



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

Contribución al estudio fitoquímico y farmacológico de la especie
***Buddleja Cordata Kunth* (Tepozán) utilizada en la medicina**
tradicional mexicana

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN FARMACIA

PRESENTA

Eduardo Aguilar Salazar

ASESOR: QFB. BRIGIDA DEL CARMEN CAMACHO ENRIQUEZ

COASESOR: Q. MARIO ARTURO MORALES DELGADO

COASESOR: M. en D. MARÍA VERÓNICA VÁZQUEZ CIANCA

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MEXICO 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

DR. DAVID QUINTANAR GUERRERO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO



DR. MARÍA DEL CARMEN TERRAMA BRAVO
Jefa del Departamento de Titulación
de la FES Cuautitlán.

ATN: DRA. MARÍA DEL CARMEN TERRAMA BRAVO
Jefa del Departamento de Titulación
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: **Trabajo de Tesis y examen profesional**

Contribución al estudio fitoquímico y farmacológico de la especie Buddleja Cordata Kunth (Tepozán) utilizada en la medicina tradicional mexicana.

Que presenta el pasante: **Eduardo Aguilar Salazar**
Con número de cuenta: **310110628** para obtener el título de: **Licenciado en Farmacia.**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 22 de Febrero de 2023.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	QFB. Brígida del Carmen Camacho Enríquez	
VOCAL	Dr. Gabriel Arturo Arroyo Razo	
SECRETARIO	I.Q. Mauricio Daniel Vicuña Gómez	
1er. SUPLENTE	Q. Karla Paola Hernández Pérez	
2do. SUPLENTE	EFCH. Jonathan Raymundo García Martínez	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional.

MCVB/javg/cga*

Agradecimientos

A mis padres Sofia Salazar Ubando y Miguel Aguilar Hernández porque siempre lo han dado todo por mí y sin ustedes nada de esto hubiera sido posible. Toda mi vida les estaré agradecido.

A mis abuelos María Hernández García† y Miguel Aguilar García†, gracias por compartirme su bondad y cariño incondicionales, dejaron una huella imborrable que llevaré grabada en mi mente y en mi corazón por siempre.

A mi hermana Nayeli Aguilar Salazar porque siempre te has preocupado por mi y siempre me cuidas, tu apoyo y tu compañía son tesoros invaluable que espero siempre conservar.

A mis sobrinos Derek Adrián Galicia Aguilar e Iker Leonel Galicia Aguilar que los quiero como mis hijos y los considero mis hermanos, son los mejores niños del mundo y espero que si no siguen mis pasos, al menos esto sea una inspiración para ustedes.

A mi cuñado Omar Adrián Galicia Mariscal por todo el apoyo que me has brindado y la amistad que hemos hecho independientemente del lazo familiar, gracias por ser quién eres y por cuidar tan bien de la familia.

A mis primos MVZ Dipl. MyCPG Carlos Mendoza Aguilar y MMVZ Luz del Rosario Pérez Sauza por todo el apoyo y la inspiración que me dieron, ustedes fueron ese empujón que a veces a todos nos hace falta para seguir adelante. Gracias

A mis tíos y tías, primos y primas por todo el apoyo y ánimos que siempre he recibido de su parte, las palabras de aliento siempre son un impulso para dar lo mejor. Gracias por creer en mí.

A mis amigos que, aunque pocos su amistad vale oro, gracias por tantas historias, tantos recuerdos, tantas aventuras y tantas risas que pasamos, espero que esa amistad nunca termine.

A la QFB Brígida del Carmen Camacho Enríquez por contagiarme su pasión y su gusto por las plantas medicinales, por todo su apoyo y sus enseñanzas dentro y fuera del laboratorio, por brindarme su confianza y su amistad. Muchas gracias.

A la M. en C. Lidia Rangel Trujano por sus aportaciones al presente trabajo y a todo el conocimiento compartido durante el tiempo que afortunadamente tuve el honor de tenerla como profesora.

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán la maravillosa institución que me formó como profesional farmacéutico, que me dio herramientas para ser mejor persona, que fue el lugar en donde vi otra visión del mundo y donde me crucé con muchas personas que son de lo mejor. Me siento orgulloso de haber pertenecido ahí.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, mi segunda casa en donde crecí y aprendí, por ser una institución similar a una madre que cobija a sus hijos a cambio de casi nada, porque ahí aprendí el valor del conocimiento, por las experiencias que pasé a lo largo de mi estancia ahí, muchas gracias UNAM.

Agradezco el apoyo económico por parte del proyecto PAPIME Actualización y fortalecimiento de la enseñanza experimental de las asignaturas: Fitoquímica y Farmacognosia y Fitofármacos de la licenciatura en Química Industrial. Número de Proyecto: PE204118

Índice

Índice de figuras	5
Índice de tablas.....	6
1. JUSTIFICACIÓN.....	6
2. INTRODUCCIÓN.....	7
3. MARCO TEÓRICO.....	8
3.1. Tepozán	8
3.2. Métodos de extracción.....	12
3.3. Fisiología General del Sistema Urinario	13
4. OBJETIVO GENERAL.....	19
4.1. Objetivos particulares	19
5. HIPÓTESIS	19
6. METODOLOGÍA	19
7. RESULTADOS.....	26
7.1. Identificación botánica	26
7.2. Tamiz Fitoquímico	26
7.3. Evaluación Farmacológica	28
9. CONCLUSIONES.....	35
10. PROSPECTIVAS.....	36
11. ANEXOS	37
12. REFERENCIAS	42

Índice de figuras

Figura 1Tepozán.....	9
Figura 2 Distribución de tepozán en México	10
Figura 3Metabolitos secundarios presentes en el género Buddleja.....	111
Figura 4Métodos de Extracción.....	122
Figura 5Aparato urinario femenino	133
Figura 6 Fisiología de la nefrona.....	177
Figura 7 Metodología General.....	20
Figura 8 Ejemplar de resguardo del Herbario IZTA	211
Figura 9 Metodología de la obtención del extracto acuoso de Tepozán.....	22

Figura 10 Equipo de extracción.....	222
Figura 11 Análisis Fitoquímico fracción etérea.....	233
Figura 12 Análisis Fitoquímico fracción etanólica.....	244
Figura 13 Análisis Fitoquímico fracción acuosa.....	244
Figura 14 Metodología de la evaluación farmacológica.....	255
Figura 15 Cámaras metabólicas para la colecta de orina.....	255
Figura 16 Metodología para la cuantificación de Cl- en orina.....	266
Figura 17 Acción diurética de los tratamientos.....	311
Figura 18 Concentraciones de cloruros de los grupos tratados.....	333
Figura 19 Buddamina.....	355

Índice de tablas

Tabla 1 Taxonomía de tepozán.....	8
Tabla 2 Diuréticos.....	18
Tabla 3 Resultados de la fracción etérea.....	26
Tabla 4 Resultados de la fracción etanólica.....	27
Tabla 5 Resultados fracción acuosa.....	27
Tabla 6 Resultados del extracto acuoso.....	27
Tabla 7 Resultados gráficos del análisis fitoquímico.....	28
Tabla 8 Volúmenes promedio de orina excretada por los ratones durante el experimento (5 h).....	28
Tabla 9 Volúmenes promedio administrados por tratamiento.....	30
Tabla 10 Cálculos para determinar los porcentajes de diuresis.....	30
Tabla 11 Concentración de cloruros en los tratamientos.....	31

1. JUSTIFICACIÓN

La medicina tradicional desde tiempos inmemoriales se ha encargado del tratamiento de diversos padecimientos y procesos que alteran la salud, desde lesiones, dolores, algunas enfermedades crónicas, intoxicaciones, hasta la cura de empacho, susto, entre otros. Esta medicina utiliza como recurso principal a las plantas, que además de cumplir con el propósito de uso, son fáciles de obtener. Muchas de ellas son de bajo costo y, comparado con la medicina alopática, presentan un menor número de efectos secundarios. La mayoría de las preparaciones utilizadas dentro de esta práctica son fáciles de elaborar y administrar, además de presentar amplio grado de seguridad, cuando se recurre a personas que tienen conocimiento para prescribir plantas, tales como yerberos, curanderos, chamanes, médicos brujos, entre otras denominaciones con las cuales se les hace referencia y los cuales adquieren su conocimiento de manera empírica con la experiencia que les es transmitida a través de las generaciones principalmente haciéndolo llegar de boca en boca y reforzándolo con prueba y error.

A través de la historia de la humanidad las plantas han mostrado su eficacia, sin embargo, muchas veces no se conoce a la sustancia responsable de esa actividad ni existe una evidencia científica que respalde su uso. De ahí que es necesario estudiar a las plantas desde el punto de vista químico y farmacológico para conocer su composición y determinar qué sustancias son responsables de generar un efecto terapéutico y para aportar evidencias biológicas que, en su conjunto, justifiquen los usos tradicionales.

Este proyecto tiene como propósito contribuir con evidencias químicas y farmacológicas que respalden el efecto diurético de la planta conocida popularmente como tepozán (*Buddleja cordata* Kunth) utilizada en la Medicina Tradicional Mexicana (UNAM, 2009) (CONABIO, 2022).

2. INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define a la medicina tradicional como "la suma total de los conocimientos, capacidades y prácticas basados en las teorías, creencias y experiencias propias de diferentes culturas, bien sean explicables o no, utilizadas para mantener la salud y prevenir, diagnosticar, mejorar o tratar enfermedades físicas y mentales". En numerosos países en desarrollo esta práctica cumple una función muy importante que consiste en satisfacer las necesidades de atención primaria de salud de la población. Estimaciones realizadas por esta institución indican que hasta un 80% de la población mundial utiliza esta práctica. El principal recurso empleado en la medicina tradicional son las plantas y sus productos, sin embargo, cuentan con poca documentación y respaldo científico (OMS, 2013).

En la medicina tradicional mexicana se utiliza una planta conocida popularmente como tepozán (*Buddleja cordata* Kunth) para diversos fines. En el siglo XVI, Martín de la Cruz en el Código de la Cruz-Badiano refiere el uso de esta planta en la dermatosis y por sus propiedades eméticas y catárticas. Luego, Francisco Hernández especifica que: provoca la orina, mitiga la fiebre, quita inflamaciones de los ojos y actúa como lubricante del conducto urinario (Biblioteca Digital de la Medicina tradicional, 2009).

El término "provoca la orina" llama nuestra atención ya que los fármacos que presentan este efecto se les conoce como diuréticos. Este tipo de fármacos incrementan la diuresis y por lo tanto la excreción de Na^+ (natriuresis) y su anión acompañante Cl^- (Hilal & Brunton, 2015). De hecho, la mayoría de los fármacos que se usan en la clínica actúan reduciendo la reabsorción de sodio en los túbulos, lo que provoca una natriuresis (aumento de la pérdida de sodio) y, por efecto de esta última, una diuresis (aumento de la pérdida de agua). En la mayoría de los casos, el aumento de la pérdida de agua es secundario a la inhibición de la reabsorción tubular de sodio, porque el sodio que permanece en los túbulos actúa mediante

mecanismos osmóticos reduciendo la reabsorción de agua. Debido a que, en la reabsorción tubular renal de muchos solutos, como el potasio, el cloro, el magnesio y el calcio, también influye de forma secundaria en la reabsorción de sodio, muchos diuréticos aumentan también la pérdida renal de estos solutos. El uso clínico más común de este tipo de fármacos es para reducir el volumen de líquido extracelular, en especial en enfermedades asociadas a edema e hipertensión. Algunos diuréticos pueden aumentar la diuresis más de 20 veces unos minutos después de su administración, pero el efecto de la mayoría de los diuréticos sobre la pérdida renal de sal y agua desaparece en unos días (Hall & Guyton, 2011).

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Tepozán

Nombre científico: *Buddleja cordata Kunth*.

Sinonimia popular

Palo de zorro prieto, tepozán grande, topozán, zompantle; en el Estado de México se le conoce en otomí como rannazha y en Puebla como chkapungut, kaneje kuxindaa y en lengua popolocanda kanda ku (UNAM, 2009)

Taxonomía

El género *Buddleia* fue nombrado en honor al naturalista inglés Adam Buddle (1660 – 1715), frecuentemente se le nombra *Buddleja*, por una antigua costumbre de escribir una *i* alargada (Owen, 1980). El género *Buddleia* consta de aproximadamente 100 especies, nativas de Norte y Sudamérica, del Este y Sur de África, y del Sur de Asia. El género se ha colocado en varias familias, incluyendo la *Loganiaceae* y la *Tubiflorae*, actualmente se encuentra en la familia *Buddlejaceae* (Owen, 1980); (Enciclovida, 2023) (Deneb, 2009).

. En la tabla 1 se muestran las principales categorías taxonómicas.

Tabla 1 Taxonomía de tepozán

Categoría	Nombre
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Tracheophyta</i>
Clase	<i>Equisetopsida</i>
Orden	<i>Lamiales</i>
Familia	<i>Scrophulariaceae</i>
Género	<i>Buddleja</i>
Especie	<i>Buddleja cordata Kunth</i> .

Fuente: (Enciclovida, 2023)

Descripción botánica

Arbusto o árbol pequeño de 1 a 10 m de altura con hojas de 10 a 15 cm de largo, con soporte largo, anchas en la base y terminadas en punta, de color verde en el haz y el envés blanquecino con abundantes pelos (Figura 1), despiden un olor alcanforado. La inflorescencia es una panícula terminal con 2 a 4 ramificaciones y bracteada. Flores pequeñas campanuladas de color blanco a amarillo. El fruto es una cápsula ovoide con semillas elipsoidales muy pequeñas de 1.0 a 1.5 mm (UNAM, 2009) (Martínez, 1996).

