad de color a diferentes pH del medidor.
- Gráfico de barras para la comparación de intensidad de color con el pH de las sustancias medidas.
- Gráfico de dispersión para determinar el ajuste de la tendencia de intensidad de color debido al pH de las sustancias medidas.
- Tablas de datos para la recolección de la información respecto a la cantidad y coloración que arroje el papel reciclado al medir el pH de las sustancias en comparación con la cantidad de colores que pueda presentar el papel tornasol.
- Tablas de datos para la recolección de la información de la medición de la altura del árbol resultante de la plantación del grano de frijol al colocarle el abono natural y el abono químico elaborado sintéticamente por semanas.

10.2. Técnicas de análisis estadísticas

- Análisis de correlación entre variables, se utilizará para la determinación de la relación entre los datos de la cantidad de antocianinas y la cantidad de rábanos que se utilizaron.
- Análisis ANOVA, para los datos de absorbancia y concentración, para determinar la variación de los datos de absorbancia en relación a la

concentración de una sustancia en conjunto en el análisis de la R de pearson.

- Análisis de correlación entre variables, se utilizará para la determinación de la relación entre los datos de concentración y la longitud de onda de las sustancias medidas con el espectrofotómetro.
- Análisis ANOVA, para los datos de absorbancia y la intensidad de coloración del papel pH, para determinar la variación de los datos de la intensidad de la coloración del papel medidor en relación al valor de pH de las sustancias medidas.
- Análisis de correlación entre variables, se utilizará para la determinación de la relación entre los datos de pH y la longitud de onda de las sustancias medidas en el colorímetro.
- Análisis ANOVA de una variable, para los datos de porcentaje de crecimiento en comparación con el tipo de abono utilizado (natural o sintético), para determinar la variación en el crecimiento de la planta de frijol en relación al tipo de abono utilizado para la siembra del mismo.
- Análisis de correlación entre variables, se utilizará para la determinación de la relación entre las alturas obtenidas y el tipo de abono utilizado.

11. CRONOGRAMA

A continuación, se presenta un cronograma que especifica los meses en los cuales se llevarán a cabo las actividades para llevar a cabo el desarrollo de la Tesis de nivel de maestría.

Tabla V. **Cronograma de actividades a desarrollar**

Actividad / Fechas	Ene - Mar 2022	Abr 2022	May-22	Jun-22	Jul-22	Ago 2022	Sep-22	Oct-22	Nov-22	Dic 2022
Aprobación de protocolo de investigación										
Diseño de experimentación										
Recolección de la información										
Análisis de la información										
Interpretación de la información										
Elaboración informe final y artículo científico										

Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

A continuación, se presenta la tabla de recursos que se requieren para poder llevar a cabo la investigación propuesta.

Tabla VI. **Costos para la investigación**

Recursos		Costo	
Humano	Asesor	Q	4,000.00
	Investigador	Q	1,200.00
	Auxiliares	Q	500.00
Librería	Papel	Q	300.00
	Lapiceros, lápices	Q	25.00
	Tijeras	Q	6.00
	Engrapadora	Q	15.00
Equipo e insumos	Papel tornasol	Q	350.00
	Tubos de ensayo	Q	125.00
	Rábano	Q	18.00
	Peladores caseros	Q	30.00
	Impresora	Q	400.00
Sustancias	Químicos	Q	1,000.00
Movilización	Viáticos y hospedaje	Q	2,000.00
Imprevistos	Imprevistos (7%)	Q	697.83
Total	por		
investigación		Q	10,666.83

Fuente: elaboración propia.

Los recursos de librería, equipo e insumos, sustancias, movilización, imprevistos y los auxiliares de laboratorio para realizar la investigación se obtendrán directamente de la farmacéutica de Guatemala, lo que garantiza la viabilidad de la investigación

El asesor de tesis y el investigador brindarán su apoyo de manera ad honorem lo cual permite elaborar el estudio propuesto.

