



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A  
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**VALORACIÓN DE LOS INDICADORES ÁCIDO BASE EXTRAÍDOS DE  
CUATRO TIPOS DE FLORES**

**AUTORES:**

**BRYAN EZEQUIEL GARCÍA LOOR**

**GEMA MERCEDES VERA SALTOS**

**TUTOR:**

**ING. JOSÉ FERNANDO ZAMBRANO RUEDAS, Mgtr**

**CALCETA, OCTUBRE DE 2023**

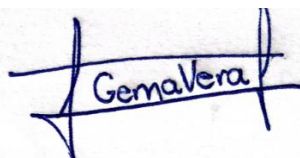
## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Bryan Ezequiel García Loor con cédula de ciudadanía 095684126-6 y Gema Mercedes Vera Saltos con cédula de ciudadanía 172981983-7, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **VALORACIÓN DE LOS INDICADORES ÁCIDO BASE EXTRAÍDOS DE CUATRO TIPOS DE FLORES** es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a mi favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



**GARCÍA LOOR BRYAN EZEQUIEL**  
**0956841266**



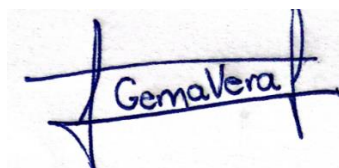
**VERA SALTOS GEMA MERCEDES**  
**1729819837**

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Bryan Ezequiel García Loor con cédula de ciudadanía 095684126-6 y Gema Mercedes Vera Saltos con cédula de ciudadanía 172981983-7, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **VALORACIÓN DE LOS INDICADORES ÁCIDO BASE EXTRAÍDOS DE CUATRO TIPOS DE FLORES** cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



**BRYAN EZEQUIEL GARCÍA LOOR**  
**0956841266**



**GEMA MERCEDES VERA SALTOS**  
**1729819837**

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

José Fernando Zambrano Ruedas, certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **VALORACIÓN DE LOS INDICADORES ÁCIDO BASE EXTRAÍDOS DE CUATRO TIPOS DE FLORES** que ha sido desarrollado por Bryan Ezequiel García Loor y Gema Mercedes Vera Saltos, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López

**ING. JOSÉ FERNANDO ZAMBRANO RUEDAS, Mgtr.**  
**CC: 1310828460**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **VALORACIÓN DE LOS INDICADORES ÁCIDO BASE EXTRAÍDOS DE CUATRO TIPOS DE FLORES**, que ha sido desarrollado por Bryan Ezequiel García Loor y Gema Mercedes Vera Saltos, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**ING. PABLO ISRAEL GAVILANES LÓPEZ, Mgtr.**  
**CC: 1803247244**

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

**ING. DIANA CAROLINA  
CEDEÑO ALCÍVAR, Mgtr.**  
**CC: 1313678086**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**ING. NELSON ENRIQUE  
MENDOZA GANCHOZO, Mgtr.**  
**CC: 1308159464**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A mi familia por el apoyo y acompañamiento en cada escalón que la vida ha interpuesto, especialmente a mi hermano que por el he tenido la fuerza para continuar sin decaer, por estar pendiente en mi bienestar y el nivel de educación aportado.

A mis profesores de secundaria que en mi camino académico me inspiraron a seguir adelante y tener siempre una visión de superación y a nunca conformarme con lo mínimo.

Le agradezco a todos mis compañeros y amigos cercanos por nunca dejarme solo ante las adversidades y situaciones irregulares durante mi estancia en la institución.

**GARCIA LOOR BRYAN EZEQUIEL**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día

A Dios por brindarme sabiduría, por permitirme seguir junto a mi familia a pesar de las adversidades y por darme la oportunidad de compartir sus momentos de alegría.

A mis padres, por siempre estar cuando los necesito, por nunca desmayar, por creer siempre en mí, por ser mi fuente de inspiración y progreso. A mis hermanos, porque gracias a ellos aprendí el valor de la vida, el valor de levantarse una y mil veces. A mis sobrinos por siempre sacarme sonrisas cuando estaba decaída por el estrés y la ansiedad. A mi segundo papá y mi segunda mamá, por el apoyo brindado en toda esta etapa, por nunca cerrarme las puertas de sus corazones cuando necesité un abrazo o un consejo. A mis abuelos y mi madrina María por decirme siempre que sería capaz de lograrlo.

A mi novio, por nunca dejarme sola en los momentos más difíciles, por el cariño y el apoyo brindado en esta etapa. A los grandes amigos que me ha dado la universidad y la vida, gracias por demostrarme el verdadero valor de la amistad.

A mi tutor, Ing. José Fernando Zambrano Ruedas, y a los miembros del tribunal por darnos la oportunidad de enriquecernos con sus conocimientos y cada una de las sugerencias brindadas dentro de esta etapa.

Todas y cada una de mis metas se las debo a cada uno de ustedes, gracias por haber formado parte del proceso.

**GEMA MERCEDES VERA SALTOS**

## DEDICATORIA

A mi mamá, debo decirle que la amo con todas las fuerzas que alguien puede amar, me enseñaste que, aunque las cosas no siempre salgan bien, con esfuerzo y dedicación se puede llegar a la meta.

A mi hermano, este logro es el reflejo de que todo siempre mejora, de aquí en adelante seguiremos siempre con la frente en alto para con cada logro ser cada día una mejor persona.

A mi abuela y mi abuelo, que siempre desean lo mejor para mí, verme brillar, y sobre todo continuar con el carisma y las ganas de seguir adelante en la vida, alguna vez me dijeron “No es la distancia que recorras, es como disfrutas el camino para llegar a la meta”.

A mi compañera de tesis, amiga y hermana, por estar ahí en todo momento, compartir risas, emociones, llantos, y desesperación, lograste y lograrás que tu compañía será siempre grata.

A las personas que han aportado cada granito de arena en mi preparación académica.

**BRYAN EZEQUIEL GARCIA LOOR**



## DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de haber culminado esta etapa con éxito, por siempre recordarme el valor de aprender a vivir sin miedo a equivocarse.

A mi papá, por recordarme siempre que, aunque el atardecer traiga consigo la oscuridad, al despertar siempre habrá un nuevo amanecer, lleno de nuevos retos y oportunidades, por enseñarme que siempre habrá una esperanza al final de las adversidades y a no rendirme al primer obstáculo.

A mi mamá, por siempre tener sus brazos prestos para consolarme ante cualquier problema, por nunca rendirse, por enseñarme que la vida quizás no sea perfecta pero cuando eres feliz con lo poco que tienes, puede ser extraordinaria.

A mis hermanos, por el apoyo moral, por los consejos y por darme la oportunidad de ser tía de unos maravillosos sobrinos que llenan mi vida de luz y destellos.

A mi mamita Zoila, allá en el cielo, por ser esa luz que me daba fuerzas para continuar. A mis abuelos, que aún están conmigo por quererme como lo hacen, a mi madrina María, por ser tía y amiga.

A mi compañero de tesis, más que eso, a mi compañero de aventuras, mi hermano del alma, quien me hacía reaccionar cuando pensaba que no podía continuar y siempre tendía su brazo en mis momentos difíciles.

Y finalmente, y no menos importante, a mi novio, a quién le dedico, este y los demás logros que vendrán, hoy cierro un capítulo importante de mi vida, pero abro un nuevo camino lleno de posibilidades y aprendizajes. Y él ha sido parte fundamental de este proceso, con su amor, con su paciencia y con su inagotable apoyo. Gracias por haberme acompañado en este largo camino, por creer en mí cuando yo misma dudaba, y por alentarme a seguir adelante en los momentos más difíciles. Este logro es también de él, porque él me ha inspirado, motivado y ayudado a crecer como persona y como profesional.

**GEMA MERCEDES VERA SALTOS**

## CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	v
AGRADECIMIENTO	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
DEDICATORIA	ix
RESUMEN	xiii
PALABRAS CLAVES	xiii
ABSTRACT	xiv
KEY WORDS	xiv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	4
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
1.4. HIPÓTESIS	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1. PLANTAS ORNAMENTALES	7
2.2. 72.3.	82.4.
<i>ROSA CENTIFOLIA</i>	8
2.5. 92.6.	PIGMENTOS
9	
2.7. FLAVONOIDES	9
2.7.1. ANTOCIANINAS	10
2.8. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN	10
2.8.1 EXTRACCIÓN POR MÉTODOS CONVENCIONALES	10
2.8.2 EXTRACCIÓN POR MÉTODOS NO CONVENCIONALES	12
EXTRACCIÓN ASISTIDA POR MICROONDAS	12
EXTRACCIÓN POR FLUIDOS SUPERCRÍTICOS	12

EXTRACCIÓN TURBO	12
EXTRACCIÓN ELÉCTRICA	12
EXTRACCIÓN POR ULTRASONIDO	12
2.9. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)	13
2.9.1. POTENCIÓMETRO	13
2.10. ACIDEZ	13
2.10.1. INDICADORES ÁCIDO-BASE	13
2.11. ESPECTROFOTOMETRÍA	15
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	16
3.1. UBICACIÓN	16
3.2. DURACIÓN	16
3.3. MÉTODOS	16
3.3.1. DEDUCTIVO	16
3.3.2. EXPERIMENTAL	16
3.4. TÉCNICAS	17
3.4.1. OBTENCIÓN DE EXTRACTOS DE ANTOCIANINA	17
3.4.2. ESPECTROFOTOMETRÍA UV-VIS	17
3.4.3. ANÁLISIS DE ACIDEZ	18
3.5. FACTORES EN ESTUDIO	18
3.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	18
3.5.2. 173.6.	UNIDAD EXPERIMENTAL
19	
3.7. VARIABLES EN ESTUDIO	20
3.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO	21
3.8.1. RECOLECCIÓN DE ESPECIES FLORALES	21
3.8.2. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS	21
3.8.3. OBTENCIÓN DE ANTOCIANINA	21
3.8.4. DETERMINACIÓN DE FLAVONOIDES	21
3.9. DISEÑO EXPERIMENTAL	22
3.9.1. 213.10.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO
22	
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	30
5.1. CONCLUSIONES	30
5.2. RECOMENDACIONES	30

BIBLIOGRAFÍA	32
ANEXOS	38
<b>CONTENIDO DE FÓRMULAS</b>	
<b>Fórmula 1.</b> Determinación de Flavonoides Totales	17
<b>Fórmula 2.</b> Determinación de Acidez Titulable	18
<b>CONTENIDO DE TABLAS</b>	
<b>Tabla 1.</b> Esquema de ANOVA con el testigo	21
<b>Tabla 2.</b> Contenido de Flavonoides	23
<b>Tabla 3.</b> Análisis físico químicos de los extractos	24
<b>Tabla 4.</b> T de Dunnet (Bilateral)	25
<b>Tabla 5.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis	26
<b>CONTENIDO DE GRÁFICOS</b>	
<b>Gráfico 1.</b> Anova	26
<b>Gráfico 2.</b> Prueba de Kruskal – Wallis de muestras independientes (Néctar de Durazno)	27
<b>Gráfico 3.</b> Prueba de Kruskal – Wallis de muestras independientes (Néctar de Manzana)	28

