

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA



OBTENCIÓN DE INDICADORES ÁCIDO BASE A PARTIR DE *Beta vulgaris*
(REMOLACHA), *Hibiscus sabdariffa* (FLOR DE JAMAICA) Y *Rubus*
fruticosus (MORA).

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:
MARINA LISSETTE CEA PANAMEÑO
DÉBORA JOHANA GONZÁLEZ MADRID

16 DE FEBRERO
DE 1841
PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIATURA EN QUÍMICA Y FARMACIA

SEPTIEMBRE DE 2007

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA.



©2004, DERECHOS RESERVADOS

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento,
sin la autorización escrita de la Universidad de El Salvador

<http://virtual.ues.edu.sv/>

SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Rectora:

Dra. María Isabel Rodríguez

Secretaria General:

Licda. Alicia Margarita Rivas de Recinos

FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA

Decano

Lic. Salvador Castillo Arévalo

Secretaria

MSc. Miriam del Carmen Ramos de Aguilar

COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Coordinadora General:

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo

Asesora de Área de Gestión Ambiental, Toxicología y Química Legal:

Licda. María Luisa Ortíz de López.

Asesora de Área de Control de Calidad de Productos Farmacéuticos,
Cosméticos y Veterinarios:

Licda. Zenia Ivonne Arévalo de Márquez

Docentes Directores:

Lic. Arturo García Mazzini

Licda. Digna Padilla de García

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de investigación debe lo mejor que pueda ofrecer a la orientación, sugerencias, estímulo y apoyo de muchas personas que de una manera u otra han participado en la elaboración de este.

Antes que nadie queremos agradecer a Dios por poner en nuestro camino a las personas indicadas para ser nuestros guías en este trabajo y por darnos la sabiduría para elaboración del mismo.

De manera muy especial queremos agradecer a nuestros asesores y amigos Licda. Digna Padilla de García y el Lic. Arturo Alfonso García Mazzini, por su cariño, comprensión y apoyo sin condiciones ni medida, por permitirnos ser parte de su grupo de trabajo, por sus consejos, paciencia y opiniones que sirvieron para la participación satisfactoria del proyecto de investigación.

Queremos agradecer también al personal de la Facultad de Química y Farmacia: a nuestros maestros por participar en nuestro desarrollo profesional durante nuestra carrera; al personal administrativo y profesionales no docentes por su amistad y cariño.

También queremos agradecer a nuestros padres, hermanos, tíos, amigos y compañeros por ser parte muy importante en el desarrollo de nuestra formación profesional.

Marina Cea

Débora González

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso, por permitirme culminar con éxito mi meta y darme las fuerzas necesarias para lograrlo.

A mi mami Ana Vilma Panameño, por darme su amor, apoyo e impulsarme a buscar lo mejor, por los consejos, su guía y lucha por sacarme adelante.

A mi hermana del alma Sandra Evelyn, por enseñarme a no decaer, por su amor y apoyo incondicional.

A mi hija Valeria Alejandra, por ser mi mayor motivación y mi más grande inspiración.

A Erick Aparicio, por su amor, paciencia y dedicación a cumplir mi sueño.

A mis hermanos y familia, por su solidaridad a lograr mi superación.

A Debbie, por su cariño y amistad, consejos, colaboración, paciencia y confianza para superar la prueba.

A mis asesores, por sus consejos, sabiduría y dedicación para desarrollar con éxito nuestro trabajo de investigación.

A todas aquellas personas que a lo largo de mis años de estudio me brindaron su amistad, cariño, paciencia, apoyo, conocimientos y valores que me han hecho crecer más.

A todos GRACIAS por estar ahí y ser parte de mi vida !!!

Marina.

DEDICATORIA

A mi Dios, por ser mi apoyo, guía, amigo, padre, compañero y por permitirme llegar hasta dónde estoy.

A mis padres, por ser la fuerza motora que impulsa mi vida, por ser quiénes de manera incondicional me han apoyado, por hacer de mi casa el oasis donde cada vez voy para refrescarme y tomar nuevas fuerzas, por ser mis amigos, mis guías, por enseñarme que somos un equipo y que juntos podemos alcanzar nuestras metas si nos las proponemos.

A mi hermana, por ser mi amiga, mi compañera fiel, por apoyarme y estar dispuesta a brindarme su ayuda siempre, por su honestidad, sinceridad, fuerza y por ser mi contraparte que me equilibra.

A Marina, por ser mi amiga y compañera, por su confianza, sacrificio y por abrir la puerta de su casa y permitirme compartir con los suyos haciéndome sentir como si estuviera en mi propia casa.

A mis amigos, por sus oraciones, por estar pendientes de mi en cada momento, por compartir conmigo esta alegría de culminar una meta más en mi vida, por hacer feliz cada momento de ella y por encontrar en ellos el apoyo incondicional cada vez que fue necesario.

A mis asesores, por su amistad, consejos, guía, ideas brindadas de manera incondicional.

A todos, GRACIAS POR SER, ESTAR Y EXISTIR.

Débora.

INDICE

	No. de Pág.
Resumen	
CAPITULO I	
1.0 Introducción	xviii
CAPITULO II	
2.0 Objetivos	
CAPITULO III	
3.0 Marco Teórico	23
3.1 Ácidos y Bases	23
3.2 Medida de la fuerza de Ácidos o Bases	25
3.3 La Flor	27
3.3.1 Partes de la Flor	27
3.3.2 Color de las Flores	29
3.3.3 Clasificación Científica (<i>Hibiscus sabdariffa</i>)	30
3.4 El Fruto	32
3.4.1 Estructura del Fruto	34
3.4.2 Clasificación de los Frutos	35
3.4.3 Clasificación Científica (<i>Rubus fruticosus</i>)	36
3.5 La Raíz	38
3.5.1 Estructura de la Raíz	39
3.5.2 Clasificación Científica (<i>Beta vulgaris</i>)	41

CAPITULO IV

4.0 Diseño Metodológico	45
4.1 Tipo de Estudio	45
4.2 Investigación Bibliográfica	45
4.3 Investigación de Campo	45
4.4 Parte Experimental	47
4.4.1 Proceso de extracción	48
4.4.2 Pruebas Fitoquímicas	54
4.4.3 Escala de pH	55
4.4.4 Papel Indicador	56
4.4.5 Titulaciones Ácido-Base	58

CAPITULO V

5.0 Resultados e Interpretación de Resultados	69
---	----

CAPITULO VI

6.0 Conclusiones	110
------------------	-----

CAPITULO VII

7.0 Recomendaciones	113
---------------------	-----

Bibliografía

Glosario

Anexos

ABREVIATURAS

R.A.	Reflujo con Agua
R.E.	Reflujo con Etanol
R.E.L.A.	Reflujo con Etanol Levemente Acidificado
M.A.	Maceración con Agua
M.E.	Maceración con Etanol
M.AC.	Maceración con Acetona
M.E.L.A.	Maceración con Etanol Levemente Acidificado
M.A.I.	Maceración con Alcohol Isopropílico

INDICE DE ANEXOS

ANEXO № 1: Lista de Material, Equipo y Reactivos.

ANEXO № 2: Preparación de Reactivos.

ANEXO № 3: Cálculos para la obtención del Punto de Equivalencia en la Titulación Ácido Fuerte-Base Fuerte de la Flor de Jamaica.

ANEXO № 4: Cálculos para la obtención del Punto de Equivalencia de la Titulación Ácido Fuerte-Base Fuerte de la Mora.

ANEXO № 5: Cálculos para la obtención del Punto de Equivalencia de la Titulación Ácido Débil-Base Fuerte de la Flor de Jamaica.

ANEXO № 6: Cálculos para la obtención del Punto de Equivalencia de la Titulación Ácido Débil-Base Fuerte de la Mora.

ANEXO № 7: Cálculos para la obtención del Punto de Equivalencia de la Titulación Ácido Fuerte-Base Débil de la Flor de Jamaica.

ANEXO № 8: Cálculos para la obtención del Punto de Equivalencia de la Titulación Ácido Fuerte-Base Débil de la Mora.

INDICE DE CUADROS

CUADRO No.	Pág.
1. Extractos de Flor de Jamaica, Mora y Remolacha e intensidad de color.	72
2. Resultados de Pruebas Fitoquímicas para Flor de Jamaica, Mora y Remolacha.	75
3. Viraje e Intensidad de color de Flor de Jamaica, Mora y Remolacha frente a un ácido y una base.	78
4. Variación de color frente a diferentes valores de pH.	81
5. Comportamiento de papel indicador del extracto obtenido de Flor de Jamaica y Mora frente a un ácido y una base.	83
6. Resumen de Titulaciones.	84
7. Valores de pH en Titulación Ácido Fuerte-Base Fuerte de Flor de Jamaica.	86
8. Valores de pH en Titulación Ácido Fuerte-Base Fuerte de la Mora.	90
9. Valores de pH en Titulación Ácido Débil-Base Fuerte de Flor de Jamaica.	94
10. Valores de pH en Titulación Ácido Débil-Base Fuerte de la Mora.	98
11. Valores de pH en Titulación Ácido Fuerte-Base Débil de Flor de Jamaica.	102
12. Valores de pH en Titulación Ácido Fuerte-Base Débil de la Mora.	106

INDICE DE FIGURAS

FIGURA No.	Pág.
1. Fotografía de una Flor.	26
2. Estructura de una Flor.	27
3. Flor de Rosa de Jamaica.	29
4. Fotografía de Fruto Compuesto.	32
5. Esquema de Clasificación de los frutos.	34
6. Fruto de la Mora.	35
7. Estructura de la Raíz.	39
8. Raíz de la Remolacha.	40
9. Esquema del Método de Extracción	46
10. Extractor Soxhlet	47
11. Reflujo de Remolacha, Mora y Flor de Jamaica.	50
12. Proceso de elaboración de Papel Indicador.	56
13. Método de titulación potenciométrica.	59
14. Extractos obtenidos por maceración de Flor de Jamaica.	69
15. Extractos obtenidos por maceración de la Mora.	70
16. Extractos obtenidos por maceración de la Remolacha.	70
17. Extractos obtenidos por reflujo con agua.	71
18. Extractos obtenidos por reflujo con etanol levemente acidificado.	71
19. Extractos obtenidos por reflujo con etanol.	72
20. Resultados de Prueba con Vapores de Amoníaco.	74

21. Resultados de prueba de Shinoda o Cianidina.	74
22. Resultados de la prueba con Hidróxido de Sodio.	75
23. Prueba preliminar con HCl 0.1M y NaOH 0.1M de Flor de Jamaica.	76
24. Prueba preliminar con HCl 0.1M y NaOH 0.1M de la Mora.	77
25. Prueba preliminar con HCl 0.1M y NaOH 0.1M de la Remolacha.	77
26. Escala de pH obtenida de Flor de Jamaica.	79
27. Escala de pH obtenida de la Mora.	80
28. Escala de pH obtenida de la Remolacha.	80
29. Proceso de secado de papel indicador.	82
30. Comportamiento de papel indicador frente a un ácido y una base.	83
31. Titulación Ácido Fuerte-Base Fuerte de Flor de Jamaica.	85
32. Primer gráfico de Titulación Ácido Fuerte-Base Fuerte de Flor de Jamaica.	87
33. Segundo gráfico de Titulación Ácido Fuerte-Base Fuerte de Flor de Jamaica.	88
34. Titulación Ácido Fuerte-Base Fuerte de la Mora.	89
35. Primer gráfico de Titulación Ácido Fuerte-Base Fuerte de la Mora.	91
36. Segundo gráfico de Titulación Ácido Fuerte-Base Fuerte de la Mora.	92
37. Titulación Ácido Débil-Base Fuerte de Flor de Jamaica.	93
38. Primer gráfico de Titulación Ácido Débil-Base Fuerte de Flor de Jamaica.	95

39. Segundo gráfico de Titulación Ácido Débil-Base Fuerte de Flor de Jamaica.	96
40. Titulación Ácido Débil-Base Fuerte de la Mora.	97
41. Primer gráfico de Titulación Ácido Débil-Base Fuerte de la Mora.	99
42. Segundo gráfico de Titulación Ácido Débil-Base Fuerte de la Mora.	100
43. Titulación Ácido Fuerte-Base Débil de Flor de Jamaica.	101
44. Primer gráfico de Titulación Ácido Fuerte-Base Débil de Flor de Jamaica.	103
45. Segundo gráfico de Titulación Ácido Fuerte-Base Débil de Flor de Jamaica.	104
46. Titulación Ácido Fuerte-Base Débil de la Mora.	105
47. Primer gráfico de Titulación Ácido Fuerte-Base Débil de la Mora.	107
48. Segundo gráfico de Titulación Ácido Fuerte-Base Débil de la Mora.	108

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objeto obtener indicadores naturales ácido-base a partir de la flor de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), *Rubus fruticosus* (Mora) y *Beta vulgaris* (Remolacha).

Para la realización de éste se aplicó un método de extracción y el solvente adecuado para obtener el extracto que fue utilizado como indicador de cada una de las especies vegetales en estudio.

Posteriormente se realizaron pruebas fitoquímicas para identificar la presencia de Flavonoides. Se realizó una prueba presuntiva para determinar las diferentes coloraciones del extracto frente a un medio ácido (HCl 0.1M) y medio básico (NaOH 0.1M), luego se elaboró una escala de pH para observar el viraje de color de los extractos frente a diferentes valores de pH (1-13); en esta etapa se descartó el extracto etanólico levemente acidificado de la Remolacha por no presentar variación de color a diferente valores de pH. Luego se elaboró papel indicador y se comprobó su eficacia. Finalmente se realizaron una serie de titulaciones para observar el punto final y determinar gráficamente el punto de equivalencia. En base a los resultados se concluyó que el extracto que presentaba mayor intensidad de color fue el obtenido a partir de etanol levemente acidificado de la Flor de Jamaica y Mora, por lo que se recomienda su uso como fuente de indicadores ácido-base, esto se debe a que durante la realización de una prueba presuntiva con NaOH 0.1M y HCl 0.1M y escala de pH presentaron diferencia en las coloraciones a diferentes valores de pH.

Además, el comportamiento durante las titulaciones ácido-base demostró la cercanía del punto final obtenido visualmente al punto de equivalencia teórico, por lo tanto, se propone el uso de estos como indicadores ácido-base, con la recomendación de realizar diferentes ensayos que permitan validar el método de obtención.

Al desarrollar dicha metodología y obtener resultados favorables se propone el uso del extracto etanólico levemente acidificado obtenido de ***Hibiscus sabdariffa*** (Flor de Jamaica) y ***Rubus fruticosus*** (Mora), como indicadores ácido-base

CAPITULO I
INTRODUCCION

1.0 INTRODUCCION

Un indicador químico es un ácido o base débil cuya forma disociada tiene diferente color que la forma sin disociar.

En 1664, Boyle escribió: "The Experimental History of Colours". En ella se inicia el reconocimiento de ácidos y bases a través de los cambios de color de extractos de plantas. A partir de Boyle, el cambio de color del jarabe de violetas, sirvió para indicar la presencia de un ácido; en este momento nacen los indicadores químicos. En 1671, Duclós llama "turnesol" (litmus), a un indicador extraído de líquenes, que le da un gran resultado. Casi cien años después, James Watt, descubre que la lombarda es uno de los mejores indicadores de su época.

Actualmente los indicadores ácido-base pueden clasificarse en: Indicadores ácido-base naturales e Indicadores ácido-base sintéticos.

Los indicadores ácido base sintéticos son los que más se conocen pero estos producen una gran contaminación en el ambiente por lo que pueden ser sustituidos por aquellos que disminuyan o que no produzcan ningún tipo de daño a éste; una alternativa podría ser el uso de indicadores ácido base de origen natural. Los Indicadores ácido-base naturales, se deben fundamentalmente a la proporción que contengan de los pigmentos naturales conocidos como antocianinas y antoxantinas.

La proporción en que se encuentre la mezcla de pigmentos hace que las flores, frutos, raíces, etc, tengan distintos colores y que se puedan modificar según el pH del medio.

En El Salvador existe una gran cantidad de plantas de gran importancia que puede ser utilizada no solamente por sus efectos terapéuticos o de consumo sino también como fuentes naturales de indicadores ácido-base.

Esta investigación propone la obtención de indicadores ácido-base a partir de tres especies vegetales: la flor de ***Hibiscus sabdariffa*** (Flor de Jamaica), el fruto de ***Rubus fruticosus*** (Mora) y la raíz de ***Beta vulgaris*** (Remolacha) que se importan al país.

Con el propósito de obtener dichos indicadores se pretende desarrollar una metodología en la que se someterán las especies en estudio a una serie de pruebas y ensayos analíticos de tipo cualitativo que indiquen el cambio de color en función de la acidez y alcalinidad; así como también la elaboración de una escala de pH y papel indicador; logrando así proponer una forma de obtención de indicadores ácido-base de origen natural.

CAPITULO II

OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

1.0 OBJETIVO GENERAL.

Obtener indicadores ácido-base a partir de ***Beta vulgaris*** (Remolacha), ***Hibiscus sabdariffa*** (Flor de Jamaica) y ***Rubus fruticosus*** (Mora).

2.0 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.1 Determinar la presencia de Flavonoides por medio de la prueba de Vapores de Amoníaco a las tres especies vegetales en estudio.
- 2.2 Realizar un método de extracción a la flor de ***Hibiscus sabdariffa*** (Flor de Jamaica), la raíz de ***Beta vulgaris*** (Remolacha) y el fruto de ***Rubus fruticosus*** (Mora) para la obtención de indicadores ácido-base, utilizando como solventes agua, etanol, etanol levemente acidificado, alcohol isopropílico y acetona.
- 2.3 Realizar ensayos fitoquímicos preliminares a partir de los diferentes extractos de cada especie vegetal.
- 2.4 Determinar cualitativa y cuantitativamente la acidez y alcalinidad de los diferentes extractos obtenidos de las especies en estudio utilizando el pHmetro y una solución buffer a diferentes pH.
- 2.5 Preparar papel indicador y una escala de pH a partir de soluciones indicadoras obtenidas de los diferentes extractos.

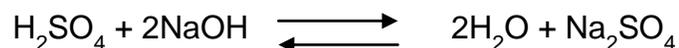


CAPITULO III
MARCO TEÓRICO

3.0 MARCO TEÓRICO

3.1 ACIDOS Y BASES

Son dos tipos de compuestos químicos que presentan características opuestas. Los ácidos tienen un sabor agrio, colorean de rojo el tornasol (tinte rosa que se obtiene de determinados líquenes) y reaccionan con ciertos metales desprendiendo hidrógeno. Las bases tienen sabor amargo, colorean el tornasol de azul y tienen tacto jabonoso. Cuando se combina una disolución acuosa de un ácido con otra de una base, tiene lugar una reacción de neutralización. Esta reacción en la que, generalmente, se forman agua y sal, es muy rápida. Así, el ácido sulfúrico y el hidróxido de sodio NaOH, producen agua y sulfato de sodio:



Primeras teorías

Los conocimientos modernos de los ácidos y las bases parten de 1834, cuando el físico inglés Michael Faraday descubrió que ácidos, bases y sales eran electrólitos por lo que, disueltos en agua se disocian en partículas con carga o iones que pueden conducir la corriente eléctrica. En 1884, el químico sueco Svante Arrhenius (y más tarde el químico alemán Wilhelm Ostwald) definió los ácidos como sustancias químicas que contenían hidrógeno, y que disueltas en agua producían una concentración de iones hidrógeno o protones, mayor que la existente en el agua pura.

Del mismo modo, Arrhenius definió una base como una sustancia que disuelta en agua producía un exceso de iones hidroxilo, OH^- .⁽³⁵⁾

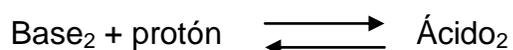
En 1923, dos químicos, J. N. Brønsted, en Dinamarca y J. M. Lowry, en Inglaterra, propusieron, cada uno por su lado, una teoría del comportamiento ácido-base que es particularmente en el área analítica. De acuerdo con la teoría Brønsted-Lowry, un ácido es un donador de protones, y una base es un aceptor de protones.

Para que una especie se comporte como ácido debe estar presente un receptor de protones (o base). Esto mismo se aplica para las especies que se comportan como bases, es decir debe estar presente un donador de protones (o ácido).⁽¹³⁾

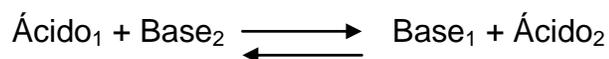
Una característica importante del concepto de Brønsted-Lowry es la idea de que cuando un ácido dona un protón, la entidad producida es un receptor potencial de protones, que se denomina base conjugada del ácido original, así:



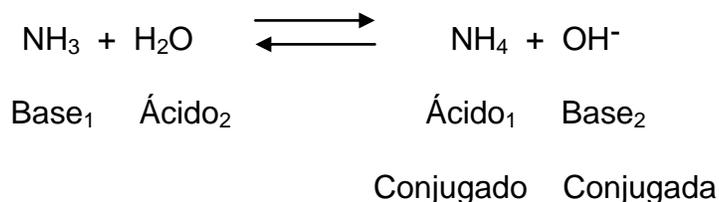
De la misma forma, cada base produce un ácido conjugada como resultado de aceptar un protón, así:



Cuando se combinan estos dos procesos, el resultado es una reacción ácido/base o de neutralización:



Muchos disolventes son donadores o receptores de protones por lo que pueden inducir el comportamiento ácido o básico de los solutos disueltos en ellos. Por ejemplo en una solución acuosa de amoníaco, el agua puede donar un protón y así actuar como ácido respecto al soluto:



En contraste, en una solución acuosa de ácido nitroso el agua actúa como una base o receptor de protones:



3.2 MEDIDA DE LA FUERZA DE ÁCIDOS O BASES

La fuerza de un ácido se puede medir por su grado de disociación al transferir un protón al agua, produciendo el ión hidronio, H_3O^+ . De igual modo, la fuerza de una base vendrá dada por su grado de aceptación de un protón del agua.

Puede establecerse una escala apropiada de ácido-base según la cantidad de H_3O^+ formada en disoluciones acuosas de ácidos, o de la cantidad de OH^- en disoluciones acuosas de bases. En el primer caso tendremos una escala pH, y en el segundo una escala pOH. El valor de pH es igual al logaritmo negativo de la concentración de ión hidronio y el de pOH al de la concentración de ión hidroxilo en una disolución acuosa:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

El pH de una disolución puede medirse así:

- Por medio de una valoración, que consiste en la neutralización del ácido (o base) con una cantidad determinada de base (o ácido) de concentración conocida.
- Utilizando un indicador, un compuesto cuyo color varía con el pH.
- Midiendo el potencial eléctrico que se origina en ciertos electrodos especiales sumergidos en la disolución. (35)

El grado de acidez o basicidad de una solución se puede describir en forma total y conveniente expresando su valor de pH.