13. REFERENCIAS

1. Annan, K. (2011). *Agua fuente de vida*. Red de Acción en plaguicidas y sus Alternativas para América Latina, 4.
2. Avalos, S. H. (2005). *Experiencias sorprendentes de Química con indicadores de pH caseros*. Murcia, España: Departamento de física, Universidad de Murcia.
3. Ayres, G. H. (1968). *Análisis Químico Cuantitativo*. Madrid, España: Ediciones del Castillo, S.A.
4. Cajamarca, P. A. (2018). *Calidad de agua de las pozas artificiales implementadas para recuperar la rana *Gastroteca* sp. en Cuenca y bioensayo toxicológico de sus larvas en medios acuáticos con diferentes concentraciones de nitrito de sodio*. Cuenca, Ecuador: Facultad de Ciencias Químicas, Centro de estudios ambientales (CEA) Universidad de Cuenca.
5. Chang, R. (2017). *Química* (12 ed.). México D.F., México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. DE C.V.
6. Duarte, O. G. (2018). *Contaminación del agua en países de bajos y medianos recursos, un problema de salud pública*. Bogotá, Colombia: Revista de la Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia.

7. García, Y. A. (2018). *El uso de los abonos orgánicos en la evaluación de la germinación y calidad de planta de especies forestales para restauración ecológica en Huitzilac, Morelos*. Cuernavaca Morelos, México.
8. Gomez, F. D. (Mayo de 2005). ACADEMIA. Recuperado de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/36238348/APUNTES-Agricultura_Natural-Fukuoka_STUDER-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1644108635&Signature=TQg4oLuXdFHcg3aX1Q7dnCR13r7LPnRFenvz3NMR93idnyhX8peHnxtmqWM-t5hYw2OW1A52i4ATNAF94p4Y04ImAvX3HXc7y3hUshY0uod-Es~YG
9. Guerra, M. (2006). *Separación, caracterización estructural y cuantificación de antocianinas mediante métodos químico-físicos*. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, 1, 10.
10. Gómez, A. M. (2013). *pH, Historia de un concepto. Análisis de textos de educación superior*. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
11. Húngaro, M. B. (2006). *El reciclaje, la industria del futuro*. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, 8.

12. Hernández, M. A. (2019). *Extracción y caracterización de antocianinas de la fresa mediante fluidos supercríticos asistida por campos eléctricos pulsados*. Toluca, México: Universidad Autónoma del Estado de México.
13. IUPAC. (2014). *pH*. Obtenido de *The IUPAC Compendium of Chemical Terminology*. Recuperado de <https://goldbook.iupac.org/terms/view/P04524>
14. Ketelhöhn, W. (2004). *Inversiones Análisis de inversiones estratégicas*. Bogotá, Colombia: Grupo Editorial Norma.
15. Leoncio, R. M. (2003). *Elaboración de cartón a partir de papel reciclado*. Revista peruana de Química E Ingeniería Química, 5. Recuperado de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/4487/3572>
16. Martínez, A. C. (diciembre, 2016). *Pelargonidina extraída del rábano como sustituto de indicadores de pH ácido-base de origen sintético*. Volumen (1) 11-12.
17. Morales, Y. L. (2021). *Contenido de antocianinas, vitamina C y actividad antioxidante en siete variedades de frutos Morus alba L. Pastos y Forrajes*. 44, 10.
18. Murphy, D. (2013). *Las decisiones de los inversionistas a través del lente de la economía del comportamiento*. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, 10.