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la función de los indicadores ácido base extraídos de cuatro tipos de flores (*Bougainvillea glabra*; *Hibiscus rosa-sinensis*; *Rosa Centifolia*; *Iroxa chinensi*) aplicados en análisis de acidez titulable en néctar de frutas. Se aplicó un diseño experimental completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos y cinco réplicas. De tal forma, se llevó a efecto la obtención de los extractos de los cuatro tratamientos mediante un baño de ultrasonido con agua destilada a una temperatura de 40°C y una frecuencia de 40 kHz en un tiempo de 15 minutos. El contenido de flavonoides se determinó mediante espectrofotometría a 520 nm en un espectrofotómetro UV-VIS, obteniendo un rango de absorbancia entre las muestras de 0.01 a 0.23. Posteriormente, se ejercieron análisis físico-químicos a los extractos (Acidez y pH), comprobando su efectividad para poder ser utilizados como indicadores. Se ejecutaron análisis de acidez utilizando cada uno de los indicadores en tres tipos de néctares (naranja, durazno y manzana). El análisis estadístico se realizó mediante la comparación de los tratamientos frente al testigo, se aplicó el ANOVA para la variable %Acidez (néctar de naranja) junto con la prueba T de Dunnett, mientras que, para las variables %Acidez (néctar de durazno y manzana) se aplicó la prueba de Kruskal- Wallis, dentro de los cuales, el que demostró mayor eficacia fue el T2, el extracto de *Hibiscus rosa-sinensis*, aproximándose a datos oficiales expuestos en discusión.

## PALABRAS CLAVE

Flores, baño de ultrasonido, indicadores naturales, espectrofotometría, acidez

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the function of acid-base indicators extracted from four types of flowers (*Bougainvillea glabra*; *Hibiscus rosa-sinensis*; *Rosa centifolia*; *Ixora chinensi*) applied in analysis of titratable acidity in fruit nectar. A completely randomized experimental design (DCA) was applied, with four treatments and five replications. In this way, the extracts of the four treatments were obtained using an ultrasound bath with distilled water at a temperature of 40°C and a frequency of 40 kHz in a time of 15 minutes. The flavonoid content was determined by spectrophotometry at 520 nm in a UVVIS spectrophotometer, obtaining an absorbance range between the samples of 0.01 to 0.23. Subsequently, physical-chemical analyzes were carried out on the extracts (Acidity and pH), checking their effectiveness so they can be used as indicators. Acidity analyzes were carried out using each of the indicators in three types of nectars (orange, peach and apple). The statistical analysis was carried out by comparing the treatments against the control, the ANOVA was applied for the %Acidity variable (orange nectar) together with Dunnett's T test, while, for the %Acidity variables (peach nectar and apple) the Kruskal-Wallis test was applied, among which, the one that demonstrated the greatest efficacy was T2, the extract of *Hibiscus rosa-sinensis*, approaching official data presented under discussion.

## KEY WORDS

Flowers, ultrasonic bathing, natural indicators, spectrophotometer, acidity

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Un indicador ácido-base es, en general, un ácido débil o una base débil que presenta colores diferentes en su forma disociada y sin disociar. Avalos (2005) explica que la fenolftaleína es uno de los indicadores más conocidos por ser utilizado en valoraciones ácido-base, aunque también puede usarse para medir el pH de una disolución. Sin embargo, Yepes (2019) manifiesta que actualmente, la Reglamentación Europea considera a la fenolftaleína como un producto potencialmente tóxico y recomienda su sustitución por compuestos menos peligrosos como los indicadores ácido-base naturales.

El uso de esta disolución está muy extendido, sin embargo, en las descripciones de seguridad del producto existen ciertas singularidades que obligan a considerar su uso en las grandes industrias. Yepes (2019) manifiesta que, según la clasificación con arreglo al Reglamento (CE) nº 1272/2008 la fenolftaleína provoca defectos genéticos y puede provocar cáncer. Por ende, el autor añade que esta normativa sustituye a la Directiva 67/548/CEE o Directiva 1999/45/CE, las cuales ya entendieron a esta sustancia como: T: tóxico; Xn: nocivo- R68 y con posibilidad de efectos irreversibles

A nivel de Ecuador, para llevar a cabo la identificación de carácter ácido-base de las sustancias también se hace referencia a la utilización de indicadores químicos, y el más utilizado es la fenolftaleína (García y García, 2021). Así mismo, Urquiza y Sánchez (2019) agregan que, a pesar de su uso diseminado, en el país se ha reportado que la fenolftaleína conlleva riesgos hacia la salud de los usuarios y la contaminación del medio ambiente. Posee toxicidad por inhalación de aire contaminado o al contacto con piel y ojos. Además, añaden que, sus residuos que son vertidos al desagüe contaminan los cuerpos de agua. Por ende, su adquisición está actualmente limitada en el país, y se centra en diferentes restricciones como el tratamiento apropiado a todos los reactivos químicos, el control, tratamiento, eliminación de los residuos (residuos de reactivos, reactivos descartables, envases desechables) y disponer a la mano

de las fichas de seguridad de cada uno de ellos, conforme a las normas establecidas por la ONU.

Puertomar S.A está ubicada en el cantón Jaramijó, provincia de Manabí, formando parte de las grandes industrias que aún utilizan la fenolftaleína, esta empresa se dedica al procesamiento y comercialización de productos del mar, misma que cuenta con un área de control de calidad, teniendo a disposición su laboratorio de análisis físico-químicos en el cual se realizan análisis a la materia prima y al producto terminado como tal, sin embargo, algunos de estos análisis como acidez titulable sufren de carencias de reactivos como la fenolftaleína. Su límite de adquisición se debe a varios estudios realizados sobre su toxicidad, los cuales arrojaron resultados negativos para el bienestar humano.

En el estudio realizado por García (2016) sobre su uso, se logró realizar una prueba de toxicidad en ratones provocando neoplasia y cáncer de ovario en ratones hembra. Dicho autor, demostró que la fenolftaleína fue la causante de inducir hiperplasia atípica, proliferación de células hematopoyéticas en el bazo de ratones machos y hembras, toxicidad del riñón y del sistema reproductor en ratones machos. A pesar de esto, la fenolftaleína se exhibió previamente como un laxante potente, pero ahora su consumo está restringido por los gobiernos debido a la evidencia de sus efectos como la producción de malestar abdominal, diarrea, náuseas, disminución de la presión arterial, desmayos y cáncer.

De igual forma, Murcia et al. (2020) agregan que, la mayoría de laboratorios de ensayo y prácticas no identifican y/o cuantifican sus residuos peligrosos, además de esto, los autores agregan que estos laboratorios no cuentan con sistemas de tratamiento para sus desechos. Sin embargo, es necesario señalar que, aunque algunas instituciones están interesadas en desarrollar estudios para el diseño de soluciones a estos residuos, el apoyo y el interés en investigar este tema es bajo, por ende, se hace necesario que el país comience a dimensionar y controlar la problemática en este sector.

Referente a los indicadores naturales compuestos por antocianina Tuitice (2021) argumenta que la determinación del color y estabilidad de estos dependen de algunos factores como temperatura, luz, pH y presencia de oxígeno ácido



ascórbico, y actividad de agua. En el estudio realizado por Zhang et al. (2019) sobre la extracción de antocianina en fresas se expone que, dentro de los factores que actúan en dicha extracción, la temperatura es uno de los más importantes que influye en la degradación y decoloración de las antocianinas, dichos autores pudieron determinar que las antocianinas de las fresas postcosecha se degradan con mayor facilidad a temperatura ambiente 35°C, debido a que en esta temperatura mejoró la actividad de enzimas peroxidasa y polifenol oxidasa.

Por ende, la fenolftaleína ha permanecido por largos periodos como uno de los principales indicadores de acidez utilizados en la mayor parte de los laboratorios, consecuentemente de que las maneras de extracción que se utilizan para obtener antocianinas, con frecuencia requieren de mucho tiempo y pueden conducir a su degradación. Además, a causa de su estructura molecular, algunos factores como: temperatura, luz, sulfitos, oxígeno, actividad de agua, afectan la estabilidad de estos extractos. Esta inestabilidad se manifiesta en la pérdida de color, oscurecimiento enzimático, no enzimático y la formación de precipitados (Tuitice, 2021).

Con base a lo mencionado se plantea la interrogante:

¿Los extractos de antocianina de pétalos de flores podrán suplir a la fenolftaleína en la función de indicador ácido-base?

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

Bardales y Ventura (2016) exponen que, los indicadores de pH que se obtienen de la síntesis de sustancias orgánicas, actualmente son los más empleados a nivel mundial en distintos laboratorios de análisis químico, esto se debe a la confiabilidad que presentan cuando el analista químico posee las competencias necesarias para utilizarlos. Convenientemente, los autores agregan que, estos indicadores no son los únicos capaces de medir el pH de sustancias inorgánicas ácidas y básicas; también las antocianinas, moléculas que se encuentran presentes en la mayoría de frutos y hojas, son responsables de su pigmentación, además son capaces de cambiar su coloración aumentando o disminuyendo el pH del medio acuoso en que se encuentren.

En la actualidad se estudia su aplicabilidad como indicadores y/o sensores de pH, en los procesos de titulación. Dichos pigmentos pertenecen a la familia de los flavonoides, constituidas por una molécula de antocianidina que es una aglicona, cuya estructura está formada por el ion flavilio, que presenta sensibilidad a los cambios de pH debido a que tiene una baja cantidad de electrones.

La extracción de antocianinas comúnmente es llevada con solventes como el etanol y metanol, además se puede añadir una pequeña cantidad de ácido para obtener el ión flavilio (estructura básica de las agliconas) que es estable a pH ácido. Para Tuitice (2021) las antocianinas se concentran principalmente en la corteza de los frutos, sin embargo, se pueden encontrar en los pétalos y sépalos de las flores, para estas matrices naturales existen varios procedimientos de extracción líquido-sólido que implican mantener la muestra sólida en contacto con el disolvente durante un tiempo y energía específicos. Dentro de estos procedimientos, existen procedimientos convencionales y no convencionales.