Si el pH es siete, la solución es neutra; $\text{pH} = 7$.

Si el pH es inferior a siete, la solución es ácida; $\text{pH} < 7$.

Si el pH es superior a siete, la solución es básica; $\text{pH} > 7$.

En general el símbolo “p” delante de un símbolo significa “logaritmo negativo del símbolo”, es el moderador de $-\log$. (1)

3.3 FLOR

La flor es la estructura reproductiva característica de ciertas plantas (Angiospermas) (23). La función de una flor es proteger los órganos sexuales, atraer a los insectos con los insectos con lo que favorece la polinización, y por tanto, el proceso de fecundación (7). (Ver figura No. 1)



Figura No. 1. Fotografía de una flor.

3.3.1 Partes de la flor.

La flor es siempre una rama terminal que consiste en un tallo modificado ⁽²³⁾.

1. Los **sépalos**, que envuelven el capullo, son las piezas más externas.
2. Los **pétalos** son hojas de colores llamativos que atraen visualmente a los agentes polinizadores, tanto por el color como el olor segregado por ciertas glándulas ⁽⁴⁰⁾. El conjunto de los pétalos constituye la **corola**.
3. Los **estambres** son hojas muy modificadas portadoras de órganos masculinos ⁽²³⁾. El verticilo y el androceo, agrupan varios estambres, que producen en las anteras polen necesario para la reproducción ⁽³⁷⁾.
4. Las hojas más superiores y más pegadas al eje son los **carpelos**. Éstas son portadoras de órganos femeninos, llamados **óvulos** (o primordios seminales), de los que derivarán, tras la fertilización, la semilla.

Los carpelos pueden formar uno o más órganos llamados **ovarios**. El conjunto de los carpelos se llama **gineceo** ⁽²³⁾. (Ver figura No. 2)

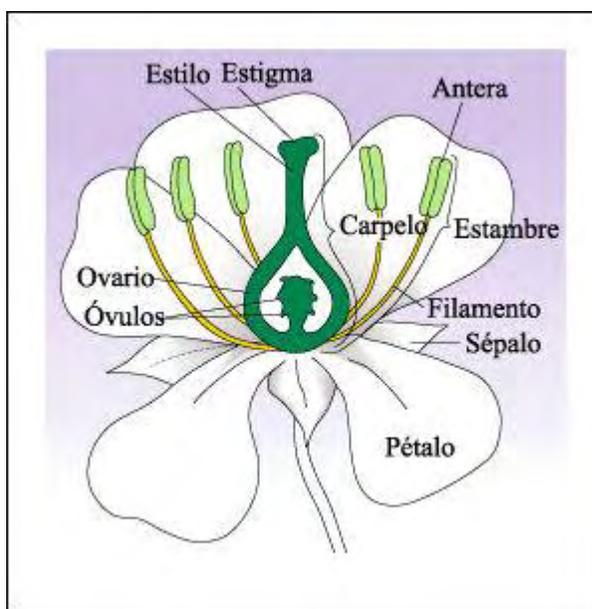


Figura No. 2. Estructura de una flor.

Las plantas superiores sintetizan una amplia variedad de compuestos fitoquímicos, durante su crecimiento y desarrollo, tales como: Alcaloides, Glicósidos Antraquinónicos, Glicósidos Cardiotónicos, Glicósidos Flavonoides, Glicósidos Saponínicos, Sesquiterpenlactonas, Taninos y Aceites esenciales.

La presencia o ausencia de estas sustancias varía según la especie floral ⁽⁷⁾.

3.3.2 El color de las flores.

Las flores deben su color a dos tipos de pigmentos: los **pigmentos liposolubles** contenidos en los cromoplastos y **pigmentos hidrosolubles** contenidos en las vacuolas de las células epidérmicas de los pétalos. Casi todos los tonos azules y púrpuras se deben a pigmentos vacuolares llamados antocianinas. Éstos cambian de color en función del grado de acidez o alcalinidad y del tipo exacto de antocianinas: si la solución vacuolar es básica, el color es azul; si es neutra, vira a 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. El color blanco de los pétalos se debe a la presencia de diminutas bolsas de aire entre las células que los forman ⁽⁴⁰⁾.

Las flores 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 Acido-Base de origen natural; esto es debido a que sintetizan una amplia variedad de compuestos

fenólicos durante su crecimiento y desarrollo, entre ellos podemos mencionar a los Flavonoides (7).

3.3.3 Clasificación científica (23):



Figura No.3. *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica)

Nombre Común: ROSA DE JAMAICA

Nombre Científico: **Hibiscus sabdariffa**

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malvales

Familia: Malvaceae

Descripción.

La rosa de Jamaica es un arbusto anual nativo del África tropical, aunque debido a sus propiedades se cultiva con éxito en América del Sur y América Central ⁽²⁵⁾; en El Salvador se siembra en la zona de Guazapa, sin embargo, la mayor parte de ésta es importada de Guatemala.

La rosa de Jamaica es una planta herbácea que puede alcanzar de 3 a 5 metros de altura.

Las hojas, tienen unos 15 cm de longitud, alternas en el tallo, y las flores de color rojo en la base, aunque lo más destacable de la planta es el cáliz, carnoso y de un color rojo intenso ⁽²⁵⁾.

Esta planta contiene dos pigmentos coloridos: la hibiscina y la gosipitina ⁽⁴⁵⁾.

Es propia de climas secos subtropicales, matorrales espinosos, terreno húmedo, suelo arenoso-arcilloso, rico en materia orgánica ⁽⁴⁴⁾.

Principios Activos.

Abundantes ácidos orgánicos (15-30%): hibíscico (lactona del ácido hidroxicítrico), málico, cítrico, tartárico, ascórbico. Antocianósidos (1-2%): hibiscina, delphinidina. Fitosteroles, pectina. Polisacáridos neutros (arabinanos, arabinogalactanos). (19).

La rosa de Jamaica se conoce por diferentes nombres nativos o locales tales como: Karkade, roselle, sorrel, Guinea sorrel, rosa de Jamaica, Jamaica, Agrio de Guineo, quetmia ácida y viña, por sólo mencionar algunos.

Existen diferentes variedades.

Se le cultiva principalmente por sus hojas, cálices carnosos, semillas y fibra; sin embargo, el mayor interés comercial se centra en su flor debido a su potencial farmacéutico y alimenticio (48).

3.4 FRUTO

El fruto es el ovario maduro y desarrollado.

En condiciones naturales, el fruto suele formarse una vez que ha tenido lugar la fecundación del óvulo, pero en muchas plantas, el fruto madura sin necesidad de fecundación (fenómeno llamado partenocarpia).

Los óvulos presentes en el interior de los ovarios fecundados se desarrollan y forman las semillas (20).

Cualquier que sea su origen y aspecto, el fruto cumple tres funciones importantes:

1. Contener y proteger a la semilla.
2. Contribuir a la dispersión de la semilla.
3. Atraer animales que dispersas las semillas ⁽²⁴⁾.

(Ver figura No. 4)



Figura No. 4. Fotografía de fruto compuesto, formado por muchas drupas.

3.4.1 Estructura del fruto.

Al madurar, las paredes del ovario se desarrollan y forman el pericarpio, constituido por 3 capas:

1. **Epicarpio:** suele ser una simple película epidérmica. Proviene de la capa externa del ovario, originada por la epidermis inferior de la hoja carpelar.
2. **Mesocarpio:** proviene de la capa media del ovario, originada por el mesófilo de la hoja carpelar.
3. **Endocarpio:** proviene de la capa interna del ovario, originada por la epidermis superior de la hoja carpelar.

La semilla o las semillas, dispuestas dentro del pericarpio, constituyen en ciertos casos la totalidad de la porción comestible del fruto.

3.4.2 Clasificación de los frutos.

Para la adecuada clasificación de los frutos hay que tener en cuenta muchas características.

No obstante, es posible tener una buena aproximación a los distintos tipos de frutos observando: el número de carpelos, la consistencia y la dehiscencia ⁽²⁰⁾.

(Ver figura No. 5)

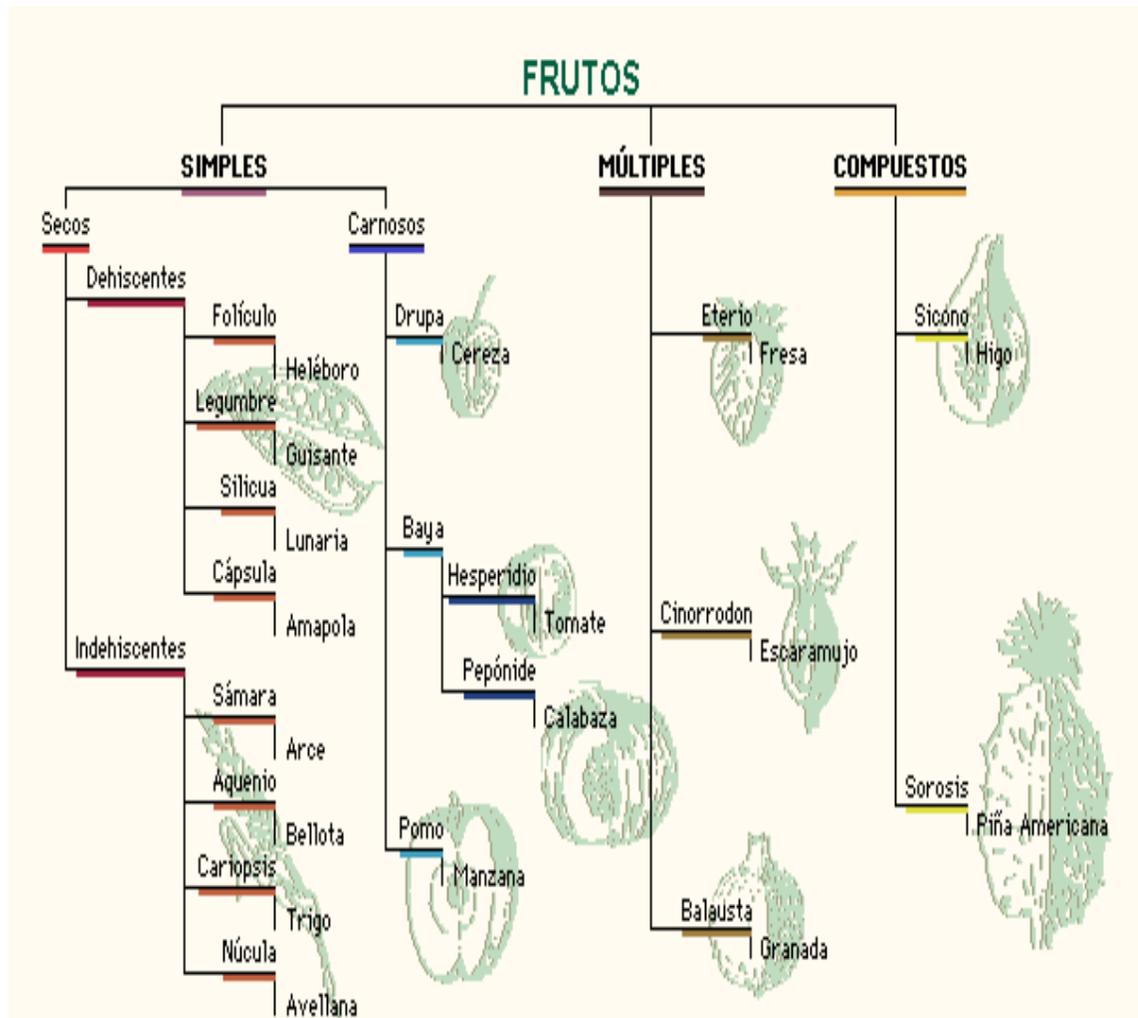


Figura No. 5. Tipos de fruto.

3.4.3 Clasificación Científica (24):



Figura No. 6. *Rubus fruticosus* (Mora)

Nombre Común: ZARZAMORA

Nombre Científico: **Rubus fruticosus**

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Descripción.

La zarzamora es un arbusto conocido desde la antigüedad ⁽³⁰⁾.

Las variedades cultivadas crecen en casi toda Europa, el norte de África y el sur de Asia. También ha sido introducida a América y Oceanía. La mayor parte de la mora que se introduce a nuestro país proviene de Guatemala, sin embargo se produce en pequeñas cantidades en las zonas altas de Morazán y del volcán de San Salvador ⁽²⁶⁾.

La zarzamora es un arbusto trepador que puede medir desde pocos centímetros a 2 ó 3 metros, suele tener el tallo arqueado y anguloso con espinas ganchudas, usualmente con 3 ó 5 hojas con borde dentado, de tamaño irregular y con frecuencia contiene espinas; con flores blancas o rosadas en racimos terminales, los frutos son primero verdes, después rojos y cuando maduran son de color negro reluciente ⁽⁴⁷⁾.

La zarzamora presenta una estructura compuesta: cada fruto está compuesto de numerosas drupas dispuestas alrededor de un núcleo fibroso ⁽⁴²⁾.

Es una planta muy invasiva y de crecimiento rápido que también puede multiplicarse vegetativamente generando raíces desde sus ramas. Puede colonizarse en un tiempo corto ⁽²⁶⁾.

El hábitat de la zarzamora es húmedo y sub húmedo templado.

La cosecha y el periodo de disponibilidad abarcan desde los meses de Mayo hasta Agosto ⁽³⁶⁾.

Principios Activos.

Los brotes tiernos de la zarza, así como las hojas son ricas en taninos.

La zarzamora contiene cantidad de glucósidos, vitamina C y ácidos cítricos, málico, oxálico y salicílico y contiene un elevado porcentaje de agua (alrededor del 80%) ⁽⁴⁷⁾. La zarzamora se conoce con diferentes nombres: zarza, zarzamora, artos, espino negro, zarzaneda, zarzón, barza, cambrón, cambronera, espina de vaca ⁽³⁴⁾.

De la planta se utiliza tanto las hojas, raíz y fruto para diversas finalidades ⁽¹²⁾.

3.5 RAIZ

La raíz es órgano de las plantas que típicamente esta debajo del suelo y se puede definir como la parte de la planta que no tiene hojas.

Desempeña varias funciones, entre ellas:

1. Absorber y conducir agua y minerales disueltos.
2. Acumular nutrientes.
3. Sujetar la planta al suelo.

La primera raíz de la planta, llamada radícula, se alarga cuando germina la semilla y forma la raíz primaria. Las raíces que se ramifican a partir de la primaria se llaman secundarias ⁽³⁸⁾.

3.5.1 Estructura de la raíz.

En la punta de cada raíz en crecimiento hay una cobertura cónica llamado **casco de la raíz**.

La superficie externa de la raíz es llamada **epidermis**. Células epidermales nuevas absorben agua del medio ambiente circundante y producen unos vellos o pelos radicales los cuales incrementan el área de absorción de agua de la célula epidermal. Los pelos radicales son muy delicados y generalmente tienen una vida corta de algunos días.

El proceso que las plantas utilizan para absorber agua del suelo se llama ósmosis.

Este proceso utiliza la mayor concentración de sal dentro de la raíz comparada con el contenido de sal del suelo para atraer agua hacia la raíz. Por esta razón las plantas tienen mucha dificultad para absorber agua salina.

Bajo la epidermis encontramos al **córtex** que comprende a la mayor parte de la raíz.

La función principal del córtex es la de almacenar almidón.

Los espacios intercelulares en el córtex permiten el aireamiento de las células, lo cual es muy importante para la respiración.

La **endodermis** es una capa delgada formada por células pequeñas y se encuentra en la parte más interior del córtex, alrededor del tejido vascular ⁽⁵²⁾.

Las raíces de acuerdo al medio donde se desarrollan pueden ser:

- a) aéreas
- b) acuáticas
- c) terrestres

Las raíces de muchas plantas son comestibles y contienen cantidades considerables de sustancias nutritivas ⁽³⁸⁾ (Ver figura No. 7)

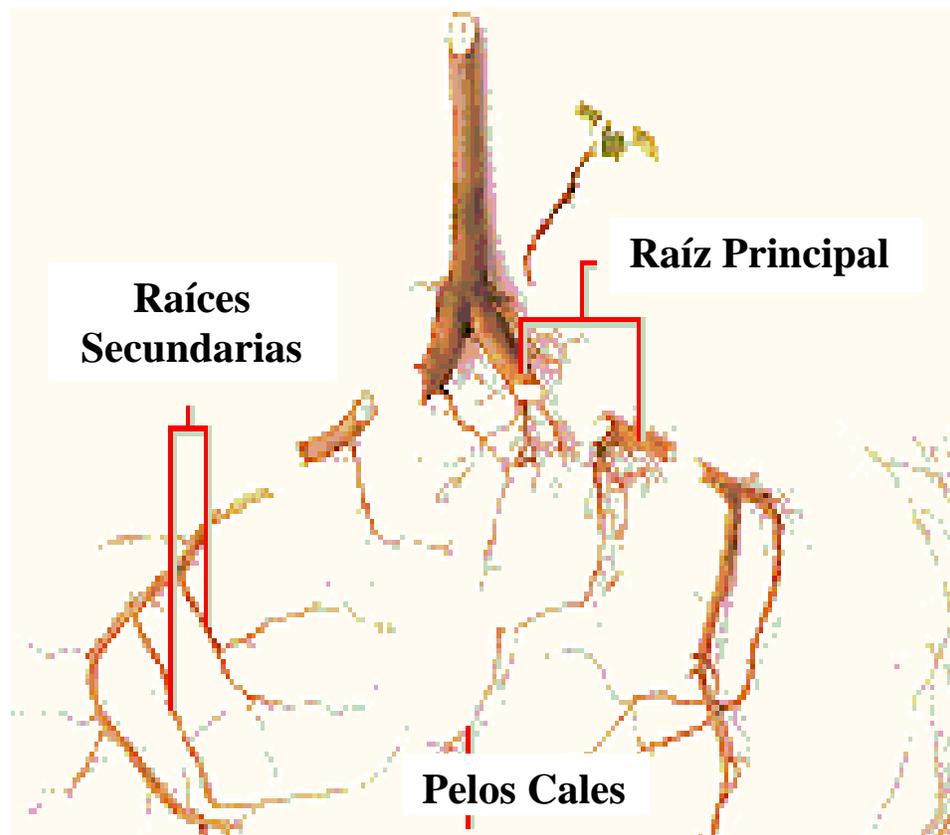


Figura No. 7. Partes de la Raíz

3.5.2 Clasificación Científica ⁽⁵³⁾:



Figura No. 8. *Beta vulgaris* (Remolacha)

Nombre Común: Remolacha

Nombre Científico: **Beta vulgaris**

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Caryophyllales

Familia: Chenopodiaceae

Descripción.

La remolacha es una planta originaria de la zona costera del norte de África.

A lo largo de los años, el cultivo de la remolacha fue creciendo y mejorando. En la actualidad, su consumo está muy difundido y es cultivada en todas partes del mundo ⁽⁴⁹⁾. La remolacha que se consume en el país se produce en Guatemala.

Las partes comestibles de esta planta son las hojas y la raíz.

Existen numerosas variedades de la especie de las cuales algunas se emplean para la alimentación humana, como pienso para ganado y otras para la producción de azúcar ⁽⁵³⁾.

La remolacha se trata de una raíz casi esférica de forma globosa, aunque puede variar la forma así como su color y este se debe a dos pigmentos presentes que son: la betacianina y la betaxantina ⁽²⁷⁾. Tiene flores poco llamativas y hermafroditas.

La fecundación es generalmente cruzada, porque sus órganos masculinos y femeninos maduran en épocas diferentes ⁽³⁵⁾.

La remolacha se siembra directamente y su período vegetativo se extiende entre los 80 y 140 días ⁽⁵³⁾.

Los suelos profundos con un pH alrededor de 7, con elevada capacidad de retención de agua, poca tendencia a formar costra y buena aireación son las convenientes para la remolacha, ésta no es muy exigente con los nutrientes del suelo.

La remolacha está disponible durante todo el año ⁽³⁵⁾.

Principios Activos.

La remolacha contiene yodo, sodio y potasio, importantes cantidades de vitamina C en las raíces. Las hojas son fuente excelente de vitamina A, además contiene fósforo, proteína, ácido fólico y fibra, además abunda el betacaroteno y el hierro.

La remolacha es una de las hortalizas más ricas en azúcares dentro de la cual encontramos la sacarosa. También son muy ricas en almidón ⁽⁴⁹⁾.

La remolacha se conoce como acelga blanca, betarava, betarraga, beterava, betarraga y betabel.

Esta planta es muy utilizada por sus propiedades terapéuticas, así como también en la industria ⁽³⁴⁾.

CAPITULO IV
DISEÑO METODOLÓGICO

4.0 METODOLOGIA

4.1 TIPO DE ESTUDIO

Prospectivo, debido a que esta investigación puede utilizarse para análisis posteriores. Experimental y analítico porque se realizaron ensayos y pruebas analíticas a las especies vegetales en estudio.

4.2 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA.

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 de Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.
- Biblioteca del Jardín Botánico del Plan La Laguna, Antiguo Cuscatlán.
- Internet.

4.3 INVESTIGACION DE CAMPO.

4.3.1 UNIVERSO. Especies vegetales que contienen flavonoides.

4.3.2 TIPO DE MUESTREO.

El tipo de muestreo que se utilizó fue de tipo puntual dirigido, debido a que se utilizaron las flores de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), la raíz de *Beta*

vulgaris (Remolacha) y el fruto de *Rubus fruticosus* (Mora) que cumplieron el requisito de encontrarse en buen estado para la realización de los análisis.

4.3.3 PUNTO DE MUESTREO.

Mercado Central de San Salvador.

4.3.4 TAMAÑO DE LA MUESTRA

Se recolectaron aproximadamente 300 g de cada una de las especies en estudio: flor de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), la raíz de *Beta vulgaris* (Remolacha) y el fruto de *Rubus fruticosus* (Mora).