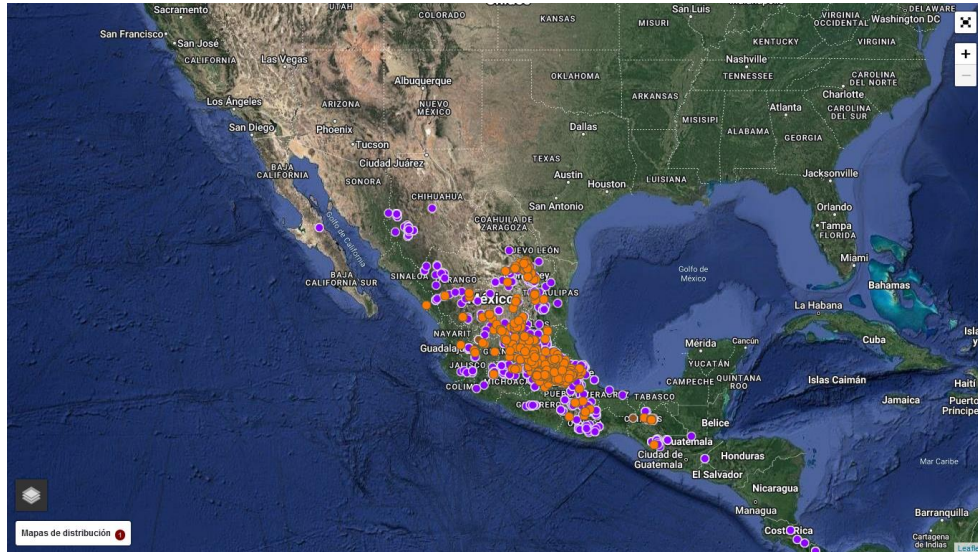


Figura 1 Tepozán

Nota: Fotografías creación propia

Distribución

El tepozán es originario de México y Guatemala, tolera sequías y heladas, a una altitud hasta los 3000 m, como el Valle de México. Esta planta forma parte de huertos familiares y generalmente se le encuentra en áreas perturbadas de matorral xerófilo, bosques de pino-encino y junípero (UNAM, 2009) (Conabio, 2009) (Cabrera, 1990).



*Figura 2 Distribución de tepozán en México
Nota: Imagen obtenida de nci clovida (CONABIO) 2022*

Usos

El tepozán se utiliza como diurético, analgésico, antiinflamatorio, hepatoprotector y antiespasmódico. También se utiliza como cicatrizante, para el tratamiento de ronchas, erisipela, granos, es muy efectivo como antiséptico. En el caso de enfermedades respiratorias como garganta irritada y dolor de pulmón. Entre otros usos se encuentra: para la delgadez extrema, diabetes, reumatismo, desórdenes menstruales y en “limpias” (Cabrera, 1990) (Conabio, 2009) (Zamora, 1992) (Chabaco, 2014).

Formas de uso

La decocción de las hojas se usa para lavar la zona afectada, también se puede preparar una cataplasma y aplicarla en la lesión de la piel: Se utiliza en heridas, llagas, úlceras o para madurar abscesos y granos.

Las hojas calentadas sobre cenizas se aplican sobre heridas o magullones, o bien, se prepara la planta con grasa de cerdo o sebo para usarla como ungüento.

En caso de fiebre se colocan las hojas con carbonato en las plantas de los pies, o se machacan y revuelven con manteca; la mezcla se pone sobre el estómago, hasta que la temperatura baje a niveles normales. En caso de diarrea, dolor de estómago e infecciones se coloca un emplastro preparado con las hojas de tepozán picadas y mezcladas con manteca y carbonato (UNAM, 2009).

Composición Química

Las raíces y las hojas contienen un aceite esencial, materia grasa, resina, un ácido orgánico, glucosa, tanino, principios pécticos, sales minerales, especialmente cloruro de potasio y un alcaloide: la “budleina” (Cabrera, 1990).

En el género *Buddleja* se han aislado compuestos como: Iridoides, sesquiterpenos con esqueleto de cariofileno, humuleno y benzofurano, Diterpenos del tipo abietano, saponinas triterpenoidales, flavonoides como la luteolina, feniletanoides, fenilpropanoides, lignanos y esteroides (figura 3) (Khan, Ullah, & Zhang, 2019).

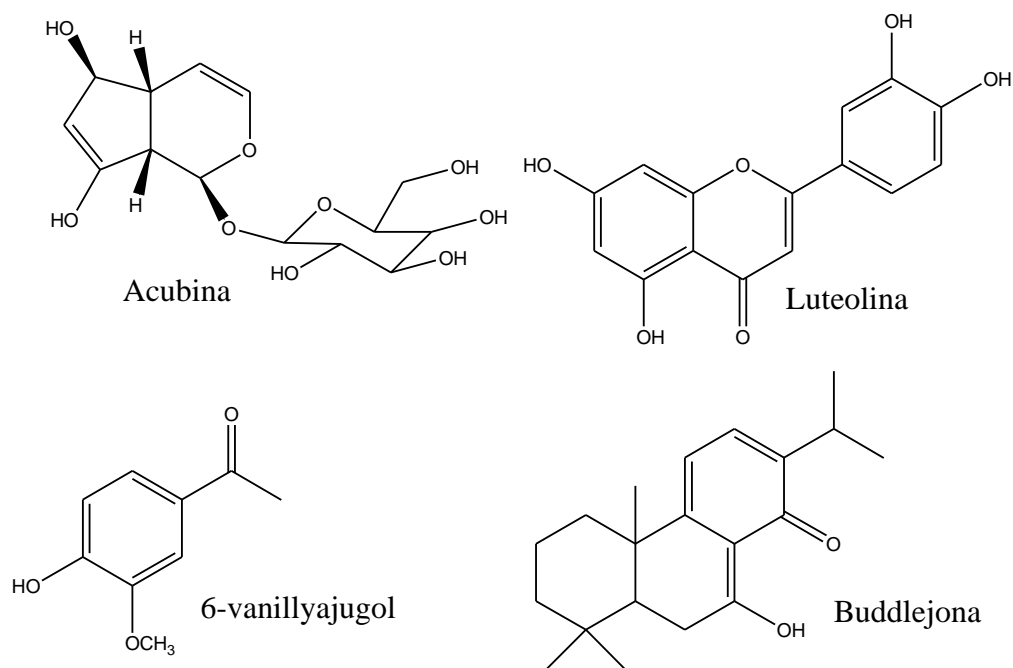


Figura 3 Metabolitos secundarios presentes en el género *Buddleja*

Nota: Información obtenida de Khan, Ullah & Zhang (2019)

3.2. Métodos de extracción

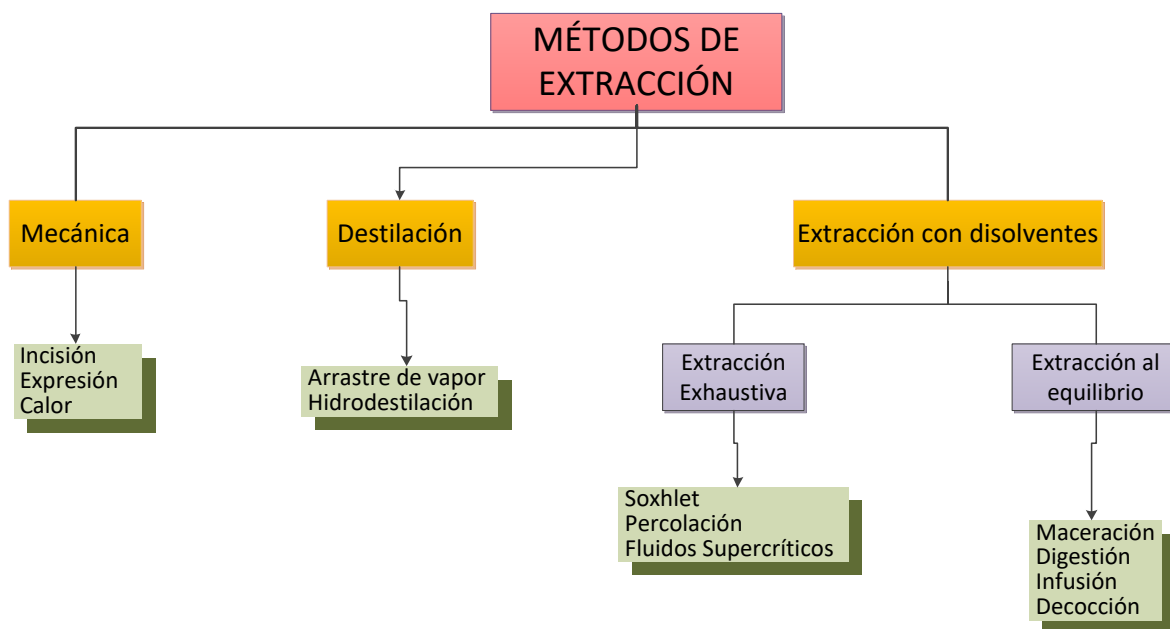


Figura 4 Métodos de Extracción

Nota: Elaboración propia basada en Kuklinski (2000)

Extracción es un proceso dinámico que involucra fenómenos físicos y químicos que depende de varios factores como son: características de la droga, naturaleza del disolvente, temperatura del proceso, tiempo de contacto de la droga con el disolvente, entre otros (Kuklinski, 2000). La selección del método de extracción dependerá de la naturaleza de la droga y de lo que se pretende extraer. Por ejemplo, productos como el caucho y algunas resinas, como la de pino, se obtienen por incisión y aceites esenciales por destilación por arrastre de vapor.

En el caso de los métodos en los que se utilizan disolventes, se agrupan considerando varios factores: temperatura del proceso, el equipo utilizado y mantener durante el proceso un flujo constante de los compuestos a extraer desde el interior de la célula hacia el disolvente, es decir, cuidando que durante el proceso exista un gradiente de concentración. Si el sistema alcanza un estado de equilibrio se denomina extracción discontinua o al equilibrio y si nunca se alcanza éste, extracción continua o exhaustiva. Entre las discontinuas se encuentra la maceración, digestión, infusión y decocción, mientras que en las continuas está la percolación y el Soxhlet (figura 4) (Cechinel-Filho, 2012).

3.3. Fisiología General del Sistema Urinario

El aparato urinario contribuye a la homeostasis modificando la composición, el pH, el volumen, y la presión de la sangre. Manteniendo su osmolaridad, excretando los desechos y las sustancias extrañas y produciendo hormonas (Tortora, 2015).

Está constituido por los dos riñones, los dos uréteres, la vejiga y la uretra. Una vez que los riñones filtran el plasma sanguíneo, devuelven la mayor parte del agua y los solutos al torrente sanguíneo (figura 5). El agua y los solutos restantes constituyen la orina, que pasa por lo uréteres y se almacena en la vejiga urinaria hasta que es evacuada a través de la uretra (Tortora, 2015).

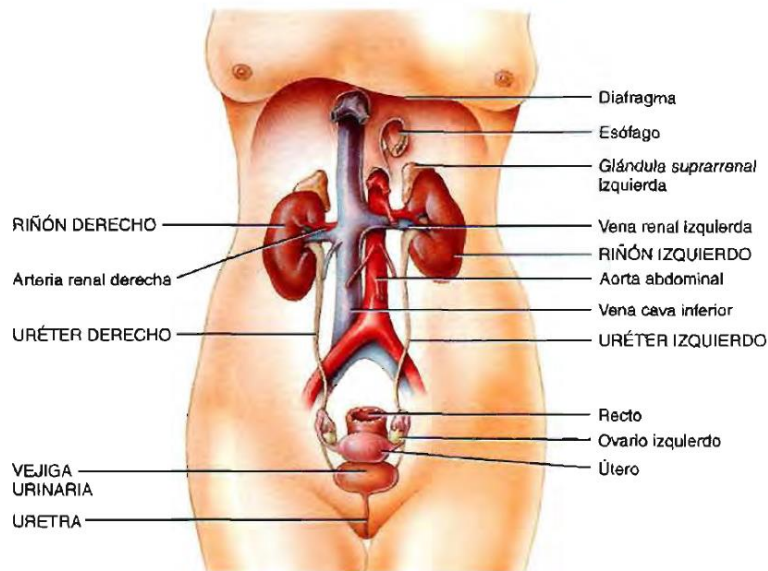


Figura 5 Aparato urinario femenino

Nota: Imagen obtenida de Tortora (2015)

El sistema urinario está formado por:

- **Riñones:** órganos retroperitoneales pares, que filtran el plasma y producen la orina; situados en la parte superior de la pared posterior del abdomen, justo anteriores a los músculos de la pared posterior.
- **Uréteres:** discurren retroperitonealmente desde los riñones a la pelvis y conducen la orina desde los riñones a la vejiga urinaria.
- **Vejiga urinaria:** se sitúa subperitonealmente en la parte anterior de la pelvis, almacena la orina y, cuando es preciso, la descarga a través de la uretra.
- **Uretra:** discurre desde la vejiga urinaria hasta el exterior (Netter, 2001).

El riñón típico de un adulto mide 10-12 cm de largo, 5-7 cm de ancho y 3 cm de espesor y pesa de 135-150 g. el borde cóncavo interno de cada riñón mira hacia la

columna vertebral. Cerca del centro de ese borde interno se encuentra una escotadura llamada hilio renal, a través del cual emergen el uréter junto con los vasos sanguíneos, los vasos linfáticos y los nervios (Tortora, 2015).

Cada riñón está cubierto por tres capas de tejido. La capa más profunda, la capa fibrosa (renal), es una capa lisa y transparente de tejido conectivo denso irregular que se continúa con la capa externa del uréter. Sirve como barrera contra los traumatismos y ayuda a mantener la forma del riñón. La capa intermedia, la cápsula adiposa, es una masa de tejido adiposo que rodea a la cápsula renal. También protege al riñón de los traumatismos y lo sostiene de manera firme en su lugar dentro de la cavidad abdominal. La capa superficial, la fascia renal, es una capa fina de tejido conectivo denso irregular que fija al riñón a las estructuras que lo rodean y a la pared abdominal. En la superficie anterior de los riñones la fascia renal es profunda con respecto al peritoneo (Tortora, 2015)

Un corte frontal del riñón muestra dos regiones distintas: un área superficial, de color rojizo y de textura lisa, llamada corteza renal, y una región profunda, de color pardo-rojizo, la médula renal. La médula presenta entre 8 y 18 pirámides renales de forma cónica. La base (extremo más ancho) de cada pirámide está dirigida hacia la corteza renal, y su vértice (extremo más angosto), llamada papila renal, se orienta hacia el hilio renal. La corteza renal es el área de textura lisa que se extiende desde la cápsula hasta las bases de las pirámides renales y hacia los espacios entre éstas. Se divide en una zona cortical externa y una zona yuxtamedular interna. Esas porciones de la corteza renal que se extienden entre las pirámides renales se llaman columnas renales. Un lóbulo renal consiste en una pirámide renal, la parte de corteza que la rodea y la mitad de cada columna adyacente (Tortora, 2015).