Por otro lado, Tuitice (2021) indica que actualmente se están usando tecnologías que utilizan al ultrasonido, microondas, como energía de extracción y son denominadas como eficientes y ecológicas. Teniendo una atención especial en la extracción asistida por ultrasonido. Debido a que los extractos ricos en antocianinas consumen energía y tiempo, por lo cual el uso excesivo

de solventes y agua resulta ser nocivo para el medio ambiente, la economía y la seguridad. La demanda por los extractos naturales impulsa a las industrias a llevar a efecto el desarrollo de nuevas técnicas para optimizar la extracción, poder reducir costos, tiempo de procesamiento y consumo de energía. Debido a que, en ciertos casos los tiempos de extracción son contradictorios, lo que puede llevar a la descomposición de las antocianinas, por ello, se menciona que la extracción de antocianinas de las matrices naturales es complicada y se comporta de manera inestable a altas temperaturas y cambios bruscos de pH.

El ultrasonido es una técnica novedosa que se está utilizando para optimizar los procesos de extracción, su viabilidad va desde su uso en extracción de fenoles, proteínas con propiedades mejoradas para la emulsión, aceites esenciales, flavonoides, y otros componentes bioactivos. Su uso no solo se limita a la extracción también se está utilizando como nueva técnica de preparación de muestras que permite obtener mayor rendimiento, convirtiéndose en una herramienta indispensable a la hora de obtener extractos naturales asimismo este método es utilizado por sus evaluaciones no invasivas y no destructivas (Tuitice, 2021).

Si se logra conocer las aplicaciones actuales que se le puede dar a las antocianinas, las técnicas de extracción emergentes que logren disminuir costos, aumentar rendimientos y estudios de la copigmentación que pueden llegar a mejorar la idoneidad de estos pigmentos como colorantes e indicadores naturales rentables e inoocuos, se puede llegar a prever un futuro alentador donde se logre implementar el incremento del uso de estos ayudando así a la reducción de residuos peligrosos que provengan de los indicadores sintéticos.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la función de los indicadores ácido base extraídos de cuatro tipos de flores (*Bougainvillea glabra*; *Hibiscus rosa-sinensis*; *Rosa Centifolia*; *Iroxa chinensi*) aplicados en análisis de acidez titulable en néctar de frutas.

### 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cuantificar mediante espectrofotometría el contenido de flavonoides presente en los diferentes tipos de flores.
- Determinar la eficacia del extracto de antocianina de cada tipo de flor en comparación con la fenolftaleína mediante análisis de acidez titulable.
- Ejecutar pruebas de medición de acidez titulable adicionando extracto de antocianinas como indicador en néctar de frutas.

### 1.4. HIPÓTESIS

Al menos uno de los extractos de antocianina obtenidos de los cuatro tipos de flores (*Bougainvillea glabra*; *Hibiscus rosa-sinensis*; *Rosa Centifolia*; *Iroxa chinensi*) cumplirá la misma función de indicador ácido base al igual que la fenolftaleína.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. PLANTAS ORNAMENTALES

Para García et al. (2018) el concepto de “plantas ornamentales” puede definirse como plantas cultivadas y comercializadas con fines decorativos por sus propiedades estéticas, como las flores, hojas, fragancia, características del follaje, sus frutos o tallos en jardines y paisajes, como plantas de interior o flores cortadas. Su cultivo, llamado floricultura, es un elemento fundamental de la horticultura.

Álvaro y Díaz, (2020) explican que, las plantas ornamentales no sólo se utilizan para decorar jardines, calles y balcones, sino que, además, contribuyen a mejorar el medio ambiente de las ciudades, porque reducen la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, aumentan los niveles de oxígeno gracias a su fotosíntesis, cambiando el microclima, proporcionando sombra y aumentando la humedad atmosférica.

### 2.2. *Bougainvillea glabra*

Hammad et al. (2021) argumentan que la planta *B. glabra*, comúnmente llamada Choisy, es un arbusto trepador con tallos espinosos. En general, la altura de la planta es de aproximadamente 3.0 a 3.7m. Es inherente a los países sudamericanos, incluidos Brasil y Perú, en las regiones más cálidas de Asia, Australia, el Caribe, México y Sudáfrica, y también autóctonas de los Estados Unidos en el estado de California, Florida, Arizona, el sur de Texas y Hawái

Los estudios realizados en extractos crudos, fracciones de solventes o compuestos puros aislados de *B. glabra* informaron una variedad de efectos biológicos. Muy pocos estudios han reportado el aislamiento de compuestos responsables del potencial biológico observado de esta planta. Además, los estudios de toxicidad de esta planta aún deben explorarse exhaustivamente para garantizar sus parámetros de seguridad (Hammad et al., 2021).

### **2.3. *Hibiscus rosa-sinensis***

Para Morejón y Toapanta (2020) la principal característica de este arbusto es que puede crecer hasta 1 o 2 m de altura, en lugares sombreados y húmedos. Tiene hojas simples de hasta 5 o 6 cm de largo con bordes dentados, flores de 3 cm de diámetro, recogidas en inflorescencias y con cinco pétalos de color rosa. Especialmente ubicado al norte del Ecuador en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura, se la encuentra en los cultivos y suelos aledaños. Para muchos agricultores es una maleza, pero por su alto contenido de resina y mucílagos es de gran importancia para la agroindustria panelera de la región Norte.

Entre los diversos usos de este arbusto en la industria alimentaria, se puede utilizar como agente clarificante, por ejemplo, en vinos y zumos de frutas. Esto es posible gracias a su alto contenido de gomas y mucílagos. También se utiliza en la industria panelera. Algunos estudios reportan que cuenta con propiedades medicinales por sus efectos farmacológicos, y también se utiliza como planta ornamental y como seto (Morejón y Toapanta, 2020).

Morejón y Toapanta (2020) agregan que esta planta es utilizada como aditivo natural porque tiene un sabor poco ácido debido a que en su composición posee ácido cítrico y ácido ascórbico, dos potentes antioxidantes que se los utiliza en el área alimentaria.

### **2.4. *Rosa centifolia***

Conocida como "Rosa de mayo", nativa de Asia, es una especie del género de las rosas (familia Rosaceae), de acuerdo a su morfología alcanza de 1.5 a 2 metros de altura con sus hojas de color verde grisáceo de 5 a 7 foliolos, y sus ramas con una larga caída. Caracterizada por sus flores redondas, de color rosa con tonalidades variables, los pétalos perfumados y delgados (Contreras, 2019).

El autor mencionado anteriormente agrega que, en muestras de cultivo se logró evidenciar por medio del perfil cromatográfico del aceite esencial, los principales componentes químicos mayoritarios como: 2-feniletanol y terpenoles como geraniol, nerol, linalol y citranelol, cariofileno oxido de rosa, metileugenol (1.5%)<sup>2</sup> e hidrocarburos como nonadecano (C-19, 8.2%) y heneicosano (C-21 3.1%).

## **2.5. *Ixora chinensis***

*Ixora* es un género de la familia Rubiaceae, es una planta ornamental de características leñosas tropical muy extendida por sus flores. Aunque es originaria de áreas tropicales de Asia, especialmente India, *Ixora* ahora crece comúnmente en climas tropicales en los EE. UU., como Florida. *Ixora* también es comúnmente conocida como jazmín de las Indias Occidentales. Las plantas poseen hojas coriáceas, que van desde 3 a 6 pulgadas de longitud, y producen grandes racimos de diminutas flores en el verano. Como flavonoides, las antocianinas están presentes en las flores de *Ixora chinensis* y son sensibles al pH (Li et al., 2019).

## **2.6. PIGMENTOS**

En la literatura se establece que el término pigmento se utiliza estrictamente para los colorantes no solubles, mientras que los colorantes solubles se denominan tintes. Hoy en día el uso colorante naturales está aumentando significativamente respecto a frente a los colorantes sintéticos debido a que juegan un papel potencial en la prevención y tratamiento de diversas enfermedades debido a sus efectos farmacológicos, son biodegradables en el poco tiempo que se encuentran como residuo y pueden utilizarse como aditivos en alimentos, cosméticos, y otros productos debido a su baja toxicidad (Ballinas, 2022).

## **2.7. FLAVONOIDES**

Los flavonoides son compuestos secundarios producidos por las plantas como vías laterales a la fotosíntesis, poseen funciones no nutricionales pero muy importantes para la caracterización y supervivencia, estos compuestos sobre todo sirven para protegerse de factores externos. Estos constituyen un gran número de metabolitos y se distinguen varias clases de acuerdo con el nivel de oxidación de su anillo pirano (Arifin & Ibrahim, 2019).

Se encuentran en vegetales, semillas entre otras materias orgánicas, son pigmentos naturales que protegen al organismo del daño producido por agentes oxidantes, como los rayos ultravioletas, la polución ambiental, sustancias químicas presentes en los alimentos, entre otros (Hernández et al., 2019).

### **2.7.1. ANTOCIANINAS**

Para Carrión (2022) las antocianinas son moléculas con diversas aplicaciones en diferentes campos industriales, pero debido a su relativa inestabilidad, su uso es limitado. Estas moléculas se degradan fácilmente por factores físicos y químicos como la luz, el pH, la temperatura y la presencia de sulfito, ácido ascórbico, la presencia de ciertas enzimas, entre otros.

Las antocianinas tienen mayor estabilidad a pH bajos en medios ácidos, en comparación con valores de pH altos en medios básicos. Debido a la naturaleza del catión flavilio como parte de la estructura de la molécula, éste puede sufrir cambios estructurales bajo la influencia del pH, dando como resultado diferentes colores y tonalidades de la solución que lo contiene (Carrión, 2022).

## **2.8. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN**

La separación de un compuesto mediante extracción depende de la transferencia selectiva de ese compuesto desde una mezcla sólida o líquida con otros compuestos hacia una fase líquida (normalmente un disolvente orgánico). El éxito de la técnica depende esencialmente de la diferencia de solubilidad en el disolvente de extracción entre el compuesto deseado y los demás compuestos presentes en la mezcla inicial (UNPL, 2020).

### **2.8.1. EXTRACCIÓN POR MÉTODOS CONVENCIONALES**

La extracción de flavonoides se realiza a partir del material fresco, aunque puede realizarse con el material seco siempre y cuando el proceso de deshidratación no altere la composición de los flavonoides. En el caso de los métodos convencionales se utiliza un solvente orgánico que presente afinidad con la muestra (Ramírez, 2020).

Para obtener un extracto, es importante identificar primero la hierba deseada y la parte que contiene los ingredientes útiles. El mecanismo de extracción incluye dos fenómenos físicos: Se difunde a través de la pared celular y elimina sustancias de la célula cuando se destruye la pared celular (Mirones et al., 2019).



- **EXTRACCIÓN POR SOLVENTE**

Su principio se basa en la selección de solventes, temperatura o agitación, con el fin de incrementar la solubilidad de los materiales y la tasa de transferencia de masa. Existiendo una separación de los compuestos con base en sus solubilidades por dos líquidos inmiscibles, usualmente agua y un solvente orgánico. En la industria este proceso se realiza continuamente bombeando una corriente orgánica y otra acuosa dentro de una mezcladora, donde se permite el intercambio iónico hasta que se logra el equilibrio. La introducción de un transductor ultrasónico dentro de la unidad de extracción, puede incrementar considerablemente la eficiencia del método (Tarqui et al., 2019).