4.4 PARTE EXPERIMENTAL

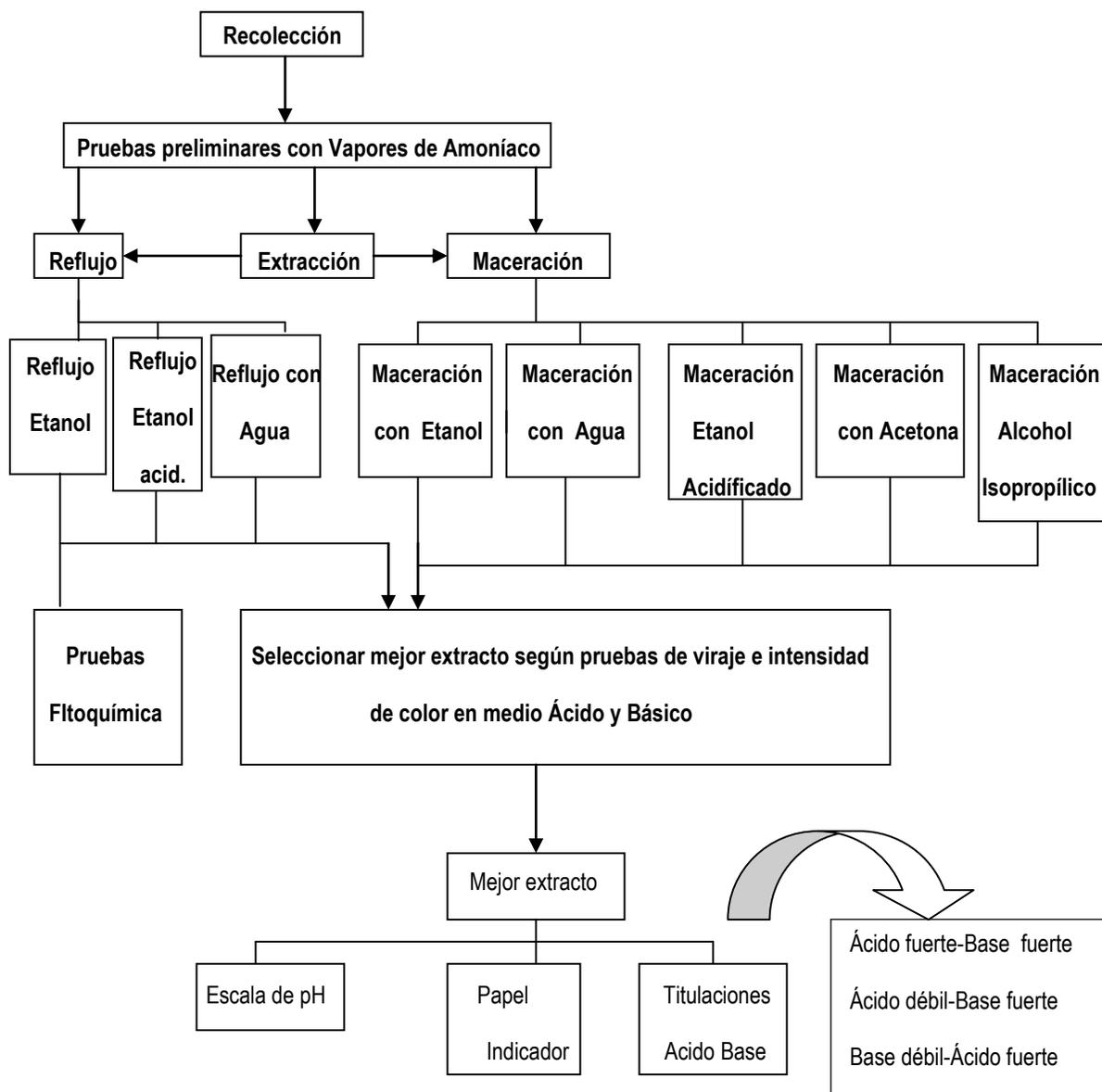


Figura No. 9. Esquema del método de extracción.

4.4.1 PROCESO DE EXTRACCION.

Pesar 20.0 g de la especie vegetal en estudio, para cada una de las extracciones:

- Reflujo con Agua
- Reflujo con Etanol al 96 %
- Reflujo con Etanol al 96 % levemente acidificado con Ácido Tartárico.
- Maceración con Acetona
- Maceración con Agua.
- Maceración con Alcohol Isopropílico
- Maceración con Etanol al 96 %
- Maceración con Etanol al 96 % levemente acidificado con Acido Tartárico.

a. Reflujo con agua.

1. Armar el aparato Soxhlet.

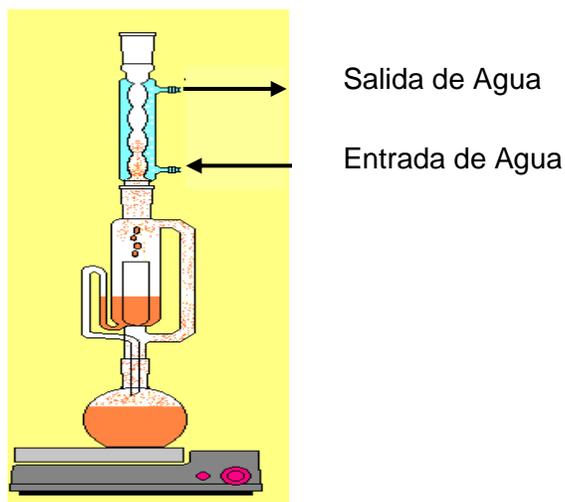


Figura No. 10. Equipo Soxhlet (22)

2. Pesar 20.0 g de muestra de la especie vegetal en estudio en balanza granataria.
3. Colocar la muestra en el cartucho de extracción de porosidad media e introducir en el percolador y adicionar en el matraz de destilación 250.0 mL de agua destilada.
4. Proporcionar calor por medio de un Hot plate.
5. Dejar reflujar por 1 hora.
6. Recibir el extracto en un vaso de precipitado de 250.0 mL.
7. Envasar el extracto en un frasco plástico de color blanco de boca ancha.
8. Rotular y almacenar en un lugar fresco y protegido de la luz.

b. Reflujo con etanol al 96 %.

1. Armar aparato Soxhlet. (Ver figura No. 10)
2. Pesar 20.0 g de muestra de la especie vegetal en estudio en balanza granataria.
3. Colocar la muestra en el cartucho de extracción de porosidad media e introducir en el percolador y adicionar en el matraz de destilación 250.0 mL de Etanol al 96%.
4. Proporcionar calor por medio de un Hot plate.
5. Dejar reflujar por 1 hora.
6. Recibir el extracto en un vaso de precipitado de 250.0 mL.
7. Envasar el extracto en un frasco plástico de color blanco de boca ancha.
8. Rotular y almacenar en un lugar fresco y protegido de la luz.

c. Reflujo con Etanol al 96 % levemente acidificado con Acido Tartárico pH 5.

1. Armar aparato Soxhlet. (Ver figura No. 10)
2. Pesar 20.0 g de muestra de la especie vegetal en estudio en balanza granataria.
3. Colocar la muestra en el cartucho de extracción de porosidad media e introducir en el percolador y adicionar en el matraz de destilación 250.0 mL de Etanol al 96% levemente acidificado con ácido tartárico pH 5.
4. Proporcionar calor por medio de un Hot plate.
5. Dejar reflujar por 1 hora.
6. Recibir el extracto en un vaso de precipitado de 250.0 mL.
7. Envasar el extracto en un frasco plástico de color blanco de boca ancha.
8. Rotular y almacenar en un lugar fresco y protegido de la luz.

(Ver figura No.11)



Figura No. 11. Reflujo de etanol levemente acidificado de *Beta vulgaris* (Remolacha), *Rubus fruticosus* (Mora) e *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica).

d. Maceración con Acetona

1. Pesar 20.0 g de muestra de la especie vegetal en estudio en balanza granataria.
2. Colocar la muestra en un frasco plástico color blanco de boca ancha y adicionar 250.0 mL de acetona.
3. Tapar el envase y agitar suavemente.
4. Dejar macerar por un tiempo de 24 horas a temperatura ambiente y protegido de la luz.
5. Filtrar sobre papel y recibir el filtrado en un vaso de precipitado de 250.0 mL.
6. Envasar, rotular y almacenar.

e. Maceración con Agua

1. Pesar 20.0 g de muestra de la especie vegetal en estudio en balanza granataria.
2. Colocar la muestra en un frasco plástico color blanco de boca ancha y adicionar 250.0 mL de agua destilada.
3. Tapar el envase y agitar suavemente.
4. Dejar macerar por un tiempo de 24 horas a temperatura ambiente y protegido de la luz.
5. Filtrar sobre papel y recibir el filtrado en un vaso de precipitado de 250.0 mL.
6. Envasar, rotular y almacenar.

f. Maceración con Alcohol Isopropílico

1. Pesar 20.0 g de muestra de la especie vegetal en estudio en balanza granataria.
2. Colocar la muestra en un frasco plástico color blanco de boca ancha y adicionar 250.0 mL de alcohol isopropílico.
3. Tapar el envase y agitar suavemente.
4. Dejar macerar por un tiempo de 24 horas a temperatura ambiente y protegido de la luz.
5. Filtrar sobre papel y recibir el filtrado en un vaso de precipitado de 250.0 mL.
6. Envasar, rotular y almacenar.

g. Maceración con Etanol al 96 %

1. Pesar 20.0 g de muestra de la especie vegetal en estudio en balanza granataria.
2. Colocar la muestra en un frasco plástico color blanco de boca ancha y adicionar 250.0 mL de solución de Etanol al 96%.
3. Dejar macerar por un tiempo de 24 horas a temperatura ambiente y protegido de la luz.
4. Filtrar sobre papel y recibir el filtrado en un vaso de precipitado de 250.0 mL.
5. Envasar, rotular y almacenar.

h. Maceración con Etanol al 96 % levemente acidificado con Acido Tartárico pH 5.

1. Pesar 20.0 g de muestra de la especie vegetal en estudio en balanza granataria.
2. Colocar la muestra en un frasco plástico color blanco de boca ancha y adicionar 250.0 mL de solución de Etanol levemente acidificado con Ácido tartárico pH 5.
3. Dejar macerar por un tiempo de 24 horas a temperatura ambiente y protegido de la luz.
4. Filtrar sobre papel y recibir el filtrado en un vaso de precipitado de 250.0 mL.
5. Envasar, rotular y almacenar.

4.4.2 PRUEBAS FITOQUIMICAS PARA IDENTIFICAR FLAVONOIDES

a. Prueba de Shinoda o de la Cianidina.

1. Tomar 10.0 mL del extracto seleccionado y concentrar hasta 5.0 mL, a dicho concentrado adicionar una lámina de Magnesio metálico de 2.0 cm de largo y 0.3 cm de ancho y 1.0 mL de Acido Clorhídrico concentrado. Se desarrolla una coloración roja intensa.

b. Identificación preliminar de Antocianinas con Vapores de Amoniaco

1. Dentro de una Cámara de Extracción de Vapores, medir 5.0 mL de Amoniaco con una probeta de 10.0 mL y transferirlo a un vaso de precipitado de 10.0 mL.
2. Colocar sobre el vaso de precipitado 2.5 g de la especie vegetal en estudio sobre un vidrio de reloj.
3. Reposar por 15 minutos.
4. Observar coloración.

c. NaOH

1. Tomar 10.0 mL del extracto seleccionado de la especie vegetal en estudio, concentrar hasta 5.0 mL y adicionar 1.0 mL de NaOH. Observar coloración verde.

4.4.3 ESCALA DE pH

a. Prueba presuntiva

Procedimiento:

1. Transferir 5.0 mL de Acido Clorhídrico 0.1 M a un set de ocho vasos de precipitado de 10.0 mL, rotulados respectivamente según el extracto.
2. Transferir 5.0 mL de Hidróxido de Sodio 0.1 M a un segundo set de ocho vasos de precipitados de 10.0 mL, rotulados 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 vasos de precipitados que contiene la solución de Acido Clorhídrico 0.1 M y de Hidróxido de Sodio 0.1 M respectivamente.
4. Observar la intensidad y viraje de color en cada una de las soluciones.
5. Luego de observar el viraje y la intensidad de la prueba anterior, proceder a la elaboración de la escala de pH.

b. Escala de pH

Procedimiento:

1. Preparar las soluciones Búffers a diferentes pH (1-13).
2. Medir y transferir 10.0 mL de cada solución Búffer por medio de una pipeta volumétrica de 10.0 mL a un set de trece tubos de ensayo con tapón de rosca, respectivamente rotulados del 1 al 13.

3. Adicionar 5.0 mL del extracto seleccionado de la especie vegetal en estudio con pipeta volumétrica de 5.0 mL a cada uno de los tubos de ensayo que contienen la solución Buffer a diferentes pH.
4. Tapar, agitar y dejar reposar por cinco segundos.
5. Colocar los set de trece tubos de ensayo frente a una lámpara de luz blanca y observar el viraje de color frente a diferentes valores de pH.

4.4.4 PAPEL INDICADOR

Procedimiento:

1. Recortar tiras de papel filtro con 0.5 cm de ancho y 5.0 cm de largo.
2. Transferir a un vaso de precipitado de 100.0 mL, 25.0 mL del extracto etanólico levemente acidificado de la especie vegetal en estudio.
3. Colocar aproximadamente quince tiras de papel filtro dentro del vaso de precipitado, dejar impregnar por una hora.
4. Sacar las tiras impregnadas del papel filtro y dejarlas secar sobre un vidrio de reloj a temperatura ambiente. (Ver figura No. 12)



Figura No. 12. Proceso de elaboración de papel indicador a partir del extracto etanólico levemente acidificado de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) y *Rubus fruticosus* (Mora).

Para comprobar el funcionamiento del papel indicador se realizó un ensayo que se describe a continuación:

1. Sobre un vidrio de reloj de 10 cm de diámetro colocar tres tiras de papel indicador elaborado con los extractos y numerar.
2. Sobre el papel No. 1 agregar una gota de Acido Clorhídrico 0.1 M, observar cambio de color.
3. Usar el segundo papel como referencia.
4. Al tercer papel adicionar una gota de Hidróxido de Sodio 0.1 M, observar cambio de color.

4.4.5 TITULACIONES ACIDO BASE

a. Titulaciones Ácido Fuerte (HCl 0.1 M) vrs Base fuerte (KOH 0.1 M).

1. Llenar la bureta de 25.0 mL con Hidróxido de Potasio 0.1 M.
2. Transferir 20.0 mL de Ácido Clorhídrico 0.1 M por medio de un pipeta volumétrica de 20.0 mL a un beaker de 400 mL.
3. Introducir el electrodo de vidrio calomel.
4. Adicionar 1.0 mL del extracto seleccionado de la especie vegetal en estudio, por medio de una pipeta volumétrica de 1.0 mL y agitar magnéticamente.
5. Tomar lectura del pH inicial.
6. Titular en volúmenes fraccionados de 5.0 mL hasta volúmenes de 15.0 mL, luego seguir titulando con volúmenes de 0.5 mL hasta completar un volumen total de 25.0 mL, observar el viraje de color y valor específico de pH en cada adición de titulante.

b. Titulaciones Ácido Débil (CH₃COOH 0.1 M) vrs Base Fuerte (KOH 0.1M)

1. Llenar la bureta de 25.0 mL con Hidróxido de Potasio 0.1 M.
2. Transferir 20.0 mL de Ácido Acético 0.1 M por medio de un pipeta volumétrica de 20.0 mL a un beaker de 400 mL.
3. Introducir el electrodo de vidrio calomel.
4. Adicionar 1.0 mL del extracto seleccionado de la especie vegetal en estudio, por medio de una pipeta volumétrica de 1.0 mL y agitar magnéticamente.

5. Tomar lectura del pH inicial.
6. Titular en volúmenes fraccionados de 5.0 mL hasta volúmenes de 15.0 mL, luego seguir titulando con volúmenes de 0.5 mL hasta completar un volumen total de 25.0 mL, observar el viraje de color y valor específico de pH en cada adición de titulante.

c. Titulaciones Ácido Fuerte (HCl 0.1 M) vrs Base Débil (Na₂CO₃ 0.1 M)

1. Llenar la bureta de 25.0 mL con Ácido Clorhídrico 0.1 M.
2. Transferir 20.0 mL de Carbonato de Sodio 0.1 M por medio de un pipeta volumétrica de 20.0 mL a un beaker de 400 mL.
3. Introducir el electrodo de vidrio calomel.
4. Adicionar 1.0 mL del extracto seleccionado de la especie vegetal en estudio, por medio de una pipeta volumétrica de 1.0 mL y agitar magnéticamente.
5. Tomar lectura del pH inicial.
6. Titular en volúmenes fraccionados de 5.0 mL hasta volúmenes de 15.0 mL, luego seguir titulando con volúmenes de 0.5 mL hasta completar un volumen total de 25.0 mL, observar el viraje de color y valor específico de pH en cada adición de titulante.

(Ver figura No. 13).

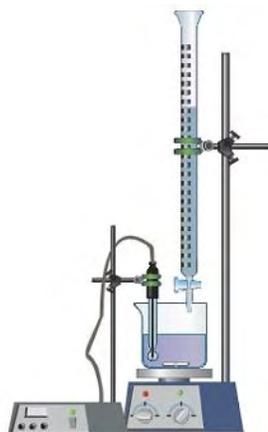


Figura No. 13. Equipo para titulación potenciométrica.

Nota: La marcha analítica detallada anteriormente se aplicó a las tres especies en estudio, es decir, flor de ***Hibiscus sabdariffa*** (Flor de jamaica), el fruto de ***Rubus fruticosus*** (Mora) y la raíz de ***Beta vulgaris*** (Remolacha).

ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS

- **EXTRACTOR SOXHLET** ⁽²²⁾

Es un tipo de material de vidrio utilizado para la extracción de compuestos, generalmente de naturaleza lipídica, contenidos en un sólido, a través de un solvente.

El condensador está provisto de una chaqueta de 100 mm de longitud, con espigas para la entrada y salida del agua de enfriamiento. El extractor tiene una capacidad, hasta la parte superior del sifón, de 10 mL; el diámetro interior del

extractor es de 20 mm y longitud de 90 mm. El matraz es de 500 mL de capacidad.

Esta conformado por un cilindro de vidrio, vertical de aproximadamente un pie de alto y una pulgada y media de diámetro. La columna está dividida en una cámara superior e inferior. La superior o cámara de muestra sostiene un sólido o polvo del cual se extraerán compuestos. La cámara de solvente, exactamente abajo, contiene una reserva de solvente orgánico, éter o alcohol.

Dos tubos vacíos, o brazos corren a lo largo, a un lado de la columna para conectar las dos cámaras. El brazo de vapor, corre en línea recta desde la parte superior de la cámara del solvente a la parte superior de la cámara del sólido. El otro brazo, para el retorno de solvente, describe dos U sobrepuestas, que llevan desde la cámara de la muestra hasta la cámara de solvente. El soxhlet funciona cíclicamente, para extraer las concentraciones necesarias de algún determinado compuesto.

Éste funciona de la siguiente forma: Cuando se evapora el solvente sube hasta el área donde es condensado; aquí, al caer y regresar a la cámara de solvente, va separando los compuestos, hasta que se llega a una concentración deseada. Esto puede ocasionar problemas con algunos compuestos, que con los ciclos llevan a un rompimiento.

- **MEDIDOR DE PH DIGITAL MODELO WTW PH 320** ⁽²⁹⁾

El medidor de pH digital modelo WTW pH 320 está diseñado con elementos electrónicos de estado sólido, y la pantalla LCD permite una fácil lectura, aún bajo condiciones ambientales de luz brillante. Este instrumento está diseñado para determinaciones de pH (manual), milivoltios (mV) y potenciales de oxidoreducción (ORP), las cuales son útiles para observar cambios particulares en diferentes sustancias que pueden relacionarse a los cambios de valores de pH.

PH-METRO

1. pH-METRO: Potenciómetro calibrado a un rango de milivoltios para mostrar unidades de pH para la medición de potenciales entre un electrodo de vidrio, rango de 0-14, lectura de salida digital con resolución, exactitud.

- Rango:

pH: 0.0 hasta 14.0

mV: -1,999 hasta +1,999

- Resolución/Presición:

pH: 0.01 + 0.01pH

mV: 1.0 + 1.0 mV.

- Compensación de temperatura: manual, desde 0 hasta 100°C.

Batería: 9 voltios, vida de batería: 2,000 horas.

Pantalla o visualizador: LCD de 4 dígitos, ½ pié de altura.

2. Electrodo: Sistema combinado de un electrodo de vidrio para censar iones H⁺ y un electrodo de referencia de voltaje estándar (Plata / Cloruro de Plata) contruidos como un electrodo simple.

3. Soluciones estándar: Tres soluciones para calibrar y establecer la pendiente del medidor de pH previo a la medición de:

- Soluciones estándar (CERTIPUR), pH 4, estándar a 25°C
- Soluciones estándar (CERTIPUR), pH 7, estándar a 25°C
- Soluciones estándar (CERTIPUR), pH 10, estándar a 25°C

CALIBRACIÓN

1. Conectar el electrodo de prueba del medidor de pH.
2. Presionar la llave ON/OFF del medidor de pH en la posición ON.
3. Sumergir el electrodo de ensayo en la solución búffer de pH 7.0.

4. Presionar la llave pH/mV para seleccionar el pH.
5. Ajustar el control de estandarización para poder leer un pH de 7.0 en la pantalla del instrumento.
6. Enjuagar el electrodo de ensayo con agua destilada y secarla con papel suave.
7. Sumergir el electrodo en una segunda solución búffer (pH 4.0 ó 10.0).
8. Ajustar el control de temperatura °C a la temperatura de la segunda solución búffer.
9. Permitir que se produzca una lectura estable, luego ajustar el control SLOPE al valor de la segunda solución búffer.
10. Enjuagar el electrodo con agua destilada.
11. Repetir el procedimiento anteriormente detallado, hasta que el medidor de pH lea los valores correctos para cada solución búffer.
12. Desechar y no reutilizar la muestra de solución búffer que se usó en la calibración. El medidor debe calibrarse cada día, usando dos búffer. Verifique con el búffer de pH 7.0 cada tres horas.

INDICACIONES DE MANEJO:

1. Pulsar la llave ON/OFF a la posición ON para encender el instrumento.
2. Pulsar la llave pH/mV hasta que en el panel se observe la indicación del modo de trabajo deseado.
3. La compensación de temperatura puede establecerse manualmente por ajuste del control de temperatura en °C en un rango de 0° hasta 100°C.
4. Para medir el pH, lavar el electrodo con agua destilada y sumergir la misma dentro de la solución a ser ensayada. Permitir que transcurran de 60-90 segundos para que las lecturas sean estables.
5. Registrar el pH de la muestra al punto más cercano al 0.1 de unidad de pH y la temperatura de la muestra ensayada.
6. Para medidas en mV o medidas del ORP, presionar la llave pH/mV hasta que el panel se muestre milivoltios. Verificar que la sonda del medidor este bien conectado, luego enjuagar el electrodo con agua destilada y secar. Sumergir el electrodo dentro de la muestra a ser medida. Permitir que las lecturas se estabilicen y tomar las lecturas correspondientes.