Juntas, la corteza y las pirámides renales de la médula constituyen el parénquima (porción funcional) del riñón. Dentro del parénquima se encuentran las unidades funcionales del riñón: cerca de 1 millón de estructuras microscópicas llamadas nefronas. La orina que se forma en las nefronas drena en largos conductos papilares, que se extienden a través de la papila renal de las pirámides. Los conductos papilares drenan en estructuras en forma de copa llamadas cálices menores y mayores. Cada riñón tiene de 8 a 18 cálices menores y de 2 a 3 cálices mayores. Un cáliz menor recibe orina de los conductos papilares de una papila renal y la envía a una gran cavidad única, la pelvis renal, y luego por el uréter hacia la vejiga urinaria.

El hilio renal se abre en una cavidad dentro del riñón que se denomina seno renal y que contiene parte de la pelvis renal, los cálices y ramas de los vasos sanguíneos y los nervios renales. El tejido adiposo ayuda a estabilizar la posición de estas estructuras en el seno renal.

Nefrona

Las nefronas son las unidades funcionales de los riñones. Cada nefrona consta de dos partes: un corpúsculo renal, donde se filtra el plasma sanguíneo, y un túbulo renal, hacia el cual pasa el líquido filtrado. Los dos componentes del corpúsculo renal son el glomérulo (red capilar) y la cápsula glomerular (de Bowman), una cubierta epitelial de pared doble que rodea a los capilares glomerulares. El plasma sanguíneo se filtra en la cápsula glomerular y luego el líquido filtrado pasa al túbulo renal, que tiene tres sectores principales. En el orden en que el líquido los recorre, ellos son: 1) el túbulo contorneado proximal; 2) el asa de Henle, y 3) el túbulo contorneado distal. El término proximal denota la parte del túbulo unida a la cápsula glomerular, y distal, indica la parte que está más alejada. Contorneado significa que el túbulo está muy enrollado. El corpúsculo renal y ambos túbulos contorneados se hallan dentro de la corteza renal; el asa de Henle se extiende hacia la médula renal, hace una U, y luego regresa a la corteza renal.

Los túbulos contorneados distales de diversas nefronas se vacían en un solo túbulo colector. Los túbulos colectores luego se unen y convergen en varios cientos de grandes conductos papilares que drenan en los cálices menores. Los túbulos colectores y los conductos papilares se extienden desde la corteza a través de la médula hacia la pelvis renal, de manera que un riñón tiene alrededor de un millón de nefronas, pero un número mucho menor de túbulos colectores y aun menor de conductos papilares (Tortora, 2015).

En una nefrona, el asa de Henle conecta los túbulos contorneados proximal y distal. La primera porción penetra en la medula renal, donde recibe el nombre de rama descendente. Luego hace una U y regresa a la corteza renal como la rama ascendente. Entre el 80-85% de las nefronas son corticales. Éstas son corpúsculos que se encuentran en la región externa de la corteza renal, y tienen asas de Henle cortas que yacen principalmente en la corteza y atraviesan solo la región externa de la médula. El otro 15-20% de las nefronas son yuxtamedulares (*yuxta-*, del latín *iuxta*, que significa cerca de). Sus corpúsculos renales se hallan en la profundidad de la corteza, cerca de la médula, y tienen un asa de Henle larga que se extiende hasta la región más profunda de la médula. Además, la parte ascendente del asa de Henle de las nefronas yuxtamedulares comprende dos porciones: una rama ascendente fina seguida de una rama ascendente gruesa.

Para producir orina, las nefronas y los túbulos colectores desarrollan tres procesos básicos: filtración glomerular, reabsorción y secreción tubulares.

1. Filtración glomerular

En el primer paso de la producción de orina, el agua y la mayor parte de los solutos en el plasma sanguíneo se movilizan a través de la pared de los capilares glomerulares hacia la cápsula de Bowman y luego hacia el túbulo renal (Tortora, 2015). Ésta consiste en la producción de un ultrafiltrado que contiene solutos de tamaño muy pequeño que atraviesan la membrana semipermeable de la pared de los capilares.

La orina primitiva, que se recoge en el espacio urinario del glomérulo y que después pasa al túbulo proximal está constituida por agua y solutos pequeños en una concentración idéntica a la del plasma y carece de células, proteínas y otras sustancias de peso molecular elevado.

El filtrado es producto únicamente de fuerzas físicas. La presión sanguínea en el interior del capilar que favorece la filtración glomerular, la presión oncótica ejercida por las proteínas del plasma y la presión hidrostática del espacio urinario que actúan en contra de la filtración (Alegría & et al, 2011-2012).

2. Reabsorción tubular

Existe una gran diferencia entre los términos reabsorción y absorción; el primero se refiere al regreso de las sustancias al torrente sanguíneo, mientras que el segundo a la entrada de sustancias nuevas en el organismo, como ocurre en el tubo digestivo (Tortora, 2015).

Luego entonces, cuando el líquido filtrado circula a lo largo del túbulo renal y a través del colector, las células tubulares reabsorben cerca del 99% del agua filtrada y diversos solutos útiles (Tortora, 2015). Si este proceso de reabsorción no se llevara a cabo y solo consideráramos el volumen del filtrado glomerular normal, el volumen de orina excretada podría llegar a 160 L/día. En lugar del litro y medio habitual (Alegría & et al, 2011-2012).

En las células tubulares el transporte de sustancias puede efectuarse por mecanismos activos o pasivos. Por cualquiera de estos mecanismos, la mayor parte del agua y sustancias disueltas que se filtran por el glomérulo son reabsorbidas y pasan a los capilares peritubulares y de esta forma, nuevamente al torrente sanguíneo (Alegría & et al, 2011-2012).

3. Secreción tubular

Mientras el líquido fluye a lo largo del túbulo renal y a través del colector, las células tubulares secretan otras sustancias, como desechos, fármacos y iones en exceso. Para entender mejor hay que aclarar que la secreción tubular remueve una sustancia de la sangre. En otras instancias de la secreción, las células liberan sustancias hacia el líquido intersticial y la sangre (Tortora, 2015).

En el túbulo proximal se reabsorbe del 65 al 70% del filtrado glomerular, a través de una reabsorción activa de sodio que arrastra de forma pasiva el agua. Además de éstos, también se reabsorbe gran parte del bicarbonato, de la glucosa y aminoácidos filtrados por el glomérulo (Alegría & et al, 2011-2012).

La función del asa de Henle es crear un intersticio medular con una osmolaridad creciente a medida que nos acercamos a la papila renal. Es en este segmento donde se reabsorbe un 25% del cloruro sódico y un 15% del agua filtrados, razón por la que el contenido tubular a la salida de este segmento contiene menos concentración de solutos (hipoosmótico) con respecto al plasma.

Finalmente, en el túbulo distal se reabsorben fracciones variables del 10% de sodio y 15% de agua restantes del filtrado glomerular, además de secretarse potasio e hidrogeniones que contribuyen a la acidificación de la orina.

Gracias a estas funciones, el riñón produce orina en un volumen que oscila entre 500 y 2000 mL por día, con un pH entre 5-8, y una densidad entre 1.010-1.030 g/mL. Estas fluctuaciones dependerán de la concentración de los diversos solutos y de las necesidades del organismo (Alegría & et al, 2011-2012).

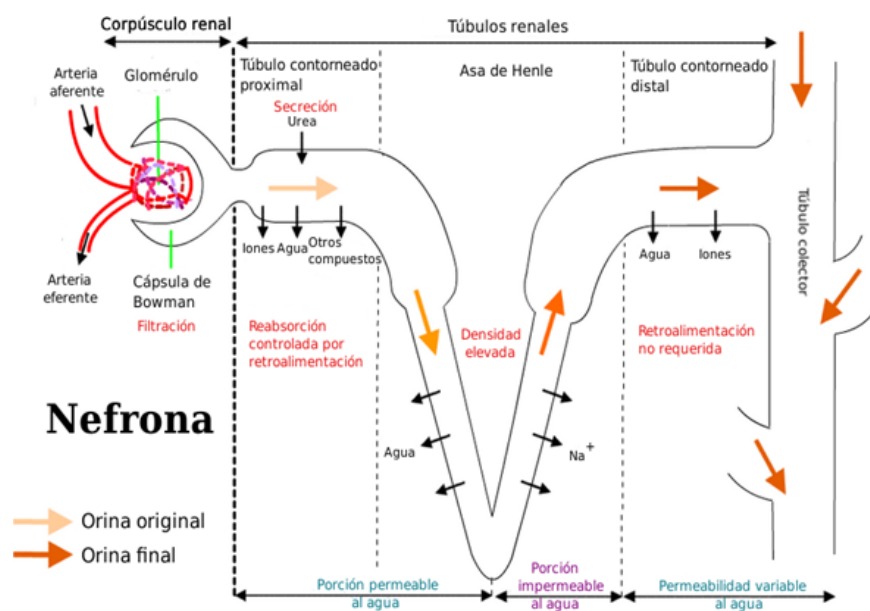


Figura 6 Fisiología de la nefrona

Nota: Imagen obtenida de Modesto (2022)

Insuficiencia Renal

Las nefropatías se pueden agrupar en dos clases:

Insuficiencia renal aguda. Los riñones dejan de funcionar casi o completamente por anomalías en los vasos sanguíneos, los glomérulos o los túbulos, es decir, el flujo de orina se suprime causando edema, acidosis, incremento en la concentración de urea, entre otros.

Insuficiencia renal crónica. En esta nefropatía hay una reducción progresiva y casi siempre irreversible en la filtración glomerular causada por una reducción en los valores normales de nefronas funcionales, entre el 70-75 %. De hecho, las concentraciones sanguíneas relativamente normales de la mayoría de los electrolitos y los volúmenes normales de los líquidos corporales pueden mantenerse aun cuando los valores se reducen por debajo del 20 y 25%. La insuficiencia renal crónica puede llevar a una nefropatía terminal.

En muchos casos, una lesión renal inicial provoca un deterioro progresivo de la función renal y una pérdida adicional de nefronas hasta que el paciente precisa diálisis o un trasplante de un riñón funcional para sobrevivir. Esta situación se denomina nefropatía terminal. Entre las principales causas de nefropatía terminal se encuentra la *Diabetes mellitus* y la hipertensión, responsables de más del 70% de las insuficiencias renales crónicas (Hall & Guyton, 2011) (Tortora, 2015).

Diuresis

De acuerdo con la Real Academia Española (2022), la diuresis es la cantidad de orina producida en un tiempo determinado. En la diuresis normal el flujo de orina, medido es de 800-1500 mL/día. Entre las alteraciones más frecuentes de este proceso están (Ministry of Science and Higher Education, 2022):

- Disuria, que es una micción dolorosa y/o dificultosa acompañada de sensación de ardor en la uretra
- Oliguria, cuando la micción de orina es menor de 500 mL/día
- Anuria, cuando la eliminación de orina es menor a 100 mL/día
- Poliuria, cuando la excreción de orina es mayor a 2500 mL/día

Diuréticos

Los diuréticos son sustancias que aumentan el volumen de orina y la excreción urinaria de solutos, en especial sodio y cloro, es decir reducen la reabsorción renal de agua produciendo un aumento en el flujo urinario. La mayoría de los diuréticos disminuyen la reabsorción de sodio en los túbulos provocando una pérdida de éste (natriuresis) y un aumento en la pérdida de agua (diuresis). La mayoría de los diuréticos disponibles para uso clínico tienen diferentes mecanismos de acción y, por tanto, inhiben la reabsorción tubular en diferentes lugares a lo largo de la nefrona renal.

En la tabla 2 se muestran algunos ejemplos.

Tabla 2 Diuréticos

Clase de diurético	Mecanismo de acción	Lugar de acción en el túbulo
Diuréticos osmóticos (manitol)	Inhiben la reabsorción de agua y solutos al aumentar la osmolaridad del líquido tubular	Principalmente en túbulos proximales
Diuréticos de asa (furosemida, bumetanida)	Inhiben el cotransporte de Na ⁺ , K ⁺ y Cl ⁻ en la membrana luminal	Asa gruesa ascendente de Henle
Diuréticos tiazídicos (hidroclorotiazida, clortalidona)	Inhiben el cotransporte de Na ⁺ , Cl ⁻ en la membrana luminal	Primera parte de los túbulos distales
Inhibidores de la anhidrasa carbónica (acetazolamida)	Inhiben la secreción de H ⁺ y la reabsorción de HCO ₃ ⁻ , lo que reduce la reabsorción de Na ⁺	Túbulos proximales
Antagonistas de la aldosterona (espironolactona, eplerenona)	Inhiben la acción de la aldosterona en el receptor tubular, reducen la reabsorción de Na ⁺ y reducen la secreción de K ⁺	Túbulos colectores
Bloqueantes de los canales del sodio (triamtereno, amilorida)	Bloquean la entrada de Na ⁺ en los canales del Na ⁺ de la membrana luminal, reduciendo la reabsorción de Na ⁺ y la secreción de K ⁺	Túbulos colectores

Fuente: (Hilal & Brunton, 2015)

4. OBJETIVO GENERAL

Analizar el extracto acuoso de la planta conocida popularmente como tepozán (*Buddleja cordata* L.) a través de pruebas químicas cualitativas y modelos farmacológicos que fundamenten el uso tradicional como diurético.

4.1. Objetivos particulares

Realizar una investigación bibliográfica de la planta tepozán en medios físicos y digitales para obtener información actual acerca de la planta.

Colectar la planta tepozán de crecimiento silvestre en el municipio de Melchor Ocampo para contar con el material vegetal suficiente para el desarrollo de este proyecto y su identificación botánica.