- **EXTRACCIÓN POR SOXHLET**

Este es un método que utiliza un material de vidrio para la extracción de compuestos, a menudo de naturaleza lipídica, contenidos en sólidos, por medio de un solvente afín. El equipo consta de un extractor, un condensador especial de tipo bulbo y un matraz que funciona cíclicamente (Tarqui et al., 2019).

- **EXTRACCIÓN POR DESTILACIÓN**

Consiste en separar mediante calor los diferentes componentes líquidos de una mezcla aprovechando las diferencias de volatilidades de los compuestos por separar, el instrumento utilizado en prácticas de destilación consta de un recipiente donde se almacena la mezcla, donde se transfiere el calor, un condensador donde se enfrían los vapores generados devolviéndolos a estado líquido y un tanque donde se almacena este líquido concentrado. Durante la destilación la presencia del ultrasonido no tiene ningún efecto debido a las temperaturas de ebullición, pero puede ser utilizado para mejorar la extracción cuando se utiliza solventes con puntos de ebullición bajo y la temperatura a la que se extrae se mantenga por debajo del punto de la mezcla (Tarqui et al., 2019).

## **2.8.2. EXTRACCIÓN POR MÉTODOS NO CONVENCIONALES**

En esta clasificación se encuentra la metodología moderna, basada en la mejora de la eficiencia de los métodos convencionales por acción física sobre el medio (Tarqui et al., 2019).

- **EXTRACCIÓN ASISTIDA POR MICROONDAS**

La radiación provocada por el mismo causa movimientos a nivel molecular por migración de iones y rotación de dipolos que contribuyen a una rápida transferencia de energía al solvente y materia vegetal (Mirones et al., 2019).

- **EXTRACCIÓN POR FLUIDOS SUPERCRÍTICOS**

Para Wong et al. (2020) un fluido supercrítico es cualquier sustancia con una temperatura y presión superiores a su punto termodinámico crítico. Tiene la capacidad única de difundirse a través de sólidos como un gas y de disolver materiales como líquido, creando un solvente con baja viscosidad, alta velocidad de difusión y sin tensión superficial. Se utilizan principalmente dióxido de carbono y agua. La extracción selectiva de diferentes compuestos se puede lograr utilizando diferentes presiones del fluido supercrítico

- **EXTRACCIÓN TURBO**

Utiliza un agitador de alta velocidad, que induce cavitación hidrodinámica, aumenta el contacto entre el material vegetal y el solvente, y el proceso de difusión a través de las paredes celulares se incrementa (Wong et al., 2020).

- **EXTRACCIÓN ELÉCTRICA**

La caracterización de este método se define por la aplicación de descargas eléctricas a la mezcla de extracción, incrementando la misma hasta un 25% al formarse burbujas de cavitación (Azuola y Vargas, 2007).

- **EXTRACCIÓN POR ULTRASONIDO**

Este método utiliza sonidos de alta frecuencia para liberar compuestos deseados de materiales vegetales. Entonces las partículas sólidas y líquidas vibran y se aceleran bajo la influencia del ultrasonido, de tal forma que el soluto pasa rápidamente de la fase sólida al solvente. Esta técnica es la más económica y tiene los requerimientos instrumentales más bajos entre las últimas técnicas de extracción desarrolladas (Mirones et al., 2019).

## **2.9. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)**

El potencial de hidrógeno (pH) es conocido como una medida de la acidez o de la alcalinidad de una sustancia. Medida cuya necesidad radica en la valoración de un rango numerado para conocer si la solución en estudio es ácida, base o alcalino. Comúnmente utilizado en la industria alimenticia y farmacéutica como pruebas rápidas ya sean manuales o digitales (Arriero, 2021).

### **2.9.1.POTENCIÓMETRO**

El equipo consta de dos electrodos sumergidos en la disolución en estudio. El potencial de uno de ellos, el electrodo indicador, depende del valor de pH del medio, mientras que el potencial del otro electrodo, el electrodo de referencia, es fijo. Por tanto, el potencial entre los dos electrodos está relacionado con el pH. Por tanto, el equipo está diseñado para que la lectura de la escala represente directamente el pH de la disolución, por lo que es necesario realizar una calibración previa con una sustancia de pH conocido. Un pH-metro proporciona una medida del pH más precisa que la obtenida con un indicador (Gómez, 2018).

## **2.10. ACIDEZ**

El concepto de acidez se relaciona con los conceptos de disolución, electrolitos fuertes y débiles, equilibrio químico, reacción de auto disociación del agua, potencial químico. No es más que la propiedad de los solutos de producir iones positivos, mientras que la alcalinidad es la propiedad de consumirlos. Los conceptos de ácidos y bases se extienden a la generalidad de los tipos de iones y moléculas presentes en los sistemas en equilibrio, con lo cual se pretende hacer referencia al concepto de ácidos (Cruz et al., 2020)

### **2.10.1. INDICADORES ÁCIDO-BASE**

Muchos compuestos, ya sean naturales o sintéticos, presentan una coloración que depende del pH de la disolución en las que se hallan disueltas. Un indicador ácido-base es, en general, un ácido débil o una base débil que presenta colores diferentes en su forma disociada y sin disociar. Este cambio de color va asociado a un cambio de estructura (Almeida, 2021).

Para Val (2020) los indicadores naturales están basados en la diferente coloración que adquieren algunos compuestos naturales (antocianina, curcumina, entre otros) en función del pH.

El uso de los indicadores orgánicos es una práctica muy antigua y única en su tipo. Boyle lo puso en práctica en el siglo XVII cuando elaboró un licor violeta en el que observó que en sustancias ácidas se vuelve de color rojo y en disoluciones básicas en color verde (Catota, 2021).

## **2.11. ESPECTROFOTOMETRÍA**

Esta es una técnica analítica que permite determinar la concentración de un compuesto en solución. Se basa específicamente en el hecho de que las moléculas absorben radiación electromagnética y la cantidad de luz absorbida depende linealmente de la concentración. El equipo utilizado para esta técnica es un espectrofotómetro, en el cual se puede seleccionar la longitud de onda, cubre el rango de 190-700 nm, la medición dependerá de la estructura atómica de la solución en estudio, así como la temperatura, pH, fuerza iónica entre otros (Camelino et al., 2018).

## **CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO**

### **3.1. UBICACIÓN**

La investigación se desarrolló en los laboratorios de Suelos y Bromatología de las carreras de Medicina Veterinaria y Agroindustria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, situada en el sitio El Limón del cantón Bolívar, provincia de Manabí, Ecuador. Ubicada geográficamente a una latitud -0.83805° o 0°50'17"S y una longitud -80.19586° o 80°11'45"O (Google Earth, 2020).

### **3.2. DURACIÓN**

La ejecución de este trabajo de investigación tuvo una duración de siete meses a partir de marzo del 2023.

### **3.3. MÉTODOS**

Los métodos aplicados en la investigación fueron los siguientes:

#### **3.3.1. DEDUCTIVO**

Este método se aplicó dentro de la investigación porque considera que la conclusión se encuentra implícita dentro de las premisas, esto quiere decir que en base al experimento se obtienen conclusiones para una posible generalización de los extractos.

#### **3.3.2. EXPERIMENTAL**

La presente investigación sostuvo un enfoque experimental debido a que se realizaron manipulaciones en la variable independiente para observar el efecto de antocianina de los extractos de cada tipo de flor, partiendo de la hipótesis planteada, la cual sostendrá que al menos uno de los extractos de flores que serán aplicados en los diferentes tratamientos podrá suplantar con mayor exactitud a la fenolftaleína.

### **3.4. TÉCNICAS**

Las técnicas aplicadas en el desarrollo de la investigación fueron las siguientes:

### 3.4.1. OBTENCIÓN DE EXTRACTOS DE ANTOCIANINAS

Para llevar el desarrollo de las extracciones de Antocianinas Totales (AT) se utilizó un baño de ultrasonido de la marca SONOREX SUPER RK103H. Aplicando una sonda ultrasonidos acoplada a un regulador de ciclo y amplitud junto con un baño termostático en el interior del ultrasonido a 120 watts con una temperatura de 40°C y una frecuencia de 40 kHz en un tiempo de 15 minutos, llevando el control de la temperatura para los extractos de cada tipo de flor. Una vez finalizado este procedimiento, la muestra se filtró al vacío para separar el sólido del extracto, utilizando una tela lino.

### 3.4.2. DETERMINACIÓN DE FLAVONOIDES

Se determinaron los flavonoides totales presentes en cada uno de los extractos de los diferentes tipos de flores; para ello, se utilizó la técnica analítica espectrofotometría UV-VIS que permitió determinar la concentración del compuesto en solución. El análisis se realizó en un espectrofotómetro UV-VIS de la marca ZIZI 4225/50, el cual una vez conectado y encendido se dejó que se estabilice. Luego, se seleccionó la longitud de onda a 520 nm, después se llevó a cero el equipo con el blanco solvente compuesto por 1000 microlitros de agua destilada utilizando una micropipeta de la marca EPPENDORF y una cubeta espectrofotométrica de vidrio. Seguidamente, se tomó 1000 microlitros de cada uno de los extractos y sus réplicas en cubetas espectrofotométricas, y se ubicaron de una a una en el equipo, para así poder tomar lectura de la absorbancia de cada una de ellas en la pantalla digital.

Obteniendo la absorbancia en el equipo se aplicó la fórmula matemática propuesta por Kostennikova Z:

**Fórmula 1.** Determinación de Flavonoides Totales

$$X = \frac{A_m \times P_R \times 5}{A_R} \times 100 [1]$$

Donde:

X: Contenido de flavonoides totales (%)

$A_m$ : Absorbancia de la solución muestra (UA)

$P_R$ : Peso de la sustancia referencia (g)

$A_R$ : Absorbancia de la solución de referencia (UA)

### 3.4.3. ANÁLISIS DE ACIDEZ

Esta prueba se efectuó mediante la realización de reacciones de neutralización de carácter ácido-base, mediante el método de titulación propuesto por la Official Analytical Chemist AOAC (1998) para soluciones alimentarias, proceso en el cual se mide 1.2 mL de muestra con una pipeta volumétrica dentro de un Erlenmeyer de 100 mL, se adicionan 50 mL de agua destilada, se agita hasta disolución total, se añade de 2 a 3 gotas de indicador y se titula con una solución de hidróxido de sodio al 0.1 N hasta obtener un cambio de coloración, según lo planteado utilizando como sustancia indicadora cada uno de los extractos obtenidos.