19. Ojeda, C. M. (20 de Febrero de 2021). *Cuantificación de fenoles y flavonoides totales en un extracto blando de flores de Calendula officinalis Linn. Orange Journal*, 2, 12.
20. Ortega, W. A. (2016). *Incidencia de Gestión Ambiental con la contaminación por residuos sólidos de la Bahía Interior del Lago Titicaca Puno*. Juliaca, Perú: Revista científica Investigación Andina.
21. Ortiz, A. E. (2019). *Extracción, caracterización química y estabilidad de pigmentos obtenidos a partir de cálices de Jamaica*. Querétaro, México: Universidad Autónoma de Querétaro.
22. Pelaez, M. P. (8,9 y 10 de Mayo de 2019). *Accionando las 3R. Propuesta de educación ambiental*. Buenos Aires, Bahía Blanca, Argentina.
23. Petrucci, R. H. (2011). *Química General, Principios y aplicaciones modernas*. Madrid, España: Pearson Educación, S. A.
24. Pincay, W. V. (2020). *La contaminación ambiental ocasionada por la minería en la provincia de El Oro*. Estudios de la Gestión, Revista internacional de administración, 19.
25. Quiroga, Y. P. (2017). *Estrategia didáctica para la enseñanza del concepto de pH mediante experiencias en el laboratorio con materiales cotidianos*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

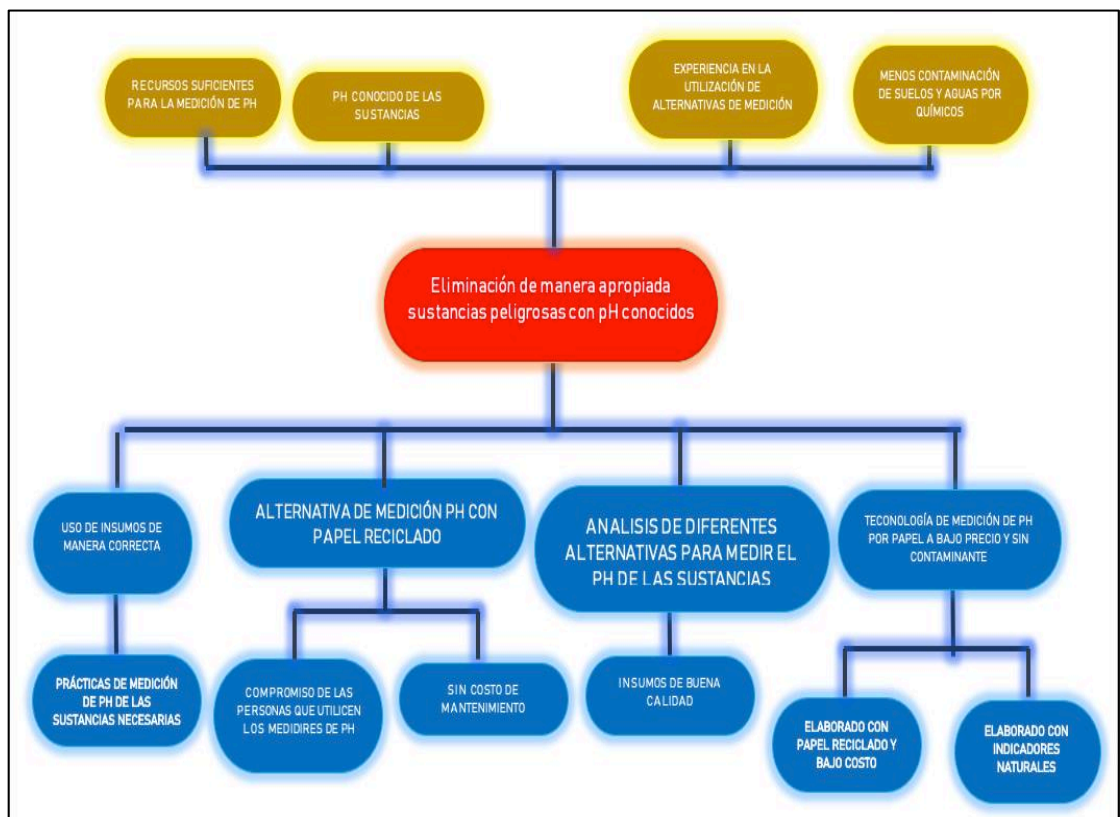
26. Riquelme, S. L. (2019). *Gestión Documental: buena práctica para reducir el consumo de papel en apoyo al desarrollo sostenible*. La Habana, Cuba: Revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología.
27. Rivera, C. C. (2018). *Factores de riesgo asociados a trastornos laborales en médicos otorrinolaringólogos de la ciudad de Arequipa*. Arequipa, Perú: Universidad Católica de Santa María.
28. Russo, R. (enero, 2006). *Los flavonoides en la terapia cardiovascular*. Revista Costarricense de Cardiología, 8, 6.
29. Sánchez, E. Á. (2006). *Efectividad biológica de abonos orgánicos en el crecimiento de trigo*. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, 8.
30. Samuel Costa y Julio Fernandez. (2018). *Listening to pH*. Pará, Brazil: Institute of Educational Sciences.
31. Sangoluisa, M. (2019). *Efecto del método de extracción de antocianinas de la flor de Jamaica (Hibiscus sabdariffa) en la eficiencia de celdas solares sensibilizadas*. Quito, Ecuador: Escuela politécnica nacional.
32. Villegas, R. G. (2020). *Elementos moleculares que determinan el desarrollo del fruto en especies de Capsicum*. Celaya, México: Tecnológico Nacional de México en Celaya.

