

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA



**PROPUESTA DE OBTENCION DE INDICADORES ACIDO-BASE A SER
UTILIZADOS EN VALORACIONES EN MEDIO
ACUOSO A PARTIR DE EXTRACTOS DE
Coffea arabica (CAFE), *Lippia graveolens* (OREGANO) y
Raphanus sativus (RABANO)**

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR

INGRID OSIRIS DUEÑAS GUEVARA
LIGIA ELIZABETH ROMERO VALENCIA

PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA

SEPTIEMBRE 2009

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SANCHEZ

SECRETARIO GENERAL

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHAVEZ

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANO

LIC. SALVADOR CASTILLO AREVALO

SECRETARIA

MSc. MORENA LIZETTE MARTINEZ DE DIAZ

COMITE DE TRABAJO DE GRADUACION

COORDINADORA GENERAL

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo

ASESORA DE AREA DE GESTION AMBIENTAL: TOXICOLOGIA Y QUIMICA LEGAL

Licda. María Luisa Ortiz de López

ASESORA DE AREA DE CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS, COSMETICOS Y VETERINARIOS

MSc. Rocío Ruano de Sandoval

DOCENTE DIRECTOR

Lic. Arturo García Mazzini

AGRADECIMIENTOS

A Dios Todopoderoso y Misericordioso por habernos iluminado nuestra mente y darnos la oportunidad de culminar la carrera profesional y guiado con sabiduría.

A nuestros padres por haber sido el roble de apoyo y protección en cada momento, su amor y estar a nuestro lado en todo momento.

Al Comité de trabajo de graduación Lic. María Concepción Odette Rauda Acevedo. Coordinadora general, Msc. Rocío Ruano de Sandoval y Lic. María Luisa Ortiz de López.

Asesor de Área Lic. Arturo García Mizzini Docente director por su orientación en el proceso de elaboración del Trabajo de Graduación, por sus consejos que llevaron a culminar nuestra carrera con éxito.

Al resto de docentes por haber compartido su sabiduría y conocimientos a lo largo de nuestra carrera.

Al personal de laboratorio, administrativo y demás por brindarnos su colaboración durante el desarrollo de nuestra formación académica.

Amigos, tíos, hermanos, compañeros que estuvieron siempre apoyándonos en toda la carrera.

A la cooperativa La Majada, especialmente al Dr. Herberth Valencia, por su apoyo y colaboración en la realización de la tesis.

MUCHAS GRACIAS.

Con Cariño: Ingrid Osiris Dueñas Guevara

Ligia Elizabeth Romero Valencia.

DEDICATORIA

Quiero agradecerle a Dios por la vida por haberme dado fuerza, sabiduría y sobre todo que me haya puesto en el camino a todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron a que mi meta se hiciera realidad.

A mis padres Javier Dueñas (In memory) y Carolina Guevara; A mi abuelo Pedro Dueñas (In memory) por su apoyo y comprensión durante toda mi vida.

A mi hermano Andy por su cariño y amistad; y a toda mi familia por su apoyo.

A mis amigas por su amistad, cariño, comprensión que han estado en las buenas y malas.

A mi compañera de tesis por su apoyo y comprensión haber permitido que compartiéramos esta experiencia juntas.

A todos ellos MUCHAS GRACIAS....

Osi

DEDICATORIA

Al Creador y María Santísima por haberme bendecido y guiado mi camino y hacer realidad la meta de culminar mi carrera.

A mis Julio Romero y Melida de Romero por su apoyo, amor, conocimientos, sacrificio y su alto grado de inteligencia para orientarme en el camino de mi vida.

A mis hermanos que durante toda mi vida me han apoyado y cuidado en todos los momentos.

A mi abuelita Ana de Valencia por darme apoyo, animo y ayudarme en muchos momentos de mi carrera.

A mi familia que siempre me han apoyado, escuchado y me han dado muy buenos consejos durante lo largo de mi vida.

A mi compañera de tesis por su comprensión, paciencia y apoyo.

A mis amigos que siempre me han apoyado moral y físicamente .Siempre los recordaré con mucho cariño.

Con toda mi dedicación y amor: Ligia.

ÍNDICE

	Pág.
Resumen	
Capítulo I	
1.0 Introducción	xxxi
Capítulo II	
2.0 Objetivos	34
Capítulo III	
3.0 Marco Teórico	37
3.1 Concepto de Acidez y Basicidad	37
3.1.1 Teoría de Arrhenius	37
3.1.2 Teoría de Brønsted-Lowry	37
3.1.3 Teoría de Lewis	38
3.2 Constantes de acidez y de basicidad	38
3.3 Fuerza de Ácidos y Bases	39
3.3.1 Ácidos fuertes	40
3.3.2 Bases fuertes	40
3.4 Concepto de pH	40
3.5 Soluciones Amortiguadoras	42

3.6 Análisis Volumétrico	43
3.6.1 Punto de equivalencia y punto final	43
3.6.2 Titulaciones Ácido Base en Medio Acuoso	44
3.6.2.1 Soluciones Valorantes Estándares	44
3.6.2.2 Curva de Titulación	45
3.7 Clasificación de solventes	46
3.7.1 Solventes Anfipróticos	46
3.7.2 Solventes Apróticos o Inertes	46
3.7.3 Solventes Básicos	46
3.8 Elección de Disolventes	46
3.9 Indicadores químicos ácido-base para determinar el punto final	46
3.9.1 Cualidades de un indicador	48
3.9.2 Propiedades ideales	48
3.9.3 Clasificación de los indicadores	48
3.10 Indicadores ácido-base sintéticos	49
3.11 Indicadores naturales	50
3.12 Selección de Indicadores	50
3.13 Papel indicador de Ph	51
3.14 Escala de pH	51
3.15 Descripción Botánica (<i>Coffea arabica</i>)	52
3.15.1 Clasificación científica	52
3.15.2 Descripción botánica	53

3.15.3 Historia	54
3.15.4 Hábitat	57
3.15.5 Usos	57
3.15.6 Composición del café	58
3.16 Descripción Botánica (<i>Lippia graveolens</i>)	59
3.16.1 Clasificación científica	59
3.16.2 Origen y Distribución	60
3.16.3 Descripción	60
3.16.4 Propagación	61
3.16.5 Principio activos	61
3.16.6 Usos generales del Orégano	61
3.17 Descripción Botánica (<i>Raphanus sativus</i>)	63
3.17.1 Clasificación Científica	63
3.17.2 Descripción Botánica	63
3.17.3 Origen y Distribución del Rábano	64
3.17.4 Partes utilizadas	64
3.17.5 Principios activos del rábano	65
3.17.6 Valor nutricional	65
3.17.7 Uso terapéutico del rábano	66
3.18 Principales grupos responsables de la coloración de especies	67
3.18.1 Flavonoides	68
3.18.2 Antocianinas	69

Capítulo IV	
4.0 Diseño Metodológico	71
4.1 Tipo de estudio	71
4.2 Investigación bibliográfica	71
4.3 Investigación de Campo	71
4.3.1 Universo	71
4.3.2 Tipo de Muestreo	72
4.3.3 Tamaño de Muestra	72
4.4 Proceso de Extracción	72
4.5 Pruebas Fitoquímicas para la identificación de Alcaloides Presentes en la especie, <i>Coffea Arabica</i> (Café)	77
4.5.1 Reacción de Dragendorff	77
4.5.2 Reacción de Wagner	78
4.6 Prueba Fitoquímica para la Identificación de Sesquiterpenlactonas presente en la especie de <i>Lippia graveolens</i> (Orégano)	78
4.6.1 Prueba de Legal	79
4.6.2 Prueba de Baljet	79
4.7 Prueba Fitoquímica para la Identificación de glicósido cianogénico presente en la especie <i>Raphanus sativus</i> (Rábano)	79
4.8 Escala de pH	80

4.8.1 Prueba presuntiva con cada uno de los extractos obtenidos de <i>Coffea Arabica</i> (café), <i>Lippia graveolens</i> (Orégano), <i>Raphanus sativus</i> (Rábano)	80
4.8.2 Papel Indicador	81
4.9 Titulaciones ácido-base en medio acuoso utilizando los extractos obtenidos como indicadores	82
4.9.1 Titulaciones Ácido Fuerte (HCL 0.1 M) vrs Base Fuerte NaOH (0.1M VS).	82
4.9.2 Titulaciones Ácido Débil CH ₃ COOH 0.1M VS) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M VS).	83
4.10 Titulaciones ácido base en medio acuoso utilizando indicador sintético (fenolftaleina)	84
4.10.1 Titulaciones Ácido Fuerte (HCL 0.1M VS) vrs Base Fuerte NaOH (0.1M VS)	84
4.10.2 Titulaciones Ácido Débil (CH ₃ COOH 0.1M VS) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M VS).	84
Capítulo V	
5.0 Resultados y discusión de Resultados	87
Capítulo VI	
6.0 Conclusiones	135

Capítulo VII

7.0 Recomendaciones

138

Bibliografía

Glosario

Anexos

ABREVIATURAS

AR: Calidad Reactivo.

g: gramo

M: Molaridad

mL: Mililitros

VS: Solución Volumétrica.

INDICE DE ANEXOS

ANEXO N°

- 1 Carta de Identificación Botánica de ***Coffea arabica***
(Café), ***Lippia graveolens*** (Orégano) y ***Raphanus sativus***
(Rábano).
- 2 Equipo, Materiales y Reactivos.
- 3 Preparación de Reactivos
- 4 Cálculos para la obtención del punto de equivalencia
graficando la segunda derivada a partir de los datos
obtenidos en titulación Acido Fuerte (HCL 0.1M) vrs Base
Fuerte (NaOH 0.1M) utilizando como indicador el extracto
etanolico de ***Coffea arabica*** (Café).
- 5 Cálculos para la obtención del punto de equivalencia
graficando la segunda derivada a partir de los datos
obtenidos en titulación Acido Débil (CH₃COOH 0.1M) vrs
Base Fuerte (NaOH 0.1M) utilizando como indicador el
extracto etanolico de ***Coffea arabica*** (Café).
- 6 Cálculos para la obtención del punto de equivalencia
graficando la segunda derivada a partir de los datos
obtenidos en titulación Acido Fuerte (HCL 0.1M) vrs Base
Fuerte (NaOH 0.1M) utilizando como indicador el extracto
etanólico de ***Lippia graveolens*** (Orégano).

- 7** Cálculos para la obtención del punto de equivalencia graficando la segunda derivada a partir de los datos Obtenidos en titulación Acido Débil (CH_3COOH 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) utilizando como indicador el extracto etanólico de ***Lippia graveolens*** (Orégano).
- 8** Cálculos para la obtención del punto de equivalencia graficando la segunda derivada a partir de los datos obtenidos en titulación Acido Fuerte (HCL 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) utilizando como indicador el extracto etanólico de ***Raphanus sativus*** (Rábano).
- 9** Cálculos para la obtención del punto de equivalencia graficando la segunda derivada a partir de los datos obtenidos en titulación Acido Débil (CH_3COOH 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) utilizando como indicador el extracto etanólico de ***Raphanus sativus*** (Rábano).
- 10** Cálculos para la obtención del punto de equivalencia graficando la segunda derivada a partir de los datos obtenidos en titulación Acido Fuerte (HCL 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) utilizando el indicador sintético (fenolftaleína).

11 Cálculos para la obtención del punto de equivalencia
graficando la segunda derivada a partir de los datos
obtenidos en titulación Acido Débil (CH_3COOH 0.1M) vrs
Base Fuerte (NaOH 0.1M) utilizando el indicador sintético
(fenolftaleína).

INDICE DE CUADROS

CUADRO N°	Pag.
1 Clasificación de las titulaciones ácido- base en medio acuoso	49
2 Valor nutricional <i>Raphanus sativus</i> (Rábano)	69
3 Extractos obtenidos de <i>Coffea arabica</i> (Café) e intensidad de coloración.	93
4 Resultados de la pruebas Fitoquímicas realizadas al extracto etanolico de <i>Coffea arabica</i> (Café).	95
5 Viraje e intensidad de coloración del Extracto de <i>Coffea arabica</i> (Café) frente Ácido Clorhídrico 0.1M e Hidróxido de Sodio 0.1M respectivamente.	96
6 Variación de color del extracto por Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR de <i>Coffea arabica</i> (Café) frente a las soluciones de diferentes pH.	99
7 Valores de pH obtenidos mediante la adición del titulante y la valoración Ácido Fuerte (HCL 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con extracto obtenido por el Método Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR de <i>Coffea arabica</i> (Café) como indicador.	102
8 Valores de pH obtenidos mediante la adición del titulante en la valoración Acido Débil (CH ₃ COOH 0.1M) vrs Base Fuerte	104

- (NaOH 0.1M) con extracto obtenido por el Método de Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR de **Coffea arábica** (Café) como indicador.
- 9** Extractos obtenidos de **Lippia graveolens** (orégano) e intensidad de coloración. 106
- 10** Resultados de la prueba Fitoquímica realizado al extracto Clorofórmico de **Lippia graveolens** (Orégano) para la identificación de sesquiterpenlactona . 109
- 11** Viraje e intensidad de coloración del Extracto de **Lippia graveolens** (Orégano) frente Acido Clorhídrico 0.1M e Hidróxido de Sodio 0.1M respectivamente. 110
- 12** Variación de color del extracto frente a las soluciones de diferentes pH por el Método de Soxhlet Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M **Lippia graveolens** (Orégano). 113
- 13** Valores de pH obtenidos mediante la adición del titulante y la valoración Ácido Fuerte (HCL 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con extracto obtenido por el Método Soxhlet Alcohol etílico al 90 % AR levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M de **Lippia graveolens** (Orégano) como indicador. 116
- 14** Valores de pH obtenidos mediante la adición del titulante y la valoración Ácido Débil (HCL 0.1M) vrs Base Fuerte 118

(NaOH 0.1M) con el extracto obtenido por el Método de Soxhlet alcohol Etílico levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M de ***Lippia graveolens*** (Orégano) como indicador.

- 15** Extracto obtenido ***Raphanus sativus*** (Rábano) e intensidad de coloración. 120
- 16** Viraje e intensidad de coloración del Extracto de ***Raphanus sativus*** (Rábano) frente Acido Clorhídrico 0.1M e Hidróxido de Sodio 0.1M respectivamente. 123
- 17** Variación de color del extracto frente a las soluciones de diferentes pH por el Método de Maceración Alcohol Etílico al 90% ***Raphanus sativus*** (Rábano). 126
- 18** Valores de pH obtenidos mediante la adición del titulante y la valoración Acido Fuerte (HCL 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con extracto obtenido por el Método de Maceración Alcohol Etílico al 90% ***Raphanus sativus*** (Rábano) como indicador. 129
- 19** Valores de pH obtenidos mediante la adición del titulante y la valoración Acido Débil (CH₃COOH 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con extracto por el Método Maceración Alcohol Etílico al 90% ***Raphanus sativus*** (Rábano) como indicador. 131
- 20** Valores de pH obtenidos mediante la adición del titulante y la valoración Acido Fuerte (HCL 0.1M) vrs Base Fuerte 133

(NaOH 0.1M) con indicador sintético (fenolftaleína).

21 Valores de pH obtenidos en la titulación Acido Débil 135

(CH₃COOH 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con indicador sintético (fenolftaleína).

22 Rangos de pH de indicadores ácido-base obtenidos de las 138

especies ***Coffea arabica*** (Café), ***Lippia graveolens***

(Orégano) y ***Raphanus sativus*** (Rábano).

INDICE DE FIGURAS

Figura N°	Pag.
1 Escala de pH	55
2 Fotografía de la especie <i>Coffea arábica</i>	56
3 Fruto del <i>Coffea arábica</i> (Café)	57
4 Estructura del fruto de café	57
5 Fotografía de la especie <i>Lippia graveolens</i> (Orégano)	59
6 Fotografía de la especie <i>Raphanus sativus</i> (Rábano)	67
7 Núcleo básico de los Flavonoides	72
8 Estructura General de Antocianinas	73
9 Aparato de Soxhlet	78
10 Balón de fondo plano con extracto de la especie en estudio	78
11 Pesada de la muestra	80
12 Filtración de la muestra	81
13 Proceso de elaboración de papel indicador	86
14 Prueba fitoquímica utilizando el reactivo de Drangendorff con extracto etanolico de <i>Coffea arábica</i> (Café)	95
15 Resultado de la prueba fitoquímica realizada al extracto Etanolico de <i>Coffea arábica</i> (Café) para la identificación de alcaloides	95

- 16** Escala de pH obtenida a partir del extracto por el Método de Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR de ***Coffea arabica*** (Café). 98
- 17** Papel indicador obtenido del extracto por Método de Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR de ***Coffea arabica*** (Café) en el proceso de secado. 100
- 18** Viraje de color del papel indicador obtenido del extracto por el Método de Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR de ***Coffea arabica*** (Café) frente a: **1.** HCL 0.1M **2.** Referencia (Blanco), **3.** NaOH 0.1M. 100
- 19 A:** Inicio de la titulación 20.0 mL de Acido Clorhídrico 0.1M y 1.0 mL de extracto por el Método de Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR de ***Coffea arabica*** (Café) coloración amarillo suave. 101
- B:** Proceso de titulación y toma de pH en la adición del titulante .
- C:** Finalización de la titulación, verificación del punto final con el viraje de color a anaranjado intenso.
- 20** Grafica de la titulación Ácido Fuerte (HCL 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con extracto por el Método de Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR de ***Coffea arabica*** (Café) como indicador Ácido – base. Punto de equivalencia 17.5 mL de NaOH 103

- 21 A:** Inicio de la titulación 20.0 mL de Ácido Acético 0.1M y 1 mL 104
del extracto por el Método de Maceración con Alcohol Etílico
al 90% AR de ***Coffea arabica*** (Café) coloración incolora.
- B:** Finalización de la titulación, verificación del punto final con
el viraje de color a amarillo intenso.
- 22** Grafico de la titulación Ácido Débil (CH_3COOH 0.1M) vrs Base 105
Fuerte (NaOH 0.1M) con extracto por el Método de Maceración
con Alcohol Etílico al 90% AR de ***Coffea arabica*** (Café) como
indicador ácido-base. Punto de Equivalencia 18.0 mL.
- 23** Prueba fitoquímica para la identificación de 108
sesquiterpenlactona utilizando la solución clorofórmica
de ***Lippia graveolens*** (Orégano).
- 24** Prueba fitoquímica para la identificación de 109
sesquiterpenlactona utilizando la solución
clorofórmica de ***Lippia graveolens*** (Orégano).
- 25** Escala de pH obtenida a partir del extracto por el Método de 112
Soxhlet Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con
ácido tartárico 0.1M ***Lippia graveolens*** (Orégano).
- 26** Papel indicador utilizando extracto obtenido por el Método de 114
Soxhlet Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con
ácido tartárico 0.1M de ***Lippia graveolens*** (Orégano) en
proceso de secado.

- 27** Viraje de color de papel indicador utilizando extracto obtenido 115
por Método de Soxhlet Alcohol Etílico al 90% AR levemente
acidificado con ácido tartárico 0.1M de *Lippia graveolens*
(Orégano) frente a: **1.** HCL 0.1M **2.** Referencia (Blanco),
3. NaOH 0.1M
- 28 A:** Inicio de la titulación 20.0 mL de Ácido Clorhídrico 0.1M y 115
1.0 mL del extracto etanolico levemente acidificado con
ácido tartárico 0.1M de *Lippia graveolens* (Orégano)
coloración amarillo suave.
- B:** Finalización de la titulación, verificación del punto final con
el viraje de color de amarillo suave – amarillo intenso.
- 29** Grafica de la titulación Acido Fuerte (HCL 0.1M) vrs Base 117
Fuerte (NaOH 0.1M) con extracto obtenido por el Método de
Soxhlet alcohol etílico levemente Acidificado ácido tartárico 0.1M
de, *Lippia graveolens* (Orégano) .Punto de Equivalencia
20.5 mL de NaOH.
- 30 A:** Inicio de la titulación 20.0 mL de Acido acético 0.1M y 1mL 118
del extracto por el Método de Soxhlet alcohol etílico
levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M de *Lippia*
graveolens (Orégano).
- B:** Finalización de la titulación, verificación del punto final con
el viraje de color a amarillo intenso.

- 31** Grafica de la titulación Acido Débil (HCL 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con extracto obtenido por el Método de Soxhlet alcohol etílico levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M de *Lippia graveolens* (Orégano). Punto de Equivalencia 13.0 mL de NaOH. 119
- 32 A:** Prueba fitoquímico para la identificación de glicosidos cianogeneticos antes de ser colocado a temperatura ambiente por 3 horas. 122
- B:** Coloración de papel filtro luego de 3 horas a temperatura ambiente.
- 33** Escala de pH obtenida a partir del extracto por el Método de Maceración Alcohol Etílico al 90% *Raphanus sativus* (Rábano). 125
- 34** Papel indicador utilizando extracto obtenido por Método Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR de *Raphanus sativus* (Rábano) en proceso de secado. 127
- 35** Viraje de color de papel indicador utilizando extracto obtenido por Método Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR de *Raphanus sativus* (Rábano) frente a:
1. HCL 0.1M 2.Referencia (Blanco), 3. NaOH 0.1M. 128
- 36 A:** Inicio de la titulación 20.0 mL de Ácido Clorhídrico 0.1M y 1.0 mL del extracto por el Método de Maceración Alcohol 128

Etílico al 90% *Raphanus sativus* (Rábano) coloración anaranjado.

B: Finalización de la titulación, verificación del punto final con el viraje de color de anaranjado – a incoloro

37 Grafica de la titulación Acido Fuerte (HCL 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con extracto por el Método Maceración Alcohol Etílico al 90% *Raphanus sativus* (Rábano) . Punto de Equivalencia 16.5 mL. 130

38 A: Inicio de la titulación 20.0 mL de Ácido Acético 0.1M y 1.0 mL del extracto por el Método de Maceración Alcohol Etílico al 90% *Raphanus sativus* (Rábano) coloración rosa. 131

B: Finalización de la titulación, verificación del punto final con el viraje de color de rosa – a incoloro

39 Grafica de la titulación Ácido Débil (CH₃COOH 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con extracto por el Método Maceración Alcohol Etílico al 90% *Raphanus sativus* (Rábano). Punto de Equivalencia 16.0 mL. 132

40 A: Inicio de la titulación 20.0 mL de Acido Clorhídrico y tres gotas de fenolftaleína, se observa la una coloración rosa que desaparece con agitación. 140

B: Finalización de la titulación, verificación del punto final con el viraje de color a rosa definido y estable

- 41** Grafica de la titulación Acido Fuerte (HCL 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con indicador sintético (fenolftaleína) Punto de Equivalencia 18.5 mL. 134
- 42 A:** Inicio de la titulación 20.0 mL de Acido Clorhídrico y tres gotas de fenolftaleína, se puede observar la aparición de una coloración rosa que desaparece con agitación. 135
- B:** Finalización de la titulación, verificación del punto final con el viraje de color ha rosa definido y estable.
- 43** Titulación Ácido Débil (CH₃COOH 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con indicador sintético (fenolftaleína). Punto de Equivalencia 22 mL. 137

RESUMEN

En la presente investigación se realizó la propuesta de obtención de indicadores ácido-base a ser utilizados en valoraciones en medio acuoso a partir de extractos de las especies ***Coffea arabica*** (Café), ***Lippia graveolens*** (Orégano) y ***Raphanus sativus*** (Rábano), para lo cual las muestras fueron sometidas a un proceso de extracción por Método de Soxhlet y método de maceración utilizando para cada uno de ellos diferentes solventes de extracción.

Luego se realizaron pruebas fitoquímicas para la identificación de los principios activos característicos de las especies en estudio, después de la identificación se procedió a la realización de una prueba presuntiva en medio acuoso, que tenía como finalidad observar el viraje de coloración de cada uno de los extractos frente a una solución ácida y a una solución básica, obteniéndose los extractos que presentaron los mejores virajes de coloración en dicha prueba en medio acuoso fueron los obtenidos por Método de Maceración con Alcohol Etílico al 90%AR de ***Coffea arábica*** (Café), Método de Soxhlet Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M de ***Lippia graveolens*** (Orégano) y Maceración con Alcohol Etílico al 90% de ***Raphanus sativus*** (Rábano), los cuales fueron elegidos para la elaboración de una escala de pH 1-14 en medio acuoso.

Seguidamente se elaboró papel indicador utilizando los mismos extractos, y verificando su utilidad, observando su viraje de color frente a una solución ácida

y básica. Luego para verificar el funcionamiento de los extractos como indicadores ácido-base en valoraciones de medio acuoso, se realizaron una serie de titulaciones ácido-base potenciométricas, para las cuales se tomó la lectura de pH en cada una de las adiciones del titulante de cada valoración. Dichos datos fueron procesados para la obtención de los valores de la segunda derivada y de esta forma poder graficar $\Delta^2\text{pH}/\Delta^2V$ vs Volumen de titulante agregado (mL), con la finalidad de encontrar el punto de equivalencia de la titulación, de esa forma se verificó la utilidad de estos extractos como indicadores ácido-base en medio acuoso. Observando que estos extractos pueden ser utilizados como indicadores ácido-base en valoraciones de medio acuoso.