Seguidamente, se determina el porcentaje de acidez titulable mediante la siguiente fórmula:

**Fórmula 2.** Determinación de Acidez Titulable

$$\% AT = \frac{mL_{consumido} \times N_{NaOH} \times Eq_{ácido}}{V_{muestra}} \times 100 [2]$$

Donde:

$\%_{AT}$ : Porcentaje de acidez titulable

$mL_{consumido}$ : Mililitros consumidos de NaOH (mL)

$N_{Na(OH)}$ : Normalidad del NaOH

$Eq_{ácido}$ : Equivalente químico del ácido predominante

$V_{muestra}$ : Volumen de la muestra (mL)

## 3.5. FACTORES EN ESTUDIO

### 3.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Variedad de flor

### 3.5.2. NIVELES

T1= *Bougainvillea glabra*

T2= *Hibiscus rosa-sinensis*

T3= *Rosa Centifolia*

T4= *Iroxa Chinensi*

### **3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL**

La unidad experimental estuvo conformada por el extracto de los cuatro tipos de flores (*Bougainvillea glabra*; *Hibiscus rosa-sinensis*; *Rosa Centifolia*; *Iroxa Chinensi*) y el testigo  $X_1$  (Fenolftaleína). Para cada tratamiento se utilizaron 10 gramos, contemplando ya las cinco repeticiones.



### 3.7. VARIABLES EN ESTUDIO

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	CONCEPTO	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INSTRUMENTOS	MEDICIÓN
Contenido de antocianinas	Cuantitativo	Las Antocianinas son pigmentos naturales de las plantas, son hidrosolubles, responsables de la coloración roja, rosa, azul o violeta de flores, frutos, y algunas veces de las hojas (Morales et al., 2005).	Para determinar la concentración de antocianinas, se medirá la absorbancia de cada uno de los extractos, utilizando un espectrofotómetro UV-Vis, realizando la absorbancia a una longitud de onda de 520 nm (Rodríguez-Saona & Wrolstad, 2001)	ESPECTROFOTOMETRÍA UV-Vis	mg/100g
Análisis de acidez titulable	Cuantitativo	La acidez es la propiedad de las sustancias disueltas de producir iones positivos, mientras que la alcalinidad es la propiedad de consumirlos (Martínez, 2007).	La titulación se realiza añadiendo el valorante, titulante o sustancia patrón desde una bureta sobre el analito, con el fin de lograr una cantidad químicamente equivalente entre el titulante y el analito (Martínez, 2007).	MÉTODO DE TITULACIÓN	%

## **3.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO**

### **3.8.1. RECOLECCIÓN DE ESPECIES FLORALES**

Se recogieron flores de cada uno de los tipos propuestos en el estudio, los cuales se deben recolectar cuando éstas se encuentran en floración, etapa fenológica en la que tiene la máxima expresión de metabolitos secundarios.

### **3.8.2. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS**

Se verificó que cada uno de los tipos de flores estén ausentes de plagas, que no se encontraran maltratadas, que presenten un aspecto saludable, uniformidad en su intensidad y coloración para ser utilizadas en cada uno de los análisis propuestos.

### **3.8.3. OBTENCIÓN DE ANTOCIANINAS**

El contenido de antocianinas de cada tipo de flor fue determinado mediante la extracción asistida por ultrasonido, para esto, fueron previamente diluidos 2 gramos de muestra de cada una de las flores con agua destilada en un vaso de precipitación de 200 mL debidamente cubiertos con papel aluminio para evitar la pérdida del disolvente por evaporación durante el proceso. Luego de esto, las muestras fueron filtradas, centrifugadas y se utilizaron sobrenadantes para determinar el rendimiento de antocianinas (García et al., 2020).

### **3.8.4. DETERMINACIÓN DE FLAVONOIDES**

El análisis se realizó en un espectrofotómetro UV-VIS, el cual una vez conectado y encendido se dejó que se estabilice. Luego, se seleccionó la longitud de onda con la cual se deseaba medir la absorbancia de la muestra en estudio, después se llevó a cero el equipo con un blanco de solvente que contenga el mismo solvente con el que se prepara los tubos de medición para así poder descontar en las futuras mediciones los valores de absorbancia aportados por el solvente. Es necesario recalcar que este paso propuesto anteriormente deberá realizarse cada vez que se modifique la longitud de onda. Finalmente, luego de retirar el tubo de ensayo con el blanco de solvente, se deberá colocar el tubo de ensayo con la solución a medir y

cerrar la tapa del espectrofotómetro, y así tomar el valor reflejado en el visor para cada una de las muestras en estudio.

### 3.9. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para este trabajo se utilizó un diseño experimental completamente al azar, empleando un diseño unifactorial, con el fin de comparar los cuatro tratamientos y cinco repeticiones, más la comparación con el testigo, el cual fue la fenolftaleína, planteada como  $X_1$ .

Las variables evaluadas fueron el contenido de antocianinas presente en las flores y los análisis de acidez titulable expresado en ácido cítrico del néctar de frutas utilizando cada extracto y el testigo  $X_1$ .

Se aplicó el modelo matemático del DCA, conocido también como el experimento de una vía expresado por:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$i$  = Tratamientos

$j$  = Repeticiones

$Y_{ij} - \mu$  = Fuente de variación total

$\tau_i$  = Fuente de variación por efecto de tratamientos

$\varepsilon_{ij}$  = Fuente de variación del error experimental

#### 3.9.1. ESQUEMA DE ANOVA

Tabla 1. Esquema de ANOVA con el testigo

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Tratamientos	4
Error	20
<b>Total</b>	<b>24</b>

### 3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para realizar la obtención de los datos correspondientes a espectrofotometría y análisis de acidez, se procedió a realizar los supuestos del ANOVA (Normalidad y homogeneidad) para cada una de las variables (Ver anexo).

La variable Acidez (Néctar de Naranja) cumplió los supuestos al estar por encima del 0.05, a raíz de estos resultados se procedió a comprobar la homogeneidad (Levene) para dicha variable (Ver anexo), reflejando que su p valor  $>0.05$ , por ende, se procedió a realizar el ANOVA. Para su comparación frente al testigo se empleó la prueba T de Dunnett para demostrar el mejor de los tratamientos en dicha variable.

Para el caso de la variable acidez (néctar de durazno y manzana) y la variable absorbancia, las cuales no cumplieron los supuestos, se procedió a realizar una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis junto al testigo para así detectar el mejor de los tratamientos.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. CONTENIDO DE FLAVONOIDES PRESENTE EN LOS DIFERENTES TIPOS DE FLORES

Los resultados obtenidos referente al contenido de flavonoides de cada uno de los extractos se muestra en la tabla 2, donde se puede observar que el T4 (*Iroxa chinensi*) es el que mayor contenido presentó.

Tabla 2. Contenido de Flavonoides

TRATAMIENTOS	TIPOS DE FLORES	ABSORBANCIAS PROMEDIO DE LOS EXTRACTOS (UA)	CONTENIDO DE FLAVONOIDES TOTALES (%)
T1	<i>Bougainvillea glabra</i>	0.12	5.80
T2	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	0.05	2.60
T3	<i>Rosa centifolia</i>	0.05	2.50
T4	<i>Iroxa chinensi</i>	0.13	6.30

(UA)= Unidad de absorbancia

En el estudio realizado por Toapanta y Morejón (2020) basado en el análisis fitoquímico del extracto acuoso de los pétalos de *Hibiscus rosa-sinensis*, se demostró la existencia del contenido de metabolitos secundarios como los flavonoides y taninos en abundante cantidad.

De igual forma, Montané et al. (2021) obtuvieron contenido de flavonoides entre 1.68 a 2.03 mgQuerc/0.1g mismos que representan un subgrupo de metabolitos dentro de los compuestos fenólicos.

Dichos estudios demuestran la efectividad de la metodología propuesta en la presente investigación, evidenciando así la presencia de flavonoides en los extractos de los cuatro tipos de flores (*Bougainvillea glabra*; *Hibiscus rosa-sinensis*; *Rosa centifolia*; *Iroxa chinensi*).

Salinas et al. (2019) exponen que, cuando se realiza una extracción con ultrasonido, el solvente influye directamente sobre la velocidad inicial de extracción siendo mayor hasta 3 veces. De igual forma, Martín et al., (2022) agregan que, la extracción asistida por ultrasonido (EAU) es una opción asequible para valorar los subproductos vegetales, demostrando en la extracción de compuestos flavonoides.

#### 4.2. EFICACIA DEL EXTRACTO DE ANTOCIANINA DE CADA TIPO DE FLOR EN COMPARACIÓN CON LA FENOLFTALEÍNA MEDIANTE ANÁLISIS DE ACIDEZ TITULABLE

La eficacia de los extractos de antocianinas obtenidos de cada uno de los tipos de flores se basó en el cambio de color que se produce al estar en contacto con un medio ácido o básico.

Por lo general, la fenolftaleína es una sustancia incolora en soluciones ácidas y rosado en soluciones básicas (Urquiza Cruz y Sánchez Salcán, 2019). En el caso de las soluciones de antocianinas son rojas en medio ácido y azules o verdes en medio básico (Santos 2017).

Alencar et al. (2022) con su investigación de extractos hidroalcohólicos de la especie *Iroxa chinensi* como indicador ácido-base, demostraron ensayos realizados en diferentes muestras, las cuales por sus características de carácter básico presentaron coloración amarilla y verde, mientras que las de carácter ácido se colorearon de rojo; las muestras utilizadas fueron limpiador de aluminio, vinagre, jugo de limón, sal de mesa, leche de magnesio, entre otros.

En la presente investigación se demostró el efecto de cada uno de los extractos al ser utilizados como indicador ácido-base en tres sabores de néctar de frutas (Naranja, Durazno y Manzana), los cuales presentaron coloración verde al ser sometidas a titulación.

**Tabla 3.** Análisis físico químicos de los extractos

MUESTRAS	% DE ACIDEZ	pH
<i>Bougainvillea glabra</i>	0.09	6.76
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	0.03	6.73
<i>Rosa Centifolia</i>	0.03	6.72
<i>Iroxa Chinensi</i>	0.03	6.40

La diferencia de los indicadores tradicionales con los obtenidos de manera natural no solo se basa en su cambio de coloración, Oquendo et al. (2021) argumentan que por su contenido en general, al variar el pH (mayor o menor

acidez), se produce un cambio de color por la adición de hidroxilo (OH-) sobre el carbono 2.

### 4.3. PRUEBAS DE MEDICIÓN DE ACIDEZ TITULABLE ADICIONANDO EXTRACTO DE ANTOCIANINAS COMO INDICADOR EN NÉCTAR DE FRUTAS

De acuerdo a la revisión de resultados en la prueba de muestras independientes de Kruskal - Wallis, se observa la eficacia de cada uno de los indicadores naturales en estudio representados como (T1, T2, T3, T4) en los tres néctares seleccionados, de acuerdo con lo indicado por la NTE INEN 2337 (2008) de un mínimo de 0.5% de acidez en néctares de frutas.