33. Wahyuningsih, S. (2016). *El efecto del pH y estabilidad de color de la antocianina en colorantes de comida*. International Conference On Food Science and Engineering (Conferencia Internacional sobre Ciencia de los alimentos e Ingeniería) (p. 10). Atlanta: IOP Publishing.

14. APÉNDICES

A continuación, se presenta el arbol de objetivos que permitió el desarrollo de los objetivos planteados en la investigación, así como la matriz de coherencia que presenta la información sobre las preguntas planteadas.

Apéndice 1. **Árbol de objetivos**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Matriz de coherencia

TITULO DE INVESTIGACIÓN	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE PAPEL PH CON PAPEL RECICLADO Y EXTRACTOS ANTOCIANÍNICOS DE RABANO PARA UNA FARMACÉUTICA DE GUATEMALA	Eliminación de sustancias con pH desconocido de manera inapropiada de una farmacéutica.	Principal:	General
		¿Cómo se puede medir el pH de sustancias peligrosas desconocidas y qué lo hará diferente al papel medidor común que se tiene en la actualidad en la farmacéutica?	Elaborar un papel capaz de medir el pH de sustancias desconocidas, reciclado e impregnado con extractos antocianínicos de rábano como medidor natural para una empresa farmacéutica.
		Auxiliares:	Específicos
	- ¿Cuál es el método más viable para que los laboratoristas de la farmacéutica realicen la medición del pH de las sustancias desconocidas?	1. Comparar financieramente los diferentes métodos para la medición del pH de las sustancias desconocidas según los costos de adquisición de insumos para la farmacéutica.	
	- ¿Cómo se puede elaborar un papel medidor de pH con un indicador natural extraído del rábano y papel reciclado que permita conocer las sustancias desechadas de la farmacéutica?	2. Obtener las antocianinas de la cáscara de rábano e impregnarlas en papel reciclado para determinar el pH de las sustancias desechadas en la farmacéutica.	
		- ¿Qué colores indican los niveles de acidez o basicidad de las sustancias en general para la farmacéutica según sustancias conocidas?	3. Designar un color al papel medidor de pH según la acidez y basicidad de las sustancias y la fuerza según sustancias conocidas para lograr desechar apropiadamente los residuos químicos de la farmacéutica.
		- ¿Qué tan eficiente es el papel medidor de pH impregnado con antocianinas de rábano en comparación al papel tornasol y los residuos sólidos como abono natural?	4. Analizar la eficiencia en la producción del papel medidor de pH impregnado con antocianinas de rábano en comparación con el papel tornasol y la utilización de los residuos sólidos del rábano para la utilización como abono natural.

Fuente: elaboración propia.