Se realizó además una comparación entre un indicador sintético (fenolftaleína) e indicador natural obtenido de extractos de las especies en estudio), por medio de una serie de titulaciones ácido-base en medio acuoso, luego se observaron y se compararon los resultados obtenidos, evaluando tanto el viraje de coloración e intensidad que presentan los indicadores tanto sintético como natural en el punto final de la titulación.

Se recomienda realizar un estudio de estabilidad para los extractos obtenidos de ***Coffea arabica*** (Café), ***Lippia graveolens*** (Orégano) y ***Raphanus sativus*** (Rábano), y así poder establecer condiciones adecuadas para la conservación tanto microbiológica, como físico-química.

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

La Química Analítica ha empleado indicadores sintéticos con el fin de verificar cambios de pH por variaciones de color, este tipo de análisis ha sido una práctica muy antigua que fue introducida en el siglo XVII, pero éstos producen contaminación en el medio ambiente por lo que pueden ser sustituidos por aquellos que disminuyan o que no produzcan ningún daño a éste; para ello se propone una alternativa que podría ser el uso de indicadores ácido-base de origen natural.

Por tanto, en el presente trabajo se propone la obtención de indicadores ácido-base a ser utilizados en valoraciones de medio acuoso a partir de las especies vegetales *Coffea arábica* (Café), *Lippia graveolens* (Orégano) y *Raphanus sativus* (Rábano) existentes en el territorio Salvadoreño.

Para lograr el propósito de nuestra investigación se utiliza una metodología analítica que describe un proceso de extracción por Método de Soxhlet utilizando solventes como: Alcohol Etílico puro y levemente acidificado con ácido tartárico al 0.1M, Metanol 100% AR y para el Método de Maceración Alcohol Etílico puro y acidificado con ácido tartárico al 0.1M.

Además de las pruebas fitoquímicas realizadas a las especies en estudio y pruebas presuntivas para observar la intensidad en el viraje de color de uno de los extractos que se obtendrán frente a una solución ácida y básica, la que presente mayor intensidad en la coloración de cada una de las especies se utilizará en la elaboración de una escala de pH del 1-14 utilizando para ello

soluciones a diferente pH y además se elaborará papel indicador para observar el viraje de color en diferentes soluciones en función del pH en medio acuoso.

Se realizaron valoraciones ácido fuerte–base fuerte, ácido débil–base fuerte; para poder comprobar la utilidad de los extractos como indicadores ácido–base de origen naturales en medio acuoso y comparar el rango de viraje de estos indicadores naturales con respecto al de origen sintético más utilizado (fenolftaleína).

CAPITULO II

OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL:

Proponer la obtención de indicadores ácido-base para ser utilizados en valoraciones en medio acuoso a partir de extractos de ***Coffea arabica*** (Café), ***Lippia graveolens*** (Orégano) y ***Raphanus sativus*** (Rábano).

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- 2.2.1 Realizar la identificación botánica de ***Coffea arabica*** (Café) variedad arábica, ***Lippia graveolens*** (Orégano) variedad graveolens y ***Raphanus sativus*** (***Rábano***) variedad raíz pequeña.
- 2.2.2 Obtener los extractos de las especies utilizando el fruto seco de ***Coffea arabica*** (Café), hojas secas de ***Lippia graveolens*** (Orégano) y cascara de la raíz de ***Raphanus sativus*** (Rábano) a través del Método de Maceración y Método de Soxhlet con solventes Etanol, Metanol y Etanol Acidificado con ácido Tartárico.
- 2.2.3 Realizar pruebas fitoquímicas a los extractos etanolicos de las especies ***Coffea arabica*** (Café) identificando alcaloides con la prueba de Drangendorff y Reacción de Wagner, ***Raphanus sativus*** (Rábano) identificación de Glicósido Cianogénéticos y extracto Clorofórmico de ***Lippia graveolens*** (Orégano) para la identificación de sesquiterpenlactonas.

2.2.4 Elaborar escala de pH y papel indicador a partir de los extractos seleccionados las especies ***Coffea arabica*** (Café), ***Lippia graveolens*** (Orégano) y ***Raphanus sativus*** (Rábano) para valoraciones ácido-base en medio acuoso en la escala de pH del 1-14.

2.2.5 Realizar valoraciones ácido base en medio acuoso empleando como indicadores los extractos seleccionados de ***Coffea arabica*** (Café), ***Lippia graveolens*** (Orégano) y ***Raphanus sativus*** (Rábano).

2.2.6 Comparar el rango de viraje de los extractos seleccionados de ***Coffea arabica*** (Café), ***Lippia graveolens*** (Orégano) y ***Raphanus sativus*** (Rábano) como indicadores ácido-base en valoraciones medio acuoso, con el indicador fenolftaleína y en forma potenciométrica para comparar su punto de viraje .

CAPITULO III
MARCO TEORICO

3.0 MARCO TEORICO

3.1 Concepto de Acidez y Basicidad

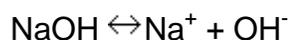
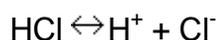
La existencia de ácidos y bases se conoce desde la antigüedad, cuando su diferenciación se efectuaba por el nada recomendable procedimiento de comprobar su sabor: los ácidos suelen ser agrios mientras que las bases presentan apariencia jabonosa.

3.1.1 Teoría de Arrhenius: (5)

Ácido: es toda sustancia que en disolución acuosa se ioniza para dar iones H^+ (protones).

Base: es toda sustancia que en disolución acuosa se ioniza para dar lugar a iones OH^- .

De esta forma se explica el comportamiento ácido del HCl y el básico del NaOH:

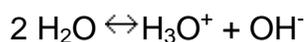


3.1.2 Teoría de Brönsted-Lowry: (5)

Ácido: son aquellas sustancias donadoras de protones.

Base: Es una sustancia que tiene tendencia a aceptar o recibir un protón.

En disolución acuosa esta definición es prácticamente idéntica a la de Arrhenius sobre protones e hidróxidos:



Uno de los casos donde esta definición encuentra una buena aplicación es en la racionalización de la actuación como ácidos y bases de disolventes próticos como el amoniac o el sulfúrico:



Ácido + base \leftrightarrow producto de neutralización



Ácido + base \leftrightarrow producto de neutralización

Bronsted agrupa a los ácidos y bases con el nombre de protolitos, en donde un ácido es una sustancia protogénita y una base una sustancia protolítica. Y a la reacción entre ambos la llamó reacción protolítica. A los solventes capaces de donar o aceptar un protón Protoactivos y a los que no liberan protones les llamo Apróticos.

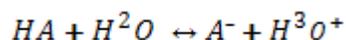
3.1.3 Teoría de Lewis: (5)

Ácido: es una sustancia que puede aceptar un par de electrones con el cual puede formar un enlace covalente con un átomo, una molécula o un Ion.

Base: es una sustancia que puede donar un par de electrones.

3.2 Constantes de acidez y de basicidad (22)

Un ácido débil en disolución acuosa se disocia de acuerdo con:

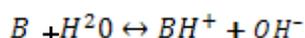


La constante de equilibrio se expresa como:

$$K = \frac{[\text{A}^-][\text{H}^3\text{O}^+]}{[\text{HA}][\text{H}^2\text{O}]}$$

En disoluciones acuosas diluidas, la concentración de agua se puede considerar constante, por lo que se incluye en la constante de equilibrio. La que se obtiene se llama constante de acidez (K_a).

Cuando una base en disolución acuosa es débil, se disocia conforme a:



La constante de equilibrio es:

$$K = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B][H^2O]}$$

Al igual que en los ácidos, en las disoluciones diluidas la concentración de agua es prácticamente constante, por lo que se engloba en K. La constante que se obtiene se llama constante de basicidad (K_b).

Un ácido es más fuerte cuanto mayor es su K_a y una base es más fuerte cuanto mayor es su K_b .

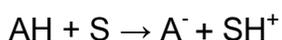
3.3 Fuerza de Ácidos y Bases (22)

Un protón no puede existir solo en solución, independientemente del medio que lo rodee. En medios acuosos, el ion hidrógeno se combina con una o más moléculas de agua y forman el ion Hidronio (H_3O^+). Asimismo, todas las demás especies iónicas al igual que especies moleculares están hidratadas en medio acuoso.

La fuerza de un ácido (HA) es forma de indicar cuanto del total de sus moléculas se disocia en el protón H^+ y en el anión correspondiente cuando se disuelve en agua.

3.3.1 Ácidos fuertes

Los ácidos fuertes, llamados también electrolitos fuertes, son aquellos que en disolución acuosa se disocian por completo, y por lo tanto ceden a la solución una cantidad de iones de H^+ .



AH: Ácido

S: Solvente

3.3.2 Bases Fuertes

Las bases fuerte llamadas también electrolitos fuertes, son aquellas capaces de disociarse totalmente en iones de Hidróxido.

Por lo general, los óxidos e hidróxidos de los grupos alcalinos y alcalinotérreos forman base fuerte.

La fuerza de los ácidos y bases en medios acuosos pueden ser medidos por indicadores al igual que en medios no acuosos, esto por las diferentes intensidades de color producido.

3.4 Concepto de pH ⁽²²⁾

El pH es la concentración de iones hidrógenos presentes en determinada sustancia. El término significa potencial de hidrógeno y el químico Danés Sørensen, lo definió como el logaritmo negativo de la actividad de los iones hidrógeno. Esto es:

$$pH = -\log [^{10} [aH^+]]$$

Desde entonces, el término pH ha sido universalmente utilizado por la facilidad de su uso, evitando así el manejo de cifras largas y complejas. En disoluciones diluidas en lugar de utilizar la actividad del ion hidrógeno, se le puede aproximar utilizando la concentración molar del ion hidrógeno.

Por ejemplo, una concentración de $[H^+] = 1 \times 10^{-7}M$ (0,0000001) es simplemente un pH de 7 ya que: $pH = -\log [10^{-7}] = 7$

El pH típicamente va de 0 a 14 en disolución acuosa, siendo ácidas las disoluciones con pH menores a 7 y básicas las que tienen pH mayores a 7.

El pH = 7 indica la neutralidad de la disolución (siendo el disolvente agua).

Se considera que p es un operador logarítmico sobre la concentración de una solución: $p = -\log [...]$, también se define el pOH, que mide la concentración de iones OH^- .

Puesto que el agua está disociada en una pequeña extensión en iones OH^- y H^+ , tenemos que:

$K_w = [H^+][OH^-]=10^{-14}$ en donde $[H^+]$ es la concentración de iones de hidrógeno, $[OH^-]$ la de iones hidróxido, y K_w es una constante conocida como producto iónico del agua.

Por lo tanto,

$$\log K_w = \log [H^+] + \log [OH^-]$$

$$-14 = \log [H^+] + \log [OH^-]$$

$$14 = -\log [H^+] - \log [OH^-]$$

$$\mathbf{pH + pOH = 14}$$

Por lo que se puede relacionar directamente el valor del pH con el del pOH.

En disoluciones no acuosas, o fuera de condiciones normales de presión y temperatura, un pH de 7 puede no ser el neutro. El pH al cual la disolución es neutra estará relacionado con la constante de disociación del disolvente en el que se trabaje.

3.5 Soluciones Amortiguadoras ⁽²¹⁾

Las soluciones amortiguadoras, también conocidas como soluciones buffer o tampón, son disoluciones que están compuestas por el ion común de un ácido débil o una base débil y el mismo ion común en una sal conjugada, ambos componentes deben de estar presentes. También se dice que una solución es amortiguadora, reguladora o tampón si la $[H^+]$, es decir el pH de una solución no se ve afectada significativamente por la adición de pequeñas cantidades o volúmenes de ácidos y bases. Una disolución amortiguadora debe contener una concentración relativamente grande de ácido para reaccionar con los iones OH^- que se le añadan; y también debe contener una concentración semejante de base para que reaccione con la cantidad de iones H^+ que se le añadan. Además, los componentes ácidos y básicos del amortiguador no deben consumirse el uno al otro en una reacción de neutralización. Estos requerimientos se satisfacen con un par de ácido-base conjugado, por ejemplo, un ácido débil y su base conjugada (suministrada por una sal) o una base débil y su ácido conjugado (suministrado por una sal).

3.6 Análisis Volumétrico ⁽²⁹⁾

En el análisis volumétrico se mide el volumen de una disolución de concentración exactamente conocida (disolución estándar) que se necesita para reaccionar, de forma completa, con el analito (sustancia a analizar). Los métodos volumétricos tienen la misma exactitud que los gravimétricos, pero tienen la ventaja de ser más rápidos y cómodos. Además, la misma naturaleza de estos métodos permite trabajar con muestras más pequeñas o con disoluciones más diluidas.

3.6.1 Punto de equivalencia y punto final ⁽³¹⁾

El punto de equivalencia de una valoración se alcanza cuando la cantidad de valorante añadido es químicamente equivalente a la cantidad de analito que hay en la muestra. A veces es necesario añadir un exceso de valorante estándar, y después determinar el exceso, mediante una valoración por retroceso, con un segundo valorante estándar. En este caso, el punto de equivalencia es tal, que la cantidad gastada de valorante equivale a la cantidad de analito menos la cantidad de retrovalorante.

El punto final es un fenómeno experimental, como el cambio de color o viraje de un indicador, que señala que se ha alcanzado el punto de final. Raramente el punto final coincide con el punto equivalente teórico, aunque se prefiere que la diferencia entre ambos sea lo más mínima posible.

3.6.2 Titulaciones Ácido Base en Medio Acuoso ⁽¹¹⁾

En este tipo de titulación la solución muestra puede describirse como una solución de un ácido, una base o una mezcla de ambos. El solvente que se utiliza es agua. En una titulación ácido-base se lleva a cabo una reacción de neutralización y esta consiste en poner a reaccionar cantidades equivalentes de ácido y de base. La valoración de la solución se realiza contra una solución de concentración conocida.

3.6.2.1 Soluciones Valorantes Estándares ⁽¹¹⁾

El análisis de soluciones que contienen componentes ácidos ó básicos por medio de valoraciones ácido-base requiere disponer de soluciones valorantes estándares. No todos los ácidos y bases son igualmente adecuados para la preparación de soluciones estándares, de modo que es necesario examinar cuáles son los ácidos y las bases preferibles como reactivos estándares. De los ácidos comunes, sólo el ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido perclórico y ácido sulfúrico son ácidos fuertes ionizados en alto grado.

El ácido clorhídrico es el valorante preferido universalmente, probablemente por la pureza a la cual se comercializa y al poseer una larga vida en estantería. Las soluciones estándares de bases para aplicaciones generales suelen prepararse a partir de Hidróxido de sodio. En ocasiones se pueden utilizar hidróxido de potasio e hidróxido bórico. El hidróxido de sodio y el hidróxido de potasio son

igualmente buenos, pero este último es más caro que el primero por lo que habitualmente se escoge el hidróxido de sodio.

3.6.2.2 Curva de Titulación ⁽⁶⁾

Para las titulaciones ácido-base, una curva de titulación consiste en graficar el pH contra los mililitros de titulante. Estas curvas son muy útiles para juzgar la factibilidad de una titulación y para seleccionar el indicador adecuado.

La curva de titulación tiene las siguientes características:

- EL punto de equivalencia es el punto de inflexión de la curva.
- El valor del pH en el punto de equivalencia que depende de la naturaleza de la sal que se forme en la reacción.
- El valor del pH inicial depende de la concentración inicial del ácido o de la base en la solución.
- El valor del pH final depende de la concentración del reactivo titulante en exceso.
- La amplitud del intervalo de pH en las proximidades del punto de equivalencia es mayor cuando las soluciones están concentradas.

3.6.2.3 Clasificación de las titulaciones ácido base en medio acuoso ⁽⁶⁾

Cuadro Nº 1: Clasificación de las titulaciones ácido- base en medio acuoso

TIPO DE TITULACIÓN	CARACTERISTICAS DE LA SAL OBTENIDA EN LA REACCIÓN
Titulación ácido fuerte/base fuerte	La sal que obtiene no presenta carácter ácido ni básico; el pH es neutro.
Titulación ácido débil/base fuerte	La sal que se obtiene de la reacción que presenta un carácter de base débil, el viraje se efectúa en un medio débilmente alcalino.
Titulación base débil/ácido fuerte	La sal que se obtiene presenta un carácter de ácido débil, el punto de equivalencia está en un medio débilmente ácido.

3.7 Clasificación de solventes

Se pueden clasificar en tres grupos ⁽⁶⁾

3.7.1 Solventes Anfipróticos: que poseen propiedades ácidas y básicas como el agua. Estos solventes sufren autoprotólisis.

Ejemplos: Metanol, Etanol

3.7.2 Solventes Apróticos o Inertes: No son apreciablemente ácidos ni básicos, y por ello tienen muy poca tendencia o no la tienen, a sufrir reacciones de autoprotólisis. Ejemplos: Benceno, el tetracloruro de carbono y el cloroformo.

3.7.3 Solventes Básicos: tienen una fuerte afinidad por los protones pero no son apreciablemente ácidos. Ejemplos: piridina, éter.

3.8 Elección de Disolventes ⁽⁶⁾

Para la elección de un disolvente adecuado para la muestra a estudiar se necesita tomar en cuenta las cualidades siguientes:

- Aumentar las propiedades ácido-base de la molécula.
- Disolución del producto de la reacción.
- Ausencia de reacciones secundarias entre el disolvente y las moléculas a determinar.
- Deben ser poco tóxicos y baratos.

3.9 Indicadores químicos ácido-base para determinar el punto final ⁽²⁶⁾

Un indicador químico es un ácido o base débil cuya forma disociada tiene diferente color que la forma sin disociar, ello es debido a que están formados por sistemas resonantes aromáticos, que pueden modificar la distribución de

carga según la forma que adopten. Esta alteración por el desplazamiento hacia una forma más o menos disociada, hace que la absorción energética del sistema se modifique y con ello el color.

Se podría establecer un equilibrio de disociación para una forma de indicador ácido HIn:



Color A Color B

La aplicación de la ley de acción de masas a este equilibrio, nos da que:

$$K_a = \frac{[\text{In}^-][\text{H}^+]}{[\text{HIn}]}, \quad \text{de lo que} \quad \frac{K_a}{[\text{H}^+]} = \frac{[\text{In}^-]}{[\text{HIn}]}$$

Si el medio es ácido y aumenta la concentración de H^+ , deberá disminuir la relación $[\text{In}^-] / [\text{HIn}]$. Para ello el equilibrio tendrá que desplazarse hacia la izquierda, aumentando la concentración de HIn, y dominando su color. Si el medio es básico, el cociente tendrá que aumentar, desplazándose el equilibrio hacia la derecha y dominando el color B. Naturalmente como se trata de un equilibrio, coexisten las dos formas, y por ello el color que toma procede de la mezcla de colores y de su proporción. Como los indicadores tienen diferentes constantes de equilibrio, por eso cambian de color en distintos intervalos de pH, esto suele ocurrir aproximadamente a $\text{pH}=\text{p}K_1$. Cuando coexisten varios

equilibrios entre formas tautómeras, hay varios pK, y por lo tanto más de un cambio de color.

3.9.1 Cualidades de un indicador ⁽⁶⁾

- Viraje neto, poca amplitud
- Reacción rápida y reversible
- Coloración sensible

3.9.2 Propiedades ideales ⁽²⁶⁾

- Posee carácter (ácido/base) más débil que el analito.
- Presente en concentraciones muy bajas que no interfieren con la curva de valoración.
- Produce cambios perceptibles y nítidos de color en el punto de equivalencia.

3.9.3 Clasificación de los indicadores ⁽⁶⁾

Existen varios tipos de indicadores:

- Indicadores de un solo viraje: Que tiene una forma incolora y una forma coloreada. Ejemplo: Fenolftaleína
- Indicadores de dos virajes: Los que en las dos formas son coloreadas. El cambio de coloración puede ser más o menos progresivo. Ejemplo: Rojo de metilo.
- Indicadores mixtos: Cuando se emplean indicadores donde el cambio de color no es fácil de percibir, especialmente a la luz artificial. Un cambio de color más pronunciado puede observarse frecuentemente empleando una mezcla conveniente del indicador y un colorante indiferente (color de fondo). ⁽²⁰⁾

3.10 Indicadores ácido-base sintéticos ⁽²⁶⁾

La segunda mitad del siglo XIX, fue el inicio de las grandes síntesis orgánicas, y como no podía ser menos, también los indicadores ácido base, que habían sido empleados como productos naturales, iban a ser sintetizados a partir de 1868.

El primero indicador en ser sintetizado fue la fenolftaleína por el químico Baeyer condensando el anhídrido del ácido ftálico (ortobencenodicarboxílico), con fenol, en 1871. De la fenolftaleína salieron otros muchos indicadores, potenciando los cambios de absorción al introducir derivados sulfonados y bromados, estudiados por Lubs y Clark a partir de 1915. Así aparecieron el rojo fenol, el azul de timol, la timolftaleína, el azul de bromotimol, azul de bromofenol y el cresol entre otros.

Antes, en 1859, el francés Verguin, había obtenido la fuchina oxidando por casualidad la anilina con cloruro de estaño (IV), que también fue obtenida por Hofmann poco después. Este compuesto sería el punto de partida de otros indicadores con estructura de trifenilmetano, como el violeta de metilo, verde de metilo, el verde brillante, el verde malaquita etc. , caracterizados por tonalidades fuertes y brillantes a distintos pH.

Otra ruta de síntesis de indicadores fue de los colorantes azoicos, que dio lugar al naranja de metilo (propuesto por Lunge en 1878). El segundo indicador ácido-base de este tipo en ser empleado, fue el rojo Congo descubierto por

Böttiger en 1884. Después se usarían el rojo de metilo (introducido por Rupp y Loose en 1908), amarillo de alizarina etc. De estructura algo diferente entre los colorantes azoicos y el tipo de indicador fuschina que se conoce como rojo neutro.

Por lo general se suelen emplear en forma de sales sódicas, por ser solubles en agua. En caso contrario, se disuelven en etanol, lo cual presenta más inconvenientes a la hora de usarse como indicadores en el análisis químico cuando se realiza análisis en la gota en placas de toque ya que la gota de alcohol tiende a entrar en contacto antes de tiempo.

3.11 Indicadores naturales ⁽²⁶⁾

Son compuestos orgánicos que se extraen de plantas, poseen estructuras moleculares bastante complejas que presentan una especial particularidad: tienen un color si entran en contacto con un medio alcalino y otro color, muy diferente, si entran en contacto con un medio ácido.

3.12 Selección de Indicadores ⁽⁶⁾

El indicador se escoge en función del pH en el punto de equivalencia. El intervalo de viraje debe estar en la zona de variación abrupta del pH alrededor del punto de equivalencia. Sin embargo el punto de equivalencia no está necesariamente dentro de la zona de cambio de coloración del indicador.

Para una neutralización ácido fuerte-base fuerte, la variación del pH alrededor del punto de equivalencia es muy abrupta y de gran amplitud. Diversos indicadores pueden ser convenientes.

Para una neutralización ácido débil-base fuerte o base débil-ácido fuerte, la elección del indicador debe ser muy cuidadosa: La zona de viraje del indicador debe estar lo más próxima posible al punto de equivalencia, de modo que se reduzca al mínimo el error en el volumen.

3.13 Papel indicador de pH ⁽⁶⁾

Método para conocer la acidez o alcalinidad de un medio; utilizando papel indicador es el más barato, pero es más inexacto que los otros. Por eso se dice que es un método que da un dato aproximado.

3.14 Escala de pH ⁽³⁸⁾

La escala del pH es una representación del equilibrio entre los iones de hidrógeno y los iones de hidróxido. Un pH bajo corresponde a una concentración alta de iones de hidrógeno; en otras palabras, entre más iones de hidrógeno haya presentes, menos iones de hidróxido habrá y más ácida será la solución y viceversa.



Figura N° 1: Escala de pH ⁽³⁸⁾

3.15 Descripción Botánica ⁽³²⁾

- CAFÉ:

3.15.1 Clasificación científica:

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Gentianales
Familia: Rubiaceae
Subfamilia: Ixoroideae
Tribu: Coffeae
Género: Coffea
Especie: ***Coffea arábica***



Figura N° 2: Fotografía de la especie ***Coffea arábica*** (Café).

3.15.2 Descripción Botánica ⁽³⁴⁾

Los cafetos son arbustos con hojas persistentes y opuestas de color verde oscuro y brillante, con una altura entre 3-7 y 10 metros en cultivo. No florecen hasta 3° y 4° año y cada flor apenas dura unas horas.

Producen frutos carnosos, rojos o púrpuras, raramente amarillos, llamados cerezas de café, con dos núcleos que contienen cada uno un grano de café.

Cuando se abre una cereza, se encuentra el grano de café encerrado en un casco semirrígido transparente de aspecto apergaminado, que corresponde a la pared del núcleo. Una vez retirado, el grano de café verde está rodeado de una piel plateada adherida, que se une con el tegumento de la semilla.



Figura N° 3: Fruto del *Coffea arábica* (Café).