INDICACIONES OPERATIVAS:

1. Nunca permitir que la punta del electrodo se torne seca. El bulbo de vidrio del electrodo de ensayo debe mantenerse siempre humectado para una respuesta más rápida. Se suministra una cubierta de goma con la sonda para cubrir el bulbo de vidrio con solución. Remover la cubierta para usar el electrodo.
2. Si el extremo del electrodo esta seca y la cubierta de goma se ha dejado de lado, sumergir el electrodo en solución de Cloruro de Potasio (KCl) por 30 minutos o sumergir la sonda con agua corriente por un período de 2 horas.
3. Cuando el electrodo no este en uso, colocar la cubierta, la cual debe estar llena de solución, esta permitido el uso de agua corriente.
4. No usar, bajo ninguna circunstancia agua des-ionizada o destilada para el almacenaje.
5. El bulbo de vidrio es una parte muy sensible del electrodo y siempre debe mantenerse limpio. Enjuagar el electrodo con agua corriente o con agua destilada luego de su uso, secar y colocar el electrodo en su cubierta protectora para el almacenaje. Limpiar periódicamente el electrodo con un cepillo suave y un detergente suave.

6. Si no se dispone de solución de KCl o equivalente, use un búffer pH 4.0, 7.0 o agua corriente.

7. Si el medidor de pH muestra una respuesta lenta, si se producen lecturas inconsistentes o si no se puede establecer una calibración, podría ser necesario un reacondicionamiento del electrodo. El reacondicionamiento del electrodo se puede hacer por introducción del mismo en solución 0.1M del Ácido Clorhídrico (HCl), durante 10 minutos, seguidos de enjuague con agua y luego introducción del electrodo en solución 0.1M de Hidróxido de Sodio (NaOH) por otros 10 minutos y de nuevo enjuagar. Verificar que el electrodo responda a la calibración. Si el instrumento continúa operando inadecuadamente, sumergir la sonda sólo dos minutos en una solución de Bifloruro de Amonio al 10% (NH_4F - HF) y repetir el procedimiento de calibración. Reemplazar el electrodo si estas medidas no logran el reacondicionamiento.

CAPITULO V

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.0 RESULTADOS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

5.1 Resultados para pétalos de flor de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), fruto de *Rubus fruticosus* (Mora) y raíz de *Beta vulgaris* (Remolacha).

A. Proceso de Extracción para la obtención de indicadores Ácido-Base.

Para la realización de un método de extracción factible para la obtención de indicadores ácido-base, se utilizaron como solventes: acetona, agua, alcohol isopropílico, etanol al 96% y etanol al 96% levemente acidificado con ácido tartárico pH 5, utilizando el percolador Soxhlet (ver figura 10) y la maceración como métodos de extracción, dando como resultado ocho extractos diferentes para cada uno de las especies en estudio cuyas intensidades de color varían según la siguientes figuras:



Figura No. 14. Extractos obtenidos con diferentes solventes: M.E.L.A., M.E., M.A., M.A.I., M.AC. de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica). (Ver cuadro de abreviaturas)



Figura No. 15. Extractos obtenidos con diferentes solventes: M.E.L.A., M.E., M.A., M.A.I., M.AC. de *Rubus fruticosus* (Mora). (Ver cuadro de abreviaturas)



Figura No. 16. Extractos obtenidos con diferentes solventes: M.E.L.A., M.E., M.A., M.A.I., M.AC. de *Beta vulgaris* (Remolacha). (Ver cuadro de abreviaturas)



Figura No. 17. Extractos obtenidos por Reflujo con agua de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), *Rubus fruticosus* (Mora) y *Beta vulgaris* (Remolacha).



Figura No. 18. Extractos obtenidos por Reflujo con etanol al 96% levemente acidificado con ácido tartárico pH 5, de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), *Rubus fruticosus* (Mora) y *Beta vulgaris* (Remolacha).



Figura No. 19. Extractos obtenidos por Reflujo con etanol al 96% de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), *Rubus fruticosus* (Mora) y *Beta vulgaris* (Remolacha).

CUADRO No.1 Extractos de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), *Rubus fruticosus* (Mora) y *Beta vulgaris* (Remolacha) e intensidad de color.

EXTRACTO	INTENSIDAD DE COLOR SEGÚN ESPECIE		
	Flor de Jamaica	Mora	Remolacha
R.A.	Ocre	Rojo intenso	Rojo
R.E.	Ocre	Rojo intenso	Anaranjado
R.E.L.A.	Ocre	Rojo intenso	Anaranjado
M.A.	Ocre	Rosado	Anaranjado
M.E.	Ocre	Rosado	Anaranjado
M.AC.	Rosado	Rosado	Rosado pálido
M.E.L.A.	Ocre	Rosado	Anaranjado
M.A.I.	Rojo	Rosado	Anaranjado tenue

* Ver cuadro de abreviaturas

Los ocho extractos obtenidos con los diferentes solventes para cada una de las especies vegetales en estudio presentaron diferentes intensidades de color, siendo los extractos obtenidos por reflujo con agua, etanol al 96% y etanol al 96% levemente acidificado con ácido tartárico pH 5 los que más intensidad de color presentaron, de ellos se eligió el extracto etanólico levemente acidificado por reflujo para la realización de las pruebas posteriores.

En el momento de la filtración para cada una de las extracciones, se observó que para el reflujo con etanol al 96% y etanol al 96% levemente acidificado con ácido tartárico pH 5 los pétalos de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) no presentaron decoloración completa en cambio el fruto de *Rubus fruticosus* (Mora) y la raíz de *Beta vulgaris* (Remolacha) si se decoloraron completamente.

.B. Pruebas fitoquímicas para identificar Flavonoides presentes en los pétalos de la flor de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), fruto de *Rubus fruticosus* (Mora) y raíz de *Beta vulgaris* (Remolacha) obtenido por el método de percolación Soxhlet.

- **PRUEBAS FITOQUIMICAS**

Los resultados obtenidos para *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) *Rubus fruticosus* (Mora) y *Beta vulgaris* (Remolacha) son los siguientes:



Figura No. 20. Resultados después de exposición con Vapores de Amoníaco de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), *Beta vulgaris* (Remolacha) y *Rubus fruticosus* (Mora) respectivamente.



Figura No.21. Resultados obtenidos en la Prueba de Shinoda para *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), *Beta vulgaris* (Remolacha) y *Rubus fruticosus* (Mora) respectivamente.



Figura No.22. Resultados obtenidos en la Prueba con NaOH para *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), *Beta vulgaris* (Remolacha) y *Rubus fruticosus* (Mora) respectivamente.

CUADRO No. 2. Resultados de Pruebas Fitoquímicas del extracto etanólico levemente acidificado con ácido tartárico pH 5 de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), *Rubus fruticosus* (Mora) y *Beta vulgaris* (Remolacha).

ESPECIE	VAPORES DE AMONIACO	HIDROXIDO DE SODIO	SHINODA O CIANIDINA
Flor de Jamaica	+	+	+
Mora	+	+	+
Remolacha	+	+	+

(+)= positivo

De acuerdo a los resultados obtenidos de las pruebas fitoquímicas realizadas al extracto etanólico levemente acidificado con ácido tartárico de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), *Rubus fruticosus* (Mora) y *Beta vulgaris* (Remolacha) se determinó la presencia de Flavonoides ya que todas las pruebas para su identificación fueron positivas.

C. Elaboración de una escala de pH a partir de los extractos obtenidos.

- **PRUEBA DE VIRAJE DE COLOR**

Para la elaboración de la escala de pH de los extractos obtenidos de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), *Rubus fruticosus* (Mora) y *Beta vulgaris* (Remolacha), fue necesario llevar a cabo una prueba preliminar para observar el viraje de color e intensidad de cada una de las extracciones frente a soluciones ácidas y básicas; obteniéndose los siguientes resultados:



Figura No. 23. Viraje e intensidad de color de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) ante HCl 0.1 M e NaOH 0.1 M.

1. M.A., 2. M.E., 3. M.E.L.A., 4. M.A.I., 5. M.AC., 6. R.E., 7. R.A., 8. R.E.L.A. (Ver cuadro de abreviaturas)

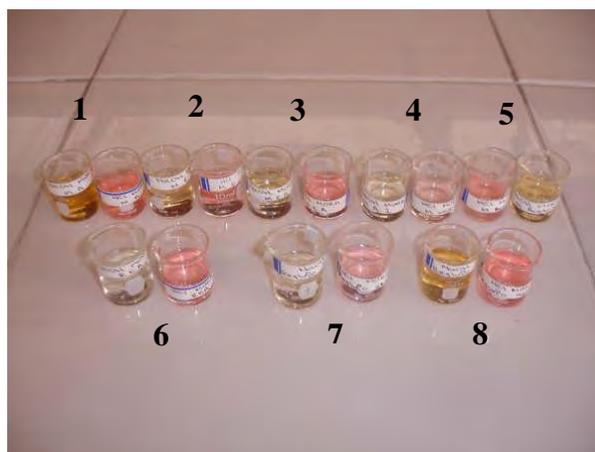


Figura No. 24. Viraje e intensidad de color de *Rubus fruticosus* (Mora) ante HCl 0.1 M e NaOH 0.1 M.

1. M.A., 2. M.E., 3. M.E.L.A., 4. M.A.I., 5. M.AC., 6. R.E.L.A., 7. R.E., 8. R.A. (Ver cuadro de abreviaturas)



Figura No. 25. Viraje e intensidad de color de *Beta vulgaris* (Remolacha) ante HCl 0.1 M e NaOH 0.1 M.

1. M.E., 2. M.E.L.A., 3. M.A.I., 4. M.A., 5. M.AC., 6. R.E., 7. R.A., 8. R.E.L.A. (Ver cuadro de abreviaturas)

CUADRO No.3 Extractos obtenidos de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) *Rubus fruticosus* (Mora) y *Beta vulgaris* (Remolacha), frente a Ácido Clorhídrico 0.1M e Hidróxido de Sodio 0.1M.

EXTRACTO	MEDIO ACIDO HCl 0.1 M			MEDIO BASICO NaOH 0.1 M		
	Flor de Jamaica	Mora	Remolacha	Flor de Jamaica	Mora	Remolacha
R.A.	Rosado	Rosado fuerte	Incoloro	Verde oscuro	Amarillo	Amarillo
R.E.	Rosado	Rosado tenue	Rosado muy tenue	Verde	Incoloro	Amarillo muy tenue
R.E.L.A.	Rosado	Rosado tenue	Incoloro	Amarillo verdoso	Incoloro	Incoloro
M.A.	Rojo	Rosado fuerte	Incoloro	Verde oscuro	Amarillo fuerte	Amarillo tenue
M.AC.	Rojo	Rosado	Rosado	Verde	Amarillo	Amarillo
M.A.I.	Rosado tenue	Rosado muy tenue	Rosado muy tenue	Amarillo verdoso	Amarillo muy tenue	Incoloro
M.E.	Rosado	Rosado tenue	Rosado muy tenue	Verde	Amarillo tenue	Amarillo muy tenue
M.E.L.A.	Rosado	Rosado tenue	Rosado muy tenue	Verde oscuro	Amarillo tenue	Incoloro

(Ver cuadro de abreviaturas)

Al observar el viraje y la intensidad de color de cada uno de los extractos obtenidos de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), *Rubus fruticosus* (Mora) y *Beta vulgaris* (Remolacha) frente a una solución ácida y básica, se observó que el extracto obtenido por reflujo con etanol levemente acidificado con ácido tartárico pH 5 presentó mayor intensidad de color en comparación con el resto de los extractos.

- **ESCALA DE pH**

Después de haber observado el viraje de color y su intensidad en la prueba preliminar, se elaboró una escala de pH a partir del extracto etanólico levemente acidificado con ácido tartárico pH 5 de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), *Rubus fruticosus* (Mora) y *Beta vulgaris* (Remolacha) obteniéndose los siguientes resultados:



Figura No.26. Escala de pH obtenida de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica).



Figura No. 27. Escala de pH obtenida de *Rubus fruticosus* (Mora).



Figura No.28. Escala de pH obtenida de *Beta vulgaris* (Remolacha).

CUADRO No. 4. Variación de color frente a diferentes valores de pH del extracto etanólico levemente acidificado con ácido tartárico pH 5 de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), *Rubus fruticosus* (Mora) y *Beta vulgaris* (Remolacha).

pH	COLORACION SEGÚN ESPECIE VEGETAL		
	FLOR DE JAMAICA	MORA	REMOLACHA
1	Rojo fuerte	Rosado fuerte	Anaranjado
2	Rojo	Rosado fuerte	Anaranjado
3	Rojo tenue	Rosado tenue	Anaranjado
4	Rosado fuerte	Rosado tenue	Anaranjado
5	Rosado fuerte	Rosado muy tenue	Anaranjado
6	Rosado tenue	Rosado muy tenue	Anaranjado
7	Rosado amarillento	Rosado muy tenue	Anaranjado
8	Amarillo	Rosado muy tenue	Anaranjado
9	Amarillo	Rosado muy tenue	Anaranjado tenue
10	Amarillo	Rosado muy tenue	Anaranjado tenue
11	Amarillo verdoso	Morado tenue	Rosado muy tenue
12	Amarillo verdoso	Morado	Verde tenue
13	Verde	Verde oscuro	Verde

A diferentes valores de pH se observó la variación de color del extracto etanólico levemente acidificado con ácido tartárico pH 5 de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) y de *Rubus fruticosus* (Mora) cuyo comportamiento se debe a la inestabilidad del ión flavilio a diferentes valores de pH. Cambio que no se observó con la *Beta vulgaris* (Remolacha), ya que no sufrió ninguna variación al encontrarse en medios de diferentes pH por lo que no puede ser utilizado como fuente de Indicador Acido-Base.

- **ELABORACION DE PAPEL INDICADOR**

Para la elaboración de papel indicador se utilizó el extracto etanólico levemente acidificado con ácido tartárico pH 5 de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), *Rubus fruticosus* (Mora), descartándose el extracto etanólico levemente acidificado con ácido tartárico pH 5 de *Beta vulgaris* (Remolacha) debido a que este no presento variación de color a diferentes valores de pH.



Figura No.29. Papel indicador obtenido en proceso de secado de *Rubus fruticosus* (Mora) e *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica).

Para comprobar su acción indicadora se adicionó una solución ácida de HCl 0.1M y una solución básica de NaOH 0.1M, con el objetivo de observar el viraje de color que presentaba dicho papel frente a la respectiva sustancia. El resultado obtenido se muestra en la siguiente figura:

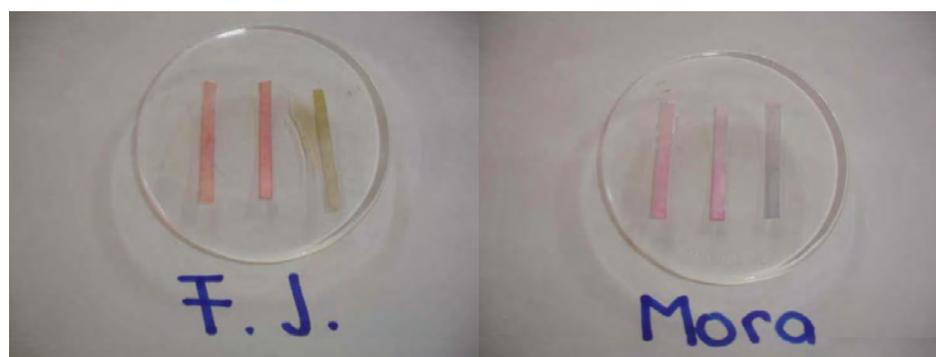


Figura No.30. Viraje de color de papel indicador de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) y *Rubus fruticosus* (Mora) frente a un ácido y una base.

CUADRO No 5. Comportamiento de papel indicador obtenido de extracto etanólico levemente acidificado de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) y *Rubus fruticosus* (Mora) frente a un ácido y una base.

ESPECIE	pH Inicial	COLORACION		
		MEDIO ACIDO	MEDIO NEUTRO	MEDIO BASICO
Flor de Jamaica	6	Rosado cereza	Rosado	Verde
Mora	6	Rosado tenue	Rosado	Azul

Durante la elaboración de Papel indicador se observó que el papel filtro utilizado logró absorber fácilmente el color del extracto etanólico levemente acidificado

con ácido tartárico de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) y *Rubus fruticosus* (Mora) aunque en el proceso de secado se pudo observar que el color de cada tira de papel indicador obtenido no era totalmente uniforme, por lo que la variación de color del papel indicador frente a una solución ácida y básica no es totalmente visible pero si permite comprobar el comportamiento de Indicador Ácido-Base del extracto de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) y *Rubus fruticosus* (Mora).

D. Determinación cualitativa y cuantitativa de la acidez y alcalinidad del extracto etanólico levemente acidificado con ácido tartárico de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), *Rubus fruticosus* (Mora).

El comportamiento de los extractos etanólicos levemente acidificados con ácido tartárico pH 5 de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), *Rubus fruticosus* (Mora) se muestran en el siguiente cuadro:

CUADRO No. 6 Resultados de los extractos de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), *Rubus fruticosus* (Mora) en diferentes titulaciones.

ESPECIE	TITULACION		
	Acido fuerte-Base fuerte	Acido débil-Base fuerte	Acido fuerte-Base débil
Flor de Jamaica	+	+	+
Mora	+	+	+

(+) = Positivo

Titulación Ácido Fuerte (HCl 0.1M) vrs Base Fuerte (KOH 0.1M)

- *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica)

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

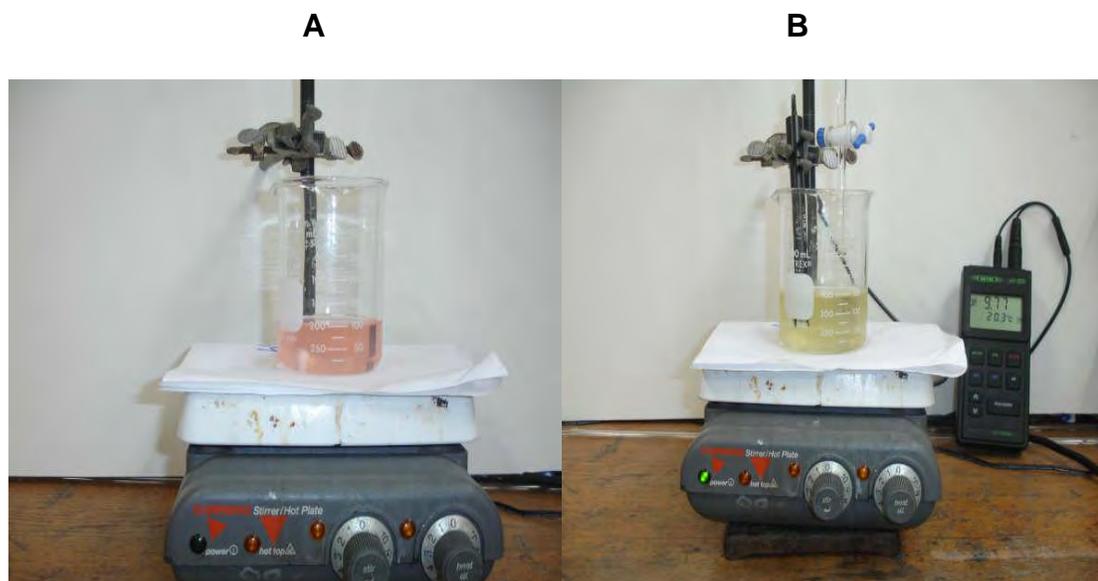


Figura No.31. Titulación Ácido fuerte-Base fuerte.

A: HCl 0.1M y Extracto etanólico levemente acidificado de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) antes de la titulación.

B: Coloración de punto final de A con KOH 0.1M.

CUADRO No.7 Valores de pH y su coloración en la titulación Ácido Fuerte-Base fuerte de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica).

VOLUMEN (mL de KOH)	pH	COLOR
0.0	1.70	Rosado
5.0	1.72	Rosado tenue
10.0	1.84	Rosado tenue
15.0	2.06	Rosado tenue
15.5	2.14	Rosado tenue
16.0	2.19	Rosado tenue
16.5	2.24	Rosado tenue
17.0	2.30	Rosado tenue
17.5	2.38	Rosado tenue
18.0	2.46	Rosado tenue
18.5	2.58	Rosado muy tenue
19.0	2.72	Incoloro
19.5	2.95	Incoloro
20.0	3.37	Incoloro
20.5	4.53	Incoloro
* 21.0	8.75	Amarillo tenue
21.5	10.01	Amarillo verdoso
22.0	10.30	Amarillo verdoso
22.5	10.41	Amarillo verdoso
23.0	10.78	Amarillo verdoso
23.5	10.96	Amarillo verdoso
24.0	11.04	Amarillo verdoso
24.5	11.25	Amarillo verdoso
25.0	11.59	Amarillo verdoso

* 21.0 Determinación del punto final

El viraje de color observado claramente a un volumen de 21.0 mL con un pH=8.75, determina el punto final en la Titulación, con una serie de cálculos se logra graficar $\Delta\text{pH}/\Delta\text{V}$ vs Volumen y $\Delta^2\text{pH}/\Delta^2\text{V}$ vs Volumen, obteniendo el punto de equivalencia igual a 21.0 mL que puede variar en un rango de 20.4 mL - 21.6 mL, en donde las moléculas del analito han reaccionado químicamente con las moléculas del titulante, determinándose así la cercanía del punto final al punto de equivalencia.