La prueba de ANOVA (Anexo) reflejó la diferencia estadísticamente significativa que existe en los valores obtenidos en la prueba de acidez aplicada al néctar de naranja con cada uno de los indicadores.

De tal forma, se aplicó la prueba paramétrica T de Dunnett para demostrar la diferencia que existe entre la media de cada uno de los tratamientos frente a la media del grupo de control o testigo (Fenolftaleína).

Como se muestra en la tabla 4, el tratamiento que más se asemeja al grupo de control es el T2, demostrando así su efectividad al ser utilizado como indicador ácido base en acidez titulable

**Tabla 4.** T de Dunnet (Bilateral)

Comparaciones múltiples						
(I) TRATAMIE NTOS	(J) TRATAMI ENTOS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
T1	X1	0.6440*	0.03373	0.000	0.5546	0.7334
T2	X1	0.1680*	0.03373	0.000	0.0786	0.2574
T3	X1	0.2100*	0.03373	0.000	0.1206	0.2994
T4	X1	0.3680*	0.03373	0.000	0.2786	0.4574

En la tabla 5 se puede observar la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, donde se ve reflejado que en la variable de acidez titulable en los dos tipos de néctares durazno y manzana, existió diferencia estadísticamente

significativa, mientras que, para espectrofotometría, no existieron efectos significativos dentro de los resultados obtenidos.

**Tabla 5.** Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis

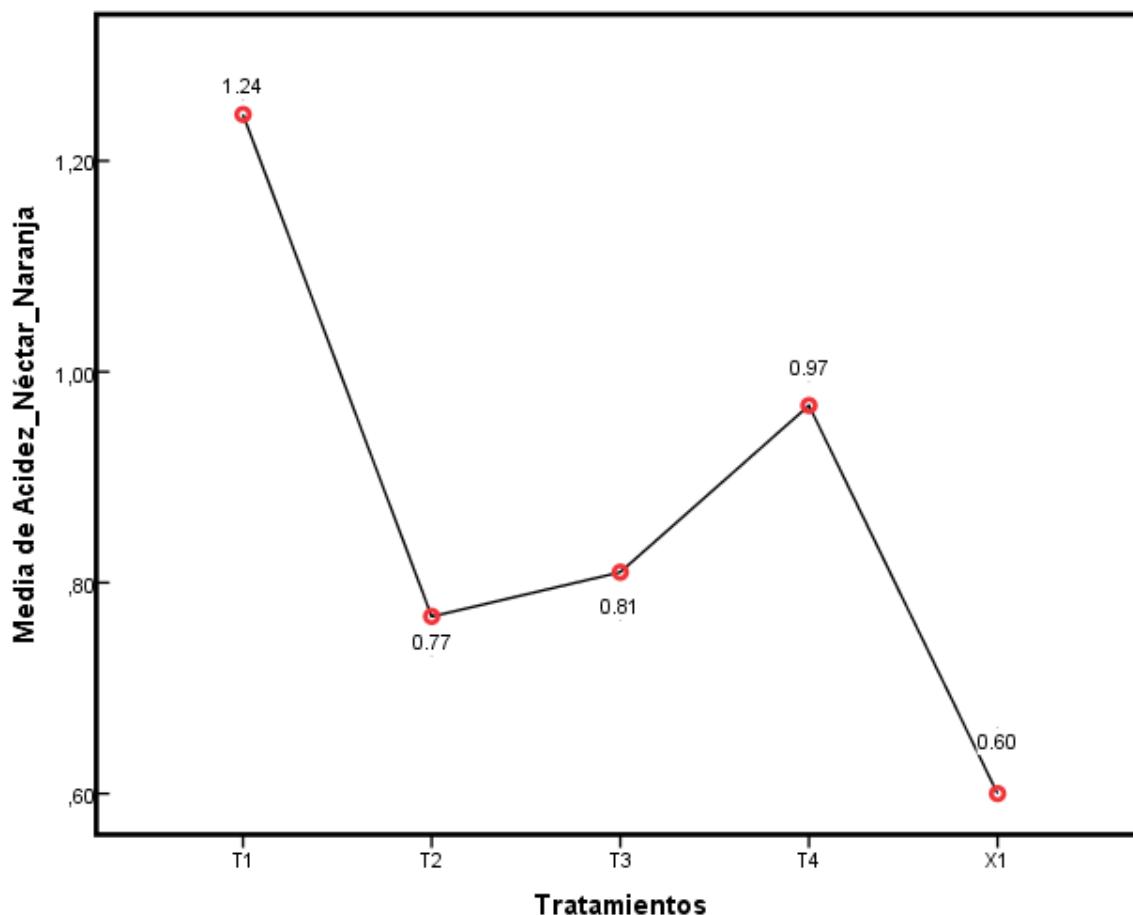
<b>Resumen de prueba de hipótesis</b>			
<b>Hipótesis nula</b>	<b>Test</b>	<b>Sig.</b>	<b>Decisión</b>
<b>1</b> La distribución de %Acidez (Néctar de durazno) es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0.001	Rechazar la hipótesis nula.
<b>2</b> La distribución de %Acidez (Néctar de manzana) es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0.000	Rechazar la hipótesis nula.
<b>3</b> La distribución de Absorbancia es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0.129	Retener la hipótesis nula.

Referente a lo expuesto anteriormente, en el gráfico 1 se muestran los resultados obtenidos en la prueba de acidez aplicada al néctar de naranja utilizando los cuatro tratamientos y el testigo  $X_1$ .

**Gráfico 1.** Anova

%Acidez (NÉCTAR DE NARANJA)



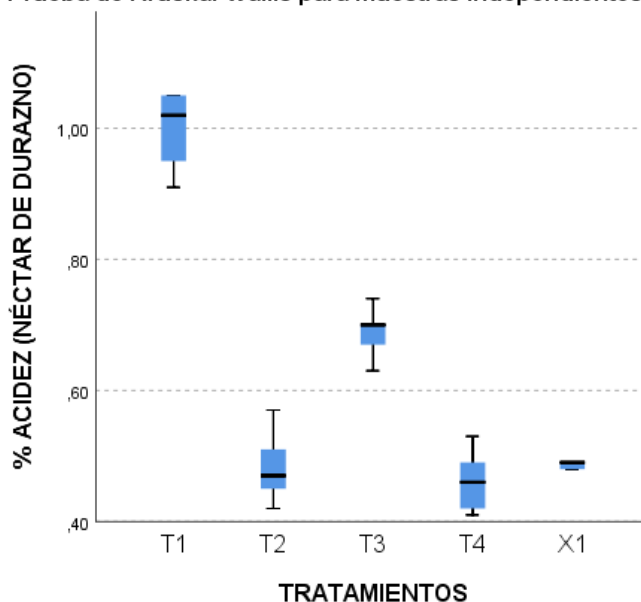


Los resultados de acidez obtenidos en el néctar de naranja demuestran la efectividad de cada uno de los extractos al estar dentro del rango permisible por la NTE INEN 2337, además, se puede observar, que el T2 es el que más se asemeja al grupo de control (Fenolftaleína).

Así mismo, como se puede observar en el gráfico 2, los datos obtenidos en el análisis de acidez del néctar de durazno evidencian la efectividad de los cuatro extractos, encontrándose dentro del rango permisible por la NTE INEN 2337.

**Gráfico 2.** Prueba de Kruskal – Wallis de muestras independientes (Néctar de Durazno)

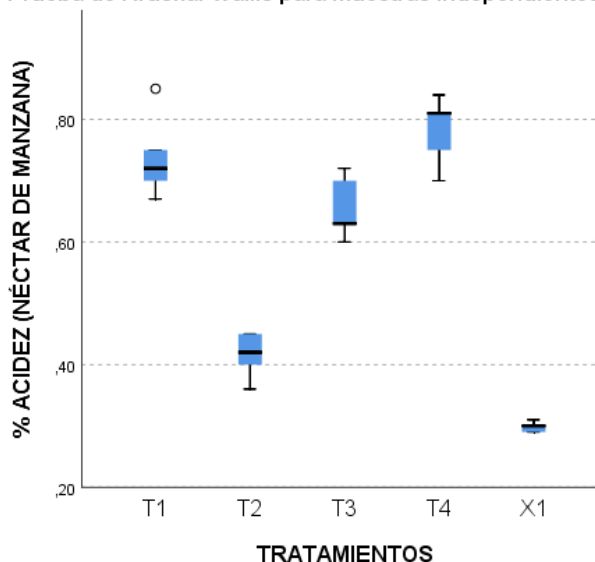
Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes



De igual forma, en el gráfico 3 se muestran los resultados de acidez en el néctar de manzana, los cuales demuestran la validez de los cuatro extractos por estar dentro del rango permisible por la NTE INEN 2337, sin embargo, se puede verificar que el T1 sostiene un valor atípico o punto fuera que dispara la media y la mediana.

**Gráfico 3.** Prueba de Kruskal – Wallis de muestras independientes (Néctar de Manzana)

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes



González (2019) expone resultados de acidez titulable en néctares con datos promedios entre 0.58% y 0.4% utilizando indicadores tradicionales. En el presente trabajo a pesar de utilizar indicadores naturales los datos obtenidos del análisis de acidez no se encuentran lejos de los detallados anteriormente con un promedio de 0.7% y 0.4% en el mejor de los tratamientos.

Considerando los resultados obtenidos en la prueba T de Dunnett (Bilateral) y la de Kruskal – Wallis, se logra evidenciar la efectividad del T2, T3, Y T4. Sin embargo, el T2 (*Hibiscus rosa sinensis*) es el que más se aproxima a la eficiencia del testigo, a pesar de eso, es necesario señalar que dentro del T2 existieron valores atípicos, pero eso no le impide ser elegido como el mejor tratamiento, debido a que estos, están ligados a una ligera variación en el color del viraje. Adicionalmente, la prueba de acidez a pesar de ser cuantitativa, lleva una parte cualitativa que la vuelve subjetiva la cual puede variar ligeramente los resultados.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- En la cuantificación del porcentaje de flavonoides totales se pudo evidenciar que el T4, el extracto de *Iroxa chinensi* fue el que mayor contenido presentó, mientras que, el de menor contenido fue el T3, el extracto de *Rosa centifolia*, por ende, se infiere que, si la pigmentación en la coloración de la flor es alta, más alto será su contenido.
- Cada uno de los extractos logró obtener resultados favorables al ser comparados con la fenolftaleína, sin embargo, el T2 (*Hibiscus rosa sinensis*) fue el más eficaz al aplicarlo en análisis de acidez titulable, el cambio de coloración fue el más notable y el porcentaje de acidez le permitió cumplir la función de ácido-base.
- En el análisis de acidez realizado a los tres tipos de néctares utilizando los indicadores ácido-base obtenidos, se ve reflejado que cada uno de ellos logró evidenciar que los néctares se encontraron dentro del rango de acidez aceptable, sin embargo, el T2 (*Hibiscus rosa sinensis*) es el que más se aproxima a datos oficiales expuestos en comparación con la fenolftaleína.