Estructura del fruto o del grano de un cafeto ⁽³³⁾

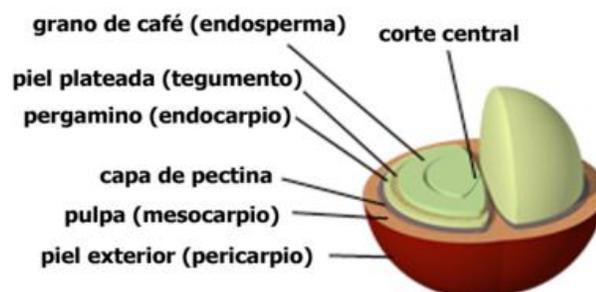


Figura N° 4: Estructura del fruto de café ⁽³³⁾

3.15.3 Historia ⁽³²⁾

El café es uno de los productos más versátiles que más se destacan en la industria y en la economía moderna. Raro es el país en donde no se ha generalizado su uso, por las múltiples virtudes que atesora. La planta es originaria de África, tuvo su cuna en Abisinia (Etiopia), de donde paso al Yemen en el Medio Oriente y empezó a extenderse por Asia, las Indias Orientales Holandeses hasta llegar a Oceanía. De este Continente fue llevada por los holandeses a Europa de donde paso a Francia y desde estos puntos paso al continente americano a principios del siglo XVIII, entre los años 1715 y 1723.

Actualmente el café se produce en cuatro de los cinco continentes del mundo; África, Asia, Oceanía y América. De todos estos continentes es América la que lleva la supremacía en cuanto a los métodos de cultivo, formas de producción, numero de países que lo producen.

He aquí la ubicación de algunos de los países que lo cultivan.

AFRICA: Camerún, Etiopia, Guinea, Costa de Marfil, Kenia, Madagascar, Nigeria, otros.

ASIA: India, Indonesia, Filipinas, Tailandia y otros

OCEANIA: Hawaii, Nueva Caledonia, Nueva Guinea y otros

AMERICA: Brasil, Colombia, México, El Salvador, Guatemala, Costa Rica, Nicaragua, Bolivia, Venezuela, Cuba, Honduras, Ecuador, entre otros.

Se han señalado tres regiones en América, como las primeras en que se cultivó café, Surinam (Guyana Holandesa), probablemente por el año 1715 y Martinica 1720 y 1723.

A las primeras dos regiones se dice que lo transportaron los Holandeses; en Martinica, se asegura que las primeras semillas de café fueron llevadas a Colombia de las Antillas Francesas y los primeros cultivos en pequeña escala se registraron en los últimos tiempos coloniales en 1785. Las primeras plantaciones a mediana escala se registraron en 1808 en Cúcuta y en 1813 Ignacio Ordoñez de Lara fue el primero en contar con un cultivo de 7.000 árboles de café. Durante el siglo XVII, la bebida se hace popular en Europa, y los colonos Europeos introducen el cultivo del café en numerosos países tropicales, como un cultivo de exportación para satisfacer la demanda Europea. En El Salvador se extendió el cultivo del café a fines del siglo XVIII o principios del XIX. El principio de la historia del café como producto nacional de la provincia de Cuscatlán (antiguo nombre de El Salvador), data de 1820.

Investigadores de historia informan que el café llegó a El Salvador por la región de Ahuachapán y que las semillas o arbustos fueron traídos posiblemente de la hacienda de los señores Álvarez de Asturias, denominada "El Soyate" la cual se encontraba ubicada en la jurisdicción de Jutiapa Guatemala. De Ahuachapán lo trasladaron a Santa Ana, extendiéndose al resto de la República en el año 1840. Originalmente en El Salvador se cultivó la variedad "arábica", que fue también la que se propago a los demás países

caficultores. Posteriormente se introdujo el "Maragogipe" y el "Bourbon", el primero en forma transitoria y el segundo en forma definitiva, el Arábica todavía es cultivado en las regiones del país. Los cafetaleros de El Salvador están situados en la región que se extiende desde el litoral del Océano Pacífico a las altas mesetas. Las principales regiones productoras en el país están situadas en los departamentos de Santa Ana, La Libertad, Usulután, Sonsonate, etc.

Existen diez especies de café que se cultivan mayoritariamente para obtener sus granos. Las variedades más extendidas son robusta y arábica.

La variedad robusta se caracteriza por su sabor, es la variedad fuerte, amarga y perfumada, tiene mayor contenido de cafeína, es más resistente a las plagas; la variedad arábica tiene un aroma suave y es de mayor calidad, el contenido en cafeína es menor que en la variedad robusta.

El cultivo del arábica es más difícil porque el arbusto soporta más el calor y es afectado más fácilmente por las plagas. Esta variedad se cultiva principalmente en Colombia, Centroamérica y Brasil, es más delicada, y está reservado a tierras altas de montaña, entre 900 y 2.000 msnm.

El tiempo necesario para un cafeto joven que se establece para comenzar a producir es de 3-4 años, el arbusto puede vivir numerosas décadas.

Cuando comienzan los frutos llegan a la madurez, de 6-8 meses después de la floración puede comenzar la cosecha del café.

3.15.4 Hábitat ⁽³³⁾

La planta de café requiere para su cultivo unas condiciones que son difíciles de conseguir, que influyen en el sabor y la calidad del producto.

Esto hace que dicho cultivo solo se pueda dar en unos lugares muy concretos.

Para cultivar el café se necesita de un clima templado y húmedo, con frecuentes lluvias y temperaturas comprendidas entre los 15 y los 25 grados centígrados, suelos ácidos preferiblemente con pH entre 5.5 y 6.5. También se necesitan suelos de cultivos profundos, permeables, bien regados y con un subsuelo que elimine el agua fácilmente. Por esta razón, las mejores zonas para su cultivo suelen ser las zonas montañosas y especialmente los terrenos de origen volcánico. La altitud ideal para su cultivo es entre 600 y 1200 metros. El café requiere cuidados constantes y los arbustos han de ser protegidos durante sus etapas de crecimiento.

Por esta razón, en muchas zonas el café se cultiva simultáneamente con otros árboles que proporcionan sombra y protección contra vientos.

Coffea arábica o cafeto arábica es el que cultiva desde más antiguamente y representa el 75% de la producción mundial de café. Produce un café fino, aromático y necesita un clima más fresco.

3.15.5 Usos ⁽³²⁾

Entre los usos más importantes del fruto del café podemos citar los siguientes:

- Alimentación: en bebida, confitería y en repostería, como aromatizante en helados, bombones, etc.

- Industria textil: como colorante (las hojas, el fruto completo o solamente la pulpa).
- Medicamentos: en la actualidad existen multitud de medicamentos con cafeína, tanto sola como asociada con otros principios activos como en el caso de los analgésicos. Aquellos medicamentos que solo contienen cafeína están indicados oficialmente para casos de astenia (cansancio de origen intelectual o físico), aunque se suele recurrir a ellos cuando es necesario mantenerse despierto.
- Fertilizante: los restos de café son buenos fertilizantes para los jardines debido a su contenido de nitrógeno, potasio, fósforo y muchos otros microminerales que ayudan al desarrollo de la planta.

Propiedades que se atribuyen al consumo del café son las siguientes:

- Previenen el cáncer de colón
- Alivia dolores de cabeza
- Reduce la incidencia del mal de Parkinson en un 80%.
- Estimula al cerebro (memoria, la atención y la concentración).

Efectos secundarios que se atribuyen al café:

Produce insomnio, trastornos gástricos, nerviosos, estimulante cardiaco, activa la circulación, contraindicado por tanto en hipertensos, diurético y estimulante del peristaltismo.

3.15.6 Composición del café: Cafeína, Sales minerales, Potasio, Magnesio, Calcio, Sodio, Hierro, Vitamina B, lípidos, azúcares y aminoácidos.

3.16 Descripción Botánica ⁽²⁶⁾

- OREGANO

3.16.1 Clasificación Científica:

Nombre científico: *Lippia graveolens*

Nombre común: candelilla, epazote, epazoth, hierba dulce, orégano, orégano de cerro, orégano de la tierra, orégano del monte, salvia, té del país.

Familia: Verbenaceae.



Figura N° 5: Fotografía de la especie *Lippia graveolens* (Orégano).

3.16.2 Origen y Distribución:⁽¹³⁾

Es nativa de Guatemala, se encuentra en pendientes pedregosas muy secas, en planicies o matorrales húmedos o secos; es endémica en la aldea Casas de Pinto, de Río Hondo, Zacapa y forma rodales densos en los cerros de la aldea Paso de los Jalapas, de El Júcaro, El progreso. Se reporta desde el Sur de Texas (USA), México, Nicaragua y en El Salvador en mayor cantidad en la Zona Oriental del país.

ZONA DE VIDA:⁽¹⁵⁾

Bosque seco subtropical, monte espino subtropical.

3.16.3 Descripción: ⁽¹⁵⁾

Arbustos: delgados de 2 mts. de alto, de ramas pilosa.

Hoja: En pecíolos usualmente de 5-10 mm. de largo, los limbos oblongos a elíptico u ovalado a ovalado-oblongo; de 2-4 cms. de largo, usualmente obtusos o redondeados en el ápice, algunas veces agudos, redondeados o subcordados en la base, densamente pilosos en el haz, suave al tacto, glandular y densamente tomentosos o pilosa en el envés, los márgenes finamente crenados.

Flores: Es espigas subglobosas a oblongas, de 4 -12 mm. de largo; brácteas en 4 filas, ovaladas a lanceoladas, agudas, glandular y densamente pilosas pedúnculos axilares de 2-6, de 4-12 mm. de largo. Cáliz de 1-2 mm. de largo, glanduloso y velludo. Corola blanca, el tubo estrigoso, de 3-6 mm. de largo.

3.16.4 Propagación: (15)

Se reproduce por semillas y estacas de madera suave.

3.16.5 Principios Activos: (4)

Contiene el orégano sesquiterpenlactona, ácido labiático, al cual se le atribuye en parte su acción antioxidante, éste ácido es un derivado del ácido caféico y ácido α - hidroxihidrocaféico. Además contiene flavonol que le imparte alguna actividad antioxidante.

El aceite de orégano contiene en diversas variedades los siguientes compuestos: fenol, timol y carvacrol.

El aceite esencial de orégano es de color amarillento cuyo componente principal es el carvacrol que se encuentra en un 60%. El aceite de Carvacrol es un importante antiséptico en preparados farmacéuticos dentales y colutorios.

3.16.6 Usos Generales del Orégano (4)

La decocción de las hojas es efectiva en tratamiento para la diabetes, disentería y como antiséptico intestinal. Si es tomada durante el embarazo

puede causar aborto. Las hojas secas son utilizadas como un remedio para la tos y resfriados.

En la medicina popular se usa en infusiones como vulnerario. En baños se emplea contra la inflamación de los ganglios.

En uso externo se emplea la infusión como cicatrizante, en heridas, úlceras, llagas, granos; también se usa en afecciones respiratorias.

El Orégano tiene acción tónica. Se recomienda contra el asma. Se le atribuyen propiedades diuréticas.

La infusión del orégano se emplea para calmar el dolor de muelas, poniendo sobre ellas un tapón mojado con ese aceite.

Otros usos del orégano son en artritis, se cuecen 30 hojas frescas o secas, hacer baños locales y faumentos 3 veces al día; para la erisipela, se cuecen hojas secas, hacer varios lienzos tibios.

3.17 Descripción Botánica ⁽⁴⁰⁾

- RÁBANO

3.17.1 Clasificación Científica:

Nombre común o vulgar: Rábano, Rábanos, Rabanillo, Rabanito, Nabo chino

Nombre científico o latino: *Raphanus sativus*

Familia: Crucíferas (Cruciferae).

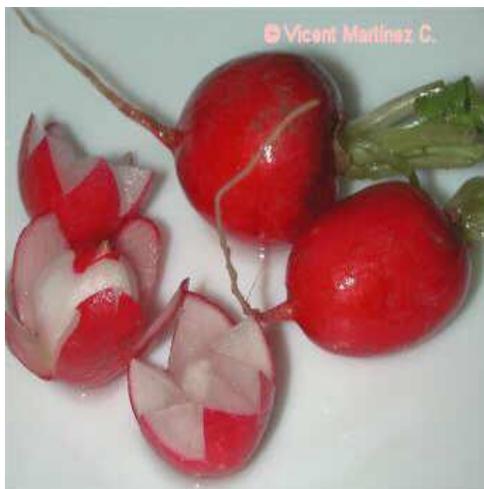


Figura N° 6: Fotografía de la especie *Raphanus sativus* (Rábano).

3.17.2 Descripción Botánica:⁽³⁸⁾

Los rábanos son una hortaliza de raíz de fácil cultivo, gruesa, carnosa, muy variable en cuanto a la forma y al tamaño, de piel roja, rosada, blanca, pardo-oscuro o manchada de diversos colores y que no ocupa mucho espacio, crece con gran rapidez. Su tallo es breve antes de la floración, con una roseta de

hojas. Posteriormente, cuando florece la planta, se alarga alcanzando una altura de 0.50 a 1.0 mt, de color glauco y algo pubescente, hojas basales pecioladas, glabras o con unos pocos pelos hirsutos, de lámina lobulada con 1-3 pares de segmentos laterales de borde irregularmente dentado; el segmento terminal es orbicular y más grande que los laterales; hojas caulinas escasas, pequeñas, oblongas, glaucas, algo pubescentes, menos lobuladas y dentadas que las basales.

Sus Flores dispuestas sobre pedicelos delgados, ascendentes, en racimos grandes y abiertos; sépalos erguidos; pétalos casi siempre blancos, a veces rosados o amarillentos, con nervios violáceos o púrpura; 6 estambres libres; estilo delgado con un estigma ligeramente lobulado.

Fruto: silícula de 3-10 cm de longitud, esponjoso, indehiscente, con un pico largo. Semillas globosas o casi globosas, rosadas o castaño-claras, con un tinte amarillento; cada fruto contiene de 1 a 10 semillas incluidas en un tejido esponjoso.

3.17.3 Origen y Distribución del Rábano:⁽³⁹⁾

Cultivada en la Zona Oriente del país.

3.17.4 Partes utilizadas:⁽³⁹⁾ Raíz

3.17.5 Principios activos del rábano:⁽³⁹⁾

- Entre los Compuestos se encuentran heterosidos sulfociano genéticos o glucosinolatos o heterosidos azufrados presentes en el rábano, cabe destacar el indometilglucosinolato y el isotiocianato de alilo.

- Vitaminas

- Aminoácidos

3.17.6 Valor Nutricional ⁽³⁹⁾

CUADRO N° 2: Valor nutricional *Raphanus sativus* (Rábano)

Valor nutricional del rábano en 100.0 g de materia fresca	
Glúcidos (g)	2.44
Prótidos (g)	0.86
Vitamina A (U.I.)	30
Vitamina B1 (mg)	30
Vitamina B2 (mg)	20
Vitamina C (mg)	24
Calcio (mg)	37
Fósforo (mg)	31
Hierro (mg)	1

3.17.7 USO TERAPEUTICO DEL RÁBANO:₍₄₀₎

Disquinesias biliares, colecistitis, hepatitis, cirrosis. Anorexia, dispepsias hiposecretoras. Bronquitis, enfisema, asma, faringitis, sinusitis, gripe, resfriados. Cistitis, litiasis.

En uso externo: alopecia.

3.18 Principales grupos responsables de la coloración de especies

vegetales. (7) (8) (10)

EJEMPLO	COLORACION
Clorofila	hojas verdes
β -carotenos	zanahoria
Licopeno	tomate
Taninos	variedad de vegetación
Flavonoides	flores, frutos, otros.

Muchas especies vegetales sintetizan una amplia variedad de compuestos fitoquímicos durante su crecimiento y desarrollo, tales como: Alcaloides, Glicosidos Antraquinónicos, Glicosidos Cardiotónicos, Glicosidos Flavonoides, Glicosidos Saponínicos, Sesquiterpenlactonas, Taninos y Aceites Esenciales.

La presencia o ausencia de estas sustancias varía según la especie floral.

Las diferentes partes de la planta cambian de color en función del grado de acidez o alcalinidad y del tipo exacto de antocianina: si la solución vacuolar es básica, el color azul; si es neutra, vira al púrpura o al violeta; y si es ácida, se convierte en rojo. Los rojos pueden deberse también a la presencia de pigmentos cromoplásticos. Los amarillos los dan casi siempre las flavonas, como en la primula. El color blanco de los pétalos se debe a la presencia de diminutas de aire entre las células que lo forman.

Pueden ser útiles en los diversos análisis químicos, por poseer dentro de su composición química estructuras orgánicas aromáticas de tres anillos

bencénicos lo cual las hace actuar como Indicadores Ácido-Base de origen natural; esto es debido a que sintetizan una amplia variedad de compuestos Fenolicos durante su crecimiento y desarrollo, entre ellos podemos mencionar a los Flavonoides .

3.18.1 Flavonoides ⁽¹⁰⁾

Los flavonoides son pigmentos vegetales que poseen un esqueleto carbono $C_6-C_3-C_6$, desde el punto de vista químico, los flavonoides son fenoles de tipo diaril-propano ($Ar-C_3-Ar$), están constituidos por un anillo bencénico condensado a una γ -pirona (o sus derivados) sustituida en posición 2(3) por un radical fenilo

Estructura general de los Flavonoides:

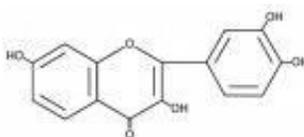


Figura Nº 7 Núcleo básico de los Flavonoides.

Se conocen unos 200 Flavonoides Naturales; se encuentran extensamente distribuidos entre las plantas, tanto libres como glucósidos; estos últimos constituyen estructuras para darle color a las flores, frutos y hojas.

Dentro de los diversos tipos de Flavonoides existentes se encuentran: Flavonas, Isoflavonas, Catequinas, Leucoantocianinas, Auronas, Chalconas y Antocianinas.

3.18.2 Antocianinas. (10)

El termino Antocianina describe la forma usualmente encontrada en la naturaleza, presenta una molécula que contiene carbohidratos la cual es clasificada como glucósido, el núcleo principal de la molécula de Antocianinas.

Está constituido por 3 anillos con dobles ligaciones conjugadas llamadas "Aglicona" (libre de azúcar), y también llamado "Antocianidina".

Las Antocianinas son pigmentos naturales de las plantas, son hidrosolubles responsables de la coloración roja, rosa, azul o violeta de flores y frutos, algunas veces las hojas.

Además de su función biológica y el interés terapéutico ligado a su actividad sobre la permeabilidad y la resistencia de los capilares, los Antocianos constituyen colorantes atóxicos, utilizables en la industria de medicamentos y más generalmente, en la industria alimentaria.

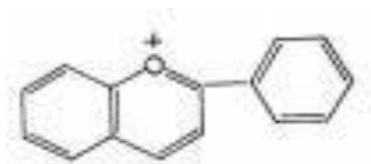


Figura N° 8: Estructura General de Antocianinas.

CAPÍTULO IV
DISEÑO METODOLÓGICO

4.0 DISEÑO METODOLOGICO

4.1 TIPO DE ESTUDIO

Prospectivo, debido a que esta investigación puede ser una base para futuras investigaciones. Experimental y Analítico; porque se realizaron ensayos y pruebas analíticas a las especies vegetales en estudio.

4.2 INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA

Para conocer y enriquecer la información para dicha investigación se visitaron los siguientes lugares:

- Biblioteca Dr. Benjamín Orozco de la Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador.
- Biblioteca del jardín Botánico del Plan La Laguna, Antiguo Cuscatlán.
- Biblioteca de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer (USAM).
- Biblioteca de Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.
- Biblioteca Central de la Universidad de El Salvador.
- Información de Internet.

4.3 INVESTIGACION DE CAMPO

4.3.1 UNIVERSO

Especies vegetales que contienen pigmentos coloreados.

4.3.2 TIPO DE MUESTREO

Para la toma de muestras se utilizó un muestreo de tipo puntual dirigido, debido a que se seleccionó el fruto seco de ***Coffea arábica*** (café) el cual fue proporcionado por la Cooperativa San José La Majada, Juayua Sonsonate (café de altura), hojas secas de ***Lippia Graveolens*** (orégano) adquirido en el Mercado Municipal de Armenia, Sonsonate en el Local 50 y cascara de la raíz de ***Raphanus sativus*** (rábano) recolectado en la finca el Cangrejal de Sonsonate.

4.3.3 TAMAÑO DE MUESTRA

Para cada uno de los diferentes análisis y los procesos de recolección se utilizaron 100 g para el Método de Extracción de Soxhlet y 300 g para el Método de Maceración para cada una de las especies en estudio ***Coffea arábica*** (Café), ***Lippia graveolens*** (Orégano) y ***Raphanus sativus*** (Rábano).

4.4 PROCESO DE EXTRACCION ^(8, 20,43)

Para el proceso de extracción de los diferentes extractos de las especies en estudio, se utilizó 100 g de muestra para el Método de Soxhlet y 300 g para el Método de Maceración, para cada proceso de extracción los solventes son los siguientes:

Método de Soxhlet, con Alcohol Etílico al 90% AR

Método de Soxhlet, con Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M

Método de Soxhlet, con Metanol AR.

Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR

Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico al 0.1M.

A continuación se describen cada uno de ellos:

- Método de Soxhlet con Alcohol Etílico al 90% AR.

- Limpiar y secar todas las piezas del aparato de Soxhlet.
- Pesar 100 g de muestra en balanza granataría de la especie vegetal en estudio.
- Colocar la muestra en el cartucho de extracción (dedal) de porosidad media e introducir en el percolador y adicionar en el matraz de destilación 250 mL de Alcohol Etílico al 90% AR.
- Armar el aparato de Soxhlet y aportar calor utilizando para ello un Hot plate, hasta temperatura cercana al punto de ebullición del solvente.



Figura N° 9: Aparato de Soxhlet.

- Dejar durante una hora.
- Recibir el extracto en un balón fondo plano con capacidad de 400 mL.



Figura N° 10: Balón de fondo plano con extracto de la especie en estudio.

- Envasar el extracto en un frasco de vidrio color ámbar.
- Rotular adecuadamente y almacenar en un lugar fresco, protegido de la luz y del calor excesivo.
- **Método de Soxhlet con Alcohol Etilico al 90% AR levemente acidificado con Acido Tartárico al 0.1M**
- Limpiar y secar todas las piezas del aparato de Soxhlet.
- Pesar 100 g de muestra en balanza granataria de la especie vegetal en estudio.
- Colocar la muestra en el cartucho de extracción (dedal) de porosidad media e introducir en el percolador y adicionar en el matraz de destilación 250 mL de Alcohol Etilico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M.
- Armar el aparato Soxhlet y aportar calor al aparato utilizando para ello un Hot Plate, hasta una temperatura cercana al punto de ebullición del solvente.
- Dejar durante una hora.

- Recibir el extracto en un balón de fondo plano con capacidad de 400 mL.
- Envasar el extracto en un frasco de vidrio color ámbar.
- Rotular adecuadamente y almacenar en un lugar fresco, protegido de la luz y del calor excesivo.

- Método de Soxhlet con Metanol AR.

- Armar el aparato Soxhlet, con todas sus piezas previamente limpias y secas.
- Pesar 100 g de muestra en balanza granataría de la especie vegetal en estudio.
- Colocar la muestra en el cartucho de extracción (dedal) de porosidad media e introducir en el percolador y adicionar en el matraz de destilación 250 mL de Metanol AR.
- Aportar calor al aparato utilizando para ello un hot plate, hasta una temperatura cercana al punto de ebullición del solvente.
- Dejar durante una hora.
- Recibir el extracto en un balón de fondo plano con capacidad de 400 mL.
- Envasar el extracto en un frasco de vidrio color ámbar.
- Rotular adecuadamente y almacenar en un lugar fresco, protegido de la luz y del calor excesivo.

- Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR.

- Pesar 300 g de muestra en balanza granataría de la especie vegetal en estudio.



Figura N° 11: Pesada de la muestra.

- Colocar la muestra en un frasco de vidrio color ámbar, de boca ancha con tapón de rosca y adicionar 250 mL de Alcohol Etílico al 90% AR.
- Tapar el envase y agitar suavemente.
- Dejar macerar por un periodo de 24 horas a temperatura ambiente y protegido de la luz.
- Filtrar sobre papel Watman N°3 y recibir el filtrado en un beaker con capacidad de 400 mL.



Figura N° 12: Filtración de la muestra.

- Envasar en frasco de vidrio color ámbar, rotular y almacenar adecuadamente.

- Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con Ácido Tartárico 0.1M.

- Pesar 300 g de muestra en balanza granataría de la especie vegetal en estudio.
- Colocar la muestra en un frasco de vidrio color ámbar, de boca ancha con tapón de rosca y adicionar 250 mL de Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con Ácido Tartárico 0.1M.
- Tapar el envase y agitar suavemente.
- Dejar macerar por un periodo de 24 horas a temperatura ambiente y protegido de la luz.
- Filtrar sobre papel Watman N°3 y recibir el filtrado beaker de 400 mL.
- Envasar en un frasco de vidrio color ámbar, rotular y almacenar adecuadamente.

4.5 PRUEBAS FITOQUIMICAS PARA LA IDENTIFICACION DE ALCALOIDES PRESENTES EN LA ESPECIE, *Coffea arábica* (Café) (7)

4.5.1 Reacción de Dragendorff

Procedimiento:

1. En un tubo de ensayo colocar 5 mL del extracto etanolico del café y adicionar 3 mL del reactivo de Dragendorff, la formación de un precipitado color anaranjado indica la presencia de cafeína.