HCl 0.1M vs KOH 0.1M

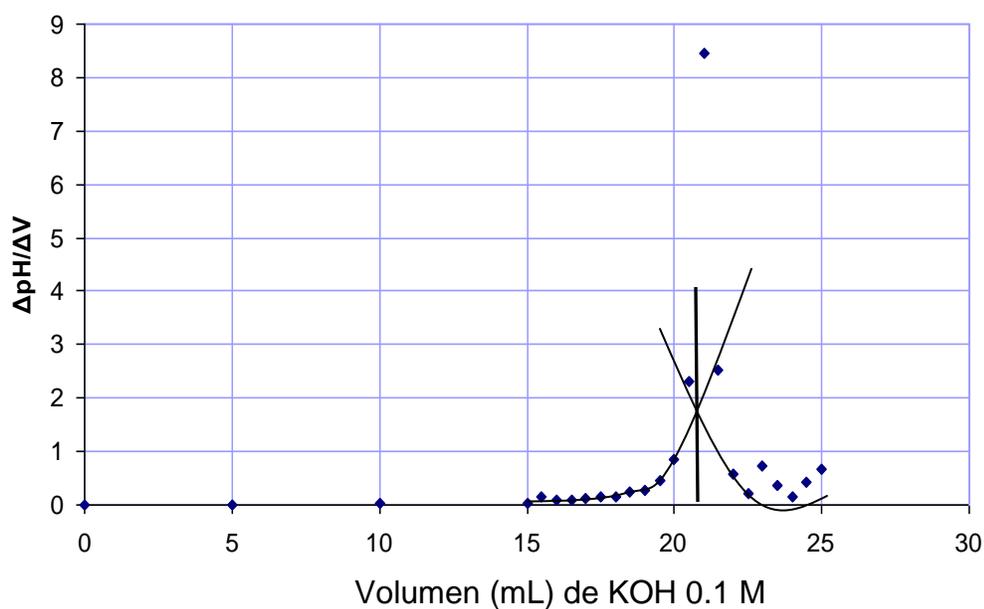


Figura No.32 Gráfico de la Titulación potenciométrica de Ácido Fuerte-Base Fuerte, utilizando como indicador ácido-base el extracto etanólico levemente acidificado de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica)

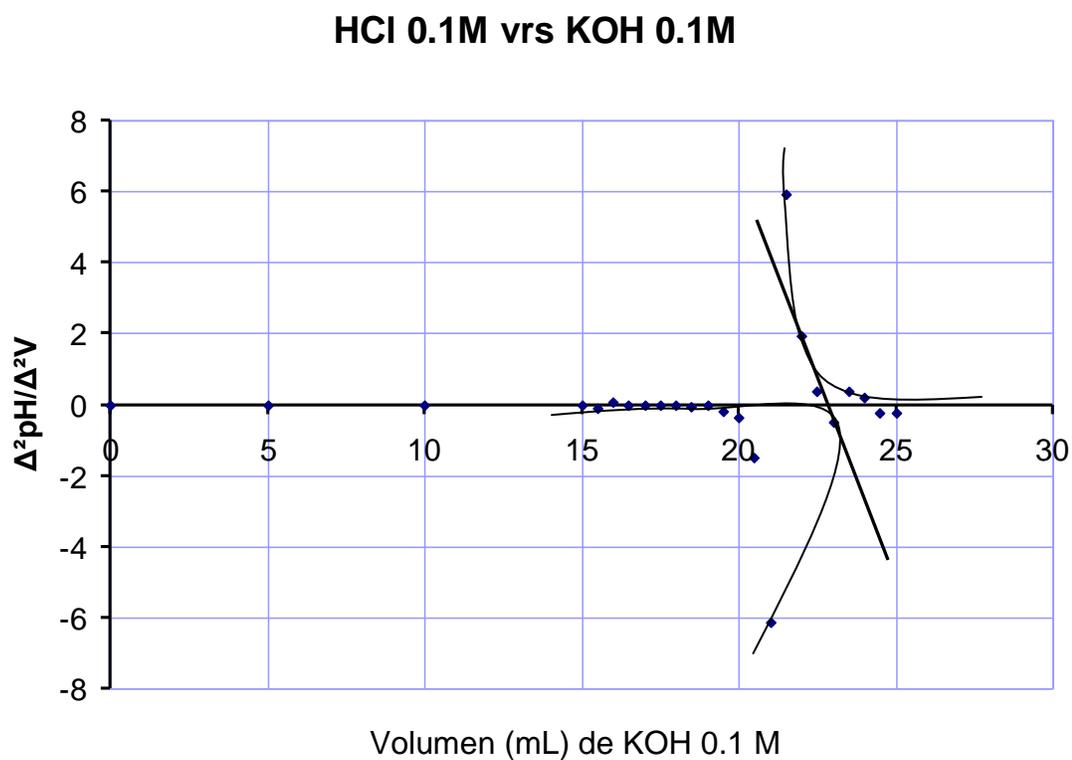


Figura No.33 Gráfico de la Titulación potenciométrica de Ácido Fuerte-Base Fuerte, utilizando como indicador ácido-base el extracto etanólico levemente acidificado de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) $\Delta^2\text{pH}/\Delta^2V$ vrs V.

- ***Rubus fruticosus*** (Mora)

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

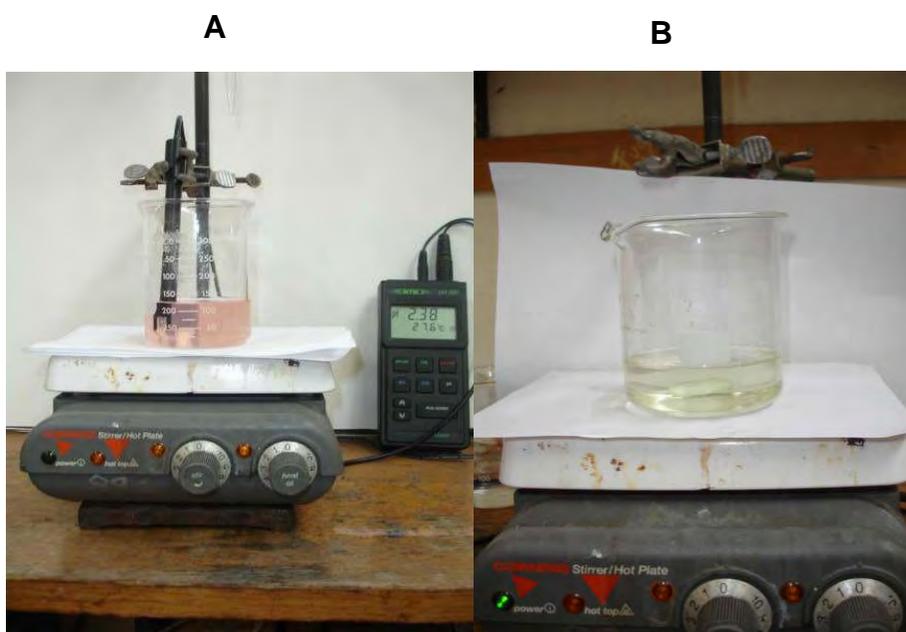


Figura No.34. Titulación Ácido fuerte-Base fuerte.

A: HCl 0.1M y Extracto etanólico levemente acidificado de ***Rubus fruticosus*** (Mora) antes de la titulación.

B: Coloración de punto final de A con KOH 0.1M.

CUADRO No.8 Valores de pH y su coloración en la titulación Ácido Fuerte-Base fuerte de *Rubus fruticosus* (Mora).

VOLUMEN(mL de KOH)	pH	COLOR
0.0	2.16	Rosado tenue
5.0	2.21	Rosado tenue
10.0	2.35	Rosado tenue
15.0	2.57	Rosado tenue
15.5	2.62	Rosado tenue
16.0	2.66	Rosado tenue
16.5	2.70	Rosado tenue
17.0	2.74	Rosado tenue
17.5	2.80	Rosado tenue
18.0	2.86	Rosado tenue
18.5	2.94	Rosado tenue
19.0	3.03	Rosado tenue
19.5	3.13	Rosado tenue
20.0	3.28	Rosado tenue
20.5	3.47	Rosado tenue
21.0	3.93	Rosado tenue
21.5	5.43	Incoloro
22.0	6.24	Incoloro
22.5	7.52	Incoloro
* 23.0	9.23	Amarillo tenue
23.5	9.69	Amarillo
24.0	10.00	Amarillo
24.5	10.30	Amarillo
25.0	10.55	Amarillo

* 23.0 Determinación del punto final

El viraje de color observado claramente a un volumen de 23.0 mL con un pH=9.23, determina el punto final en la Titulación, con una serie de cálculos se logra graficar $\Delta\text{pH}/\Delta V$ vs Volumen y $\Delta^2\text{pH}/\Delta^2V$ vs Volumen, obteniendo el punto de equivalencia igual a 23.0 mL que puede variar en un rango de 22.4 mL - 23.6 mL, en donde las moléculas del analito han reaccionado químicamente con las moléculas del titulante, determinándose así la cercanía del punto final al punto de equivalencia.

HCl 0.1M vs KOH 0.1M

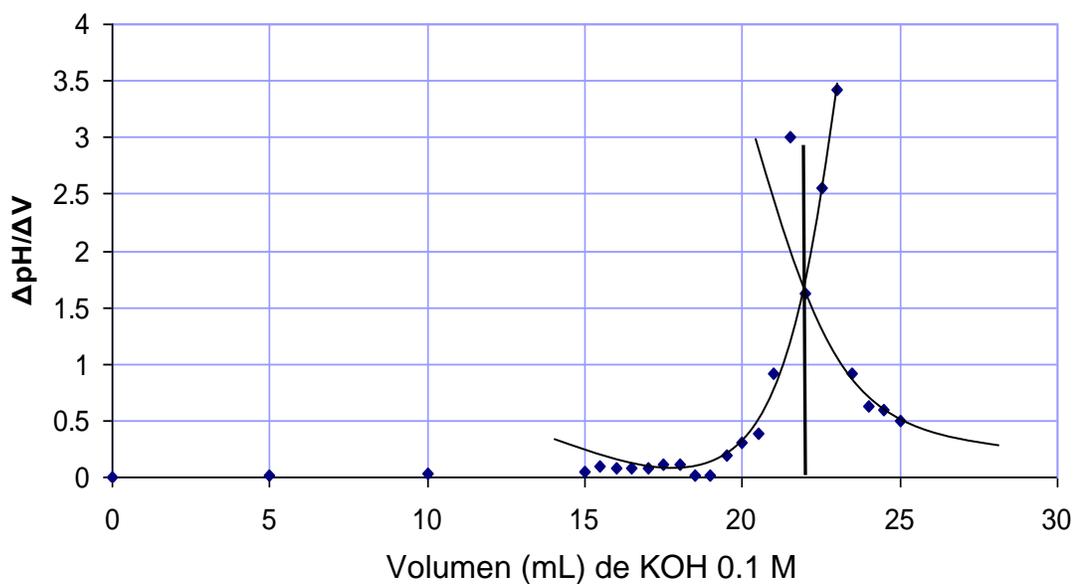


Figura No.35 Gráfico de la Titulación de Ácido Fuerte-Base Fuerte, utilizando como indicador ácido-base el extracto etanólico levemente acidificado de *Rubus fruticosus* (Mora) $\Delta\text{pH}/\Delta V$ vs V.

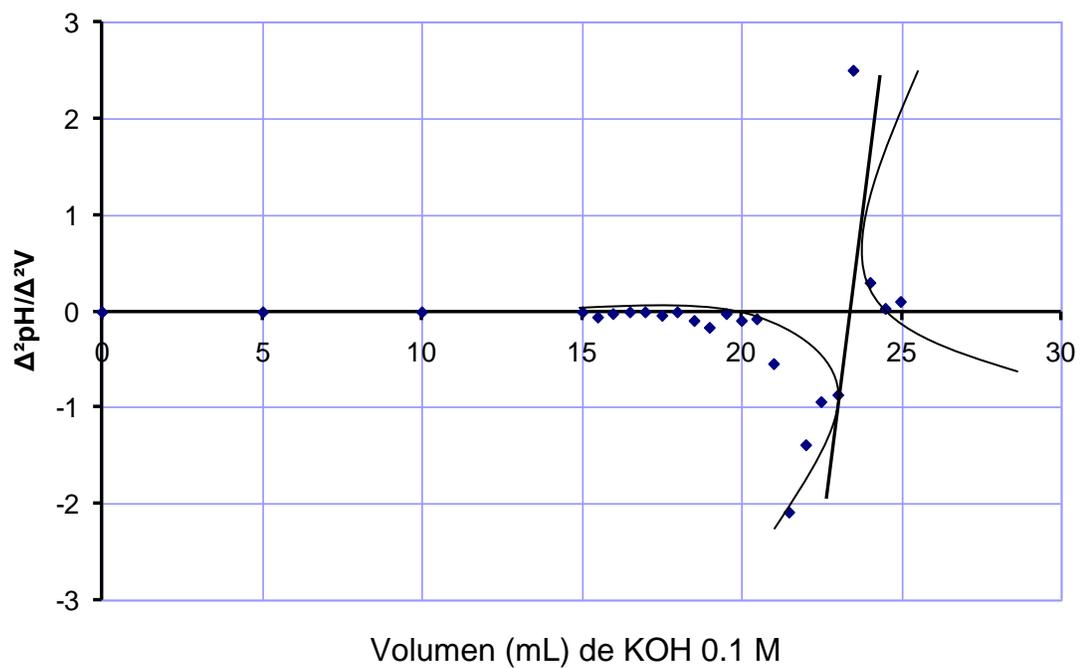
HCl 0.1M vrs KOH 0.1M

Figura No.36 Gráfico de la Titulación de Ácido Fuerte-Base Fuerte, utilizando como indicador ácido-base el extracto etanólico levemente acidificado de *Rubus fruticosus* (Mora) $\Delta^2\text{pH}/\Delta^2V$ vrs V.

Titulación Ácido Débil (CH_3COOH 0.1M) vrs Base Fuerte (KOH 0.1M).

- *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica)

En el proceso de titulación se observó la coloración rosado tenue antes de la titulación que va variando conforme a la adición de reactivo titulante hasta completar el volumen de neutralización en donde se obtiene una coloración verde tenue, lo cual se observa en la siguiente imagen:

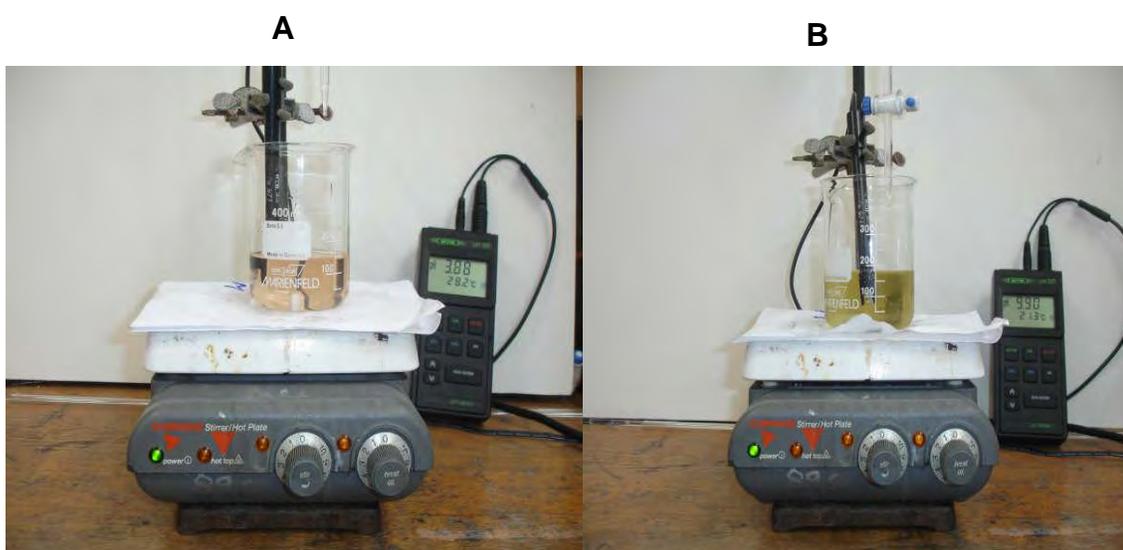


Figura No.37. Titulación Ácido Débil-Base Fuerte.

A: Ácido acético 0.1M y Extracto etanólico levemente acidificado de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) antes de la titulación.

B: Coloración de punto final de A con KOH 0.1M.

CUADRO No.9 Valores de pH y su coloración en la Titulación Acido Débil-Base

Fuente de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica).

VOLUMEN (mL de KOH)	pH	COLOR
0.0	3.14	Rosado tenue
5.0	4.12	Rosado tenue
10.0	4.52	Rosado tenue
15.0	4.90	Rosado tenue
15.5	4.94	Rosado tenue
16.0	4.96	Rosado tenue
16.5	4.98	Incolora
17.0	4.99	Incolora
17.5	5.00	Incolora
18.0	5.02	Incolora
18.5	5.08	Incolora
19.0	5.17	Amarillo tenue
19.5	5.22	Amarillo tenue
20.0	5.27	Amarillo tenue
20.5	5.34	Amarillo tenue
21.0	5.49	Amarillo tenue
21.5	5.58	Amarillo tenue
22.0	5.82	Amarillo tenue
22.5	5.91	Amarillo tenue
23.0	6.04	Amarillo tenue
23.5	6.28	Amarillo tenue
24.0	6.74	Amarillo verdoso
* 24.5	9.07	Verde tenue
25.0	9.84	Verde

* 24.5 Determinación del punto final

El viraje de color observado claramente a un volumen de 24.5 mL con un pH=9.07, determina el punto final en la Titulación, con una serie de cálculos se logra graficar $\Delta\text{pH}/\Delta V$ vs Volumen y $\Delta^2\text{pH}/\Delta^2V$ vs Volumen, obteniendo el punto de equivalencia igual a 24.5 mL que puede variar en un rango de 23.9 mL – 25.1 mL, en donde las moléculas del analito han reaccionado químicamente con las moléculas del titulante, determinándose así la cercanía del punto final al punto de equivalencia.

Acido Acético 0.1M vs KOH 0.1M

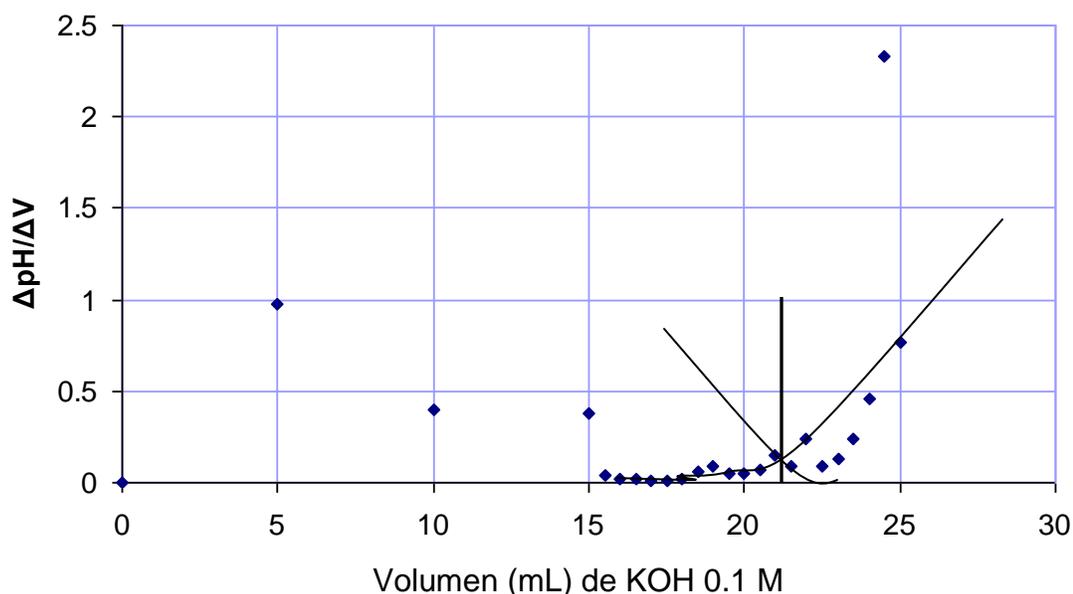


Figura No.38 Gráfico de la Titulación potenciométrica de Ácido Débil-Base Fuerte, utilizando como indicador ácido-base el extracto etanólico levemente acidificado de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) $\Delta\text{pH} / \Delta V$ vs V.

Acido acético 0.1M vrs KOH 0.1M

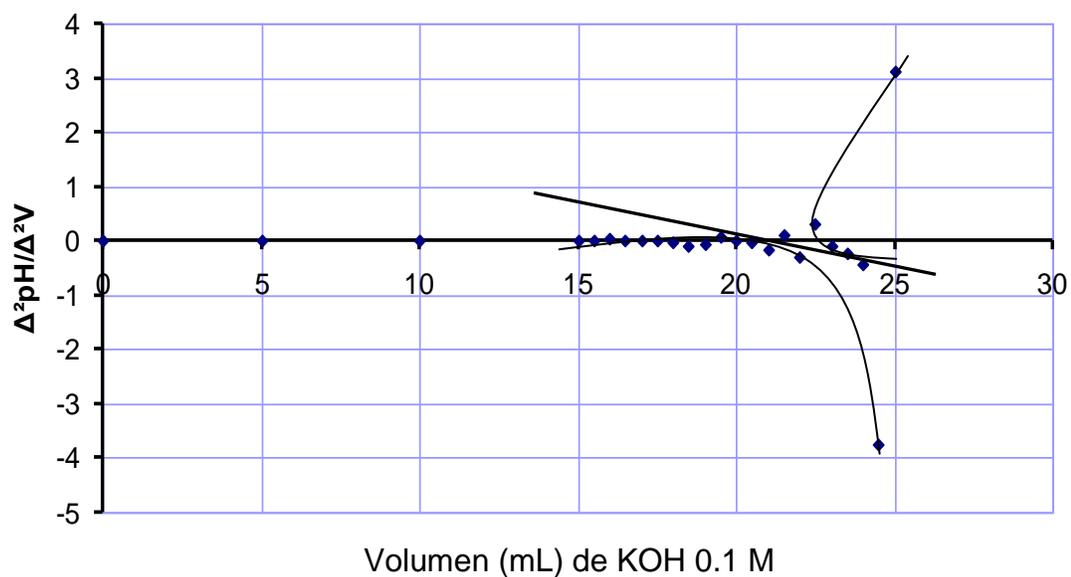


Figura No.39 Gráfico de la Titulación potenciométrica de Ácido Débil-Base Fuerte, utilizando como indicador ácido-base el extracto etanólico levemente acidificado de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) $\Delta^2 \text{pH} / \Delta^2 V$ vrs V.

- ***Rubus fruticosus*** (Mora)

En el proceso de titulación se observó la coloración rosado tenue antes de la titulación que va variando conforme a la adición de reactivo titulante hasta completar el volumen de neutralización en donde se obtiene una coloración amarilla tenue, lo cual se observa en la siguiente imagen:

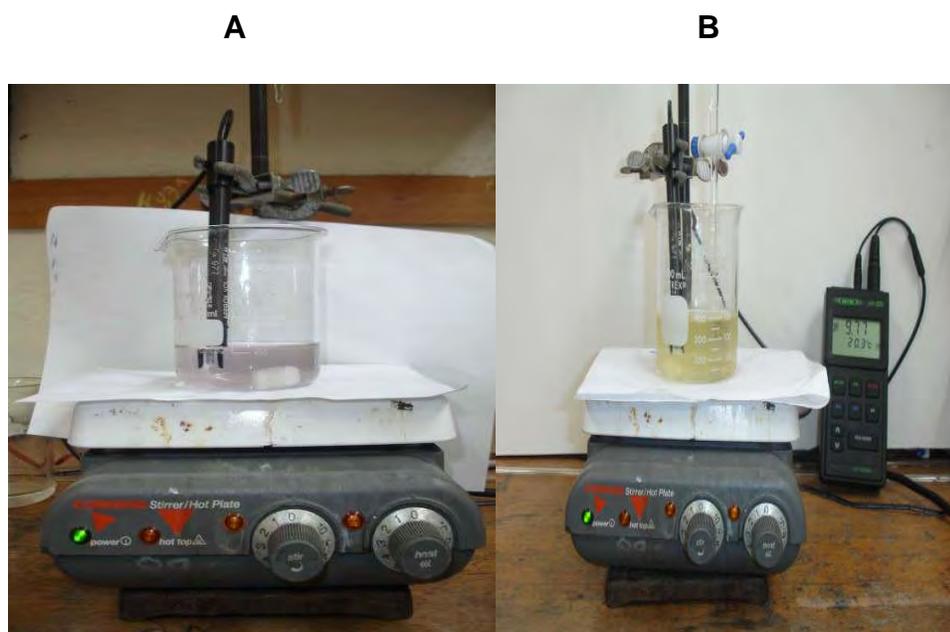


Figura No.40. Titulación Ácido débil-Base fuerte.