### 5.2. RECOMENDACIONES

- La recolección de la materia prima se debe realizar con una anterioridad máxima de 4 horas para evitar que los pétalos de las flores se marchiten y pierdan su color característico.
- El extracto obtenido debe ser almacenado preferiblemente en lugares fuera del alcance de luz solar y en frascos ámbar, con un espacio acorde al contenido, priorizando así la solución antes que el aire interior del recipiente, evitando la oxidación y deterioro del extracto.
- De los cuatro extractos obtenidos en la presente investigación, la efectividad del extracto de *Hibiscus rosa sinensis* sería favorable

para ser sometido a un proceso de industrialización y así, lograr su aplicación como sustituto de la fenolftaleína en titulaciones ácido base.

- Los indicadores ácido-base obtenidos deben ser usados en espacios que tengan a disposición buena iluminación para poder observar correctamente el cambio de coloración.
- Es necesario realizar los análisis propuestos en la investigación a otros tipos de flores para demostrar si pueden ser utilizados como indicadores naturales ácido base.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alencar, M., G, D. S., Farías, J., Costa, M., & Marques, L. (2022). Extrato hidroalcohólico da espécie *Iroxa chinensi* como indicador ácido-base. *Research, Society and Development*, 11(12), 2-8. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i12.34780>
- Almeida, C. (2021). *O uso de indicadores ácido-base naturais no ensino de Química: uma revisão*. Repositorio UFAM: <https://rii.ufam.edu.br/handle/prefix/5926>
- AOAC. (2023). *Official Analytical Chemist* (Vol. 22). New York. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/9780197610145.001.0001>
- Arifin, B., & Ibrahim, S. (2019). Structure, bioactivity and antioxidan of flavonoid. *Journal Zarah*, 6(1), 21-29. <https://doi.org/https://ojs.umrah.ac.id/index.php/zarah/article/view/313/307>
- Arriero, L. (2021). *Diseño de un ambiente de aprendizaje para profundizar en educación*. Repositorio.udistrital: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/29042>
- Bardales, A., y Ventura, I. (2016). *Pelargonidina extraída del rábano como sustituto de indicadores de pH ácido-base de origen sintético*. <https://www.lamjol.info/index.php/PC/article/view/3012/2763>
- Camelino, S., Minchiotti, M., Bariles, R., López, R., y Colazo, J. (2018). *Optimización de un procedimiento para la determinación de oro mediante espectrofotometría UV/Vis*. Scielo: <https://www.scielo.br/j/rmat/a/tqtxfjrCfBWV4VwtMgPLHpr/?lang=es&format=pdf>
- Catota, S. (2021). *Indicadores naturales como recursos para el aprendizaje de ácidos y bases con estudiantes de segundo semestre de pedagogía de las ciencias experimentales química y biología*. UNACH: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7957/1/UNACH-EC-FCEHT-TG-E.BQYLAB-2021-000018.pdf>
- Contreras, L. (2019). *Propuesta de desarrollo de un nutracéutico derivado del hidrolato como coproducto de la hidrodestilación de la Rosa Centifolia L (ROSACEAE)*. <http://52.0.229.99/bitstream/20.500.11839/7430/1/6131954-2019-2-IQ.pdf>
- Cruz, W., Rodríguez, L., Salas, M., García, V., Campos, R., Chávez, M., y Curiel, A. (2020). *Efecto de la materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico en la acidez de suelos cultivados con maíz en dos regiones de Chiapas, México*. SciELO México: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-57792020000400475](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792020000400475)

- De Franco, M., & Vera, J. (2020). *Paradigms, approaches and methods of investigation: theoretical analysis*. <https://drive.google.com/file/d/1vI7S1dPpkES8zUwyfenm0Jn6PmzAsKMO/view>
- García, A., y García, G. (2021). Extracto hidroalcohólico de cúrcuma (*Curcuma longa* L.) como indicador en titulación ácido base de alimentos. *Acta Universitaria*, 1(31). <https://doi.org/http://doi.org/10.15174.au.2021.3188>
- García, L., López, F., Garcell, C., y Moreno, G. (2018). *El método experimental profesional en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química General para los estudiantes de la carrera de ingeniería mecánica*. SciELO Cuba: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-54212018000200013&script=sci\\_arttext&tIng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-54212018000200013&script=sci_arttext&tIng=pt)
- García, V. (2016). *Tratamiento energético electroquímico-ozono de residuos de laboratorio que contienen fenoltaleína*. [file:///C:/Users/bryan/Downloads/tesis%20corregidaok-split-merge%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/bryan/Downloads/tesis%20corregidaok-split-merge%20(1).pdf)
- Gómez, A. (2018). *Desarrollo de una mayonesa elaborada con leche entera pasteurizada como sustituto del huevo*. Repositorio digital Universidad de las Américas: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/9481>
- González, J. (2019). *UTMACH*. Estudio comparativo de pH y acidez total bajo normativa inen 2337 en tres marcas de néctar de naranja: [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14108/1/E-10694\\_GONZALEZ%20HERRERA%20JOSELYN%20MARIBEL.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14108/1/E-10694_GONZALEZ%20HERRERA%20JOSELYN%20MARIBEL.pdf)
- Hernández, S., Marino, L., Isern, D., Coria, L., y Irurzun, I. (2019). *Flavonoides: Aplicaciones medicinales e industriales*. SEDICI: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/113738>
- IARC. (2020). *Monographs on the Evaluation of carcinogenic risks to Humans. Carcinogenic Risks to Humans. International Agency for Research on Cancer* (Vol. 76). World Health Organization. <https://doi.org/978-92-832-1276-8>
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (2008). *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2337.pdf>
- Li, T., Cai, H., Wang, T., Fu, Y., W, Y., Zhao, A., & Cui, Z. (2019). *Plant regeneration in *Ixora chinensis* from young leaves*. SpringerLink: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11240-019-01691-7>
- Martín, E., Forbes, T., Romero, A., Cianciosi, D., Giamperi, F., & Battino, M. (2022). Influence of the extraction method on the recovery of bioactive phenolic. *Química de Alimentos*, 378, 5-14. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131918>
- Martinez, A. (2007). Aproximación al concepto de acidez. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 21, 66-76. <https://www.redalyc.org/pdf/6142/614265309005.pdf>

- Mirones, S., Peña, E., Hinojosa, A., Buendía, B., y Zurita, U. (2019). *Evaluación de la extracción de alcaloides de la semilla de tarwi (Lupinus mutabilis), por microondas, ultrasonido y convencional*. *Revistas UNCP*: <https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/jafs/article/view/472/552>
- Montané, C., Arias, D., y Chil, I. (2020). Cuantificación de fenoles y flavonoides totales en un extracto blando de flores de *Calendula officinalis* Linn. *Orange Journal*, 2(3), 2-8. <https://doi.org/https://doi.org/10.46502/issn.2710-995X/2020.3.02>
- Morales, C., Pérez, E., y Vega, L. (2005). *Obtención de indicadores naturales ácido – base a partir de pétalos de cuatro especies de flores*. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5253/1/10129735.pdf>
- Murcia, J., Molina, S., Mozquera, y., Narbosa, V. (2020). *Informe de concepto técnico*. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/38020/Informe%20de%20Concepto%20T%c3%a9cnico%20IA-CON-2020-1-014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Oquendo, S., Vallejo, M., y Arteaga, B. (2021). Extracción de antocianinas procedentes del repollo morado (*Brassica Oleracea*) COMO INDICADOR NATURAL DE PH. *Revista Tecnoacademia*, 5. <https://doi.org/https://revistas.sena.edu.co/index.php/conciencia/article/view/3911/4603>
- Palmero, S. (2021). *La enseñanza del componente gramatical: el método deductivo e inductivo*. RIULL: <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/23240>
- Ramírez, C. (2020). *Evaluación de la extracción de flavonoides a partir de la cáscara de naranja*. Proyecto Integral de Grado para optar al título de Ingeniería Química: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8180/1/6151508-2020-2-IQ.pdf>
- Rodriguez-Saona, L. E., & Wrolstad, R. E. (01 de 08 de 2001). Current Protocols in Food Analytical Chemistry. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*: <https://currentprotocols.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/0471142913.faf0101s00>
- Salinas, F., Castillo, D., Castillo, F., Morales, T., Rodríguez, J., & Ríos, L. (2019). Ultrasound-assisted oil extraction from *Ricinus communis* L. *REVISTA BIO CIENCIAS*, 6, 1-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.15741/revbio.06.e433>
- Tarqui, K., Silva, J., Beltrán, M., Zevallos, S., y Mayta, E. (2019). *Comparación de métodos de extracción de ADN de Giardia spp. Medidos por método PCR convencional*. *SciELO Perú*: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v36n3/a07v36n3.pdf>



- Tuitice, A. (2021). *Universidad central del Ecuador facultad de ciencias químicas*. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/22622/1/T-UCE-0008-CQU-296.pdf>
- Urquiza, E., y Sánchez, P. (2019). Extracto del maíz morado como indicador químico. *chakiñan: Revista de Ciencias Sociales y Humanidades* (9), 45-57. <https://doi.org/https://orcid.org/0000-0001-6081-1997>
- Val, O. (2020). Estudio de sustancias naturales como indicadores de pH. Una propuesta didáctica. *Real Sociedad Española de Química*, 116(2), 88-98. [https://doi.org/file:///C:/Users/manue/Downloads/Dialnet-EstudioDeSustanciasNaturalesComoIndicadoresDePH-8109261%20\(3\).pdf](https://doi.org/file:///C:/Users/manue/Downloads/Dialnet-EstudioDeSustanciasNaturalesComoIndicadoresDePH-8109261%20(3).pdf)
- Wong, J., Zárate, P., Veana, F., y Muliz, D. (2020). *Impacto de las tecnologías de extracción verdes para la obtención de compuestos bioactivos de los residuos de frutos cítricos*. SciELO México: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revespciequibio/cqb-2020/cqb201x.pdf>
- Yepes, S. (2019). *Indicadores de pH inocuos sustitutos de la fenolftaleína*. [https://www.researchgate.net/publication/317106478\\_Indicadores\\_de\\_pH\\_inocuos\\_sustitutos\\_de\\_la\\_fenolftaleina\\_TRIBUNA](https://www.researchgate.net/publication/317106478_Indicadores_de_pH_inocuos_sustitutos_de_la_fenolftaleina_TRIBUNA)