(Ver preparación de reactivo de Dragendorff en anexo 3).

4.5.2 Reacción de Wagner:

Procedimiento:

1. Colocar en un tubo de ensayo 5 mL del extracto etanólico del café y adicionar 2 mL del reactivo de Wagner, la formación de un precipitado color marrón indica presencia de cafeína.

(Ver preparación de reactivo de Wagner en anexo 3).

4.6 PRUEBA FITOQUIMICA PARA LA IDENTIFICACION DE SESQUITERPENLACTONAS PRESENTE EN LA ESPECIE

Lippia graveolens (Orégano) ⁽⁷⁾ ⁽⁸⁾

- EXTRACCION:
- Extraer a reflujo 50 g de hojas secas de *Lippia graveolens* (Orégano) con 250 mL de etanol durante 2 horas, filtrar y concentrar el extracto a 150 mL.
- Agregar 75 mL de Acetato de Plomo Trihidratado al 5% al extracto concentrado y filtrar por decantación.
- Al filtrado hidroalcohólico hacerle 2 extracciones con 50 mL de Cloroformo AR y reunir las fracciones clorofórmicas y eliminar el exceso de sub-acetato de plomo con repetidos lavados con agua destilada a la capa clorofórmica en una ampolla de separación.
- Secar la capa clorofórmica con Sulfato de Sodio Anhidro y filtrar.
- Concentrar la capa clorofórmica a 25.9 mL.
- Tomar 2.0 mL de ésta y agregarlo a cada tubo para realizar las pruebas de

identificación siguientes:

4.6.1 PRUEBA DE LEGAL

- 2 mL de solución clorofórmica llevarla a sequedad, 15 gotas de reactivo de Legal. Las lactosas insaturadas dan positiva la prueba con la formación de color rojo.

(Ver preparación de reactivo de Legal Anexo 3).

4.6.2 PRUEBA DE BALJET

- Añadir 10 gotas de reactivo de Baljet a 2 mL de la solución problema la formación de una coloración anaranjada o rojo oscuro indica prueba positiva de sesquiterpenlactona.

(Ver preparación de reactivo de Baljet Anexo 3).

4.7 PRUEBA FITOQUIMICA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE GLICÓSIDO CIANOGENÉTICOS PRESENTE EN LA ESPECIE *Raphanus sativus*

(Rábano) (7) (8)

- Colocar de 3 g de la planta en estudio triturada en un tubo de ensayo
- Añadir 4 gotas de cloroformo AR y en la parte superior se coloca una papel filtro (previamente empapado de una solución de picrato de sodio y después secado), sosteniéndolo con un tapón. Hay que evitar que el papel toque el tubo.
- Dejar a temperatura ambiente por 3 horas. Si el papel no cambia a rojo, la prueba es negativa.

4.8 ESCALA DE pH ^(20,43)

4.8.1 PRUEBA PRESUNTIVA CON CADA UNO DE LOS EXTRACTOS

OBTENIDOS DE *Coffea arábica* (Café), *Lippia graveolens*
(Orégano), *Raphanus sativus* (Rábano).

Se realizo para observar la intensidad en el viraje de color de cada uno de los extractos que se obtendrán frente a una solución ácida y básica.

Procedimiento:

1. Transferir 5.0 mL de Ácido Clorhídrico 0.1M VS a un set de cinco tubos de ensayo con tapón de rosca, rotularlos respectivamente según el extracto obtenido.
2. Colocar 5.0 mL de Hidróxido de sodio 0.1M VS a un segundo set de cinco tubos de ensayo con tapón de rosca, rotularlos respectivamente según el extracto.
3. Medir y transferir 1.0 mL de cada uno de los extractos mediante una pipeta volumétrica de 1.0 mL a cada uno de los tubos de ensayo que contienen la solución de Acido Clorhídrico 0.1M VS e Hidróxido de Sodio 0.1M VS respectivamente.

El que presente mayor intensidad y viraje de color se utilizará para la elaboración de la escala de pH

CONSTRUCCION DE ESCALA DE pH ⁽²¹⁾

Procedimiento:

1. Preparar las soluciones ácido-base a diferentes pH (1-14)

2. Medir y transferir 5.0 mL de cada solución a diferente pH por medio de una pipeta volumétrica de 5.0 mL a un set de catorce tubos de ensayo con tapón de rosca, respectivamente rotulados del 1 al 14.
3. Adicionar 1.0 mL del extracto que presente las mejores características en la prueba presuntiva, con pipeta volumétrica de 1.0 mL a cada uno de los tubos de ensayo que contienen las soluciones a diferentes pH.
4. Tapar los tubos, agitarlos y dejarlos reposar por cinco segundos.
5. Colocar los set de catorce tubos de ensayo frente a una lámpara de luz blanca y observar el viraje de color frente a diferentes valores de pH.

4.8.2 PAPEL INDICADOR ⁽⁴³⁾

Procedimiento:

1. Recortar tiras de papel Watman N°3 de las siguientes características 0.5 cm de ancho y 5.0 cm de largo.
2. Transferir a un vaso de precipitado de 100 mL, 25.0 mL del extracto.
3. Colocar aproximadamente quince tiras de papel filtro dentro del vaso de precipitado, dejar impregnar por una hora.



Figura N° 13: Proceso de elaboración de papel indicador.

4. Sacar las tiras de papel filtro impregnado con el extracto y dejarlas secar sobre un vidrio de reloj a temperatura ambiente.

Para verificar el comportamiento del papel indicador elaborado frente a una solución ácida y a una básica, se realizó una prueba de la siguiente manera:

1. Colocar sobre un vidrio de reloj de 10 cm. de Diámetro tres tiras de papel indicador enumeradas del 1 al 3.
2. Sobre el papel indicador N°1 adicionar unas gotas de ácido Clorhídrico 0.1M VS y observar el viraje del color.
3. El papel indicador N°2 se utilizara como referencia (blanco) a este no se le añadirá ninguna solución.
4. Sobre el papel indicador N°3 adicionar unas gotas de Hidróxido de Sodio 0.1M VS, observar el viraje de color y hacer la comparación.

Finalmente para comprobar el funcionamiento de los extractos a ser utilizados como indicadores ácido- base, a partir de las especies en estudio, se realizaron una serie de **titulaciones ácido-base potenciométricas**, las cuales se describen de la siguiente manera:

4.9 TITULACIONES ÁCIDO-BASE EN MEDIO ACUOSO UTILIZANDO

LOS EXTRACTOS OBTENIDOS COMO INDICADORES. ⁽¹⁸⁾

4.9.1 Titulaciones Ácido Fuerte (HCL 0.1M VS) vrs Base Fuerte NaOH (0.1M VS).

Procedimiento General:

1. Llenar la bureta de 50.0 mL con Hidróxido de Sodio 0.1M VS

2. Transferir 20.0 mL de Acido Clorhídrico 0.1M VS por medio de una pipeta volumétrica de 20.0 mL a un beaker de 100 mL.
3. Adicionar 1.0 mL del extracto, por medio de una pipeta volumétrica de 1.0 mL y agitar magnéticamente.
4. Introducir el electrodo de vidrio y tomar lectura de pH inicial.
5. Adicionar Hidróxido de Sodio 0.1M VS gota a gota, observar cambio de pH después de cada adición y viraje de coloración.

4.9.2 Titulaciones Ácido Débil (CH_3COOH 0.1M VS) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M VS).

Procedimiento General:

1. Llenar la bureta de 50.0 mL con Hidróxido de Sodio 0.1M VS
2. Transferir 20.0 mL de Acido acético 0.1M VS por medio de una pipeta volumétrica de 20.0 mL a un beaker de 100 mL.
3. Adicionar 1.0 mL del extracto, por medio de una pipeta volumétrica de 1.0 mL y agitar magnéticamente.
4. Introducir el electrodo de vidrio y tomar lectura de pH inicial.
5. Adicionar Hidróxido de Sodio 0.1M VS gota a gota, observar cambio de pH después de cada adición y viraje de coloración.

Para poder hacer una comparación entre un indicador sintético y uno de origen natural (extractos obtenidos de las especies en estudio que presenten la mayor intensidad), se realizó una serie de titulaciones ácido-base en medio acuoso utilizando fenolftaleína como indicador sintético, luego se observaron y se

compararon los resultados obtenidos, evaluando tanto de viraje neto de coloración e intensidad que presentan los indicadores tanto sintético como natural en el punto final de la titulación, el procedimiento a utilizar de indicador sintético fue el siguiente :

4.10 TITULACIONES ÁCIDO BASE EN MEDIO ACUOSO UTILIZANDO

INDICADOR SINTETICO (FENOLFTALEINA) ⁽¹⁸⁾.

4.10.1 Titulaciones Ácido Fuerte (HCL 0.1M VS) vrs Base Fuerte NaOH (0.1M VS).

Procedimiento General:

1. Llenar la bureta de 25.0 mL con Hidróxido de Sodio 0.1M VS
2. Transferir 20.0 mL de Acido Clorhídrico 0.1M VS por medio de una pipeta volumétrica de 20.0 mL a un beaker de 100 mL.
3. Adicionar 3 gotas de fenolftaleína y agitar magnéticamente
4. Introducir el electrodo de vidrio y tomar lectura de pH inicial
5. Adicionar Hidróxido de Sodio 0.1M VS gota a gota observar cambio de pH después de cada adición y viraje de coloración.
6. Tomar el volumen de valorante gastado.

4.10.2 Titulaciones Acido Débil (CH₃COOH 0.1M VS) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M VS).

Procedimiento General:

1. Llenar la bureta de 25.0 mL con Hidróxido de Sodio 0.1M VS
2. Transferir 20.0 mL de Acido Acético 0.1M VS por medio de una pipeta

volumétrica de 20.0 mL a un beaker de 100 mL.

3. Adicionar 3 gotas de fenolftaleína y agitar magnéticamente.
4. Introducir el electrodo de vidrio y tomar lectura de pH inicial
5. Adicionar Hidróxido de Sodio gota a gota observar cambio de pH después de cada adición y viraje de coloración.
6. Tomar el volumen de valorante gastado.

CAPÍTULO V
RESULTADOS

5.0 RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

5.1 IDENTIFICACION BOTANICA DE *Coffea arábica* (Café) variedad arabica, *Lippia graveolens* (Orégano) variedad graveolens y *Raphanus sativus* (Rábano) variedad raíz pequeño.

Al realizar la identificación botánica un especialista en el área de plantas hizo constar que las especies utilizadas en esta investigación pertenecen a la variedades: arábica para el *Coffea arábica* (Café), graveolens en la especie *Lippia graveolens* (Orégano) y raíz pequeña el *Raphanus sativus* (Rábano). (Ver constancia de identificación botánica en anexo 1)

5.2 RESULTADOS Y DISCUSION DE *Coffea arábica* (Café)

a. PROCESO DE OBTENCION DE EXTRACTOS A SER UTILIZADOS COMO INDICADORES ÁCIDO-BASE A PARTIR DE *Coffea arábica* (Café) ^(8,20,43)

Para la obtención de los diferentes extractos de *Coffea arábica* (Café) fue sometido a un proceso de extracción por Método de Soxhlet, utilizando como solvente de extracción Alcohol Etílico al 90% AR, Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M (pH=3.4) y Metanol AR y a un proceso de Maceración en el que se utilizaron los solventes de extracción siguientes: Alcohol Etílico al 90% AR, Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico al 0.1M (pH=3.4).

Dando como resultado 5 extractos de diferentes intensidades de color:

Cuadro N° 3 Extractos obtenidos de *Coffea arabica* (Café) e intensidad de coloración. (8,20,43)

EXTRACTO	COLORACION DEL EXTRACTO
Método de Soxhlet Alcohol Etilico al 90% AR	 <p>Amarillo</p>
Método de Soxhlet Alcohol Etilico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M	 <p>Amarillo intenso</p>
Método de Soxhlet Metanol AR.	 <p>Amarillo suave</p>
Maceración Alcohol Etilico al 90% AR	 <p>Amarillo transparente</p>
Maceración Alcohol Etilico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico al 0.1M	 <p>Anaranjado.</p>

De los cinco extractos obtenidos con diferentes solventes cada uno presento distintas intensidades de color, siendo el extracto por el método de Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR el que más intensidad presento.

En el momento de la filtración de cada uno de los extractos, se observo una decoloración casi completa del fruto seco del *Coffea arabica* (Café).

b. PRUEBAS FITOQUIMICAS PARA LA IDENTIFICACION DE ALCALOIDES PRESENTES EN LA ESPECIE *Coffea arabica* (Café) APARTIR DEL EXTRACTO OBTENIDO POR EL MÉTODO DE MACERACIÓN CON ALCOHOL ETÍLICO AL 90% AR (7)

Las pruebas fitoquímicas realizadas al extracto etanolico de esta especie se hizo con la finalidad de identificar sustancias características presentes en ella como son los alcaloides para ello se utilizaron una serie de reactivos específicos para la determinación de este tipo de sustancia a continuación se presentan los resultados obtenidos.

- Prueba Dragendorff

En un tubo de ensayo se coloco 5 mL del extracto etanolico del café y se le adiciono 3 mL del reactivo de Dragendorff, se observo la formación de un precipitado color anaranjado que indica la presencia de cafeína.



Figura N° 14: Prueba fitoquímica utilizando el reactivo de Drangendorff con extracto etanólico de *Coffea arábica* (Café).

- Reacción con Wagner

Se colocó en un tubo de ensayo 5 mL del extracto etanólico de café y se le añadió 2 mL del reactivo de Wagner, la formación de un precipitado color marrón lo cual indicó la presencia de cafeína.



Figura N° 15 Resultado de la prueba fitoquímica realizada al extracto Etanólico de *Coffea arábica* (Café) para la identificación de alcaloides.

Cuadro N° 4 Resultados de las pruebas Fitoquímicas realizadas al extracto etanólico de *Coffea arábica* (Café).

SUSTANCIA FITOQUÍMICA	PRUEBA DE IDENTIFICACION	RESULTADO ESPERADO	RESULTADO OBSERVADO
Alcaloides	Drangendorff	Precipitado Anaranjado	+
	Reacción de Wagner	Color Marrón	+

(+)Prueba positiva, resultado positivo.

Por medio de los resultados obtenidos de las pruebas fitoquímicas realizadas al extracto etanólico de **Coffea arábica** (Café), se logró determinar la presencia de Alcaloides ya que el resultado fue positivo en la prueba de Drangendorff y en la Reacción de Wagner, es muy importante mencionar que este principio activo es característico en esta especie.

c. ESCALA DE pH ^(20,43)

- PRUEBA PRESUNTIVA:

Para la elaboración de la escala de pH de los extractos obtenidos de **Coffea arábica** (Café). fue necesario llevar a cabo pruebas preliminares con el fin de observar el viraje de color y la intensidad de cada una de las extracciones frente a una solución ácida (HCL 0.1M) y básica (NaOH 0.1M).

Cuadro N° 5 Viraje e intensidad de coloración del Extracto de **Coffea arábica** (Café) frente Acido Clorhídrico 0.1M e Hidróxido de Sodio 0.1M respectivamente.

MÉTODO-SOLVENTE DE EXTRACCIÓN	RESULTADOS OBTENIDOS
Método de Soxhlet Alcohol Etílico al 90% AR	 <p>Ácido Básico Amarillo transparente Levemente opalescente</p>
Método de Soxhlet Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M	 <p>Ácido Básico Amarillo ----- Muy opalescente</p>

Cuadro N° 5 Continuación

Método de Soxhlet Metanol AR.	 <p>Ácido Amarillo suave _____</p> <p>Básico Opalescente</p>
Maceración Alcohol Etílico al 90% AR	 <p>Ácido Amarillo suave _____</p> <p>Básico Amarillo fuerte</p>
Maceración Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico al 0.1M	 <p>Ácido Amarillo suave _____</p> <p>Básico Amarillo Transparente</p>

Los extractos obtenidos de *Coffea arábica* (Café) frente a una solución ácida y básica, presentaron diferentes virajes e intensidad de color; el extracto obtenido por Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR presento una mayor intensidad en el viraje de color que el resto de los extractos.

- CONSTRUCCION DE LA ESCALA DE pH (1-14) ⁽²¹⁾

Luego de haber observado el viraje y la intensidad de color de las pruebas preliminares en distintos medios y partiendo del extracto obtenido por el Método de Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR de *Coffea arábica* (Café), Se elaboro una escala de pH obteniendo los siguientes resultados respectivamente:



Figura N° 16: Escala de pH obtenida a partir del extracto por el Método de Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR de *Coffea arábica* (Café).

Cuadro N° 6 Variación de color del extracto por Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR de *Coffea arábica* (Café) frente a las soluciones de diferentes pH.

pH	Coloración
1	Opalescente
2	Levemente Opalescente
3	Opalescente
4	Muy Opalescente
5	Muy Opalescente
6	Muy Opalescente
7	Muy Opalescente
8	Muy Opalescente
9	Levemente Opalescente
10	Muy Opalescente
11	Levemente Opalescente
12	Levemente Opalescente
13	Amarillo suave
14	Amarillo intenso

A distintos valores de pH no se observó fácilmente la variación de color de un pH del 1 al 12 presentando coloraciones opalescentes, a pH 13 amarillo suave y pH 14 amarillo intenso.

- **PAPEL INDICADOR** (43):

Para la preparación de papel indicador con *Coffea arabica* (Café) el extracto utilizado fue el obtenido por Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR. El papel indicador elaborado antes del proceso de secado presentaba un color blanco, durante el proceso de secado fue cambiando de color hasta obtener un color amarillo suave como se presenta en la siguiente figura:



Figura N° 17: Papel indicador obtenido del extracto por Método de Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR de *Coffea arabica* (Café) en el proceso de secado.

Para comprobar la acción indicadora del papel indicador recién elaborado fue necesario la adición de una sustancia ácida como el HCL 0.1M y como solución básica NaOH 0.1M, para observar el viraje de color que presenta frente a la respectiva sustancia, los resultados obtenidos se expresan bajo la siguiente figura:



Figura N° 18: Viraje de color del papel indicador obtenido del extracto por el Método de Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR de *Coffea arabica* (Café) frente a: **1.** HCL 0.1M **2.** Referencia (Blanco), **3.** NaOH 0.1M.

Durante la elaboración del papel indicador se observó la facilidad de adsorción del extracto etanólico de *Coffea arabica* (Café) en el papel Watman N° 3 y además se comprobó el comportamiento indicador ácido-base que presenta el extracto por el viraje de color en los diferentes medios.

d. TITULACIONES ÁCIDO BASE EN MEDIO ACUOSO UTILIZANDO EXTRACTO OBTENIDO COMO INDICADOR. (18)

Titulaciones Ácido Fuerte (HCL 0.1M VS) vrs Base Fuerte NaOH (0.1M VS) con extracto de Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR de *Coffea arabica* (Café) como indicador.

Durante el proceso de titulación Ácido Fuerte-Base Fuerte se logró observar los diferentes virajes de color, los cuales se muestran en la siguiente figura:



A: Titulación

B: Titulación

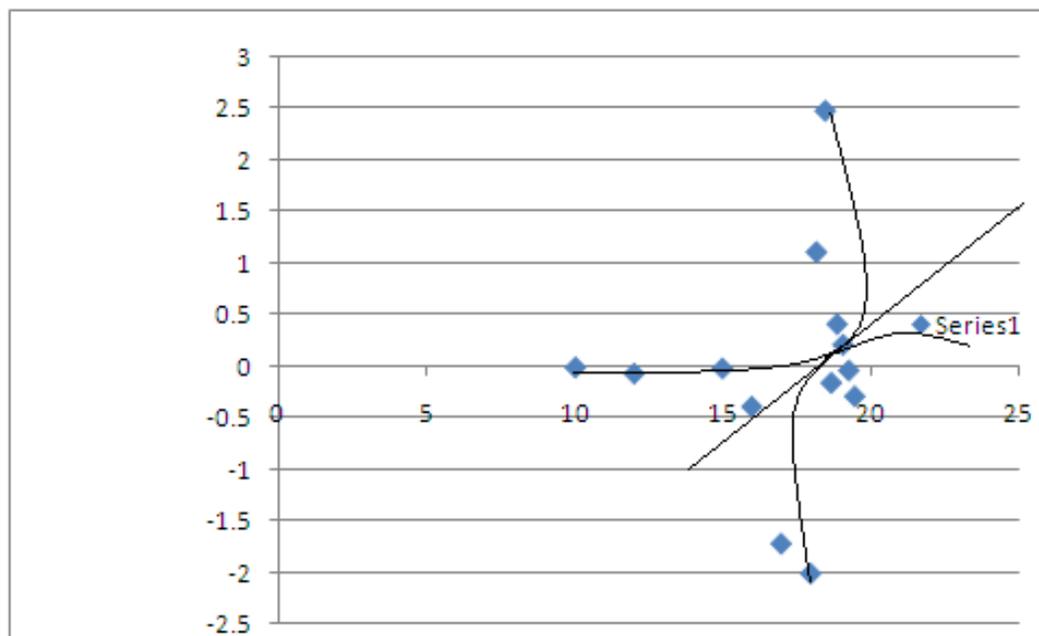
C: Titulación

Figura N° 19: **A:** Inicio de la titulación 20.0 mL de Acido Clorhídrico 0.1M y 1.0 mL de extracto por el Método de Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR de *Coffea arabica* (Café) coloración amarillo suave.
B: Proceso de titulación y toma de pH en la adición del titulante .
C: Finalización de la titulación, verificación del punto final con el viraje de color a anaranjado intenso.

Cuadro N° 7 Valores de pH obtenidos mediante la adición del titulante y la valoración Ácido Fuerte (HCL 0.1M) vs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con extracto obtenido por el Método Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR de *Coffea arábica* (Café) como indicador.

Volumen de valorante agregado(mL)			Lectura de pH
Punto inicial	0	coloración incolora	1.58
	5.00		1.70
	10.00		1.90
	12.00		2.13
	15.00		2.57
	16.00		3.12
	17.00		5.40
Punto final	18.00	anaranjado Intenso	9.70
	18.20		10.34
	18.50		10.56
	18.70		10.74
	18.90		10.84
	19.10		10.90
	19.30		10.97
	19.50		11.10

El viraje de color se observó a un volumen de 18.0 mL con un pH de 9.70, el cual determina el punto final de la titulación, con una serie de cálculos se logra graficar la $\Delta^2\text{pH}/\Delta^2V$ vs Volumen (mL) obteniéndose el punto de equivalencia igual a 17.5 mL, donde el analito ha reaccionado químicamente equivalente con la cantidad de titulante agregado.

$\Delta^2\text{pH}/\Delta^2\text{V}$


Volumen del Titulante (mL)

Figura N° 20: Grafica de la titulación Ácido Fuerte (HCL 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con extracto por el Método de Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR de *Coffea arabica* (Café) como indicador Ácido-base. Punto de Equivalencia 17.5 mL. (Ver cálculos en anexo 4).

- Titulación Ácido Débil (CH_3COOH 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con extracto por el Método de Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR de *Coffea arabica* (Café) como indicador.

Durante el proceso de Titulación se observó que al inicio de la valoración la coloración era incolora y por la adición de la solución valorante se llegó al punto final con un viraje amarillo intenso.

**A: Titulación****B: Titulación**

Figura N° 21: **A:** Inicio de la titulación 20.0 mL de Ácido Acético 0.1M y 1.0 mL del extracto por el Método de Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR de *Coffea arábica* (Café) coloración incolora.
B: Finalización de la titulación, verificación del punto final con el viraje de color a amarillo intenso.

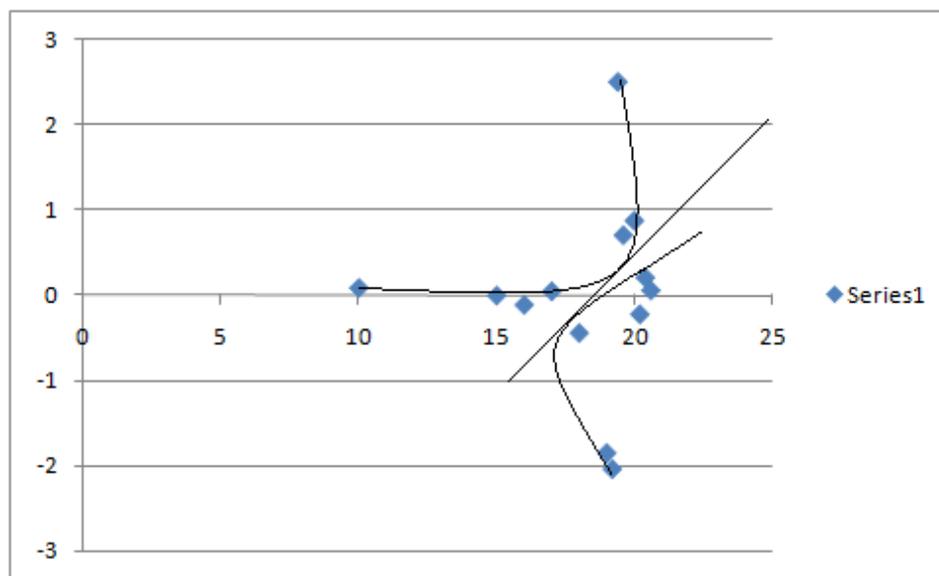
Cuadro N° 8 Valores de pH obtenidos mediante la adición del titulante en la valoración Acido Débil (CH_3COOH 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con extracto obtenido por el Método de Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR de *Coffea arábica* (Café) como indicador.

Volumen de valorante agregado(mL)		Lectura de pH
Punto inicial	0 coloración incolora	3.37
	5.00	4.29
	10.00	4.79
	15.00	5.34
	16.00	5.57
	17.00	5.76
	18.00	6.40
Punto final	19.00 amarillo intenso	8.90
	19.20	9.81
	19.40	10.22
	19.60	10.49
	20.00	10.68
	20.20	10.82
	20.40	10.92
	20.60	11.01

El viraje del indicador se observó claramente a un volumen de 19.0 mL con una lectura de pH de 8.90, lo cual determino el punto final de la titulación.

Con una serie de cálculos se logra graficar $\Delta^2\text{pH}/\Delta^2\text{V}$ vrs Volumen de titulante agregado (mL); observando un punto de inflexión en la curva que es el punto que determina el cambio de este, y corresponde al punto de equivalencia en la grafica, en este punto se traza una tangente obteniéndose un valor para el punto de equivalencia igual a 18.0 mL, en donde la cantidad de valorante que a sido agregado es un equivalente a las moléculas del analito las cuales han reaccionado con este.

$\Delta^2\text{pH}/\Delta^2\text{V}$



Volumen de titulante (mL)

Figura N° 22: Grafico de la titulación Ácido Débil (CH_3COOH 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con extracto por el Método de Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR de *Coffea arábica* (Café) como indicador ácido-base. Punto de Equivalencia 18.0 mL (Ver cálculos en anexo N° 5)

5.3 RESULTADOS Y DISCUSION DE *Lippia graveolens* (Orégano)

a. PROCESO DE OBTENCION DE EXTRACTOS A SER UTILIZADOS

COMO INDICADORES ÁCIDO-BASE A PARTIR DE *Lippia graveolens* (8,20,43)

Para la obtención de los diferentes extractos a ser utilizados como indicadores ácido-base la muestra de *Lippia graveolens* (Orégano) fue sometido a un proceso de extracción por Método de Soxhlet, utilizando como solvente de extracción Alcohol Etílico al 90% AR, Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M (pH=3.4) y Metanol AR y a un proceso de Maceración en el que se utilizaron los solventes de extracción siguientes: Alcohol Etílico al 90% AR, Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico al 0.1M (pH=3.4).

Dando como resultado 5 extractos de diferentes intensidades de color:

Cuadro N° 9 Extractos obtenidos de *Lippia graveolens* (orégano) e intensidad de coloración. (8,20,43)

EXTRACTO	COLORACION DEL EXTRACTO
Método de Soxhlet Alcohol Etílico al 90% AR	 Café
Método de Soxhlet Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M	 Café oscuro

Cuadro N° 9 Continuación

Método de Soxhlet Metanol AR.	 <p data-bbox="997 701 1162 730">Café verdoso</p>
Maceración Alcohol Etílico al 90% AR.	 <p data-bbox="997 1016 1162 1045">Café intenso</p>
Maceración Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico al 0.1M	 <p data-bbox="997 1354 1162 1383">Verde oscuro</p>

Los cinco extractos obtenidos de las hojas secas del *Lippia graveolens* (Orégano) presentaron diferentes intensidades de color según el tipo de solvente y técnica de extracción utilizada, siendo el extracto obtenido con mayor intensidad de color el del Método de Maceración Alcohol Etílico al 90% AR.

**b. PRUEBA FITOQUIMICA PARA LA IDENTIFICACION DE
SESQUITERPENLACTONAS PRESENTE EN LA ESPECIE**

Lippia graveolens (Orégano) ⁽⁷⁾ ⁽⁸⁾

- PRUEBA DE LEGAL

- Se llevó 2 mL de solución clorofórmica a sequedad luego se agrego 15 gotas de reactivo de Legal. Formándose una coloración rojo que indica la presencia de lactonas insaturadas.



Figura N° 23: Prueba fitoquímica para la identificación de sesquiterpenlactona utilizando la solución clorofórmica de ***Lippia graveolens*** (Orégano) .

- PRUEBA DE BALJET

- Se añadió 10 gotas de reactivo de Baljet a 2 mL de solución clorofórmica , dando como resultado la formación de una coloración anaranjada que indica prueba positiva de identificación de sesquiterpenlactona.



Figura N° 24: Prueba fitoquímica para la identificación de sesquiterpenlactona utilizando la solución clorofórmica de *Lippia graveolens* (Orégano).

Cuadro N° 10 Resultados de la prueba Fitoquímica realizado al extracto clorofórmico de *Lippia graveolens* (Orégano) para la identificación de sesquiterpenlactona.

SUSTANCIA FITOQUIMICA	PRUEBA DE IDENTIFICACION	RESULTADO ESPERADO	RESULTADO OBSERVADO
Sesquiterpenlactona	Prueba de Legal	Coloración Roja	+
	Prueba de Baljet	Coloración Anaranjada	+

(+)Prueba positiva, resultado positivo.

Por medio de los resultados de las pruebas fitoquímicas realizadas al extracto clorofórmico *Lippia graveolens* (Orégano) se logró determinar la presencia de Sesquiterpenlactona ya que los resultados fueron positivos.

c. ESCALA DE pH (20,43)

- PRUEBA PRESUNTIVA:

Para la elaboración de la escala de pH de los extractos obtenidos de *Lippia graveolens* (Orégano), fue necesario llevar a cabo pruebas preliminares con el fin de observar el viraje de color y la intensidad de cada una de las extracciones frente a una solución ácida (HCL 0.1M) y básica (NaOH 0.1M).

Cuadro N° 11 Viraje e intensidad de coloración del Extracto de *Lippia graveolens* (Orégano) frente Acido Clorhídrico 0.1M e Hidróxido de Sodio 0.1M respectivamente.

MÉTODO-SOLVENTE DE EXTRACCIÓN	RESULTADOS OBTENIDOS
Método de Soxhlet Alcohol Etílico al 90% AR	 <p>Ácido Amarillo Intenso _____</p> <p>Básico Ocre</p>
Método de Soxhlet Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M	 <p>Ácido Ocre _____</p> <p>Básico Amarillo intenso</p>

Cuadro N° 11 Continuación

Método de Soxhlet Metanol AR.	 <p>Ácido Anaranjado suave _____ Básico Amarillo transparente</p>
Maceración Alcohol Etílico al 90% AR	 <p>Ácido Anaranjado _____ Básico Amarillo</p>
Maceración Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico al 0.1M	 <p>Ácido Amarillo _____ Básico Rojo Intenso</p>

Los extractos obtenidos de *Lippia graveolens* (Orégano) frente a una solución ácida y básica, presentaron diferentes virajes e intensidad de color; el extracto obtenido por Método de Soxhlet Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M presenta una mayor intensidad en el viraje de color que el resto de los extractos.

- CONSTRUCCION DE LA ESCALA DE pH (1-14) ⁽²¹⁾

Luego de haber observado el viraje y la intensidad de color de las pruebas preliminares en distintos medios y partiendo del extracto obtenido por el Método de Soxhlet Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M de *Lippia graveolens* (Orégano) Se elaboro una escala de pH obteniendo los siguientes resultados respectivamente:



Figura N° 25: Escala de pH obtenida a partir del extracto por el Método de Soxhlet Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M *Lippia graveolens* (Orégano).

Cuadro N° 12 Variación de color del extracto frente a las soluciones de diferentes pH por el Método de Soxhlet Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M *Lippia graveolens* (Orégano).

pH	COLORACIÓN
1	Amarillo claro-traslucido
2	Amarillo pálido-traslucido
3	Amarillo-traslucido
4	Amarillo Intenso-traslucido
5	Amarillo claro-traslucido
6	Amarillo translucido
7	Amarillo translucido
8	Amarillo intenso-traslucido
9	Amarillo translucido
10	Amarillo translucido
11	Amarillo translucido
12	Amarillo translucido
13	Anaranjado- amarillo translucido
14	Anaranjado intenso-traslucido

A distintos valores de pH se observó los diferentes colores que presentó el extracto por Método de Soxhlet Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M de *Lippia graveolens* (Orégano), dichas coloraciones van desde Amarillo Claro-traslucido hasta Anaranjado Intenso-traslucido. En pH ácido el color predominante es el Amarillo Intenso-traslucido, en pH básico es el Anaranjado Intenso-traslucido y en neutro Amarillo Traslucido.

- **PAPEL INDICADOR** (43):

Se utilizó el extracto obtenido por el Método de Soxhlet Alcohol Etilico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M de *Lippia graveolens* (Orégano) el cual presentó una coloración Amarillo Intenso como se observa en la siguiente figura:



Figura N° 26: Papel indicador utilizando extracto obtenido por el Método de Soxhlet Alcohol Etilico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M de *Lippia graveolens* (Orégano) en proceso de secado.

Para comprobar la utilidad de este papel indicador, en los diferentes medios tanto ácido como básico, se verificó con la adición de unas gotas de HCL 0.1M como solución ácida, y como solución básica se utilizó el NaOH 0.1M, con la finalidad de verificar el viraje de coloración que presenta dicho papel a diferentes pH. El resultado obtenido fue el siguiente:

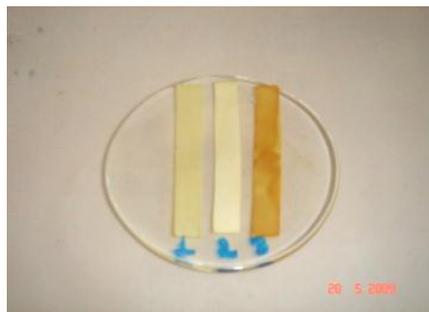


Figura N° 27: Viraje de color de papel indicador utilizando extracto obtenido por Método de Soxhlet Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M de *Lippia graveolens* (Orégano) frente a: 1. HCL 0.1M 2. Referencia (Blanco), 3. NaOH 0.1M.

d. Titulación Ácido Fuerte (HCL 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con extracto obtenido por el Método de Soxhlet Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M de *Lippia graveolens* (Orégano) como indicador.

En el proceso de la titulación se observó que al inicio de la valoración presentó una coloración amarillo suave y la cual fue variando por la adición de valorante, hasta que llegó al punto final con un viraje a amarillo intenso.



A: Titulación



B: Titulación

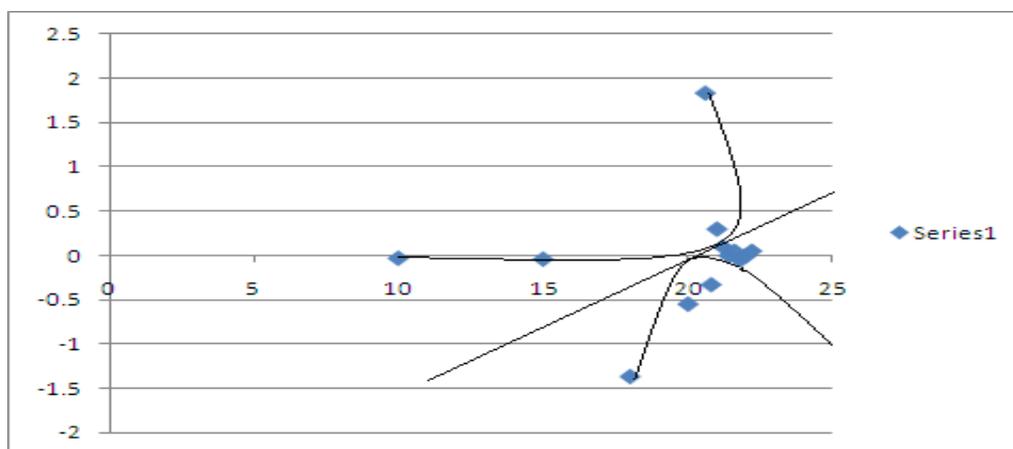
Figura N° 28: A: Inicio de la titulación 20.0 mL de Ácido Clorhídrico 0.1M y 1.0 mL del extracto etanólico levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M de *Lippia graveolens* (Orégano) coloración amarillo suave.

B: Finalización de la titulación, verificación del punto final con el viraje de color de amarillo suave – amarillo intenso.

Cuadro N° 13 Valores de pH obtenidos mediante la adición del titulante y la valoración Ácido Fuerte (HCL 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con extracto obtenido por el Método Soxhlet Alcohol etílico al 90 % AR levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M de *Lippia graveolens* (Orégano) como indicador.

Volumen de valorante agregado (mL)		Lectura de pH
Punto inicial	0 amarillo suave	1.6
	5.00	1.70
	10.00	1.94
	15.00	2.39
Punto final	18.00 amarillo intenso	6.78
	20.00	10.80
	20.60	10.90
	20.80	11.00
	21.00	11.04
	21.20	11.06
	21.40	11.08
	21.60	11.09
	21.80	11.11
	22.00	11.13
	22.20	11.14

El viraje de color se observado a un volumen de 18.0 mL con un pH de 6.78, determinando el punto final en la titulación, con una serie de cálculos se logra graficar la $\Delta^2\text{pH}/\Delta^2V$ vrs Volumen (mL) obteniéndose el punto de equivalencia igual a 20.5 mL, en donde las moléculas del analito han reaccionado con las moléculas del titulante.

$\Delta^2\text{pH}/\Delta^2\text{V}$


Volumen de titulante (mL)

Figura N° 29: Grafica de la titulación Acido Fuerte (HCL 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con extracto obtenido por el Método de Soxhlet alcohol etílico levemente Acidificado ácido tartárico 0.1M de, *Lippia graveolens* (Orégano) . Punto de Equivalencia 20.5 mL (Ver cálculos en anexo N° 6).

- Titulación Ácido Débil (CH_3COOH 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con extracto Método de Soxhlet alcohol etílico levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M de *Lippia graveolens* (Orégano). como indicador.

Durante el proceso de Titulación se observó que al inicio de la valoración la coloración era amarillo suave y por la adición de solución valorante, llego a un punto final en donde se observó un viraje a amarillo intenso.

**A: Titulación****B: Titulación**

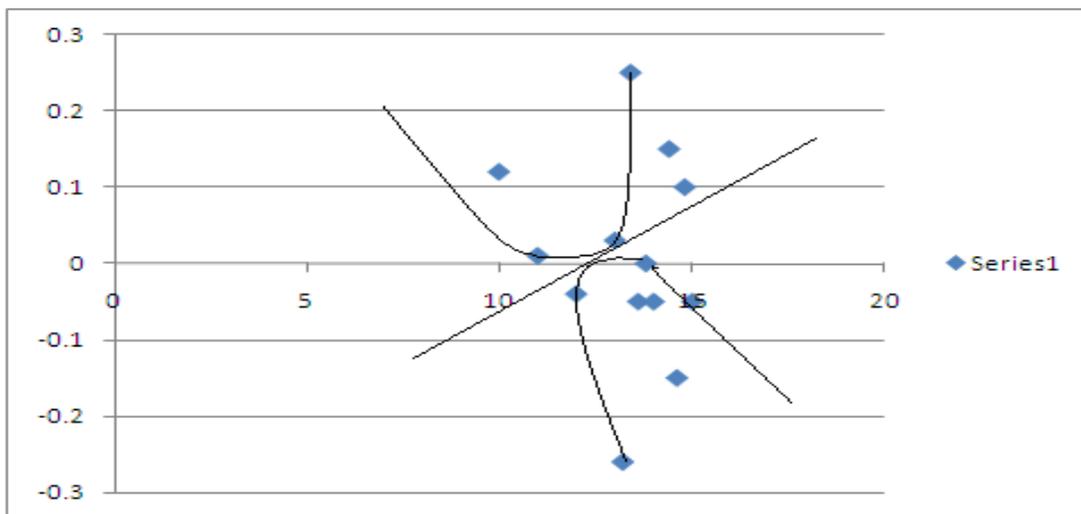
- Figura N° 30:** **A:** Inicio de la titulación 20.0 mL de Acido acético 0.1M y 1.0 mL del extracto por el Método de Soxhlet alcohol etílico levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M de *Lippia graveolens* (Orégano).
- B:** Finalización de la titulación, verificación del punto final con el viraje de color a amarillo intenso.

Cuadro N° 14 Valores de pH obtenidos mediante la adición del titulante y la valoración Acido Débil (HCL 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con el extracto obtenido por el Método de Soxhlet alcohol Etílico levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M de *Lippia graveolens* (Orégano) como indicador.

Volumen de Valorante agregado (mL)		Lectura de pH
Punto inicial	0 amarillo suave	3.3
	5.00	4.36
	10.00	4.81
	11.00	4.89
	12.00	5.01
Punto final	13.00 amarillo intenso	5.10
	13.20	5.17
	13.40	5.19
	13.60	5.22
	13.80	5.25
	14.00	5.29
	14.40	5.31
	14.60	5.35
	14.80	5.37
	15.00	5.40

El viraje de color se observó a un volumen de 13.0 mL con un pH de 5.10, determinando el punto final en la titulación, con una serie de cálculos se logra graficar la $\Delta^2\text{pH}/\Delta^2V$ vs Volumen (mL) obteniéndose el punto de equivalencia igual a 13.0 mL, en donde las moléculas del analito han reaccionado químicamente con las moléculas del titulante, determinando así el punto final que es igual al punto de equivalencia.

$\Delta^2\text{pH}/\Delta^2V$



Volumen de titulante (mL)

Figura N° 31: Grafica de la titulación Acido Débil (HCL 0.1M) vs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con extracto obtenido por el Método de Soxhlet alcohol etílico levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M de *Lippia graveolens* (Orégano). Punto de equivalencia 13.0 mL (Ver cálculos en anexo N° 7)

5.4 RESULTADOS Y DISCUSION DE *Raphanus sativus* (Rábano)

a. PROCESO DE OBTENCION DE EXTRACTOS A SER UTILIZADOS

COMO INDICADORES ÁCIDO-BASE A PARTIR DE

Raphanus sativus (8,20,43)

Para la obtención de los diferentes extractos a ser utilizados como indicadores ácido-base la muestra de *Raphanus sativus* (Rábano) fue sometida a un proceso de extracción por Método de Soxhlet, utilizando como solvente de extracción Alcohol Etílico al 90% AR, Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M (pH=3.4) y Metanol AR y a un proceso de Maceración en el que se utilizaron los solventes de extracción siguientes: Alcohol Etílico al 90% AR, Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico al 0.1M (pH=3.4).

Dando como resultado 5 extractos de diferentes intensidades de color:

Cuadro N° 15 Extracto obtenido *Raphanus sativus* (Rábano) e intensidad de coloración (8,20,43)

EXTRACTO	COLORACION DEL EXTRACTO
Método de Soxhlet Alcohol Etílico al 90% AR	 <p>Rosa</p>
Método de Soxhlet Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M	 <p>Rojo</p>

Cuadro N° 15 Continuación

Método de Soxhlet Metanol AR.	 Anaranjado
Maceración Alcohol Etílico al 90% AR.	 Ocre
Maceración Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico al 0.1M	 Rojo Intenso.

De los cinco extractos obtenidos con diferentes solventes cada uno presento distintas intensidades de color, siendo el extracto por el Método de Maceración Alcohol Etílico al 90% AR el que presento mayor intensidad de color.

**b. PRUEBA FITOQUIMICA PARA LA IDENTIFICACION DE GLICOSIDO
CIANOGENÉTICOS PRESENTE EN LA ESPECIE *Raphanus sativus***

(Rábano) (7) (8)

Se pesaron 3.0 g de la planta en estudio triturada previamente en un tubo de ensayo al cual se le añadieron 4 gotas de cloroformo AR y en la parte superior se colocó una tira de papel filtro previamente empapado de una solución de Picrato de Sodio; luego se colocó el tubo a temperatura ambiente por 3 horas.

El cambio de color del papel filtro fue de amarillo a rojo indicando prueba positiva como se observa en la siguiente figura:



Figura N° 32: **A:** Prueba fitoquímica para la identificación de glicosidos cianogenéticos antes de ser colocado a temperatura ambiente por 3 horas.
B: Coloración de papel filtro luego de 3 horas a temperatura ambiente.

c. ESCALA DE pH (20,43)

- PRUEBA PRESUNTIVA:

Para la elaboración de la escala de pH de los extractos obtenidos de *Raphanus sativus* (Rábano), fue necesario llevar a cabo pruebas preliminares con el fin de observar el viraje de color y la intensidad de cada una de las extracciones frente a una solución ácida (HCL 0.1M) y básica (NaOH 0.1M).

Cuadro N° 16 Viraje e intensidad de coloración del Extracto de *Raphanus sativus* (Rábano) frente Acido Clorhídrico 0.1M e Hidróxido de Sodio 0.1M respectivamente.

MÉTODO-SOLVENTE DE EXTRACCIÓN	RESULTADOS OBTENIDOS
Método de Soxhlet Alcohol Etílico al 90% AR	 <p>Ácido Rojo suave Transparente</p> <p>Básico Amarillo Suave Transparente</p>
Método de Soxhlet Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico 0.1M	 <p>Ácido Anaranjado Suave</p> <p>Básico Amarillo Transparente</p>

Cuadro N° 16 Continuación

<p>Maceración Alcohol Etílico al 90% AR</p>	 <p>Ácido Rojo Intenso _____ Transparente</p> <p>Básico Amarillo Intenso Transparente</p>
<p>Maceración Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartárico al 0.1M</p>	 <p>Ácido Anaranjado Suave _____</p> <p>Básico Amarillo Transparente</p>

Los extractos obtenidos de *Raphanus sativus* (Rábano) frente a una solución ácida y básica, presentaron diferencias en el viraje e intensidad de color; el extracto obtenido por Maceración Alcohol Etílico al 90% AR presenta una mayor intensidad en el viraje de color que el resto de los extractos.

- CONSTRUCCION DE LA ESCALA DE pH (1-14) ⁽²¹⁾

Luego de haber observado el viraje y la intensidad de color de las pruebas preliminares en distintos medios y partiendo del extracto obtenido por el Método de Maceración Alcohol Etílico al 90% de *Raphanus sativus* (Rábano). Se elaboro una escala de pH obteniendo los siguientes resultados:



Figura N° 33: Escala de pH obtenida a partir del extracto por el Método de Maceración Alcohol Etílico al 90% *Raphanus sativus* (Rábano).

Cuadro N° 17 Variación de color del extracto frente a las soluciones de diferentes pH por el Método de Maceración Alcohol Etílico al 90% *Raphanus sativus* (Rábano).

pH	Coloración
1	Anaranjado Fuerte
2	Anaranjado Claro
3	Rosa Oscuro
4	Rosa Transparente
5	Rosa Claro
6	Rosa Oscuro
7	Rosa Transparente
8	Rosa Claro
9	Rosa Claro
10	Rosa Fuerte
11	Ámbar
12	Violeta
13	Verde Limón
14	Amarillo Intenso

A distintos valores de pH se observó los diferentes colores que presento el extracto por el Método de Maceración con Alcohol Etílico al 90% *Raphanus sativus* (Rábano). En pH ácido el color predominante es el Rosa suave, en pH básico es el rosa fuerte y en neutro rosa transparente.

- **PAPEL INDICADOR** (43):

Para la elaboración de papel indicador de *Raphanus sativus* (Rábano) el extracto utilizado fue el obtenido por el Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR. El papel indicador elaborado durante el proceso de secado fue cambiando de color hasta obtener un color Rosa Intenso como se expresa en la siguiente figura:



Figura N° 34: Papel indicador utilizando extracto obtenido por Método Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR de *Raphanus sativus* (Rábano) en proceso de secado.

Para comprobar la utilidad de este papel indicador, en los diferentes medios tanto ácido como básico, se verifico con la adición de unas gotas de HCL 0.1M como solución ácida, y como solución básica se utilizo el NaOH 0.1M, con la finalidad de verificar el viraje de coloración que presenta dicho papel a diferentes pH. El resultado obtenido fue el siguiente:



Figura N° 35: Viraje de color de papel indicador utilizando extracto obtenido por Método Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR de *Raphanus sativus* (Rábano) frente a: **1.** HCL 0.1M
2. Referencia (Blanco), **3.** NaOH 0.1M.

d. Titulación Ácido Fuerte (HCL 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con extracto obtenido por el Método de Maceración Alcohol Etílico al 90% AR *Raphanus sativus* (Rábano) como indicador.

En el proceso de Titulación se observó que al inicio de la valoración la coloración era Anaranjada y con la adición de solución valorante se llegó al punto final tornándose incoloro.



A: Titulación



B: Titulación

Figura N° 36: A: Inicio de la titulación 20.0 mL de Ácido Clorhídrico 0.1M y 1.0 mL del extracto por el Método de Maceración Alcohol Etílico al 90% *Raphanus sativus* (Rábano) coloración anaranjado.

B: Finalización de la titulación, verificación del punto final con el viraje de color de anaranjado – a incoloro.

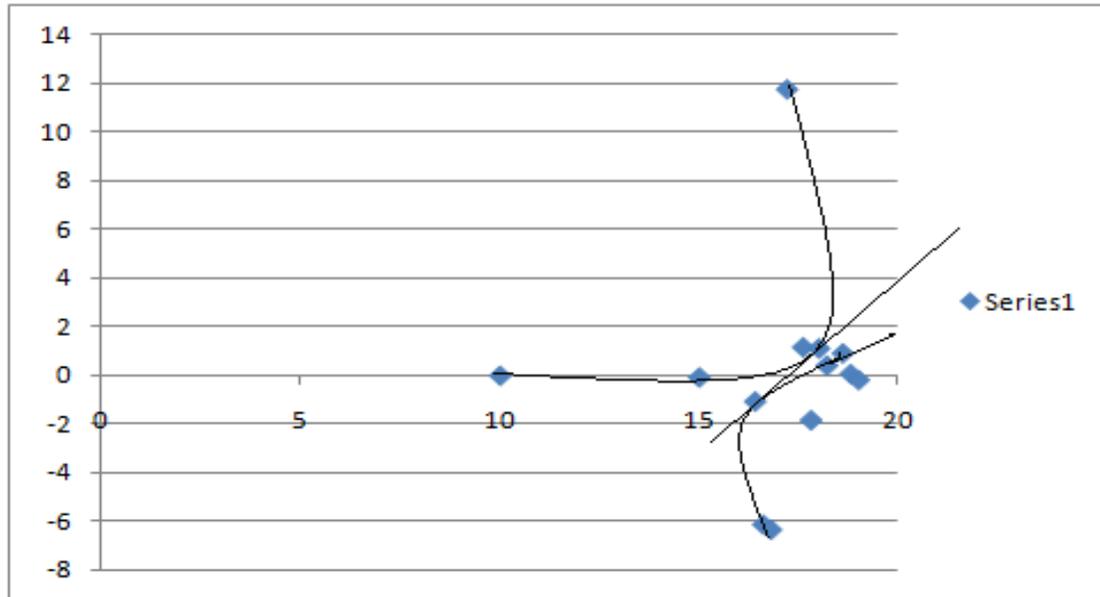
Cuadro N° 18 Valores de pH obtenidos mediante la adición del titulante y la valoración Acido Fuerte (HCL 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con extracto obtenido por el Método de Maceración Alcohol Etílico al 90% *Raphanus sativus* (Rábano) como indicador.

Volumen de valorante agregado (mL)		Lectura de pH
Punto inicial	0 anaranjado	1.66
	5.00	1.80
	10.00	2.02
	15.00	2.68
Punto final	16.40 incoloro	4.38
	16.60	5.85
	16.80	8.59
	17.20	9.37
	17.60	9.69
	17.80	10.22
	18.00	10.53
	18.20	10.76
	18.60	10.86
	18.80	10.90
	19.00	10.98

El viraje del indicador se observó a un volumen de 16.4 mL con una lectura de pH de 4.38, lo cual determino el punto final de la titulación.

Con una serie de cálculos se logra graficar $\Delta^2 \text{pH} / \Delta^2 V$ vrs Volumen de titulante agregado (mL) ; observando un punto de inflexión en la curva que es el punto que determina el cambio en la concavidad de este y corresponde al punto de equivalencia en la grafica, en este punto se traza una tangente obteniéndose un valor para el punto de equivalencia igual a 16.5 mL , en donde la cantidad de valorante que a sido agregado es químicamente equivalente a las moléculas del analito las cuales han reaccionado químicamente con este.

$$\Delta^2\text{pH}/\Delta^2\text{V}$$



Volumen del titulante (mL)

Figura N° 37: Grafica de la titulación Acido Fuerte (HCL 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con extracto por el Método Maceración Alcohol Etílico al 90% *Raphanus sativus* (Rábano) .Punto de Equivalencia 16.5 mL (Ver cálculos en anexo N° 8)

- Titulación Ácido Débil (CH₃COOH 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M)
con extracto por el Método Maceración Alcohol Etílico al 90%
Raphanus sativus (Rábano) **como indicador.**

Durante el proceso de Titulación se observó que al inicio de la valoración la coloración era rosa y la cual fue variando por la adición de solución valorante, hasta que se llego al punto final con un viraje a incoloro.

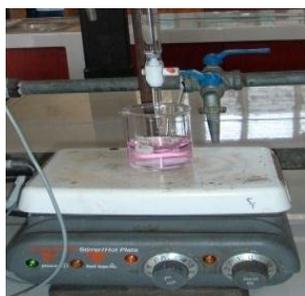
**A : Titulación****B: Titulación**

Figura N° 38: A: Inicio de la titulación 20.0 mL de Ácido Acético 0.1M y 1 mL del extracto por el Método de Maceración Alcohol Etílico al 90% *Raphanus sativus* (Rábano) coloración rosa.

B: Finalización de la titulación, verificación del punto final con el viraje de color de rosa – a incoloro.

Cuadro N° 19 Valores de pH obtenidos mediante la adición del titulante y la valoración Ácido Débil (CH_3COOH 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con extracto por el Método Maceración Alcohol Etílico al 90% *Raphanus sativus* (Rábano) como indicador.

Volumen de valorante agregado (mL)		Lectura de pH
Punto inicial	0 rosa	3.25
	5.00	4.30
	10.00	4.73
	15.00	5.21
	16.00	5.45
Punto Final	17.00 Incoloro	5.56
	17.20	5.74
	17.60	5.67
	17.80	5.84
	18.00	5.81
	18.20	6.10
	18.40	6.05
	18.60	6.04
	18.80	6.11
	19.00	6.23

El viraje de color observado fue a un volumen de 17.0 mL con un pH de 5.56 y se determinó el punto final en la titulación, con una serie de cálculos graficando la $\Delta^2\text{pH}/\Delta^2V$ vrs Volumen del titulante (mL) obteniéndose el punto de equivalencia igual a 16.0 mL, en donde las moléculas del analito han reaccionado químicamente con las moléculas del titulante.

$\Delta^2\text{pH}/\Delta^2V$

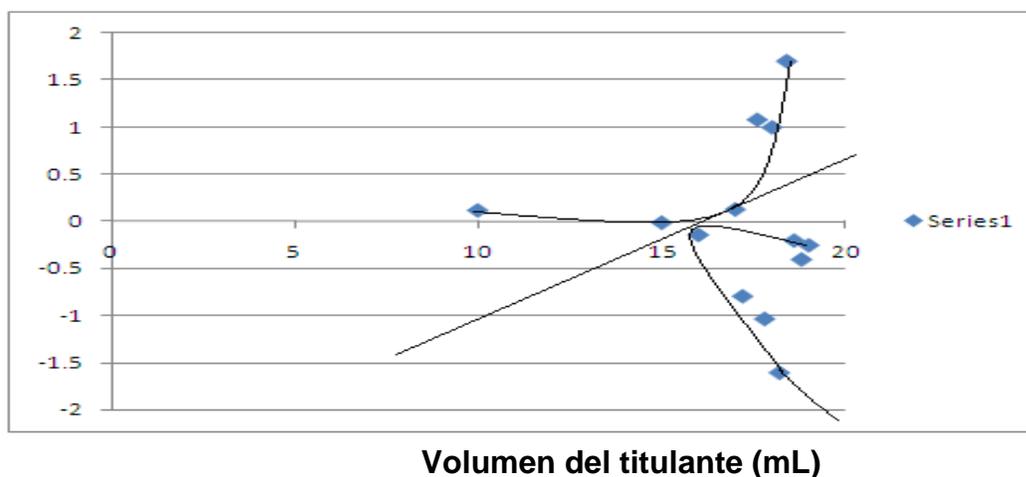


Figura N° 39: Grafica de la titulación Ácido Débil (CH_3COOH 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con extracto por el Método Maceración Alcohol Etílico al 90% *Raphanus sativus* (Rábano). Punto de Equivalencia 16.0 mL. (Ver cálculos en anexo N° 9)

5.5 TITULACIONES ÁCIDO BASE EN MEDIO ACUOSO UTILIZANDO INDICADOR SINTETICO (FENOLFTALEINA)₍₁₉₎

- Titulación Ácido Fuerte (HCL 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M)

Al inicio de la valoración el indicador se presenta de una forma incolora y a medida que se añadió el titulante se observaba la formación de un color rosa

que desaparecía, al llegar al punto final de la titulación se observó una coloración rosa.



A: Titulación

B: Titulación

Figura N° 40: A: Inicio de la titulación 20.0 mL de Acido Clorhídrico y tres gotas de fenolftaleína, se observa la una coloración rosa que desaparece con agitación.

B: Finalización de la titulación, verificación del punto final con el viraje de color a rosa definido y estable.

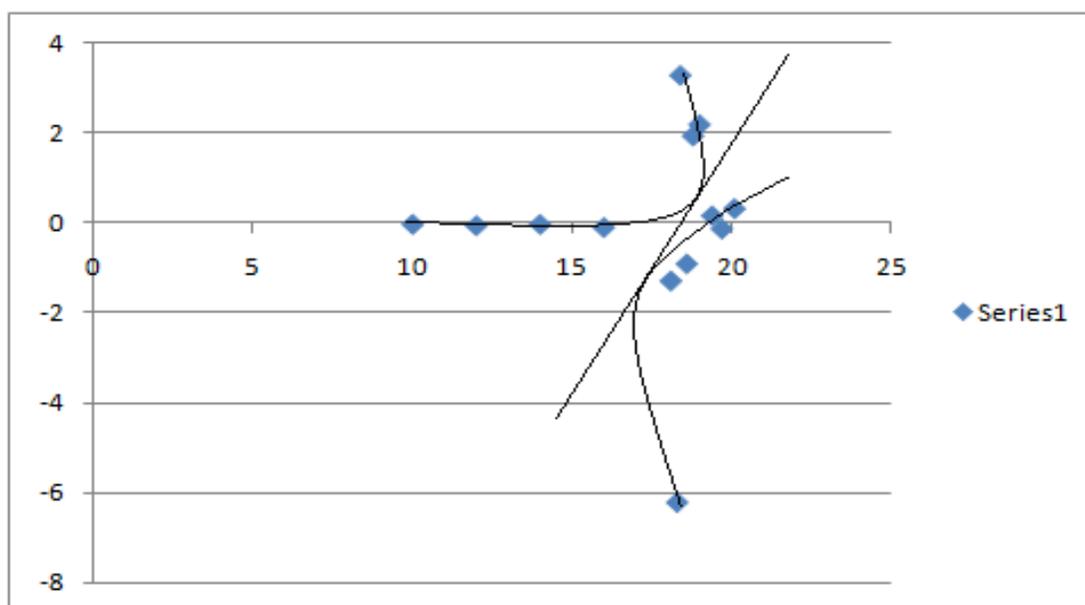
Cuadro N° 20 Valores de pH obtenidos mediante la adición del titulante y la valoración Acido Fuerte (HCL 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con indicador sintético (fenolftaleína).

Volumen de valorante agregado (mL)		Lectura de pH
Punto inicial	0 incolora	1.54
	5.00	1.65
	10.00	1.84
	12.00	2.03
	14.00	2.25
	16.00	2.64
	18.10	5.75
	18.30	7.29
Punto Final	18.40 Rosa	7.73
	18.60	8.79
	18.8	9.46
	19.0	9.69
	19.4	10.08
	19.7	10.41
	20.1	10.72

El viraje del indicador se observó a un volumen de 18.4 mL con una lectura de pH de 7.73, lo cual determinó el punto final de la titulación.

Con una serie de cálculos se logra graficar $\Delta^2 \text{pH}/\Delta^2 \text{V}$ vs Volumen de titulante agregado (mL) ; observando un punto de inflexión en la curva que es el punto que determina el cambio en la concavidad de esta y corresponde al punto de equivalencia en la grafica, en este punto se traza una tangente obteniéndose un valor para el punto de equivalencia igual a 18.5 mL , en donde la cantidad de valorante que a sido agregado es un químicamente equivalente a las moléculas del analito las cuales han reaccionado químicamente con este.

$\Delta^2 \text{pH}/\Delta^2 \text{V}$



Volumen del titulante (mL)

Figura N° 41: Grafica de la titulación Acido Fuerte (HCL 0.1M) vs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con indicador sintético (fenolftaleína) Punto de Equivalencia 18.5 mL (Ver cálculos en anexo N° 10).

- Titulación Acido Débil (CH_3COOH 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M)

En esta técnica utilizando siempre fenolftaleína, se obtuvieron los mismos resultados que en la titulación anterior ya que al inicio de la valoración el indicador se presenta de una forma incolora y a medida que se añadió el titulante se observó la formación de un color rosa que desaparecía con agitación, al llegar al final de la titulación se observó la coloración rosa, que indico que se había llegado al punto final.



A: Titulación



B: Titulación

Figura N° 42: A: Inicio de la titulación 20.0 mL de Acido Clorhídrico y tres gotas de fenolftaleína, se puede observar la aparición de una coloración rosa que desaparece con agitación.

B: Finalización de la titulación, verificación del punto final con el viraje de color ha rosado definido y estable.

Cuadro N° 21 Valores de pH obtenidos en la titulación Ácido Débil (CH_3COOH 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con indicador sintético (fenolftaleína).

Volumen de valorante agregado (mL)		Lectura de pH
Punto inicial	0 incoloro	3.22
	5.0	4.23
	10.0	4.75
	12.0	4.9
	14.0	5.08
	16.0	5.32
	18.0	5.62

Cuadro N° 21 Continuación

	20.0		6.31
	21.3		7.31
Punto final	21.5	rosa	8.04
	22.0		8.98
	22.2		9.69
	22.4		9.92
	22.6		10.11
	22.8		10.23

El viraje del indicador se observó a un volumen de 21.5 mL con una lectura de pH de 8.04, lo cual determinó el punto final de la titulación.

Con una serie de cálculos se graficó $\Delta^2 \text{pH} / \Delta^2 V$ vs Volumen de titulante agregado (mL); observando un punto de inflexión en la curva que es el punto que determina el cambio en la concavidad de esta y corresponde al punto de equivalencia en la gráfica, en este punto se traza una tangente obteniéndose un valor para el punto de equivalencia igual a 22.0 mL, en donde la cantidad de valorante que se ha agregado es químicamente equivalente a las moléculas del analito.

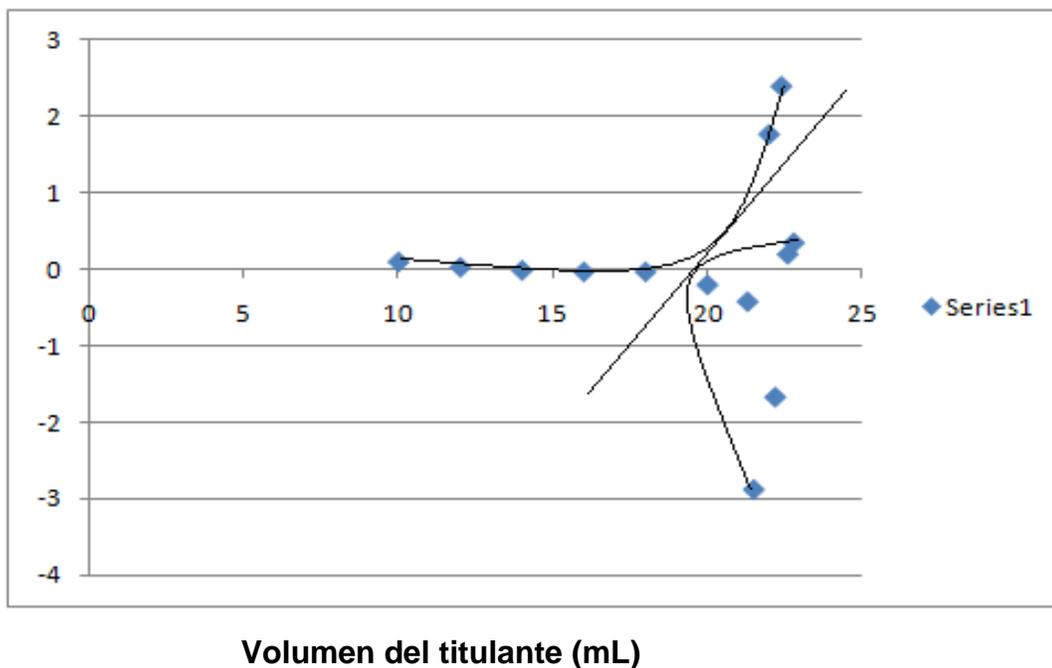
$\Delta^2\text{pH}/\Delta^2V$


Figura N° 43: Titulación Ácido Débil (CH_3COOH 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) con indicador sintético (fenolftaleína) .Punto de equivalencia 22.0 mL. (Ver cálculos en anexo N° 11)

5.6 RANGO DE pH DE LOS EXTRACTOS DE *Coffea arabica* (Café), *Lippia graveolens* (Orégano) y *Raphanus sativus* (Rábano).

Cuadro N° 22 Rangos de pH de indicadores ácido-base obtenidos de las especies ***Coffea arabica*** (Café), ***Lippia graveolens*** (Orégano) y ***Raphanus sativus*** (Rábano).

Indicador	Rango de pH	Coloración	Medio en que sufre el cambio de color
<i>Coffea arabica</i> (Café)	8.0 - 10.0	Amarillo suave- Anaranjado intenso	Básico
<i>Lippia graveolens</i> (Orégano)	3.0- 6.8	Amarillo suave- Amarillo Intenso	Ácido
<i>Raphanus sativus</i> (Rábano)	4.0 - 6.0	Rosa- Incoloro	Ácido

Para el ***Coffea arabica*** (Café) el medio ideal en el sufre el cambio de color es el básico en un rango de pH de 8.0-10.0, ***Lippia graveolens*** (orégano) en medio ácido con pH 3.0-6.8, ***Raphanus sativus*** (Rábano) en medio ácido pH de 4.0-6.0.

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIONES

1. La técnica de extracción óptima de ***Coffea arábica*** (Café) fue por el Método de Maceración con Alcohol Etílico al 90% AR ya que presentó una mayor intensidad en el color obtenido.
2. De los extractos obtenidos de ***Lippia graveolens*** (orégano) con los diferentes métodos y solventes el que mayor intensidad de color presentó fue el Método de Soxhlet con Alcohol Etílico al 90% AR levemente acidificado con ácido tartarico 0.1M.
3. El extracto que presentó mayor intensidad de color en la especie ***Raphanus sativus*** (Rábano) fue el obtenido por el Método de Maceración con Alcohol Etílico al 90%.
4. Mediante las diferentes pruebas fitoquímicas generales y específicas para la identificación de los principios activos presentes en las especies en estudio, se utilizó el extracto etanólico de ***Coffea arábica*** (Café), en identificación de alcaloides, para la especie ***Lippia graveolens*** (Orégano) se utilizó el extracto clorofórmico identificando Sesquiterpenlactona y el extracto etanólico de ***Raphanus sativus*** (Rábano) se identificó la presencia de Glicosidos Cianogeneticos.

5. Los extractos Etanolicos de ***Coffea arábica*** (Café), ***Lippia graveolens*** (Orégano) y ***Raphanus sativus*** (Rábano) pueden ser utilizados para determinar el punto final de las valoraciones Ácido-Base ya que presentan una gama definida de coloración frente a las soluciones ácido-base a diferentes pH de (1-14).

6. El papel indicador elaborado frente a un ácido y una base presentan uniformidad de coloración en los extractos Etanolicos de ***Coffea arábica*** (Café), ***Lippia graveolens*** (Orégano) y ***Raphanus sativus*** (Rábano) por lo tanto podemos decir que es factible su utilización para determinar el pH de una sustancia.

7. Al trazar las curvas de titulación ácido-base $\Delta^2\text{pH}/\Delta^2V$ vrs Volumen del titulante (mL), se verificó la cercanía de punto final con el punto de equivalencia de las diferentes titulaciones al utilizar tanto el extracto etanólico de ***Coffea arábica*** (Café), ***Lippia graveolens*** (Orégano) y ***Raphanus sativus*** (Rábano), por lo tanto estos pueden utilizarse como indicadores Ácido- Base en medio acuoso.

CAPÍTULO VII
RECOMENDACIONES

7.0 RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio de estabilidad fisicoquímica y microbiológica para los extractos obtenidos de *Coffea arábica* (Café), *Lippia graveolens* (Orégano) y *Raphanus sativus* (Rábano), y así poder establecer condiciones adecuadas para su conservación.
2. Aplicar una mejor técnica de elaboración y secado de papel indicador para lograr una mejor absorción del extracto.
3. Realizar pruebas con otros tipos de papel en la elaboración del papel Indicador con el fin de comparar los resultados obtenidos con el papel Watman N° 3.
4. Que en las prácticas de laboratorio a nivel educativo en donde se realicen titulaciones ácido fuerte-base fuerte, ácido débil –base fuerte en medio acuoso se utilicen los extractos obtenidos para que de esa manera se contribuya a la educación de la conservación del medio ambiente.
5. Promover el estudio de otras especies vegetales que pueden ser útiles en la obtención de indicadores ácido-base, para que de esa manera se aprovechen los recursos naturales existentes en el territorio nacional y a la vez contribuir al medio ambiente, para que se evite de esta forma la contaminación acelerada por el uso excesivo de sustancias químicas que pueden producir tóxicos

nocivos para el medio ambiente.

6. Realizar liofilización a los indicadores de origen natural del presente trabajo para garantizar una mayor estabilidad de los mismos.

7. Planificar tratamiento de desechos químicos en todas las facultades de la Universidad de El Salvador que utilicen reactivos químicos, ya que con esto se colaborará a disminuir en parte el grave problema de contaminación que tenemos en el país.

BIBLIOGRAFIA.

1. Barahona C. 2006, Obtención de indicadores naturales ácido base a partir de la cáscara ***Phaseolus vulgaris*** (frijol negro). Para optar al grado de licenciatura en Química y Farmacia, San Salvador El Salvador, Universidad de El Salvador.
2. Benítez T. 2008. Propuesta para la obtención de extractos a ser utilizados como indicadores ácido- base en valoraciones de medio acuoso y no acuoso a partir de ***Bixa orellana Linn*** (ACHIOTE), ***E. indigofera suffruticosa Mill*** (AÑIL). Para optar al grado de licenciatura en Química y Farmacia, San Salvador El Salvador, Universidad de El Salvador. p.60-65, 67-74.
3. Cea M. 2001. Obtención de indicadores naturales ácido- base a partir de la flor de ***Hibiscus sabdariffa*** (flor de Jamaica), ***Rubis fruticosus*** (Mora) y ***Beta vulgaris*** (Remolacha). Para optar al grado de licenciatura en Química y Farmacia, San Salvador El Salvador, Universidad de El Salvador.
4. Chávez C. Estudio Etnobotánico y Farmacognosico de Quince plantas medicinales de El Salvador Zona Oriental. Para optar al grado de licenciatura en Química y Farmacia, San Salvador El Salvador, Universidad de El Salvador. pag.110 – 113
5. Chang R. y otros , 2003 , Química , Séptima Edición , México , Mc. Graw Hill Interamericana Editores , S.A de C.V Cap. 15 y 16

6. Day R. y otros. Underwood, 1989, Química Analítica Cuantitativa, 5^{ta} Edición, México, Editorial Prentice-Hal Hispanoamericana S.A. p 200-207.
7. Domínguez, J.A., 1973. Métodos de Investigación Fitoquímica, México, Editorial Limusa.
8. Facultad de Química y Farmacia.2005. Manual de Laboratorio de Farmacognosia. Departamento de Farmacia y Tecnología Farmacéutica. Sección de Investigación Aplicada y Tesis Profesional, Universidad de El Salvador.
9. Finar. II. Química Orgánica II , 1977. Estereoquímica y Química de los Productos Naturales , España, Editorial Alhambra .Pág. 771-772, 789-791
10. Gilbert A., 1989, Análisis Químico Cuantitativo, Segunda Edición, México, Editorial HARLA , Pág. Capitulo 36.
11. Herrera J. 2007. Propuesta de un indicador vegetal ácido-base a partir de las flores de: ***Tecoma stans*** (San Andrés) y ***jacaranda mimosifolia*** (jacaranda). Para optar al grado de licenciatura en Química y Farmacia, San Salvador El Salvador, Universidad de El Salvador.
12. INCAP (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá) p. 55-56
13. Keenan, C. y otros. 1987. Química General. Tercera Edición. México. Compañía Editorial Continental S.A de C.V. p.350-352, 363-366.

14. Mena MG. 1994 Obtención y aprovechamiento de extractos vegetales de la Flora Salvadoreña. Editorial Salvadoreña, Universidad de El Salvador. 2ª Edición. P. 519-520.
15. Morales C. 2005. Obtención de indicadores naturales Ácido – Base a partir de cuatro especies florales .Para optar al grado de licenciatura en Química y Farmacia, San Salvador El Salvador, Universidad de El Salvador.
16. Rochin C. 1966 .Manual de Química Aplicada. México. 2ª Edición. P.354.
17. Seese, W. y otros. 1989. Química. Quinta edición. México. Prentice-Hall Hispanoamericano, S.A. p. 400-415.
18. Skoog, D. y otros. 2001. Química Analítica, Tercera edición. México. M^c Graw- Hill, p.81, 82
19. Stahl, E. 1969. Thin – Layer Chromatography, 2º Edición. Saarbrucker. Trad. M.R.F. Ashworth.
20. United States Pharmacopeial Convention. Inc. 1985. USP 21. Twenty one. The National Formulary sixteen. Edition 5ª USA Pág. 1412, 1425, 1427,1428.
21. Vogel. A .1990. Química Analítica Cuantitativa Teoría y Práctica. Buenos Aires. KAPELUSZ Editorial. Volumen 1. p. 74
22. Whitten, K. y otros.1998. Química General. Quinta edición. España. Mc Graw Hill Interamericana. P. 688-691,783.

23. <http://www.aguamarket.com/diccionario/términos.asp?Id=1255/>. Consultado 16 de Enero 2009.
24. <http://www.botanical-online.com/plantasvenenosas.htm>. Consultado 4 de Febrero 2009.
25. [http:// www.Nutrivea-es.com](http://www.Nutrivea-es.com). Consultado 24 Febrero 2009.
26. http://es.wikipedia.org/wiki/Origanum_vulgare. Consultado 11 de Enero 2009.
27. <http://www.heurema.com/QG/QG7/INDICADORESAB1.pdf>. Consultado 01 de Marzo 2009.
28. <http://www.textoscientificos.com/quimica/inorganica/acidobases>. Consultado 24 de Enero 2009.
29. http://html.rincondelvago.com/acidos-y-bases_teorias-de-arrhenius-lowry-y-lewis.html. Consultado 16 de Enero 2009.
30. http://www.hiru.com/es/kimika/kimika_02100.html. Consultado 5 de Enero 2009.
31. http://es.wikipedia.org/wiki/Indicador_de_pH. Consultado 4 de Febrero 2009.
32. http://es.wikipedia.org/wiki/Coffea_arabica. Consultado 6 de Febrero 2009.
33. <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cafe.htm>. Consultado 5 de Enero 2009.

34. <http://www.federacióncafe.com/Publico/ElCafe/TostadoNatural.asp>. Consultado 6 de Febrero 2009.
35. <http://www.federacióncafe.com/Publico/ElCafe/Robusta.asp>. Consultado 5 de Enero 2009.
36. <http://cienciasyalgomastecnica85.blogspot.com/2008/08/prctica-las-flores-comoreactivos.html>. Consultado 7 de Enero 2009.
37. <http://members.fortunecity.com/a1b2c5/xixJORNADAS%20CUARTO%20SEMESTRE%20QUIMICA.htm>. Consultado 7 de Enero 2009.
38. F:\Principios_del_análisis_volumétrico.htm. Consultado 23 de Enero 2009.
39. F:\Rábano 2.htm. Consultado 8 de Febrero 2009.
40. <http://www.infoagro.com/hortalizas/rabano.htm>. Consultado 8 de Febrero 2009.
41. http://www.linneo.net/plut/R/raphanus_sativus/raphanus_sativus.htm. Consultado 23 de Enero 2009.
42. <http://www.nuestrocafe.com/web/imagen/Estructura%20del%20fruto%20y%20del%20grano%20de%20un%20cafeto.png>. Consultado 15 de Enero 2009.

43. <http://www.quimicanova.sbq.org.br/qnol/2002/vol.25n4/25.pdf>.

Consultado 15 de Enero 200

GLOSARIO.

Ácido: Sustancia que libera iones hidrogeno cuando se disuelve en agua (17)

Acido débil: Ácido que se disocia parcialmente en un solvente particular (7)

Ácido fuerte: Ácido que se disocia completamente en un solvente particular (7)

Analito: Muestra que se analizará (12)

Autoprotólisis: El agua experimenta autoionizacion, llamada autoprotolisis, en cuyo proceso actúa a la vez como ácido y como base. (18)

Base : Sustancia que libera iones hidroxilo cuando se disuelve en agua (17)

Base fuerte : Base que se disocia completamente en un solvente particular (7)

Cualitativo: Observación general acerca de un sistema. El análisis químico de un material para determinar los componentes que contiene (7)

Cuantitativo: Valor numérico obtenido a través de diversas mediciones de un sistema. El análisis químico de un material para determinar cuanto contiene de cada componente (7)

Constante de equilibrio: Se define la constante de equilibrio K_{eq} como el producto de las concentraciones en el equilibrio de los productos elevadas a sus respectivos coeficientes estequiometricos, dividido por el producto de las concentraciones de los reactivos en el equilibrio. (7)

Curva de valoración: Representación del pH frente a la cantidad de ácido o base añadidos. (7)

Electrolito: Sustancia que, cuando se disuelve en agua forma una disolución que conduce una corriente eléctrica (13)

Estandarización: Proceso en el que la concentración de una disolución se determina exactamente al valorarla frente a una cantidad conocida de un patrón primario. (7)

Extracción: Método empleado en el laboratorio para separar una sustancia de una mezcla o disolución, utilizando un disolvente en el que la sustancia a separar es muy soluble, siendo el resto de los componentes de la mezcla o disolución insolubles en él (8)

Fenomenología: Estudio de los fenómenos que experimentan nuestros sentidos.

Hidrólisis: Reacción de una sustancia con el agua, que por lo general cambia el pH de la disolución. (8)

Ionización del agua: Como en el agua pura la concentración de hidrogeniones y de hidroxilos es la misma, significa que la concentración de hidrogeniones es de 1×10^{-7} , lo que significa que el pH del agua es 7, es decir, neutro. La constante del agua, $K_w = 1 \times 10^{-14}$, es un caso particular de la constante de equilibrio K_w (8)

Maceración: Método que consiste en dejar reposar las plantas en agua u otro solvente durante algunas horas. Sirva para extraer principios activos inestables frente al calor pero solubles en agua u otro solvente. (12)

Molaridad: Numero de moles de una especie contenido en un litro de solución o le numero de milimoles contenido en un mililitro (7)

Neutralización: Reacción de un ácido con una base para formar una sal y agua

(7)

pH: Logaritmo negativo de la concentración de iones H^+ en una solución (12)

pOH: Logaritmo negativo de la concentración de iones OH^- en una solución (12)

pKa: Dado que el valor de la constante de acidez constituye una medida directa de la fuerza de un ácido, su pKa es entonces una medida inversa de dicha fuerza; cuanto mayor es la fuerza de un ácido menor es su pKa . Los ácidos fuertes, como el clorhídrico (HCl) o el sulfúrico (H_2SO_4) , tienen pKa negativos y los débiles, como el acético (CH_3COOH) o el carbónico (H_2CO_3), pKa positivos (12)

Opacidad: Cuando no deja pasar la [luz](#) en proporción apreciable.

pK_b: cuyo significado es análogo . (12)

Prímula: Nombre común de ciertas herbáceas con flores pertenecientes a distintos géneros, pero todas se incluyen en la misma familia Primuláceas.

Punto de equivalencia: Punto en una titulación donde la cantidad de titulante patrón añadido equivale químicamente a la cantidad de analito que hay en la muestra (7)

Punto final: Cambio que se puede observar durante una titulación y que indica que la cantidad de titulante agregado es químicamente equivalente a la del analito presente en la muestra.(7)

Soxhlet: Es un aparato de vidrio en el cual la droga de extracción se coloca en un cartucho de extracción (de papel, tela, etc.) en el interior de un extractor (percolador) de vidrio. El recipiente de vidrio que contiene el cartucho está intercalado entre un matraz de destilación y un refrigerante de reflujo conectado al matraz a través del sifón hasta el refrigerante, donde se condensa y gotea sobre el material disolviendo y arrastrando las sustancias de que se trate.

Translucido: Cuerpo a través del cual pasa la luz, pero que no deja ver sino confusamente lo que hay detrás de él.

Titulación: Adición gradual de una disolución de concentración exactamente conocida a otra disolución de concentración desconocida hasta que se complete la reacción química entre ambas disoluciones.⁽¹²⁾

Valoración: Es el proceso en el que una disolución de un reactante, el valorante, se añade cuidadosamente a una disolución de otro reactante, y se mide el volumen de valorante necesario para la reacción completa. ⁽¹²⁾

ANEXOS

ANEXO N° 1

**CARTA DE IDENTIFICACION BOTANICA DE *Coffea arábica* (Café),
Lippia graveolens (Orégano) y *Raphanus sativus* (Rábano).**

Señores
Comité de Trabajo de Graduación
Facultad de Química y Farmacia
Universidad de El Salvador
Presente.

Estimados señores:

Aprovecho la oportunidad para enviarles un afectuoso saludo.

Yo Ricardo Enrique Morales Hernández, docente adscrito al Departamento de Biología de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Universidad de El Salvador, como botánico y especialista en el área de plantas, por este medio hago constar que las especies utilizadas en el trabajo de grado denominado: **PROPUESTA DE OBTENCIÓN DE INDICADORES ACIDO-BASE A SER UTILIZADOS EN VALORACIONES EN MEDIO ACUOSO A PARTIR DE EXTRACTOS DE *Coffea arabica* (CAFÉ), *Lippia graveolens* (OREGANO) y *Raphanus sativus* (RABANO)**, y presentado por las señoritas Ingrid Osiris Dueñas Guevara y Ligia Elizabeth Romero Valencia, son especies que pertenecen a las variedades; arabica, graveolens y raíz pequeña respectivamente y están correctamente clasificadas dentro de la Taxonomía vegetal a las que pertenecen.

Sin otro particular, me suscribo

Atentamente


Lic. Ricardo Enrique Morales Hernández
Lic. En Biología y Botánico



ANEXOS N° 2
EQUIPO, MATERIALES Y REACTIVOS.

MATERIALES

- Agitadores de vidrio
- Aparato de reflujo.
- Aro metálico
- Balones volumétricos de 100.0 mL, 250.0 mL, 500.0 mL y 1000.0 mL
- Beaker de 50 mL, 100 mL, 250 mL, 400 mL y 600 mL
- Bureta de 25.0 mL, 50.0 mL
- Embudo
- Espátulas
- Erlenmeyer de 125 mL, 250 mL
- Frascos plásticos de boca ancha
- Goteros
- Gradilla para tubos de ensayo
- Malla de asbesto
- Mangueras
- Matraces de fondo plano
- Papel filtro Watman N°3
- Papel glassin
- Papel toalla
- Perillas
- Pinzas para bureta
- Pinzas de extensión

- Pinzas de soporte
- Pipetas volumétricas de 10.0 mL y 20.0 mL
- Probetas de 10 mL, 25 mL y 100 mL
- Refrigerantes
- Soporte metálico
- Toallas
- Tubos de ensayo con tapón de rosca
- Vasos de precipitado de 10 mL, 100 mL, 150 mL, 400 mL
- Vasos de precipitado plástico de 250 mL
- Vidrio reloj

Equipos:

- Agitador magnético
- Balanza analítica
- Balanza granataria
- Balanza semianalítica
- Cámara de extracción de gases
- Cámara de cromatografía
- Equipo de reflujo de Soxhlet
- Hot plate
- Lámpara de luz blanca
- Mechero de Bunsen
- pHmetro digital

- Placa Cromatografica

Reactivos:

- Ácido Acético Glacial AR.

- Ácido Bórico AR.

- Ácido Clorhídrico 34% AR.

- Ácido Clorhídrico 0.1M titrisol VS

- Ácido fosfórico 85% AR

-Ácido Pícrico (Sólido)

- Ácido Tartárico sólido A.R.

- Agua Destilada

- Agua Libre de CO₂

-Cloroformo AR

- Etanol 90%

- Fenolftaleína AR.

- Hidróxido de Sodio (sólido) AR

- Solución de Nitroprusiato de sodio 0.5%

- Solución de Acetato de Plomo Trihidratado al 5%

-Picrato de Sodio AR

- Piridina AR

- Reactivo de Dragendorff

- Reactivo de Wagner

- Sulfato de Sodio Anhidro AR

Reactivos a Estandarizar:

Ácido Acético 0.1 M VS

Ácido Clorhídrico 0.1 M VS

Hidróxido de Sodio 0.1 M VS

ANEXO N° 3
PREPARACIÓN DE REACTIVOS

PREPARACION DE LAS SOLUCIONES ÁCIDO-BASE A DIFERENTES

pH(1-14)₍₂₁₎

Escala de pH (1-7)

1. Rotular 7 tubos de ensayo con tapón de rosca del 1-7.
2. Transferir al tubo 1 por medio de una pipeta volumétrica 10.0 mL de HCL 0.1M VS obteniendo $[H^+] = 10^{-1}$ el cual es equivalente a pH= 1.
3. Tomar 1.0 mL del tubo 1 por medio de una pipeta volumétrica y transferirlo al tubo 2, con una pipeta volumétrica de 10 mL, agregar 9.0 mL de agua destilada y homogenizar obteniendo $[H^+] = 10^{-2}$ el cual es equivalente a pH=2.
4. Del tubo 2 tomar 1.0 mL y transferirlo al tubo 3 luego agregar 9.0 mL de agua destilada; homogenizar y se obtendrá $[H^+] = 10^{-3}$ el cual es equivalente a pH=3.
5. Del tubo anterior transferir 1.0 mL al tubo 4 por medio de una pipeta volumétrica y agregar 9.0 mL de agua destilada y homogenizar. Obteniendo $[H^+] = 10^{-4}$ el cuál es equivalente a pH= 4.
6. Tomar 1.0 mL del tubo 4 por medio de una pipeta volumétrica y transferirlo al tubo 5, con una pipeta volumétrica de 10 mL agregar 9.0 mL de agua destilada y homogenizar obteniendo $[H^+] = 10^{-5}$ el cual es equivalente a pH=5.
7. Del tubo 5 tomar 1.0 mL y transferirlo al tubo 6 luego agregar 9.0 mL de agua destilada; homogenizar y se obtendrá $[H^+] = 10^{-6}$ el cual es equivalente a pH=6.

8. Del tubo anterior transferir 1.0 mL al tubo 7 por medio de una pipeta volumétrica y agregar 9.0 mL de agua destilada y homogenizar. Obteniendo $[H^+] = 10^{-7}$ el cual es equivalente a $pH=7$.

Escala de pH (8-14) (21)

1. Rotular 7 tubos de ensayo con tapón de rosca del 8-14.
2. Transferir al tubo 14 por medio de una pipeta volumétrica 10.0 mL de NaOH 0.1M VS obteniendo, $[H^+] = 10^{-1}$ el cual es equivalente a $pH=14$.
3. Tomar 1.0 mL del tubo 14 por medio de una pipeta volumétrica y transferirlo al tubo 13, con una pipeta volumétrica de 10 mL, agregar 9 mL de agua destilada y homogenizar obteniendo $[OH^-] = 10^{-1}$, $pOH=1$ el cual es equivalente a $pH=13$.
4. Del tubo 13 tomar 1.0 mL y transferirlo al tubo 12 luego agregar 9.0 mL de agua destilada; homogenizar y se obtendrá $[OH^-] = 10^{-2}$, $pOH=2$ el cual es equivalente a $pH=12$
5. Del tubo anterior transferir 1.0 mL al tubo 11 por medio de una pipeta volumétrica y agregar 9.0 mL de agua destilada y homogenizar. Obteniendo $[OH^-] = 10^{-3}$, $pOH=3$ el cual es equivalente a $pH=11$.
6. Tomar 1.0 mL del tubo 11 por medio de una pipeta volumétrica y transferirlo al tubo 10, con una pipeta volumétrica de 10 mL agregar 9.0 mL de agua destilada y homogenizar obteniendo $[OH^-] = 10^{-4}$, $pOH=4$ el cual es equivalente a $pH=10$.

7. Del tubo 10 tomar 1.0 mL y transferirlo al tubo 9 luego agregar 9.0 mL de agua destilada; homogenizar y se obtendrá $[\text{OH}^-] = 10^{-5}$, $\text{pOH} = 5$ el cual es equivalente a $\text{pH} = 9$.
8. Tomar 1.0 mL del tubo 9 por medio de una pipeta volumétrica y transferirlo al tubo 8, con una pipeta volumétrica de 10 mL agregar 9.0 mL de agua destilada y homogenizar obteniendo $[\text{OH}^-] = 10^{-6}$, $\text{pOH} = 6$ el cual es equivalente a $\text{pH} = 8$.

Los cálculos para realizar las soluciones ácido-base a diferentes pH (1-14) son de la siguiente forma:

- Escala de pH (1-7) en forma Acida utilizando HCL 0.1M

Formula a Utilizar:

$$V_1 C_1 = V_2 C_2$$

$$C_2 = \frac{V_1 C_1}{V_2}$$

$$V_1 = 1.0$$

$$C_1 = 0.1$$

$$V_2 = 10.0$$

$$C_2 = X$$

De donde:

$$C_2 = \frac{V_1 C_1}{V_2}$$

$$C_2 = \frac{1 \times 0.1}{10}$$

$$C_2 = 1 \times 10^{-2} \text{ M}$$

-Escala de pH (8-14) forma alcalina con NaOH 0.1M

$$V_1 C_1 = V_2 C_2$$

$$C_2 = \frac{V_1 C_1}{V_2}$$

$$V_1 = 1.0$$

$$C_1 = 0.1$$

$$V_2 = 10.0$$

$$C_2 = X$$

De donde:

$$C_2 = \frac{V_1 C_1}{V_2}$$

$$C_2 = \frac{1 \times 0.1}{10}$$

$$C_2 = 1 \times 10^{-2} \text{ M}$$

Obtención pH: $\text{pH} + \text{pOH} = 14$
pH : $14 - \text{pOH}$
pH: $14 - (1 \times 10^{-2})\text{M}$
pH: 13

Tabla N°1 : Cálculos para determinación de pH y pOH (pH = - log [H⁺])

pH	pOH
HCL 0.1 M	NaOH 0.1M
pH = 1	pH=14
$1 \times 0.1 / 10 = 1 \times 10^{-2}$	pOH = 1 pH = 13
pH = 2	$1 \times 0.1 / 10 = 1 \times 10^{-2}$
$1 \times 1 \times 10^{-2} / 10 = 1 \times 10^{-3}$	pOH = 2 pH = 12
pH = 3	$1 \times 1 \times 10^{-2} / 10 = 1 \times 10^{-3}$
$1 \times 1 \times 10^{-3} / 10 = 1 \times 10^{-4}$	pOH = 3 pH = 11
pH = 4	$1 \times 1 \times 10^{-3} / 10 = 1 \times 10^{-4}$
$1 \times 1 \times 10^{-4} / 10 = 1 \times 10^{-5}$	pOH = 4 pH = 10
pH = 5	$1 \times 1 \times 10^{-4} / 10 = 1 \times 10^{-5}$
$1 \times 1 \times 10^{-5} / 10 = 1 \times 10^{-6}$	pOH = 5 pH = 9
pH = 6	$1 \times 1 \times 10^{-5} / 10 = 1 \times 10^{-6}$
$1 \times 1 \times 10^{-6} / 10 = 1 \times 10^{-7}$	pOH = 6 pH = 8
pH = 7	

SOLUCION DE ÁCIDO TARTARICO 0.1M (20)

Cálculos:

PM _{Ácido Tartárico} = 150mg/mol

$$M = \frac{g}{PM \times V(L)}$$

$$g = M \times PM \times V (L)$$

$$g = (0.1M) \times (150mg/mol) \times (1L)$$

$$g = 15.0 \text{ g}$$

15.0 g Ácido Tartárico AR _ 1000.0 mL _ 0.1M

1.5 g Ácido Tartárico AR _ 100.0 mL _ 0.1M

PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE ÁCIDO TARTARICO 0.1M

Preparación:

1. Pesar en balanza Analítica 1.5 g de Ácido Tartárico AR y disolverlo en aproximadamente 25 mL de agua destilada, contenidos en un vaso de precipitado de 50 mL, agitar hasta completa disolución haciendo uso de un agitador de vidrio.
2. Transferir la solución a un balón volumétrico de 100.0 mL y llevar a volumen con agua destilada.
3. Homogenizar, envasar y rotular.

**PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE ETANOL LEVEMENTE ACIDIFICADO
CON ÁCIDO TARTARICO 0.1M. (20)**

Preparación:

1. Medir 250 mL de etanol al 90% en una probeta de 500 mL.
2. Agregar en un beaker de 600 mL el etanol medido y colocar sobre un agitador magnético.
3. Tomar el pH inicial con el potenciómetro dando un pH=7
4. Luego agregar la solución de Ácido Tártarico 0.1 M hasta que el potenciómetro de un valor de pH=3.5.
5. Envasar y rotular adecuadamente.

PREPARACIÓN DE REACTIVOS

ÁCIDO ACETICO 0.1M (20)

PM _{Ácido Acético} = 60.0 g/mol

%de Pureza _{Ácido Acético} = 100% glacial

ρ _{Ácido Acético} = 1.05 g/ mL

100.0 g _{Ácido Acético} _____ 100.0 mL de solución

60.0 g _{Ácido Acético} _____ X

X=60.0 g _{Ácido Acético} en solución

$\rho = m/v$ $v = m/\rho$

Donde: ρ = densidad

m=masa

v=volumen

$$V = \frac{60.0 \text{ g Acido Acético}}{1.05 \text{ g/mol}} = 57.14 \text{ mL}$$

V= 57.14mL de Ácido Acético Glacial para 1000.0 mL de solución 1M

57.14 mL _1 M _1000 mL

5.7 mL _0.1 M _1000 mL

PREPARACIÓN:

1. Preparar esta solución en cámara de extracción de gases.
2. Preparar un baño de agua fría.
3. Colocar en un balón volumétrico de 1000.0 mL que contenga aproximadamente 500 mL de agua destilada en baño de agua fría, adicionar con una pipeta de Mohr 5.7 mL de Acido Acético Glacial y agitar la solución.
4. Llevar a volumen con agua destilada.
5. Homogenizar, envasar en frasco de vidrio y rotular.

PROCESO DE ESTANDARIZACION DEL ÁCIDO ACETICO 0.1M (20)

Procedimiento:

1. Llenar una bureta de 50.0mL con la solución de Ácido Acético 0.1M, previamente ambientada con esta.
2. Transferir por medio de una pipeta volumétrica 10.0 mL de Hidróxido de Sodio 0.1M VS previamente estandarizado, a un erlenmeyer de 100 mL.
3. Adicionar tres gotas de Fenolftaleína 1% y agitar hasta homogenizar.
4. Titular el Hidróxido de sodio, adicionando el Ácido Acético poco a poco con agitación constante hasta llegar al punto de final, el cual se verifica cuando la

solución se torna de rosa a incolora.

5. Tomar la lectura de volumen gastado de Ácido Acético 0.1M.

Cálculos:

$$V_{mx} = 10 \text{ mL}$$

$$M_{\text{Hidróxido de Sodio}} = 0.1 \text{ M}$$

Valoración N°1:

$$V_{\text{gastado de Acido Acético}} = 9.9 \text{ mL}$$

$$M_{\text{Acido Acético}} \approx 0.10 \text{ M}$$

Valoración N° 2:

$$V_{\text{gastado de Acido Acético}} = 9.9$$

$$M_{\text{Acido Acético}} \text{ mL} = \frac{V_{\text{mL Hidróxido de Sodio}} \times M_{\text{Hidróxido de Sodio}}}{V_{\text{mL Acido Acético}}}$$

$$M_{\text{Acido Acético}} = \frac{10 \text{ mL} \times 0.1 \text{ M}}{9.9 \text{ mL}} = 0.1010 \text{ M}$$

$$M_{\text{Acido Acético}} \approx 0.1 \text{ M}$$

$$M_{\text{Real}} = \frac{0.10 + 0.10 \text{ M}}{2} = 0.10 \text{ M}$$

PREPARACIÓN:

ÁCIDO CLORHÍDRICO 0.1 M (20)

$$PM_{\text{Ácido Clorhídrico}} = 36.46 \text{ g/mol}$$

$$\% \text{Pureza}_{\text{Ácido Clorhídrico}} = 37\% \text{ p/p}$$

$$\rho = 1.19 \text{ g/mL}$$

$$37.0 \text{ g Ácido Clorhídrico} \quad \text{_____} \quad 100 \text{ g Ácido Clorhídrico}$$

$$36.5 \text{ g Ácido Clorhídrico} \quad \text{_____} \quad X$$

$$X = 98.6 \text{ g Ácido Clorhídrico}$$

$$\rho = m/v$$

$$v = m/\rho$$

Donde:

ρ =densidad

m=masa

v=volumen

$$V = \frac{98.6 \text{ g Acido Clorhídrico}}{1.19 \text{ g / mL}} = 82.9 \text{ mL}$$

V= 82.9 mL de Ácido Clorhídrico Concentrado para 1000.0 mL de solución 1M

82.9 mL _ 1000.0 mL _ 1 M

8.29 mL _ 1000.0 mL _ 0.1 M

8.3 mL de Ácido Clorhídrico Concentrado para 1000.0 mL de solución 0.1 M

TECNICA DE PREPARACIÓN (20)

1. Preparar esta solución en cámara de extracción.
2. Preparar un baño de agua fría.
3. Colocar en un balón volumétrico de 1000.0 mL que contenga

aproximadamente 500 mL de agua destilada en baño de agua fría, adicionar con pipeta de Mohr 8.3 mL de Acido Clorhídrico Concentrado y agitar suavemente.

4. Llevar a volumen con agua destilada.
5. Homogenizar, envasar en frasco de vidrio y rotular.

PROCEDIMIENTO DE ESTANDARIZACION DEL ÁCIDO CLORHIDRICO

0.1M ₍₂₀₎

1. Llenar una bureta de 50.0 mL con la solución de Ácido Clorhídrico 0.1M, previamente ambientada con este.
2. Transferir por medio de una pipeta volumétrica 10.0 mL de Hidróxido de Sodio 0.1M VS previamente estandarizado a un erlenmeyer de 100 mL.
3. Adicionar tres gotas Fenolftaleína 1% y agitar para homogenizar.
4. Titular el Hidróxido de sodio, adicionando el Ácido Clorhídrico poco a poco con agitación constante hasta llegar al punto final, el cual se verifica cuando la solución se torna rosado intenso a incolora.
5. Tomar la lectura de volumen gastado de Acido Clorhídrico 0.1M

Cálculos:

$$V_{mx} = 10.0 \text{ mL}$$

$$M_{\text{NaOH}} = 0.1 \text{ M}$$

Valoración N° 1:

$$V_{\text{gastado de Acido Clorhídrico}} = 10.0 \text{ mL}$$

$$M_{\text{Acido Clorhídrico}} = \frac{V \text{ mL Hidróxido de Sodio} \times M \text{ Hidróxido de Sodio}}{V \text{ mL Acido Clorídrico}}$$

$$M_{\text{Acido Clorhídrico}} = \frac{10 \text{ mL} \times 0.1 \text{ M}}{10 \text{ mL}} = 0.10 \text{ M}$$

$$M_{\text{Acido Clorhídrico}} = 0.10 \text{ M}$$

Valoración N° 2:

$$V_{\text{gastado de Acido Clorhídrico}} = 9.9 \text{ mL}$$

$$M_{\text{Acido Clorhídrico}} = \frac{V_{\text{mL Hidroxido de Sodio}} \times M_{\text{Hidroxido de Sodio}}}{V \text{ mL Acido Clorhídrico}}$$

$$M_{\text{Acido Clorhídrico}} = \frac{10.0 \text{ mL} \times 0.1 \text{ M}}{9.9 \text{ mL}} = 0.1010 \text{ M}$$

$$M_{\text{Acido Clorhídrico}} \approx 0.1 \text{ M}$$

$$M_{\text{Real}} = \frac{M}{2} = 0.1 \text{ M}$$

PREPARACIÓN:

HIDROXIDO DE SODIO 0.1M ⁽²⁰⁾

$$PM_{\text{Hidróxido de Sodio}} = 40.0 \text{ g/mol}$$

$$40.0 \text{ g Hidróxido de Sodio} \text{ _} 1000.0 \text{ mL} \text{ _} 1 \text{ M}$$

$$4.0 \text{ g Hidróxido de Sodio} \text{ _} 1000.0 \text{ mL} \text{ _} 0.1 \text{ M}$$

4.0 g de Hidróxido de Sodio para 1000.0 mL de solución 0.1M.

PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACIÓN:

1. Pesar rápidamente en un vaso de precipitado de 50.0 mL, 4.0 g de Hidróxido de Sodio utilizando una balanza semianalitica, y disolverlo con una pequeña

cantidad de agua libre de CO₂, y agitar hasta completa disolución.

2. Transferir la solución a un balón volumétrico de 1000.0 mL y diluir con agua libre de CO₂ a temperatura ambiente hasta llevar a volumen.
3. Homogenizar, envasar y rotular.

PROCEDIMIENTO PARA LA ESTANDARIZACIÓN DEL HIDROXIDO DE SODIO 0.1M ⁽²⁰⁾

1. Llenar una bureta de 25.0 mL con solución de Hidróxido de Sodio 0.1M, previamente ambientada con esta.
2. Por medio de una pipeta volumétrica de 10.0 mL transferir 10.0 mL de Acido Clorhídrico 0.1M (Titrisol) a un erlenmeyer de 125 mL.
3. Adicionar dos gotas de fenolftaleína 1% y agitar hasta homogenizar.
4. Titular el HCL 0.1M VS, adicionando el NaOH 0.1M poco a poco con agitación constante hasta llegar al punto final, el cual se verifica cuando la solución se torna de incolora a rosado intenso.
5. Tomar la lectura del volumen gastado de NaOH 0.1M

Cálculos:

$$V_{mx} = 10.0 \text{ mL}$$

$$M_{\text{Acido Clorhídrico}} = 0.1 \text{ M}$$

Valoración N°1:

$$V_{\text{gastado de Hidróxido de Sodio}} = 7.9 \text{ mL}$$

$$M_{\text{Hidróxido de Sodio}} = \frac{\text{Ácido Clorhídrico} \times M_{\text{Ácido Clorhídrico 0.1M titrisol}}}{V_{\text{mL de Hidróxido de Sodio}}}$$

$$M_{\text{Hidróxido de Sodio}} = \frac{10 \text{ mL} \times 0.1 \text{ M}}{7.9 \text{ mL}} = 0.1265 \text{ M}$$

$$M_{\text{Hidróxido de Sodio}} \approx 0.12 \text{ M}$$

Valoración N°2:

$$V_{\text{gastado de Hidróxido de Sodio}} = 7.8 \text{ mL}$$

$$M_{\text{Hidróxido de Sodio}} = \frac{\text{Ácido Clorhídrico} \times M_{\text{Ácido Clorhídrico}} \times V_{\text{titrisol}}}{V_{\text{mL de Hidróxido de Sodio}}}$$

$$M_{\text{Hidróxido de Sodio}} = \frac{(10 \text{ mL} \times 0.1 \text{ M})}{7.8} = 0.1282 \text{ M}$$

$$M_{\text{Hidróxido de Sodio}} \approx 0.13 \text{ M}$$

$$M_{\text{Real}} = \frac{(0.12 + 0.13) \text{ M}}{2} = 0.125 \text{ M}$$

PREPARACIÓN DE PICRATO DE SODIO ⁽⁷⁾

Procedimiento:

1. Pesar en balanza Semianalitica 1.0 g de Carbonato de Sodio y 0.1 g de Ácido Pítrico.
2. Preparar esta solución en cámara de extracción de gases.
3. Disolver en aproximadamente 5 mL de agua destilada 1.0 g de Carbonato de Sodio contenido en un beaker de 10 mL, agitar hasta disolución, luego Incorporar 0.1g de ácido pítrico.
4. Transferir la solución a un balón volumétrico de 10 mL y llevar a volumen con agua destilada.
5. Homogenizar, envasar y rotular.

Preparación Reactivo de Drangendorff ⁽⁸⁾

Solución a.

1. Pesar en balanza granataria 8.0 g Bi (NO₃). 5H₂O y disolverlo en 20 mL de Ácido Nítrico contenidos en un beaker de 50 mL. Rotular.

Solución b.

1. Pesar en balanza granataria 27.2 g de yoduro de potasio y disolver en 50 mL

de agua destilada contenidos en un beaker de 100 mL. Rotular.

Agregar la solución a sobre la solución b y agitar hasta completa homogenización. Envasar y Rotular.

Preparación Reactivo de Wagner ⁽⁸⁾

Procedimiento:

1. Pesar en balanza Semianalitica 2g de Yoduro de potasio y 1.27g de yoduro.
2. Disolver en 5 mL de agua destilada 2.0g de Yoduro de potasio contenido en un beaker de 10 mL, agitar hasta disolución, luego Incorporar 1.27 g de Yoduro .

Preparación de Reactivo Baljet ⁽⁸⁾

Procedimiento:

(Solución a)

1. Pesar en balanza granataria 10.0 g de ácido pícrico
2. Disolver en 100 mL de etanol contenidos en un beaker de 250 mL.

(Solución b)

1. Pesar en balanza granataria 1.0 g de NaOH
2. Disolver en 100.0 mL de agua libre de CO₂ contenidos en un beacker de 250 mL.

ANEXO N° 4

**CALCULOS PARA LA OBTENCIÓN DEL PUNTO DE EQUIVALENCIA
GRAFICANDO LA SEGUNDA DERIVADA A PARTIR DE LOS DATOS
OBTENIDOS EN TITULACION ÁCIDO FUERTE (HCL 0.1M) VRS
BASE FUERTE (NaOH 0.1M) UTILIZANDO COMO INDICADOR EL
EXTRACTO ETANOLICO DE *Coffea arábica* (Café).**

Cálculos para la obtención del punto de equivalencia graficando $\Delta^2\text{pH}/\Delta^2\text{V}$ vs Volumen del titulante (mL), a partir de los datos obtenidos en la Titulación Ácido Fuerte (HCL 0.1M) vs Base Fuerte (NaOH 0.1M) utilizando el extracto etanolico de *Coffea arábica* (Café).

$$\Delta V = mL_2 - mL_1$$

$$\Delta \text{pH} = \text{pH}_2 - \text{pH}_1$$

$$\text{Primera derivada} = \Delta \text{pH} / \Delta V$$

$$\text{Segunda derivada} = \Delta^2 \text{pH} / \Delta^2 V$$

Tabla N° 2 Resultados obtenidos y datos procesados.

V(mL)	pH	ΔV	ΔpH	$\Delta \text{pH} / \Delta V$	$\Delta^2 \text{pH} / \Delta^2 V$
0	1.58	-----	-----	-----	-----
5.00	1.70	5.00	0.12	0.02	-----
10.00	1.90	5.00	0.20	0.04	-0.02
12.00	2.13	2.00	0.23	0.12	-0.08
15.00	2.57	3.00	0.44	0.15	-0.03
16.00	3.12	1.00	0.55	0.55	-0.40
17.00	5.40	1.00	2.28	2.28	-1.73
18.00	9.70	1.00	4.30	4.30	-2.02
18.20	10.34	0.20	0.64	3.20	1.10
18.50	10.56	0.30	0.22	0.73	2.47
18.70	10.74	0.20	0.18	0.90	-0.17
18.90	10.84	0.20	0.10	0.50	0.40
19.10	10.90	0.20	0.06	0.30	0.20
19.30	10.97	0.20	0.07	0.35	-0.05
19.50	11.10	0.20	0.13	0.65	-0.30

ANEXO N° 5

**CALCULOS PARA LA OBTENCIÓN DEL PUNTO DE EQUIVALENCIA
GRAFICANDO LA SEGUNDA DERIVADA A PARTIR DE LOS DATOS
OBTENIDOS EN TITULACION ÁCIDO DEBIL (CH_3COOH 0.1M) VRS
BASE FUERTE (NaOH 0.1M) UTILIZANDO COMO INDICADOR EL
EXTRACTO ETANOLICO DE *Coffea arábica* (Café).**

Cálculos para la obtención del punto de equivalencia graficando $\Delta^2\text{pH}/\Delta^2\text{V}$ vrs Volumen del titulante (mL), a partir de los datos obtenidos en la Titulación Ácido Débil (CH_3COOH 0.1M) vrs Base Fuerte (NaOH 0.1M) utilizando el extracto etanolico de *Coffea arábica* (Café).

$$\Delta V = mL_2 - mL_1$$

$$\Delta \text{pH} = \text{pH}_2 - \text{pH}_1$$

$$\text{Primera derivada} = \Delta \text{pH} / \Delta V$$

$$\text{Segunda derivada} = \Delta^2 \text{pH} / \Delta^2 V$$

Tabla N° 3 Resultados obtenidos y datos procesados.

V(mL)	pH	ΔV	ΔpH	$\Delta \text{pH} / \Delta V$	$\Delta^2 \text{pH} / \Delta^2 V$
0	3.37	-----	-----	-----	-----
5.00	4.29	5.00	0.92	0.18	-----
10.00	4.79	5.00	0.50	0.10	0.08
15.00	5.34	5.00	0.55	0.11	-0.01
16.00	5.57	1.00	0.23	0.23	-0.12
17.00	5.76	1.00	0.19	0.19	0.04
18.00	6.40	1.00	0.64	0.64	-0.45
19.00	8.90	1.00	2.50	2.50	-1.86
19.20	9.81	0.20	0.91	4.55	-2.05
19.40	10.22	0.20	0.41	2.05	2.50
19.60	10.49	0.20	0.27	1.35	0.70
20.00	10.68	0.40	0.19	0.48	0.87
20.20	10.82	0.20	0.14	0.70	-0.23
20.40	10.92	0.20	0.10	0.50	0.20
20.60	11.01	0.20	0.09	0.45	0.05

ANEXO N° 6

**CALCULOS PARA LA OBTENCION DEL PUNTO DE EQUIVALENCIA
GRAFICANDO LA SEGUNDA DERIVADA A PARTIR DE LOS DATOS
OBTENIDOS EN TITULACIÓN ÁCIDO FUERTE (HCL 0.1M) VRS BASE
FUERTE (NaOH 0.1M) UTILIZANDO COMO INDICADOR EL
EXTRACTO ETANOLICO DE *Lippia graveolens* (Orégano).**

Cálculos para la obtención del punto de equivalencia graficando $\Delta^2\text{pH}/\Delta^2\text{V}$ vs Volumen del titulante (mL), a partir de los datos obtenidos en la Titulación Ácido Fuerte (HCL 0.1M) vs Base Fuerte (NaOH 0.1M) utilizando el extracto etanólico de *Lippia graveolens* (Orégano).

$$\Delta V = \text{mL}_2 - \text{mL}_1$$

$$\Delta \text{pH} = \text{pH}_2 - \text{pH}_1$$

$$\text{Primera derivada} = \Delta \text{pH}/\Delta V$$

$$\text{Segunda derivada} = \Delta^2\text{pH}/\Delta^2V$$

Tabla N° 4 Resultados obtenidos y datos procesados.

V(mL)	pH	ΔV	ΔPh	$\Delta \text{pH}/\Delta V$	$\Delta^2\text{pH}/\Delta^2V$
0	1.6	-----	-----	-----	-----
5.00	1.70	5.00	0.10	0.02	-----
10.00	1.94	5.00	0.24	0.05	-0.03
15.00	2.39	5.00	0.45	0.09	-0.04
18.00	6.78	3.00	4.39	1.46	-1.37
20.00	10.80	2.00	4.02	2.01	-0.55
20.60	10.90	0.60	0.10	0.17	1.84
20.80	11.00	0.20	0.10	0.50	-0.33
21.00	11.04	0.20	0.04	0.20	0.30
21.20	11.06	0.20	0.02	0.10	0.10
21.40	11.08	0.20	0.02	0.10	0.00
21.60	11.09	0.20	0.01	0.05	0.05
21.80	11.11	0.20	0.02	0.10	-0.05
22.00	11.13	0.20	0.02	0.10	0.00
22.20	11.14	0.20	0.01	0.05	0.05

ANEXO N° 7

**CALCULOS PARA LA OBTENCIÓN DEL PUNTO DE EQUIVALENCIA
GRAFICANDO LA SEGUNDA DERIVADA A PARTIR DE LOS DATOS
OBTENIDOS EN TITULACION ÁCIDO DEBIL (CH_3COOH 0.1M) VRS
BASE FUERTE (NaOH 0.1M) UTILIZANDO COMO INDICADOR EL
EXTRACTO ETANOLICO DE *Lippia graveolens* (Orégano).**

Cálculos para la obtención del punto de equivalencia graficando $\Delta^2\text{pH}/\Delta^2\text{V}$ vs Volumen del titulante (mL), a partir de los datos obtenidos en la Titulación Ácido Débil (CH_3COOH 0.1M) vs Base Fuerte (NaOH 0.1M) utilizando el extracto etanólico *Lippia graveolens* (Orégano).

$$\Delta V = \text{mL}_2 - \text{mL}_1$$

$$\Delta \text{pH} = \text{pH}_2 - \text{pH}_1$$

$$\text{Primera derivada} = \Delta \text{pH} / \Delta V$$

$$\text{Segunda derivada} = \Delta^2 \text{pH} / \Delta^2 V$$

Tabla N° 5 Resultados obtenidos y datos procesados.

V(mL)	pH	ΔV	ΔpH	$\Delta \text{pH} / \Delta V$	$\Delta^2 \text{pH} / \Delta^2 V$
0	3.3	-----	-----	-----	-----
5.00	4.36	5.00	1.06	0.21	-----
10.00	4.81	5.00	0.45	0.09	0.12
11.00	4.89	1.00	0.08	0.08	0.01
12.00	5.01	1.00	0.12	0.12	-0.04
13.00	5.10	1.00	0.09	0.09	0.03
13.20	5.17	0.20	0.07	0.35	-0.26
13.40	5.19	0.20	0.02	0.10	0.25
13.60	5.22	0.20	0.03	0.15	-0.05
13.80	5.25	0.20	0.03	0.15	0.00
14.00	5.29	0.20	0.04	0.20	-0.05
14.40	5.31	0.40	0.02	0.05	0.15
14.60	5.35	0.20	0.04	0.20	-0.15
14.80	5.37	0.20	0.02	0.10	0.10
15.00	5.40	0.20	0.03	0.15	-0.05

ANEXO N° 8

**CALCULOS PARA LA OBTENCIÓN DEL PUNTO DE EQUIVALENCIA
GRAFICANDO LA SEGUNDA DERIVADA A PARTIR DE LOS DATOS
OBTENIDOS EN TITULACIÓN ÁCIDO FUERTE (HCL 0.1M) VRS BASE
FUERTE (NaOH 0.1M) UTILIZANDO COMO INDICADOR EL
EXTRACTO ETANOLICO DE *Raphanus sativus* (Rábano).**

Cálculos para la obtención del punto de equivalencia graficando $\Delta^2\text{pH}/\Delta^2\text{V}$ vs Volumen del titulante (mL), a partir de los datos obtenidos en la Titulación Ácido Fuerte (HCL 0.1M) vs Base Fuerte (NaOH 0.1M) utilizando el extracto etanolico de *Raphanus sativus* (Rábano).

$$\Delta V = \text{mL}_2 - \text{mL}_1$$

$$\Delta \text{pH} = \text{pH}_2 - \text{pH}_1$$

$$\text{Primera derivada} = \Delta \text{pH} / \Delta V$$

$$\text{Segunda derivada} = \Delta^2 \text{pH} / \Delta^2 V$$

Tabla N° 6 Resultados obtenidos y datos procesados.

V(mL)	Ph	ΔV	ΔPh	$\Delta \text{pH} / \Delta V$	$\Delta^2 \text{pH} / \Delta^2 V$
0	1.66	-----	-----	-----	-----
5.00	1.80	5.00	0.14	0.03	-----
10.00	2.02	5.00	0.22	0.04	-0.02
15.00	2.68	5.00	0.66	0.13	-0.09
16.40	4.38	1.40	1.70	1.21	-1.08
16.60	5.85	0.20	1.47	7.35	-6.14
16.80	8.59	0.20	2.74	13.70	-6.35
17.20	9.37	0.40	0.78	1.95	11.75
17.60	9.69	0.40	0.32	0.80	1.15
17.80	10.22	0.20	0.53	2.65	-1.85
18.00	10.53	0.20	0.31	1.55	1.10
18.20	10.76	0.20	0.23	1.15	0.40
18.60	10.86	0.40	0.10	0.25	0.90
18.80	10.90	0.20	0.04	0.20	0.05
19.00	10.98	0.20	0.08	0.40	-0.20

ANEXO N° 9

**CALCULOS PARA LA OBTENCIÓN DEL PUNTO DE EQUIVALENCIA
GRAFICANDO LA SEGUNDA DERIVADA A PARTIR DE LOS DATOS
OBTENIDOS EN TITULACION ÁCIDO DÉBIL (CH_3COOH 0.1M) VRS
BASE FUERTE (NaOH 0.1M) UTILIZANDO COMO INDICADOR EL
EXTRACTO ETANOLICO DE *Raphanus sativus* (Rábano).**

Cálculos para la obtención del punto de equivalencia graficando $\Delta^2\text{pH}/\Delta^2\text{V}$ vs Volumen del titulante (mL), a partir de los datos obtenidos en la Titulación Ácido Débil (CH_3COOH 0.1M) vs Base Fuerte (NaOH 0.1M) utilizando el extracto etanolico *Raphanus sativus* (Rábano).

$$\Delta V = \text{mL}_2 - \text{mL}_1$$

$$\Delta \text{pH} = \text{pH}_2 - \text{pH}_1$$

$$\text{Primera derivada} = \Delta \text{pH} / \Delta V$$

$$\text{Segunda derivada} = \Delta^2 \text{pH} / \Delta^2 V$$

Tabla N° 7 Resultados obtenidos y datos procesados.

V(mL)	pH	ΔV	ΔPh	$\Delta \text{pH} / \Delta V$	$\Delta^2 \text{pH} / \Delta^2 V$
0	3.25	-----	-----	-----	-----
5.00	4.30	5.00	1.05	0.21	-----
10.00	4.73	5.00	0.43	0.09	0.12
15.00	5.21	5.00	0.48	0.10	-0.01
16.00	5.45	1.00	0.24	0.24	-0.14
17.00	5.56	1.00	0.11	0.11	0.13
17.20	5.74	0.20	0.18	0.90	-0.79
17.60	5.67	0.40	-0.07	-0.18	1.08
17.80	5.84	0.20	0.17	0.85	-1.03
18.00	5.81	0.20	-0.03	-0.15	1.00
18.20	6.10	0.20	0.29	1.45	-1.60
18.40	6.05	0.20	-0.05	-0.25	1.70
18.60	6.04	0.20	-0.01	-0.05	-0.20
18.80	6.11	0.20	0.07	0.35	-0.40
19.00	6.23	0.20	0.12	0.60	-0.25

ANEXO N° 10

**CALCULOS PARA LA OBTENCIÓN DEL PUNTO DE EQUIVALENCIA
GRAFICANDO LA SEGUNDA DERIVADA A PARTIR DE LOS DATOS
OBTENIDOS EN TITULACIÓN ÁCIDO FUERTE (HCL 0.1M) VRS BASE
FUERTE (NaOH 0.1M) UTILIZANDO EL INDICADOR SINTÉTICO
(Fenolftaleína).**

Cálculos para la obtención del punto de equivalencia graficando $\Delta^2\text{pH}/\Delta^2\text{V}$ vs Volumen del titulante (mL), a partir de los datos obtenidos en la Titulación Ácido Fuerte (HCL 0.1M) vs Base Fuerte (NaOH 0.1M) utilizando el indicador sintético (fenolftaleína).

$$\Delta V = \text{mL}_2 - \text{mL}_1$$

$$\Delta \text{pH} = \text{pH}_2 - \text{pH}_1$$

$$\text{Primera derivada} = \Delta \text{pH}/\Delta V$$

$$\text{Segunda derivada} = \Delta^2 \text{pH}/\Delta^2 V$$

Tabla N° 8 Resultados obtenidos y datos procesados.

V(mL)	pH	ΔV	ΔpH	$\Delta \text{pH}/\Delta V$	$\Delta^2 \text{pH}/\Delta^2 V$
0	1.54	-----	-----	-----	-----
5	1.65	5	0.11	0.02	-----
10	1.84	5	0.19	0.04	10
12	2.03	2	0.19	0.09	12
14	2.25	2	0.22	0.11	14
16	2.64	2	0.39	0.2	16
18.1	5.75	2.1	3.11	1.48	18.1
18.3	7.29	0.2	1.54	7.7	18.3
18.4	7.73	0.1	0.44	4.4	18.4
18.6	8.79	0.2	1.06	5.3	18.6
18.8	9.46	0.2	0.67	3.35	18.8
19	9.69	0.2	0.23	1.15	19
19.4	10.08	0.4	0.39	0.98	19.4
19.7	10.41	0.3	0.33	1.1	19.7
20.1	10.72	0.4	0.31	0.77	20.1

ANEXO N° 11

**CALCULOS PARA LA OBTENCIÓN DEL PUNTO DE EQUIVALENCIA
GRAFICANDO LA SEGUNDA DERIVADA A PARTIR DE LOS DATOS
OBTENIDOS EN TITULACION ÁCIDO DÉBIL (CH_3COOH 0.1M) VRS
BASE FUERTE (NaOH 0.1M) UTILIZANDO EL INDICADOR
SINTÉTICO (Fenolftaleína).**

Cálculos para la obtención del punto de equivalencia graficando $\Delta^2\text{pH}/\Delta^2V$ vs Volumen del titulante (mL), a partir de los datos obtenidos en la Titulación Ácido Débil (CH_3COOH 0.1M) vs Base Fuerte (NaOH 0.1M) utilizando el indicador sintético (fenolftaleína).

$$\Delta V = m\text{L}_2 - m\text{L}_1$$

$$\Delta\text{pH} = \text{pH}_2 - \text{pH}_1$$

$$\text{Primera derivada} = \Delta\text{pH}/\Delta V$$

$$\text{Segunda derivada} = \Delta^2\text{pH}/\Delta^2V$$

Tabla N° 9 Resultados obtenidos y datos procesados

V(mL)	pH	ΔV	ΔpH	$\Delta\text{pH}/\Delta V$	$\Delta^2\text{pH}/\Delta^2V$
0	3.22	-----	-----	-----	-----
5	4.23	5	1.01	0.2	-----
10	4.75	5	0.52	0.1	0.1
12	4.9	2	0.15	0.08	0.03
14	5.08	2	0.18	0.09	-0.01
16	5.32	2	0.24	0.12	-0.03
18	5.62	2	0.3	0.15	-0.03
20	6.31	2	0.69	0.35	-0.2
21.3	7.31	1.3	1	0.77	-0.42
21.5	8.04	0.2	0.73	3.65	-2.88
22	8.98	0.5	0.94	1.88	1.77
22.2	9.69	0.2	0.71	3.55	-1.67
22.4	9.92	0.2	0.23	1.15	2.4
22.6	10.11	0.2	0.19	0.95	0.2
22.8	10.23	0.2	0.12	0.6	0.35