A: Ácido acético 0.1M y Extracto etanólico levemente acidificado de ***Rubus fruticosus*** (Mora) antes de la titulación.

B: Coloración de punto final de A con KOH 0.1M.

CUADRO No.10 Valores de pH y su coloración en la Titulación Acido Débil-Base Fuerte de *Rubus fruticosus* (Mora).

VOLUMEN (mL de KOH)	pH	COLOR
0.0	4.02	Rosado tenue
5.0	4.42	Rosado tenue
10.0	4.80	Rosado tenue
15.0	5.17	Rosado tenue
15.5	5.19	Rosado tenue
16.0	5.23	Rosado tenue
16.5	5.27	Rosado tenue
17.0	5.31	Incoloro
17.5	5.37	Incoloro
18.0	5.43	Incoloro
18.5	5.49	Incoloro
19.0	5.54	Incoloro
19.5	5.58	Incoloro
20.0	5.64	Incoloro
20.5	5.70	Incoloro
21.0	5.76	Incoloro
21.5	5.82	Incoloro
22.0	5.89	Incoloro
22.5	5.98	Incoloro
23.0	6.06	Incoloro
23.5	6.20	Incoloro
24.0	6.34	Incoloro
24.5	6.54	Incoloro
25.0	6.83	Incoloro
* 25.5	8.08	Amarillo tenue
26.0	9.50	Amarillo tenue

* 25.5 Determinación del punto final

El viraje de color observado claramente a un volumen de 25.5 mL con un pH=8.08, determina el punto final en la Titulación, con una serie de cálculos se logra graficar $\Delta\text{pH}/\Delta\text{V}$ vs Volumen y $\Delta^2\text{pH}/\Delta^2\text{V}$ vs Volumen, obteniendo el punto de equivalencia igual a 25.5 mL que puede variar en un rango de 24.9 mL – 26.1 mL, en donde las moléculas del analito han reaccionado químicamente con las moléculas del titulante, determinándose así la cercanía del punto final al punto de equivalencia.

Acido acético 0.1M vsr KOH 0.1M

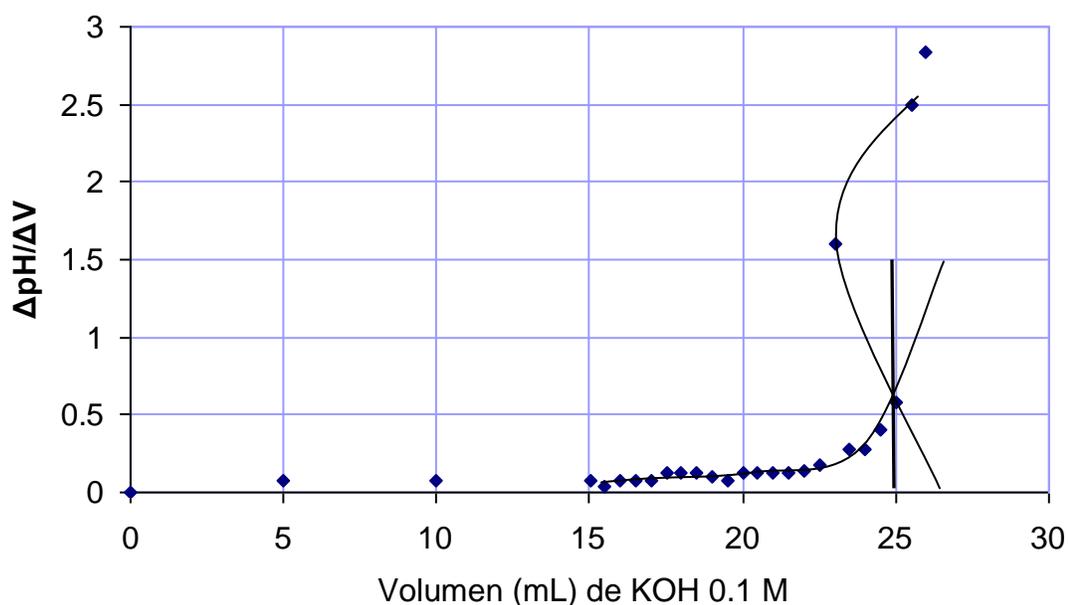


Figura No. 41 Gráfico de la Titulación potenciométrica de Ácido Débil-Base Fuerte, utilizando como indicador ácido-base el extracto etanólico levemente acidificado de *Rubus fruticosus* (Mora) $\Delta\text{pH} / \Delta\text{V}$ vsr V.

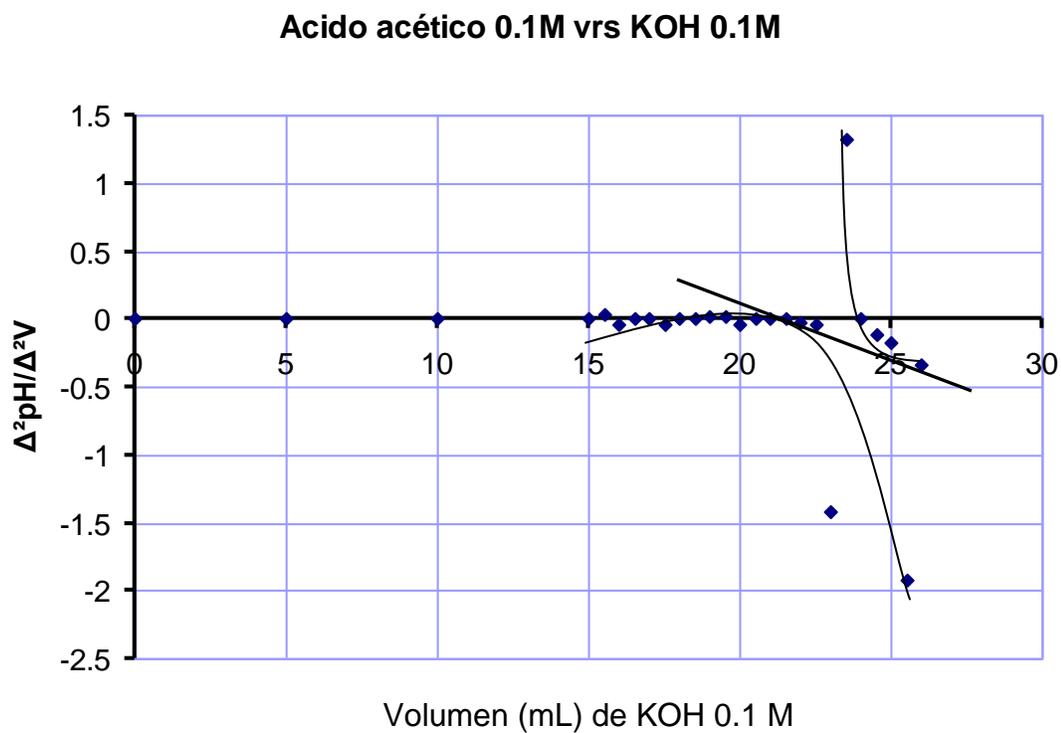


Figura No. 42 Gráfico de la Titulación potenciométrica de Ácido Débil-Base Fuerte, utilizando como indicador ácido-base el extracto etanólico levemente acidificado de *Rubus fruticosus* (Mora) $\Delta^2 \text{pH} / \Delta^2 V$ vrs V.

Titulación Ácido Fuerte (HCl 0.1 M) vrs Base Débil (Na₂CO₃ 0.1 M)

- *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica)

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

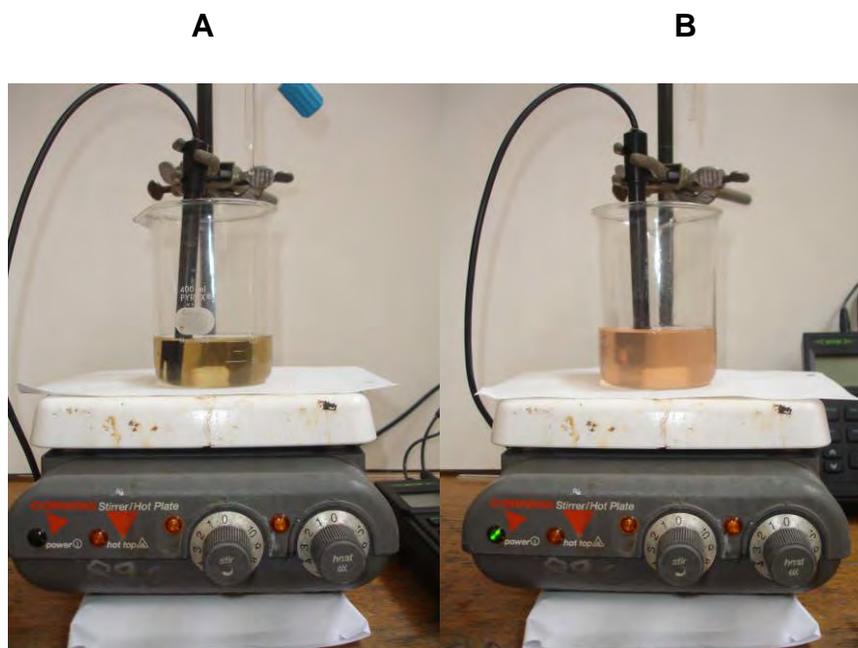


Figura No.43. Titulación Ácido fuerte-Base débil.

A: Carbonato de sodio 0.1M y Extracto etanólico levemente acidificado de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) antes de la titulación.

B: Coloración de punto final de A con HCl 0.1M.

CUADRO No.11 Valores de pH y su coloración en la titulación Acido Fuerte-
Base débil de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica).

VOLUMEN(mL de Na ₂ CO ₃)	pH	COLOR
0.0	9.92	Amarillo verdoso
5.0	8.26	Amarillo verdoso
* 10.0	6.21	Rosado
15.0	4.33	Rosado
15.5	3.92	Rosado
16.0	3.64	Rosado
16.5	3.46	Rosado
17.0	3.31	Rosado
17.5	3.20	Rosado
18.0	3.13	Rosado
18.5	3.06	Rosado amarillento
19.0	3.00	Rosado amarillento
19.5	2.95	Rosado amarillento
20.0	2.91	Rosado amarillento
20.5	2.86	Rosado amarillento
21.0	2.82	Rosado amarillento
21.5	2.79	Rosado amarillento
22.0	2.77	Rosado amarillento
22.5	2.73	Rosado amarillento
23.0	2.71	Rosado amarillento
23.5	2.68	Rosado amarillento
24.0	2.65	Rosado amarillento
24.5	2.63	Rosado amarillento
25.0	2.62	Rosado amarillento

* 10.0 Determinación del punto final

El viraje de color observado claramente a un volumen de 10.0 mL con un pH=6.21, determina el punto final en la Titulación, con una serie de cálculos se logra graficar $\Delta\text{pH}/\Delta\text{V}$ vs Volumen y $\Delta^2\text{pH}/\Delta^2\text{V}$ vs Volumen, obteniendo el punto de equivalencia igual a 10.0 mL que puede variar en un rango de 4.9 mL – 15.1 mL, en donde las moléculas del analito han reaccionado químicamente con las moléculas del titulante, determinándose así la cercanía del punto final al punto de equivalencia.

HCl 0.1 M vs Carbonato de Sodio 0.1 M

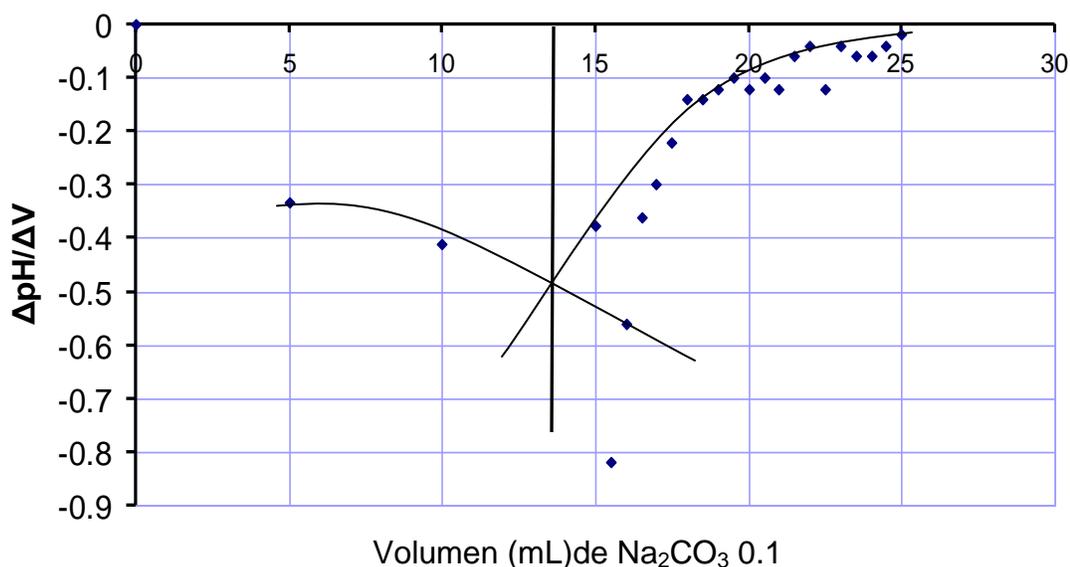


Figura No. 44 Gráfico de la Titulación potenciométrica de Ácido Fuerte-Base Débil, utilizando como indicador ácido-base el extracto etanólico levemente acidificado de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) $\Delta\text{pH} / \Delta\text{V}$ vs V.

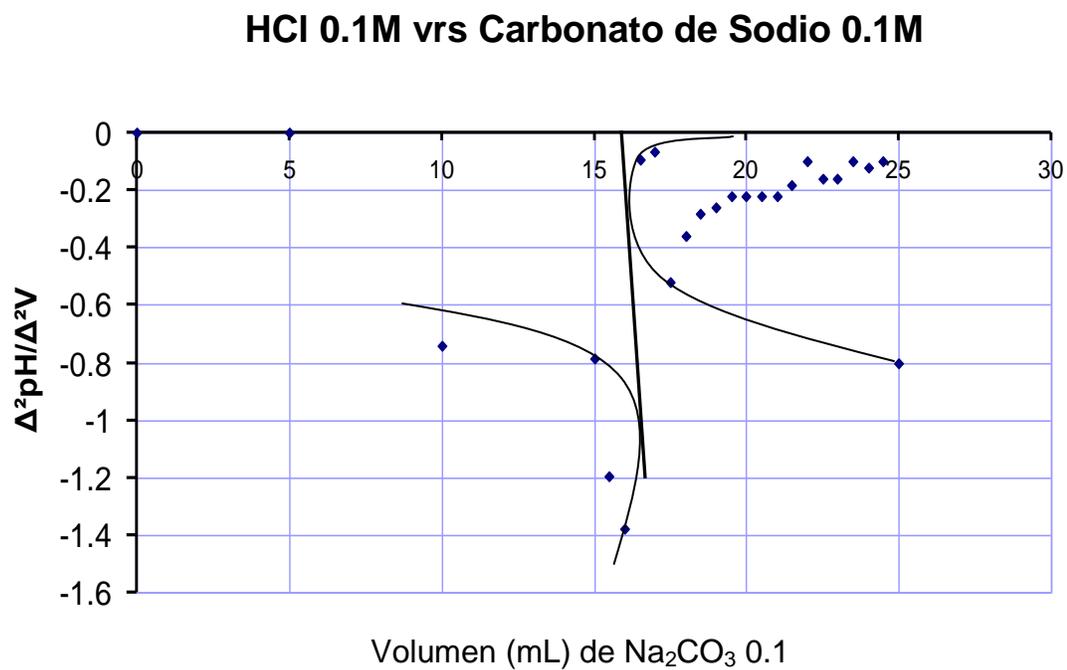


Figura No. 45 Gráfico de la Titulación potenciométrica de Ácido Fuerte-Base Débil, utilizando como indicador ácido-base el extracto etanólico levemente acidificado de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) $\Delta^2\text{pH} / \Delta^2\text{V}$ vrs V.

- ***Rubus fruticosus*** (Mora)

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

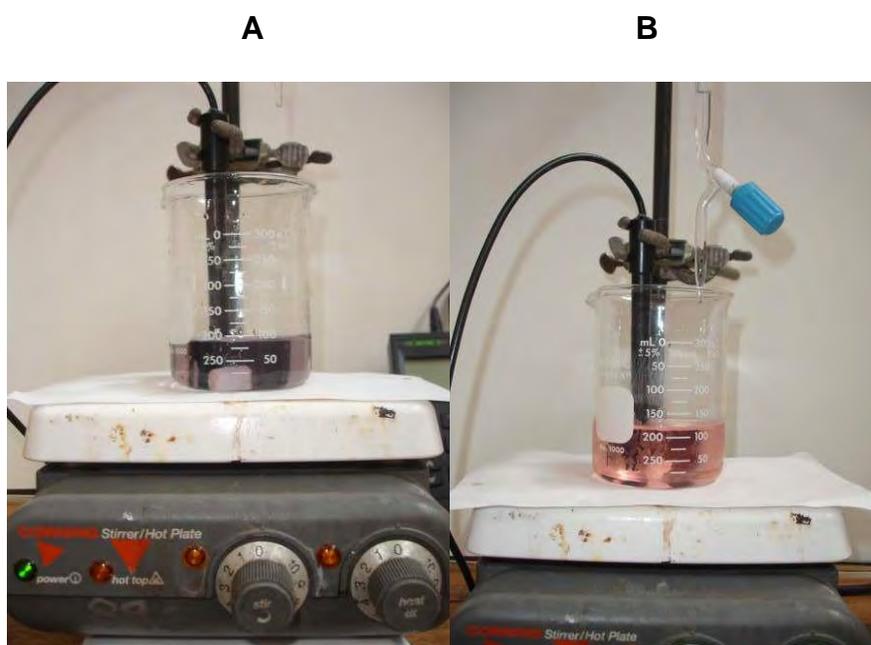


Figura No.46. Titulación Ácido fuerte-Base débil.

A: Carbonato de sodio 0.1M y Extracto etanólico levemente acidificado de ***Rubus fruticosus*** (Mora) antes de la titulación.

B: Coloración de punto final de A con HCl 0.1M.

CUADRO No.12 Valores de pH y su coloración en la titulación Ácido Fuerte-Base Débil de *Rubus fruticosus* (Mora).

VOLUMEN(mL de Na ₂ CO ₃)	pH	COLOR
0.0	10.18	Azul tenue
5.0	9.19	Azul muy tenue
* 10.0	6.54	Rosado azulado
15.0	5.50	Rosado tenue
15.5	5.30	Rosado tenue
16.0	5.04	Rosado tenue
16.5	4.72	Rosado tenue
17.0	4.25	Rosado tenue
17.5	3.84	Rosado tenue
18.0	3.52	Rosado tenue
18.5	3.30	Rosado tenue
19.0	3.11	Rosado tenue
19.5	3.06	Rosado tenue
20.0	2.98	Rosado tenue
20.5	2.91	Rosado tenue
21.0	2.86	Rosado tenue
21.5	2.83	Rosado tenue
22.0	2.79	Rosado
22.5	2.76	Rosado
23.0	2.72	Rosado
23.5	2.69	Rosado
24.0	2.67	Rosado
24.5	2.64	Rosado
25.0	2.60	Rosado

* 10.0 Determinación del punto final

El viraje de color observado claramente a un volumen de 10.0 mL con un pH=6.54, determina el punto final en la Titulación, con una serie de cálculos se logra graficar $\Delta\text{pH}/\Delta\text{V}$ vs Volumen y $\Delta^2\text{pH}/\Delta^2\text{V}$ vs Volumen, obteniendo el punto de equivalencia igual a 10.0 mL que puede variar en un rango de 4.9 mL – 15.1 mL, en donde las moléculas del analito han reaccionado químicamente con las moléculas del titulante, determinándose así la cercanía del punto final al punto de equivalencia.

HCl 0.1 M vs Carbonato de Sodio 0.1 M

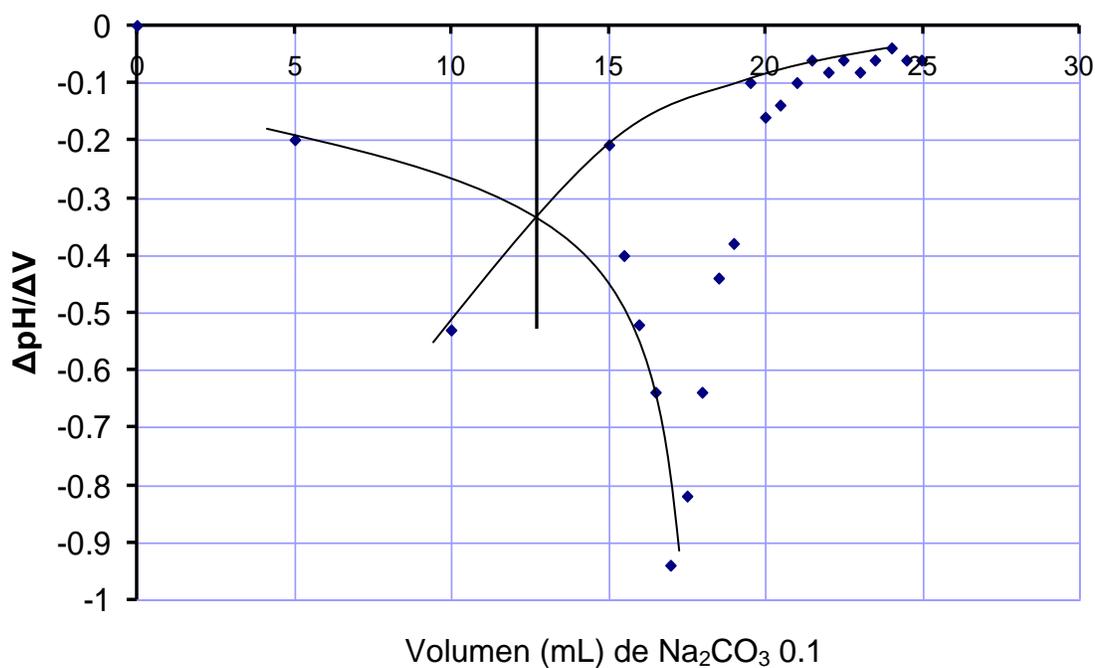


Figura No. 47 Gráfico de la Titulación potenciométrica de Ácido Fuerte-Base Débil, utilizando como indicador ácido-base el extracto etanólico levemente acidificado de *Rubus fruticosus* (Mora) $\Delta\text{pH} / \Delta\text{V}$ vs V.

HCl 0.1 M vrs Carbonato de Sodio 0.1M

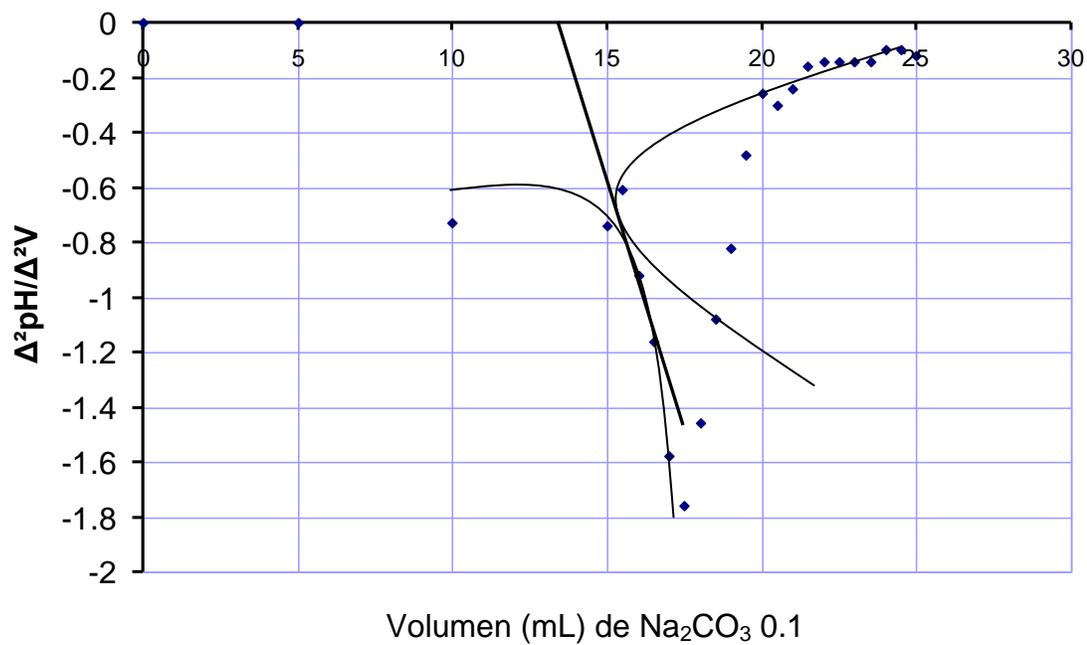


Figura No. 48 Gráfico de la Titulación potenciométrica de Ácido Fuerte-Base Débil, utilizando como indicador ácido-base el extracto etanólico levemente acidificado de *Rubus fruticosus* (Mora) $\Delta^2 \text{pH} / \Delta^2 V$ vrs V.

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIONES

1. De las extracciones realizadas para cada una de las especies vegetales se eligió el extracto etanólico al 96% levemente acidificado con ácido tartárico, pH 5, por presentar mayor intensidad de color.
2. Durante la realización de las pruebas fitoquímicas se determinó en el extracto etanólico al 96% levemente acidificado con ácido tartárico pH 5 la presencia de Flavonoides en cada una de las especies vegetales.
3. De acuerdo a la escala alterna de pH realizada en el extracto etanólico al 96% levemente acidificado con ácido tartárico, pH 5, de la Flor de Jamaica y Mora se comprobó, el uso de estos para la determinación del punto final de valoraciones ácido-base, ya que presentaron diferentes colores en cada valor de pH.
4. Debido a los resultados obtenidos en todas las pruebas realizadas con el extracto etanólico al 96% levemente acidificado con ácido tartárico pH 5 de la Remolacha puede decirse que no fue posible su uso como indicador ácido-base ya que no son visibles los cambios de color a diferentes valores de pH por lo que no se realizaron sus respectivas titulaciones.

5. Mediante los resultados observados en la elaboración del papel indicador del extracto etanólico al 96% levemente acidificado con ácido tartárico pH 5 de la Mora y Flor de Jamaica y su comportamiento frente a un ácido y una base se concluye que puede utilizarse para determinar el pH de una sustancia.

6. De acuerdo a la cercanía del Punto de Equivalencia obtenido gráficamente y el Punto Final obtenido visualmente en las titulaciones, se puede proponer el uso de los extractos etanólicos levemente acidificados de la Flor de Jamaica y Mora como Indicadores Ácido – Base.

7. Según los resultados obtenidos en el extracto etanólico al 96% levemente acidificado con ácido tartárico pH 5 de la Mora y la Flor de Jamaica se puede decir que ambos pueden ser utilizados como indicadores ácido-base tanto en solución como en papel.

CAPITULO VII
RECOMENDACIONES

7.0 RECOMENDACIONES

1. Investigar métodos adecuados de obtención y purificación que permita validar el uso del extracto etanólico al 96% levemente acidificado con Acido Tartárico pH 5 de la flor de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) y el fruto de *Rubus fruticosus* (Mora).
2. Realizar nuevas investigaciones con diferentes solventes que permitan desarrollar un método adecuado para la obtención de un indicador ácido-base a partir de la raíz de *Beta vulgaris* (Remolacha) ya que no pudo obtenerse por la metodología propuesta.
3. Determinar el tipo de Antocianinas responsables de las variaciones de color de cada uno de los extractos etanólico al 96% levemente acidificado, con, Acido Tartárico pH 5 de las especies en estudio.
4. Realizar estudios para determinar la estabilidad física, química y microbiológica de los extractos etanólicos al 96% levemente acidificado con Acido Tartárico pH 5 de la flor de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) y el fruto de *Rubus fruticosus* (Mora).
5. Utilizar frascos de vidrio para el almacenamiento de los extractos con el fin de evitar la volatilización del solvente.
6. Realizar ensayos con los diferentes extractos obtenidos en el desarrollo de las prácticas de laboratorio en cátedras de primer nivel.

BIBLIOGRAFIA

1. Barahona, C y otros. 2006. Obtención de indicadores Acido-Base a partir de cáscara de *Phaseolus vulgaris* (Frijol negro). UES. p. 27-45, 51-65, 69, 71-88.
2. Bruneton, J. 1991. Elementos de Fitoquímica y Farmacognosia. Zaragoza, España. Editorial Acribia S.A. p. 159-176.
3. Bruneton, J. 1995. Pharmacognosy Phytochemistry Medicinal Plants. Segunda edición. Andover, Inglaterra. Intercept Ltd. p. 23, 27-28.
4. Charles, W. 1991. Farmacognosia. Décima tercera edición. México D.F., México. Interamericana Mc. Graw Hill. p. 26-29, 81, 183-184, 212-213, 452.
5. Domínguez, X. 1973. Métodos de Investigación Fitoquímica. México. Editorial Limusa. p. 81-87, 113-115.
6. Germosén, L y otros. 1996. Farmacopea vegetal caribeña. Santo Domingo, República Dominicana. Ediciones Emile Desormeaux. p. 43.
7. Morales, R. y otros. 2005. Obtención de indicadores naturales Acido –Base a partir de pétalos de cuatro especies de flores. UES. p. 37-54, 59-60, 64-82.

8. Morton, J. 1981. Atlas of medicinal plants of Middle América. Estados Unidos. P. Sc. FLS Charles C. Thomas Publisher. p. 176.
9. Quillet, A. 1968. Nueva Enciclopedia Autodidáctica Quillet. Segunda edición. México D.F., México. Editorial Cumbre, S.A. Tomo I. p.42, 161.
10. Quillet, A. 1968. Nueva Enciclopedia Autodidáctica Quillet. Segunda edición. México D.F., México. Editorial Cumbre, S.A. Tomo II. p. 50.
11. Quillet, A. 1968. Nueva Enciclopedia Autodidáctica Quillet. Segunda edición. México D.F., México. Editorial Cumbre, S.A. Tomo III. p. 121-122.
12. The Reader's Digest Association, Inc. Selecciones del Reader Digest. 1987. Plantas medicinales virtudes insospechadas de plantas conocidas. México D.F., México. p. 339.
13. Skoog, D. y otros. 1998. Química Analítica. Sexta edición. México D.F., México. Mc Graw Hill. p. 28-30, 167-191.
14. Stevens, W.D. y otros. 2001. Flora de Nicaragua. Missouri, Estados Unidos. Missouri Botanical Garden Press. v. 25, tomo 1. p. 603.

15. Stevens, W.D. y otros. 2001. Flora de Nicaragua. Missouri, Estados Unidos. Missouri Botanical Garden Press. v. 25. tomo 2. p. 1305.
16. Stevens, W.D. y otros. Botanical Garden Press. v. 25. tomo 3. p. 2203-2204.
17. White, A. 1985. Hierbas del Ecuador. Quito, Ecuador. Ediciones Libri Mundi. p. 213-214.
18. <http://www.atinabiotec.cl/node/162>.
19. http://www.balansiya.com/ingredientes_karkade.html.
20. <http://www.botanica.cnba.uba.ar/Trabprac/Tp5/frutonuevoF.P.htm>.
21. http://www.botanical_online.com/remolachas.htm.
22. http://www.es.wikipedia.org/wiki/Extractor_Soxhlet
23. <http://www.es.wikipedia.org/wiki/Flor>.
24. <http://www.es.wikipedia.org/wiki/Fruto>.

25. http://www.es.wikipedia.org/wiki/Hibiscus_sabdariffa.
26. <http://www.es.wikipedia.org/wiki/Zarzamora>.
27. <http://www.euroresidentes.com/Alimentos/remolacha.htm>.
28. <http://www.explora.cl/otros/juego/textos/explicaciones.html>.
29. <http://www.fq.uh.cu/dpto/qf/uclv/techniques/phD.html>.
30. <http://www.geocities.com/FashionAvenue/2811/fichas/zarzas.html>.
31. <http://www.hipernatural.com/es/pltzarza.html>.
32. http://www.infojardin.com/Frutales/fichas/zarzamors_zarzamora.htm.
33. http://www.infojardin.net/fichas/plantas_medicinales/rubus_fruticosus
34. http://www.infojardin.net/fichas/plantas_medicinales/beta_vulgaris_remolacha.htm.
35. http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolacha_azucarera.

36. <http://www.lucidcentral.org/keys/FNW/FNW%20seeds/html/fact%20sheets/Rubus%20fruticosus.htm>.
37. <http://www.medusa.unimet.edu.ue/química/Fbqi01/labqui/b4titulación>.
38. <http://www.members.tripod.com/bioclub/pag20036b.htm>.
39. <http://www.microsoftencarta99>.
40. http://www.monografias.com/trabajos16/la_flor.shtml.
41. <http://www.neurema.com/Q68.htm>.
42. http://www.portalgastronomico.com/el_rebost/Frutas/Zarzamora.htm.
43. http://www.puc.cl/sw_educ/cultivos/remolacha/remolach.htm.
44. <http://www.prensalibre.com/pl/2005/junio/20/116976.html>.
45. [http://www.rednaturaleza.com/plantas_doc.asp?p=Zarza%20\(Rubus%20fruticosus](http://www.rednaturaleza.com/plantas_doc.asp?p=Zarza%20(Rubus%20fruticosus).

46. http://www.urbanext.uiuc.edu/veggies_sp/beet1.html.

47. <http://www.usuarios.lycos.es/zarzadepumadera/rubus.htm>.

48. <http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol19num2/articulos/jamaica/index.html>.

49. <http://www.verdurasconsumer.es/documentos/hortalizas/remolacha/intro.php>

50. http://www.villaricaperu.com/columnistas/rrevollar_junio2005.htm.

51. http://www.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis_volum%C3%A9trico.

52. http://www.wikipedia/Ra%C3%AD_2_%28bot%C3%A1nica%29.

53. <http://www.wikipedia.org/wiki/remolacha>.

GLOSARIO

- **Acidez:** Propiedad de lo que es ácido, por oposición a la alcalinidad. ⁽⁴⁾
- **Acido:** Cualesquiera de las sustancias que pueden formar sales combinándose con algún óxido metálico u otra base de distinta especie. Suelen tener sabor agrio y enrojecer la tintura tornasol cuando son líquidas o están disueltas. Compuesto capaz de liberar cationes H^+ . ⁽⁴⁾
- **Alcalinidad:** Conjunto de propiedades que caracterizan a los álcalis se emplean por oposición a acidez. ⁽⁴⁾
- **Antocianinas:** Pigmentos hidrosolubles de tonalidades generalmente rojas y azules presentes en las vacuolas de las células de los pétalos de las flores. ⁽⁴⁾
- **Base:** Compuesto capaz de liberar iones OH^- , llamados oxhidrilos o hidroxilos, que funcionan como aniones. ⁽⁵⁾
- **Cualitativo:** Dícese del análisis destinado a determinar la naturaleza de los distintos elementos o compuestos que constituyen una combinación o una mezcla. ⁽⁶⁾
- **Cuantitativo:** Dícese del análisis destinado a determinar la proporción en que se encuentran los distintos componentes (elementos o compuestos) de un compuesto o una mezcla. Los resultados suelen proporcionarse en porcentajes de peso o volumen (para los gases). ⁽⁶⁾

- **Estandarización:** Es el proceso en el que la concentración de una solución se determina exactamente al valorarla frente a una cantidad exactamente conocida de un patrón primario. (7)
- **Extracción:** Método empleado tanto comercialmente como en el laboratorio para separar una sustancia de una mezcla o disolución. (9)
- **Indicadores Acido-Base:** Es un ácido o una base orgánicos débiles cuya forma no disociada tiene un color diferente al de su base o ácido conjugados. (7)
- **Maceración:** Consiste en dejar reposar las plantas en agua u otro solvente durante horas. Sirve para extraer principios activos inestables frente al calor pero solubles en agua o en otros solventes. (1)
- **pH:** término que indica la concentración de iones hidrógeno en una disolución. Se trata de una medida de la acidez de la disolución. (9)
- **Punto de equivalencia:** momento que se alcanza cuando la cantidad de titulante agregado es químicamente equivalente a la cantidad de analito presente en la muestra. (10)
- **Punto final:** Cambio físico asociado a la condición de equivalencia. (7)
- **Reacción de neutralización:** reacción de un ácido y una base para formar sal y agua. (9)

ANEXOS

ANEXO 1
MATERIAL, EQUIPO Y REACTIVOS

MATERIALES

Agitadores de vidrio

Aro metálico

Balones volumétricos 100.0 mL, 250.0 mL, 500.0 mL, 1000.0 mL

Baño María

Bases para bureta

Beaker 10.0 mL, 50.0 mL, 100.0 mL, 250.0 mL, 400.0 mL y 500.0 mL

Buretas de 25.0 mL, 50.0 mL

Cápsula de porcelana

Embudo

Espátula

Frasco de lavador

Frasco plástico de boca ancha

Frascos goteros

Gradilla

Mangueras

Mortero y pistilo

Papel filtro Watman No. 3

Papel glassin

Pinzas de extensión

Pinzas de soporte

Pinzas de sostén

Pipetas volumétricas 1.0 mL, 5.0 mL, 10.0 mL, 20.0 mL

Probetas 5.0 mL, 10.0 mL, 25.0 mL y 100.0 mL

Tubos de ensayo de rosca

Vidrio de reloj pequeños

EQUIPO

Agitador Magnético

Balanza analítica

Balanzas granataria y semianalítica

Cámara extractora de gases

Equipo de reflujo Soxhlet

Hotplate

pHmetro

REACTIVOS

Acetona

Ácido Acético Glacial 99.9% p/p A.R.

Ácido Bórico A.R.

Ácido Clorhídrico 37% p/p A.R.

Ácido Clorhídrico 0.1M (Titrisol)

Ácido Fosfórico A.R.

Ácido Tartárico (sólido) A.R.

Agua destilada

Amoníaco 25% p/p A.R.

Alcohol Isopropílico A.R.

Carbonato de Sodio A.R.

Etanol 96% v/v

Hidróxido de Sodio (sólido) A.R.

Hidróxido de Sodio 0.1M (Titrisol)

Magnesio metálico

REACTIVOS ESTANDÁRIZADOS

Ácido Acético 0.1M

Ácido Clorhídrico 0.1M

Carbonato de Sodio 0.1M

Hidróxido de Sodio 0.1M

ANEXO 2
PREPARACION DE REACTIVOS

ETANOL LEVEMENTE ACIDIFICADO CON ACIDO TARTARICO pH 5. (1) (2)

Preparación de solución de Ácido Tartárico 0.1M

PM _{Acido Tartárico} = 150 g/mol

15.0g _{Acido Tartárico} _____ 100 mL de agua

Etanol 96% pH = 6

0.2 mL _{Acido Tartárico 0.1M} _____ 10.0 mL de Etanol para obtener un pH 5

x _____ 500.0 mL de Etanol

X= 20.0 mL de solución de Acido Tartárico para 500.0 mL de solución de Etanol levemente Acidificado pH 5.

PROCEDIMIENTO GENERAL:

1. Pesar en balanza semianalítica 15.0 g de Acido Tartárico y disolverlo en aproximadamente 25.0 mL de agua destilada, contenidos en un beaker de 50.0 mL, agitar hasta completa disolución haciendo uso de 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.

SOLUCION DE ETANOL LEVEMENTE ACIDIFICADO CON UNA SOLUCION DE ACIDO TARTARICO pH 5. ⁽¹⁾ ⁽²⁾

1. Por medio de una pipeta volumétrica de 20.0 mL, transferir 40.0 mL de la solución de Acido Tartárico 0.1M, a un balón volumétrico de 1000.0 mL, llevar a volumen con Etanol al 96%.

SOLUCION BUFFER ⁽¹⁾ ⁽²⁾

Solución Ácida: mezcla de Ácido Fosfórico 0.04 M, Ácido Acético 0.04 M y Ácido Bórico 0.04 M.

- En una balanza analítica, pesar 2.4 g de Ácido Bórico y disolverlo en aproximadamente 25.0 mL de agua libre de CO₂ contenidos en beaker de 50.0 mL, agitar hasta disolución.
- En un balón volumétrico de 1000.0 mL que contenga cerca de 500.0 mL de agua destilada libre de CO₂ mezclar: 2.7 mL de Ácido Fosfórico (d=1.70; P=85.5%), 2.3 mL de Ácido Acético Glacial (d=1.05; P=99.8%) y la solución de Ácido Bórico recientemente preparada, agitar hasta completa homogenización.
- Llevar a volumen con agua destilada libre de CO₂.
- Homogenizar, envasar y rotular.

SOLUCION BUFFER A DIFERENTES pH.

1. Rotular trece envases plásticos con el valor de pH (1 - 13).
2. Adicionar a cada frasco cantidades exactas de solución Ácida 0.04 M e Hidróxido de Sodio 0.2 M según la siguiente tabla.
3. Medir el pH de la solución por medio de un pH-metro, previamente calibrado.

Cuadro No. 13 Preparación de Solución Búffer a pH 1-13

mL de Solución Ácida 0.04M	mL de Hidróxido de Sodio 0.2M	pH
100	----	1(*)
95	5	2
80	20	3
75	22	4
70	30	5
65	35	6
55	45	7
35	65	8
30	70	9
25	75	10
20	80	11
----	100	12
----	----	13(**)

(*) El pH de 1 a 7 se obtiene por la adición de Ácido Clorhídrico 1M.

(**) El pH de 8 a 13 se obtiene por la adición de Hidróxido de Sodio 0.2M.

ACIDO ACETICO 0.1M (1) (2)

$$PM_{\text{Ácido Acético}} = 60.052 \text{ g/mol}$$

$$\% \text{ Pureza}_{\text{Ácido Acético}} = 99.9\%$$

$$\rho_{\text{Ácido Acético}} = 1.05 \text{ g/mL}$$

$$99.9 \text{ g Ácido Acético} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 100.0 \text{ g de solución}$$

$$60.0 \text{ g Ácido Acético} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad x$$

$$x = 60.11 \text{ g Ácido Acético en solución}$$

$$\rho = m/V \quad V = m/\rho$$

Donde: ρ = densidad

m = Masa

V = Volumen

$$V = 60.11 \text{ g Ácido Acético} / 1.05 \text{ g/mL}$$

$$V = 57.24 \text{ mL de Ácido Acético Glacial para } 1000.0 \text{ mL de solución } 1M$$

$$5. \quad 24 \text{ mL Ácido Acético Glacial} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 1M$$

$$x \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 0.1M$$

$$x = 5.72 \text{ mL}$$

$$x \approx 5.70 \text{ mL de Ácido Acético Glacial para } 1000.0 \text{ mL de solución } 0.1M$$

PROCEDIMIENTO GENERAL:

1. Preparar esta solución en cámara de extracción
2. Adicionar 500.0 mL de agua destilada a un balón volumétrico de 1000.0 mL y adicionar con una pipeta de Mohr 5.7 mL de Ácido Acético Glacial, agitar la solución.
3. Llevar a volumen con agua destilada.
4. Homogenizar, envasar en frasco de vidrio y rotular.

ESTANDARIZACION DE ÁCIDO ACETICO 0.1M**PROCEDIMIENTO GENERAL:**

1. Llenar una bureta de 25.0 mL 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 a un erlenmeyer de 125.0 mL.
3. Adicionar 2 gotas de solución de Fenolftaleína 0.1% y agitar.
4. Titular el Hidróxido de Sodio, adicionando el Ácido Acético poco a poco con agitación constante hasta llegar hasta su punto final, el cual se verifica cuando la solución se torna de rosa a incolora.
5. Tomar lectura de volumen gastado de Ácido Acético 0.1M.

Cálculos:

$V_{mx} = 10.0 \text{ mL}$ de Hidróxido de Sodio $0.1M$

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

Valoración No. 1:

Volumen gastado de Ácido Acético = 10.2 mL

$$C_{\text{Ácido Acético}} V_{\text{Ácido Acético}} = C_{\text{Hidróxido de Sodio}} V_{\text{Hidróxido de Sodio}}$$

$$C_{\text{Ácido Acético}} = \frac{(0.1M)(10.0 \text{ mL})}{(10.1 \text{ mL})}$$

$$C_{\text{Ácido Acético}} = 0.099M$$

Valoración No. 2:

Volumen gastado de Ácido Acético = 10.0 mL

$$C_{\text{Ácido Acético}} V_{\text{Ácido Acético}} = C_{\text{Ácido Acético}} V_{\text{Ácido Acético}}$$

$$C_{\text{Ácido Acético}} = \frac{(0.1M)(10.0 \text{ mL})}{(10.2 \text{ mL})}$$

$$C_{\text{Ácido Acético}} = 0.098M$$

Promedio de la concentración de Ácido Acético de dos valoraciones:

$$M_{\text{real}} = \frac{(0.099 + 0.098) M}{2}$$

$$M_{\text{real}} = 0.0985 M \text{ Ácido Acético}$$

$$\text{Factor de Corrección (Fc)} = \frac{\text{Molaridad Real}}{\text{Molaridad Teórica}}$$

$$F_c = \frac{0.0985}{0.1}$$

$$F_c = 0.985$$

ACIDO CLORHIDRICO 0.1M ⁽¹⁾ ⁽²⁾

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

$$\% \text{ Pureza Ácido Clorhídrico} = 37\%$$

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

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

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

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

$$\rho = m / V \quad V = m / \rho$$

Donde: ρ = densidad

m = Masa

V = Volumen

$$V = 98.9 \text{ g Ácido Clorhídrico} / 1.19 \text{ g/mL}$$

$V = 82.85 \text{ mL de Ácido Clorhídrico Concentrado para } 1000.0 \text{ mL de solución } 1M$

$$82.857 \text{ mL Ácido Clorhídrico} \quad \text{_____} \quad 1M$$

$$\times \quad \text{_____} \quad 0.1M$$

$$x = 8.285 \text{ mL}$$

$x \approx 8.3 \text{ mL de Ácido Clorhídrico Concentrado para } 1000.0 \text{ mL de solución } 0.1M$

TECNICA DE PREPARACION:

Preparar esta solución en cámara de extracción.

1. Preparar un baño de agua fría.
2. Colocar el balón volumétrico de 1000.0 mL que contenga aproximadamente 500.0 mL de agua destilada en el baño de agua fría, adicionar con una pipeta Mohr 8.3 mL de Ácido Clorhídrico Concentrado, agitar, luego diluir hasta llegar a volumen con agua destilada.
3. Homogenizar, envasar en frasco de vidrio y rotular.

ESTANDARIZACION DE ACIDO CLORHIDRICO 0.1M**PROCEDIMIENTO GENERAL:**

1. Llenar una bureta de 25.0 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 a un erlenmeyer de 125.0 mL.
3. Adicionar 2 gotas de Fenofaleína y agitar hasta 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 con el viraje de color rosado intenso a incoloro.
5. Tomar lectura de volumen gastado de Ácido Clorhídrico 0.1M.

Cálculos:

$V_{mx} = 10.0 \text{ mL}$ de Hidróxido de Sodio $0.1M$

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

Valoración No. 1:

Volumen gastado de Ácido Clorhídrico $0.1M = 10.1 \text{ mL}$

$$C_{\text{Ácido Clorhídrico}} V_{\text{Ácido Clorhídrico}} = C_{\text{Hidróxido de Sodio}} V_{\text{Hidróxido de Sodio}}$$

$$C_{\text{Ácido Clorhídrico}} = \frac{(0.1M)(10.0\text{mL})}{(10.1 \text{ mL})}$$

$$C_{\text{Ácido Clorhídrico}} = 0.099M$$

Valoración No. 2:

Volumen gastado de Acido Clorhídrico $0.1M = 10.0 \text{ mL}$

$$C_{\text{Acido Clorhídrico}} V_{\text{Acido Clorhídrico}} = C_{\text{Hidróxido de Sodio}} V_{\text{Hidróxido de Sodio}}$$

$$C_{\text{Acido Clorhídrico}} = \frac{(0.1M)(10.0 \text{ mL})}{(10.0 \text{ mL})}$$

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

Promedio de la concentración de Acido Clorhídrico de dos valoraciones:

$$M_{\text{real}} = \frac{(0.099 + 0.1)M}{2}$$

$$M_{\text{real}} = 0.0995M \text{ Acido Clorhídrico}$$

$$\text{Factor de Corrección (Fc)} = \frac{\text{Molaridad Real}}{\text{Molaridad Teórica}}$$

$$Fc = \frac{0.0995}{0.1}$$

$$Fc = 0.995 \approx 1.0$$

CARBONATO DE SODIO 0.1M ^{(1) (2)}

PM Carbonato de Sodio = 106 g/mol

Peq = 53 g

$$\begin{array}{rcl} 53.0 \text{ g Carbonato de Sodio} & \text{_____} & 1\text{M} \\ & \times & \text{_____} \\ & & 0.1\text{M} \end{array}$$

x= 5.3 g de Carbonato de Sodio para 1000.0 mL de solución a 0.1M

PROCEDIMIENTO GENERAL:

1. Colocar dentro de una capsula de porcelana aproximadamente 15.0 g de Carbonato de Sodio y secar dentro de una estufa a 110°C por 1 hora.
2. Pesar en un beaker de 50.0 mL, 5.3 g de Carbonato de Sodio y disolverlos con una pequeña cantidad de agua destilada.
3. Transferir la solución a un balón volumétrico de 1000.0 mL y llevar a volumen con agua destilada.
4. Homogenizar, envasar y rotular.

NOTA: La solución de Carbonato de Sodio 0.1M no se estandarizo por ser un Estándar Primario.

HIDROXIDO DE SODIO 0.1M ^{(1) (2)}

PM = 40 g/mol

$$\begin{array}{rcl} 40.0\text{g} & \text{_____} & 1\text{M (para 1000.0 mL de solución 1M)} \\ & \times & \text{_____} \\ & & 0.1\text{M} \end{array}$$

x= 4.0 g de Hidróxido de Sodio para 1000.0 mL de solución 0.1M

PROCEDIMIENTO GENERAL:

1. Pesar en un beaker de 50.0 ml, 4.0 g de Hidróxido de Sodio utilizando una balanza semianalítica y disolverlo con agua libre de CO₂, agitar hasta completa disolución.
2. Transferir la solución a un balón volumétrico de 1000.0 mL y llevar a volumen con agua libre de CO₂.
3. Homogenizar, envasar y rotular.

ESTANDARIZACION DE HIDROXIDO DE SODIO 0.1M**PROCEDIMIENTO GENERAL:**

1. Llenar una bureta de 25.0 mL con solución de HCl 0.1M, previamente ambientada con este.
2. Por medio de una pipeta volumétrica de 10.0 mL transferir NaOH 0.1M a un erlenmeyer 125.0 mL.
3. Adicionar 2 gotas de solución de Fenoftaleína y agitar hasta homogenizar.
4. Titular el NaOH, adicionando el HCl poco a poco con agitación constante hasta llegar al punto final, el cual se verifica cuando la solución se torna de incolora rosado intenso.
5. Tomar lectura del volumen gastado de HCl 0.1M.

Cálculos:

$V_{mx} = 10.0 \text{ mL de Acido Clorhídrico } 0.1M$

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

Valoración No. 1:

Volumen gastado de Hidróxido de Sodio = 10.0 mL

$$C_{\text{Hidróxido de Sodio}} V_{\text{Hidróxido de Sodio}} = C_{\text{Acido Clorhídrico}} V_{\text{Acido Clorhídrico}}$$

$$C_{\text{Hidróxido de Sodio}} = \frac{(10.0 \text{ mL}) (0.1 \text{ M})}{(10.0 \text{ mL})}$$

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

Valoración No. 2:

Volumen gastado de Hidróxido de Sodio = 10.0 mL

$$C_{\text{Hidróxido de Sodio}} V_{\text{Hidróxido de Sodio}} = C_{\text{Acido Clorhídrico}} V_{\text{Acido Clorhídrico}}$$

$$C_{\text{Hidróxido de Sodio}} = \frac{(0.1 \text{ M}) (10.0 \text{ mL})}{(10.0 \text{ mL})}$$

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

Promedio de la concentración de Hidróxido de Sodio en dos valoraciones

$$M_{\text{real}} = \frac{(0.1 + 0.1) \text{ M}}{2}$$

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

$$\text{Factor de Corrección (Fc)} = \frac{\text{Molaridad Real}}{\text{Molaridad Teórica}}$$

$$F_c = \frac{0.1}{0.1}$$

$$F_c = 1.0$$

ANEXO No. 3

Cálculos para la obtención del punto de equivalencia graficando la segunda derivada a partir de los datos obtenidos en la titulación Acido Fuerte-Base Fuerte del extracto etanólico levemente acidificado de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica). (Ver Figura No. 31, Pág.84).

Fórmulas:

$$\Delta V = mL_2 - mL_1$$

$$\Delta pH = pH_2 - pH_1$$

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

$$\text{Segunda Derivada} = \Delta^2 pH / \Delta^2 V = (\Delta pH / \Delta V)_1 - (\Delta pH / \Delta V)_2$$

Cuadro No. 14 Datos para la obtener la gráfica de titulación Acido Fuerte (HCl 0.1M)- Base Fuerte (KOH 0.1M).

V (Ml de KOH)	pH	ΔV	ΔpH	$\Delta pH/\Delta V$	$\Delta^2 pH/\Delta^2 V$
0.0	1.70	0.0	-	-	-
5.0	1.72	5.0	0.02	0.004	-
10.0	1.84	5.0	0.12	0.024	-0.02
15.0	2.06	5.0	0.22	0.044	-0.02
15.5	2.14	0.5	0.08	0.16	-0.116
16.0	2.19	0.5	0.05	0.1	0.06
16.5	2.24	0.5	0.05	0.1	
17.0	2.30	0.5	0.06	0.12	-0.02
17.5	2.38	0.5	0.08	0.16	-0.04
18.0	2.46	0.5	0.08	0.16	0
18.5	2.58	0.5	0.12	0.24	-0.08
19.0	2.72	0.5	0.14	0.28	-0.04
19.5	2.95	0.5	0.23	0.46	-0.18
20.0	3.37	0.5	0.42	0.84	-0.38
20.5	4.53	0.5	1.16	2.32	-1.48
21.0	8.75	0.5	4.22	8.44	-6.12
21.5	10.01	0.5	1.26	2.52	5.92
22.0	10.30	0.5	0.29	0.58	1.94
22.5	10.41	0.5	0.11	0.22	0.36
23.0	10.78	0.5	0.37	0.74	-0.52
23.5	10.96	0.5	0.18	0.36	0.38
24.0	11.04	0.5	0.08	0.16	0.2
24.5	11.25	0.5	0.21	0.42	-0.26
25.0	11.59	0.5	0.34	0.68	-0.26

ANEXO No. 4

Cálculos para la obtención del punto de equivalencia graficando la segunda derivada a partir de los datos obtenidos en la titulación Acido Fuerte-Base Fuerte del extracto etanólico levemente acidificado de *Rubus fruticosus* (Mora). (Ver Figura No.34, Pág.88).

Fórmulas:

$$\Delta V = mL_2 - mL_1$$

$$\Delta pH = pH_2 - pH_1$$

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

$$\text{Segunda Derivada} = \Delta^2 pH / \Delta^2 V = (\Delta pH / \Delta V)_1 - (\Delta pH / \Delta V)_2$$

Cuadro No. 15 Datos para la obtener la gráfica de titulación Acido Fuerte (HCl 0.1M)- Base Fuerte (KOH 0.1M).

V (mL de KOH)	pH	ΔV	ΔpH	$\Delta \text{pH}/\Delta V$	$\Delta^2 \text{pH}/\Delta^2 V$
0.0	2.13	0.0	-	-	-
5.0	2.21	5.0	0.08	0.016	-
10.0	2.35	5.0	0.14	0.028	-0.0.12
15.0	2.57	5.0	0.22	0.044	-0.016
15.5	2.62	0.5	0.05	0.1	-0.056
16.0	2.66	0.5	0.04	0.08	-0.02
16.5	2.70	0.5	0.04	0.08	0
17.0	2.74	0.5	0.04	0.08	0
17.5	2.80	0.5	0.06	0.12	-0.04
18.0	2.86	0.5	0.06	0.12	0
18.5	2.94	0.5	0.08	0.016	-0.104
19.0	3.03	0.5	0.09	0.18	-0.164
19.5	3.13	0.5	0.1	0.2	-0.02
20.0	3.28	0.5	0.15	0.3	-0.1
20.5	3.47	0.5	0.19	0.38	-0.08
21.0	3.93	0.5	0.46	0.92	-0.54
21.5	5.43	0.5	1.5	3.0	-2.08
22.0	6.24	0.5	0.81	1.62	-1.38
22.5	7.52	0.5	1.28	2.56	-0.94
23.0	9.23	0.5	1.71	3.42	-0.86
23.5	9.69	0.5	0.46	0.92	2.5
24.0	10.00	0.5	0.31	0.62	0.3
24.5	10.30	0.5	0.30	0.6	0.02
25.0	10.55	0.5	0.25	0.5	0.1

ANEXO No. 5

Cálculos para la obtención del punto de equivalencia graficando la segunda derivada a partir de los datos obtenidos en la titulación Acido Débil-Base Fuerte del extracto etanólico levemente acidificado *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica). (Ver Figura No.37, Pág. 92)

Fórmulas:

$$\Delta V = mL_2 - mL_1$$

$$\Delta pH = pH_2 - pH_1$$

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

$$\text{Segunda Derivada} = \Delta^2 pH / \Delta^2 V = (\Delta pH / \Delta V)_1 - (\Delta pH / \Delta V)_2$$

Cuadro No. 16 Datos para la obtener la gráfica de titulación Acido Débil-
(CH₃COOH 0.1M)- Base Fuerte (KOH 0.1M).

V (mL de KOH)	pH	ΔV	ΔpH	$\Delta pH/\Delta V$	$\Delta^2 pH/\Delta^2 V$
0.0	3.14	0.0	-	-	-
5.0	4.12	5.0	0.98	0.196	-
10.0	4.52	5.0	0.4	0.08	0.116
15.0	4.90	5.0	0.38	0.076	0.004
15.5	4.94	0.5	0.04	0.08	0.004
16.0	4.96	0.5	0.02	0.04	0.04
16.5	4.98	0.5	0.02	0.04	0
17.0	4.99	0.5	0.01	0.02	0.02
17.5	5.0	0.5	0.01	0.02	0
18.0	5.02	0.5	0.02	0.04	-0.02
18.5	5.08	0.5	0.06	0.12	-0.08
19.0	5.17	0.5	0.09	0.18	-0.06
19.5	5.22	0.5	0.05	0.1	0.08
20.0	5.27	0.5	0.05	0.1	0
20.5	5.34	0.5	0.07	0.14	-0.04
21.0	5.49	0.5	0.15	0.3	-0.16
21.5	5.58	0.5	0.09	0.18	0.12
22.0	5.82	0.5	0.24	0.48	-0.3
22.5	5.91	0.5	0.09	0.18	0.3
23.0	6.04	0.5	0.13	0.26	-0.08
23.5	6.28	0.5	0.24	0.48	-0.22
24.0	6.74	0.5	0.46	0.92	-0.44
24.5	9.07	0.5	2.33	4.66	-3.74
25.0	9.84	0.5	0.77	1.54	3.12

ANEXO No. 6

Cálculos para la obtención del punto de equivalencia graficando la segunda derivada a partir de los datos obtenidos en la titulación Acido Débil-Base Fuerte del extracto etanólico levemente acidificado *Rubus fruticosus* (Mora). (Ver Figura No. 40, Pág.96)

Fórmulas:

$$\Delta V = mL_2 - mL_1$$

$$\Delta pH = pH_2 - pH_1$$

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

$$\text{Segunda Derivada} = \Delta^2 pH / \Delta^2 V = (\Delta pH / \Delta V)_1 - (\Delta pH / \Delta V)_2$$

Cuadro No. 17 Datos para la obtener la gráfica de titulación Acido Débil-
(CH₃COOH 0.1M)- Base Fuerte (KOH 0.1M).

V (mL de KOH)	pH	ΔV	ΔpH	$\Delta pH/\Delta V$	$\Delta^2 pH/\Delta^2 V$
0.0	4.02	0.0	-	-	-
5.0	4.42	5.0	0.4	0.08	-
10.0	4.80	5.0	0.38	0.076	0.0004
15.0	5.17	5.0	0.37	0.074	0.0002
15.5	5.19	0.5	0.02	0.04	0.034
16.0	5.23	0.5	0.04	0.08	-0.04
16.5	5.27	0.5	0.04	0.08	0
17.0	5.31	0.5	0.04	0.08	0
17.5	5.37	0.5	0.06	0.12	-0.04
18.0	5.43	0.5	0.06	0.12	0
18.5	5.49	0.5	0.06	0.12	0
19.0	5.54	0.5	0.05	0.010	0.02
19.5	5.58	0.5	0.04	0.08	0.02
20.0	5.64	0.5	0.06	0.12	-0.04
20.5	5.70	0.5	0.06	0.12	0
21.0	5.76	0.5	0.06	0.12	0
21.5	5.82	0.5	0.06	0.12	0
22.0	5.89	0.5	0.07	0.14	-0.02
22.5	5.98	0.5	0.09	0.18	-0.04
23.0	6.06	0.5	0.08	1.60	-1.42
23.5	6.20	0.5	0.14	0.28	1.32
24.0	6.34	0.5	0.14	0.28	0
24.5	6.54	0.5	0.20	0.4	-0.12
25.0	6.83	0.5	0.29	0.58	-0.18
25.5	8.08	0.5	1.25	2.5	-1.92
26.0	9.50	0.5	1.42	2.84	-0.34

ANEXO No. 7

Cálculos para la obtención del punto de equivalencia graficando la segunda derivada a partir de los datos obtenidos en la titulación Acido Fuerte-Base Débil del extracto etanólico levemente acidificado *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica). (Ver Figura No.43, Pág. 100)

Fórmulas:

$$\Delta V = mL_2 - mL_1$$

$$\Delta pH = pH_2 - pH_1$$

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

$$\text{Segunda Derivada} = \Delta^2 pH / \Delta^2 V = (\Delta pH / \Delta V)_1 - (\Delta pH / \Delta V)_2$$

Cuadro No. 18 Datos para la obtener la gráfica de titulación Acido Fuerte- (HCl
0.1M)- Base Débil (Na_2CO_3 0.1M).

V (mL de Na_2CO_3 0.1M)	pH	ΔV	ΔpH	$\Delta \text{pH}/\Delta V$	$\Delta^2 \text{pH}/\Delta^2 V$
0.0	9.92	0.0	-	-	-
5.0	8.26	5.0	-1.66	-0.332	-
10.0	6.21	5.0	-2.05	-0.41	-0.742
15.0	4.33	5.0	-1.88	-0.376	-0.786
15.5	3.92	0.5	-0.41	-0.82	-1.196
16.0	3.64	0.5	-0.28	-0.56	-1.38
16.5	3.46	0.5	-0.18	-0.36	-0.92
17.0	3.31	0.5	-0.15	-0.3	-0.66
17.5	3.20	0.5	-0.11	-0.22	-0.52
18.0	3.13	0.5	-0.07	-0.14	-0.36
18.5	3.06	0.5	-0.07	-0.14	-0.28
19.0	3.00	0.5	-0.06	-0.12	-0.26
19.5	2.95	0.5	-0.05	-0.1	-0.22
20.0	2.91	0.5	-0.04	-0.12	-0.22
20.5	2.86	0.5	-0.05	-0.1	-0.22
21.0	2.82	0.5	-0.04	-0.12	-0.22
21.5	2.79	0.5	-0.03	-0.06	-0.18
22.0	2.77	0.5	-0.02	-0.04	-0.1
22.5	2.73	0.5	-0.04	-0.12	-0.16
23.0	2.71	0.5	-0.02	-0.04	-0.16
23.5	2.68	0.5	-0.03	-0.06	-0.1
24.0	2.65	0.5	-0.03	-0.06	-0.12
24.5	2.63	0.5	-0.02	-0.04	-0.1
25.0	2.62	0.5	-0.01	-0.02	-0.8

ANEXO No. 8

Cálculos para la obtención del punto de equivalencia graficando la segunda derivada a partir de los datos obtenidos en la titulación Acido Fuerte-Base Débil del extracto etanólico levemente acidificado *Rubus fruticosus* (Mora). (Ver Figura No. 46, Pág. 104)

Fórmulas:

$$\Delta V = mL_2 - mL_1$$

$$\Delta pH = pH_2 - pH_1$$

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

$$\text{Segunda Derivada} = \Delta^2 pH / \Delta^2 V = (\Delta pH / \Delta V)_1 - (\Delta pH / \Delta V)_2$$

Cuadro No. 19 Datos para la obtener la gráfica de titulación Acido Fuerte- (HCl
0.1M)- Base Débil (Na_2CO_3 0.1M).

V (mL Na_2CO_3 0.1M)	pH	ΔV	ΔpH	$\Delta \text{pH}/\Delta V$	$\Delta^2 \text{pH}/\Delta^2 V$
0.0	10.18	0.0	-	-	-
5.0	9.19	5.0	-0.99	-0.198	-
10.0	6.54	5.0	-2.65	-0.53	-0.728
15.0	5.50	5.0	-1.04	-0.208	-0.738
15.5	5.30	0.5	-0.2	-0.4	-0.608
16.0	5.04	0.5	-0.26	-0.52	-0.92
16.5	4.72	0.5	-0.32	-0.64	-1.16
17.0	4.25	0.5	-0.47	-0.94	-1.58
17.5	3.84	0.5	-0.41	-0.82	-1.76
18.0	3.52	0.5	-0.32	-0.64	-1.46
18.5	3.30	0.5	-0.22	-0.44	-1.08
19.0	3.11	0.5	-0.19	-0.38	-0.82
19.5	3.06	0.5	-0.05	-0.1	-0.48
20.0	2.98	0.5	-0.08	-0.16	-0.26
20.5	2.91	0.5	-0.07	-0.14	-0.3
21.0	2.86	0.5	-0.05	-0.1	-0.24
21.5	2.83	0.5	-0.03	-0.06	-0.16
22.0	2.79	0.5	-0.04	-0.08	-0.14
22.5	2.76	0.5	-0.03	-0.06	-0.14
23.0	2.72	0.5	-0.04	-0.08	-0.14
23.5	2.69	0.5	-0.03	-0.06	-0.14
24.0	2.67	0.5	-0.02	-0.04	-0.1
24.5	2.64	0.5	-0.03	-0.06	-0.1
25.0	2.61	0.5	-0.03	-0.06	-0.12