Seleccionar y enviar un ejemplar del material vegetal previamente herborizado para su identificación taxonómica y registro al Herbario Etnobotánico IZTA de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

Desarrollar una metodología de obtención del extracto acuoso de la planta que permita seleccionar las variables del proceso como temperatura, tiempo, separación, entre otras.

Analizar el extracto acuoso de la planta tepozán por ensayos a la gota para establecer un marco químico de referencia.

Emplear el modelo modificado descrito por Wiebelhaus (1965) para comprobar el uso tradicional como diurético del extracto acuoso de tepozán (UNAM, 2009).

5. HIPÓTESIS

Si se administra una dosis terapéutica de extracto acuoso de Tepozán, entonces se obtendrá un efecto diurético superior al que se obtiene con medicamentos diuréticos alopáticos.

6. METODOLOGÍA

La metodología general utilizada en la realización de este proyecto se muestra en la figura 7.

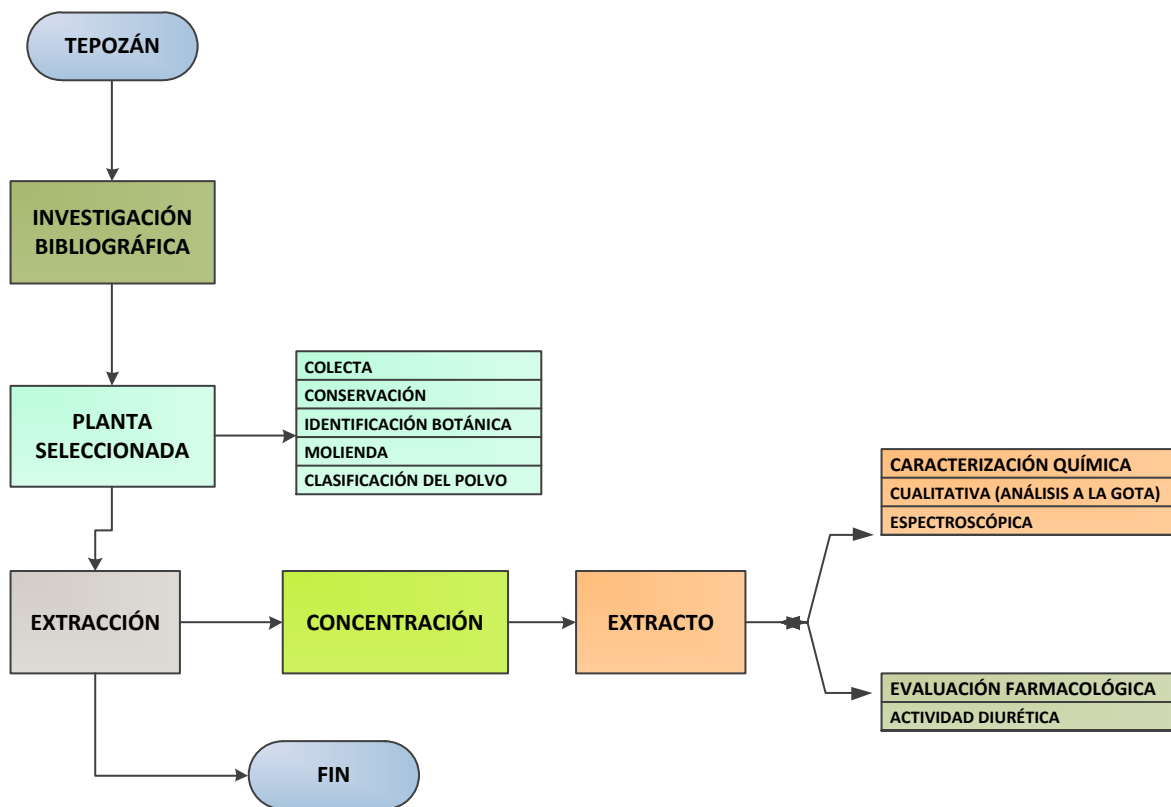


Figura 7 Metodología General

6.1. Investigación Bibliográfica

Se realizó una búsqueda de información en fuentes bibliográficas físicas y digitales para documentar y fundamentar el desarrollo de este proyecto. Primeramente, se buscaron plantas medicinales de la flora mexicana con actividad diurética en libros como *Plantas curativas de México* de Luis Cabrera (1990) y *Las plantas medicinales de México* de Maximino Martínez (1996), así como también de algunas fuentes electrónicas como la Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana (UNAM). Para seleccionar una planta adecuada, se consideró que fuera una especie originaria del territorio local para su fácil obtención y que su crecimiento sea propicio con las condiciones climáticas de la zona, además de que su obtención resulte a un bajo costo. Una vez que se seleccionó la planta se investigó el nombre científico, y con éste se buscó información referente a la composición química y la actividad farmacológica mencionada.

6.2. Materia prima vegetal

La colecta de la planta tepozán se realizó en el mes de septiembre en el ejido de Visitación del municipio de Melchor Ocampo, Estado de México. De este material se separaron dos ejemplares completos para herborización e identificación botánica en el Herbario Etnobotánico IZTA de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. La materia prima vegetal se acondicionó para ser usada en el proyecto. La

preparación consistió en un proceso de secado natural a la sombra, molienda y homogeneización del tamaño de partícula.

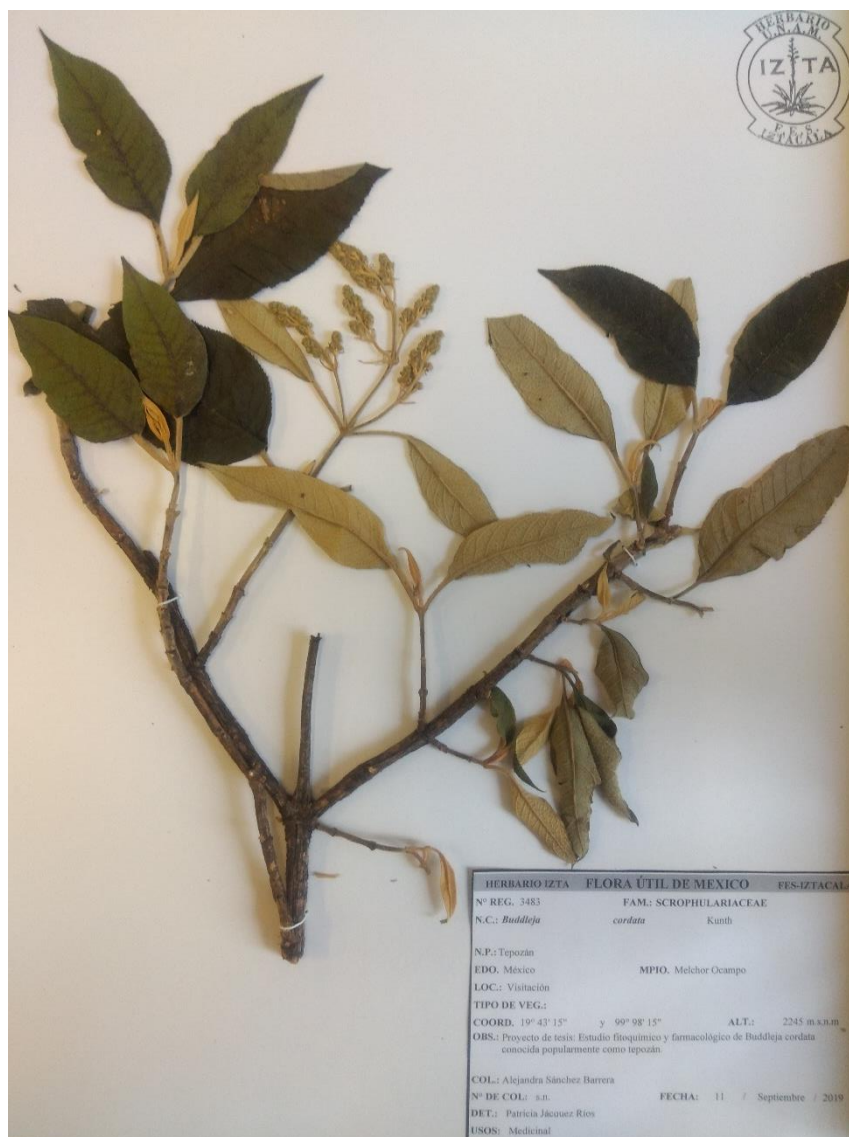


Figura 8 Ejemplar de resguardo del Herbario IZTA

6.3. Extracción

De acuerdo con el tipo de muestra vegetal que se está manejando y debido a que el disolvente comúnmente utilizado en los métodos de la medicina tradicional es agua (Cabrera 1990), se elige utilizar la decocción para llevar a cabo la extracción. Para este propósito se colocó la droga vegetal en un matraz bola y se le adicionaron 100 mL de agua. Se conectó un refrigerante en posición de reflujo y se calentó hasta la temperatura de ebullición la cual se determinó que es a los 85 °C por un lapso de

15 min. Finalizado el tiempo se enfría y se separa el extracto acuoso del residuo vegetal o marco.

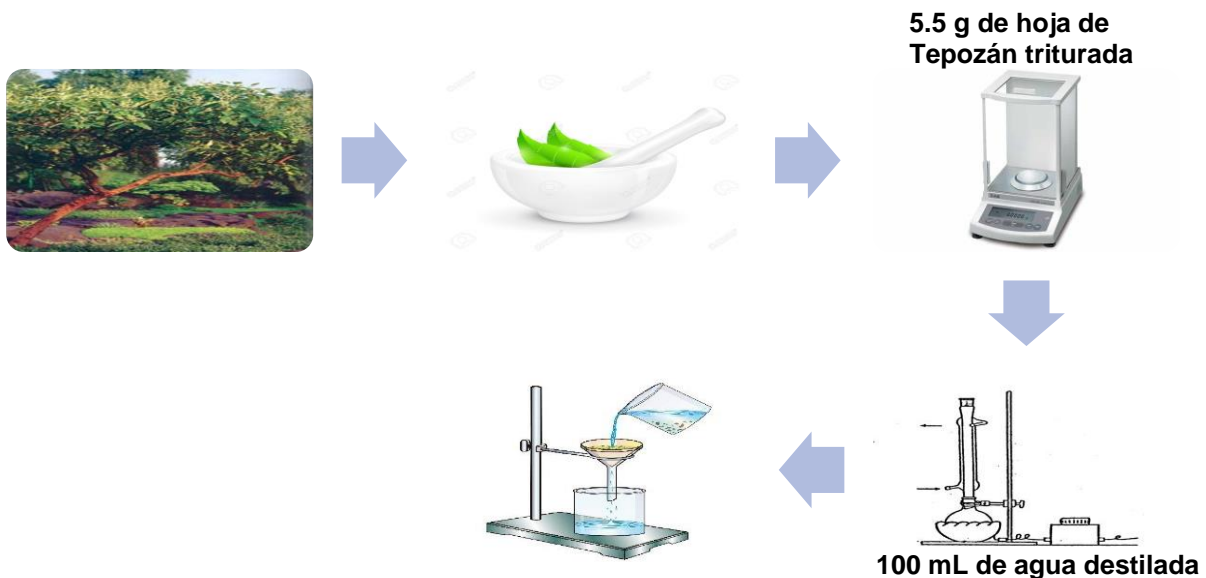


Figura 9 Metodología de la obtención de extracto acuoso de tepozán

Nota: Imágenes de autoría propia

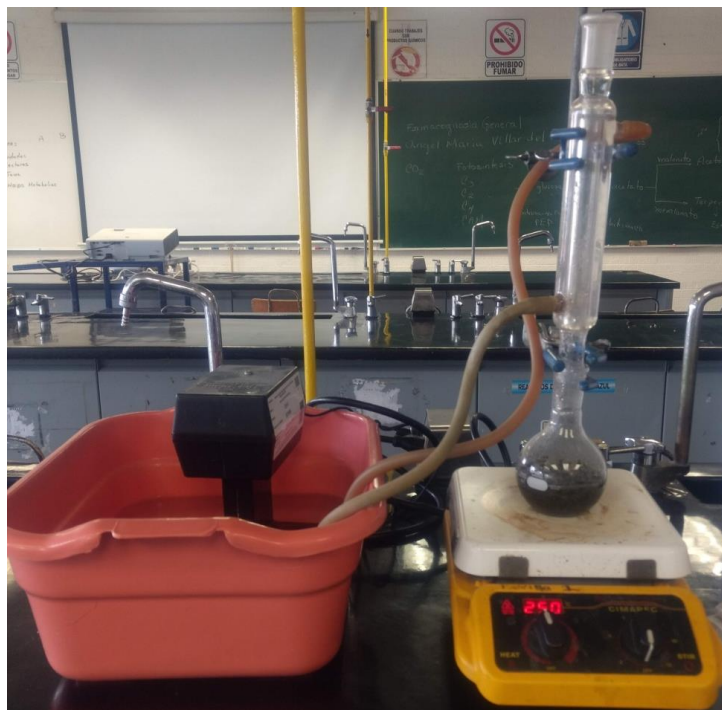


Figura 10 Equipo de extracción

Nota: Fotografía de autoría propia

6.4. Concentración

El extracto acuoso preparado se concentró por evaporación, para lo que se colocó en un recipiente ancho y protegido del polvo, el cual se dejó en la campana de extracción protegido del polvo hasta obtener un extracto seco. Se reservó para los estudios químicos y farmacológicos.

6.5. Caracterización Química

Para obtener un perfil químico se realizó un tamizaje fitoquímico que consistió en fraccionar el extracto por gradiente de polaridad utilizando como disolventes éter etanol y agua. Cada fracción se concentró por destilación a presión reducida.

A las fracciones concentradas a seco, se les realizaron las pruebas indicadas en las figuras 11, 12 y 13.

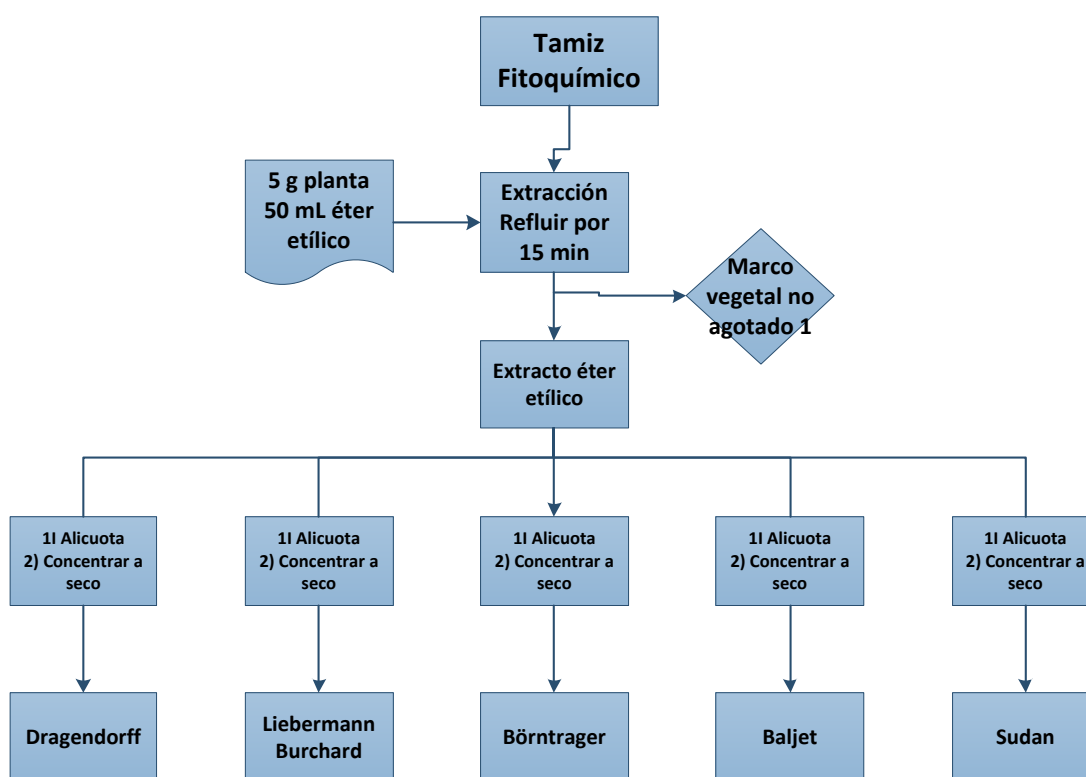


Figura 11 Análisis Fitoquímico fracción etérea

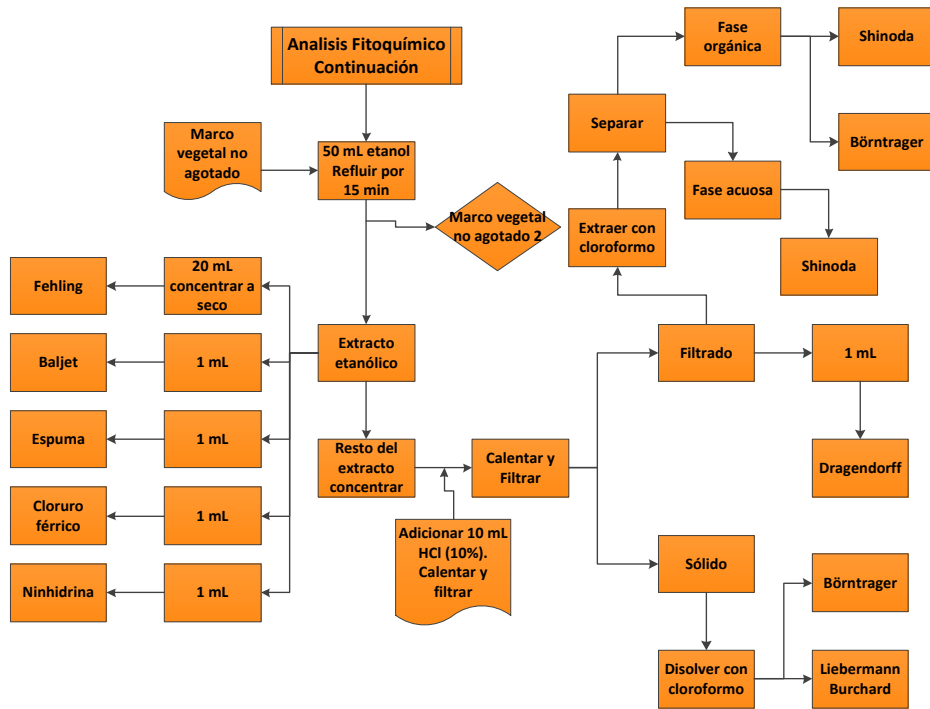


Figura 12 Análisis Fitoquímico fracción etanólica

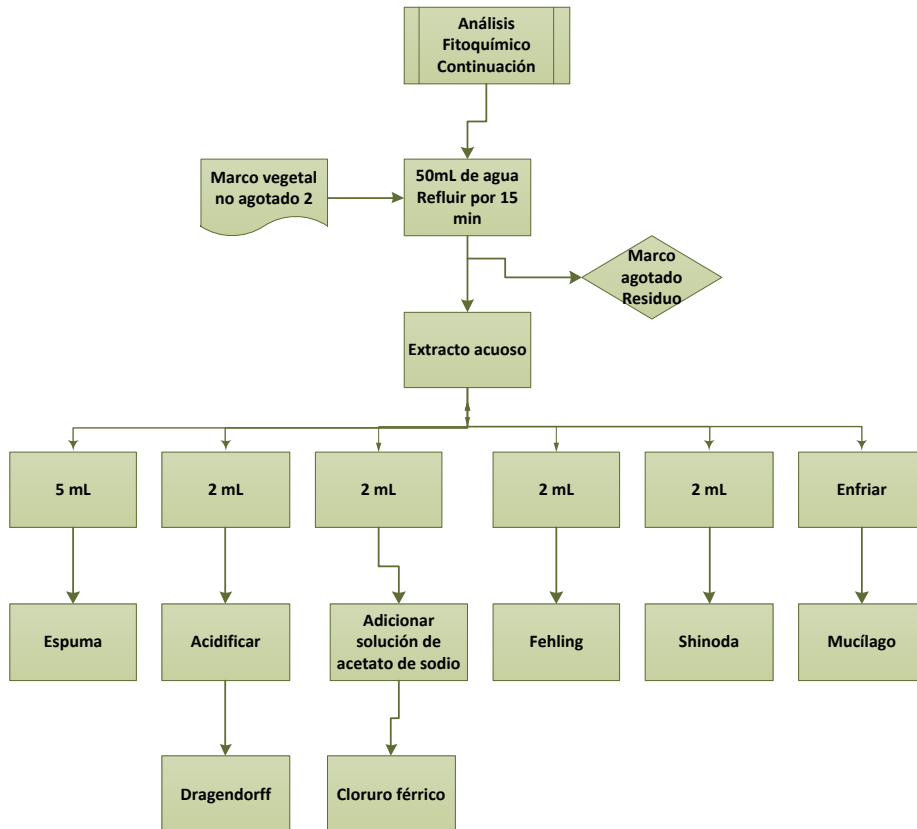


Figura 13 Análisis Fitoquímico fracción acuosa

6.6. Evaluación Farmacológica

Las pruebas de actividad diurética se llevaron a cabo utilizando el método modificado descrito por Wiebelhaus (figura 14). El método consistió en formar 5 grupos de 5 ratones albinos, previamente marcados y pesados. El grupo I (control negativo) se le administró por vía oral 2 mL de solución fisiológica 0.9% por cada 100 g de peso corporal. Los grupos II, III y IV recibieron por vía oral dosis de 30, 60 y 120 mg/kg, del extracto acuoso concentrado de tepozán y al grupo V se le administró 20 mg/kg de Furosemida, vía oral.



Figura 14 Metodología de la evaluación farmacológica.
Nota: Imágenes de autoría propia

Una vez concluida la administración de las dosis, los animales se colocaron por separado en jaulas metabólicas (figura 15).



Figura 15 Cámaras metabólicas para la colecta de orina

Luego de la administración, los animales se colocaron por separado en jaulas metabólicas (figura 15), se colectó la orina excretada y se registró el volumen de orina acumulado a los 30 min, 1, 2, 3, 4 y 5 horas. Después de cada medición de volumen, se toma una muestra de orina de cada uno de los tratamientos para llevar a cabo la cuantificación de iones Cl^- presentes en la orina (figura 15).

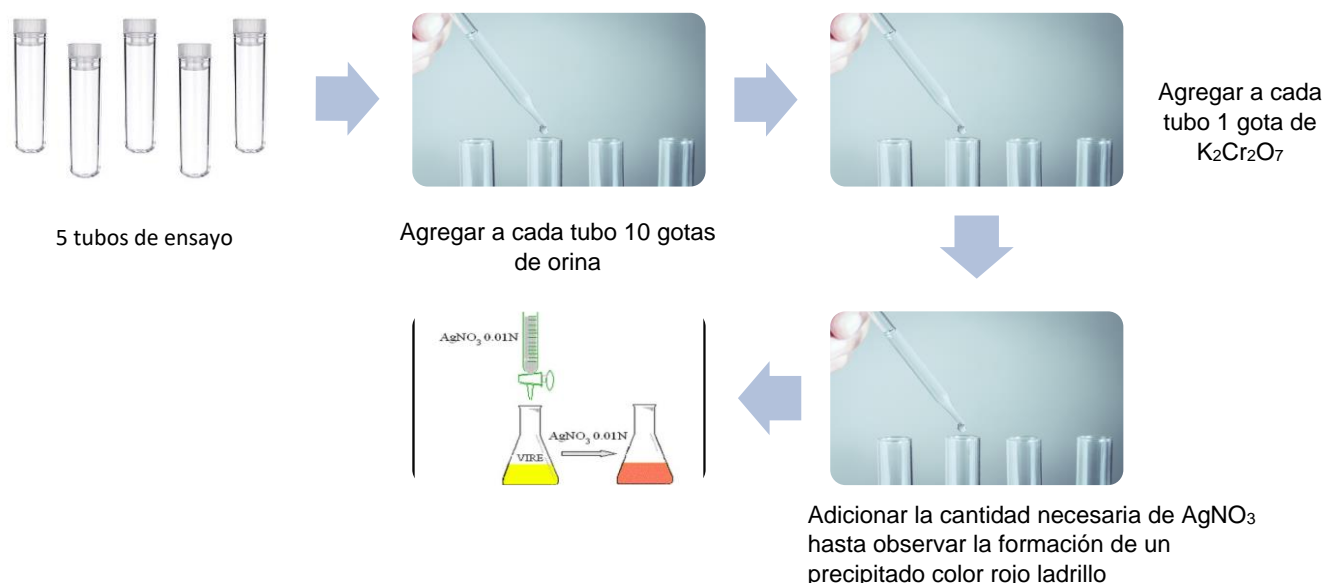


Figura 16 Metodología para la cuantificación de Cl^- en orina.
Nota Imágenes de autoría propia

7. RESULTADOS

7.1. Identificación botánica

La carta de identidad emitida por el Herbario Izta de la FES-Iztacala se encuentra en la sección de anexos.

7.2. Tamiz Fitoquímico

En las tablas 3,4 y 5 se muestran los resultados obtenidos para cada fracción y éstos se registraron de acuerdo con los criterios de Domínguez (1988) como: abundante (+++), moderado (++) , escaso (+) y negativo (-).

Tabla 3 Resultados de la fracción etérea

Prueba realizada	Resultado
Dragendorff	++
Liebermann Burchard	-
Börntrager	-
Baljet	-
Sudan	++

En la fracción etérea se detectaron alcaloides y aceites.

Tabla 4 Resultados de la fracción etanólica

Prueba realizada		Resultado	
Fehling		-	
Baljet		-	
Espuma		-	
Cloruro Férrico		+++	
Ninhidrina		-	
Sólido		Filtrado	
Prueba realizada	Resultado	Prueba realizada	Resultado
Börntrager	-	Dragendorff	-
Liebermann	+++		
Burchard			
Filtrado Fase acuosa		Filtrado fase orgánica	
Prueba realizada	Resultado	Prueba realizada	Resultado
Shinoda	-	Börntrager	-
		Shinoda	-

En la fracción etanólica se identificaron compuestos fenólicos y esteroides.

Tabla 5 Resultados fracción acuosa

Prueba realizada		Resultado	
Espuma		++	
Dragendorff		++	
Cloruro férrico		++	
Fehling		++	
Shinoda		-	
Mucílago		-	

En la fase acuosa se detectaron los siguientes metabolitos: saponinas, alcaloides, compuestos fenólicos y azúcares reductores.

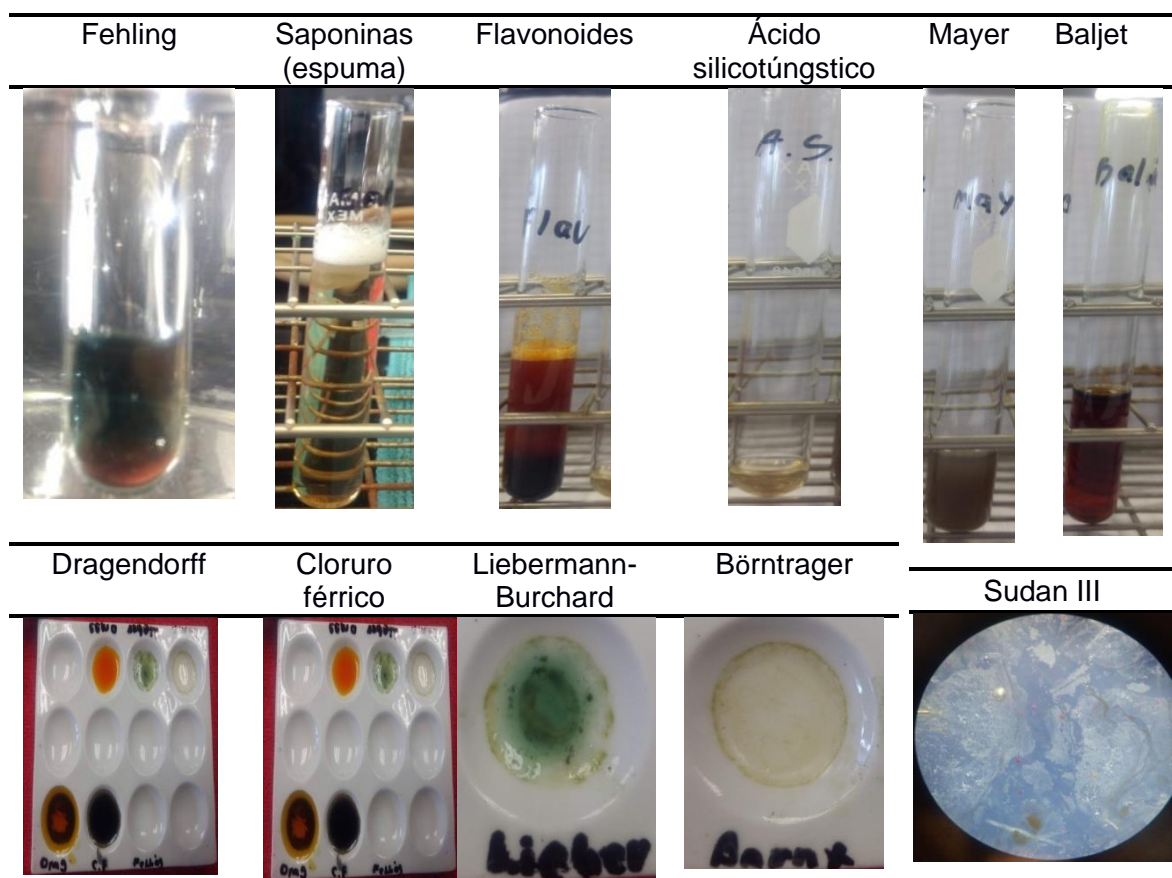
Por otro lado, se preparó otro extracto acuoso de la misma forma como se describió en la metodología y se le realizaron las pruebas que resultaron en la detección de los metabolitos: alcaloides, agrupamientos lactónicos y flavonoides (Tabla 6).

Tabla 6 Resultados del extracto acuoso

Prueba realizada		Resultado	
Ácido silicotúngstico		++	
Mayer		+++	
Baljet		+++	
Flavonoides		+++	

En la tabla 7 se presenta una serie fotográfica con los resultados de las pruebas coloridas y de precipitación.

Tabla 7 Resultados gráficos del análisis fitoquímico



7.3. Evaluación Farmacológica

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del ensayo para probar el efecto diurético del extracto acuoso de tepozán. En la tabla 8 se presentan los valores promedio de orina excretada por los ratones durante las 5 horas de duración del experimento.

Tabla 8 Volúmenes promedio de orina excretada por los ratones durante el experimento (5 h)

Tratamientos	Ratones	Volúmenes de orina por horas						Volumen total(mL)	Promedio de volumen final (mL)
		½	1	2	3	4	5		
Control (-) sol. Sal. Fis. 0.9%	CaCo 36.9	0	2	1	0.2	1	0.4	4.6	1.7
	CaPi 29.2	0	0	0	0	0	0	0	
	CaLo 29.0	0.1	0.1	0	0	0.1	0.2	0.5	
	CaPi 29.2	0.6	0.2	0.1	0	0.8	0.1	1.8	
	+ Mi -							1.7	
Furosemida	Ca	0	1.2	1.2	0.2	~ 0	0.4	3	2.08

	32.9								
	Lo	0.6	0.9	0.4	0.1	0.4	0	2.4	
	32.8								
	MdLo	0	0.5	1.2	0	0.4	0	2.1	
	25.8								
	MdMi	1	0.4	0	0	0.2	0	1.6	
	25.6								
	Md	0.1	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	1.3	
	22.4								
Tepozán 30 mg/kg	MdCo	0	1	0.2	0.8	0.9	0.8	3.7	3.24
	33.2								
	MiLo	0.4	0.6	0.3	0.2	0.1	0.8	2.4	
	32.8								
	CaPd	0.2	0.5	0.8	0.9	0	0.6	3	
	26.2								
	MdPd	0.8	0.6	0.5	0.3	0.6	0.3	3.1	
	24.2								
	PdCo	0.5	0.4	0.2	0.2	0.7	2	4	
	21.1								
Tepozán 60 mg/kg	Pi	0	1.2	0.8	0.8	0.1	0.5	3.4	1.98
	35.7								
	LoPi	0.2	0.1	0.2	0	0	0.1	0.5	
	31.3								
	MiPi	0.4	0.3	0.4	0.8	1	0	2.9	
	26.5								
	MiCo	0.2	0.6	0.2	0.1	0	0.1	1.2	
	24.2								
	Pd	0.2	0.8	0.1	0.1	0.5	0.2	1.9	
	21.5								
Tepozán 120 mg/kg	CaMi	0	2.4	1	1.0	0.5	1	5.9	4.42
	36.3								
	Co	3	0.8	0.8	0.5	0.7	-	5.8	
	31.1								
	MdPi	0	1.4	0.8	3	0	1	6.2	
	28.0								
	PdPi	1.2	0.4	0.4	0.7	0.5	0.2	3.4	
	22.6								
	LoCo	0.1	0	0.4	0	0.1	0.2	0.8	
	21.8								
Promedio									2.684
Desviación estándar									1.134848007
C.V.									42.28196749

Para calcular la diuresis se consideraron los volúmenes promedio de orina recolectada para cada grupo y se realizaron los cálculos siguientes:

Porcentaje de Diuresis Respecto al Blanco

Es la cantidad de orina de cada tratamiento en relación con la orina promedio del blanco.

$$\% \text{ de diuresis respecto al blanco} = \frac{X}{\text{volumen de orina del blanco}} \times 100$$

Donde:

X = Volumen de orina del tratamiento X

Acción Diurética de los Tratamientos

Porcentaje de diuresis respecto al grupo control positivo.

$$\text{de Acción diurética} = \frac{\text{Excreción urinaria del grupo tratado}}{\text{Excreción urinaria del grupo control}} \times 100$$

Excreción Urinaria Volumétrica (E.U.V)

Es el volumen total excretado en relación con el volumen total administrado.

$$\text{de Acción diurética} = \frac{\text{Excreción urinaria del grupo tratado}}{\text{Volumen total administrado por tratamiento}} \times 100$$

Tabla 9 Volúmenes promedio administrados por tratamiento

Nombre de la solución	Volumen (mL)
Sol. Sal. Fis. (0.9%)	1.58
Furosemida (20 mg/kg)	1.46
Tepozán 30 mg/kg	1.14
Tepozán 60 mg/kg	1.29
Tepozán 120 mg/kg	1.6

Nota: Los volúmenes promedio de líquido total administrado por vía oral durante la experimentación incluyen 1 mL de solución salina en todos los tratamientos.

Tabla 10 Cálculos para determinar los porcentajes de diuresis

	Sol. Sal. Fis. (0.9%)		Furosemida (20 mg/kg)		Tepozán 30 mg/kg		Tepozán 60 mg/kg		Tepozán 120 mg/kg	
	Operación	%	Operación	%	Operación	%	Operación	%	Operación	%
Diuresis respecto al blanco	$\frac{1.7}{1.7} \times 100$	100	$\frac{2.08}{1.7} \times 100$	122.3	$\frac{3.24}{1.7} \times 100$	190.5	$\frac{1.98}{1.7} \times 100$	116.4	$\frac{4.42}{1.7} \times 100$	260
Acción diurética de los tratamientos	$\frac{1.7}{2.08} \times 100$	81.7	$\frac{2.08}{2.08} \times 100$	100	$\frac{3.24}{2.08} \times 100$	155.7	$\frac{1.98}{2.08} \times 100$	95.1	$\frac{4.42}{2.08} \times 100$	212.5
Excreción urinaria volumétrica	$\frac{1.7}{1.58} \times 100$	107.5	$\frac{2.08}{1.46} \times 100$	142.46	$\frac{3.24}{1.14} \times 100$	284.2	$\frac{1.98}{1.29} \times 100$	153.4	$\frac{4.42}{1.6} \times 100$	276.2

Nota: Los porcentajes de diuresis de los tratamientos se calcularon considerando blanco, control positivo y excreción urinaria volumétrica

Los valores obtenidos se graficaron para su análisis.

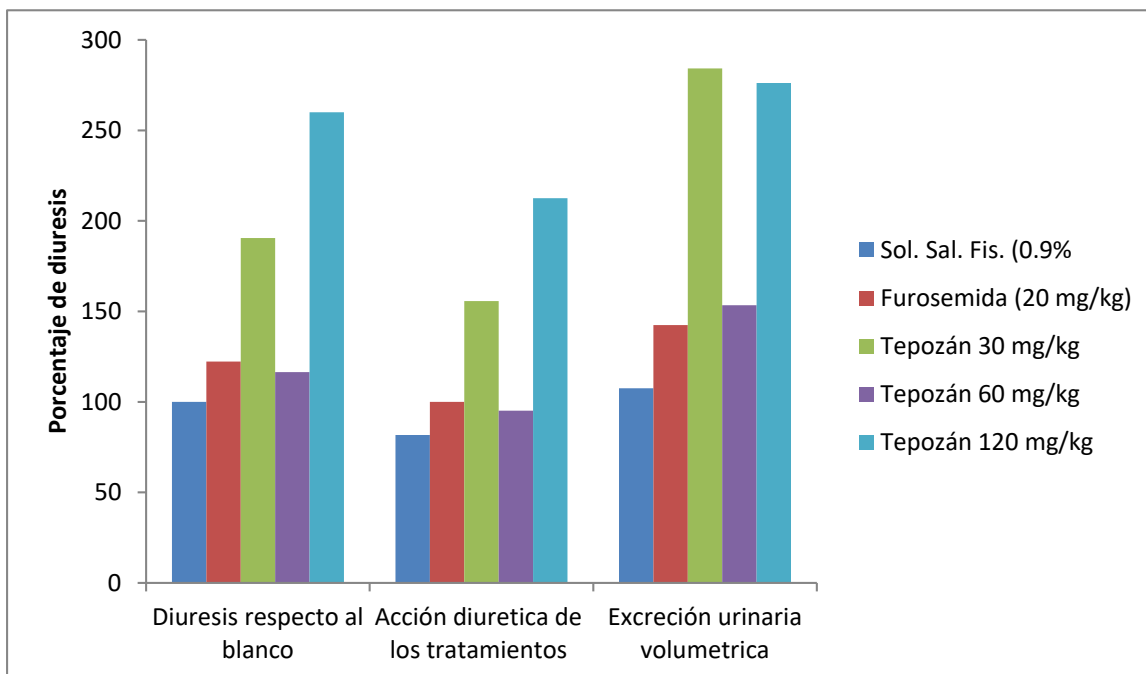


Figura 97 Acción diurética de los tratamientos

Como se describió en la metodología, el ion cloruro se mide directamente, de ahí que para calcular el catión sodio se asumió que la concentración de cloruros es igual a la de sodio. La metodología establece que cada gota de AgNO_3 agregada en la titulación equivale a 1.0 g/L de NaCl . (Chavez, 2014)

Tabla 11 Concentración de cloruros en los tratamientos

Determinación de Cl^- y Na^+ en orina			
Tratamientos	Ratones	Gotas de AgNO_3	g/L de Na^+
Control (-) sol. Sal. Fis. 0.9%	CaCo	2	2
	36.9		
	CaPi	0	
	29.2		
	CaLo	3	
	29.0		
	CaPi	5	
29.2			
Furosemida	+ Mi	0	
	-		
	Promedio	2	
	Ca	3	3.6
	32.9		
	Lo	5	
	32.8		
MdLo	2		
25.8			
MdMi	5		

	25.6		
	Md	3	
	22.4		
	Promedio	3.6	
Tepozán 30 mg/kg	MdCo	2	1.8
	33.2		
	MiLo	2	
	32.8		
	CaPd	2	
	26.2		
	MdPd	1	
	24.2		
	PdCo	2	
	21.1		
	Promedio	1.8	
Tepozán 60 mg/kg	Pi	1	3.4
	35.7		
	LoPi	5	
	31.3		
	MiPi	3	
	26.5		
	MiCo	4	
	24.2		
	Pd	4	
	21.5		
	Promedio	3.4	
Tepozán 120 mg/kg	CaMi	1	2.2
	36.3		
	Co	2	
	31.1		
	MdPi	2	
	28.0		
	PdPi	3	
	22.6		
	LoCo	3	
	21.8		
	Promedio	2.2	

Nota: La concentración de cloruros se calculó con los volúmenes de orina colectados de cada tratamiento en 5 h de experimentación.

En la figura 19 se muestran las concentraciones de cloruros en las muestras de orina de cada grupo de estudio.

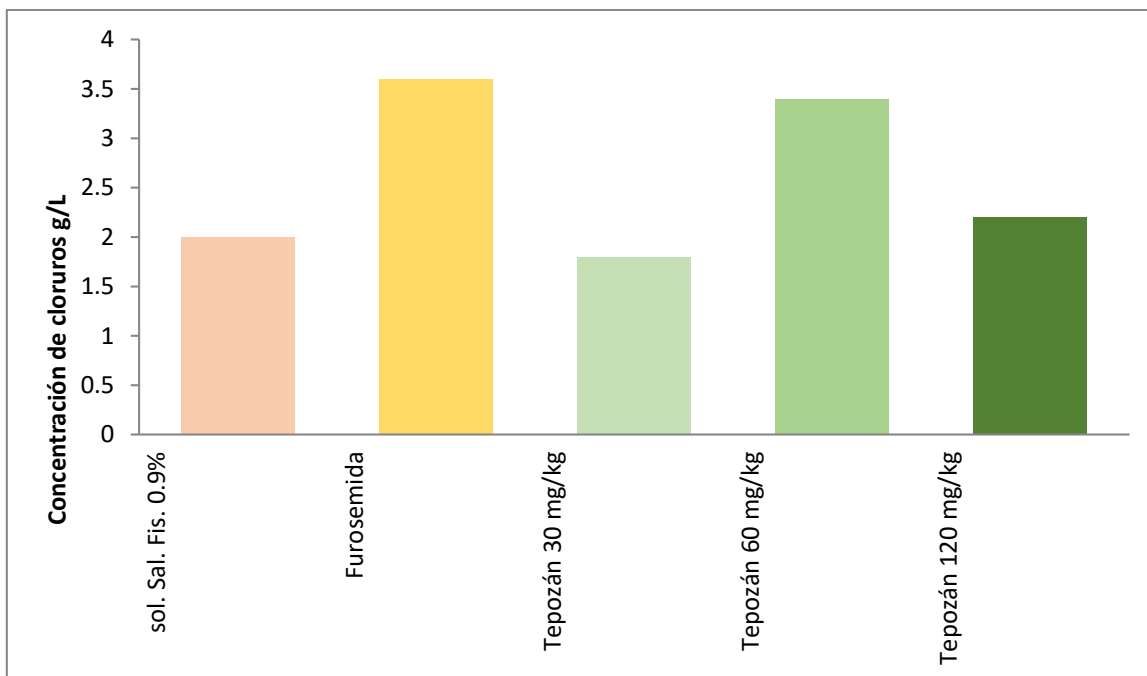


Figura 18 Concentraciones de cloruros de los grupos tratados

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados del análisis fitoquímico muestran que en la fracción de éter etílico se detectaron alcaloides y aceites, en la fracción etanólica, esteroides y fenoles, y por último en la fracción acuosa, alcaloides, saponinas, fenoles y taninos y azúcares reductores. Cabe resaltar que en la fracción acuosa se detectaron un mayor número de grupo químicos. Los resultados obtenidos en esta experimentación coinciden con algunos de los grupos químicos reportados en la literatura para el género *Buddleja* (Khan, Ullah, & Zhang, 2019) (Houghton, Mensah, Ilesha, & Hong Yong, 2003).

Los resultados obtenidos refuerzan la selección del agua y la forma de preparación tradicional, ya que es en la fracción en la que se detectaron más grupos fitoquímicos. Cabrera (1990) y Martínez (1996) mencionan la presencia de alcaloides en el extracto acuoso, por lo que se realizaron pruebas directas al extracto acuoso con el fin de constatar la presencia de este grupo químico y otros. Se preparó un extracto acuoso y se le realizaron las siguientes pruebas: Baljet que identifica lactonas, prueba con sales de aluminio para determinar flavonoides y la prueba de ácido silicotungstico y Mayer para identificar alcaloides; resultando todas positivas (tabla 6). En la tabla 7 se muestran las imágenes de las pruebas realizadas.

Con respecto al efecto diurético, el análisis se facilita si se observa la figura 18. En esta gráfica se agrupan los resultados obtenidos para cada tratamiento. En la diuresis respecto al blanco, se compara el volumen de orina excretado promedio de

todos los tratamientos respecto al control negativo, éste corresponde al grupo que se le administró solución salina, y se ensayó para comprobar si efectivamente existe un efecto diurético por parte de los tratamientos de tepozán y furosemida. En la gráfica se aprecia que los tratamientos con dosis de 30 y 120 mg/kg de tepozán fueron los que superaron notablemente al grupo control, mientras que los grupos a los que se les administró 60 mg/kg de tepozán y furosemida, obtuvieron volúmenes más bajos y no tan distantes del volumen del control negativo.

Por lo que se refiere a la acción diurética de los tratamientos, ésta es para verificar si los tratamientos (tepozán) presentan un efecto diurético mayor que el control positivo, es decir, al que se le administró furosemida como fármaco diurético. Los resultados mostrados en la figura 18 revelan un comportamiento similar que con el control negativo. Los tratamientos de 30 y 120 mg/kg superan notablemente al grupo tratado con furosemida, esto indica que, con dichas dosis, el tepozán ejerce un efecto diurético mayor que el de la furosemida, mientras que el grupo control y el grupo tratado con 60 mg/kg de tepozán resultaron con volúmenes más bajos de orina en comparación con el grupo de furosemida.

Respecto a la excreción urinaria volumétrica, que compara el volumen total excretado en función del volumen total administrado. El que los tratamientos muestren valores mayores al 100%, indica que los ratones excretaron volúmenes mayores de líquido, en relación con los volúmenes totales promedio administrados (tabla 9). En la figura 18, dónde se muestra la excreción urinaria volumétrica, se observa que todos los tratamientos superaron el 100%, y nuevamente los tratamientos de 30 y 120 mg/kg de tepozán, son los que generan un mayor volumen de excreción urinaria comparado con el resto de los tratamientos.

Por último, en la figura 19 se graficaron las concentraciones de iones Cl^- calculadas, y los tratamientos. Las mayores concentraciones de iones Cl^- en orina se presentaron en Furosemida y extracto acuoso de Tepozán a 60 mg/kg. Este hecho es contrario a los resultados obtenidos de volumen de excreción urinaria ya que los ratones que recibieron esos tratamientos fueron los que excretaron los volúmenes de orina más bajos. Estos resultados pueden deberse a que el efecto diurético del extracto acuoso de Tepozán se presenta por un mecanismo de acción diferente al de la mayoría de los diuréticos que se usan en la clínica, ya que estos actúan reduciendo la reabsorción de sodio en los túbulos, lo que provoca una natriuresis (aumento de la pérdida de sodio) y, por efecto de esta última, una diuresis (aumento de la pérdida de agua). En la mayoría de los casos, el aumento de la pérdida de agua es secundario a la inhibición de la reabsorción tubular de sodio, porque el sodio que permanece en los túbulos actúa mediante mecanismos osmóticos reduciendo la reabsorción de agua (Hall & Guyton, 2011). En este caso, la furosemida funciona inhibiendo la reabsorción de sodio, por lo tanto, va a estar

presente en concentración mayor en la orina excretada, tal como ocurrió con la dosis de 60 mg/kg del extracto acuoso de Tepozán lo cual puede ser un indicativo de que al variar su concentración puede presentar un efecto diferente.

Cabrera (1990) y Martínez (1996) especifican que la diuresis del tepozán se debe a los alcaloides presentes en el extracto. No existen datos en la literatura científica referentes a qué tipo de alcaloides se encuentran en la especie *Buddleja cordata*, sin embargo, en la especie *Buddleja davidii* se reporta la presencia del alcaloide buddamina (Röder, Wiedenfeld, & Hoeing, 1985).

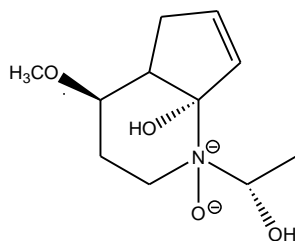


Figura 19 Buddamina

Los resultados obtenidos, muestran que efectivamente el extracto acuoso de tepozán administrado por vía oral produce un efecto diurético, incluso mayor que el efecto producido por la furosemida y que las dosis de 30 y 120 mg/kg de tepozán, fueron las que mostraron los mejores resultados. Sin embargo, con respecto a la excreción de sodio si se compara con la furosemida, el extracto está permitiendo una reabsorción de sodio y este depende de la concentración utilizada, de ahí que se puede suponer que el mecanismo de excreción de sodio es diferente al de la furosemida.

9. CONCLUSIONES

El análisis fitoquímico del extracto acuoso de tepozán reveló la presencia de alcaloides, lactonas y flavonoides, los cuales en conjunto son los responsables del efecto diurético.

El extracto acuoso de tepozán muestra un efecto diurético en ratones, en las dosis de 30 y 120 mg/kg utilizando el método modificado descrito por Wiebelhaus (1965).

El extracto acuoso de tepozán en dosis de 30 y 120 mg/kg tiene un efecto diurético mayor que la furosemida a una dosis de 20 mg/kg.

Se realizaron una serie de ensayos químicos y farmacológicos al extracto acuoso de tepozán que demostraron el uso tradicional de esta planta como diurético para contribuir a los estudios basados en evidencias de las plantas medicinales utilizadas en la medicina tradicional mexicana.

El extracto acuoso de Tepozán probablemente funciona por un mecanismo de acción diferente al de los fármacos utilizados en la clínica ya que el tratamiento que presentó un menor volumen de orina excretado (60mg/kg), fue del que se obtuvieron mayores concentraciones de iones Cl^- , además de que el efecto del tepozán puede variar a diferentes concentraciones.

10. PROSPECTIVAS

Diseñar un estudio biodirigido del extracto acuoso de tepozán que incluya fracciones de éste utilizando disolventes de diferente polaridad y ensayos farmacológicos para cada fracción con el fin de identificar la fracción biológicamente activa.

Profundizar en los estudios químicos utilizando técnicas cromatográficas que permitan su separación y caracterización para coadyuvar en la búsqueda de nuevos principios activos con actividad diurética en el extracto acuoso de Tepozán.

Obtener perfiles químicos por cromatografía que permitan la identificación de los compuestos químicos separados por comparación con estándares conocidos.

11. ANEXOS



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

HERBARIO IZTACALA



FESI/HI/003/2020

C. EDUARDO AGUILAR SALAZAR

Alumno de la Licenciatura en Farmacia
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Presente

Por este conducto me permito proporcionar a usted, la identificación taxonómica del material botánico como respaldo del proyecto de investigación "Estudio fitoquímico y farmacológico de la especie *Buddleja cordata* Kunt conocida popularmente como tepozán", que se realiza en el Laboratorio de Farmacognosia de esa facultad, bajo la dirección de la QFB. Brígida del Carmen Camacho Enríquez.

Asimismo, le informo que la planta ha sido integrada en la Colección Etnobotánica del Herbario Iztacala, con el siguiente número de registro:

Nombre Científico	Familia Botánica	Nombre Popular	Nº de Registro
<i>Buddleja cordata</i> Kunth	SCROPHULARIACEAE	"Tepozán"	3483 IZTA

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Los Reyes Iztacala, Edo. de México, 27 de enero 2020


M. EN C. MA. EDITH LÓPEZ VILAFRANCO
Responsable del Herbario IZTA



Reacciones de identificación

- **Reacción de precipitación con reactivo de Mayer**

Este reactivo precipita la mayoría de los alcaloides en medio ácido favoreciendo la formación de precipitados cristalinos de color blanco. Cuando el yoduro de potasio reacciona con el cloruro de mercurio forma un precipitado rojo de yoduro de mercurio, el cual es soluble en exceso de iones de yoduro dando la formación de un anión complejo incoloro. (Ochoa, 2018)

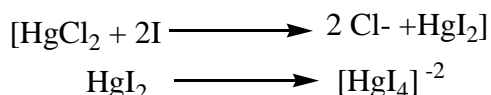


Figura 21 Reacción de Mayer
Nota: Imagen obtenida de Ochoa (2018)

- **Reacción de Sudan III**

El Sudán III es un colorante que se utiliza para detectar específicamente las grasas, porque es lipofílico, es soluble en las grasas. Al ser de color rojo, cuando se disuelve tiñe las grasas de color rojo anaranjado. La aparición de gotas oleosas de color rojo oscuro, indica la presencia de Lípidos y/o aceites esenciales. (Universidad Nacional de San Juan, 2018)

- **Reacción de precipitación con reactivo de Dragendorff**

Este reactivo contiene yoduro de bismuto potasio, donde al reaccionar $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ con el ácido (HCl) y con yoduro de potasio, forma complejos de color naranja, tal como se muestra en la Figura 22 (Ochoa, 2018)

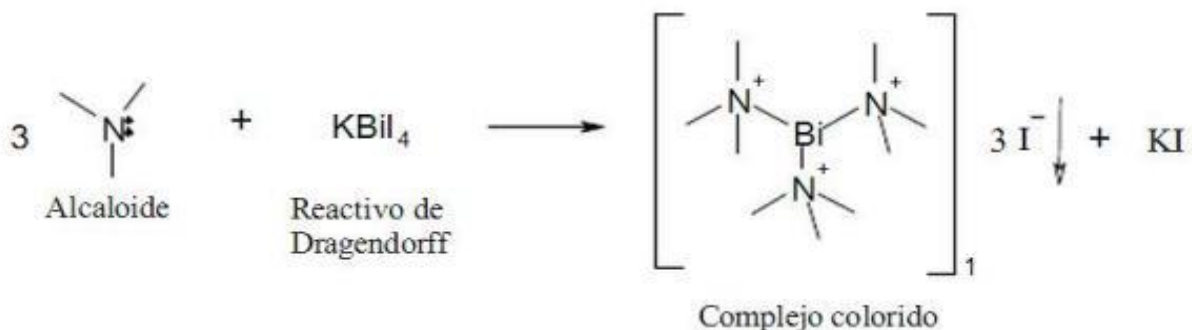


Figura 22. Reacción de Dragendorff
Nota: Imagen obtenida de Ochoa (2018)

- **Reacción de Liebermann-Burchard**

La identificación de estos metabolitos secundarios se realiza con el ensayo de Liebermann-Burchard que consiste en una reacción donde el esteroide se oxida por la presencia del ácido sulfúrico que forma una molécula que contiene un doble enlace adicional. En la etapa inicial de esta prueba ocurre la protonación del grupo OH del esteroide habiendo una pérdida de agua y obteniéndose el carbocatión 3,5 colestadieno que constituye la primera parte para la formación de color. Los colores que presenta son: azul, verde, rojo, anaranjado y rojo que cambian con respecto al tiempo y al tipo de esteroide o triterpenoide. (Ochoa, 2018) (Domínguez, 1988)

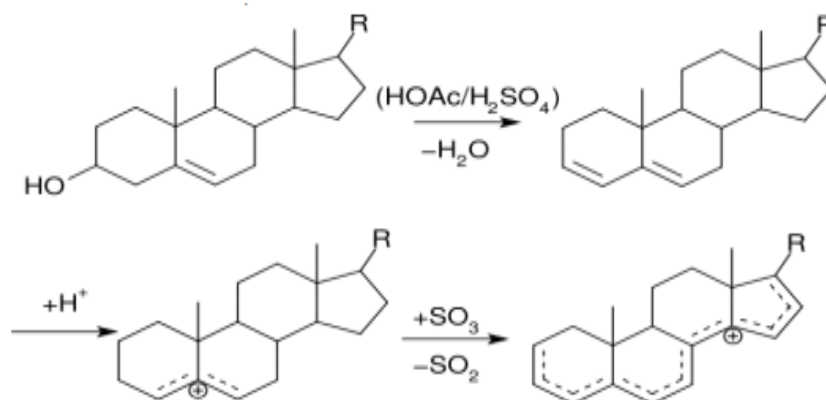


Figura 23. Reacción de Liebermann-Burchard
Nota: Imagen obtenida de Ochoa (2018)

- **Reacción de Börntrager**

Esta reacción consiste en agregar un reactivo alcalino como amoníaco, solución de hidróxido de sodio o de potasio directamente a la droga en polvo o a un extracto y se basa en la coloración roja que dan los derivados antraquinónicos en medio alcalino. (Delporte, 2010)

Se identifica por medio de la prueba de Börntrager, que se fundamenta en la hidrólisis de los enlaces glicosídicos y se produce una oxidación de las antronas y los antranoles hasta antraquinonas generando la formación de complejos de color rojo. (Ochoa, 2018)

- **Reacción de Baljet**

En la identificación de estos compuestos se realiza la prueba de Baljet que identifica lactonas α , β -insaturadas y se basa en la formación de un complejo formado entre el ácido pícrico y la lactona α , β y γ insaturada, que presenta coloración rojo claro a oscuro. (Ochoa, 2018)

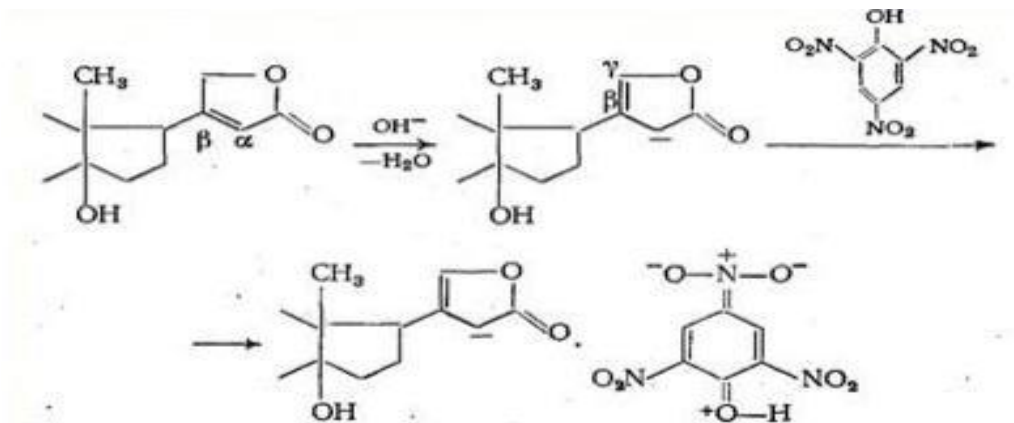


Figura 25. Reacción de Baljet para detección de terpenos y esteroides
 Nota: Imagen obtenida de Ochoa (2018)

- **Reacción de cloruro férrico**

Los fenoles reaccionan con cloruro férrico dando distintas coloraciones dependiendo del compuesto con que reaccionan. Una coloración negra grisácea puede corresponder a catecol, pero si su coloración es negro azulado hay una posible presencia de pirogalol, esta prueba identifica compuestos fenólicos mediante la formación de un complejo de fenol. (Ochoa, 2018)

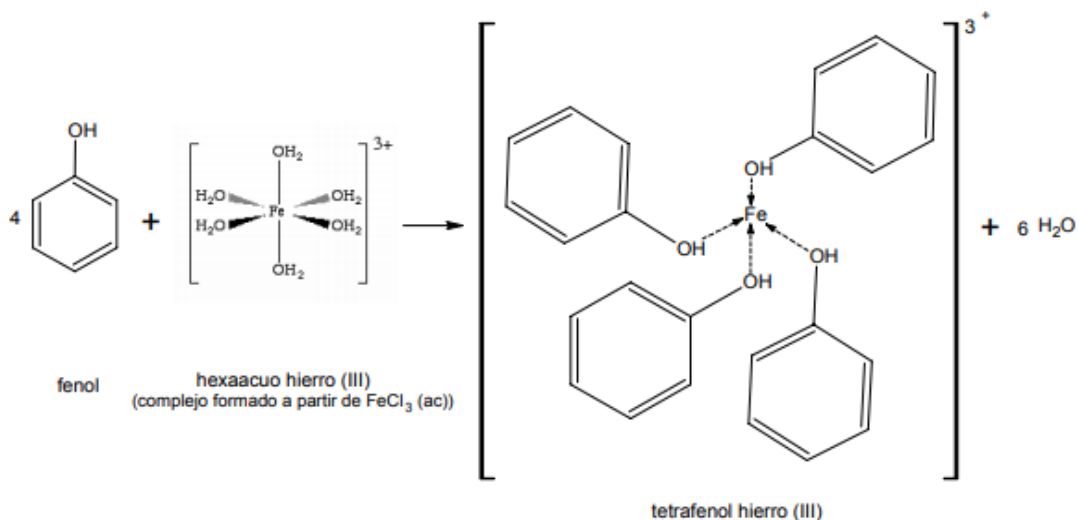


Figura 26. Formación de complejo de fenoles con cloruro férrico acuoso
 Nota: Imagen obtenida de Ochoa (2018)

- **Reacción de Shinoda**

La identificación de flavonoides se realiza por medio de la prueba de Shinoda (Zn/HCl). La reacción del magnesio en medio ácido reduce el flavonoide generando

un producto coloreado que va del rojo anaranjado al violeta, presentándose la siguiente reacción química. (Ochoa, 2018)

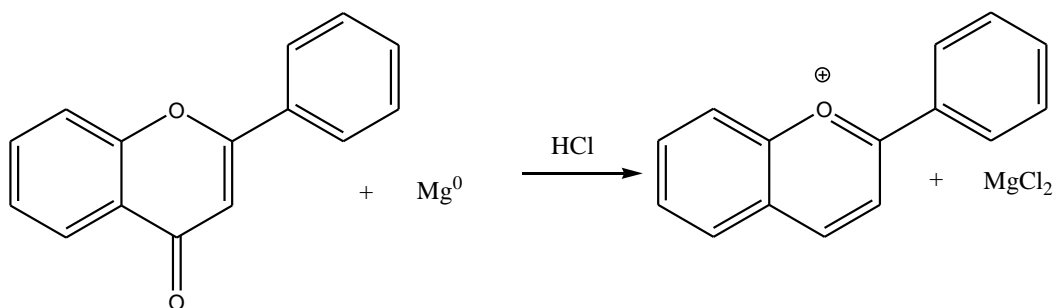


Figura 27. Reacción química prueba de Shinoda
Nota: Imagen obtenida de Ochoa (2018)

- **Reaccion de ninhidrina.**

La ninhidrina reacciona con aminoácidos libres, y con proteínas, proteosas, peptonas y péptidos, para dar un color azul. La reacción es general y a la vez es muy sensible para detectar proteínas o sus productos de hidrólisis. (Wancier, 1970)

- **Ensayo de Espuma**

Permite reconocer en un extracto la presencia de saponinas, tanto del tipo esteroidal como triterpénica. De modo que, si la alícuota se encuentra en alcohol, se diluye con 5 veces su volumen en agua y se agita la mezcla fuertemente durante 5 –10 minutos.

El ensayo se considera positivo si aparece espuma en la superficie del líquido de más de 2 mm de altura y es persistente por más de 2 minutos. (Coloma, 2015)

- **Reactivo de Fehling**

En un tubo de ensayo agregar la solución acuosa de la droga, alícuotas de las soluciones Fehling A y Fehling B en partes iguales y calentar. Esta determinación es una reacción redox que se basa en el poder reductor del grupo carbonilo de un aldehído (de los azúcares). El aldehído se oxida a ácido y reduce la sal de cobre en medio alcalino a óxido de cobre formando un precipitado de color rojo. La reacción con licor de Fehling es una reacción de óxido-reducción y como tal puede necesitar la adición de energía para producirse, y esta energía podría ser agregada en forma de calor. (Ojeda, 2013)

12. REFERENCIAS

- Alegría, J. A., & et al. (2011-2012). *Manual de Prácticas de Laboratorio de Fisiología*. México: Facultad de Medicina UNAM. Obtenido de http://www.facmed.unam.mx/fm/pa/2010/practicas/practicas_fisiologia.pdf
- Biblioteca Digital de la Medicina tradicional. (2009). *Tepozán*. México. Obtenido de <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/apmtm/termino.php?l=3&t=tepozan-ba>
- Cabrera, L. (1990). *Plantas Curativas de México* (Cuarta ed.). Editores mexicanos unidos.
- Cechinel-Filho, V. (2012). *Plant Bioactives and drug discovery*. New Jersey: Wiley & Sons Inc.
- Chabaco, A. (2014). Traditional medicine applied by the Saraguro yachakkuna: a preliminary approach to the use of sacred and psychoactive plant species in the southern region of Ecuador. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 10-26.
- Chavez, K. B. (2014). La formación de precipitados bajo el efecto de la acidez en el método de Mohr. *Educación química*, 25(4), 440-445. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2014000400006&lng=es&tIng=es.
- Coloma, H. (2015). Evaluación de la actividad diurética del jugo de caña agria (*Costus spicatus*) en ratas (*Rattus norvegicus*). Riobamba, Ecuador: Escuela superior politécnica de Chimborazo.
- Conabio. (16 de Julio de 2009). *Buddlejaceae o Loganiaceae*. Obtenido de *Buddleja sessiflora* Kunth: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/buddlejaceae/buddleja-sessiliflora/fichas/ficha.htm>
- CONABIO. (20 de Abril de 2022). *Tepozán, Tepozán blanco, Axixcuáhuil*. Obtenido de Vecinos verdes Árboles comunes de las ciudades: <https://www.biodiversidad.gob.mx/Difusion/cienciaCiudadana/urbanos/ficha.php?item=Buddleja%20cordata>
- Delporte, C. (2010). *Farmacognosia*. Chile: Universidad de Chile.
- Deneb, M. (2009). *Tepozán (Buddleia cordata)*. FESC-UNAM. Obtenido de chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://avalon.cuautitlan.unam.mx/vaquillas/folletos/Tepozan_folleto09.pdf
- Domínguez, X. A. (1988). *Métodos de Investigación Fitoquímica*. México D.F: Limusa S.A de C.V.
- Enciclovida. (2023). *Tepozán*. (T. Elizabeth, Recopilador) Conabio.
- Hall, J., & Guyton, A. (2011). *Tratado de fisiología médica*. Elsevier.
- Hilal, R., & Brunton, L. (2015). *Goodman & Gilman. Manual de Farmacología y Terapéutica*. McGraw-Hill Interamericana.

- Houghton, P. J., Mensah, A. Y., Iessa, N., & Hong Yong, L. (2003). Terpenoids in Buddleja: relevance to chemosystematics, chemical ecology and biological activity. *Phytochemistry*, 64, 385-393.
- Khan, S., Ullah, H., & Zhang, L. (2019). Bioactive constituents form Buddleja species. *Pak. J. Pharm. Sc*, 32(2), 721-741.
- Kuklinski, C. (2000). *Farmacognosia. Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural*. Barcelona, España: Ediciones Omega S.A.
- Martínez, M. (1996). *Las plantas medicinales de México*. México D.F: Ediciones Botas.
- Ministry of Science and Higher Education. (2022). *empendium*. Recuperado el 22 de Junio de 2022, de Medicina Interna Basada en la Evidencia: <https://empendium.com/manualmibe/compendio/chapter/B34.I.1.20>.
- Modesto, M. (8 de Junio de 2022). *Nefron-ES.png*. Recuperado el 22 de Junio de 2022, de Wikimedia Commons: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nefron-ES.png>
- Netter, F. H. (2001). *Atlas de Anatomía Humana*. Canada: Icon Learning Systems.
- Ochoa, L. (2018). Estudio fitoquímico de la especie vegetal Bucquetia glutinosa (L. f.) DC. (Melastomataceae) y evaluación de su actividad biológica. Bogotá: Universidad de ciencias aplicadas y ambientales.
- Ojeda, K. (2013). Estudio fitoquímico y actividad biológica de plantas utilizadas en medicina mapuche. Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile .
- OMS. (2013). *Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2014-2023*. Hong Kong: Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 20 de Abril de 2022, de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/95008/9789243506098_spa.pdf
- Owen, D. (1980). Buddleia davidii in Britain: History and development of an associated fauna. *Biological Conservation*, 17(2), 149-155.
- Real Academia Española. (2022). *Diuresis*. Recuperado el 22 de Junio de 2022, de Diccionario de la Lengua Española: <https://dle.rae.es/diuresis>
- Röder, E., Wiedenfeld, H., & Hoeing, A. (1985). Isolierung eines neuen trizyklischen Piperidinalkaloids aus Buddleja davidii. *Planta Medica*, 164-165. doi:10.1055/s-2007-969438
- Tortora, G. (2015). *Principios de Anatomía y Fisiología* (Vol. 13). Editorial Médica Panamericana.
- UNAM. (2009). *Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana*. Recuperado el 2 de Enero de 2019, de Tepozán: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/apmtm/termino.php?l=3&t=buddleja-cordata>

Universidad Nacional de San Juan. (2018). Lípidos. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://dea.unsj.edu.ar/quimica2/LABORATORIO%203%20LIPIDOS.pdf

Wancier, A. (1970). Contribucion al estudio de la quimica analitica de los antibioticos bacitracina, neomicina sulfato, polimixina B sulfato y tirotricina. *Revista Colombiana De Ciencias Quimico-Farmacéuticas*, 1(3), 89-160.

Zamora, M. (1992). Medicinal plants in some rural populations of Oaxaca, Puebla and veracruz, México. *Journal of Ethnopharmacology*, 35, 229-257.

Agradecemos la colaboración de la QFB Alejandra Sánchez Barrera por el apoyo recibido en la adquisición de la planta.