## ANEXOS

### Anexo 1. Recolección de las flores en estudio.



*Bougainvillea Glabra*



*Hibiscus Rosa sinensis*

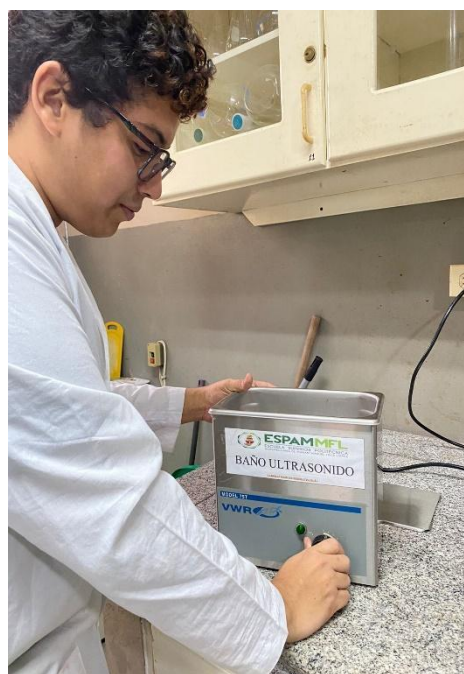


*Rosa Centifolia*



*Iroxa Chinensis*

## Anexo 2. Preparación de la muestra



### Anexo 3. Baño ultrasonido



*Bougainvillea Glabra*



*Hibiscus Rosa sinensis*



*Rosa Centifolia*



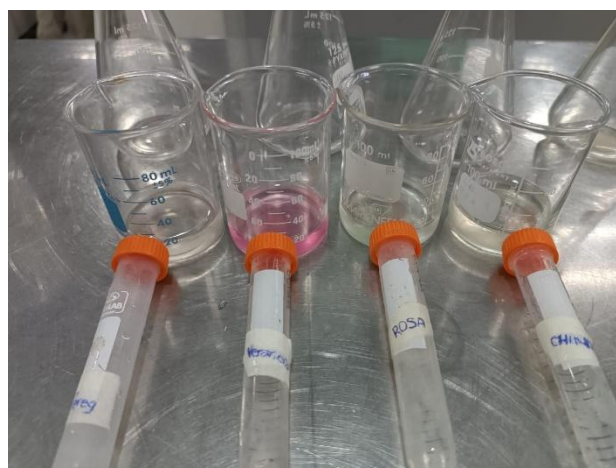
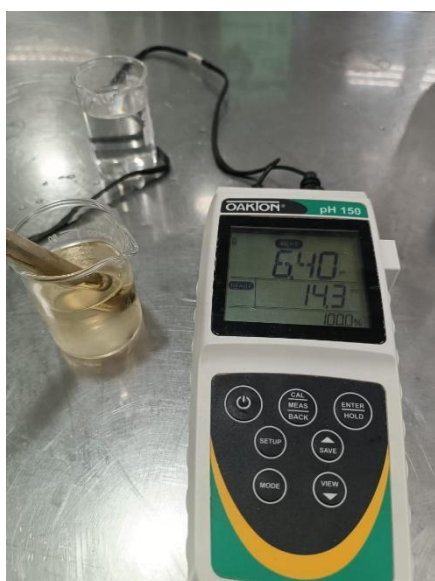
*Iroxa Chinensis*

#### Anexo 4. Espectrofotometría UV-Vis de los indicadores naturales obtenidos.





### Anexo 5. Análisis de pH a los extractos obtenidos



## Anexo 6. Análisis de acidez con indicadores naturales en néctares de frutas



Néctar de Naranja



Néctar de Manzana



Néctar de Durazno

### Anexo 7. Acidez titulable con Fenolftaleína





### Anexo 8. Tabulación de datos obtenidos dentro del proceso

TIPOS DE FLORES	% ACIDEZ (NÉCTAR DE NARANJA)	% ACIDEZ (NÉCTAR DE DURAZNO)	% ACIDEZ (NÉCTAR DE MANZANA)	ABSORBANCIA (ABS)
<i>Bougainvillea glabra</i>	1.19	1.05	0.85	0.16
<i>Bougainvillea glabra</i>	1.33	1.02	0.70	0.04
<i>Bougainvillea glabra</i>	1.19	0.95	0.75	0.06
<i>Bougainvillea glabra</i>	1.22	1.05	0.72	0.18
<i>Bougainvillea glabra</i>	1.29	0.91	0.67	0.14
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	0.70	0.45	0.45	0.02
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	0.77	0.42	0.40	0.06
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	0.73	0.57	0.45	0.02
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	0.77	0.47	0.42	0.09
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	0.87	0.51	0.36	0.07
<i>Rosa Centifolia</i>	0.84	0.70	0.63	0.06
<i>Rosa Centifolia</i>	0.77	0.67	0.72	0.01
<i>Rosa Centifolia</i>	0.84	0.74	0.60	0.04
<i>Rosa Centifolia</i>	0.73	0.63	0.63	0.07
<i>Rosa Centifolia</i>	0.87	0.70	0.70	0.07
<i>Iroxa Chinensi</i>	0.95	0.41	0.81	0.07
<i>Iroxa Chinensi</i>	0.98	0.53	0.84	0.23
<i>Iroxa Chinensi</i>	1.05	0.49	0.70	0.06
<i>Iroxa Chinensi</i>	0.91	0.46	0.75	0.13
<i>Iroxa Chinensi</i>	0.95	0.42	0.81	0.14
<i>Fenolftaleína</i>	0.60	0.49	0.30	
<i>Fenolftaleína</i>	0.61	0.48	0.29	
<i>Fenolftaleína</i>	0.59	0.49	0.30	
<i>Fenolftaleína</i>	0.60	0.48	0.31	
<i>Fenolftaleína</i>	0.60	0.49	0.29	

### Anexo 9. Supuestos de ANOVA

<b>Pruebas de normalidad</b>			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.
%Acidez (NÉCTAR DE NARANJA)	0.924	25	0.063
%Acidez (NÉCTAR DE DURAZNO)	0.818	25	0.000
%Acidez (NÉCTAR DE MANZANA)	0.886	25	0.009
ABSORBANCIA	0.902	20	0.045

### Anexo 10. Prueba de Homogeneidad

<b>Prueba de homogeneidad de varianzas</b>				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
% ACIDEZ (NÉCTAR DE NARANJA)	2.436	4	20	.081

### Anexo 11. ANOVA

<b>ANOVA</b>					
% ACIDEZ (NÉCTAR DE NARANJA)					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1.180	4	0.295	103.7 55	0.00 0
Dentro de grupos	0.057	20	0.003		
Total	1.237	24			

## Anexo 9. Certificado análisis físico químicos

   <b>ESPAMMFL</b> ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ Carrera de <b>AGROINDUSTRIA</b>	
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ "MANUEL FÉLIX LÓPEZ"</b>	
<b>LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA ÁREA AGROINDUSTRIAL</b>	
<b>ESTUDIANTES:</b>	García Looor Bryan Ezequiel; Vera Saltos Gema Mercedes
<b>DIRECCIÓN:</b>	Bolívar, Calceta
<b>ANÁLISIS DE MUESTRA:</b>	18 de abril de 2023
<b>FECHA DE ENTREGA DE LA MUESTRA:</b>	17 de abril de 2023
<b>MUESTRAS ENVIADAS:</b>	4

TRATAMIENTOS	TIPOS DE FLORES	% ACIDEZ (NÉCTAR DE NARANJA)	% ACIDEZ (NÉCTAR DE DURAZNO)	% ACIDEZ (NÉCTAR DE MANZANA)
T1	Bougainvillea glabra	1,19	1,05	0,85
T1	Bougainvillea glabra	1,33	1,02	0,70
T1	Bougainvillea glabra	1,19	0,95	0,75
T1	Bougainvillea glabra	1,22	1,05	0,72
T1	Bougainvillea glabra	1,29	0,91	0,67
T2	Hibiscus rosa-sinensis	0,70	0,45	0,45
T2	Hibiscus rosa-sinensis	0,77	0,42	0,40
T2	Hibiscus rosa-sinensis	0,73	0,57	0,45
T2	Hibiscus rosa-sinensis	0,77	0,47	0,42
T2	Hibiscus rosa-sinensis	0,87	0,51	0,36
T3	Rosa Centifolia	0,84	0,70	0,63
T3	Rosa Centifolia	0,77	0,67	0,72
T3	Rosa Centifolia	0,84	0,74	0,60
T3	Rosa Centifolia	0,73	0,63	0,63
T3	Rosa Centifolia	0,87	0,70	0,70
T4	Iroxa Chinensi	0,95	0,41	0,81
T4	Iroxa Chinensi	0,98	0,53	0,84
T4	Iroxa Chinensi	1,05	0,49	0,70
T4	Iroxa Chinensi	0,91	0,46	0,75
T4	Iroxa Chinensi	0,95	0,42	0,81

  
 ING. JORGE TECCA DELGADO

**TÉCNICO DEL LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA**



## Anexo 10. Certificado análisis de espectrofotometría

  	
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ "MANUEL FÉLIX LÓPEZ"</b>	
<b>LABORATORIO DE QUÍMICA MEDICINA VETERINARIA</b>	
<b>ESTUDIANTES:</b>	García Loor Bryan Ezequiel; Vera Saltos Gema Mercedes
<b>DIRECCIÓN:</b>	Bolívar, Calceta
<b>ANÁLISIS DE MUESTRA:</b>	26 de abril de 2023
<b>FECHA DE ENTREGA DE LA MUESTRA:</b>	26 de abril de 2023
<b>MUESTRAS ENVIADAS:</b>	4

TRATAMIENTOS	TIPOS DE FLORES	ABSORBANCIA (ABS)
T1	Bougainvillea glabra	0,16
T1	Bougainvillea glabra	0,04
T1	Bougainvillea glabra	0,06
T1	Bougainvillea glabra	0,18
T1	Bougainvillea glabra	0,14
T2	Hibiscus rosa-sinensis	0,02
T2	Hibiscus rosa-sinensis	0,06
T2	Hibiscus rosa-sinensis	0,02
T2	Hibiscus rosa-sinensis	0,09
T2	Hibiscus rosa-sinensis	0,07
T3	Rosa Centifolia	0,06
T3	Rosa Centifolia	0,01
T3	Rosa Centifolia	0,04
T3	Rosa Centifolia	0,07
T3	Rosa Centifolia	0,07
T4	Iroxa Chinensi	0,07
T4	Iroxa Chinensi	0,23
T4	Iroxa Chinensi	0,06
T4	Iroxa Chinensi	0,13
T4	Iroxa Chinensi	0,14



M.V. TOMMY FRANCISCO CUEVA NAVIA, Mgtr.  
TÉCNICO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA