

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HONDURAS  
DIRECCIÓN DEL SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
MAESTRÍA EN BOTÁNICA  
(MBO)



**UNAH**  
UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE HONDURAS

**TESIS:**

ESTUDIO ETNOBOTÁNICO, FITOQUÍMICO Y TOXICOLÓGICO APLICADO A  
ESPECIES NO PALATABLES QUE AFECTAN AL GANADO BOVINO, EN EL  
MUNICIPIO DE OLANCHITO.

**SUSTENTADA POR:**

Lic. Andrés Gabino Morales Duarte

**PREVIO A OPTAR AL GRADO DE:**

*Magister Scientiae* (M.Sc.) en Botánica

**ASESORES:**

José Ledis Linares, M.Sc.  
Ana Carolina Arévalo García, Ph. D.  
Carlos Iván Roque Zavala, Ms.Tox.

Ciudad Universitaria "José Trinidad Reyes", 21 de junio del 2024.

---

## DEDICATORIA

*A la memoria de José Mauro Galeas (1955-2020).  
Por su destacada vocación de servicio y calidez humana,  
al honrarnos con tu buen ejemplo de vida.  
«Que la tierra te sea leve»*

## AGRADECIMIENTOS

### *Acto que dedico*



A mis seres queridos	Por acompañarme en cada paso importante de mi vida, y nunca soltarme de su mano.
José Ledis Linares, M.Sc.	Por su apoyo y contribución en los conocimientos de este trabajo de investigación.
Ana Carolina Arévalo García, Ph.D.	Por creer en mí y apoyarme en el desarrollo de este proyecto.
Carlos Iván Roque Zavala, Ms.Tox.	Por sus aportes y tiempo dedicado, en el asesoramiento de mi trabajo de monografía.
Dra. Alma Pamela Araujo Laínez	Por su dedicación y apoyo recibido, durante la preparación del trabajo experimental.
Oneil Valerio Ávila, M.Sc.	Por su apoyo y colaboración, al transmitirme su experiencia en la preparación de los montajes.
Jesús Alexis Rodríguez Matute, M.Sc.	Por su calidad de servicio, al colaborar con los insumos necesarios, para el desarrollo de las pruebas correspondientes.
Ramón Antonio Enamorado Pineda, M.Sc.	Por su apoyo logístico, en la interpretación de los datos obtenidos durante las visitas de campo.
Srta. Lizbeth Yolany López Rodríguez	Por sus deseos de aprender, y al depositarme sus palabras como perlas de sabiduría.

De manera especial, a los productores ganaderos, por facilitarme el acceso a sus propiedades y brindarme la información correspondiente.

## HOJA DE APROBACIÓN

Esta Tesis fue aceptada y aprobada por la Terna Examinadora nombrada por la Coordinación de la Maestría en Botánica de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras, como requisito para optar al grado de *Magister Scientiae*.

José Ledis Linares, M.Sc.

Asesor Principal

---

Ana Carolina Arévalo García, Ph.D.

Coasesora

---

Carlos Iván Roque Zavala, Ms.Tox.

Coasesor

---

Lilian Elisa Sosa Díaz, Ph.D.

Miembro del Tribunal Examinador

---

Lilian Florencia Ferrufino Acosta, Dr. rer. nat.

Coordinadora Académica de la Maestría en Botánica

---

Lic. Andrés Gabino Morales Duarte

Sustentante

---

**ESTUDIO ETNOBOTÁNICO, FITOQUÍMICO Y  
TOXICOLÓGICO APLICADO A ESPECIES NO  
PALATABLES QUE AFECTAN AL GANADO  
BOVINO, EN EL MUNICIPIO DE OLANCHITO**

## PREFACIO

El tema concebido en la presente obra, surge como iniciativa en la generación de respuesta al sector pecuario residente en el municipio de Olanchito, que desde hace décadas, ha reportado la aparición de casos sospechosos asociados con intoxicaciones y muertes inesperadas en el ganado bovino, a causa del detrimento de los pastizales como resultado de la sequía y el consumo indiscriminado de especies no palatables que afectan las prácticas agroganaderas, convirtiéndose en uno de los principales desafíos que contempla el marco de la seguridad alimentaria, orientado a las políticas de agricultura sostenible y cambio climático.

El estudio consta de tres capítulos. Capítulo I «*Estudio etnobotánico*», recolección de diez especímenes vegetales mediante muestreos de campo realizados en terrenos de tenencia privada y entrevistas dirigidas a operarios de fincas. Capítulo II «*Estudio Fitoquímico*», procesamiento de las muestras vegetales (pulverización del material seco para la obtención de los extractos) e identificación de familias de metabolitos secundarios. Capítulo III «*Estudio Toxicológico*», estimación de la concentración letal media ( $CL_{50}$ ) presente en los extractos de las especies estudiadas y mortalidad observada en los organismos de prueba: *Artemia salina* (Linnaeus, 1758).

Finalmente, esperamos que nuestra contribución, sirva como guía en el fortalecimiento de la capacidad de los operarios de fincas y profesionales dedicados a las investigaciones de campo, mediante el conocimiento interdisciplinario como eje transversal en la búsqueda de soluciones, que fomenten la sostenibilidad de las explotaciones ganaderas y el manejo integrado de malezas, encaminado al mantenimiento y rentabilidad de los sistemas de producción.



---

*Andrés Gabino Morales Duarte*

Tesista, Maestría en Botánica.

Ciudad Universitaria, Honduras, C.A.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
RESUMEN.....	2
I. INTRODUCCIÓN.....	3
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. ANTECEDENTES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
A. Antecedentes.....	7
B. Planteamiento del problema.....	10
IV. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
V. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	11
VI. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
A. Área de estudio.....	11
B. Tipo y diseño de investigación.....	12
C. Material vegetal.....	12
D. Recolección de datos.....	14
VII. RESULTADOS.....	17
VIII. DISCUSIÓN.....	25
IX. CONCLUSIONES.....	29
X. LITERATURA CITADA.....	30
XI. ANEXOS.....	39
<b>CAPÍTULO II</b> .....	56
RESUMEN.....	57
I. INTRODUCCIÓN.....	58
II. MARCO TEÓRICO.....	59

III. ANTECEDENTES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	63
A. Antecedentes.....	63
B. Planteamiento del problema.....	64
IV. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	64
V. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	65
VI. MATERIALES Y MÉTODOS.....	65
A. Área de estudio.....	65
B. Tipo y diseño de investigación.....	65
C. Material vegetal.....	66
D. Tamizaje fitoquímico.....	67
1. Entorno.....	67
2. Intervenciones.....	67
3. Determinación de reacciones de coloración y precipitación.....	74
4. Preparación de los extractos para el estudio toxicológico.....	76
VII. RESULTADOS.....	76
VIII. DISCUSIÓN.....	78
IX. CONCLUSIONES.....	82
X. LITERATURA CITADA.....	83
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>94</b>
RESUMEN.....	95
I. INTRODUCCIÓN.....	96
II. MARCO TEÓRICO.....	98
III. ANTECEDENTES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	101
A. Antecedentes.....	101
B. Planteamiento del problema.....	102

IV. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	103
V. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	103
VII. MATERIALES Y MÉTODOS.....	103
A. Obtención del material vegetal.....	104
B. Preparación de extractos etanólicos.....	105
C. Bioensayo de toxicidad aguda en larvas de <i>A. salina</i> .....	107
VIII. RESULTADOS.....	112
IX. DISCUSIÓN.....	114
X. CONCLUSIONES.....	120
XII. LITERATURA CITADA.....	121
XIII. ANEXOS.....	135

## LISTA DE CUADROS

### CAPÍTULO I

<b>CUADRO #</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
1.	Malezas de mayor incidencia en los establecimientos estudiados, según el criterio de los entrevistados.	19
2.	Detalle de la estimación de costos	22
3.	Conocimiento tradicional sobre los usos de las especies estudiadas.	24

---

### CAPÍTULO II

<b>CUADRO #</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
1.	Pruebas utilizadas para la identificación de metabolitos secundarios.	75
2.	Familias de metabolitos secundarios presentes/ausentes en el extracto etanólico de las especies en estudio.	77
3.	Rendimiento de la extracción etanólica de las especies estudiadas.	78

---

### CAPÍTULO III

<b>CUADRO #</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
1.	Valores establecidos para la toxicidad aguda y crónica según CYTED.	111
2.	Clasificación de los extractos según la escala del CYTED.	114
3.	Resumen del análisis Probit para la determinación de la CL <sub>50</sub> del extracto etanólico de <i>A. spinosus</i> utilizando como modelo biológico <i>A. salina</i> .	142
4.	Resumen del análisis Probit para la determinación de la CL <sub>50</sub> del extracto etanólico de <i>A. curassavica</i> utilizando como modelo biológico <i>A. salina</i> .	142
5.	Resumen del análisis Probit para la determinación de la CL <sub>50</sub> del extracto etanólico de <i>C. cortesianus</i> utilizando como modelo biológico <i>A. salina</i> .	143
6.	Resumen del análisis Probit para la determinación de la CL <sub>50</sub> del extracto etanólico de <i>C. aequinoctialis</i> utilizando como modelo biológico <i>A. salina</i> .	143
7.	Resumen del análisis Probit para la determinación de la CL <sub>50</sub> del extracto etanólico de <i>L. urticifolia</i> utilizando como modelo biológico <i>A. salina</i> .	144
8.	Resumen del análisis Probit para la determinación de la CL <sub>50</sub> del extracto etanólico de <i>M. pyramidata</i> utilizando como modelo biológico <i>A. salina</i> .	144

### CAPÍTULO III

<b>CUADRO #</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
9.	Resumen del análisis Probit para la determinación de la CL <sub>50</sub> del extracto etanólico de <i>P. hysterothorus</i> utilizando como modelo biológico <i>A. salina</i> .	145
10.	Resumen del análisis Probit para la determinación de la CL <sub>50</sub> del extracto etanólico de <i>P. alliacea</i> utilizando como modelo biológico <i>A. salina</i> .	145
11.	Resumen del análisis Probit para la determinación de la CL <sub>50</sub> del extracto etanólico de <i>R. tetraphylla</i> utilizando como modelo biológico <i>A. salina</i> .	146
12.	Resumen del análisis Probit para la determinación de la CL <sub>50</sub> del extracto etanólico de <i>R. communis</i> utilizando como modelo biológico <i>A. salina</i> .	146

---

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

<b>FIGURA #</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
1.	Ubicación geográfica del municipio de Olanchito, departamento de Yoro, República de Honduras.	11
2.	Malezas comunes identificadas en los hatos ganaderos localizados en el municipio de Olanchito.	12
3.	Preservación de material vegetal.	13
4.	Operarios muestreados (productores ganaderos y caporales).	16
5.	Razas de ganado bovino descritas por los entrevistados.	17
6.	Listado de especies presuntamente tóxicas para el ganado.	18
7.	Paliativo para tratar ciertas intoxicaciones.	21
8.	Investigación de campo.	23
9.	Nota de prensa.	23

---

### CAPÍTULO II

<b>FIGURA #</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
1.	Procesamiento del material vegetal.	67
2.	Pruebas químicas de identificación.	68

---

### CAPÍTULO III

<b>FIGURA #</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
1.	Preparación del extracto etanólico.	106
2.	Diagrama de flujo.	109
3.	Bioensayo de toxicidad aguda en larvas de <i>A. salina</i> .	112
4.	Extractos etanólicos.	113
5.	Modelo biológico.	137

---

## LISTA DE ANEXOS

### CAPÍTULO I

<b>ANEXO</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
1.	Permiso de investigación y colecta científica.	40
2.	Material testigo.	44
3.	Formato de encuesta.	53

---

### CAPÍTULO III

<b>ANEXO</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
1.	Certificado de identificación taxonómica.	136
2.	Organismos de prueba.	137
3.	Actividad tóxica <i>in vivo</i> de los extractos etanólicos en larvas de <i>A. salina</i> a diferentes concentraciones.	138
4.	Estimación de la concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) de los diez extractos evaluados.	142
5.	Detalle de la toxicidad según la especie, composición, manifestaciones y principio tóxico.	147

---

## ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍAS

AgNO <sub>3</sub>	nitrato de plata
AlCl <sub>3</sub>	cloruro de aluminio
ATPasa	adenosintrifosfatasa
Ca <sup>2+</sup>	<i>ion calcio</i> (catión)
CL <sub>50</sub>	concentración letal media
CREL	Centros de recolección y enfriamiento de leche
CYTED	Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo
DMSO	dimetilsulfóxido
FeCl <sub>3</sub>	cloruro férrico o cloruro de hierro (III)
g	gramos
GCS	Geographic Coordinate System
GPS	Global Positioning System
HCl	ácido clorhídrico o cloruro de hidrógeno
HCN	cianuro de hidrógeno o ácido cianhídrico
HEB	Hematuria Enzoótica Bovina
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	ácido sulfúrico
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	ácido bórico
K <sup>+</sup>	<i>ion potasio</i> (catión)
km <sup>2</sup>	kilómetro cuadrado
kg	kilogramo
KOH	hidróxido de potasio
Mg	magnesio
mg	miligramo
mL	mililitro
m s. n. m.	metros sobre el nivel del mar
N	norte
n	tamaño de la muestra
Na <sup>+</sup>	<i>ion sodio</i> (catión)
NaCl	cloruro de sodio
NH <sub>3</sub>	amoníaco o azano

O	oeste
pH	potencial de Hidrógeno
PMA	forbol 12-miristato 13-acetato
s.f.	sin fecha
sp.	especie
spp.	especies
TEFH	Tegucigalpa Flora de Honduras – Herbario Cyril Hardy Nelson Sutherland, Ciudad Universitaria, Tegucigalpa
µg/ml	microgramo por mililitro
UNAH	Universidad Nacional Autónoma de Honduras
UNAH-CURLA	Centro Regional Universitario del Litoral Atlántico
U.S.A.	United States of America
UV	luz ultravioleta
W	vatio o Watt
°C	grado Celsius
+/-	presencia/ausencia

# **CAPÍTULO I**

## **CONOCIMIENTO TRADICIONAL SOBRE LAS PLANTAS TÓXICAS QUE AFECTAN AL GANADO BOVINO EN EL MUNICIPIO DE OLANCHITO, DEPARTAMENTO DE YORO**

## **RESUMEN**

El presente capítulo se sustenta en el registro del conocimiento tradicional de la flora tóxica para el ganado, en comunidades pastoriles del municipio de Olanchito, departamento de Yoro, República de Honduras. La selección de las especies, se realizó mediante un muestreo de campo y de entrevistas dirigidas a operarios de fincas ganaderas, utilizando como instrumentos de recolección de datos: encuestas estructuradas. De acuerdo con la información de las encuestas, se obtuvo un total de 28 especies presuntamente tóxicas para el ganado. De este total, se seleccionó una muestra de 10 plantas tóxicas pertenecientes a 8 familias botánicas, que fueron determinadas mediante un análisis de frecuencias, tomando como variable: el grado de incidencia para la estimación de los datos. De cada especie recolectada se prepararon ejemplares de herbario como material testigo, incluyendo sus usos en la medicina popular.

**Palabras clave:** encuestas, flora tóxica, ganado bovino, incidencia, Olanchito, usos.

## **ABSTRACT**

This chapter is based on the record of traditional knowledge of the flora toxic to livestock, in pastoral communities of the municipality of Olanchito, department of Yoro, Republic of Honduras. The selection of the species was carried out through field sampling and interviews aimed at livestock farm operators, using structured surveys as data collection instruments. According to the information from the surveys, a total of 28 species were obtained that were presumptively toxic to livestock. From this total, a sample of 10 toxic plants belonging to 8 botanical families was selected, which were determined through a frequency analysis, taking as a variable: the degree of incidence for the estimation of the data. Herbarium specimens were prepared from each species collected as control material, including its uses in popular medicine.

**Keywords:** surveys, toxic flora, cattle, incidence, Olanchito, uses.

## I. INTRODUCCIÓN

La etnobotánica de plantas tóxicas es un tópico poco desarrollado a nivel global y local (Valerio *et al.*, 2022), que requiere de la atención de los estudios de veterinaria (Martínez y Jiménez-Escobar, 2017) y el campo de las etnociencias. Los trabajos etnobotánicos que tratan sobre plantas tóxicas suelen enfocarse en listados taxonómicos (Martínez & Luján, 2011; Califano y Echazú, 2013), y ocasionalmente en estudios adicionales orientados en la identificación de principios tóxicos, con el fin de proveer las bases adecuadas para la terapia y control de intoxicaciones vegetales (Avendaño Reyes y Flores Gudiño, 1999).

Además, las actividades ganaderas juegan un papel fundamental en la estrategia de vida de la familia campesina, desarrollándose un tipo de ganadería trashumante, que implica el traslado del ganado, en busca de sitios adecuados para el aprovechamiento de los recursos forrajeros a lo largo del año (Pérez-Domínguez y Belmonte, 2022). Por ello, al depender de estos recursos, los campesinos poseen un conocimiento detallado sobre las plantas locales, destacándose entre sus saberes, la percepción sobre aquellas especies que poseen toxinas y sus efectos nocivos en la salud de los animales domésticos (Califano y Echazú, 2013). De ahí, la importancia de documentar la sabiduría ancestral de los campesinos mayores, responsables de salvaguardar el patrimonio cultural de las comunidades pastoriles, lo cual constituye una reivindicación del conocimiento tradicional para las futuras generaciones (Franco Ospina, 2013).

Gran parte de estos saberes, se encuentran en un punto de inflexión ante los cambios suscitados en las sociedades industrializadas, lo cual estimula el interés de rescatar estos conocimientos, con el propósito de mantener el acervo cultural, al establecerse como base para la profundización del conocimiento de la flora tóxica de una región geográfica específica (Morales *et al.*, 2011; Califano y Echazú, 2013; Romero Franco *et al.*, 2013). Para ello, resulta necesario desarrollar investigaciones en aquellas especies que han sido poco estudiadas, principalmente en el aspecto químico y que han demostrado tener alguna efectividad, como precursoras de ciertas sustancias benéficas al hombre (Avendaño Reyes y Flores Gudiño, 1999).

En este sentido, cada uno de estos elementos se enmarcan dentro de un enfoque etnobotánico orientado al conocimiento vernáculo de las plantas tóxicas (Valerio *et al.*, 2022). Abarcando desde su temática, la signología relacionada al consumo, los tratamientos caseros obtenidos a partir de los diferentes órganos y tejidos especializados, épocas de mayor prevalencia y aspectos culturales vinculados al manejo tradicional del ganado que constituyen un conjunto de conocimientos y creencias propias de cada comunidad (Califano y Echazú, 2013).

Es importante resaltar, que los estudios etnobotánicos desde sus inicios centraban su mayor atención en los pueblos originarios, al considerar su papel fundamental en la conservación de los ecosistemas basado en su folclore y la implementación de un conocimiento ecológico local y colectivo (Jiménez-Escobar, 2019). En la actualidad, existe una revalorización de este concepto, demostrando a su vez que los pobladores rurales (campesinos y productores) también juegan un papel activo en el mantenimiento de los recursos ecológicos y biológicos, y están ligados directamente a los recursos ambientales para suplir gran parte de sus necesidades básicas y culturales (Galeano, 2000; Estupiñán-González y Jiménez-Escobar, 2010; Silveti, 2011). A partir de esto, radica la importancia entorno a la obtención e integración de la información cualitativa y cuantitativa sobre el uso, el vínculo y las relaciones entre las comunidades pastoriles y los recursos naturales, fundamentado en la conservación, el manejo y el aprovechamiento de los mismos (Jiménez-Escobar, 2019).

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **A. Orígenes de la etnobotánica**

El origen de la palabra «*etnobotánica*» proviene de las raíces griegas εθνος (*éthnos*), pueblo o raza y βοτάνη (*botánē*), hierba (Sarkar, 2011). En los anales de la historia, encontramos al médico, farmacólogo y botánico griego Pedanio Dioscórides Anazarbeo (40-90 d.C) que publicó la obra *De Materia Medica*, un catálogo de 600 plantas originarias del Mediterráneo en el cual recopiló información del uso medicinal de estas especies. Este trabajo, no sólo contenía información de cómo se utilizaban las plantas, sino del lugar de donde fueron

recolectadas, si eran venenosas o comestibles, recetas de preparados y además incluía ilustraciones y muestras de plantas desecadas (Rodríguez-Díaz, 2020).

En el contexto histórico, el término etnobotánica apareció por primera vez en Estados Unidos de América, en un artículo anónimo publicado por el *Philadelphia Evening Telegram* del 5 de diciembre de 1895. Este artículo daba brevemente cuenta de una conferencia pronunciada por el profesor y botánico estadounidense John William Harshberger (1869-1929) ante la Asociación Arqueológica de la Universidad de Pennsylvania (Badal *et al.*, 2003), donde presentó un listado de nombres comunes y científicos de especies vegetales usadas por pueblos autóctonos. Este hecho facilitó la articulación del término etnobotánica, al definirlo como «*el estudio de las plantas utilizadas por los pueblos aborígenes y primitivos*» (Harshberger, 1896; Scarpa, 2000; Scheel-Ybert, 2016).

Sin embargo, otros autores definen a la etnobotánica como el estudio de las relaciones recíprocas que se establecen entre las distintas sociedades humanas y su entorno vegetal (Schultes, 1941; Hernández-Xolocotzi, 1983; Scarpa, 2000). A esta definición, se incorporan algunos elementos de las interrelaciones hombre-planta, como objeto de estudio de la etnobotánica y están determinados por dos factores: a) el medio (las condiciones ecológicas) y b) la cultura. Al estudiar dichos factores a través de la dimensión-tiempo, se puede apreciar, que estos cambian cuanti y cualitativamente: el medio por modificaciones en los componentes de dicho ambiente debido a la acción del hombre y la cultura por la acumulación, y a veces por la pérdida del conocimiento humano (Barrera, 1983).

Actualmente, la etnobotánica se define como el campo científico que estudia las interrelaciones que se establecen entre los seres humanos y las plantas, a través del tiempo y en diferentes ambientes (Barrera, 1983; López Patiño, 2021). Su principal objetivo se enfoca en la búsqueda y rescate del saber botánico tradicional, particularmente relacionado al uso de la flora, teniendo presente el proceso mismo de adquisición del conocimiento, basado en su evolución a través del devenir histórico y su validación dentro del campo de la ciencia experimental (Barrera, 1983).

## **B. Conceptualización de los saberes locales**

Se entiende por «*saberes locales*», al conjunto acumulativo y complejo de conocimientos, prácticas y representaciones que se mantienen y se desarrollan por gente que tiene una larga historia de interacción con su entorno natural (Berkes, 1999). No sólo es un *corpus* de saberes, sino también las prácticas y creencias que evolucionan a través de los procesos de adaptación y transmisión. Estos saberes reflejan una integración entre el hombre y su medio, además de un estrecho vínculo entre naturaleza y cultura (Vázquez Romero, 2015).

Desde el enfoque etnobotánico, la relación hombre-planta se fundamenta en las concepciones (sistema de creencias) y las percepciones (interpretación cultural de la información sensorial y biológica) del ser humano acerca de los recursos, que redundan posteriormente en actitudes (posición emocional y/o intelectual) y comportamientos consecuentes (Toledo y Barrera-Bassols, 2008; Ladio *et al.*, 2013).

Es por ello, que los saberes locales constituyen un sistema de conocimiento holístico, acumulativo, dinámico y abierto, que se construye con base en las experiencias locales trans-generacionales y, por lo tanto, en constante adaptación a las dinámicas tecnológicas y socioeconómicas (Gazo Robles, 2014), al convertirse en una herramienta poderosa para la gestión sostenible y aprovechamiento de los recursos naturales (Burgo Bencomo, 2021).

## **C. Instrumentos para la recolección de la información etnobotánica**

En el proceso de realizar una investigación científica, la medición de las variables requiere de instrumentos válidos y confiables (Aravena *et al.*, 2014). Válidos porque miden lo que deben medir y confiables porque pueden repetir la misma medida en condiciones similares. En tal sentido el investigador, antes de iniciar el proceso debe hacer una exhaustiva búsqueda de instrumentos que ya han demostrado estas características (Villavicencio-Caparó *et al.*, 2016).

Para la elaboración de un instrumento de recolección se deben plantear ciertas interrogantes tales como: a) ¿Qué estamos evaluando? b) ¿Cuáles son las partes constitutivas del fenómeno a evaluar? c) ¿Quién realizará la

evaluación? d) ¿Cómo se realizará la evaluación? e) ¿Qué información de los resultados de la evaluación se dará a los participantes? f) ¿Qué intervención se ejecutará después de los resultados de la evaluación? g) ¿Cuál es la opinión de los participantes después de la evaluación? (Muñiz y Fonseca-Pedrero, 2008). Las respuestas a estas interrogantes serán de ayuda para la interpretación de los datos obtenidos a través del instrumento de recolección (Villavicencio-Caparó *et al.*, 2016).

Otro aspecto importante, es la relación entre encuesta y cuestionario. Conceptualmente el término «*encuesta*» se refiere al procedimiento en el que el investigador recopila datos mediante un cuestionario previamente diseñado. El vocablo «*cuestionario*» se define como un documento estructurado que recoge la información mediante la realización de una batería o conjunto de preguntas dirigidas a una muestra seleccionada con el fin de cuantificar y generalizar los resultados (Sarabia Cobo y Alconero Camarero, 2019). En otras palabras, el cuestionario abarca el conjunto de preguntas que operativiza a la encuesta, por consiguiente, el cuestionario es un instrumento diseñado para cuantificar de manera sistemática la magnitud de la variable que se pretende medir (Martín Arribas, 2004; Villavicencio-Caparó *et al.*, 2016).

### **III. ANTECEDENTES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **A. Antecedentes**

En diferentes regiones ganaderas del mundo y en particular de América Latina, las publicaciones relacionadas a intoxicaciones por especies no palatables en ganado bovino, se registran desde fines del siglo XIX, principalmente en Argentina, debido al auge económico impulsado por las explotaciones ganaderas (Califano y Echazú, 2013). Durante la primera mitad del siglo XX, se agruparon importantes trabajos de compilación basados en inventarios florísticos en la región Pampeana, teniendo presente, ciertos aspectos que enriquecen el conocimiento en esta temática, tales como: la distribución geográfica, saberes populares, composición química, signología clínica, toxicología, entre otros (Ratera, 1943, 1944, 1945; Parodi, 1950; Ragonesse, 1956, 1984; Gallo, 1979).

Se registra que, a finales del siglo XX, las sierras que hoy corresponden al Cantón de San Miguel de Bolívar, región central de los Andes ecuatorianos, eran zonas boscosas subtropicales pobladas y ricas en maderables, en particular de cedros de gran talla. En ese entonces, se comenzaron a comercializar los maderables de forma indiscriminada y paulatinamente se fue deforestando el bosque de esas zonas subtropicales hasta quedar prácticamente libre de árboles. Este hecho, contribuyó a la creciente colonización del helecho *Pteridium* spp., que antes coexistía en el bosque, en equilibrio con el resto de las plantas, y años más tarde fue invadiendo las áreas deforestadas hasta constituir el estrato herbáceo predominante, desplazando incluso a los pastos naturales presentes, y a su vez afectando la salud de los bovinos con la aparición del síndrome patológico denominado Hematuria Enzoótica Bovina (HEB), asociado a la ingesta de pasto contaminado con dicha planta (Calderón Tobar *et al.*, 2011).

Aparicio-Medina y Paredes-Vanegas (2010), hacen mención que la fotosensibilización hepatógena detectada en Cuba, ha sido estudiada por los servicios veterinarios desde 1967, estableciéndose una de las causales de esta patología a *Lantana camara* L., pero en la década de los años 1980 aparecieron focos de intoxicación en la región occidental, donde los animales presentaban hemorragias y dermatitis, sin reportarse la presencia de plantas fotosensibilizantes. Posteriormente, los resultados de laboratorio indicaron que las lesiones identificadas en la piel de los bovinos eran producidas por la ingesta de *Ageratum houstonianum* Mill. El diagnóstico realizado en los animales afectados, contribuyó a esclarecer el cuadro de intoxicación, que desde un principio se manifestó de forma subaguda (fotosensibilización) hasta evolucionar en forma aguda (síndrome hemorrágico).

Avendaño Reyes y Flores Gudiño (1999), realizaron un inventario de la flora tóxica para el ganado en el estado de Veracruz. Se registró un total de 173 especies correspondientes a diversas familias de angiospermas. Los resultados fueron presentados a manera de catálogo incluyendo para cada especie: nombres científicos y comunes, además del tipo de vegetación donde se presenta, la parte tóxica de la planta, entre otros.

Tapia y Vallejos (1999), incluyen un reporte realizado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Nicaragua, publicado en agosto de 1969, basado en un monitoreo de plantas tóxicas, mediante el cual se comprobó que la parálisis o derrengue del ganado bovino, estaba asociada a los principios tóxicos almacenados en la escobilla morada (*Melochia pyramidata* L.). La iniciativa de este estudio, surge a raíz de la detección de diversos cuadros de derrengue reportados en el Valle Gotel, situado en la jurisdicción del departamento de Managua. El ganado afectado fue localizado en pastizales donde se observó la presencia de *M. pyramidata*. La parálisis se manifestó en vacas lecheras, toros y terneros jóvenes. Las muestras seleccionadas eran procedentes del Mombacho (Finca Santa Elisa y San Carlos) y Rivas (Finca San Jerónimo y Santa Elena) por considerarlas como zonas ganaderas inexploradas y carentes de inventario florístico.

Alemán y Durr (2011), afirman que la producción ganadera afincada en el noroeste de Nicaragua sufrió un deceso, debido al consumo indiscriminado de especies no palatables que diezmaron al ganado domesticado en las tierras bajas. La falta de respuesta ante esta problemática contribuyó a la edición de un texto, por parte de estos autores, titulado «*Manual de Plantas Tóxicas para el Ganado en Nicaragua*», en colaboración con la Universidad Nacional Agraria de Nicaragua y la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo. La finalidad de esta obra, fue proveer al usuario de los conocimientos básicos relacionados con la identificación taxonómica de plantas arvenses y ruderales incluyendo sus usos, con el fin de motivar o redirigir la impresión hacia aquellas plantas que son consideradas como «*malas hierbas*», y hacer notar que éstas tienen diversas formas de aprovechamiento, ya sea como componentes importantes del ecosistema, o por poseer otros usos para las familias nicaragüenses (medicinales, ornamentales, religiosos, entre otros) sin obviar su potencial inexplorado como recurso vegetal.

Por otra parte, resulta interesante señalar, que en Honduras existen vacíos de información relacionados a la identificación de especies no palatables que afectan la producción ganadera, y eventualmente los casos que han sido

reportados, permanecen como hechos aislados, ante la falta de informes y dictámenes establecidos por las instituciones dedicadas a la sanidad pecuaria.

## **B. Planteamiento del problema**

En Honduras, especialmente en el municipio de Olanchito no se dispone de un listado taxonómico que dedique una atención particular al estudio de la flora tóxica de interés pecuario. A pesar, de ser una zona dedicada tradicionalmente a la producción ganadera, las intoxicaciones provocadas por este grupo de plantas permanecen como hechos aislados; solamente cuando ocurren muertes masivas, los dueños del ganado se preocupan por investigar a fondo los motivos reales de los decesos, tal como se evidenció con la información obtenida a través del instrumento (Anexo 3); dado que la prevalencia de estos ataques es común en sitios sobrepastoreados, que constituyen un riesgo para las actividades de pastoreo como principales focos de intoxicación responsables de ocasionar severos daños a la producción ganadera, superando el umbral de pérdidas económicas que afectan la sostenibilidad de las fincas.

## **IV. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **A. Objetivo general**

- Realizar un estudio etnobotánico con enfoque participativo, orientado a la identificación de especies no palatables que afectan la producción ganadera del municipio de Olanchito, departamento de Yoro.

### **B. Objetivos específicos**

- Recolectar información sobre las principales plantas tóxicas que afectan al ganado bovino mediante el uso de encuestas dirigidas a operarios de fincas ganaderas.
- Identificar aquellas especies vegetales de mayor incidencia en los hatos ganaderos, con base a los datos proporcionados en el instrumento de recolección.

## V. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

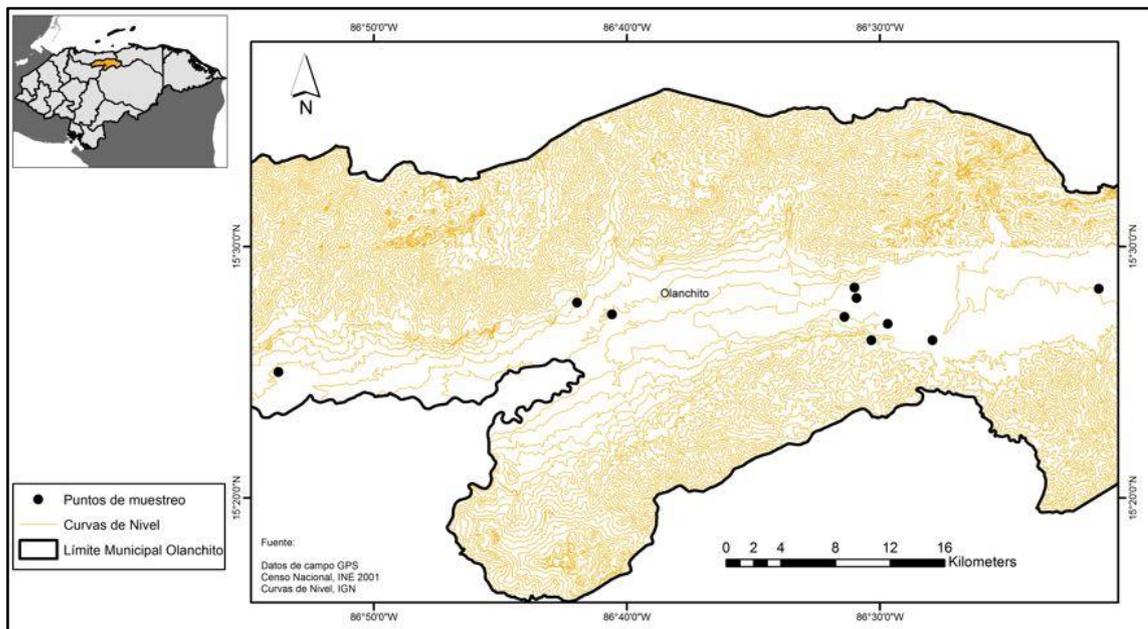
En el presente trabajo de investigación, se pretende responder la siguiente interrogante descrita a continuación:

1. ¿Cuáles fueron las especies con mayor incidencia en los hatos ganaderos, según las entrevistas?

## VI. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Área de estudio

La investigación se desarrolló en fincas ganaderas de pequeños productores ubicadas en las zonas rurales del municipio de Olanchito, departamento de Yoro, República de Honduras. El municipio de Olanchito está situado en la región agroindustrial del norte del país ( $15^{\circ}29'00''$  N,  $86^{\circ}35'00''$  O; Fig. 1), posee una extensión territorial de 2069.4 km<sup>2</sup> (García Gómez, 2018). Limita al norte por la cordillera de Nombre de Dios, al sur por la meseta de la Esperanza prolongación de la sierra de Sulaco y en el centro por la parte alta y media del Valle del Aguán (Plan Estratégico de Desarrollo Municipal 2004-2020, s.f.).



**Figura 1.** Ubicación geográfica del municipio de Olanchito, departamento de Yoro, República de Honduras. Los puntos marcan los sitios donde fue recolectado el material vegetal. Sistema de coordenadas de referencia: GCS. Elaborado por: Alex J. Cardona.

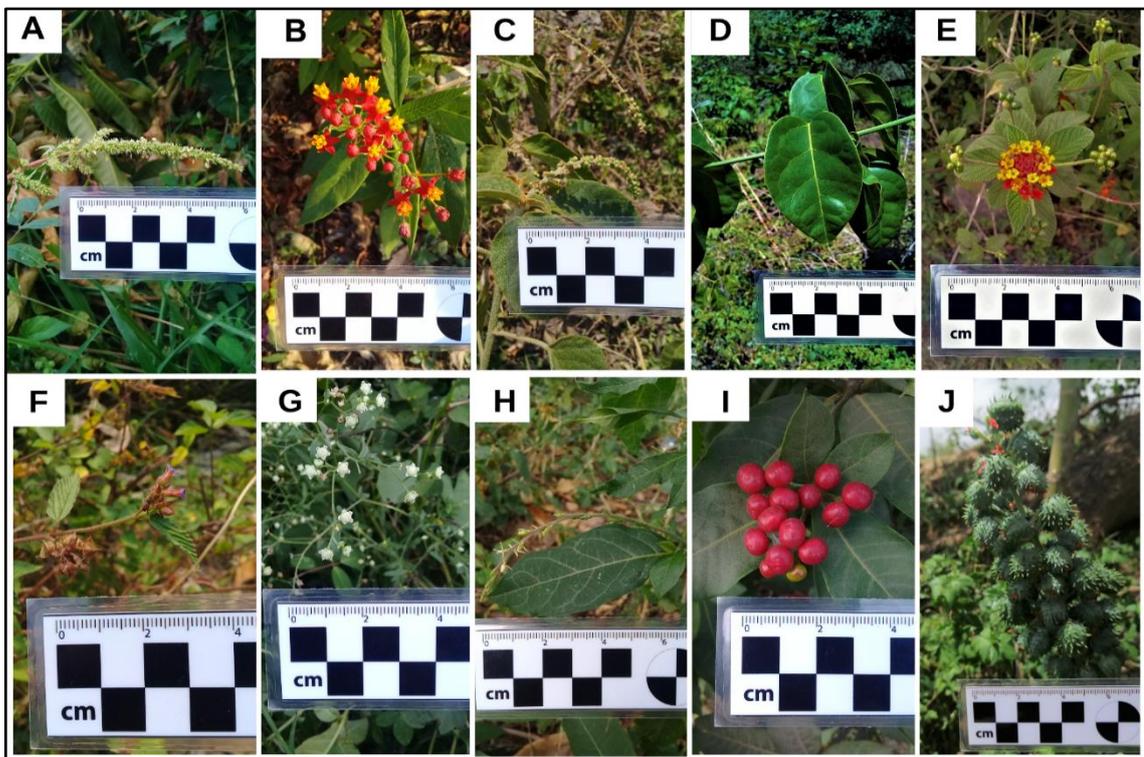
## B. Tipo y diseño de investigación

Para cumplir con el objetivo planteado, se procedió a realizar una investigación de campo, que fue desarrollada bajo un enfoque mixto: *Cuantitativo*, de corte transversal, de tipo exploratorio, descriptivo y correlacional. *Cualitativo*, de tipo no experimental, observacional (Zambrano Menéndez *et al.*, 2022).

## C. Material vegetal

### 1. Recolección de especímenes botánicos

Las muestras botánicas fueron recolectadas entre mayo del 2021 a febrero del 2022, en terrenos de tenencia privada, localizados en las zonas rurales del municipio de Olanchito (Fig. 2), donde se han reportado casos de intoxicaciones vegetales en bovinos, según los datos recopilados en las encuestas.



**Figura 2.** Malezas comunes identificadas en los hatos ganaderos localizados en el municipio de Olanchito. **A.** *Amaranthus spinosus* L.; **B.** *Asclepias curassavica* L.; **C.** *Croton cortesianus* Kunth; **D.** *Cydista aequinoctialis* (L.) Miers; **E.** *Lantana urticifolia* Mill.; **F.** *Melochia pyramidata* L.; **G.** *Parthenium hysterophorus* L.; **H.** *Petiveria alliacea* L.; **I.** *Rauvolfia tetraphylla* L.; **J.** *Ricinus communis* L. Fotografías tomadas por: Andrés G. Morales (**A-I**) y Roke J. Meléndez (**J**).

Previo al levantamiento de información, se solicitó ante el ente estatal (Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre), la extensión de un permiso de investigación y colecta científica: RESOLUCIÓN-DE-MP-251-2022 (Anexo 1).

## 2. Preservación de ejemplares

Posterior a la recolección, se procedió a colocar el material vegetal en una hoja de periódico doblada a la mitad, procurando que todas sus partes queden extendidas, con el fin de evitar la superposición de las distintas estructuras. Seguidamente, las hojas de periódico con las muestras fueron acomodadas en más de una carpeta, adaptándolas al tamaño de la hoja mediante dobleces. Una vez montadas en el papel periódico fueron colocadas entre láminas de cartón, facilitando su compactación a través de una prensa, lo cual contribuye en el arreglo o disposición de sus hojas. Los ejemplares fueron arreglados de manera que las hojas exhibieran el haz y el envés. En cambio, para evitar su deterioro fue necesario mantener el tiempo adecuado de exposición al calor, el flujo de aire seco y el cambio continuo de periódicos, con el fin de preservar sus estructuras durante el secado (Fig. 3). De esta manera se evitó la contaminación de las muestras por hongos saprófitos y otros agentes descomponedores (insectos).



**Figura 3.** Preservación de material vegetal. **A.** Planta en estado silvestre (*M. pyramidata*); **B.** Selección del material vegetal; **C.** Prensado y secado; **D.** Material herborizado con flores y frutos, hojas exhibiendo: haz y envés; **E.** Montaje. Fotografías tomadas por: Andrés G. Morales.

### **3. Identificación taxonómica**

Con respecto a la identificación del material vegetal, se recurrió a los servicios profesionales de un especialista formado en el campo de la taxonomía vegetal. La nomenclatura de las especies fue corroborada por medio de la base de datos W3TROPICOS del Jardín Botánico de Missouri, Estados Unidos de América (Nelson, 2010; Castañeda *et al.*, 2017). Los duplicados fueron depositados en el herbario Cyril Hardy Nelson Sutherland (TEFH) de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras y registrados con su respectivo número de colección.

A continuación, se presenta un listado de los especímenes depositados en el herbario TEFH, con su respectivo código y citados por orden numérico: a) *C. cortesianus* = TEFH-51442; b) *A. curassavica* = TEFH-51443; c) *P. alliacea* = TEFH-51444; d) *C. aequinoctialis* = TEFH-51445; e) *M. pyramidata* = TEFH-51446; f) *R. tetraphylla* = TEFH-51447; g) *L. urticifolia* = TEFH-51448; h) *R. communis* = TEFH-51449; i) *P. hysterothorus* = TEFH-51450; j) *A. spinosus* = TEFH-51454 (Anexo 2).

### **D. Recolección de datos**

#### **1. Técnica e instrumento de investigación**

Para este tipo de estudio, se utilizó la técnica de la entrevista y como instrumento de investigación una encuesta, para la cual se establecieron ítems o preguntas por cada indicador (Useche *et al.*, 2019). El instrumento constó de 12 preguntas redactadas en un lenguaje no técnico, con el propósito de facilitar una mejor comprensión, al momento de entablar diálogo con las partes interesadas. Las entrevistas se registraron a través de una grabación de audio, con previo aviso (consentimiento informado), para facilitar de esta manera la codificación de los datos recabados (Sos Corredera, 2018).

El formato de la encuesta fue estructurado en dos partes (ver el Anexo 3). El primero desglosa los datos generales del entrevistado (Rojas Pérez, 2018), y el segundo se compone de 12 preguntas, divididas de la siguiente manera: 1-4 hacen referencia al uso de términos coloquiales, listados de especies y hábitos practicados en el manejo del ganado; 5-8 se basan en la exploración de ciertos

elementos que inciden en la productividad, y a su vez, alteran la sostenibilidad de las fincas ganaderas; 9-12 hacen hincapié sobre el impacto económico y su repercusión en el número de pérdidas basado en la generación de costos y restablecimiento de los animales de producción pastoril. Sin obviar, en este último, la recopilación de los usos etnobotánicos de algunas de las especies enlistadas durante el desarrollo de las entrevistas.

## **2. Validación del instrumento**

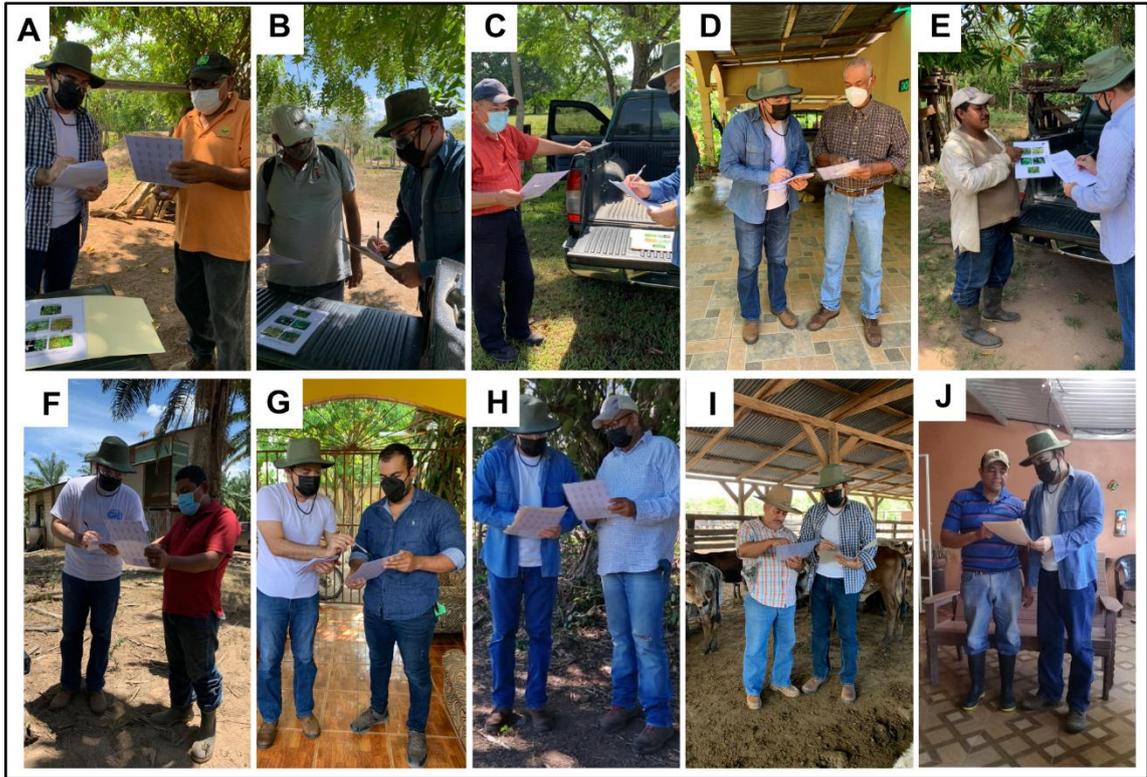
La validación del instrumento propuesto para la investigación se realizó a través del juicio de un experto (Hurtado *et al.*, 2020), con el fin de garantizar que el enfoque tratado, estuviera acorde a la temática de estudio (Rojas Pérez, 2018). Además, se analizó la pertinencia de cada una de las preguntas formuladas (Gómez *et al.*, 2009), y en determinados casos, se procedió a la reestructuración de las mismas, para hacer más fácil su entendimiento, al momento de desarrollar la entrevista (Tacuri Guerrero, 2003).

## **3. Aspectos éticos**

Previo a la ronda de preguntas, a los entrevistados se les notificó acerca de su participación voluntaria en el sondeo, y que sus respuestas serían utilizadas para fines estadísticos en la investigación. Una vez establecidas las pautas, los entrevistados firmaron un consentimiento en el cual se ponían de manifiesto las implicancias del estudio, constituyéndose en una prueba de conformidad, para constatar su participación (Birri *et al.*, 2013).

## **4. Selección y tamaño muestral**

El tamaño de la muestra fue a conveniencia, teniendo presente aquellos casos relacionados con intoxicaciones vegetales en bovinos. Para ello, se seleccionó una muestra de 10 personas dedicadas a este rubro (Fig. 4), que durante décadas han convivido con esta problemática. Sin embargo, no hay que perder de vista que la muestra fue muy pequeña ( $n=10$ ) en comparación a otros estudios (Martínez *et al.*, 1995), que en términos de representatividad, abarcan una mayor proporción, lo cual infiere en el análisis de los datos y el comportamiento de las variables. En el presente trabajo no se aplicó una técnica de muestreo específica usada por otros autores (Gómez *et al.*, 2009).



**Figura 4.** Operarios muestreados (productores ganaderos y caporales). **A.** Entrevistado 1; **B.** Entrevistado 2; **C.** Entrevistado 3; **D.** Entrevistado 4; **E.** Entrevistado 5; **F.** Entrevistado 6; **G.** Entrevistado 7; **H.** Entrevistado 8; **I.** Entrevistado 9; **J.** Entrevistado 10. Fotografías tomadas por: Luis F. Morales.

## 5. Criterios de selección

Las personas seleccionadas para este estudio, debían cumplir ciertos estándares, a fines a los criterios establecidos: a) Ser mayores de 25 años de edad. b) Más de 10 años de residir en la zona. c) Poseer ganado, sin importar la cantidad. d.) Estar familiarizado con este tipo de intoxicaciones (González-Castillo *et al.*, 2019).

## 6. Análisis estadístico

Los datos se recolectaron por medio de la aplicación de encuestas y se tabularon en una hoja electrónica de la plataforma de Excel, haciendo uso de las herramientas de análisis como componentes para elaborar la estadística descriptiva, que incluyeron métodos estadísticos de distribución de frecuencias y medidas de tendencia central, utilizados para la interpretación de los datos presentes en las gráficas (Yáñez *et al.*, 2008; Montoya-Bonilla *et al.*, 2017).

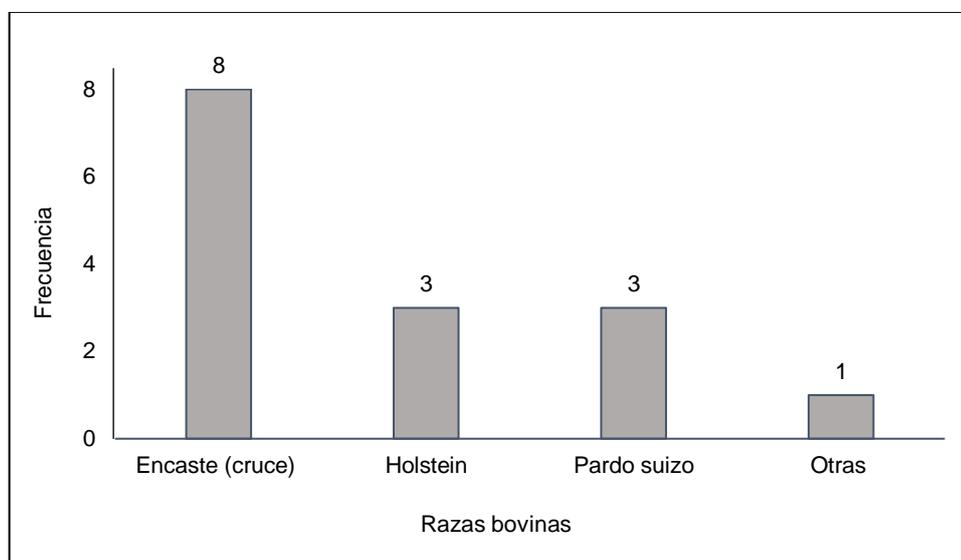
## VII. RESULTADOS

Los datos procedentes de las encuestas fueron organizados mediante elementos de estadística descriptiva. El análisis de los datos se realizó a través de la estimación de indicadores, establecidos en cada pregunta enunciada en el cuestionario (Anexo 3).

A continuación, se citan los resultados de la investigación realizada en fincas productoras de leche localizadas en el municipio de Olanchito.

### A. Razas bovinas

El total de ganaderos entrevistados poseen animales domésticos, especialmente ganado bovino (Fig. 5).



**Figura 5.** Razas de ganado bovino descritas por los entrevistados. **Otras:** conjunto de razas en menor proporción integrado por los fenotipos: Brahman, Gyr, Jersey, Sardo negro. Elaborado por: Ramón A. Enamorado y Andrés G. Morales.

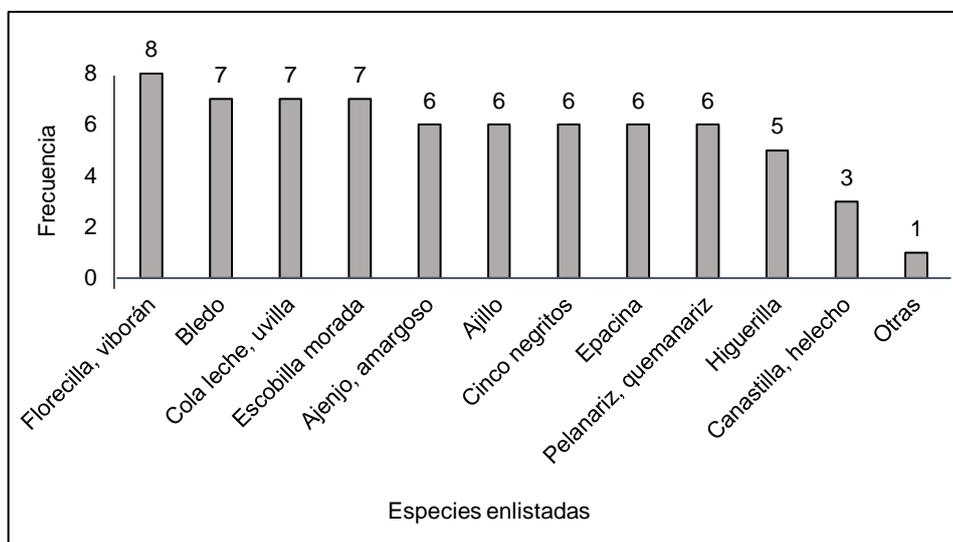
De la muestra analizada, ocho de cada diez productores poseen «*encastes foráneos*», que resultan del mestizaje y se difunden mayormente en los establecimientos estudiados. En cambio, tres de cada diez mantienen en sus corrales «*ganado Holstein y Pardo Suizo*», empleados comúnmente para las actividades de ordeño. Sin embargo, «*otras razas*», mostraron una proporción inferior (1/10), en términos de tenencia.

## B. Definiciones

En este apartado, el análisis e interpretación de los datos fue de corte cualitativo. Los resultados revelaron que tres de cada diez entrevistados emplean el término «*planta dañina*», epíteto que alude a sus propiedades tóxicas. Asimismo, dos de cada diez lo relacionan como «*planta invasora*», debido a su comportamiento malezoide en los pastizales. En cambio, la adición de «*otros conceptos vernáculos*», no muestran una tendencia, en cuanto al número de respuestas se refiere.

## C. Reconocimiento

Se obtuvo un total de 28 especies presuntamente tóxicas para el ganado (Fig. 6). Los entrevistados al momento de identificar la flora tóxica, se basaron en ciertos criterios relacionados a la nomenclatura vernácula, características morfológicas y grado de incidencia.



**Figura 6.** Listado de especies presuntamente tóxicas para el ganado. **Otras:** grupo de especies con menor incidencia (17 individuos restantes = 1 solo conjunto). Elaborado por: Andrés G. Morales.

Del total de especies registradas (28), se seleccionó una muestra (n=10), que se determinó mediante el análisis de frecuencias, tomando como variable: el grado de incidencia para la estimación de los datos. En el cuadro 1, aparecen enlistadas aquellas especies que obtuvieron mayor frecuencia en comparación al resto de los demás grupos botánicos.

**Cuadro 1.** Malezas de mayor incidencia en los establecimientos estudiados, según el criterio de los entrevistados. **Frecuencia:** Número de respuestas. **Tamaño muestral:** n=10.

Familia	Nombre científico	Nombre vernáculo	Formas de crecimiento	Frecuencia
Apocynaceae	<i>Asclepias curassavica</i> L.	Florequilla, viborán	Hierbas anuales o perennes	8
Amaranthaceae	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Bledo	Hierbas anuales	7
Apocynaceae	<i>Rauvolfia tetraphylla</i> L.	Cola leche, uvilla	Arbustos	7
Malvaceae	<i>Melochia pyramidata</i> L.	Escobilla morada	Sufrútices	7
Asteraceae	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Ajenjo, amargoso	Hierbas anuales	6
Bignoniaceae	<i>Cydista aequinoctialis</i> (L.) Miers	Ajillo	Trepadoras	6
Verbenaceae	<i>Lantana urticifolia</i> Mill.	Cinco negritos	Arbustos	6
Petiveriaceae	<i>Petiveria alliacea</i> L.	Epacina	Hierbas perennes	6
Euphorbiaceae	<i>Croton cortesianus</i> Kunth	Pelanmariz, quemanmariz	Arbustos	6
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	Higuerilla	Arbustos	5

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **D. Sistemas de alimentación**

Para el análisis de datos, se incluyeron los sistemas de alimentación mencionados por los entrevistados. Los resultados revelaron que tres de cada diez apacientan su rebaño «*cerca del río*» realizando rotaciones entre las áreas de pastoreo y los afluentes cercanos. En cambio, dos de cada diez alimentan el ganado en «*los establos*», lo cual contribuye en el manejo y control de la dieta suministrada.

#### **E. Reporte de casos**

Del total de ganaderos entrevistados, ocho de cada diez «*afirman*» que la muerte de los bovinos, se atribuye al consumo indiscriminado de plantas tóxicas. Sin embargo, dos de cada diez «*desconocen*» los motivos reales de los decesos ocurridos en sus hatos.

#### **F. Control y manejo**

Existen alternativas para el control y manejo de malezas, en especial, para aquellas parcelas dedicadas al pastoreo. Del total de ganaderos entrevistados, cinco de cada diez emplean la «*chapia*» como técnica rudimentaria para la limpieza de sus potreros. En cambio, dos de cada diez realizan «*deshierbes manuales*», con el fin de remover ciertas malezas que invaden los pastizales. Sin embargo, nueve de cada diez emplean periódicamente ciertos «*herbicidas*» para la erradicación de malezas comunes. Además, los ganaderos comentan que las marcas de uso frecuente son: Tordon™ 101 (Dow AgroSciences) y Roundup® 35,6 SL (Compañía Agrícola S.A.S.).

#### **G. Estacionalidad**

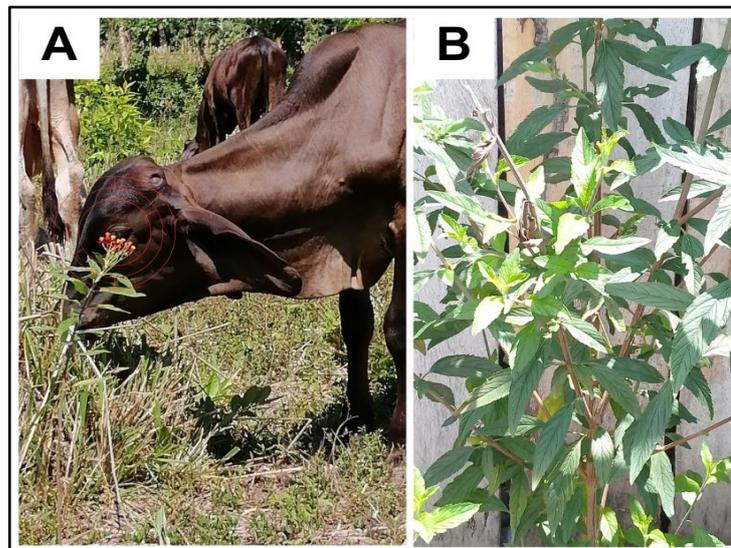
Otro factor importante, es la estacionalidad que influye directamente en la disponibilidad del alimento. De la muestra analizada, seis de cada diez atribuyen los ataques de estas malezas al período de la «*estación seca*», debido a las sequías prolongadas, que afectan primordialmente la disponibilidad del forraje y las fuentes de agua más cercanas. En cambio, cuatro de cada diez infirieron que durante la «*estación lluviosa*», el pronóstico de precipitaciones y temperaturas oscilantes, estimulan el crecimiento de ciertas malezas.

## H. Síntomas de intoxicación

A continuación, se enuncian aquellos síntomas basados en el diagnóstico presuntivo de intoxicaciones en bovinos. Los resultados revelaron que cuatro de cada diez consideran que «el *derrengue* y el *timpanismo*» son los signos de mayor gravedad provocados por las intoxicaciones vegetales. En cambio, dos de cada diez señalan que «el *babeo espumoso* y la *falta de apetito*», son signos de alerta temprana y en ocasiones, suelen estar asociados a toxicosis por plantas. Sin embargo, la adición de otras «*sintomatologías inespecíficas*», no reflejan una tendencia, en cuanto al número de respuestas se refiere.

## I. Medidas

En este apartado, se enuncian algunas medidas implementadas por los productores, en el cuidado de los animales de granja frente a las intoxicaciones vegetales. De acuerdo con los resultados, seis de cada diez acuden al veterinario y dependiendo las causales, optan por la preparación de remedios caseros. Asimismo, se consideró el criterio de uno de los entrevistados, acerca de una especie con propiedades carminativas, utilizada como paliativo en el tratamiento de las intoxicaciones vegetales (Fig. 7).



**Figura 7.** Paliativo para tratar ciertas intoxicaciones. **A.** Presencia de *A. curassavica* en agostaderos sobrepastoreados; **B.** *Hyptis verticillata* Jacq., utilizada tradicionalmente por sus propiedades carminativas (timpanismo = distensión del rumen), a causa del consumo indiscriminado de *A. curassavica*. Fotografías tomadas por: Roke J. Meléndez (**A**) y Andrés G. Morales (**B**).

## J. Costos

A continuación, se presentan los costos estimados para la adquisición y cuidado del ganado. En el cuadro 2, se observa que cuatro de cada diez productores invierten sus recursos en la compra de «*ganado productor de leche*» (L. 35.000 – 40.000) empleado tradicionalmente en la producción de derivados lácteos. Sin embargo, el resto de los costos enunciados en el siguiente cuadro, no reflejan una tendencia, en cuanto al margen de utilidad se refiere.

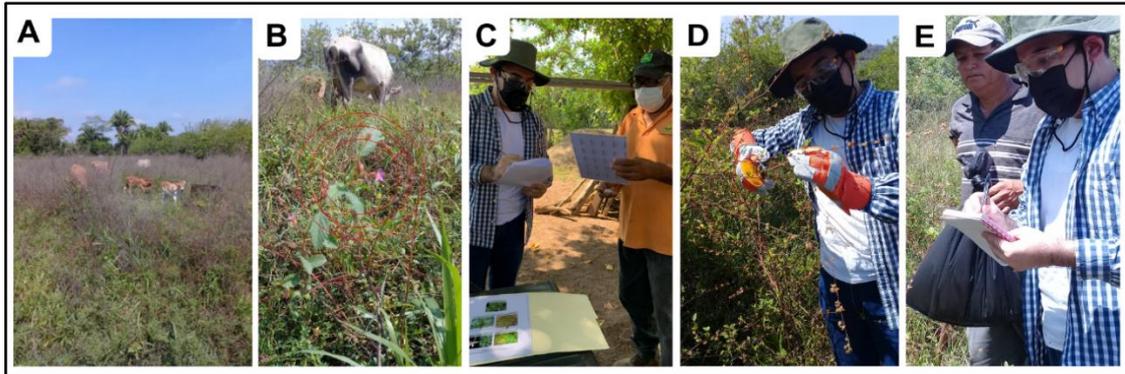
**Cuadro 2.** Detalle de la estimación de costos.

Detalle	Costos estimados	Frecuencia
Ganado productor de leche	L. 35.000 - 40.000	4
Ganado de descarte	L. 16.000 - 20.000	2
Pie de cría	L. 5.000 - 15.000	2
Ganado productor de carne	L. 18.000 - 20.000	1
Pureza genética	Más de L. 40.000	1
Honorarios profesionales/Tratamiento	L. 7.000	1

**Fuente:** Elaboración propia.

## K. Monitoreo

Del total de ganaderos entrevistados, seis de cada diez reportaron «casos vinculados a *toxicosis por plantas en bovinos*», principalmente en las zonas rurales (Fig. 8). En cambio, cuatro de cada diez mostraron su «*desconocimiento*» acerca de la aparición de este tipo de casos. También, se recolectó un caso documentado sobre muerte súbita de ganado, en una de las comunidades adyacentes al municipio de Olanchito (Fig. 9).



**Figura 8.** Investigación de campo. **A.** Sistema silvopastoril; **B.** Presencia de *M. pyramidata* en agostaderos sobrepastoreados; **C.** Entrevista realizada a un operario de finca; **D.** Recolección del material vegetal; **E.** Levantamiento de información con ayuda de un informante local. Fotografías tomadas por: Luis F. Morales.



**Figura 9.** Nota de prensa. El siguiente artículo documenta un caso de intoxicación en bovinos, a causa de *M. pyramidata*, en la comunidad de La Sabana, municipio de Olanchito. Fotografía tomada por: Edilfredo Posas Padilla.

## L. Usos etnobotánicos

A continuación, se documentan los usos de aquellas especies con mayor incidencia en los establecimientos estudiados. Los entrevistados manifestaron su consentimiento para participar de la entrevista y aparecer con sus nombres propios en el presente trabajo (cuadro 3).

**Cuadro 3.** Conocimiento tradicional sobre los usos de las especies estudiadas.

Nombre científico	Nombre vernáculo	Actores entrevistados	Formas de transmisión	Usos
<i>Cydistia aequinoctialis</i> (L.) Miers	Ajillo	Félix Antonio Soto Meléndez.	Entre pobladores de las comunidades vecinas.	Sus hojas son empleadas como condimento en sustitución del ajo, para sazonar carnes y frijoles.
<i>Rauvolfia tetraphylla</i> L.	Cola leche, leche de sapo, uvilla	Ramón Fernando Meléndez Posas.	Relatos de algunos familiares cercanos.	La savia lechosa que liberan los frutos, se usa para curar inflamaciones del ojo (orzuelos).
<i>Petiveria alliacea</i> L.	Epacina	Ramón Fernando Meléndez Posas.	Relatos de algunos familiares cercanos.	Es utilizada para aliviar la «nariz tapada», sus hojas se muelen y se aspiran, induciendo al estornudo, que facilita la salida de las secreciones.
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Bledo	Jorge Alverto Cáceres Zapata.	Relatos de algunos familiares cercanos.	Se hierve toda la planta y se bebe como té, para curar en las mujeres el «mal de orín».
<i>Ricinus communis</i> L.	Higuerilla	Jorge Alverto Cáceres Zapata.	Relatos de algunos familiares cercanos.	Las hojas sirven de sombra para viveros de café.
<i>Croton cortesianus</i> Kunth	Pelanariz, quemarariz	Denis Mauricio García Fajardo.	Relatos de algunos familiares cercanos.	La savia liberada del tallo, se emplea en «pequeñas gotas» para retirar los «mezquinos» de los dedos.

Nombre científico	Nombre vernáculo	Actores entrevistados	Formas de transmisión	Usos
<i>Ricinus communis</i> L.	Higuerilla	José Roberto Meléndez Sandoval.	Entre pobladores de las comunidades vecinas.	Los campesinos de edad avanzada, utilizan sus hojas como «sombbrero», para cubrir su cabeza de los rayos solares.
<i>Asclepias curassavica</i> L.	Florequilla, señorita, viborán	José Francisco Salinas Soto	Entre los productores ganaderos afincados en las comunidades rurales correspondientes al municipio de Olanchito.	Se emplea para aliviar «la topa» o resfrío en el ganado. Su preparación consiste en moler las hojas y tallos en estado fresco, una vez que estos son secados (extracto molido), se procura que el animal inhale el polvo, contribuyendo así, a la expulsión del moco.
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Ajenjo, amargoso	Nelson Omar Gómez Solís	Relatos de algunos familiares cercanos.	Es utilizada para reducir la tensión (hipotensora).

**Fuente:** Elaboración propia.

## VIII. DISCUSIÓN

En Honduras, particularmente en el municipio de Olanchito, no se dispone de información, que detalle el conocimiento de la flora tóxica de interés pecuario, lo cual genera ciertas limitantes, en cuanto a la identificación, prevalencia y usos. Según Avendaño Reyes y Flores Gudiño (1999), afirman que el desconocimiento relacionado con las pérdidas de animales domésticos, se debe a la escasez de

información confiable, y cuando ocurren muertes masivas, los dueños del ganado se preocupan por investigar a fondo los motivos reales de los decesos.

De los resultados obtenidos, la mayoría de los entrevistados poseen ganado encastado (Fig. 5), en comparación a otras razas criollas, cuya ventaja radica en el manejo, domesticación y aprovechamiento. Córdova *et al.* (2005), afirman que el cruzamiento entre razas (encaste), puede contribuir al mejoramiento selectivo de las características de importancia económica en el ganado bovino. Estos perfiles incluyen tasas de gestación, natalidad, sobrevivencia y destete, lo cual permite el ajuste de los mecanismos de adaptación por selección natural o artificial en el híbrido, transformando gradualmente sus características para la adecuación al clima tropical.

En general, existe una amplia gama de términos que manejan usualmente los entrevistados al momento de definir una planta como tóxica, destacando entre ellos, el epíteto de «*planta dañina*», que hace alusión a sus efectos indeseables. Una de las definiciones más aceptadas hoy en día sobre plantas tóxicas es la que afirma que son aquellas especies que producen efectos adversos en el cuerpo de los organismos (Huai *et al.*, 2010). Un estudio realizado por Valerio *et al.* (2022), señalan que los entrevistados coincidieron en que una planta tóxica es aquella que altera y produce daño en el organismo (*i.e.* efecto negativo).

Sin embargo, a medida que se avanzó con las entrevistas se hizo evidente que no todas las plantas que se consideran capaces de ocasionar un daño son concebidas como tóxicas (Fig. 6). Valerio *et al.* (2022), afirman que no todas las plantas que dañan son necesariamente tóxicas, y que para que efectivamente lo sean deben cumplir con los criterios establecidos por la toxicología.

Por otra parte, la mayoría de los ganaderos apacientan su rebaño bajo un sistema de libre pastoreo, que consiste en alimentar el ganado únicamente con la flora disponible en los potreros. Asimismo, la alimentación es considerada como el factor de mayor impacto sobre la rentabilidad y eficiencia de un sistema de engorde, y su máximo aprovechamiento, depende de la disponibilidad del forraje y la suplementación ligada a la productividad por área de terreno (Rojas Bourrillon y Campos Granados, 2015).

A su vez, la mayoría de los entrevistados aportaron datos incompletos sobre los orígenes de las intoxicaciones reportadas en sus hatos. Ruíz-Ramírez *et al.* (2018), afirman que no es fácil obtener información acerca de los casos de intoxicación en el ganado, y se debe a que los informes son confusos e incompletos; además por la dificultad que poseen los ganaderos y veterinarios, para identificar la flora tóxica de una región.

De la muestra analizada, se determinó que el uso de herbicidas constituye una de las principales técnicas para el control y manejo de malezas. Villar (2007), afirma que los herbicidas suelen tener poca toxicidad para los mamíferos, por ello se recomienda su uso esporádico, y mantener un período de exclusión del ganado de 7-14 días hasta que las plantas se hayan secado completamente, antes de volver a reintroducir a los animales a una zona tratada.

Del sondeo realizado, la mayoría de los entrevistados aseveran que durante la estación seca, la prevalencia de casos relacionados con intoxicaciones vegetales en bovinos, suele ser frecuente. Zeinsteger *et al.* (2009), afirman que las intoxicaciones vegetales en animales domésticos, son frecuentes y ocurren especialmente en aquellas épocas del año en donde la oferta forrajera disminuye, debido a la falta de precipitaciones. Ruíz-Ramírez *et al.* (2018), señalan que las intoxicaciones vegetales, son más frecuentes entre los meses de febrero, marzo y abril, cuando el pastoreo se torna más difícil, debido a la escasez de alimentos y agua.

Por otro lado, no fue fácil obtener datos concluyentes acerca de los síntomas que manifiesta el ganado, a causa del consumo indiscriminado de plantas tóxicas, ya que en ocasiones suelen confundirse con otros diagnósticos, provocados por enfermedades infecciosas. Villar (2007), afirma que el diagnóstico de intoxicaciones por plantas suele ser presuntivo, y se constata por observación directa de la planta en el medio. Quintas *et al.* (2021), mencionan que el diagnóstico no siempre es fácil, dado que la mayor parte de las veces la sintomatología no es exclusiva de una intoxicación por una planta en particular y el tiempo que media entre la ingesta de la planta y la aparición de los primeros síntomas es muy variable.

Ante la modernidad que ha experimentado la sociedad actual, un segmento de los entrevistados recurre a los servicios que ofrecen los veterinarios, a través un directorio manejado por los centros de recolección y enfriamiento de leche (CREL), para brindar asistencia a los productores. Martínez y Jiménez-Escobar (2017), afirman que en la actualidad existe una afición creciente orientada al componente veterinario, razón por la cual muchos de estos saberes han pasado de un plano pragmático a uno nocional, lo que resultaría en el desplazamiento del conocimiento tradicional, a causa de las tensiones ejercidas por el desarrollo tecnológico, los cambios socioculturales y las modificaciones ambientales.

Otro aspecto relevante, es la información de costos que es vital para la toma diaria de decisiones, tanto para la adquisición, manejo y cuidado del ganado (cuadro 2). Los costos de producción le indican al ganadero el nivel de rentabilidad de su establo o fundo, usualmente, este es el factor más importante que determina el éxito de la operación a largo plazo (Murga *et al.*, 2018). Además, los costos de producción afectan directamente las utilidades del negocio y son una variable de suma importancia en la toma de decisiones, cuyo cálculo depende de la eficiencia de los productores, en el manejo y control de los gastos (Arango Ibarra, 2014).

En cambio, los registros sobre intoxicaciones vegetales en bovinos son escasos, y en su mayoría carecen de sustento, ante la falta de asistencia por parte de las instituciones estatales y regionales. Avendaño Reyes y Flores Gudiño (1999), afirman que esto se debe, a que los informes son incompletos, y que la gran mayoría de los veterinarios se les dificulta identificar los orígenes precisos del envenenamiento, debido a que la información de primera mano que procede de los ganaderos, dueños de los animales afectados, es confusa e incompleta, generando sesgo que limita su interpretación.

Resulta interesante señalar que un segmento de los entrevistados, afirmaron que parte de sus conocimientos empíricos acerca de la flora tóxica, fueron transmitidos por sus antepasados. Lagos Castillo (2015), menciona que la principal fuente de saberes proviene de padres y abuelos, quienes se encargan de la transmisión oral del conocimiento y asimismo subrayan que, con notables excepciones, la mayoría de jóvenes no están interesados en aprender sobre los

usos y formas de preparación de las plantas, esto a causa de los procesos de aculturación, responsables de la pérdida de conocimientos valiosos acumulados por generaciones.

## IX. CONCLUSIONES

Este estudio presenta los resultados de una investigación que consistió en el registro de los conocimientos tradicionales referidos a la flora tóxica de las comunidades pastoriles del municipio de Olanchito, basándose en el reconocimiento de especies consideradas tóxicas según el criterio de los entrevistados. Solo 10 de las 28 especies enlistadas, fueron clasificadas en la categoría de «malezas de mayor incidencia» con base a los datos recopilados en las encuestas y su impacto en la producción bovina, siendo agrupadas en el siguiente orden: *A. curassavica* «florequilla, viborán» [8]; *A. spinosus* «bledo» [7]; *R. tetraphylla* «cola leche, uvilla» [7]; *M. pyramidata* «escobilla morada» [7]; *P. hysterophorus* «ajenjo» [6]; *C. aequinoctialis* «ajillo» [6]; *L. urticifolia* «cinco negritos» [6]; *P. alliacea* «epacina» [6]; *C. cortesianus* «pelanariz, quemariz» [6]; *R. communis* «higuerilla» [5]. Además, se debe tener en cuenta, que los entrevistados utilizan alternativamente un conjunto de criterios para clasificar a una especie como tóxica, que en general encuentran paralelismos con definiciones de la toxicología.

Por otro lado, el conocimiento tradicional referido a la flora tóxica documentada en el municipio de Olanchito cumple un papel primordial en la cosmovisión de las comunidades pastoriles; no solo desde una visión ecologista, sino por el rescate de los saberes populares y el estrecho vínculo que existe entre la crianza de animales domésticos y su impacto en los sistemas de producción. Cabe aclarar, que los resultados de este estudio aportan una idea general relacionada a los usos de estas especies, destacándose principalmente su forma de empleo que incluye desde remedios caseros para tratar algunos padecimientos en la salud humana hasta sus propiedades aromáticas, tal es el caso particular de *C. aequinoctialis*, de la cual se utilizan sus hojas para condimentar carnes y leguminosas, según los relatos extraídos por parte de los entrevistados.

## X. LITERATURA CITADA

- Alemán, F. y Durr, P. (2011). Manual de plantas tóxicas para el ganado en Nicaragua. Guía Técnica: No. 17. Primera edición. Dirección de Investigación, Extensión y Posgrado (DIEP). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- Aparicio-Medina, J.M. y Paredes-Vanegas, V. (2010). Intoxicación experimental en terneros Holstein con *Ageratum houstonianum* Mill. (celestina azul) y *Lantana camara* L. (filigrana, verbena morada, cinco negritos). *La Calera*, 10(14): 58–63. <https://doi.org/10.5377/calera.v10i14.28>
- Arango Ibarra, T. (2014). *Determinación de los costos de producción de la finca La Suiza*. [Tesis de Pregrado, Corporación Universitaria Lasallista]. Caldas, Colombia.
- Aravena, P.C., Moraga, J., Cartes-Velásquez, R. y Manterola, C. (2014). Validez y confiabilidad en investigación odontológica. *Int. J. Odontostomat.*, 8(1): 69–75. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2014000100009>
- Avendaño Reyes, S. y Flores Gudiño, J.S. (1999). Registro de plantas tóxicas para ganado en el estado de Veracruz, México. *Vet. Méx.*, 30(1): 79–94.
- Badal, E., Carrión, Y., Rivera, D. y Uzquiano, P. (2003). La arqueobotánica en cuevas y abrigos: objetivos y métodos de muestreo. *En: Buxó, R y Piqué, R. (Eds.). La recogida de muestras en arqueobotánica: objetivos y propuestas metodológicas. La gestión de los recursos vegetales y la transformación del paleopaisaje en el Mediterráneo occidental* (pp. 19-29). Editorial CEGE S.A. Barcelona, España.
- Barrera, A. (1983). La etnobotánica. *En: Barrera, A. (Ed.). La etnobotánica: tres puntos de vista y una perspectiva. Cuaderno de Divulgación 5* (pp. 19-24). Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB). Xalapa, México.

- Berkes, F. (1999). *Sacred Ecology: Traditional Ecological Knowledge and Resource Management*. Taylor & Francis. Philadelphia, U.S.A. and London U.K.
- Birri, M.A., Cabral Pérez, M. y Agnese, A.M. (2013). Estudio descriptivo sobre la utilización de plantas como alternativas terapéuticas. *Ars Pharm.*, 54(3): 1–6.
- Burgo Bencomo, O.B. (2021). El conocimiento tradicional y la etnobotánica en la gestión de la agricultura familiar. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(4): 431–438.
- Calderón Tobar, Á., Marrero Faz, E., Murillo, V. y Vega, V. (2011). Reporte de casos de hematuria enzoótica bovina por ingestión de *Pteridium arachnoideum* en la región ganadera de San Miguel de Bolívar, Provincia Bolívar, Ecuador. *Rev. Salud Anim.*, 33(3): 197–202.
- Califano, L.M. y Echazú, F. (2013). Etnobotánica en comunidades pastoriles. Conocimiento tradicional sobre especies tóxicas para el ganado en la cuenca del río Iruya (Salta, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.*, 48(2): 365–375.
- Castañeda, R., Gutiérrez, H., Carrillo, É. y Sotelo, A. (2017). Leguminosas (Fabaceae) silvestres de uso medicinal del distrito de Lircay, provincia de Angaraes (Huancavelica, Perú). *Bol. Latinoam. Caribe Plant. Med. Aromat.*, 16(2): 136–149.
- Córdova, A., Rodríguez, G., Córdova, M., Córdova, C. y Pérez, J. (2005). Ganancia diaria y peso al destete en terneros de cruces *Bos taurus* con *Bos indicus* en trópico húmedo. *Rev. MVZ Córdoba*, 10(1): 589–592. <https://doi.org/10.21897/rmvz.481>
- Ember, C.R. y Ember, M. (1997). *Antropología cultural*. Octava edición. Prentice Hall. Madrid, España.

- Estupiñán-González, A.C. y Jiménez-Escobar, N.D. (2010). Uso de las plantas por grupos campesinos en la franja tropical del Parque Nacional Natural Paramillo (Córdoba, Colombia). *Caldasia*, 32(1): 21–38.
- Franco Ospina, F.J. (2013). *Etnobotánica con enfoque agroecológico asociada al agroecosistema café en Risaralda (Colombia)*. [Tesis de Maestría, Universidad Internacional de Andalucía]. Sevilla, España.
- Galeano, G. (2000). Forest use at the Pacific Coast of Chocó, Colombia: A quantitative approach. *Econ. Bot.*, 54(3): 358–376.
- Gallo, G.G. (1979). Plantas tóxicas para el ganado en el cono sur de América. Editorial Universitaria de Buenos Aires - EUDEBA. Buenos Aires, Argentina.
- García Gómez, C.A. (2018). *Análisis económico de prácticas silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas para mejorar la resiliencia climática en fincas productoras de leche en el municipio de Olanchito, departamento de Yoro, Honduras*. [Tesis de Maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. Turrialba, Costa Rica.
- Gazo Robles, J.M. (2014). Conocimientos tradicionales en la producción de plantas medicinales para el desarrollo productivo sostenible en Chaguitillo, Matagalpa 2011-2013. *Revista Humanismo y Cambio Social*, (3): 50–62.
- Gómez, L.M., Galar M., M., Téllez L., A.M., Carmona Z., F.A. y Amaya Ch., A. (2009). Estudio de automedicación en una farmacia comunitaria de la ciudad de Toluca. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 40(1): 5–11.
- González-Castillo, K.A., Chavarría-Rodríguez, R.J., Iglesias-Olivas, M.I., Rodríguez-Flores, O.R., Arcocha-Gómez, E. y González-Valdivia, N.A. (2019). Plantas utilizadas en terapia veterinaria en San Rafael del Norte, Jinotega, Nicaragua. En: Cetzal-Ix, W., Casanova-Lugo, F., Chay-Canul, A.J. y Martínez-Puc, J.F. (Eds.). *Agroecosistemas tropicales: conservación de recursos naturales y seguridad alimentaria* (pp. 40-47). Tecnológico Nacional de México. Campeche, México.

- Harshberger, J.W. (1896). The purposes of ethno-botany. *Botanical Gazette*, 21(3): 146–154. <https://doi.org/10.1086/327316>
- Hernández-Xolocotzi, E. (1983). El concepto de etnobotánica. *En*: Barrera, A. (Ed.). La etnobotánica: tres puntos de vista y una perspectiva. Cuaderno de Divulgación 5 (pp. 13-18). Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB). Xalapa, México.
- Huai, H., Dong, Q. & Liu, A. (2010). Ethnomedicinal analysis of toxic plants from five ethnic groups in China. *Ethnobot. Res. Appl.*, 8: 169–179. <https://doi.org/10.17348/era.8.0.169-179>
- Hurtado, A., Salgado N., S. y Falcón P., N. (2020). Percepción y conocimientos de los médicos veterinarios de Lima Metropolitana sobre el uso de fitocannabinoides de uso medicinal en animales de compañía. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú (RIVEP)*, 31(4): e17368.
- Jiménez-Escobar, N.D. (2019). *Etnobotánica asociada al ámbito ganadero: conocimiento, uso y conservación de los recursos vegetales en las sierras de Ancasti (Catamarca)*. [Disertación Doctoral, Universidad Nacional de Córdoba]. Córdoba, Argentina.
- Ladio, A.H., Molares, S., Ochoa, J. y Cardoso, B. (2013). Etnobotánica aplicada en Patagonia: la comercialización de malezas de uso comestible y medicinal en una feria urbana de San Carlos de Bariloche (Río Negro, Argentina). *Bol. Latinoam. Caribe Plant. Med. Aromat.*, 12(1): 24–37.
- Lagos Castillo, C. (2015). Plantas medicinales utilizadas en el tratamiento de enfermedades ginecológicas en Leticia y Puerto Nariño (Amazonas, Colombia). *Etnobiología*, 13(1): 53–72.
- López Patiño, E.J. (2021). *Etnobotánica y conservación de la flora medicinal en un área natural protegida*. [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de México]. Toluca de Lerdo, México.

- Martín Arribas, M.C. (2004). Diseño y validación de cuestionarios. *Matronas Profesión*, 5(17): 23–29.
- Martínez, H., González-Cossío, T., Flores, M., Rivera-Dommarco, J., Lezana, M.A. y Sepúlveda-Amor, J. (1995). Anemia en mujeres de edad reproductiva. Resultados de una encuesta probabilística nacional. *Salud Pública de México*, 37(2): 108–119.
- Martínez, G.J. & Luján, M.C. (2011). Medicinal plants used for traditional veterinary in the Sierras de Córdoba (Argentina): An ethnobotanical comparison with human medicinal uses. *J. Ethnobiol. Ethnomed.*, 7(23): 1–19. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-7-23>
- Martínez, G.J. y Jiménez-Escobar, N.D. (2017). Plantas de interés veterinario en la cultura campesina de la Sierra de Ancasti (Catamarca, Argentina). *Bol. Latinoam. Caribe Plant. Med. Aromat.*, 16(4): 329–346.
- Montoya-Bonilla, B.P., Baca-Gamboa, A.E. y Bonilla, B.L. (2017). Flora melífera y su oferta de recursos en cinco veredas del municipio de Piendamó, Cauca. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial Edición Especial*, 15(1): 20–28.
- Morales, R., Tardío, J., Aceituno, L., Molina, M. y Pardo de Santayana, M. (2011). Biodiversidad y etnobotánica en España. *En: Viejo Montesinos, J.L. (Ed.). Biodiversidad. Aproximación a la diversidad botánica y zoológica de España.* (pp. 157-207). Real Sociedad Española de Historia Natural. Madrid, España.
- Muñiz, J. y Fonseca-Pedrero, E. (2008). Construcción de instrumentos de medida para la evaluación universitaria. *Revista de Investigación en Educación*, (5): 13–25.
- Murga, L., Vásquez, H. y Bardales, J. (2018). Caracterización de los sistemas de producción de ganado bovino en las cuencas ganaderas de Ventilla, Florida y Leyva -región Amazonas. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 1(3): 28–37. <https://doi.org/10.25127/ucni.v1i3.423>

- Nelson, C.H. (2010). Adiciones y comentarios a la flora de Honduras. *Ceiba*, 51(2): 70–88. <https://doi.org/10.5377/ceiba.v51i2.1105>
- Parodi, L.R. (1950). Las gramíneas tóxicas para el ganado en la República Argentina. *Rev. Argent. Agron.*, 17(3): 163–229.
- Pérez-Domínguez, K.M. y Belmonte, S. (2022). ¿Y vos, creés en La Pachamama? Naturaleza(s) otra(s) y saberes locales: una aproximación a las relaciones socio-naturales y cosmovisión de la comunidad originaria Kolla Kondorwaira. *RA XIMHAI*, 18(6.Especial): 15–42.
- Plan Estratégico de Desarrollo Municipal 2004-2020 (s.f.). Municipio de Olanchito, Departamento de Yoro, República de Honduras, C.A.
- Quintas, H., Aguiar, C., Ramos Antón, J.J., Lacasta Lozano, D. y Ferrer Mayayo, L.M. (2021). Intoxicación por plantas en rumiantes: Bases para el diagnóstico clínico. *En: Spers, E.E. (Ed.). Agrárias: Pesquisa e inovação nas ciências que alimentam o mundo. Vol. VII, (pp. 291-305). Editora Artemis. Curitiba, Brasil.*
- Ragonese, A.E. (1956). Plantas tóxicas para el ganado en la región central Argentina. *Rev. Fac. Agron.*, 31: 1–336.
- Ragonese, A.E. (1984). *Euphorbia*. *En: Ragonese, A.E. y Milano, V.A. (Eds.). Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Vegetales y sustancias tóxicas de la flora Argentina (pp. 195-200). Segunda edición. Tomo II. Editorial ACME. Buenos Aires, Argentina.*
- Ratera, E.L. (1943). Las plantas tóxicas de la flora Argentina. Ensayo bibliográfico. *Revista del Centro de Estudiantes de Medicina Veterinaria*, 20: 5–26.
- Ratera, E.L. (1944). Plantas tóxicas y “sospechosas” para el ganado en la República Argentina. *Ing. Agronómica*, 6(2): 77–90.
- Ratera, E.L. (1945). Plantas tóxicas para el ganado más comunes en nuestros campos. *Anuario Rural de la Provincia de Buenos Aires*, 13: 138–140.

- Rodríguez-Díaz, M. (2020). Poesía etnobotánica: mirada de una caribeña chilénizada, amante de la poesía y las plantas. *Cuad. Méd. Soc. (Chile)*, 60 (3): 147–150.
- Rojas Bourrillon, A. y Campos Granados, C.M. (2015). Hacia sistemas más intensivos en la producción de carne bovina: pastoreo con suplementación, semiestabulación y estabulación. *UTN Informa*, 74(1): 14–21.
- Rojas Pérez, H.L. (2018). *Prácticas ambientales de enfermeras asistenciales en dos hospitales MINSA, departamento de Lambayeque - 2016*. [Tesis de Pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Chiclayo, Perú.
- Romero Franco, R., Rodríguez Guitián, M.A. y Resúa, Á. (2013). Plantas utilizadas en medicina humana y veterinaria en el municipio de Triacastela, Lugo (NW España). *Recursos Rurais*, (9): 35–43. <https://doi.org/10.15304/rr.id1694>
- Ruiz-Ramírez, J., García-Valle, J., Montoya-Ménez, C., Hernández-Rivera, J., Ramírez-Romero, R. y García-Márquez, L. (2018). Bovinos intoxicados por *Melochia pyramidata* en Colima, México. *Abanico vet.*, 8(3): 130–137. <https://doi.org/10.21929/abavet2018.83.10>
- Sarabia Cobo, C.M. y Alconero Camarero, A.R. (2019). Claves para el diseño y validación de cuestionarios en Ciencias de la Salud. *Enferm. Cardiol.*, 26 (77): 69–73.
- Sarkar, A. (2011). *Ethnobotanical studies of sub-himalayan duars in West Bengal and assam with particular reference to the tribe mech*. [Doctoral dissertation, University of North Bengal]. Darjeeling, India.
- Scarpa, G.F. (2000). *Estudio etnobotánico de la subsistencia de los "criollos" del Chaco noroccidental argentino*. [Disertación Doctoral, Universidad de Buenos Aires]. Buenos Aires, Argentina.

- Scheel-Ybert, R. (2016). Editorial: Archaeobotany in South America: Landscape, diet, and use of plants in the past. *Cadernos do Lepaarq (UFPEL)*, 13(25): 117–130.
- Schultes, R.E. (1941). La etnobotánica: su alcance y sus objetos. *Caldasia*, (3): 7–12.
- Silveti, F. (2011). Una revisión conceptual sobre la relación entre campesinos y servicios ecosistémicos. *Cuadernos de desarrollo rural*, 8(66): 19–45.
- Sos Corredera, M. (2018). *La radio escolar: diseño y evaluación de una propuesta radiofónica*. [Tesis de Pregrado, Universitat Jaume I]. Castellón de la Plana, España.
- Tacuri Guerrero, K.G. (2003). *Diseño de un Manual de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) para los productores de berenjena china (Solanum melongena) en el departamento de Comayagua, Honduras*. [Tesis de Pregrado, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano]. San Antonio de Oriente, Honduras.
- Tapia, D. y Vallejos, C. (1999). Mortalidad del ganado vacuno ocasionada por el consumo de plantas tóxicas. *Encuentro*, (51): 24–32.
- Toledo, V.M. y Barrera-Bassols, N. (2008). La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Primera edición. Icaria Editorial. Barcelona, España.
- Useche, M.C., Artigas, W., Queipo, B. y Perozo, É. (2019). Técnicas e instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos. Primera edición. Editorial Gente Nueva. Bogotá, Colombia.
- Valerio, F., Herrera Cano, A.N. y Suárez, M.E. (2022). Etnobotánica de plantas tóxicas en el Partido de Vicente López (Buenos Aires, Argentina). *Bonplandia* 31(1): 5–26. <http://dx.doi.org/10.30972/bon.3115803>

- Vázquez Romero, M. del C. (2015). *Acercamiento al rescate del conocimiento etnobotánico en Huexca, Morelos*. [Tesis de Pregrado, Universidad Autónoma Metropolitana]. Ciudad de México, México.
- Villar, D. (2007). Factores que predisponen a la ingestión de plantas tóxicas por el ganado. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 2(2): 61–67.
- Villavicencio-Caparó, E., Ruiz-García, V. y Cabrera-Duffaut, A. (2016). Validación de cuestionarios. *Revista OACTIVA UC Cuenca*, 1(3): 75–80.
- Yáñez, E., Máttar, S. y Durango, A. (2008). Determinación de *Salmonella* spp. por PCR en tiempo real y método convencional en canales de bovinos y en alimentos de la vía pública de Montería, Córdoba. *Infectio*, 12(4): 246–254.
- Zambrano Menéndez, A.C., Vera Núñez, C., Romero Urréa, H.E., Vera Núñez, M. y Bustamante Silva, J.S. (2022). Validación del cuestionario para la recolección de datos sobre las infecciones nosocomiales y su relación con el lavado de manos en el personal de salud de la sala post quirúrgica. *Más Vita*, 4(3): 160–181. <https://doi.org/10.47606/ACVEN/MV0139>
- Zeinsteger, P., Palacios, A., Leaden, P. y Gurni, A. (2009). Características micrográficas y digestión ruminal *in vitro* de una planta tóxica (*Nerium oleander*, “laurel de campo”) versus otra inocua (*Eucalyptus camaldulensis*). *Rev. vet.*, 20(1): 3–9.

## **XI. ANEXOS**

## Anexo 1. Permiso de investigación y colecta científica.

### RESOLUCIÓN-DE-MP-251-2022

INSTITUTO NACIONAL DE CONSERVACIÓN Y DESARROLLO FORESTAL, ÁREAS PROTEGIDAS Y VIDA SILVESTRE (ICF). DIRECCIÓN EJECUTIVA. COMAYAGUELA, MUNICIPIO DEL DISTRITO CENTRAL, VEINTIUNO DE NOVIEMBRE DEL AÑO DOS MIL VEINTIDÓS.

**VISTA:** Para Resolver sobre la Solicitud de aprobación de "LICENCIA DE INVESTIGACION CIENTÍFICA, PARA LLEVAR A CABO PROYECTO DE REGISTRO TAXONÓMICO, IDENTIFICACIÓN DE FAMILIAS DE METABOLITOS SECUNDARIOS Y EVALUACIÓN DE TOXICIDAD GENERAL DE ESPECIES VEGETALES NO POTABLES QUE AFECTAN EL GANADO BOVINO; EN EL DEPARTAMENTO DE YORO, MUNICIPIO DE OLANCHITO", presentado por el Abogado **Gabino Morales**, quien actúa en representación de Licenciado en Biología **ANDRÉS GABINO MORALES DUARTE**.- Esta Dirección Ejecutiva, se pronuncia en los siguientes términos:

**CONSIDERANDO:** Que corre agregado al Expediente ICF-071-2020, la Solicitud contentiva de la "LICENCIA DE INVESTIGACION CIENTÍFICA, PARA LLEVAR A CABO PROYECTO DENOMINADO: REGISTRO TAXONÓMICO, IDENTIFICACIÓN DE FAMILIAS DE METABOLITOS SECUNDARIOS Y EVALUACIÓN DE TOXICIDAD GENERAL DE ESPECIES VEGETALES NO POTABLES QUE AFECTAN EL GANADO BOVINO; EN EL DEPARTAMENTO DE YORO, MUNICIPIO DE OLANCHITO", presentado por **Gabino Morales**, quien actúa en representación de Licenciado en Biología **ANDRÉS GABINO MORALES DUARTE**, según carta poder debidamente autenticada de fecha 3 de febrero del año 2020,

**CONSIDERANDO:** Que el Licenciado **Andrés Gabino Morales Duarte**, en su condición de investigador de la Escuela de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), ha presentado su anteproyecto de tesis previo a obtener el título de Máster en Botánica, el cual consiste en la investigación científica anteriormente relacionada.

**CONSIDERANDO:** Que de conformidad con la Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (Decreto 98-2007), corresponde al Instituto de Conservación Forestal (ICF), la protección, manejo y administración de la flora y fauna silvestre de todo el País, debiendo a través del Sistema de Investigación Nacional Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (SINFOR), desarrollar, reglamentar y supervisar las investigaciones científicas y aplicadas, que se realicen en áreas protegidas o sobre la biodiversidad de las mismas, teniendo en cuenta las categorías de manejo y debiendo respetar las prácticas tradicionales y culturales de las comunidades locales

**CONSIDERANDO:** Que corre a folio número ochenta y cinco (85) Dictamen Técnico ICF-DVS-032-2021, emitido por el Departamento de Vida Silvestre (DVS) del ICF, en el cual dictaminan que la investigación científica es **TECNICAMENTE FACTIBLE**, debiendo cumplir los criterios establecidos en el mismo.

**CONSIDERANDO:** Que corre a folio número ochenta y siete al ochenta y nueve (87-89) Dictamen Legal **ICF-DL-036-2022**, emitido por la Dirección Legal del ICF, en el cual dictamina que se declare con lugar la investigación científica a favor del Señor **ANDRES GABINO MORALES DUARTE** y proponen los términos bajo los cuales se debe autorizar.

**POR TANTO:**

La Dirección Ejecutiva del Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF), en el uso de sus facultades que la Ley le confiere en base los dictámenes emitidos por el Departamento de Vida Silvestre del Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) y con fundamento en los artículos 80 y 340 de la Constitución de la República; 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 y 72 de la Ley de Procedimiento Administrativo; 1, 2, 3, 11, 108, 115 de la Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre; 26, 27, 28, 29,30, 40 y 41 del Manual de Normas Técnico-Administrativas para el Manejo y Aprovechamiento Sostenible de la Vida Silvestre, Acuerdo (045-2011), Dictamen Técnico ICF-DVS-032-2021 y Dictamen Legal ICF-DL-036-2022.

**RESUELVE:**

**PRIMERO:** Declarar con lugar la solicitud y otorgar la **LICENCIA DE INVESTIGACION CIENTÍFICA, PARA LLEVAR A CABO PROYECTO DENOMINADO: REGISTRO TAXONÓMICO, IDENTIFICACIÓN DE FAMILIAS DE METABOLITOS SECUNDARIOS Y EVALUACIÓN DE TOXICIDAD GENERAL DE ESPECIES VEGETALES NO POTABLES QUE AFECTAN EL GANADO BOVINO; EN EL DEPARTAMENTO DE YORO, MUNICIPIO DE OLANCHITO**", presentado por **Gabino Morales**, quien actúa en representación de Licenciado en Biología **ANDRÉS GABINO MORALES DUARTE**, bajo los siguientes términos:

- 1) La investigación se llevará a cabo en las siguientes áreas: Departamento de Yoro, Municipio de Olanchito, Zonas rurales, región del Valle de Aguan.
- 2) Téngase como Investigador Principal al Licenciado **ANDRÉS GABINO MORALES DUARTE**, de nacionalidad hondureña, con número de identidad **1807-1987-00221**, estudiante de maestría en botánica de la Escuela de Biología de la UNAH (MBO 100108) y a los investigadores secundarios durante este periodo de investigación **José Ledis Linares** de nacionalidad salvadoreña, carnet de extranjero residente 01-2907-2005-00212, del Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico (CURLA-UNAH); **Ana Carolina Arévalo García** de nacionalidad hondureña con N° de identidad 1501-1983-01166, de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH);

- 3) Este permiso autoriza la colecta de muestras de quince (15) muestras de cada especie de los siguientes grupos:

Especies a investigar	Nombre Científico	Familia
Viboran señorita	<i>Asclepias curassavica L.</i>	Apocynaceae
Ciego-ojo-ciegavista	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	Euphorbiaceae
Pelamarz, quemamariz	<i>Croton Cortesianus Kunth</i>	Euphorbiaceae
Ajilla campanita	<i>Cydista aequinoctialis (L) Miers</i>	Bignoniaceae
Cinco negritos, petatillo	<i>Lantana urticifolia Mill</i>	Verbenaceae
Escoba morada, malva loca	<i>Melochia pyramida L.</i>	Malvaceae
Epacina, hierba del zorrillo	<i>Petiverita alliacea L.</i>	Petiveriaceae
Helecho común	<i>Pteridium aquilinum (L) Kuhn</i>	Dennstaedtiaceae
Cola leche, leche de burra	<i>Rauvolfia tetraphylla L.</i>	Apocynaceae
Hierba mora, quistomate	<i>Solanum americanum Mill</i>	Solanaceae

4. Las muestras serán depositadas y analizadas en los siguientes lugares: Herbario Cyril Hardy Nelson Sutherland (Encargada Lilián Florencia Ferrufino Acosta Dr. Rer. Nat, Colección Botánica la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la UNAH encargada Ali Valencia Rubio.
5. Es Obligatorio que el investigador principal porte su respectivo permiso y se reporten en la Oficina Regional ICF con el Coordinador de Áreas Protegidas y Vida Silvestre del ICF en la jurisdicción del área donde se realizara el estudio y autoridades locales que los solicite, además deberá reportarse ante las instituciones Co-manejadoras de las Áreas Protegidas que formen parte del área de estudio. En este último caso, los investigadores deberán someterse a cualquier reglamento o normativa sobre el desarrollo de investigación colectiva que exista para esa área de estudio.
6. El Informe final deberá presentarse impreso en papel bond, tamaño carta y CD en formato Microsoft Word y PDF. El mismo deberá entregarse en un periodo de seis (6) meses a un (1) año contado a partir de la finalización de la investigación; el idioma de presentación del informe es español. Este debe de incluir un listado detallado de los especímenes colectados y reportados referentes a la investigación, con fotografías de los especímenes debidamente identificados; formato de presentación JPG, adjuntando en una carpeta en CD;
7. En el caso que la investigación tuviera como resultado hallazgos de tecnologías sujetas a patentes, derechos de propiedad intelectual, publicaciones y otros; el investigador debe comunicarse con el Departamento de Vida Silvestre quien en colaboración con la Secretaria General del ICF son los encargados de Negociar y Acordar las Condiciones de Acceso y Utilización de la Vida Silvestre, incluida la distribución de los beneficios que se deriven de la utilización de dicho recurso, durante y después de la investigación. Todo lo anterior basado en el Convenio de Diversidad Biológica (CDB) y Protocolo de Nagoya sobre Acceso y la participación en los beneficios.



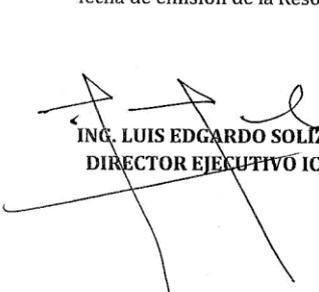


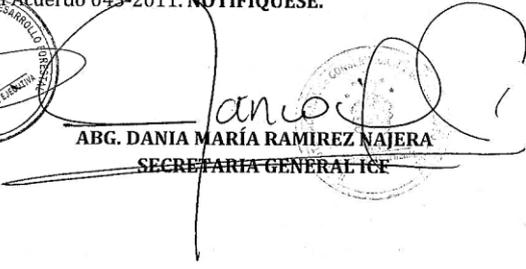
8. El Departamento de Vida Silvestre del ICF a través queda facultado para detener el desarrollo de la investigación en caso de incumplimiento de los objetivos propuestos en la solicitud o el incumplimiento de las disposiciones anteriores; según el artículo 41 del Acuerdo 045-2011.

9. El canon que debe cancelarse de conformidad con el siguiente cuadro:

ACTIVIDAD	PORCENTAJE DEL SALARIO MINIMO 2021, EN BASE A (L.8,211.30)	CANON
Investigación (Nacionales)	10%	L. 854.05
Colecta de Muestras (Nacionales)	5%	L. 424.02
<b>TOTAL</b>		<b>L. 1,281.07</b>

**SEGUNDO:** El Permiso de Investigación (Licencia), tiene vigencia de un (1) año a partir de la fecha de emisión de la Resolución según Acuerdo 045-2011. **NOTIFIQUESE.**

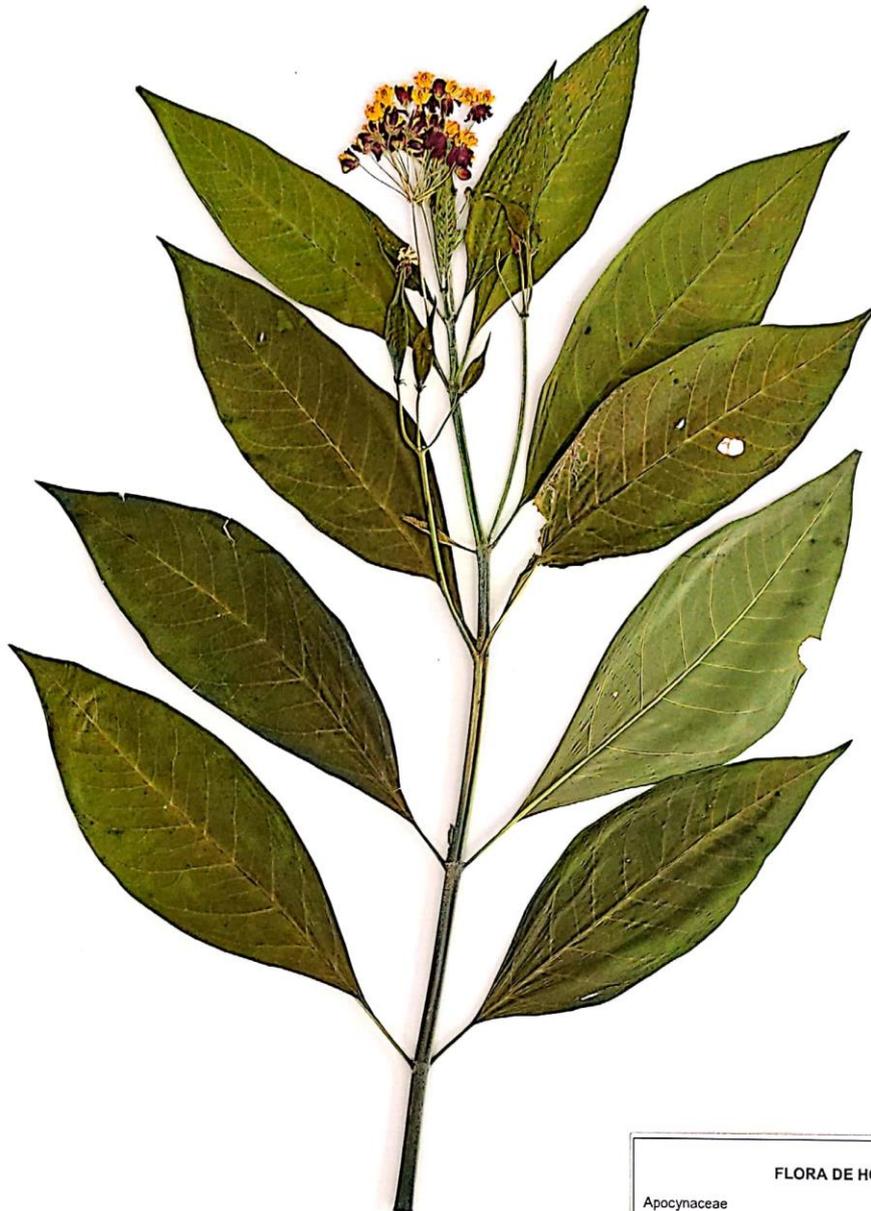
  
**ING. LUIS EDGARDO SOLIZ LOBO**  
DIRECTOR EJECUTIVO ICF

  
**ABG. DANIA MARÍA RAMÍREZ NAJERA**  
SECRETARÍA GENERAL ICF

Anexo 2. Material testigo.



HERBARIO  
CYRIL HARDY NELSON  
SUTHERLAND  
51 443



FLORA DE HONDURAS

Apocynaceae

*Asclepias curassavica* L.

Hierba erecta, con látex, hojas opuestas, corola roja, lóbulos de la corona amarillos y folículos erectos-fusiformes.

HONDURAS, YORO, municipio de Olanchito, desvío de Sococo, potreros, 15°26'16" N, 86°27'55" O, 122 msnm.

Usos: Es utilizada para tratar "la topa" o resfriado en el ganado, sus hojas y tallos molidos, se usan como rapé, para inducir el estornudo y expulsión de secreciones.

Fecha de colecta: 22 de Mayo, 2021.

Gabino Morales 03

Tesis de Maestría: "Estudio fitoquímico y toxicológico aplicado a especies vegetales no palatables que afectan al ganado bovino, en el municipio de Olanchito".

HERBARIO  
CYRIL HARDY NELSON  
SUTHERLAND  
51445



**FLORA DE HONDURAS**

Bignoniaceae

***Cydista aequinoctialis* (L.) Miers**

Liana, con hojas bifolioladas, zarcillos simples, hojas y tallos con olor aliáceo (parecido al ajo).

HONDURAS, YORO, municipio de Olanchito, aldea Agua Caliente, bosque seco tropical, 15°25' N, 86°53'46" O, 224 msnm.

Usos: Sus hojas expelen un olor aliáceo, que son utilizadas como condimento en sustitución del ajo, para sazonar carnes y frijoles.

Fecha de colecta: 15 de Mayo, 2021.

Gabino Morales 02

Tesis de Maestría: "Estudio fitoquímico y toxicológico aplicado a especies vegetales no palatables que afectan al ganado bovino, en el municipio de Olanchito".

HERBARIO  
CYRIL HARDY NELSON  
SUTHERLAND  
51446



**FLORA DE HONDURAS**

Malvaceae

*Melochia pyramidata* L.

Subar busto erecto, con hojas ovalado-lanceoladas, pétalos lilas y frutos en cápsula piramidal.

HONDURAS, YORO, municipio de Olanchito, aldea La Sabana, potreros, 15°26'55" N, 86°28'41" O, 135 msnm.

Fecha de colecta: 08 de Mayo, 2021.

Gabino Morales 01

Tesis de Maestría: "Estudio fitoquímico y toxicológico aplicado a especies vegetales no palatables que afectan al ganado bovino, en el municipio de Olanchito".

HERBARIO  
CYRIL HARDY NELSON  
SUTHERLAND  
51447



FLORA DE HONDURAS

Apocynaceae

*Rauvolfia tetraphylla* L.

Arbusto de 1.5 m de alto, con hojas en verticilo de 4, frutos globosos de color rojizo y con látex.

HONDURAS, YORO, municipio de Olanchito, aldea Campo Nuevo, potreros, 15°28'19" N, 86°21'21" O, 103 msnm.

Usos: El látex segregado por sus frutos, se aplica por vía tópica para tratar inflamaciones del párpado (orzuelos).

Fecha de colecta: 05 de Junio, 2021.

Gabino Morales 05

Tesis de Maestría: "Estudio fitoquímico y toxicológico aplicado a especies vegetales no palatables que afectan al ganado bovino, en el municipio de Olanchito".

HERBARIO  
CYRIL HARDY NELSON  
SUTHERLAND  
51448



FLORA DE HONDURAS

Verbenaceae

*Lantana urticifolia* Mill.

Arbusto de porte bajo, con espinas recurvadas, hojas opuestas, corola rojo-anaranjada y frutos globosos de color verde.

HONDURAS, YORO, municipio de Olanchito, zona bananera Barimasa, áreas perturbadas, 15°27'57" N, 86°30'55" O, 113 msnm.

Fecha de colecta: 26 de Junio, 2021.

Gabino Morales 06

Tesis de Maestría: "Estudio fitoquímico y toxicológico aplicado a especies vegetales no palatables que afectan al ganado bovino, en el municipio de Olanchito".

HERBARIO  
L. HARDY NELSON  
WUTHERLAND  
51449



FLORA DE HONDURAS

Euphorbiaceae

*Ricinus communis* L.

Arbusto de 2.5 m de alto, con hojas alternas, palmadamente lobuladas, paniculas terminales, flores apétalas y frutos capsulares, equinados.

HONDURAS, YORO, municipio de Olanchito, zona bananera Barimasa, vegetación riparia, 15°28'22" N, 86°31' O, 113 msnm.

Usos: El tamaño y el espesor de sus hojas sirven de sombra para viveros de café.

Fecha de colecta: 10 de Julio, 2021.

Gabino Morales 08

Tesis de Maestría: "Estudio fitoquímico y toxicológico aplicado a especies vegetales no palatables que afectan al ganado bovino, en el municipio de Olanchito".

HERBARIO  
CYRIL HARDY NELSON  
SUTHERLAND  
51450



FLORA DE HONDURAS

Asleraceae

*Parthenium hysterophorus* L.

Hierba común, arvense, con hojas basales arrosetadas, flores blancas, capitulescencia paniculada y redondeada.

HONDURAS, YORO, municipio de Olanchito, aldea El Carril, potreros, 15°27'18" N, 86°40'35" O, 162 msnm.

Usos: Es utilizada para reducir la tensión (hipotensora).

Fecha de colecta: 28 de Enero, 2022.

Gabino Morales 10

Tesis de Maestría: "Estudio fitoquímico y toxicológico aplicado a especies vegetales no palatables que afectan al ganado bovino, en el municipio de Olanchito".

HERBARIO  
CYRIL HARDY NELSON  
SUTHERLAND  
51454



**FLORA DE HONDURAS**

Amaranthaceae

*Amaranthus spinosus* L.

Hierba erecta, con tallo rojizo, espinas fuertes, hojas lanceoladas o rómbico ovadas, inflorescencias en espigas de glómérulos.

HONDURAS, YORO, municipio de Olanchito, aldea de Potrerillos, áreas perturbadas, 15°27'12" N, 86°31'24" O, 136 msnm.

Usos: La decocción de toda la planta, preparada como infusión, se utiliza como tratamiento contra el mal de orín.

Fecha de colecta: 21 de Enero, 2022.

Gabino Morales 09

Tesis de Maestría: "Estudio fitoquímico y toxicológico aplicado a especies vegetales no palatables que afectan al ganado bovino, en el municipio de Olanchito".

### Anexo 3. Formato de encuesta.

#### IDENTIFICACIÓN DE PLANTAS TÓXICAS QUE AFECTAN LA SALUD Y PRODUCTIVIDAD DEL GANADO BOVINO



**UNAH**  
UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE HONDURAS

MODELO: ENCUESTA ESTRUCTURADA  
ENTIDAD: PRODUCTORES PECUARIOS Y CAPORALES



Maestría en  
**Botánica**

Lugar de encuesta: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Buen día. Mi nombre es Andrés Gabino Morales Duarte, estudiante de la Maestría en Botánica, UNAH y estoy aquí con el objetivo de encuestarle para conocer su opinión y recibir sus comentarios sobre la incidencia de algunas plantas tóxicas identificadas en su propiedad y como estas pueden poner en riesgo la productividad de su finca ganadera. Cabe mencionar, que su participación es voluntaria, si existe alguna pregunta que no desea contestar puede decírmelo sin ningún problema. Si en algún momento es incómoda y no quiere continuar por favor me lo hace saber. Su respuesta será estudiada en conjunto. En caso de que mi pregunta no sea clara o desee una explicación adicional no dude en consultarme. Solicito su autorización para poder tomar notas y fotografías en la aplicación de la encuesta con el objetivo de no perder la información y analizarla posteriormente.

#### 1.) DATOS GENERALES

Nombre del productor: \_\_\_\_\_

Dirección exacta / ubicación de la finca: \_\_\_\_\_

Nombre de la finca: \_\_\_\_\_

Número de teléfono: \_\_\_\_\_ Coordinadas (UTM): \_\_\_\_\_

Altitud donde se encuentra la finca: \_\_\_\_\_ msnm. Topografía de la finca: a.) Plana \_\_\_\_ b.) Ondulado \_\_\_\_ c.) Ladera \_\_\_\_

Número total de plantas tóxicas colectadas: \_\_\_\_\_ Número total de bovinos: \_\_\_\_\_

Área total de la propiedad (mz): \_\_\_\_\_

#### INSTRUCCIONES:

A continuación, en el presente material, se ha elaborado una serie de preguntas abiertas, cuyo propósito es conocer la opinión del entrevistado y recabar información que a futuro será de gran utilidad para la confección del proyecto de investigación.

1. ¿Qué raza de ganado bovino tiene en su finca?

---

---

---

2. Usted como productor ¿A que llama "maleza", "yerbamala" o "mala hierba"?

---

---

---

3. ¿Cuántas malezas o malas hierbas reconoce Usted en su propiedad y como las distingue?

---

---

---

---

4. ¿Dónde alimenta su ganado?

- a.) Cerca del río       b.) Terrenos baldíos       c.) Establos       d.) Otros

Especifique:

---

---

---

---

5. ¿Su ganado ha reportado problemas de intoxicación debido al consumo de malezas o malas hierbas? Sí\_\_\_ No\_\_\_

En caso, de ser afirmativa su respuesta, indique el sitio donde ocurrió la intoxicación.

---

---

---

---

6. ¿Cómo las controla o evita que sean consumidas por su ganado?

---

---

---

7. ¿Durante que estación del año es afectado con mayor frecuencia su ganado: verano o invierno? ¿Por qué?

---

---

---

8. ¿Cómo sabe Usted, si una intoxicación ha sido provocada por el consumo de malezas o malas hierbas? Algún detalle en particular.

---

---

---

9. ¿Qué medidas toma como productor al momento de tratar una intoxicación, causada por el consumo de malezas o malas hierbas?

- a.) Utiliza remedios caseros       b.) Acude el veterinario       c.) Otros

Especifique:

---

---

---

---

10. Si una res se intoxica o muere, por consumir este tipo de malezas. ¿Cuánto es el costo que le genera la pérdida del animal?

---

---

---

11. ¿Conoce dentro de la comunidad algún caso en particular, relacionado con muerte o intoxicación de ganado, debido al consumo de malezas?

---

---

---

---

12. De estas malezas que afectan al ganado ¿Conoce algunos usos o propiedades medicinales que ayuden a combatir ciertos malestares?

---

---

---

De antemano, agradezco su colaboración y atención brindada, que ha sido de gran utilidad en mi proceso de formación profesional, como estudiante de Posgrado y futuro investigador.

**OBSERVACIONES:**

---

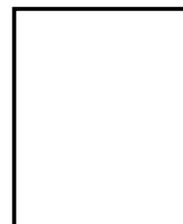
---

---

---

---

\_\_\_\_\_  
Firma del Entrevistado.



Huella digital

## **CAPÍTULO II**

### **IDENTIFICACIÓN DE FAMILIAS DE METABOLITOS SECUNDARIOS PRESENTES EN ESPECIES NO PALATABLES QUE AFECTAN AL GANADO BOVINO EN EL MUNICIPIO DE OLANCHITO, DEPARTAMENTO DE YORO**

## RESUMEN

El siguiente capítulo está basado en la identificación de familias de metabolitos secundarios presentes en diez especies no palatables que afectan al ganado bovino en el municipio de Olanchito. La selección de las especies, se llevó a cabo mediante el uso de encuestas dirigidas a operarios de fincas ganaderas, considerando entre sus criterios de inclusión, la nomenclatura vernácula y sus efectos tóxicos. Para la evaluación de los extractos, se empleó el protocolo del Grupo de Investigación de Productos Naturales. De las ocho familias botánicas, las cuales incluyeron un total de diez especies: 10 = presentan alcaloides, 3 = antraquinonas, 10 = cumarinas, 10 = flavonoides, 5 = glicósidos cardiotónicos, 7 = glicósidos cianogenéticos, 5 = saponinas y 8 = taninos. Estos resultados constituyen una base para la realización de nuevos estudios que aporten evidencia sobre la actividad biológica de estos extractos, responsables de la defensa química de este tipo de flora.

**Palabras clave:** ganado bovino, Olanchito, selección de especies, extractos, protocolo, familias de metabolitos secundarios.

## ABSTRACT

The following chapter is based on the identification of families of secondary metabolites present in ten non-palatable species that affect cattle in the municipality of Olanchito. The selection of the species was carried out through the use of surveys directed at livestock farm operators, considering among their inclusion criteria, the vernacular nomenclature and their toxic effects. For the evaluation of the extracts, the Natural Products Research Group protocol was used. Of the eight botanical families, which included a total of ten species: 10 = present alkaloids, 3 = anthraquinones, 10 = coumarins, 10 = flavonoids, 5 = cardiotonic glycosides, 7 = cyanogenetic glycosides, 5 = saponins and 8 = tannins. These results constitute a basis for carrying out new studies that provide evidence on the biological activity of these extracts, responsible for the chemical defense of this type of flora.

**Keywords:** cattle, Olanchito, species selection, extracts, protocol, families of secondary metabolites.

## I. INTRODUCCIÓN

Las plantas son sistemas complejos generadores de una gran variedad de compuestos bioactivos (Buitrago, 2023), que involucran a las distintas rutas metabólicas que tienen lugar en el citoplasma de las células vegetales y dan origen a la producción de metabolitos secundarios, considerados como subproductos del metabolismo primario (Klemencic Rubio, 2023). En este sentido, se ha propuesto denominar a los metabolitos secundarios como sustancias ecológicamente eficaces, ya que muchos de estos compuestos cumplen una función clave (protección frente a herbívoros y patógenos, atracción de polinizadores, entre otros) sin la cual la planta no completaría su ciclo vital (Roca Pérez, 2005).

Es evidente que la capacidad para fabricar estas sustancias químicas y retenerlas en sus tejidos resulta ser un paso evolutivo importante para las plantas y les proporciona una protección bioquímica contra muchos herbívoros (Granados-Sánchez *et al.*, 2008). Estos últimos, adoptan medidas mecánicas, bioquímicas y conductuales para contrarrestar las defensas de las plantas. Tanto la morfología como la fisiología de los herbívoros está adaptada para albergar simbiosis microbianas que aumentan la digestibilidad, reduciendo los polímeros de los tejidos vegetales y contribuyendo a la degradación de algunas fitotoxinas. Por ello, el tracto digestivo de los herbívoros principalmente el rumen posee una microbiota, que favorece el desdoblamiento de las fibras vegetales y la desintoxicación de los alelos químicos a través de la fermentación anaeróbica (Iason, 2005; Camacho-Escobar *et al.*, 2020).

Otra característica importante en la estrategia de defensa de las plantas es la distribución variable de los metabolitos secundarios en los diferentes tejidos vegetales, dependiendo de su valía para la planta, así como su redistribución según avanza el desarrollo fenológico (Price *et al.*, 1979; Johnson *et al.*, 1985; Makkar *et al.*, 1988, 1991). Las yemas en crecimiento de arbustos, las hojas jóvenes, los órganos reproductores y de dispersión y, en general, todas las partes en crecimiento anual, muestran una mayor concentración de metabolitos secundarios, o reactividad de éstos, a diferencia de los tejidos en senectud (Rhoades, 1979).

Una de las principales diferencias que presentan los metabolitos secundarios con relación a los primarios es su distribución en el reino vegetal (Ramos *et al.*, 1998; García, 2004). Cabe destacar, que la importancia de los metabolitos secundarios radica en la fisiología de las plantas y se les atribuye funciones de defensa, atracción o competencia espacial y funcionan como medio de interacción entre organismos de la misma o diferente especie. En los últimos años se ha incrementado el interés sobre su importancia ecológica, por ello se sistematiza parte del conocimiento fitocéntrico sobre estos compuestos, señalando el papel que tienen en las interacciones planta-herbívoro (González Esquinca y Castro Moreno, 2008).

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **A. Clasificación de metabolitos secundarios**

El término «*secundario*», se interpretaba en un principio como aquellas sustancias que tenían una menor importancia y muchas veces se les atribuyó la propiedad de productos de desecho del metabolismo primario. Esta idea ha sido gradualmente cambiada, ya que los metabolitos secundarios cumplen un papel esencial en la fisiología de la planta, la regulación del crecimiento, su desarrollo y la interacción con otros organismos (García, 2004), por lo que a partir de 1960 se han realizado investigaciones que han hecho evidente la importante función ecológica de muchos de ellos (Valdés y Balbín, 2000).

Sin embargo, la clasificación de los metabolitos secundarios varía según los criterios establecidos por diversos autores, estos incluyen la estructura química, biosíntesis, actividad biológica y su uso en la farmacología (Castillo Nieto, 2021). Una de las clasificaciones más aceptadas es la propuesta por Taiz & Zeiger (2002), que dividen a los metabolitos secundarios en tres clases principales: compuestos fenólicos (antraquinonas, cumarinas, flavonoides y taninos), compuestos nitrogenados (alcaloides, glicósidos cianogenéticos, entre otros) y terpenos (glicósidos cardiotónicos, saponinas).

Pérez-Alonso y Jiménez (2011), afirman que los metabolitos secundarios se agrupan en tres categorías principales según sus rutas metabólicas:

## **1. Compuestos fenólicos**

Los compuestos fenólicos constituyen una de las principales clases de metabolitos secundarios producidos en las plantas, donde desempeñan diversas funciones fisiológicas. Además de intervenir en el crecimiento y reproducción de las plantas, participan en procesos de defensa frente a patógenos, depredadores o radiación ultravioleta (Crozier *et al.*, 2006; Navarro González *et al.*, 2017). Asimismo, son responsables del color y las características sensoriales de las plantas y alimentos, por ejemplo, la astringencia de frutas y hortalizas (Peñarrieta *et al.*, 2014).

### **a. Antraquinonas**

Las antraquinonas son compuestos aromáticos polihidroxilados que derivan del antraceno. Están formadas por dos dicetonas insaturadas que, por reducción, se convierten en fenoles y cuentan con dos grupos cetona (Madrigal Rueda, 2017). Presentan diferentes grupos sustituyentes donadores de electrones, la cantidad y tipo de sustituyentes modifica el color, causando que a medida que aumenta el número de éstos, el color pase de amarillo claro a rojo, hasta llegar al negro, por lo cual pueden ser utilizadas como colorantes (Sánchez Aristizábal y Santa Castaño, 2009).

### **b. Cumarinas**

Las cumarinas se encuentran naturalmente en plantas superiores y también en microorganismos en forma de metabolitos secundarios. Se puede describir como una molécula de benceno con dos átomos de hidrógeno adyacentes reemplazados por una cadena similar a la lactona, formando un segundo heterociclo de seis miembros que comparte dos carbonos con el anillo de benceno. Sus derivados, que pueden ser naturales o sintéticos, son útiles en muchos campos del conocimiento y comúnmente son utilizado en la medicina, en forma de glicósidos (Raza Quiroz, 2023).

### **c. Flavonoides**

Los flavonoides constituyen aquellos compuestos orgánicos presentes en forma natural en las plantas, son responsables del color de las flores y frutas

(Raza Quiroz, 2023). El término flavonoide viene del latín «*flavus*», que significa amarillo, ya que muchos flavonoides purificados son de color amarillo (Peñarrieta *et al.*, 2014). Estos compuestos son sintetizados a partir de una molécula de fenilalanina y 3 de malonil-CoA, a través de lo que se conoce como «*ruta biosintética de los flavonoides*». Los flavonoides son una familia muy diversa de compuestos, aunque todos los productos finales se caracterizan por ser polifenólicos y solubles en agua (Lara Sandoval, 2009).

#### **d. Taninos**

Los taninos son sustancias de origen vegetal, se caracterizan por su capacidad de desnaturalizar a las proteínas (Lara Sandoval, 2009). El nombre tanino se refiere al proceso de curtido en el que se convierte la piel de los animales en cuero. Originalmente, los taninos extraídos de las plantas fueron utilizados para dicho proceso hasta que fueron reemplazados por minerales durante el siglo pasado. Los taninos están presentes en hojas, frutos y cortezas. Se encuentran en las agallas del roble (*Quercus* sp.), el castaño (*Castanea* sp.), entre otros. Estos compuestos complejos son parte de la protección de las plantas contra las infecciones y los herbívoros (Vermerris & Nicholson, 2006; Peñarrieta *et al.*, 2014).

## **2. Compuestos nitrogenados**

Son biomoléculas que contienen nitrógeno, y en ocasiones, suelen ser tóxicos o producir efectos farmacológicos a nivel sistémico (Rosas Becerril, 2018).

#### **a. Alcaloides**

Los alcaloides constituyen uno de los grupos más diversos de metabolitos secundarios encontrados en los organismos vivos, que han sido aislados tradicionalmente de las plantas, de las cuales solo el 20% los contienen (De Luca & St. Pierre, 2000). Además, los alcaloides son un grupo de compuestos orgánicos nitrogenados débilmente alcalinos, poseen una complejidad molecular moderada que produce varios efectos fisiológicos en el cuerpo y pueden ser altamente tóxicos o nocivos (Cipriani y Rivera, 2009). Sin embargo, una gran cantidad de alcaloides, han sido empleados en la medicina, y muchos de ellos, aún son prominentes fármacos (Loyola-Vargas *et al.*, 2004).

## **b. Glicósidos cianogénicos**

Los glicósidos cianogénicos son compuestos que sufren hidrólisis por acción de la  $\beta$ -glicosidasa dando origen al ácido cianhídrico (HCN). Este ácido se produce cuando las hojas de la planta sufren alguna ruptura y los glicósidos cianogénicos contenidos en las vacuolas citoplasmáticas, se liberan y entran en contacto con las enzimas hidrolíticas que se encuentran en la pared celular (Pagano y Rosso, 2000; Torrico *et al.*, 2003). Sin embargo, el ácido cianhídrico actúa como una toxina de rápida acción, que es un potente inhibidor de la función mitocondrial, cuando se combina con las metaloproteínas del sistema de transporte de electrones en la cadena respiratoria, inhibiendo a la enzima citocromo *c* oxidasa (Henning y Yordaz, 2013).

## **3. Terpenos**

La palabra terpeno se deriva del vocablo inglés «*turpentine*», traducido al español «*trementina*», que hace referencia a las resinas aromáticas producidas por algunas especies de coníferas (Torossi Baudino, 2021). Los terpenos son productos naturales derivados de unidades de isopreno. Todos los terpenos son una fusión de unidades ramificadas de cinco carbonos basadas en el esqueleto de isopentano (Duque Ortiz, 2019). Los terpenos, pueden encontrarse en fuentes vegetales libres o formando glicósidos (especialmente triterpenos) que constituyen a las saponinas (Macías Villamizar *et al.*, 2010).

### **a. Glicósidos cardiotónicos**

Los glicósidos cardiotónicos constituyen un grupo de principios activos presentes en ciertas plantas con gran efecto farmacológico a nivel del aparato digestivo y principalmente sobre el corazón. Poseen la propiedad farmacológica de inhibir la bomba de sodio-potasio ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  ATPasa), con la resultante depleción del potasio intracelular e incremento de la calemia (presencia excesiva de potasio en la sangre). A dosis bajas tienen un efecto terapéutico en el corazón, aumentando la fuerza de contracción y disminuyendo la frecuencia cardíaca. Con dosis más elevadas se registra un detrimento progresivo de la conductividad eléctrica del corazón, causando actividad cardíaca irregular que conlleva al cese de las funciones vitales (Zeinsteger *et al.*, 2009).

## **b. Saponinas**

Las saponinas son un conjunto de metabolitos secundarios distribuidos ampliamente en el reino vegetal. Su función fisiológica está implicada en la defensa contra patógenos y herbívoros (Cheok *et al.*, 2014). La palabra saponina, proviene del latín «*sapo*» que significa jabón o sustancia que produce espuma (Juang y Liang, 2020). Es por esto, que tradicionalmente las saponinas han sido empleadas como detergentes naturales, por su capacidad de reducir la tensión superficial y generar espuma al contacto con el agua (Góngora-Chi *et al.*, 2022).

## **III. ANTECEDENTES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **A. Antecedentes**

Desde tiempos remotos, los estudios fitoquímicos se han centrado en aquellas especies que mantienen una relación más estrecha con el hombre y, por tanto, se basan en la determinación cualitativa y cuantitativa de sus componentes mediante el uso de técnicas de tamizaje, así como el aislamiento y caracterización de sus estructuras, que constituyen los principios activos de las plantas (Méndez Santos y Castellanos Pérez, 1996-1997).

Hasta la fecha, existen pocos reportes relacionados con la composición química de la flora tóxica centroamericana. De lo expresado, se puede inferir que las contribuciones mencionadas, dan una idea clara de los principales fitoconstituyentes identificados en las especies estudiadas.

Sáenz (1964), realizó un informe preliminar orientado al análisis alcaloidal y cromatográfico de las hojas de *Melochia pyramidata* L., con la finalidad de evaluar los efectos tóxicos de la meloquinina, agente responsable de la parálisis del tren posterior en bovinos; cuya fracción fue inoculada en cinco ratones de prueba, para determinar su letalidad. Breuer *et al.* (1982), estudiaron la interacción del anillo de piridona presente en la meloquinina, que se asemeja a la estructura de la piericidina A, que actúa como inhibidor de la cadena respiratoria mitocondrial, provocando un efecto antagonista en los canales de  $Ca^{2+}$ , lo cual desencadena la aparición de un síndrome patológico en los bovinos denominado «*derrengue*».

Méndez Santos y Castellanos Pérez (1996-1997), realizaron una revisión que detalla la presencia de doce grupos de metabolitos primarios en especies cubanas de la Tribu *Lantaneae* (Verbenaceae) incluyendo en su listado, a *Lantana urticifolia* Mill. De esta planta fotosensibilizante, se han aislado y caracterizado algunos compuestos derivados del grupo amino, esteroides y triterpenos, estos últimos contienen lantadeno A y B, de los cuales el primero es el causante de la dermatitis fotodinámica en vacunos.

Actualmente en Honduras, no se dispone de datos que detallen la caracterización fitoquímica de las especies seleccionadas. Sin embargo, la carencia de información en las bases de datos consultadas, motivan la realización del presente trabajo constituyéndose en un aporte al estudio de la flora tóxica hondureña.

## **B. Planteamiento del problema**

En Honduras, especialmente en el municipio de Olanchito no se dispone de un listado taxonómico que dedique una atención particular al estudio de la flora tóxica de interés pecuario. A pesar, de ser una zona dedicada tradicionalmente a la producción ganadera, las intoxicaciones provocadas por este grupo de plantas permanecen como hechos aislados; solamente cuando ocurren muertes masivas, los dueños del ganado se preocupan por investigar a fondo los motivos reales de los decesos, tal como se evidenció con la información obtenida a través del instrumento (Capítulo I, Anexo 3); dado que la prevalencia de estos ataques es común en sitios sobrepastoreados, que constituyen un riesgo para las actividades de pastoreo como principales focos de intoxicación.

## **IV. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

A. Objetivos generales:

- Realizar el tamizaje fitoquímico de diez muestras de origen vegetal recolectadas en fincas ganaderas pertenecientes al municipio de Olanchito.
- Obtener los extractos, a partir del material vegetal recolectado utilizando como solvente etanol al 95%.

## B. Objetivos específicos:

- Identificar a nivel cualitativo, las familias de metabolitos secundarios presentes/ausentes en las muestras recolectadas mediante el desarrollo de un protocolo de análisis fitoquímico.
- Obtener los extractos etanólicos de las diez muestras vegetales para su posterior análisis, con el fin de evaluar su actividad tóxica.

## V. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

En el presente trabajo de investigación, se pretende responder la siguiente interrogante descrita a continuación:

1. ¿Cuáles son las familias de metabolitos secundarios presentes/ausentes en las muestras analizadas?

## VI. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Área de estudio

El estudio se realizó en fincas productoras de leche pertenecientes al municipio de Olanchito, departamento de Yoro, República de Honduras (mapa de la Fig. 1, Capítulo I, sección VI, inciso A). Ubicado en la región agroindustrial del norte del país (15°29'00" N, 86°35'00" O), posee una extensión territorial de 2069.4 km<sup>2</sup> (García Gómez, 2018). Limita al norte por la cordillera de Nombre de Dios, al sur por la meseta de la Esperanza prolongación de la sierra de Sulaco y en el centro por la parte alta y media del Valle del Aguán (Plan Estratégico de Desarrollo Municipal 2004-2020, s.f.).

### B. Tipo y diseño de investigación

El método científico, su tipo es básico. El nivel es descriptivo-observacional: cuando los datos son utilizados con una finalidad descriptiva, transversal, se analiza el fenómeno en una sola ocasión. Y observacional, cuando el factor de estudio no es controlado por el investigador y se limita a observar y medir (Lavado Morales *et al.*, 2021).

## **C. Material vegetal**

### **1. Recolección e identificación taxonómica**

El material vegetal utilizado en el presente estudio se recolectó entre mayo del 2021 a febrero del 2022, en terrenos de tenencia privada localizados en las zonas rurales del municipio de Olanchito, en elevaciones de 103-224 m s. n. m. La selección de las especies, se llevó a cabo mediante el uso de encuestas dirigidas a operarios de fincas ganaderas, considerando entre sus criterios de inclusión, la nomenclatura vernácula de los especímenes botánicos y sus efectos tóxicos en la salud de los rumiantes. Basado en los indicadores de las encuestas, se seleccionaron diez muestras vegetales. Se prepararon como ejemplares de herbario, tomando en cuenta, la identificación correcta del material y su depósito con su número de colección registrado por el herbario Cyril Hardy Nelson Sutherland (TEFH).

### **2. Procesamiento del material vegetal**

Los órganos de las especies seleccionadas (tallos, hojas, flores y frutos), se lavaron con abundante agua potable y se secaron a la sombra (Dueñas Rivadeneira *et al.*, 2014). Durante el secado, el material vegetal se colocó en bandejas desechables de aluminio protegidas por una malla de sombreo, para regular la incidencia de luz solar y así, evitar la degradación térmica de los compuestos termolábiles.

Consecutivamente, se procedió a pesar el material vegetal, en un intervalo de 24 horas, detectando algunas reducciones en el tamaño original de las estructuras, a causa de la pérdida de agua. Este procedimiento se realizó hasta obtener un peso constante del material desecado (Tanko *et al.*, 2005; Dueñas Rivadeneira *et al.*, 2014).

Una vez establecido el peso, se determinó un aproximado entre 250-400 g de droga seca de cada una de las muestras colectadas, considerando para su selección, el buen estado del material vegetal y el descarte de aquellas estructuras con daño mecánico o con signos de enfermedad (Lavado Morales *et al.*, 2021).

Después de establecer el secado y el peso de cada una de las muestras, la droga seca se trituró en un molino manual para granos (Fig. 1), con el propósito de facilitar el rompimiento de los tejidos hasta convertirla en un sólido pulverulento, de tamaño uniforme, que fue almacenado y conservado en una bolsa de plástico sellada herméticamente hasta su utilización (Dueñas Rivadeneira *et al.*, 2014).



**Figura 1.** Procesamiento del material vegetal. **A.** Lavado y escurrimiento; **B.** Malla de sombreo (protector); **C.** Peso fresco (*M. pyramidata*); **D.** Droga seca; **E.** Posicionamiento del material vegetal en la tolva del molino; **F.** Molienda; **G.** Determinación del peso y embalaje. Fotografías tomadas por: Andrés G. Morales.

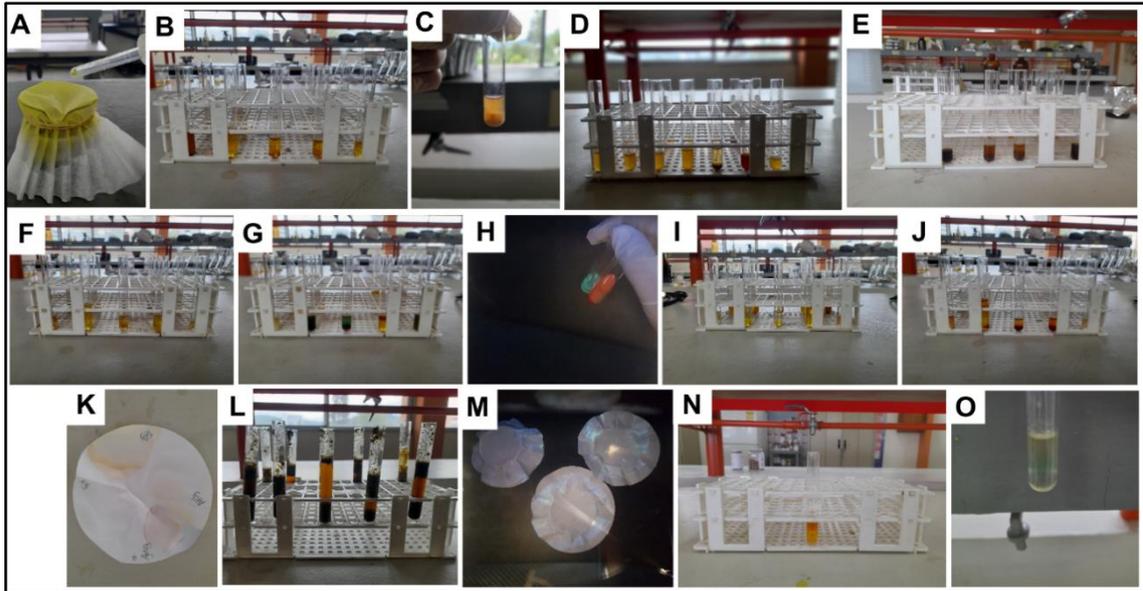
## D. Tamizaje fitoquímico

### 1. Entorno

Previo al análisis, la droga seca fue trasladada al Laboratorio 418 ubicado en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH). Los ensayos fitoquímicos se efectuaron en el período comprendido entre julio y agosto del 2022.

### 2. Intervenciones

Para la realización del tamizaje fitoquímico se empleó el protocolo perteneciente al Grupo de Investigación de Productos Naturales basado en las metodologías y pruebas cualitativas para la determinación de las familias de metabolitos secundarios presentes/ausentes en cada muestra (Fig. 2).



**Figura 2.** Pruebas químicas de identificación. **A.** Reactivo de Grignard = glicósidos cianogénéticos; **B.** Reacción de Bornträger = antraquinonas; **C.** Reactivo de Bertrand = precipitado color crema (alcaloides); **D.** Reactivo de Bouchardat, Dragendorff, Hager, Mayer, Wagner = alcaloides; **E.** Formaldehído + HCl concentrado, Gelatina al 1% + NaCl, HCl concentrado + calor,  $\text{FeCl}_3$  al 1% = taninos; **F.**  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado = color amarillo intenso (flavonoides); **G.**  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_3\text{BO}_3$  = coloración verdosa (flavonoides); **H.** Espectro de luz UV = fluorescencia verdosa (flavonoides,  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_3\text{BO}_3$ ); **I.** Reacción con álcali = color amarillo (flavonoides); **J.** Reacción de Shinoda = color rojo o carmesí (flavonoides); **K.** Reacción en gotas sobre papel filtro ( $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{NH}_3$ ) = flavonoides; **L.** Prueba de espuma = saponinas; **M.** Prueba de fluorescencia = cumarinas; **N.** Prueba de Baljet = coloración naranja-roja (glicósidos cardiotónicos); **O.** Prueba de Liebermann–Burchard = anillo de coloración azulada (glicósidos cardiotónicos). Fotografías tomadas por: Andrés G. Morales.

### a. Glicósidos cianogénéticos

#### — Reactivo de Grignard

**Procedimiento.** Se pesaron 10 g de droga seca proveniente de cada muestra y se colocaron en un vaso de precipitado, luego se le adicionó agua destilada hasta cubrir la muestra, sellándola con papel filtro previamente tratado con el reactivo de Grignard (4 gotas de ácido pícrico al 1 % + 4 gotas de carbonato de sodio al 10 %) y se dejó reposar por 24 horas, produciendo un color amarillo o naranja rojizo (Solís *et al.*, 2003; Piura *et al.*, 2015).

## **b. Antraquinonas**

### **— Reacción de Bornträger**

**Procedimiento.** Se pesó 1 g de droga seca proveniente de cada muestra y se depositó de forma separada, en un crisol. Seguidamente se calcinó la muestra para favorecer la sublimación de las antraquinonas, luego el sublimado se recolectó con benceno (2 lavadas con 2mL) y se le adicionó hidróxido de sodio al 10 % (8 gotas), observándose una capa acuosa de color rojo y sirviendo como indicador para determinar la presencia de antraquinonas en las muestras tratadas (Solís *et al.*, 2003; Castro *et al.*, 2015).

## **c. Alcaloides**

**Fundamento.** Se tomaron 10 mL de extracto total en etanol, se colocaron en una plancha caliente hasta sequedad del solvente (Arrieta García *et al.*, 2018). Luego, se llevó a filtración hasta obtener 6 mL del extracto, trasvasando 1 mL a cada tubo de ensayo en correlación a las pruebas establecidas (Bertrand, Bouchardat, Dragendorff, Hager, Mayer y Wagner) para la determinación preliminar de alcaloides.

### **— Reactivo de Bertrand o de ácido silicotúngstico**

**Procedimiento.** Se añadió a un tubo de ensayo limpio y seco, 1 mL de extracto etanólico proveniente de cada muestra y se le adicionó 3 gotas de ácido silicotúngstico (Merino Tovar y Pérez Ruiz, 2019). La presencia de alcaloides resultó positiva, para aquellas muestras donde se detectó la formación de un precipitado blanco o de color crema (Solís *et al.*, 2003; Piura *et al.*, 2015).

### **— Reactivo de Bouchardat**

**Procedimiento.** Se agregó a un tubo de ensayo, 1 mL del extracto etanólico proveniente de cada muestra y se le adicionaron 3 gotas del reactivo de Bouchardat (Guerrero *et al.*, s.f.). La prueba resultó positiva para alcaloides, en aquellas muestras que revelaron la formación de un precipitado de color pardo-oscuro (Solís *et al.*, 2003; Núñez *et al.*, 2015).

### **— Reactivo de Dragendorff**

**Procedimiento.** Se adicionaron 3 gotas del reactivo de Dragendorff a cada una de las soluciones elaboradas con los extractos etanólicos provenientes de

cada muestra vegetal (García-Granados *et al.*, 2019). La presencia de alcaloides resultó positiva, para aquellas muestras donde se detectó la formación de un precipitado de color naranja (Solís *et al.*, 2003; Piura *et al.*, 2015).

— **Reactivo de Hager**

**Procedimiento.** Se agregaron 3 gotas de ácido pícrico a cada una de las soluciones elaboradas con los extractos etanólicos provenientes de cada muestra vegetal (García-Granados *et al.*, 2019). La presencia de alcaloides resultó positiva, para aquellas muestras donde se detectó la formación de un precipitado de color amarillo (Solís *et al.*, 2003; Núñez *et al.*, 2015; Piura *et al.*, 2015).

— **Reactivo de Mayer**

**Procedimiento.** Se añadieron 3 gotas del reactivo de Mayer a cada una de las soluciones elaboradas con los extractos etanólicos provenientes de cada muestra vegetal (García-Granados *et al.*, 2019). La formación de turbidez o precipitado de color crema indicó la presencia de alcaloides (Solís *et al.*, 2003; Núñez *et al.*, 2015).

— **Reactivo de Wagner**

**Procedimiento.** Se agregaron 3 gotas del reactivo de Wagner a cada una de las soluciones elaboradas con los extractos etanólicos provenientes de cada muestra vegetal (García-Granados *et al.*, 2019). Esta prueba de alcaloides resultó positiva al virar la solución a un color marrón-rojizo (Solís *et al.*, 2003; Núñez *et al.*, 2015; Piura *et al.*, 2015).

**d. Taninos**

**Fundamento.** La determinación de taninos en el análisis fitoquímico se basó en la propiedad de estos compuestos de producir precipitados (Monsalve Marín y Echeverry Betancur, 2006) que derivan de las reacciones detectadas en las distintas muestras vegetales, como resultado de los ensayos fitoquímicos descritos a continuación:

— **Prueba de formaldehído + ácido clorhídrico concentrado (HCl)**

**Procedimiento.** Se pesaron 10 g de droga seca proveniente de cada muestra y se depositaron en un matraz Erlenmeyer de 250 mL, agregándole 10 mL de

etanol al 95%. A la mezcla resultante se le adicionaron 100 mL de agua destilada, llevándola a evaporación hasta obtener 10 mL y se procedió a su filtrado. Luego se tomó 1 mL del filtrado en un tubo de ensayo y se añadieron 1 mL de ácido clorhídrico concentrado (HCl), 2 mL de formaldehído y se calentó a ebullición durante 30 minutos (Torres Ramos *et al.*, 2014). La formación de un precipitado globular de color rojizo, reveló la presencia de taninos condensados pertenecientes a la clase catéquica (Solís *et al.*, 2003; Núñez *et al.*, 2015; Colina Ramos, 2016).

#### — Prueba de precipitación con gelatina

**Procedimiento.** En un tubo de ensayo, se agregó una alícuota del extracto etanólico (1 mL) proveniente de cada muestra. Luego se adicionaron 3 gotas de una solución de gelatina al 1% y cloruro de sodio al 10 %. La aparición de turbidez o formación de un precipitado color pajizo (crema), confirmó la presencia de taninos (Solís *et al.*, 2003; Núñez *et al.*, 2015).

#### — Reacción de ácido clorhídrico concentrado + calor

**Procedimiento.** En un tubo de ensayo, se agregó una alícuota del extracto etanólico (1 mL) proveniente de cada muestra. Luego se añadió 1 mL de ácido clorhídrico concentrado y se calentó a ebullición por 5 minutos (Macías Sánchez, 2001). La aparición de una coloración rojiza reveló la presencia de taninos condensados (Solís *et al.*, 2003; Núñez *et al.*, 2015).

#### — Solución de cloruro férrico (FeCl<sub>3</sub>) o cloruro de hierro (III)

**Procedimiento.** Se pesaron 10 g de droga seca proveniente de cada muestra y se adicionaron 100 mL de agua destilada, la mezcla se llevó a evaporación hasta obtener 10 mL y se procedió a su filtrado. Luego se tomó 1 mL del filtrado en un tubo de ensayo y se agregaron 3 gotas de solución de cloruro férrico al 1% (Solís *et al.*, 2003; Castro *et al.*, 2015). La aparición de una coloración negra-azulada indicó la presencia de taninos pertenecientes a los derivados del ácido pirogálico (Colina Ramos, 2016).

### e. Flavonoides

**Fundamento.** Para la determinación de flavonoides, se empleó el protocolo perteneciente al Grupo de Investigación de Productos Naturales, que establece las siguientes reacciones:

#### — **Reacción con ácido sulfúrico concentrado**

**Procedimiento.** Se tomó una alícuota del extracto etanólico (1 mL) proveniente de cada muestra. Luego se añadió 1 ml de ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4$ ) a las fracciones correspondientes. La prueba se consideró positiva, al virar la solución a un color amarillo intenso (Solís *et al.*, 2003; Aguilar Ovando, 2007; Núñez *et al.*, 2015).

#### — **Reacción con ácido sulfúrico concentrado + ácido bórico**

**Procedimiento.** Se tomó una alícuota del extracto etanólico (1 mL) proveniente de cada muestra. Luego se adicionó 1 ml de ácido sulfúrico concentrado y 2 mg de ácido bórico en polvo ( $H_3BO_3$ ) y se dejó en reposo. Finalmente, cada tubo por separado, fue sometido a la luz UV. Esta prueba resultó positiva, al detectarse la aparición de fluorescencia amarillo-verdosa (Solís *et al.*, 2003; Aguilar Ovando, 2007; Núñez *et al.*, 2015).

#### — **Reacción con álcali**

**Procedimiento.** En un tubo de ensayo, se adicionó una pequeña cantidad del extracto etanólico proveniente de cada muestra. Luego se agregó 1 mL de hidróxido de potasio (KOH), que actúa en la solución como agente basificador. La prueba se consideró positiva, al virar la solución a un color amarillo (Solís *et al.*, 2003; Piura *et al.*, 2015).

#### — **Reacción de Shinoda**

**Procedimiento.** Se tomó una alícuota del extracto etanólico (1 mL) proveniente de cada muestra. Luego se añadió 1 mL de ácido clorhídrico concentrado y 0.1 g de magnesio en polvo (Mg). Al terminar la reacción se le adicionó etanol al 95% y se agitó, para facilitar la separación de las fases, mediante un embudo de decantación. La aparición de colores que varían entre rojo a carmesí, revelaron la existencia de flavonoides en las muestras (Paján L. *et al.*, 2002; Solís *et al.*, 2003; Núñez *et al.*, 2015).

#### — **Reacción en gotas sobre papel filtro**

##### ■ **Solución de cloruro de aluminio ( $AlCl_3$ )**

**Procedimiento.** Se tomó una pequeña cantidad del extracto etanólico proveniente de cada muestra, utilizando un capilar. Luego se impregnó el papel

filtro, adicionando unas cuantas gotas de solución de cloruro de aluminio y se dejó en reposo. La prueba resultó positiva para flavonoides, al detectarse la presencia de un color amarillo (Solís *et al.*, 2003; Piura *et al.*, 2015).

#### **Solución de cloruro férrico (FeCl<sub>3</sub>)**

**Procedimiento.** Se tomó una pequeña cantidad del extracto etanólico proveniente de cada muestra, utilizando un capilar. Luego se impregnó el papel filtro, adicionando unas cuantas gotas de solución de cloruro férrico y se dejó en reposo. Esta prueba resultó positiva, al virar la solución a un color amarillo o azul negro (Solís *et al.*, 2003; Piura *et al.*, 2015).

#### **Solución de nitrato de plata (AgNO<sub>3</sub>)**

**Procedimiento.** Se tomó una pequeña cantidad del extracto etanólico proveniente de cada muestra, utilizando un capilar. Luego se impregnó el papel filtro, adicionando unas cuantas gotas de solución de nitrato de plata y se dejó en reposo. Esta prueba resultó positiva, al virar la solución a un color rosa claro o marrón oscuro (Solís *et al.*, 2003; Piura *et al.*, 2015).

#### **Vapores de amoníaco (NH<sub>3</sub>)**

**Procedimiento.** Se tomó una pequeña cantidad del extracto etanólico proveniente de cada muestra, utilizando un capilar. Luego se impregnó el papel filtro, tras ser expuesto a los vapores de amoníaco y se dejó reposar por unos minutos. La prueba resultó positiva para flavonoides, al detectarse la presencia de un color amarillo (Solís *et al.*, 2003; Piura *et al.*, 2015).

### **f. Saponinas**

#### **— Prueba de espuma**

**Procedimiento.** Se pesó 1 g de droga seca proveniente de cada muestra y se le adicionó suficiente cantidad de agua hasta cubrir la muestra. Luego se filtró la mezcla y se trasvasó a un tubo de ensayo (aproximadamente 1mL), donde se agitó vigorosamente durante 30 segundos y se dejó reposar por 10 minutos, repitiendo nuevamente este paso y acortando el tiempo de reposo (3 minutos). Esta prueba se consideró positiva, al formarse el sobrenadante (espuma), indicando de forma presuntiva, la presencia de saponinas en la muestra (Solís *et al.*, 2003).

## **g. Cumarinas**

### **— Prueba de fluorescencia**

**Procedimiento.** En un vaso de precipitado, se añadieron 10 mL de extracto etanólico proveniente de cada muestra. Seguidamente el extracto se sometió a evaporación total en plancha, cubriendo el vaso de precipitado con papel filtro tratado previamente con hidróxido de sodio al 10 %. Las cumarinas identificadas en el papel filtro exhibieron una fluorescencia verde-azulada debido a su exposición a la luz UV (Solís *et al.*, 2003; Castro *et al.*, 2015; Flores *et al.*, 2015).

## **h. Glicósidos cardiotónicos**

### **— Prueba de Baljet**

**Procedimiento.** En un tubo de ensayo, se agregó 1 mL del extracto etanólico proveniente de cada muestra. Luego se adicionaron 4 gotas del reactivo de Baljet (2 gotas de la solución de ácido pícrico al 1% en etanol y 2 gotas de hidróxido de sodio al 10%) en cada pieza de ensayo (García-Granados *et al.*, 2019). Un cambio de coloración de naranja a rojo reveló la presencia de lactonas sesquiterpénicas (Solís *et al.*, 2003).

### **— Prueba de Liebermann–Burchard**

**Procedimiento.** En un tubo de ensayo, se agregó una pequeña cantidad del extracto etanólico proveniente de cada muestra. Luego se adicionaron 2 mL de anhídrido acético, 2 mL de cloroformo y se enfrió a 0 °C (Foy Valencia *et al.*, 2005). Posteriormente, se añadieron 2 gotas de ácido sulfúrico concentrado, por medio de las paredes de los tubos de ensayo (García-Granados *et al.*, 2019). La prueba se consideró positiva, al observarse la formación de un anillo de coloración azulada, que indicó la presencia de fitoesteroles. Esta reacción se hizo visible al transcurrir 40 minutos (Solís *et al.*, 2003).

## **3. Determinación de reacciones de coloración y precipitación**

Las reacciones de caracterización por coloración o precipitación son simples, rápidas y se puede utilizar un patrón (Miranda Martínez, 2002). Esto tiene como ventaja comparar el color que produce una solución a la que se le asignó su reactivo, para ser empleado de forma específica en cada prueba (cuadro 1). Sin embargo, las reacciones de precipitación se caracterizan por la formación de un

producto insoluble, que tiende a precipitar, esto es debido al elevado peso molecular que concentra la solución (Leiva Pereda y Leyva Pereda, 2012).

**Cuadro 1.** Pruebas utilizadas para la identificación de metabolitos secundarios.

<b>Grupos de Metabolitos Secundarios</b>	<b>Prueba Química</b>	<b>Coloración o Precipitado</b>
a. Glicósidos cianogenéticos	Grignard	Color amarillo o naranja-roja
b. Antraquinonas	Bornträger	Capa acuosa de color rojo
c. Alcaloides	Bertrand	Precipitado de color crema
	Bouchardat	Precipitado de color pardo-oscuro
	Dragendorff	Precipitado de color naranja
	Hager	Precipitado color amarillo
	Mayer	Precipitado de color crema
	Wagner	Precipitado de color marrón-rojizo
d. Taninos	Formaldehído + HCl concentrado	Precipitado de color rojizo
	Gelatina al 1% + NaCl	Precipitado color pajizo
	HCl concentrado + calor	Coloración rojiza
e. Flavonoides	FeCl <sub>3</sub> al 1%	Coloración negra-azulada
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> concentrado	Color amarillo intenso
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> concentrado + H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	Fluorescencia amarillo-verdosa
	Álcali	Color amarillo
	Shinoda	Color rojo o carmesí
	Solución de AlCl <sub>3</sub>	Color amarillo
f. Saponinas	Solución de FeCl <sub>3</sub>	Color amarillo o azul negro
	Solución de AgNO <sub>3</sub>	Color rosa claro o marrón
	Vapores de NH <sub>3</sub>	Color amarillo
	Espuma	Formación de espuma que persista por más de 10 minutos
	Fluorescencia	Fluorescencia verde-azulada
g. Cumarinas	Baljet	Coloración naranja-roja
h. Glicósidos cardiotónicos	Liebermann–Burchard	Coloración azulada

**Fuente:** Ramos Briceño y Forero Castañeda (2016), modificado por el autor.

#### **4. Preparación de los extractos para el estudio toxicológico**

Tal como se muestra (Fig. 1), el material vegetal fue lavado con agua potable, con el fin de retirar el exceso de tierra acumulada en las partes aéreas. Seguidamente se sometió a un proceso de secado bajo sombra por un período de 3 a 4 semanas. El material seco se trituró en un molino, previo a su almacenamiento en bolsas plásticas herméticas; cada empaque fue pesado y rotulado.

De las muestras pulverizadas, se tomaron 100 g de cada especie y fueron depositadas por separado en un matraz Erlenmeyer de 250 mL, se les adicionaron 150 mL de etanol al 95% (grado analítico) y se sellaron para evitar la evaporación del solvente durante la extracción (Treviño *et al.*, 2012). Luego se dejaron en baño ultrasónico y agitación magnética constante en un lapso de 45 minutos. Al transcurrir el tiempo de extracción, el solvente se separó mediante filtración. Se verificó que el filtrado no presentará impurezas (restos vegetales). El filtrado se mantuvo bajo refrigeración durante un período de 24 horas. Luego se transfirió a un balón de fondo redondo y se evaporó hasta sequedad en un rotaevaporador a 40 °C y 60 rpm, con el propósito de obtener un extracto libre de solvente y completamente seco para su posterior uso.

#### **VII. RESULTADOS**

A continuación, se indican los resultados del análisis fitoquímico de las muestras vegetales examinadas en el laboratorio mediante la aplicación de pruebas cualitativas, cuyas reacciones (cambios de coloración o formación de precipitados) intervienen en la determinación de algunos criterios de evaluación basados en la presencia/ausencia (+/-) de los fitoconstituyentes almacenados en los distintos órganos de las especies estudiadas. Cabe señalar, que los datos fueron recolectados en una ficha *ad hoc* y presentados de forma descriptiva en este apartado (cuadro 2).

**Cuadro 2.** Familias de metabolitos secundarios presentes/ausentes (+/-) en el extracto etanólico de las especies en estudio.

Familias de Metabolitos Secundarios	Pruebas Químicas	<i>A. spinosus</i>	<i>A. curassavica</i>	<i>C. cortesianus</i>	<i>C. aequinoctialis</i>	<i>L. urticifolia</i>	<i>M. pyramidata</i>	<i>P. hysterophorus</i>	<i>P. alliacea</i>	<i>R. tetraphylla</i>	<i>R. communis</i>
Glicósidos cianogénéticos	Grignard	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-
Antraquinonas	Bornträger	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+
Alcaloides	Bertrand	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Bouchardat	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-
	Dragendorff	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	Hager	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-
	Mayer	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+
	Wagner	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-
Taninos	Formaldehído + HCl concentrado	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-
	Gelatina al 1% + NaCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	HCl concentrado + calor	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
	FeCl <sub>3</sub> al 1%	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+
Flavonoides	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> concentrado	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> concentrado + H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+
	Álcali	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+
	Shinoda	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
	Solución de AlCl <sub>3</sub>	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+
	Solución de FeCl <sub>3</sub>	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+
	Solución de AgNO <sub>3</sub>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Vapores de NH <sub>3</sub>	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+
Saponinas	Espuma	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-
Cumarinas	Fluorescencia	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Glicósidos cardiotónicos	Baljet	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+
	Liebermann-Burchard	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-

**Fuente:** Elaboración propia.

En el cuadro 3, se muestra el cálculo de la masa neta obtenida para cada extracto etanólico.

**Cuadro 3.** Rendimiento de la extracción etanólica de las especies estudiadas.

<b>Especie</b>	<b>Rendimiento del extracto etanólico/ 100 g de material seco</b>
<i>A. spinosus</i>	0,97
<i>A. curassavica</i>	2,06
<i>C. cortesianus</i>	1,49
<i>C. aequinoctialis</i>	1,15
<i>L. urticifolia</i>	1,42
<i>M. pyramidata</i>	1,13
<i>P. hysterothorus</i>	1,26
<i>P. alliacea</i>	1,97
<i>R. tetraphylla</i>	1,20
<i>R. communis</i>	2,20

**Fuente:** Serrano Gallardo (2005).

## VIII. DISCUSIÓN

El tamizaje fitoquímico es una de las etapas del proceso de investigación, que permite determinar cualitativamente los principales grupos químicos presentes en una planta mediante métodos de extracción y/o fraccionamiento, que contribuyen al aislamiento de aquellos grupos de mayor interés (Osorio Durango, 2009; Nguyen *et al.*, 2016). El tamizaje fitoquímico se desarrolló utilizando el protocolo propuesto por el Grupo de Investigación de Productos Naturales, que sirve como referencia para la identificación de familias de metabolitos secundarios con actividad biológica (efectos adversos o benéficos de los fitoconstituyentes sobre la materia viva), a partir de la implementación de metodologías que se ajustan al perfil de las pruebas realizadas en el laboratorio.

En cuanto a la obtención de los extractos, se utilizó como solvente etanol al 95% (Capítulo III, sección B, acápite 2 y 3). La literatura indica que este solvente posee la capacidad de extraer la mayor cantidad de compuestos biológicamente activos, lo cual se atribuye a su polaridad, además de ser menos costoso y tóxico que otros solventes orgánicos (Carvajal Rojas *et al.*, 2009). Posteriormente se procedió a calcular el rendimiento de los extractos etanólicos (cuadro 3) observándose ciertas variaciones, en la obtención de los porcentajes. Algunos autores señalan que los rendimientos de las plantas son muy variables y dependen mucho de su composición, lugar de desarrollo, parte estudiada de la planta (raíz, tallo, hoja, fruto, entre otros), así como del tipo y condiciones de extracción; esta última relacionada directamente con el método y tiempo de extracción (Robles-García *et al.*, 2016).

En el cuadro 2, se muestran los resultados del tamizaje fitoquímico de *A. spinosus* reportando la presencia de glicósidos cianogenéticos, alcaloides, taninos, flavonoides, saponinas y cumarinas. En la literatura consultada, la información fitoquímica de *A. spinosus*, coincide con los fitoconstituyentes mencionados anteriormente, sin obviar, otros compuestos bioactivos tales como ácidos fenólicos, esteroides, aminoácidos, terpenoides, lípidos, derivados de antraquinona, aceites volátiles, ácidos orgánicos, betalainas,  $\beta$ -sitosterol, estigmasterol, ácido linoleico, rutina, poliurónidos y carotenoides (Zeashan *et al.*, 2009; Ishrat *et al.*, 2011; Ganjare & Raut, 2019).

En cuanto a la composición química de *A. curassavica*, las pruebas evidenciaron la presencia de glicósidos cianogenéticos, alcaloides, taninos, flavonoides, cumarinas y glicósidos cardiotónicos (cuadro 2). Alonso y Desmarchelier (2015), afirman que los extractos de esta especie contienen glicósidos cardiotónicos del tipo cardenólido: asclepiadina (vincetoxina), asclepinas I y II, calotropina, curassavina, tanto en las hojas como en la raíz y el látex. Además, se han identificado otros compuestos, tales como alcaloides (tallos, hojas y flores), cumarinas, proteasas (látex), resinoides (látex), flavonoides (quercetina, kaempferol), esteroides ( $\beta$ -sitosterol), taninos, galitoxina (resinoide), ácido cafeico y triterpenos.

En el tamizaje fitoquímico de *C. cortesianus*, se determinó la presencia de glicósidos cianogénéticos, alcaloides, taninos, flavonoides y cumarinas (cuadro 2). Siems *et al.* (1992), afirman que las partes aéreas de esta especie acumulan triterpenos (escualeno), sesquiterpenos (óxido de cariofileno), tocoferol, ácidos grasos poliinsaturados (ácido linolénico), diterpenos de tipo clerodano (hoffmannialdehído) y un printziano (5,10-Dihidro-5 $\alpha$ -hidroxi-10 $\beta$ H-printziano). Sin embargo, los datos publicados por estos autores difieren de nuestros resultados; esto puede atribuirse al método de extracción y en determinados casos a la composición química de la especie. Leyva *et al.* (2009), mencionan que la composición química de un vegetal varía de una especie a otra, en número y proporción, sin obviar, la influencia de ciertos factores, tales como el clima, suelo, edad del organismo, temporada de colecta, entre otros, que son críticos o determinantes para la producción de metabolitos secundarios.

Por otra parte, la evaluación fitoquímica realizada a *C. aequinoctialis* reveló la presencia de alcaloides, taninos, flavonoides, saponinas y cumarinas (cuadro 2). En las bases de datos consultadas, no se dispone de información que especifique la composición química de *C. aequinoctialis*.

En nuestro estudio, el análisis fitoquímico de *L. urticifolia* indicó la presencia de glicósidos cianogénéticos, alcaloides, taninos, flavonoides, saponinas, cumarinas y glicósidos cardiotónicos (cuadro 2). Méndez *et al.* (1992), identificaron en el extracto de *L. urticifolia*, la presencia de algunos compuestos derivados del grupo amino, triterpenos y esteroides. En la literatura consultada, se cuenta con poca información referente a esta especie, esto debido a la falta de corrección de especímenes mal identificados; cuyos representantes han sido clasificados bajo el nombre de *Lantana camara* L. (Tropicos.org., 2024).

En el cuadro 2, se resumen los resultados del análisis fitoquímico realizado a *M. pyramidata*. El estudio reveló la presencia de glicósidos cianogénéticos, alcaloides, flavonoides, saponinas, cumarinas y glicósidos cardiotónicos. Sáenz (1964) reportó la presencia de un alcaloide altamente tóxico distribuido ampliamente en las hojas de *M. pyramidata*, al que denominó provisionalmente como meloquinina, cuyos efectos antagonistas desencadenan la enfermedad conocida como «*derrengue*» que afecta al ganado.

En cuanto a la composición química de *P. hysterophorus*, las pruebas evidenciaron la presencia de glicósidos cianogenéticos, antraquinonas, alcaloides, taninos, flavonoides, saponinas y cumarinas (cuadro 2). En la actualidad, se cuenta con pocos reportes relacionados a la composición química de esta especie. Germosén-Robineau (1995), afirma que la planta entera contiene partenina, la cual es una lactona sesquiterpénica insoluble en agua, también han sido identificados ambrosanólidos derivados de la partenina y de la coronopilina, ácido oxálico, alcanos como el 13-metil 3-pentadecanona y otras lactonas sesquiterpénicas como la histerina y la tetraneurina A y partenólido.

En el tamizaje fitoquímico de *P. alliacea*, se determinó la presencia de antraquinonas, alcaloides, taninos, flavonoides y cumarinas (cuadro 2). Alonso y Desmarchelier (2015), afirman que la planta entera contiene cumarinas, alantoína (alcaloide), pinitol, alcohol lignocerílico, ácido lignocérico, lignocerato de lignoceril y triterpenos: acetato de isoarbinol, cinamato de isoarbinol y  $\alpha$ -friedelinol,  $\beta$ -sitosterol (esterol) incluso se han aislado otros compuestos presentes en la raíz, tales como derivados sulfurados (bencil-hidroxi-etil-trisulfuro, tritolaniacina y dibencil-trisulfuro), derivados bencénicos (benzaldehído y ácido benzoico) y petiverina (principio amargo).

Por otra parte, la evaluación fitoquímica realizada a *R. tetraphylla* reveló la presencia de glicósidos cianogenéticos, alcaloides, flavonoides, cumarinas y glicósidos cardiotónicos (cuadro 2). Ruiz Mesía *et al.* (2015), consideran que una de las principales características de esta especie, es la bioproducción de alcaloides indólicos (ajmalicina, ajmalina, deserpidina, reserpina,  $\alpha$ -yohimbina) utilizados con fines medicinales. De la planta entera se han aislado otros alcaloides (aricina, carpagina, chalchupina, heterofilina, isoreserpina, raujemidina, reserpina, reserpilina, tetrafilicina, tetrafilina) incluyendo algunos fitoconstituyentes, tales como flavonoides, glicósidos cardiotónicos, taninos y triterpenos (Cáceres, 2009).

En los resultados obtenidos del análisis fitoquímico de *R. communis*, se reportó la presencia de antraquinonas, alcaloides, taninos, flavonoides, cumarinas y glicósidos cardiotónicos (cuadro 2). Germosén-Robineau (1995), afirma que las semillas principalmente en la composición elemental de las células

del endospermo se han identificado lípidos (ácido dihidroxiesteárico y triglicéridos del ácido ricinoleico), proteínas, ricina, ricinina, esteroides, vitaminas, enzimas (lipasa, invertasa y maltasa) y escualeno. El aceite de *R. communis* contiene carbohidratos, fosfolípidos e hidrocarburos. De la hoja se han aislado el ácido gálico, shikímico, eláxico, ferúlico y p-cumarínico, así como los flavonoides: rutina, quercitrina e isoquercitrina.

Es importante señalar que, las plantas varían cualitativamente en su síntesis como respuesta a los cambios ambientales y fisiológicos (Santacoloma Varón y Granados, 2012). Además, la síntesis de los metabolitos secundarios está asociada a la expresión y regulación de genes biosintéticos de ciertos organelos, que son responsables de la bioproducción, y en determinados casos son activados por la influencia de los factores ambientales (Martín *et al.*, 2015).

## **IX. CONCLUSIONES**

En el presente estudio, se evaluaron diez especies pertenecientes a ocho familias botánicas de la flora hondureña con potencial tóxico en la dieta del ganado vacuno. De las muestras analizadas, se evidenció que 10 = presentan alcaloides, 3 = antraquinonas, 10 = cumarinas, 10 = flavonoides, 5 = glicósidos cardiotónicos, 7 = glicósidos cianogenéticos, 5 = saponinas y 8 = taninos. Los resultados de este estudio sirven como base para el desarrollo de futuras investigaciones relacionadas con la actividad biológica de los extractos evaluados y sus efectos letales en el metabolismo de los rumiantes. Para ello, se recomienda realizar estudios adicionales, que especifiquen la cuantificación de los diferentes tipos de metabolitos y la implementación de ensayos *in vivo* utilizando organismos bioindicadores como modelo biológico para determinar la toxicidad aguda.

Esta investigación constituye un aporte al conocimiento químico de las plantas tóxicas de interés pecuario, las cuales cuentan con pocos reportes. Ante la falta de información de línea base, es aconsejable realizar nuevos estudios, que no solo evidencien su potencial tóxico en los sistemas de producción, sino que correlacionen su actividad farmacológica en el tratamiento de numerosas enfermedades mediante usos terapéuticos.

## X. LITERATURA CITADA

- Aguilar Ovando, E.Y. (2007). *Estudio fitoquímico exploratorio de Peperomia cuchumatana Véliz y Peperomia moralesii Véliz (Piperaceae), especies endémicas de Guatemala*. [Tesis de Pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- Alonso, J. y Desmarchelier, C.J. (2015). *Plantas medicinales autóctonas de la Argentina. Bases científicas para su aplicación en atención primaria de la salud*. Primera edición. Corpus Editorial y Distribuidora S.A. Buenos Aires, Argentina.
- Arrieta García, E.J., Arcón Ramos, A.M., Pérez Parra, J.J., Argel Aguilar, A., Álvarez Pinto, M. y Pérez Lozano, J.E. (2018). Fitoquímica de *Ambrosia artemisiifolia* L., *Croton conduplicatus* Kunth, *Lantana camara* L., de la región norte de Colombia. *Rev. Asoc. Col. Cienc.(Col.)*, 1(30): 44–51.
- Breuer, H., Rangel, M. & Medina, E. (1982). Pharmacological properties of melochinine, an alkaloid producing central american cattle paralysis. *Toxicology*, 25: 223–242. [https://doi.org/10.1016/0300-483X\(82\)90032-4](https://doi.org/10.1016/0300-483X(82)90032-4)
- Buitrago, A.A. (2023). La bioingeniería de los compuestos volátiles en las plantas. *Revista de la Facultad de Farmacia*, 65(1): 2–3.
- Cáceres, A. (2009). *Vademécum nacional de plantas medicinales*. Editorial Universitaria. Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- Camacho-Escobar, M.A., Ramos-Ramos, D.A., Ávila-Serrano, N.Y., Sánchez-Bernal, E.I. y López-Garrido, S.J. (2020). Las defensas físico-químicas de las plantas y su efecto en la alimentación de los rumiantes. *Terra Latinoamericana*, 38(2): 443–453. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i2.629>
- Carvajal Rojas, L., Hata Uribe, Y, Sierra Martínez, N. y Rueda Niño, D. (2009). Análisis fitoquímico preliminar de hojas, tallos y semillas de cupatá (*Strychnos schultesiana* Krukoff). *Colomb. For.*, 12(1): 161–170. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2009.1.a11>

- Castillo Nieto, M.G. (2021). *Evaluación de la actividad antifúngica a partir de extractos de plantas nativas de la región de Mapimí, Durango*. [Tesis de Pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Buenavista, México.
- Castro, K., Castro, I., Flores, G., Mejía, J., Rodríguez, B. y Arévalo, A.C. (2015). Análisis fitoquímico de hojas de *Cordia stellifera* utilizada como antídoto contra mordedura de serpiente en la comunidad de Lancetilla. *Portal de la Ciencia*, 6: 44–53. <https://doi.org/10.5377/pc.v6i0.1841>
- Cheok, C.Y., Karim Salman, H.A. & Sulaiman, R. (2014). Extraction and quantification of saponins: A review. *Food Res. Int.*, 59: 16–40.
- Cipriani, I. y Rivera, M. (2009). Detección de alcaloides en la piel de cuatro especies de anfibios ecuatorianos (Anura: Dendrobatidae). *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 30(1-2): 42–49.
- Colina Ramos, A.C. (2016). *Análisis fitoquímico, determinación cualitativa y cuantitativa de flavonoides y taninos, actividad antioxidante, antimicrobiana de las hojas de "Muehlenbeckia hastulata (Sm.) I.M. Johnst" de la zona de Yucay (Cusco)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Lima, Perú.
- Crozier, A., Yokota, T., Jaganath, I.B., Marks S.C., Saltmarsh M. & Clifford, M.N. (2006). Secondary Metabolites in Fruits, Vegetables, Beverages and Other Plant-Based Dietary Components. *In*: Crozier, A., Clifford, M.N. & Ashihara, H. (Eds.). *Plant Secondary Metabolites: Occurrence, Structure and Role in the Human Diet* (pp. 208-302). Blackwell Publishing Ltd. Oxford, U.K.
- De Luca, V. & St. Pierre, B. (2000). The cell and developmental biology of alkaloid biosynthesis. *Trends Plant Sci.*, 5(4): 168–173.
- Dueñas Rivadeneira, A.A., Alcivar Cedeño, U., Olazábal Manso, E., Cortés Rodríguez, R., Marrero Chang, O., Pérez Donato, A., Serrano Pérez, H., Betancourt Puron, T. y Navarro Legarreta, M. (2014). Análisis fitoquímico y de seguridad de los extractos de *Chuquiraga jussieui* J.F. Gmel. *Centro Agrícola*, 41(2): 79–84.

- Duque Ortiz, A. (2019). *Biotransformación de metabolitos secundarios por cultivo de células en suspensión de Nicotiana tabacum NT1*. [Tesis de Maestría, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.]. San Luis Potosí, México.
- Flores, L.E., López, J.I., Tróchez, D., Aguilera, A. y Medina, L. (2015). Análisis fotoquímico preliminar de la corteza de *Schoepfia schreberi* utilizada para el tratamiento de golpes y heridas en el municipio de La Venta. *Portal de la Ciencia*, 6: 37–43. <https://doi.org/10.5377/pc.v6i0.1840>
- Foy Valencia, E., Mac Donald, D., Cuyos, M. y Dueñas, R. (2005). Extracción, identificación y evaluación de saponinas en *Agaricus bisporus*. *Biotempo*, 5: 31–36. <https://doi.org/10.31381/biotempo.v5i0.889>
- Ganjare, A. & Raut, N. (2019). Nutritional and medicinal potential of *Amaranthus spinosus*. *J. Pharmacogn. Phytochem.*, 8(3): 3149–3156.
- García, D.E. (2004). Los metabolitos secundarios de las especies vegetales. *Pastos y Forrajes*, 27(1): 1–12.
- García Gómez, C.A. (2018). *Análisis económico de prácticas silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas para mejorar la resiliencia climática en fincas productoras de leche en el municipio de Olanchito, departamento de Yoro, Honduras*. [Tesis de Maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)]. Turrialba, Costa Rica.
- García-Granados, R.U., Cruz-Sosa, F., Alarcón-Aguilar, F.J., Nieto-Trujillo, A. y Gallegos-Martínez, M.E. (2019). Análisis fitoquímico cualitativo de los extractos acuosos de *Thalassia testudinum* Banks ex König et Sims de la localidad de Champotón, Campeche, México, durante el ciclo anual 2016-2017. *Polibotánica*, 48: 151–168.
- Germosén-Robineau, L. (1995). *Hacia una farmacopea caribeña (edición TRAMIL 7): investigación científica y uso popular de plantas medicinales en el Caribe*. Primera edición. Enda-Caribe. Santo Domingo, República Dominicana.

- Góngora-Chi, G.J., Lizardi-Mendoza, J. López-Franco, Y.L., López-Mata, M.A. y Quihui-Cota, L. (2022). Métodos de extracción, funcionalidad y bioactividad de saponinas de *Yucca*: una revisión. *Biotecnia*, 25(1): 147–155. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v25i1.1800>
- González Esquinca, A.R. y Castro Moreno, M. (2008). Papel ecológico de los metabolitos secundarios. *Lacandonia*, 2(1): 123–130.
- Granados-Sánchez, D., Ruíz-Puga, P. y Barrera-Escorcía, H. (2008). Ecología de la herbivoría. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 14(1): 51–64.
- Guerrero, M., Laura, A., Lava, J., Mendoza, M. y Vega, E. (s.f.). Informe N° 1: Drogas con alcaloides. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Laboratorio de Farmacognosia y Medicina Tradicional. Lima, Perú.
- Heleno, S.A., Diz, P., Prieto, M.Á., Barros, L., Rodrigues, A., Barreiro, M.F. & Ferreira, I.C.F.R. (2016). Optimization of ultrasound-assisted extraction to obtain mycosterols from *Agaricus bisporus* L. by response surface methodology and comparison with conventional Soxhlet extraction. *Food Chem.*, 197(Part B): 1054–1063. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.108>
- Henning, C.P. y Yordaz, R.M. (2013). Otros compuestos secundarios nitrogenados y compuestos azufrados. *En*: Ringuelet, J. y Viña, S. (Eds.). *Productos naturales vegetales* (pp. 62-90). Primera edición. Editorial de la Universidad de La Plata. Buenos Aires, Argentina.
- Iason, G. (2005). The role of plant secondary metabolites in mammalian herbivory: ecological perspectives. *Proc. Nutr. Soc.*, 64(1): 123–131. <https://doi.org/10.1079/PNS2004415>
- Ishrat, J.B., Laizuman, N., Farhana, A.R. & Obaydul, H. (2011). Antibacterial, cytotoxic and antioxidant activity of chloroform, n-hexane and ethyl acetate extract of plant *Amaranthus spinosus*. *Int. J. PharmTech Res.*, 3(3): 1675–1680.

- Johnson, A.E., Molyneux, R.J. & Merrill, G.B. (1985). Chemistry of toxic range plants. Variation in pyrrolizidine alkaloid content of *Senecio*, *Amsinckia*, & *Crotalaria* species. *J. Agric. Food Chem.*, 33: 50–55. <https://doi.org/10.1021/jf00061a015>
- Juang, Y.P. & Liang, P.H. (2020). Biological and pharmacological effects of synthetic saponins. *Molecules*, 25(21): 4974.
- Klemencic Rubio, I.E. (2023). *Elaboración de monografías de especies vegetales ampliamente usadas en suplementos alimenticios*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Chile]. Santiago, Chile.
- Lara Sandoval, O.B. (2009). *Estudio sobre los aceites esenciales y metabolitos secundarios en las especies Lantana camara L., Lantana hispida HBK y Lantana trifolia L., de la familia Verbenaceae*. [Tesis de Pregrado, Universidad San Carlos de Guatemala]. Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- Lavado Morales, I.J., Andamayo Flores, D.E., Castillo Andamayo, D.E. y Junchaya Yllescas, V.A. (2021). Evaluación preliminar de 10 plantas medicinales del Valle del Mantaro mediante el método cualitativo (fitoquímico) para uso farmacéutico. *Vision. cienc. tecnol.*, 6: 38–48. <https://doi.org/10.47186/visct.v6i1.88>
- Leiva Pereda, N.E. y Leyva Pereda, N.K. (2012). *Determinación de los metabolitos secundarios presentes en las hojas de Croton sp. (la tunga)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Trujillo, Perú.
- Leyva, M., Marquetti, M. del C., Tacoronte, J.E., Scull, R., Tiomno, O., Mesa, A. y Montada, D. (2009). Actividad larvica de aceites esenciales de plantas contra *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). *Rev. Biomed.*, 20(1): 5–13.
- Loyola-Vargas, V.M., Sánchez-Iturbe, P., Canto-Canché, B., Gutiérrez-Pacheco, L.C., Galaz-Ávalos, R.M. y Moreno-Valenzuela, O. (2004). Biosíntesis de los alcaloides indólicos. Una revisión crítica. *Rev. Soc. Quím. Méx.*, 48(1): 67–94.

- Macías Sánchez, K.L. (2001). *Validación preliminar de la actividad antibacterial de cinco plantas utilizadas en la desinfección de heridas*. [Tesis de Pregrado, Universidad Autónoma de San Luis Potosí]. San Luis Potosí, México.
- Macías Villamizar, V.E., Álvarez Caballero, J.M. y Suárez Gómez, H. (2010). Terpenos con actividad biológica anti-VIH. *Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud*, 7(2): 257–273.
- Madrigal Rueda, J. (2017). *Escalamiento de cultivos celulares de Morinda citrifolia a un biorreactor tipo tanque agitado de 7 litros, para la producción de antraquinona roja como alternativa para tinte de origen natural*. [Tesis de Pregrado, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Cartago, Costa Rica.
- Makkar, H.P.S., Dawra, R.K. & Singh, B. (1988). Changes in tannin content, polymerization and protein precipitation capacity in oak (*Quercus incana*) leaves with maturity. *J. Sci. Food Agric.*, 44(4): 301–307. <https://doi.org/10.1002/jsfa.27404440403>
- Makkar, H.P.S., Dawra, R.K. & Singh, B. (1991). Tannin levels in leaves of some oak species at different stages of maturity. *J. Sci. Food Agric.*, 54(4): 513–519. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740540403>
- Martín, R., Chong-Pérez, B. y Pérez-Alonso, N. (2015). Organogénesis *in vitro* en el género *Digitalis*. *Biotecnología Vegetal*, 15(4): 195–206.
- Méndez, I., Pazos, M., Benitez, S. y Cabrera, J. (1992). Tamizajes fitoquímicos en especies cubanas del género *Lantana*. Fondo Nacional de Manuscritos Científico Técnicos del Instituto de Documentación e Información Científica y Técnica de la Academia de Ciencias de Cuba.
- Méndez Santos, I.E. y Castellanos Pérez, L. (1996-1997). Aspectos económicos y etnobotánicos de la Tribu *Lantaneae* (Verbenaceae). *Rev. Jard. Bot. Nac.*, XVII-XVIII: 105–116.

- Merino Tovar, J.C. y Pérez Ruiz, K.R. (2019). *Efecto antihipertensivo del extracto hidroalcohólico de la semilla de Tunilla soehrensii Britton & Rose (airampo) con inducción en ratas albinas*. [Tesis de Pregrado, Universidad Inca Garcilaso de la Vega]. Lima, Perú.
- Miranda Martínez, M. (2002). *Métodos de análisis de drogas y extractos*. Instituto de Farmacia y Alimentos. Universidad de La Habana. Ciudad de La Habana, Cuba.
- Monsalve Marín, A. L. y Echeverry Betancur, S.L. (2006). *Contribución al estudio fitoquímico y farmacológico preliminar del extracto de hoja santa (Bryophyllum pinnatum)*. [Tesis de Pregrado, Universidad del Quindío]. Armenia, Colombia.
- Mudianta, I.W., White, A.M., Suciati, Katavic, P.L., Krishnaraj, R.R., Winters, A.E., Mollo, E., Cheney, K.L. & Garson, M.J. (2014). Chemoecological studies on marine natural products: Terpene chemistry from marine mollusks. *Pure Appl. Chem.*, 86(6): 995–1002. <https://doi.org/10.1515/pac-2013-1111>
- Navarro González, I., Periago, M.J. y García Alonso, F.J. (2017). Estimación de la ingesta diaria de compuestos fenólicos en la población española. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 21(4): 320–326. <https://doi.org/10.14306/renhyd.21.4.357>
- Nguyen, N.T.M., Vicet-Muro, L., Siverio-Mota, D., Jorge-Rodriguez, M.E., González-Mosquera, D.M. y Castañeda-Noa, I. (2016). Tamizaje fitoquímico y evaluación de la actividad sobre el sistema nervioso central del extracto etanólico de *Eugenia clarensis* Britton & P. Wilson. *J. Pharm. Pharmacogn. Res.*, 4(1): 39–48. [https://doi.org/10.56499/jppres15.100\\_4.1.39](https://doi.org/10.56499/jppres15.100_4.1.39)
- Núñez, P., Mejía, L., Yacamán, L., Padilla, L., Coello, A., Ferrari, J., Posadas, R. y Arévalo, A.C. (2015). Identificación de metabolitos secundarios presentes en los frutos frescos de *Cordia dentata* Boraginaceae. *Portal de la Ciencia*, 6: 54–61. <https://doi.org/10.5377/pc.v6i0.1842>
- Osorio Durango, E.J. (2009) *Aspectos básicos de farmacognosia*. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

- Pagano, E.M. y Rosso, B.S. (2000). Caracterización por cianogénesis de una colección de trébol blanco (*Trifolium repens* L.) en Pergamino, Argentina. *Plant Genetic Resources Newsletter*. (123): 41–45.
- Paján L., M., Villalón R., C., Escalona, J.C., Bordies P., A. y Valdés A., R. (2002). Determinación de los posibles tipos de flavonoides presentes en el limo medicinal, materia prima. *Revista Cubana de Química*, 14(3): 16–23.
- Peñarrieta, J.M., Tejeda, L., Mollinedo, P., Vila, J.L. y Bravo, J.A. (2014). Compuestos fenólicos y su presencia en alimentos. *Revista Boliviana de Química*, 31(2): 68–81.
- Pérez-Alonso, N. y Jiménez, E. (2011). Producción de metabolitos secundarios de plantas mediante el cultivo *in vitro*. *Bioteología Vegetal*, 11(4): 195–211.
- Piura, W., Maradiaga, J., Palacios, N., Ponce, R. y Medina, L. (2015). Tamizaje fitoquímico de las hojas de *Passiflora edulis* Passifloraceae. *Portal de la Ciencia*, 6: 62–67. <https://doi.org/10.5377/pc.v6i0.1843>
- Plan Estratégico de Desarrollo Municipal 2004-2020 (s.f.). Municipio de Olanchito, Departamento de Yoro, República de Honduras, C.A.
- Price, M.L., Stromberg, A.M. & Butler, L.G. (1979). Tannin content as a function of grain maturity and drying conditions in several varieties of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. *J. Agric. Food Chem.*, 27: 1270–1274. <https://doi.org/10.1021/jf60226a060>
- Ramos, G., Frutos, P., Giráldez, F.J. y Mantecón, A.R. (1998). Los compuestos secundarios de las plantas en la nutrición de los herbívoros. *Arch. Zootec.*, 47: 597–620.
- Ramos Briceño, L.N. y Forero Castañeda, J.C. (2016). Análisis fitoquímico preliminar de la especie vegetal *Duranta mutisii* (Bogotá-Colombia). *Boletín Semillas Ambientales*, 10(2): 46–54.

- Raza Quiroz, R.C. (2023). *Caracterización fitoquímica, determinación de polifenoles totales, antocianinas, flavonoides y capacidad antioxidante en extractos de corteza de mururé (Brosimum acutifolium Huber)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de La Selva]. Tingo María, Perú.
- Rhoades, D.F. (1979). Evolution of Plant Chemical Defense Against Herbivores. *In: Rosenthal, G.A. & Janzen, D.H. (Eds.). Herbivores: Their Interaction with Secondary Plant Metabolites* (pp. 3-54). Academic Press. New York, U.S.A.
- Robles-García, M.A., Aguilar, A.J., Gutiérrez-Lomelí, M., Rodríguez-Félix, F., Morales-Del-Río, J.A., Guerrero-Medina, P.J., Madrigal-Pulido, J.A. y Del-Toro-Sánchez, C.L. (2016). Identificación cualitativa de metabolitos secundarios y determinación de la citotoxicidad de extractos de tempisque (*Sideroxylon capiri* Pittier). *Biotecnia*, 18(3): 3–8. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v18i3.328>
- Roca Pérez, L. (2005). *Relaciones suelo-planta en poblaciones naturales de Digitalis obscura*. [Disertación Doctoral, Universitat de València]. Valencia, España.
- Rosas Becerril, M.J. (2018). *Perfil de alcaloides por HPTLC y GC-EIMS de dos especies del género Argemone*. [Tesis de Maestría, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional]. Irapuato, México.
- Ruiz Mesía, L., López Mesía, J.J.P., Arévalo Ocumbe, S., Nájjar Arana, F.A., Arévalo Encinas, L., Ruiz Mesía, W. y Ruiz Vásquez, L. (2015). Actividad antimalárica *in vitro* de cuatro especies vegetales del género *Rauwolfia* (Apocynaceae). *Conoc. amaz.*, 6(1): 3–9.
- Sáenz, J.A. (1964). *Melochia pyramidata* L. I: Análisis alcaloidal y cromatográfico; informe preliminar. *Rev. Biol. Trop.*, 12(2): 157–165.
- Sánchez Aristizábal, V. y Santa Castaño, J.F. (2009). *Estudio de antraquinonas presentes en extractos de mucílago y hojas de Aloe vera de plantas cultivadas en la región cafetera*. [Tesis de Pregrado, Universidad Tecnológica de Pereira]. Pereira, Colombia.

- Santacoloma Varón, L.E. y Granados, J.E. (2012). Interrelación entre el contenido de metabolitos secundarios de las especies *Gliricidia sepium* y *Tithonia diversifolia* y algunas propiedades físicoquímicas del suelo. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 3(1): 53–62. <https://doi.org/10.22490/21456453.934>
- Serrano Gallardo, L.B. (2005). *Actividad antiespasmódica de extractos de plantas medicinales en preparaciones de íleon de cobayo*. [Disertación Doctoral, Universidad Autónoma de Nuevo León]. San Nicolás de los Garza, México.
- Siems, K., Domínguez, X.A. & Jakupovic, J. (1992). Diterpenes and other constituents from *Croton cortesianus*. *Phytochemistry*, 31(12): 4363–4365. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(92\)80479-X](https://doi.org/10.1016/0031-9422(92)80479-X)
- Solís, P.N., Guerrero de Solís, N., Gattuso, S. y Cáceres, A. (2003). Manual de caracterización y análisis de drogas vegetales y productos fitoterapéuticos. Proyecto Desarrollo de Tecnología de Cultivo de Plantas Medicinales y Producción de Fitoterápicos (OEA/AICD/AE 089/03). Ciudad de Panamá, Panamá.
- Strasburger, E., Noll, F., Schenk, H. y Schimper, A.F.W. (1994). Tratado de Botánica. Edición actualizada por Sitte, P., Ziegler, H., Ehrendorfer, F. y Bresinsky, A. Octava edición. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España.
- Taiz, L. & Zeiger, E. (2002). Secondary Metabolites and Plant Defense. *In*: Taiz, L. & Zeiger, E. (Eds.). *Plant Physiology*. 3rd (ed.). (pp. 283-308.). Sinauer Associates, Inc. Sunderland, U.S.A.
- Tanko, H.M., Carrier, D.J., Sokhansanj, S. & Crowe, T.G. (2005). Drying of feverfew (*Tanacetum parthenium* L.). *Can. Biosyst. Eng.*, 47: 3.57–3.61.
- Torossi Baudino, F.D. (2021). *Reacciones destinadas a disminuir el contenido de (R)-(+)-pulegona en aceites esenciales de menta de uso alimenticio*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Educación a Distancia]. Madrid, España.

- Torres Ramos, R., Montero Alpírez, G., Beleño Cabarcas, M.T., Toscano Palomar L., Pérez Pelayo, L.J. y Romero Uscanga, E.E. (2014). Evaluación de taninos condensados en paja de trigo y corteza de vara de algodón del Valle de Mexicali, México. XVII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas, Agricultura sustentable: uso eficiente del agua, suelo y fertilizantes. Instituto de Ciencias Agrícolas. Mexicali, México.
- Torrice, F.M., Gabay, J., Suárez, A.I. y Compagnone, R.S. (2003). Estudio toxicológico de *Cnidioscolus chayamansa* McVaugh. *Revista Facultad de Farmacia*, 66(2): 58–66.
- Treviño, J.F., Rodríguez G., R.G., Verde S., M.J., Morales R., M.E., Garza P., R.A., Rivas M., C. y Oranday C., A. (2012). Actividad antifúngica de *Stenocereus pruinosus* y *Echinocereus stramineus*. *Rev. Mex. Cienc. Farm.*, 43(1): 42–48.
- Tropicos.org. (2024, Mayo 12). *Lantana camara* L. Missouri Botanical Garden. <http://legacy.tropicos.org/NamePage.aspx?nameId=33700010&projectId=7>
- Valdés, R. y Balbín, M.I. (2000). Curso de fisiología y bioquímica vegetal. Universidad Agraria de La Habana. La Habana, Cuba.
- Vermerris, W. & Nicholson, R. (2006). Phenolic Compounds and their Effects on Human Health. *In*: Vermerris, W. & Nicholson, R. (Eds.). Phenolic Compound Biochemistry (pp. 235-255). Springer Science. Dordrecht, The Netherlands.
- Zeashan, H., Amresh, G., Singh, S. & Rao, C.V. (2009). Antidiarrheal and antiulcer activity of *Amaranthus spinosus* in experimental animals. *Pharm. Biol.*, 47(10): 932–939. <https://doi.org/10.1080/13880200902950769>
- Zeinsteger, P., Palacios, A., Leaden, P. y Gurni, A. (2009). Características micrográficas y digestión ruminal *in vitro* de una planta tóxica (*Nerium oleander*, “laurel de campo”) versus otra inocua (*Eucalyptus camaldulensis*). *Rev. vet.*, 20(1): 3–9. <https://doi.org/10.30972/vet.2011874>

## **CAPÍTULO III**

**EVALUACIÓN DE LA TOXICIDAD AGUDA EN  
EXTRACTOS ETANÓLICOS DE ESPECIES DE  
IMPORTANCIA GANADERA, UTILIZANDO COMO  
BIOINDICADOR LARVAS DE *ARTEMIA SALINA*  
(CAMARÓN DE SALMUERA)**

## RESUMEN

El presente capítulo se orienta a la evaluación de la actividad tóxica causada por los extractos etanólicos de las diez especies estudiadas sobre las larvas de *A. salina*. Los organismos de prueba fueron sometidos a 4 concentraciones de los extractos, en un período de 24 horas a temperatura ambiente y bajo régimen continuo de luz. Se determinó la concentración letal media (CL<sub>50</sub>), y a cada extracto se le asignó una categoría específica, según la clasificación del CYTED. Del total evaluado, 7 de 10 resultaron extremadamente tóxicos (*M. pyramidata*, *R. tetraphylla*, *L. urticifolia*, *A. curassavica*, *P. hysterothorus*, *R. communis* y *C. aequinoctialis*), exhibiendo valores inferiores a 10 µg/mL. Sin embargo, la mayoría de los extractos evaluados mostraron una alta toxicidad con este modelo, lo cual refuerza la importancia de este ensayo como prueba alternativa.

**Palabras clave:** especies no palatables, extractos etanólicos, larvas de *A. salina*, CL<sub>50</sub>, categorías de toxicidad, CYTED.

## ABSTRACT

This chapter is oriented towards the evaluation of the toxic activity caused by the ethanolic extracts of the ten species studied on the larvae of *A. salina*. The test organisms were subjected to 4 concentrations of the extracts, over a period of 24 hours at room temperature and under continuous light regime. The median lethal concentration (LC<sub>50</sub>) was determined, and each extract was assigned a specific category, according to the CYTED classification. Of the total evaluated, 7 of 10 were extremely toxic (*M. pyramidata*, *R. tetraphylla*, *L. urticifolia*, *A. curassavica*, *P. hysterothorus*, *R. communis* and *C. aequinoctialis*), exhibiting values lower than 10 µg/mL. However, most of the extracts evaluated showed high toxicity with this model, which reinforces the importance of this assay as an alternative test.

**Keywords:** non-palatable species, ethanolic extracts, *A. salina* larvae, LC<sub>50</sub>, toxicity categories, CYTED.

## I. INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista pecuario se ha constatado una indefinición relacionada al concepto de planta tóxica, lo que hace que numerosas plantas sean incorrectamente consideradas como tales (García y Santos y Capelli, 2016), sin establecer la especie animal para la que resulta tóxica (Villar, 2007). Algunos autores proponen parcialmente, el concepto «*planta tóxica de interés pecuario*», para definir a aquella especie que, al ser ingerida espontáneamente por animales domésticos, causa efectos dañinos en la salud y en determinados casos originan su muerte, debiéndose comprobar experimentalmente su toxicidad (Tokarnia *et al.*, 2000).

Sin embargo, el diagnóstico de intoxicaciones por plantas suele ser difícil ya que en la mayoría de los casos se producen cuadros no específicos que deben diferenciarse de otras enfermedades. Normalmente, el diagnóstico suele ser presuntivo y se llega por observación directa de la planta en el medio, como evidencia de haber sido consumida y relacionando los hallazgos clínicos con los esperados por la ingestión de dicha planta (Villar, 2007).

Generalmente el problema de intoxicación por especies no palatables involucra una serie de características, tales como: tipo de vegetación existente, condiciones y manejo del agostadero, diversidad en los efectos tóxicos y variación en sintomatología, incluyendo la mortalidad año con año, aunados a esto la dificultad para definirlo y la casi imposibilidad de controlarlo, hacen muy difícil cuantificar en términos monetarios el importe de las pérdidas económicas causadas por intoxicación del ganado (Moreno *et al.*, 2010).

En este sentido, las pérdidas económicas relacionadas con especies no palatables, pueden ser directas e indirectas (García y Santos y Capelli, 2016) como consecuencia del impacto reflejado en la productividad. Las directas se deben a muertes de animales, disminución de producción e índices reproductivos y alteraciones por diversas patologías. Las indirectas incluyen gastos de diagnóstico y tratamiento de animales afectados, control de plantas y manejo de las tierras entre otras (Riet-Correa y Medeiros, 2000).

Además, la utilización de los ecosistemas con fines de pastoreo es una práctica que se encuentra extendida en casi todos los países del mundo, por ser sitios donde se encuentra el alimento más barato para la ganadería extensiva, que son los pastos y otras especies de valor nutricional. Esto ha ocasionado que exista una fuerte presión del bosque y que la mayoría de los agostaderos se encuentren sobrepastoreados, estableciéndose especies indeseables y tóxicas que ocasionan graves daños a la producción pecuaria (Román-Miranda *et al.*, 2017).

En contexto, es necesario tener presente, que la mayoría de las plantas tóxicas no son consumidas voluntariamente por los animales domésticos, debido a su baja palatabilidad. Estas son, ingeridas solo cuando existen ciertas condiciones, tales como manejos con alta carga, baja disponibilidad forrajera, encierres prolongados que incrementan el hambre de los animales. Así como, la falta de adaptación ante los cambios de alimentación, pastoreos de limpieza, desconocimiento de especies vegetales por animales provenientes de otras zonas, y a su vez, la utilización de rastrojos invadidos por malezas tóxicas que contaminan fardos o rollos, entre otros (Quiroz García *et al.*, 2011).

Cabe señalar, que el conocimiento del recurso vegetal ha sido una meta del hombre desde que éste aparece en la escala zoológica; así la relación hombre-planta es tan antigua como este mismo. Dicha relación es notable por la gran diversidad de usos que han sido revelados a través de milenios en las distintas civilizaciones. Sin embargo, las plantas también poseen sustancias nocivas que pueden ocasionar trastornos tanto al hombre como a los animales que las consumen accidentalmente (Flores *et al.*, 2001). Decir que una planta es tóxica o venenosa es un tanto complejo, porque lo que para algunos es veneno, para otros puede resultar totalmente inocuo (González y Recalde, 2006).

Por lo anterior, se ha originado un extenso debate, en cuanto a la utilización inadecuada de los términos «toxicidad» e «intoxicación o envenenamiento» que erróneamente suelen confundirse al momento de su aplicabilidad. Vivas Garay (2008), define la toxicidad como la cantidad de toxina requerida para provocar un efecto nocivo, y no para referirse a la afección que deriva de la exposición a la toxina o veneno (intoxicación o envenenamiento).

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Biología de *Artemia* spp.

Los crustáceos branquiópodos anostráceos, en los que se incluye *Artemia*, constituyen uno de los taxones más antiguos que se conocen, datan del Cretácico inferior, hace más de 100 millones de años (Redón Calvillo, 2015).

La reproducción en *Artemia* es uno de los aspectos más fascinantes de su biología y del que todavía quedan muchas cuestiones por esclarecer. Las hembras adultas tienen una reproducción continua, generándose puestas sucesivas cada 4 a 6 días. La reproducción puede ser de dos tipos, siendo ambos excluyentes: anfígónica o zigogénica (con presencia de machos y hembras para la fertilización de los huevos) o partenogénica (con presencia casi exclusiva de hembras, sin fertilización). Las hembras partenogénicas, y especialmente las diploides, tienen la capacidad de producir taxones asexuales denominados «*machos raros*» (Redón Calvillo, 2015), que aunque se originan en bajas proporciones son machos funcionales, que podrían participar en el origen de nuevos linajes partenogénicos (Maccari *et al.*, 2013).

El género *Artemia* presenta dos modalidades o estrategias reproductivas: ovoviviparismo (liberación de nauplios) y oviparismo (liberación de quistes), con alternancia de ambas durante su ciclo biológico. Ante las condiciones críticas para su supervivencia (tanto bióticas como abióticas), el género *Artemia* opta por la reproducción ovípara en la que los embriones interrumpen su desarrollo en un estadio temprano (blástula avanzada o gástrula incipiente), se cubren de una cubierta protectora resistente (corion), que es segregada por las glándulas de la cáscara y permanecen como embriones enquistados en diapausa hasta que el ambiente se torna favorable (Redón Calvillo, 2015).

El ciclo biológico de *Artemia* dura aproximadamente de 14 a 17 días, aunque se han descrito ciclos más cortos, de hasta 9 días. En el género *Artemia* el tamaño individual, la rapidez del desarrollo, la frecuencia de las mudas, entre otros, varían de acuerdo a la especie, y a la influencia de los factores físico-químicos y ambientales, tales como la salinidad, temperatura, concentración de oxígeno, pH, tipo de alimento y/o densidad poblacional (Ruiz Pérez, 2008).

Otro aspecto relevante, es la anatomía interna de *Artemia*, especialmente su sistema nervioso que consta de un cerebro rudimentario seguido de una cadena nerviosa con trece ganglios metaméricos (sistema nervioso en escalera). Los primeros once ganglios inervan la región torácica y los dos últimos son los ganglios genitales (Pastorino, 2003). Por el contrario, al producirse una interrupción en la actividad de la colinesterasa, enzima asociada al sistema nervioso colinérgico, cuya función consiste en finalizar la transmisión sináptica hidrolizando la acetilcolina a tiocolina, lo cual acelera la degradación hidrolítica del neurotransmisor. En organismos filtradores como *Artemia* spp., la inhibición de la colinesterasa se traduce en una disminución de la actividad motora del individuo, que altera importantes funciones fisiológicas, tales como la respiración, la natación y la alimentación, entre otras, y puede llegar a ocasionar la muerte de los individuos (Flores Chávez, 2015; Martín-Villamil *et al.*, 2016).

## **B. Bioensayo de toxicidad con *Artemia salina* (Linnaeus, 1758)**

Las larvas de *A. salina* se han utilizado por más de 40 años en ensayos toxicológicos y ecotoxicológicos, y se ha estudiado su biología y usos potenciales en diversos campos como un método práctico y económico para la determinación de la bioactividad de compuestos sintéticos y productos naturales (Pino Pérez y Jorge Lazo, 2010).

El uso preliminar de estos bioensayos, fue propuesto por Michael *et al.* (1956) y posteriormente desarrollado por Vanhaecke *et al.* (1981), con el propósito de contar con una herramienta útil y sencilla para la determinación de la toxicidad (Fernández-Calienes *et al.*, 2009). Asimismo, Meyer *et al.* (1982) fueron los pioneros en introducir el uso de las larvas de *A. salina* en sustitución de animales superiores para la evaluación de los extractos vegetales relacionados con el descubrimiento de compuestos con actividad antitumoral y citotóxica (Pino Pérez y Jorge Lazo, 2010).

Una de las principales ventajas que poseen estos bioensayos, radica en la incubación de las larvas, y su cultivo es relativamente rápido (24 horas), barato y sencillo (no se requieren de técnicas asépticas). Se pueden utilizar fácilmente grupos de larvas para la validación estadística, además, no se necesita de un

equipamiento especial y se emplean pequeñas cantidades de muestras (2-20 mg o menos) que son sometidas a diferentes concentraciones, para determinar el valor de la concentración letal media ( $CL_{50}$ ), que se define como la dosis única de una sustancia química, obtenida estadísticamente, que se espera que cause la muerte del 50% de una determinada población de organismos bajo un conjunto definido de condiciones experimentales (Henaó Gallego y Muñoz, 2009; Pino Pérez y Jorge Lazo, 2010).

Por otra parte, *Artemia* es hasta la fecha el único género animal en todo el mundo cuyo estado criptobiótico (quistes) está disponible comercialmente de manera continua, como fuente de alimento para peces y crustáceos en acuicultura. Esto ha constituido un elemento clave en su utilización para ensayos biológicos (Pino Pérez y Jorge Lazo, 2010). Por razones prácticas, las especies con un estado criptobiótico durante su ciclo de vida son más adecuadas para el desarrollo de un bioensayo estándar. La disponibilidad permanente de quistes, a partir de los cuales pueden ser obtenidas las larvas ofrece las siguientes ventajas: a) no se necesita mantener una colonia viva permanentemente; b) las pruebas pueden realizarse dónde y cuándo sea necesario; c) se dispone siempre de un número suficiente de individuos de la misma edad y condición fisiológica (Vanhaecke & Persoone, 1984).

Otro aspecto importante, desde el punto de vista bioético, es la postura por parte de los defensores de los derechos de los animales, que en la actualidad no han objetado el uso de estos invertebrados, en lo que concierne al trabajo experimental (Pino Pérez y Jorge Lazo, 2010). Por otro lado, las discusiones bioéticas han centralizado su mayor interés, en la aplicación del principio de las 3Rs (reducción, refinamiento y reemplazo), que tiene como objetivo disminuir el número de animales, minimizar su dolor, su falta de comodidad y proporcionar alternativas para la sustitución de los exámenes *in vivo*, utilizando organismos bioindicadores en lugar de animales de experimentación (Silva *et al.*, 2015).

Por tal razón, la investigación con animales debe regirse por los principios establecidos internacionalmente de reemplazo, reducción y refinamiento (Russell & Burch, 1959). El principio de reemplazo establece la obligatoriedad de utilizar materiales no sensibles en lugar de animales vivos siempre que sea

posible. Se entiende por material no sensible, desde los modelos computacionales hasta los ensayos *in vitro* con modelos celulares, o los ensayos con organismos menos evolucionados como microorganismos, plantas e invertebrados, con menor capacidad para sentir dolor, debido a la carencia de un sistema nervioso y, en otros casos, al menor desarrollo de sus sistemas sensoriales. El principio de reducción se consigue aplicando tanto estrategias secuenciales que minimicen el número de animales empleados como realizando un correcto diseño estadístico que permita utilizar solo el número de animales necesario para obtener una información fiable y válida. El principio de refinamiento se refiere a cualquier procedimiento que permita mejorar el bienestar y disminuir la severidad del daño producido a los animales (National Research Council, 2007; Rodrigo Calduch, 2021).

### **III. ANTECEDENTES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **A. Antecedentes**

Las intoxicaciones por plantas son tan antiguas como nuestra historia, sea a través de ingestas involuntarias por culpa del hambre, incluso por preparaciones usadas con finalidad religiosa o con intencionalidad criminal. Tanto el hombre como los animales herbívoros se han visto enfrentados a lo largo de su existencia al arsenal fitoquímico producido por las plantas, este último actúa como repelente natural frente a la amenaza de ciertos depredadores o ante el ataque de plagas (Nogué *et al.*, 2009).

Cabe destacar, que las plantas vasculares han sido ampliamente utilizadas por ser organismos eucarióticos, y por lo tanto más comparables a la mayoría de las especies de la flora y la fauna superiores, y constituyen una eficiente herramienta de trabajo para la evaluación del riesgo ambiental, por ser más sensibles que otros sistemas de ensayos disponibles, son de fácil manipulación, almacenaje y bajo costo, además de presentar buena correlación con otros sistemas de pruebas (Hernández Martínez *et al.*, 2016).

En cambio, los tradicionales bioensayos en ratón utilizados para conocer la toxicidad de una muestra sospechosa, se van sustituyendo por otros bioensayos

y diversos métodos que están demostrando ser eficaces (Roset *et al.*, 2001). Tal es el caso, del bioensayo con *A. salina* como una alternativa viable al ensayo con ratones, los cuales son más caros y están relacionados con restricciones éticas (Iannacone *et al.*, 2016). Además, este método se caracteriza por ser rápido, simple, reproducible y económico (Pérez Hernández, 2017).

Fernández-Calienes *et al.* (2009), evaluaron la toxicidad causada por extractos etanólicos de plantas medicinales cubanas sobre larvas de *A. salina*, con el propósito de evidenciar su posible acción antiparasitaria. De las 34 especies estudiadas, 2 son de importancia ganadera y exhiben valores de  $CL_{50}$ , mayores de 100  $\mu\text{g/mL}$ , tal es el caso de *Parthenium hysterophorus* L. (309,67 = *moderadamente tóxico*), y superiores a 1,000  $\mu\text{g/mL}$ , como *Petiveria alliacea* L. (> 1,000 = *no tóxico*); ambas estableciéndose en el rango de menor toxicidad, en términos de concentración ( $\mu\text{g/mL}$ ).

Coe *et al.* (2020), estudiaron la bioactividad de 68 especies de plantas medicinales recolectadas en el este de Nicaragua. De este grupo de plantas, se seleccionó a *Asclepias curassavica* L. que en términos de la  $CL_{50}$  exhibe un valor de 243  $\mu\text{g/mL}$ , ubicándose en la categoría de menor toxicidad «*moderadamente tóxico*», con base a los resultados obtenidos en el bioensayo con *A. salina*.

Actualmente, en la región Centroamericana y el Caribe existe una escasa sistematización de la información toxicológica, especialmente en especies de importancia ganadera (Ramírez *et al.*, 2020). Esto, ante la falta de estudios que sustenten la relación dosis-respuesta, en términos de la concentración del tóxico y la letalidad observada en los organismos de prueba durante el período de exposición (Aguirre Guzmán, 2014).

## **B. Planteamiento del problema**

En Honduras, especialmente en el municipio de Olanchito no se dispone de un listado taxonómico que dedique una atención particular al estudio de la flora tóxica de interés pecuario. A pesar, de ser una zona dedicada tradicionalmente a la producción ganadera, las intoxicaciones provocadas por este grupo de plantas permanecen como hechos aislados; solamente cuando ocurren muertes

masivas, los dueños del ganado se preocupan por investigar a fondo los motivos reales de los decesos, tal como se evidenció con la información obtenida a través del instrumento (Capítulo I, Anexo 3); dado que la prevalencia de estos ataques es común en sitios sobrepastoreados, que constituyen un riesgo para las actividades de pastoreo como principales focos de intoxicación responsables de ocasionar severos daños a la producción ganadera, superando el umbral de pérdidas económicas que afectan la sostenibilidad de las fincas.

#### **IV. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **A. Objetivo general**

- Realizar un estudio toxicológico aplicado a diez especies no palatables que afectan la salud física del ganado bovino, afincado en el municipio de Olanchito, departamento de Yoro.

##### **B. Objetivo específico**

- Estimar la  $CL_{50}$  para cada extracto proveniente de las diez especies estudiadas mediante un bioensayo de toxicidad aguda utilizando el método de *A. salina*.

#### **V. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

En el presente trabajo de investigación, se pretende responder la siguiente interrogante descrita a continuación:

1. De las especies estudiadas ¿Qué extractos mostraron un mayor grado de toxicidad, según la clasificación del CYTED?

#### **VII. MATERIALES Y MÉTODOS**

Los extractos etanólicos se prepararon en el Laboratorio 418 de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH). Los bioensayos de toxicidad aguda se realizaron en el Laboratorio de Análisis Ambiental del Centro Regional Universitario del Litoral Atlántico (UNAH-

CURLA), municipio de La Ceiba, departamento de Atlántida. El estudio constó de tres etapas: obtención del material vegetal, preparación de extractos etanólicos y pruebas de toxicidad con *A. salina*.

## **A. Obtención del material vegetal**

### **1. Materiales y equipos**

Para la recolección de las muestras vegetales se emplearon los siguientes materiales y equipos: dispositivo electrónico de posicionamiento global (GPS marca Garmin modelo eTrex® con un rango de error de 3 m.), guantes, marcadores, papel periódico, prensa botánica y tijeras podadoras manuales.

### **2. Recolección e identificación taxonómica**

El material vegetal fue recolectado entre mayo del 2021 a febrero del 2022, en fincas productoras de leche localizadas en las zonas rurales del municipio de Olanchito (15°29'00" N, 86°35'00" O), departamento de Yoro, República de Honduras. La selección de las especies evaluadas en el presente trabajo se determinó mediante un muestreo de campo y de entrevistas dirigidas a operarios de fincas ganaderas, utilizando como instrumento de recolección de datos: encuestas estructuradas (Capítulo I, Anexo 3).

De cada especie recolectada se prepararon especímenes botánicos (i.e., *vouchers*), los cuales se determinaron en el herbario Cyril Hardy Nelson Sutherland (TEFH) de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras, en donde reposan los ejemplares con su respectivo número de colección.

### **3. Criterios de selectividad**

Para la recolección del material vegetal, se tuvieron en cuenta una serie de criterios de inclusión y exclusión: Que las plantas estuvieran alejadas de caminos y carreteras para evitar trabajar con material contaminado con plomo proveniente de la combustión de gasolina, pues el mismo puede precipitar determinados metabolitos, como por ejemplo los flavonoides, en el proceso de extracción. En cuanto a la recolección, se consideró almacenar un kilogramo de material fresco procedente de los hatos ganaderos, teniendo en cuenta, que la mayor parte de los individuos de la población seleccionada se encontrarán en fase de madurez,

para evitar diferencias metabólicas debido al grado de desarrollo de las plantas (Ochoa Pacheco *et al.*, 2013). Por último, que las muestras depositadas en el herbario como material testigo, estén correctamente identificadas.

## **B. Preparación de extractos etanólicos**

### **1. Materiales y equipos**

En el procesamiento de las muestras vegetales se emplearon los siguientes materiales y equipos: balanza digital (Digital Kitchen Scale modelo SF-400 con capacidad máxima de 10 kg), bandejas desechables de aluminio, bolsas de polietileno para residuos, bolsas plásticas herméticas, brochas, mallas de sombreo, molino manual para granos (Victoria Corn Mill ref. 30018) y rótulos adhesivos.

Para la obtención de los extractos etanólicos se utilizaron los siguientes materiales y equipos: balanza analítica (OHAUS Explorer® Pro con capacidad máxima de 210 g), balanza granataria (OHAUS Triple Beam modelo TJ2611 con capacidad máxima de 2,610 g), cristalería, evaporador rotatorio o rotaevaporador (MRC-LAB), papel aluminio, papel filtro no silanizado (Whatman International Ltd.), película autosellante y rótulos adhesivos.

### **2. Procedimiento**

El material vegetal fue lavado con agua potable, con el fin de retirar el exceso de tierra acumulada en las partes aéreas. Seguidamente se sometió a un proceso de secado bajo sombra por un período de 3 a 4 semanas. El material seco se trituró en un molino, previo a su almacenamiento en bolsas plásticas herméticas; cada empaque fue pesado y rotulado.

De las muestras pulverizadas, se tomaron 100 g de cada especie y fueron depositadas por separado en un matraz Erlenmeyer de 250 mL, se les adicionaron 150 mL de etanol al 95% (grado analítico) y se sellaron para evitar la evaporación del solvente durante la extracción (Treviño *et al.*, 2012). Luego se dejaron en baño ultrasónico y agitación magnética constante en un lapso de 45 minutos. Al transcurrir el tiempo de extracción, el solvente se separó mediante filtración. Se verificó que el filtrado no presentará impurezas (restos vegetales).

El filtrado se mantuvo bajo refrigeración durante un período de 24 horas. Luego se transfirió a un balón de fondo redondo y se evaporó hasta sequedad en un rotaevaporador a 40 °C y 60 rpm (Fig. 1).



**Figura 1.** Preparación del extracto etanólico. **A.** Especie en estado silvestre (*A. curassavica*); **B.** Recolección; **C.** Secado; **D.** Molienda; **E.** Balón tarado (peso); **F.** Matraz esterilizado (peso); **G.** Filtración del extracto; **H.** Baño por ultrasonido (agitación magnética = 45 min); **I.** Equipo Soxhlet y rotaevaporador (40 °C y 60 rpm); **J.** Extracto etanólico; **K.** Extracto seco. Fotografías tomadas por: Andrés G. Morales (**A-K**) y Luis F. Morales (**B**).

### 3. Determinación del rendimiento de extractos secos

Torres Espirilla (2018), afirma que la determinación del rendimiento de los extractos, se basa en la diferencia de pesos para cada balón tarado, antes y después del procedimiento de obtención del extracto. De acuerdo con García *et al.* (2010), el rendimiento de extracción se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{PE}{PI} \times 100$$

Donde:

*PE* = Peso obtenido después de la extracción

*PI* = Peso inicial del material vegetal a extraer

— La descripción de este apartado, se detalla en el Capítulo II (Resultados).

### 4. Tamizaje fitoquímico

Para detectar las familias de compuestos presentes en los extractos estudiados se realizaron pruebas químicas de identificación, con el propósito de

evidenciar la presencia de alcaloides, antraquinonas, cumarinas, flavonoides, glicósidos cardiotónicos, glicósidos cianogénicos, saponinas y taninos (Treviño *et al.*, 2012), siguiendo el protocolo propuesto por el Grupo de Investigación de Productos Naturales descrito en el Capítulo II, sección D, acápite 2.

## **C. Bioensayo de toxicidad aguda en larvas de *A. salina***

### **1. Materiales y equipos**

En los bioensayos con *A. salina*, se emplearon los siguientes materiales y equipos: agitadores de vidrio, balanza analítica (A&D Company modelo HR-250A con capacidad máxima de 252 g), bomba aireadora, cristalería, espátula, extractos etanólicos, extracto de levadura, frasco lavador, lámpara de escritorio de 13 W, microscopio óptico (Novex B-Series), papel indicador de pH, pipetas, quistes de *A. salina*, incubadora (9 x 29 x 26 cm) y sal marina. Solventes: agua destilada y dimetilsulfóxido (DMSO marca Neogen Corporation, pureza 99%, contenido: 474 mL).

### **2. Método**

Para la evaluación de la toxicidad aguda se utilizó el método de *A. salina* propuesto por Vanhaecke *et al.* (1981); con algunas modificaciones. En 1 L de agua de mar artificial, se cultivaron 0,1 g de quistes de *A. salina* expuestos bajo un régimen continuo de luz y a una temperatura de 25 °C. Se dejaron eclosionar durante 24 horas. Posteriormente, se tomaron 50 µL equivalentes a una gota, conteniendo aproximadamente 10 larvas (Robles-García *et al.*, 2016). Seguidamente, se transfirieron a los recipientes de prueba (placas Petri y tubos de ensayo). Luego se añadió en cada recipiente, 2,5 mL de solución de trabajo suplementada con extracto de levadura (6 mg/mL). Finalmente, se adicionaron 150 mL del extracto etanólico de cada especie vegetal a diferentes concentraciones.

### **3. Organismos de prueba**

Los quistes de *A. salina* utilizados en el bioensayo fueron adquiridos a la empresa Golden Phoenix originaria de Salt Lake City, U.S.A. y comercializados por Bio-Acuario Honduras de la ciudad de Tegucigalpa, República de Honduras. La evaluación de la toxicidad aguda se efectuó con larvas en estadio temprano.

Para la clasificación taxonómica de *A. salina*, se cuenta con un certificado de identificación emitido por el especialista de la empresa Bio-Acuario Honduras (Anexo 1).

#### **4. Preparación del medio de cultivo**

Se trasvasó aproximadamente 1,000 mL de agua destilada a la incubadora. Luego se agregaron 40 g de sal marina, facilitando la disolución por agitación con varilla de vidrio. Una vez preparado el medio artificial, se verificó que el pH de la solución se encontrará entre 9 y 10 (Sánchez y Neira, 2005). Seguidamente se adicionaron 0,1 g de quistes de *A. salina*.

#### **5. Período de incubación**

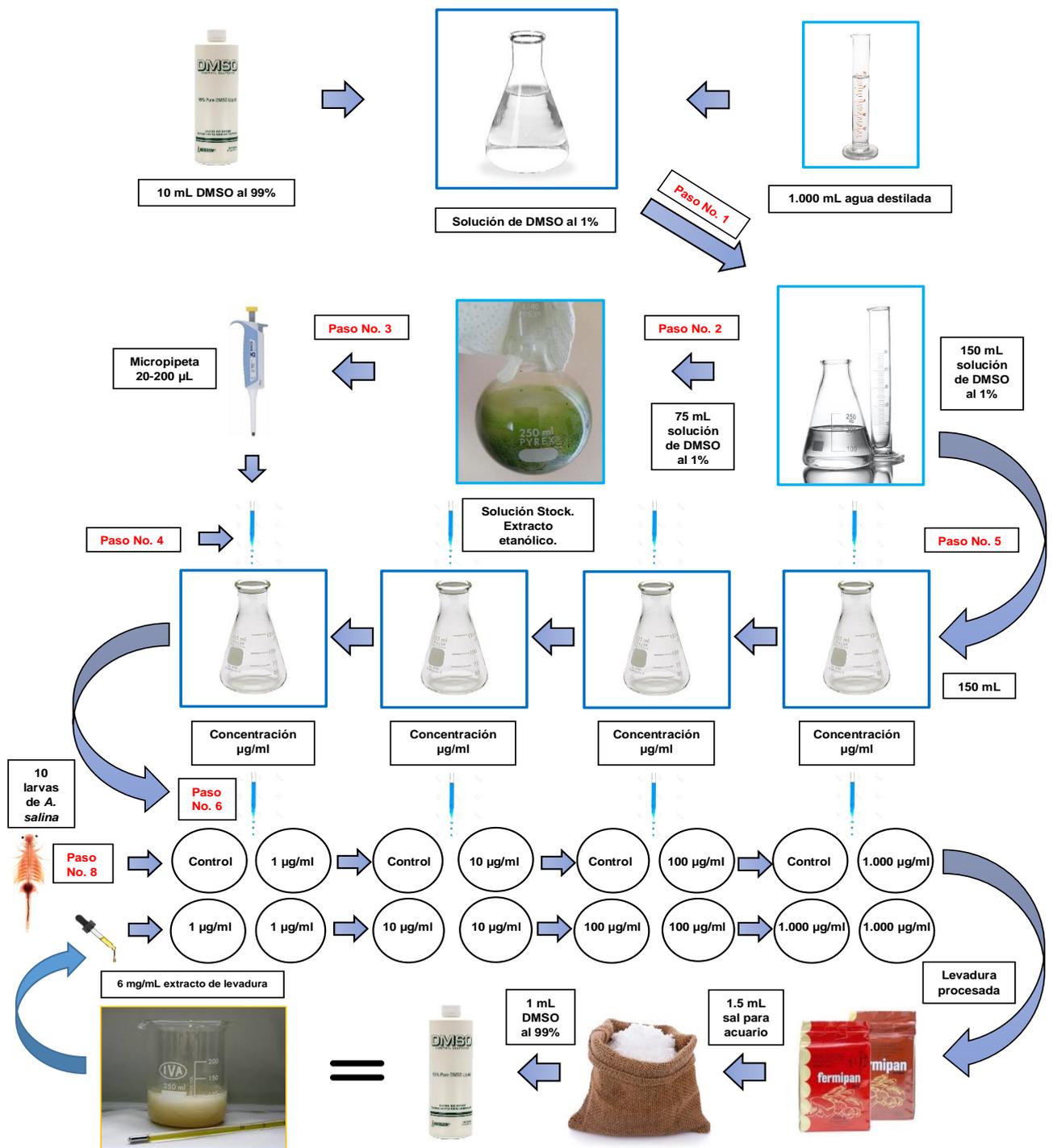
Los quistes de *A. salina* fueron incubados en un medio artificial, manteniendo una temperatura de 25 °C y una iluminación constante de 13 W, esto debido a que las larvas son fototácticas y su locomoción es estimulada por la incidencia de luz (Bonilla González *et al.*, 2020). Los quistes se mantuvieron en suspensión continua mediante aireación con la ayuda de una manguera plástica extendida hasta el fondo del recipiente. El período de incubación duró en promedio 24 horas (Aranda-Ventura *et al.*, 2018), dando paso a la eclosión de los quistes y facilitando la liberación de las larvas. Una vez alcanzado los estadios II y III de su ciclo de vida, fueron transferidas con ayuda de una pipeta Pasteur a los recipientes de prueba (placas Petri y tubos de ensayo), para luego ser sometidas a las concentraciones del extracto (Saetama *et al.*, 2018).

#### **6. Preparación del extracto de levadura**

Se utilizó como aditivo alimentario, un suplemento con extracto de levadura (6 mg/mL) disuelto en una mezcla de 1,5 mL de sal marina y 1 mL de DMSO.

#### **7. Preparación de la solución stock**

Para el bioensayo con *A. salina* se preparó una solución de DMSO al 1%, diluyendo 10 mL de DMSO al 99% en 1,000 mL con agua destilada. Para preparar las soluciones stock, se trasvasaron 75 mL de la solución de DMSO al 1% a cada balón con extracto etanólico y se agitó hasta obtener una suspensión (Fig. 2).



**Figura 2.** Diagrama de flujo. Preparación de soluciones en el bioensayo con *A. salina*.  
Elaborado por: Andrés G. Morales.

## 8. Preparación de las concentraciones

Partiendo de cada solución stock, se prepararon 4 concentraciones del extracto (1, 10, 100 y 1.000 µg/mL); mediante pipeteado fueron transferidas a un matraz Erlenmeyer, agregando 150 mL de solución stock como solubilizador. Seguidamente se añadieron en los recipientes de prueba, diluciones sucesivas de cada una de las concentraciones requeridas, adicionando una gota en suspensión del extracto de levadura. Por cada concentración, se realizaron 3 réplicas y un control, transfiriendo en cada recipiente, un total de 10 larvas (Jaramillo *et al.*, 2013).

## 9. Determinación del porcentaje de mortalidad

Después de 24 h se contó el número de larvas muertas en cada recipiente, las cuales fueron observadas utilizando un microscopio óptico. Las larvas se consideraron muertas al no exhibir ningún movimiento luego de transcurridos 10 segundos. El efecto tóxico para cada solución se expresó como el porcentaje de mortalidad. Los porcentajes de muertes se calcularon comparando el número de sobrevivientes en el control y en las soluciones de prueba (Rajabi *et al.*, 2015; Saetama *et al.*, 2018). La mortalidad se calculó usando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Mortalidad} = \frac{\text{Individuos vivos pruebas} - \text{Individuos vivos control}}{\text{Individuos vivos control}} \times 100$$

## 10. Validación del experimento

El experimento se consideró fiable cuando la mortalidad en los controles (recipientes preparados e incubados en las mismas condiciones, pero en ausencia de extracto) no excedió el 10 % (Fernández-Calienes *et al.*, 2009).

## 11. Análisis estadístico

El análisis Probit, es un modelo de regresión especializado en variables de respuesta binomial, utilizado para determinar la toxicidad de un producto químico, que ha sido probado en organismos vivos (Okomoda *et al.*, 2013). La relación entre las variables (muerte/no muerte) se analizó mediante herramientas de regresión y correlación lineal. Una vez ejecutado el análisis Probit, se procedió

a determinar la concentración o dosis de la sustancia problema, con el propósito de evaluar la tolerancia de los organismos, que fueron expuestos a las concentraciones de los extractos (Fig. 5, Anexo 2).

El análisis Probit se realizó utilizando el programa Microsoft Excel 2013, con el estadígrafo pronóstico el cual calcula o predice un valor futuro en una tendencia lineal usando valores existentes (González Pérez y Aportela Gilling, 2001). La  $CL_{50}$  se determinó mediante el cálculo del valor Probit = 5.0 y el nivel de respuesta (50%), que se interpola, dando como resultado el Log Dosis, expresado en la siguiente ecuación:

$$CL_{50} = 10^{\text{Log Dosis}}$$

Donde:

$CL_{50}$  = concentración letal media

$10^{\text{Log Dosis}}$  = logaritmo base 10 de la dosis

## 12. Grado de toxicidad

El grado de toxicidad de los extractos, fue definido en función del rango en que se encuentren los valores de la  $CL_{50}$  para cada especie (Fernández-Calienes *et al.*, 2009), con base a la clasificación establecida por el CYTED, tal como se indica en el cuadro 1.

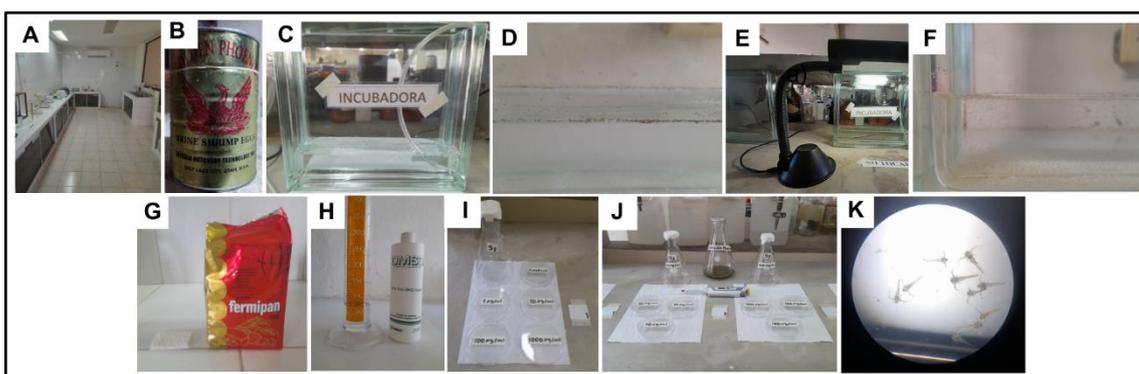
**Cuadro 1.** Valores establecidos para la toxicidad aguda y crónica según CYTED.

Categoría	Valores	
I. Extremadamente tóxico	0-10	µg/mL
II. Altamente tóxico	10-100	µg/mL
III. Moderadamente tóxico	100-500	µg/mL
IV. Ligeramente tóxico	500-1.000	µg/mL
V. Prácticamente no tóxico	1.000-1.500	µg/mL
VI. Relativamente inocuo	≥1.500	µg/mL

**Fuente:** Retuerto-Figueroa *et al.* (2020).

## VIII. RESULTADOS

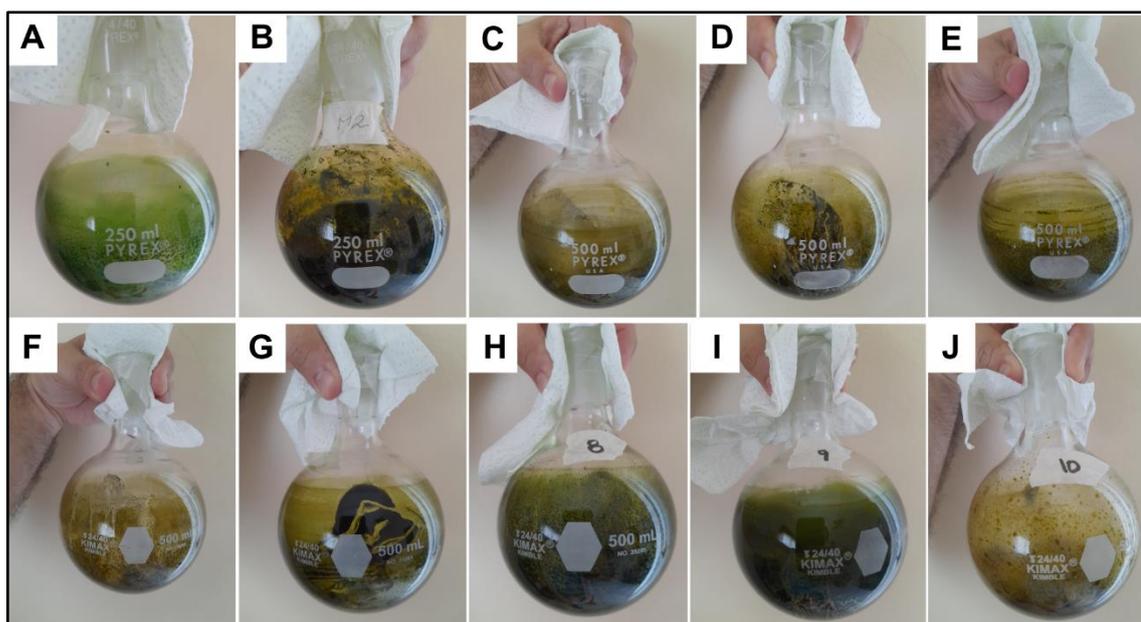
En el presente trabajo, se realizó una evaluación de la mortalidad causada por extractos etanólicos de especies no palatables sobre larvas de *A. salina*, que corresponde a uno de los métodos más utilizados para determinar el valor de la  $CL_{50}$ . Una de las principales ventajas del bioensayo con *A. salina*, es su fácil manejo en el laboratorio, y además, que su cultivo es relativamente sencillo y barato, lo que lo convierte en un organismo modelo muy atractivo para predecir la toxicidad de distintos componentes (Fig. 3).



**Figura 3.** Bioensayo de toxicidad aguda en larvas de *A. salina*. **A.** Instalaciones del Laboratorio de Análisis Ambiental, UNAH-CURLA; **B.** Producto envasado (quistes de *A. salina*); **C.** Preparación del medio de cultivo; **D.** Cultivo en solución salina; **E.** Iluminación y aireación; **F.** Eclosión; **G.** Extracto de levadura; **H.** Preparación de solución stock; **I.** Montaje; **J.** Preparación de las concentraciones requeridas por triplicado; **K.** Letalidad observada en los organismos de prueba (tiempo de exposición). Fotografías tomadas por: Andrés G. Morales.

Previo al ensayo, se prepararon los extractos etanólicos de las muestras analizadas (Fig. 4). La extracción líquida del material seco procesado se realizó mediante maceración estática por 7 días, empleando como solvente de extracción etanol al 95 %. El solvente se eliminó por evaporación a presión reducida y el filtrado se mantuvo bajo refrigeración en un lapso de 24 horas.

De cada muestra obtenida se prepararon 4 soluciones concentradas diluidas con DMSO al 99%. Estas soluciones se conservaron a 4 °C hasta su utilización.



**Figura 4.** Extractos etanólicos. **A.** *Amaranthus spinosus* L. = muestra 1; **B.** *Asclepias curassavica* L. = muestra 2; **C.** *Croton cortesianus* Kunth = muestra 3; **D.** *Cydistia aequinoctialis* (L.) Miers = muestra 4; **E.** *Lantana urticifolia* Mill. = muestra 5; **F.** *Melochia pyramidata* L. = muestra 6; **G.** *Parthenium hysterophorus* L. = muestra 7; **H.** *Petiveria alliacea* L. = muestra 8; **I.** *Rauvolfia tetraphylla* L. = muestra 9; **J.** *Ricinus communis* L. = muestra 10. Fotografías tomadas por: Andrés G. Morales.

Finalizados los ensayos en el laboratorio, se determinó la línea base de susceptibilidad (concentración *versus* mortalidad), estimada mediante el modelo de regresión lineal o ajuste de líneas, para el cálculo de la CL<sub>50</sub>. A los datos de mortalidad observada se les aplicó el análisis de supervivencia Probit de mínimos cuadrados estimadores de la pendiente del intercepto. Se utilizaron hojas de cálculo de Excel, para comparar las medias de las concentraciones del extracto y la respuesta biológica de los organismos durante su exposición (24 horas). Los resultados generales fueron detallados a partir de los promedios obtenidos de las evaluaciones de la actividad tóxica *in vivo*. Se realizaron diez experimentos, cada uno de ellos por triplicado (Anexo 3). Los experimentos se consideraron válidos si el porcentaje de mortalidad en el control (recipiente preparado en las mismas condiciones, pero en ausencia de extracto) no excedió del 10%.

En el Anexo 4, se reportan los valores de las CL<sub>50</sub> calculadas para los diez extractos etanólicos, utilizando como método estadístico el análisis de supervivencia Probit.

En el cuadro 2 se muestran los valores de la CL<sub>50</sub> para los diez extractos evaluados. La categoría de toxicidad fue designada según la clasificación de CYTED. Los resultados obtenidos para cada extracto fueron ordenados en función del rango en que se encontraron los valores de CL<sub>50</sub>, de acuerdo con las categorías establecidas por el CYTED.

**Cuadro 2.** Clasificación de los extractos según la escala del CYTED.

<b>Extracto</b>	<b>CL<sub>50</sub> (µg/mL)</b>	<b>Categoría de toxicidad</b>
<i>M. pyramidata</i>	0.02 µg/mL	I. Extremadamente tóxico
<i>R. tetraphylla</i>	0.03 µg/mL	I. Extremadamente tóxico
<i>L. urticifolia</i>	0.04 µg/mL	I. Extremadamente tóxico
<i>A. curassavica</i>	0.34 µg/mL	I. Extremadamente tóxico
<i>P. hysterochorus</i>	0.74 µg/mL	I. Extremadamente tóxico
<i>R. communis</i>	2.61 µg/mL	I. Extremadamente tóxico
<i>C. aequinoctialis</i>	2.68 µg/mL	I. Extremadamente tóxico
<i>C. cortesianus</i>	14.05 µg/mL	II. Altamente tóxico
<i>P. alliacea</i>	131.89 µg/mL	III. Moderadamente tóxico
<i>A. spinosus</i>	323.87 µg/mL	III. Moderadamente tóxico

**Categoría de toxicidad:** I. Extremadamente tóxico (0-10 µg/mL); II. Altamente tóxico (10-100 µg/mL); III. Moderadamente tóxico (100-500 µg/mL).

**Fuente:** Elaboración propia.

## **IX. DISCUSIÓN**

El método de *A. salina* se basa en la premisa de que los compuestos bioactivos son tóxicos a altas dosis y que la letalidad en un organismo simple puede ser utilizada para detectar y guiar el fraccionamiento de los extractos, como un primer paso para determinar la actividad citotóxica (Robles-García *et al.*, 2016). Este método es una herramienta útil para predecir la toxicidad oral aguda en extractos vegetales (Ávalos-Soto *et al.*, 2014).

McLaughlin *et al.* (1998), afirman que existen estudios que han dedicado una atención particular a la anatomía interna de *A. salina*, debido a que éstas son altamente sensibles a una gran variedad de sustancias químicas y/o extractos vegetales. Pastorino (2003), menciona en su trabajo, que el sistema nervioso de *A. salina* consta de un cerebro rudimentario seguido de una cadena nerviosa con trece ganglios metaméricos (en escalera). Asimismo, poseen un sistema circulatorio abierto, con un vaso dorsal extendido longitudinalmente e irrigado por una hemolinfa formada por plasma, hemoglobina disuelta y células incoloras ameboideas.

González Pérez y Aportela Gilling (2001), mencionan que las larvas de *A. salina* presentan una cutícula muy fina lo que las hace especialmente sensibles a la toxicidad de los extractos vegetales, que penetran a través de las barreras fisiológicas absorbiéndose rápidamente y provocando diferentes alteraciones en estos organismos, que van desde efectos subletales sobre la movilidad, la reproducción y la hematología hasta su muerte. Otros autores atribuyen esto, a la colinesterasa como indicador de la neurotoxicidad, que actúa como una enzima ligada al sistema nervioso colinérgico cuya función consiste en finalizar la transmisión sináptica (Nunes *et al.*, 2006; Comeche Sanz, 2015; Martín-Villamil *et al.*, 2016). En organismos filtradores como *Artemia* spp., la inhibición de la colinesterasa produce una acumulación excesiva de acetilcolina en el espacio intersináptico, provocándose una sobreestimulación nerviosa, que conduce a la parálisis del sistema neural y muscular, afectando la locomoción de las estructuras natatorias, y ocasionando su muerte (Jeyaratnam & Maroni, 1994; Varó *et al.* 2007; Aranda Quirós, 2019; Araya Pizarro, 2023).

También, se ha comprobado que las sustancias que actúan como inhibidores de la colinesterasa afectan de forma negativa, diferentes estadios larvarios de *A. salina* (Baek *et al.*, 2015). Tal es el caso, de los carbamatos considerados como agentes anticolinesterásicos capaces de detener el funcionamiento normal de la enzima, con una consecuente acumulación del neurotransmisor denominado acetilcolina, en la región sináptica de las células, provocando una interrupción de la transmisión nerviosa de muchos invertebrados y vertebrados (De Bleeker, 2008; De la Roche-Zogby, 2017).

Pino Pérez y Jorge Lazo (2010), afirman que las larvas de *Artemia* spp. se han utilizado por más de 40 años como prueba preliminar en la evaluación de la actividad citotóxica y antitumoral. Vélez *et al.* (2018) destacan el potencial de este bioensayo, como un indicador de la actividad antitumoral de extractos vegetales y/o compuestos químicos presentes, demostrando buena correlación entre la mortalidad de las larvas de *Artemia* y la citotoxicidad frente a las células cancerígenas. Estos hallazgos refuerzan la importancia de la utilización de este ensayo como prueba alternativa de toxicidad (Fernández-Calienes *et al.*, 2009).

De acuerdo con los resultados obtenidos, la CL<sub>50</sub> para el extracto etanólico de *A. spinosus* fue de 323.87 µg/mL (cuadro 3, Anexo 4), cuyo valor se posicionó entre los menos letales, en comparación con el resto de los extractos evaluados, ubicándose en la categoría de «*moderadamente tóxico*» según la clasificación del CYTED. En el trabajo de Atchou *et al.* (2021), se evaluó la citotoxicidad del extracto hidroetanólico seco de las raíces de *A. spinosus* mediante la incubación de larvas de *A. salina* sometidas a un período de exposición de 24 horas. El estudio *in vitro* demostró que el extracto tuvo una CL<sub>50</sub> de 1.178 mg/mL y fue considerado como «*no citotóxico*».

Por otro lado, la CL<sub>50</sub> para el extracto etanólico de *A. curassavica* fue de 0.34 µg/mL (cuadro 4, Anexo 4), lo que revela que este extracto es de alta letalidad debido a que se encuentra por debajo del valor de 10 µg/mL «*extremadamente tóxico*». Un estudio *in vitro* realizado por Roy *et al.* (2005), detalla el aislamiento de una serie de cardenólidos y compuestos relacionados con las partes aéreas y raíces de *A. curassavica* (Anexo 5); cuyas estructuras fueron determinadas mediante métodos espectroscópicos. La mayoría de los cardenólidos obtenidos mostraron una citotoxicidad pronunciada (CL<sub>50</sub> de 0.01–2.0 µg/mL) contra cuatro líneas celulares cancerosas. En general, los cardenólidos juegan un papel importante en la inhibición de la enzima Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> ATPasa, también conocida como bomba sodio-potasio ubicada en la membrana celular que transporta iones de potasio hacia adentro y iones de sodio hacia afuera del medio. Los gradientes de Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup> establecidos por esta enzima son vitales para los procesos fisiológicos de los animales que incluyen transducción de señales neuronales, contracción muscular y osmorregulación (Jiménez Domínguez, 2021).

En contexto, el valor de la CL<sub>50</sub> para el extracto etanólico de *C. cortesianus* fue de 14.05 µg/mL (cuadro 5, Anexo 4), lo que indica que este extracto es muy tóxico debido a que se encuentra por debajo del valor de 100 µg/mL «*altamente tóxico*». El resultado obtenido con el extracto *C. cortesianus* estuvo en similitud con un estudio realizado por MacBae *et al.* (1988), que determinaron la presencia de sustancias con propiedades antitumorales aisladas de la corteza de *Croton lechleri* Müll. Arg., contra nauplios de *A. salina* sometidos a una fracción soluble en acetato de etilo, obteniéndose una CL<sub>50</sub> de 15.2 µg/mL. Pascual Villalobos y Correal Castellanos (1992), afirman que varias especies del género *Croton* producen un aceite altamente irritante, capaz de inducir tumores debido a su componente químico PMA (forbol 12-miristato 13-acetato), un éster de forbol que puede ser útil para la investigación biomédica en modelos de carcinogénesis. Zeinsteger y Gurni (2004), consideran al género *Croton* spp. entre los menos tóxicos, debido a que, si un animal mastica sus hojas, tallos o raíces, se produce una irritación leve de las zonas en contacto con el material vegetal (Anexo 5).

Por otra parte, la CL<sub>50</sub> para el extracto etanólico de *C. aequinoctialis* fue de 2.68 µg/mL (cuadro 6, Anexo 4), posicionándose en la categoría de «*extremadamente tóxico*» según la clasificación del CYTED. En la literatura consultada no se dispone de datos concluyentes, que detallen la actividad citotóxica del extracto crudo de *C. aequinoctialis* en bioensayos con *A. salina*. Ante la falta de información toxicológica, se cuenta con los resultados del tamizaje fitoquímico para *C. aequinoctialis* (Capítulo II, Resultados, cuadro 2), evidenciando la presencia de alcaloides, taninos, flavonoides, saponinas y cumarinas.

En cambio, la CL<sub>50</sub> para el extracto etanólico de *L. urticifolia* fue de 0.04 µg/mL (cuadro 7, Anexo 4), situándose en la categoría de «*extremadamente tóxico*». El resultado obtenido con *L. urticifolia* difiere del estudio realizado por Medeiros *et al.* (2012), esto debido a que algunos especímenes han sido mal identificados y publicados bajo el nombre de *Lantana camara* L. y, probablemente, ciertas características se deberían atribuir más bien a *L. urticifolia*. Los hallazgos publicados por Medeiros *et al.* (2012), señalaron que el principal compuesto de los aceites esenciales de *L. camara*, son sesquiterpenos acumulados en las

hojas y tallos (Anexo 5). Además, los aceites esenciales de *L. camara* fueron citotóxicos para células de mamífero V79 (fibroblastos de pulmón de hámster chino) y también para *A. salina*, mostrando valores de 0.234 µg/mL.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la CL<sub>50</sub> para el extracto etanólico de *M. pyramidata* fue de 0.02 µg/mL (cuadro 8, Anexo 4), posicionándose entre los más letales, en comparación con el resto de los extractos evaluados, cuyo valor se encuentra por debajo de 0-10 µg/mL «*extremadamente tóxico*» según la clasificación del CYTED. Dentro de la literatura científica, son escasas las investigaciones toxicológicas orientadas a la letalidad de *M. pyramidata* en modelos biológicos. Mediante la revisión bibliográfica, se documentó un estudio realizado por Breuer *et al.* (1982), que hace énfasis de la composición fitoquímica de *M. pyramidata*, al referirse a la interacción del anillo de piridona presente en la meloquinina (alcaloide), que se asemeja a la estructura de la piericidina A, que actúa como inhibidor de la cadena respiratoria mitocondrial, provocando un efecto antagonista en los canales de Ca<sup>2+</sup>, lo cual desencadena la aparición de un síndrome patológico en los bovinos denominado «*derrengue*» (Anexo 5).

Por otro lado, la CL<sub>50</sub> para el extracto etanólico de *P. hysterophorus* fue de 0.74 µg/mL (cuadro 9, Anexo 4), lo que indica que este extracto es de alta letalidad debido a que se encuentra por debajo del valor de 10 µg/mL «*extremadamente tóxico*». En la literatura consultada, se dispone de poca información que especifica el potencial tóxico de los extractos de *P. hysterophorus* y su letalidad en larvas de *A. salina*. Algunos informes farmacognósticos documentan la presencia de la partenina, como el principal componente de esta planta, que actúa como potente clastógeno y citotóxico (Bermúdez Toledo *et al.*, 2012); responsable del incremento e inestabilidad de la membrana celular, provocando la lisis de los eritrocitos (Anexo 5).

En cambio, el valor de la CL<sub>50</sub> para el extracto etanólico de *P. alliacea* fue de 131.89 µg/mL (cuadro 10, Anexo 4), posicionándose en la categoría de menor toxicidad «*moderadamente tóxico*». Fernández-Calienes *et al.* (2009), evaluaron la mortalidad causada por extractos etanólicos de plantas medicinales cubanas sobre larvas de *A. salina*, principalmente en extractos de *P. alliacea*, mostrando valores superiores a 1.000 µg/mL «*no tóxico*».

Por otra parte, la CL<sub>50</sub> para el extracto etanólico de *R. tetraphylla* fue de 0.03 µg/mL (cuadro 11, Anexo 4), lo que demuestra que este extracto es letal debido a que se encuentra por debajo del valor de 10 µg/mL. Sin embargo, existen vacíos de información que especifiquen la actividad citotóxica del extracto crudo de *R. tetraphylla* en bioensayos con *A. salina*. Levy & Koelle (1958), estudiaron el mecanismo de acción tóxica de la rauwolscina aislada de las partes aéreas de *R. tetraphylla*, que actúa como un agente bloqueante adrenérgico reversible de acción corta con una alta proporción de dosis simpatolítica a adrenolítica, produciendo efectos hipotensores en los vertebrados (Anexo 5).

En cambio, la CL<sub>50</sub> para el extracto etanólico de *R. communis* fue de 2.61 µg/mL (cuadro 12, Anexo 4), situándose en la categoría de «*extremadamente tóxico*» según la clasificación del CYTED. Abbas *et al.* (2018), evaluaron la respuesta biológica de las larvas de *Artemia* sp. frente a los extractos metanólicos de *R. communis*. El valor para la CL<sub>50</sub> mediante el método de agitación, se encontró en el rango de 0.22–3.70 µg/mL. Para el método de sonicación el valor detectado fue de 1.59–60.92 µg/mL, mientras que, en el método de Soxhlet, se reportaron valores de 0.72–33.60 µg/mL. Germosén-Robineau (2014), concluye que la ricina es el principal alcaloide aislado de las semillas de *R. communis*, y actúa como una toxoalbúmina de constitución polipeptídica, formada por dos cadenas de aminoácidos unidos a un puente disulfuro, que no se encuentra normalmente en el aceite obtenido por presión y que sufre modificaciones por acción del calor (Anexo 5).

Sin embargo, los resultados obtenidos por otros autores muestran algunas variaciones en la composición química de las especies estudiadas (Anexo 5). Torres-Pelayo *et al.* (2018), afirman que los fitoconstituyentes varían de una especie a otra, en número y proporción, esto debido a la influencia de ciertos factores, tales como el clima, suelo, edad del organismo, temporada de colecta, entre otros, que pueden ser críticos o determinantes. Aranda-Ventura *et al.* (2018), mencionan que una especie vegetal, no siempre muestra una concentración letal baja, en términos de citotoxicidad y esto podría explicarse a las condiciones ambientales de su hábitat natural (tipo de tierra, pH, altura, humedad, entre otros) que influyen en la producción de los fitoconstituyentes.

Otro aspecto relevante, es que cada especie de *Artemia* posee una sensibilidad diferente ante distintos tóxicos, por lo que en cada prueba de toxicidad resulta importante describir y conocer la especie con la que se trabaja (Vanhaecke *et al.*, 1981; Samper Quinto, 2016). Además, la producción de quistes está condicionada por la variabilidad genética, lo cual se atribuye a la distribución geográfica de las especies, que rara vez se conoce, a pesar de que en las pruebas de toxicidad se utilicen quistes certificados (Sanz Lanzas, 2017). Este origen desconocido puede dar lugar a variaciones en el crecimiento, supervivencia, reproducción y sensibilidad frente a ciertos componentes con acción citotóxica (Triantaphyllidis *et al.*, 1998).

A pesar de la variabilidad genética que muestra esta especie según Sanz Lanzas (2017); se puede inferir que el método de *A. salina* constituye una herramienta útil, confiable, de fácil manipulación y respuesta rápida para predecir la toxicidad aguda de los extractos evaluados; razón por la cual los resultados de este estudio deben ser considerados como aproximaciones para el cálculo de la CL<sub>50</sub> en ambientes controlados. Retuerto-Figueroa *et al.* (2020), afirman que este método posee la ventaja de ser económico, rápido, sencillo, reproducible y aceptado por la comunidad científica para evaluar la citotoxicidad de especies vegetales y otros componentes con acción citotóxica.

## **X. CONCLUSIONES**

Los extractos analizados en el presente trabajo mostraron una elevada toxicidad con el método de *A. salina*. Los extractos más letales fueron: *M. pyramidata*, *R. tetraphylla*, *L. urticifolia*, *A. curassavica*, *P. hysterothorus*, *R. communis*, *C. aequinoctialis* y *C. cortesianus*, exhibiendo valores inferiores a 100 µg/mL. Estos hallazgos refuerzan la importancia de la utilización de este método como prueba alternativa para correlacionar la acción tóxica de los extractos evaluados con otras actividades biológicas o con la presencia de determinados componentes químicos que, al ser desdoblados mediante reacciones metabólicas, desencadenan en los organismos vivos, una serie de cuadros inespecíficos que alteran su funcionalidad.

Con esta investigación se espera ofrecer a la comunidad científica, un protocolo estandarizado de la prueba de toxicidad aguda con *A. salina*; cuyo trabajo sea acogido por otros investigadores y contribuya a enriquecer el conocimiento basado en las nociones de la toxicología vegetal. Por lo anterior, el bioensayo con *A. salina* es considerado un método de aproximación preliminar, válido para predecir la toxicidad de los compuestos, y no requiere de mayor tecnología, en términos de infraestructura, ni tampoco de otras técnicas de biología celular, lo cual confiere mayor repetibilidad en los ensayos.

Los resultados de esta investigación constituyen un aporte al conocimiento de la flora tóxica documentada en el municipio de Olanchito. Resulta interesante señalar, que algunas de las especies fueron analizadas por primera vez, sirviendo como punto de partida para el desarrollo de numerosas contribuciones que detallen sus usos y aplicaciones terapéuticas, con el fin de evaluar su actividad farmacológica en el tratamiento de ciertas enfermedades.

## **XII. LITERATURA CITADA**

- Abbas, M., Ali, A., Arshad, M., Atta, A., Mehmood, Z., Tahir, I.M. & Iqbal, M. (2018). Mutagenicity, cytotoxic and antioxidant activities of *Ricinus communis* different parts. *Chem. Cent. J.*, 12(3): 1–9.
- Aguirre Guzmán, Y.E. (2014). *Actividad antimicrobiana contra Helicobacter pylori y letalidad sobre Artemia salina L., de 34 extractos hidroalcohólicos de plantas*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Sonora]. Hermosillo, México.
- Alonso, J. y Desmarchelier, C.J. (2015). Plantas medicinales autóctonas de la Argentina. Bases científicas para su aplicación en atención primaria de la salud. Primera edición. Corpus Editorial y Distribuidora S.A. Buenos Aires, Argentina.
- Andrade Neto, A.Q. de, Souza, J.C. de A., Mendonça, C.L. de, Riete Correa, F., Melo Neto, G.B., Cajueiro, J.F. de P. e Afonso, J.A.B. (2016). Intoxicação natural por *Amaranthus spinosus* (Amaranthaceae) em bovinos no Agreste do estado de Pernambuco. *Ciênc. vet. tróp.*, 19(1): 31–39.

- Aranda Quirós, V. (2019). *Toxicidad de los fármacos simvastatina y carbamazepina asociados a microplásticos en adultos de Artemia salina*. [Tesis de Maestría, Universidad de Cádiz]. Puerto Real, España.
- Aranda-Ventura, J., Villacrés-Vallejo, J., Núñez-Tuesta, L., Marín-Sisley, P., Nonato-Ramírez, L. y González-Aspajo, G. (2018). Evaluación de la bioactividad de plantas medicinales cultivadas en el Perú usando la prueba de letalidad de *Artemia salina*. *Rev. Peru Med. Integrativa*, 3(3): 132–137.
- Araya Pizarro, X.A. (2023). *Caracterización de la toxicidad de venenos de serpiente sobre nauplios de Artemia salina y su utilidad para la evaluación de la potencia neutralizante de antivenenos ofídicos*. [Tesis de Maestría, Universidad de Costa Rica]. San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica.
- Atchou, K., Lawson-Evi, P., Diallo, A. & Eklú-Gadegbeku, K. (2021). Toxicological evaluation of the dried hydroethanolic extract of *Amaranthus spinosus* L. roots in *Artemia salina* larvae and Sprague Dawley rats. *Clinical Phytoscience*, 7(66): 1–9. <https://doi.org/10.1186/s40816-021-00304-1>
- Atran, S., Lois, X. y Ucan Ek', E. (2004). Plantas de los maya itza' del Petén. Ann Arbor, Museo de Antropología, Universidad de Michigan (Memoria Núm. 38).
- Ávalos-Soto, J., Treviño-Neávez, J.F., Verde-Star, M.J., Rivas-Morales, C., Oranday-Cárdenas, A., Moran-Martínez, J., Serrano-Gallardo, L.B. y Morales-Rubio, M.E. (2014). Evaluación citotóxica de los extractos etanólicos de *Azadirachta indica* (A. Juss) sobre diferentes líneas celulares. *Rev. Mex. Cienc. Farm.*, 45(3): 39–44.
- Avendaño Reyes, S. y Flores Gudiño, J.S. (1999). Registro de plantas tóxicas para ganado en el estado de Veracruz, México. *Vet. Méx.*, 30(1): 79–94.
- Baek, I., Choi, H.J. & Rhee, J.S. (2015). Inhibitory effects of biocides on hatching and acetylcholinesterase activity in the brine shrimp *Artemia salina*. *Toxicol. Environ. Health Sci.* 7: 303–308. <https://doi.org/10.1007/s13530-015-0253-x>

- Bermúdez Toledo, D., Boffill Cárdenas, M., Valido Díaz, A., Martínez Montalbán, C.M. e Iglesias Rodríguez, N. (2012). Evaluación fotohemolítica *in vitro* de *Parthenium hysterophorus* L. *Medicentro*, 16(1): 43–48.
- Bonilla González, J.A., Gonzales Chavez, E.J., Iglesias-Osores, S. y Vergara Espinoza, M.E. (2020). Efecto inhibitorio in vitro del extracto líquido de *Musa acuminata* frente a *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina y evaluación de la toxicidad en *Artemia salina*. *Medicina Naturista*, 14(1): 95–100.
- Breuer, H., Rangel, M. & Medina, E. (1982). Pharmacological properties of melochinine, an alkaloid producing central american cattle paralysis. *Toxicology*, 25: 223–242. [https://doi.org/10.1016/0300-483X\(82\)90032-4](https://doi.org/10.1016/0300-483X(82)90032-4)
- Cabrini, D.A., Moresco, H.H., Imazu, P., da Silva, C.D., Pietrovski, E.F., Mendes, D.A., da Silveira Prudente, A., Pizzolatti, M.G., Brighente, I.M. & Otuki, M.F. (2011). Analysis of the potential topical anti-inflammatory activity of *Averrhoa carambola* L. in mice. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 908059. <https://doi.org/10.1093/ecam/nea026>
- Cáceres, A. (2009). *Vademécum nacional de plantas medicinales*. Editorial Universitaria. Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- Coe, F.G., Parikh, D.M., Johnson, C.A., Kucharczyk, M. & Tovar, J.A. (2020). Bioactivity of 68 species of medicinal plants of eastern Nicaragua. *J. Pharmacogn. Phytochem.*, 9(3): 101–112.
- Comeche Sanz, A. (2015). *Toxicidad del metilparabeno en Artemia franciscana y sus implicaciones en la acuicultura*. [Tesis de Maestría, Universitat de València]. Valencia, España.
- Crespo, L.I. (2016). *Contribución a la preformulación del extracto hidroalcohólico de hojas y flores de Turnera ulmifolia* L. [Tesis de Pregrado, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas]. Santa Clara, Cuba.

- De Bleecker, J.L. (2008). Organophosphate and carbamate poisoning. *In*: Engel, A.G. (Ed.). Handbook of Clinical Neurology. Neuromuscular Junction Disorders. Vol. 91, (pp. 401-432). Elsevier. Amsterdam, The Netherlands. [https://doi.org/10.1016/S0072-9752\(07\)01513-8](https://doi.org/10.1016/S0072-9752(07)01513-8)
- De la Roche-Zogby, F. (2017). *Potencial de esponjas del caribe colombiano como inhibidores de la acetilcolinesterasa, una enzima fundamental en los procesos de transmisión nerviosa*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano]. Bogotá, Colombia.
- Fernández-Calienes, A., Mendiola Martínez, J., Monzote Fidalgo, L., García Parra, M., Sariago Ramos, I., Acuña Rodríguez, D., Scull Lizama, R. y Gutiérrez Gaitén, Y. (2009). Evaluación de la toxicidad de extractos de plantas cubanas con posible acción antiparasitaria utilizando larvas de *Artemia salina* L. *Rev. Cubana Med. Trop.*, 61(3): 254–258.
- Flores, J.S., Canto-Aviles, G.C.O. y Flores-Serrano, A.G. (2001). Plantas de la flora yucatanense que provocan alguna toxicidad en el humano. *Rev. Biomed.*, 12(2): 86–96. <https://doi.org/10.32776/revbiomed.v12i2.261>
- Flores Chávez, L.J. (2015). *Efecto antiespasmódico del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Chenopodium ambrosioides* L. "paico" en íleon aislado de *Cavia porcellus* "cobayo". Ayacucho - 2013*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Ayacucho, Perú.
- Ganjare, A. & Raut, N. (2019). Nutritional and medicinal potential of *Amaranthus spinosus*. *J. Pharmacogn. Phytochem.*, 8(3): 3149–3156.
- García, L., Verde, J., Castro, R., Chávez, A., Oranday, A., Núñez, A. y Rivas, C. (2010). Actividad biológica de un extracto de orujo de uva mexicana. *Rev. Mex. Cienc. Farm.*, 41(4): 28–36.
- García y Santos, C. y Capelli, A. (2016). Intoxicaciones por plantas y micotoxinas en rumiantes diagnosticadas en Uruguay. *Veterinaria (Montevideo)*, 52(201): 28–42.

- Germosén-Robineau, L. (1995). *Hacia una farmacopea caribeña. Investigación científica y uso popular de plantas medicinales en el Caribe*. Primera edición. Enda-Caribe. Santo Domingo, República Dominicana.
- Germosén-Robineau, L. (2014). *Farmacopea vegetal caribeña - TRAMIL*. Tercera edición. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY). Mérida, México.
- González, Y. y Recalde, L. (2006). Plantas tóxicas de Asunción y Gran Asunción. *Rojasiana*, 7(2): 79–89.
- González Pérez, Y. y Aportela Gilling, P. (2001). Determinación de la toxicidad aguda del dicromato de potasio en larvas de *Artemia salina*. *Anuario Toxicología*, 1(1): 104–108.
- Henaó Gallego, J. y Muñoz, L.J. (2009). *Evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos y del aceite esencial obtenidos de Lippia origanoides H.B.K. cultivada en el Quindío*. [Tesis de Pregrado, Universidad del Quindío]. Armenia, Colombia.
- Hernández Martínez, E.M., Carrazana García, D.I., Martínez Suárez, B., Madrigal Gutiérrez, W. y Águila Jiménez E. (2016). Ecotoxicidad aguda en semillas de *Lactuca sativa* L. de antibacterianos con riesgo ambiental. *Rev. Toxicol.*, 33(1): 59–66.
- Iannacone, J.J., Alvariño, L., Valle Riestra, V., Ymaña, B., Argota, G., Fimia, F., Carhuapoma, M. y Castañeda, L. (2016). Toxicidad de agentes antiparasitarios, antimicrobianos e insecticidas sobre larvas del camarón salino *Artemia franciscana* (Crustacea: Artemiidae). *Rev. Toxicol.*, 33(1): 31–38.
- Illnait Ferrer, J., (2007). Principales referencias etnomédicas sobre el anamú (*Petiveria alliacea* Linn) y principios activos encontrados en la planta. Un acercamiento al tema. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 38(1): 27–30.

- Ishrat, J.B., Laizuman, N., Farhana, A.R. & Obaydul, H. (2011). Antibacterial, cytotoxic and antioxidant activity of chloroform, n-hexane and ethyl acetate extract of plant *Amaranthus spinosus*. *Int. J. PharmTech Res.*, 3(3): 1675–1680.
- Jaramillo, B.E., Martelo, I. y Duarte, E. (2013). Toxicidad aguda de pesticidas organofosforados y análisis de la relación cuantitativa de estructura actividad (QSAR). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(2): 76–84.
- Jeyaratnam, J. & Maroni, M. (1994). Organophosphorous compounds. *In*: Tordoir, W.F., Maroni, M., & He, F. (Eds.). Health Surveillance of Pesticide Workers. A Manual for Occupational Health Professionals. Toxicology [special issue]. Vol. 91, (pp. 15-27). Elsevier Science Ireland Ltd.
- Jiménez Domínguez, K.Y. (2021). *Identificación de cardenólidos de Pentalinon andrieuxii (Apocynaceae) secuestrados por Syntomeida epilais (Lepidoptera: Arctiini)*. [Tesis de Maestría, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY)]. Mérida, México.
- Levy, B. & Koelle, G.B. (1958). The cardiovascular and respiratory actions of rauwolscine. *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 123(4): 278–286.
- Lozano Álvarez, M.C. (2017). Estudio etnobotánico de plantas tóxicas para animales y toxicología de *Brachiaria* spp. en los Llanos Orientales de Colombia. [Disertación Doctoral, Universidad Nacional de Colombia]. Bogotá, Colombia.
- MacBae, W.D., Hudson, J.B. & Towers, G.H.N. (1988) Studies on the pharmacological activity of Amazonian Euphorbiaceae. *J. Ethnopharmacol.*, 22 (2): 143–172. [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(88\)90124-9](https://doi.org/10.1016/0378-8741(88)90124-9)
- Maccari, M., Gómez, A., Hontoria, F. & Amat, F. (2013). Functional rare males in diploid parthenogenetic *Artemia*. *J. Evol. Biol.*, 26(9): 1934–1948. <https://doi.org/10.1111/jeb.12191>

- Marín, R.E. (2011). Aportes al conocimiento de las plantas tóxicas para el ganado en la provincia de Jujuy. Ministerio de Producción de Jujuy. Dirección Provincial de Desarrollo Ganadero. San Salvador de Jujuy, Argentina.
- Martín-Villamil, M., Torres Gavilá, J. y Varó Vaello, I. (2016). Evaluación de la toxicidad de metilparabeno en *Artemia franciscana*: efectos sobre crecimiento, supervivencia y biomarcadores. *Nereis. Revista Iberoamericana Interdisciplinar de Métodos, Modelización y Simulación*, (8): 103–118.
- McLaughlin, J.L., Rogers, L.L. & Anderson, J.E. (1998). The use of biological assays to evaluate botanicals. *Drug Information Journal*, 32: 513–524. <https://doi.org/10.1177/009286159803200223>
- Medeiros, L.B.P., dos S. Rocha, M., de Lima, S.G., de Sousa Júnior, G.R., das G.L. Citó, A.M., da Silva, D., Lopes, J.A.D., Moura, D.J., Saffi, J., Mobin, M. & da Costa, J.G.M. (2012). Chemical constituents and evaluation of cytotoxic and antifungal activity of *Lantana camara* essential oils. *Braz. J. Pharmacogn.*, 22(6): 1259–1267.
- Méndez Santos, I.E. y Castellanos Pérez, L. (1996-1997). Aspectos económicos y etnobotánicos de la Tribu *Lantaneae* (Verbenaceae). *Rev. Jard. Bot. Nac.*, XVII-XVIII: 105–116.
- Meyer, B.N., Ferrigni, N.R., Putnam, J.E., Jacobsen, L.B., Nichols, D.E. & McLaughlin, J.L. (1982). Brine shrimp: A convenient general bioassay for active plant constituents. *Planta Med.*, 45(5): 31–34. <https://doi.org/10.1055/s-2007-971236>
- Michael, A.S., Thompson C.G. & Abramovitz, M. (1956). *Artemia salina* as a test organism for bioassay. *Science*, 123(3194): 464.
- Mordi, R.C., Olomieja, A.O., Jolayemi, G.E. & Owolabi, F.E. (2020). Chemical components and antimicrobial activity of essential oils of *Petiveria alliacea* leaves extracts. *Archives of Ecotoxicology*, 2(3): 47–50. <https://doi.org/10.36547/ae.2020.2.3.47-50>

- Moreno, S., Denogean, F., Martín, M., Ibarra, F. y Baldenegro, A. (2010). Efecto de las plantas tóxicas para el ganado sobre la producción pecuaria en Sonora. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 26: 179–191.
- Mukherjee, J.N. (1953). Effect of rauwolscine on the action of adrenaline on blood pressure. *Nature*, 172(4384): 867. <https://doi.org/10.1038/172867a0>
- National Research Council. (2007). Toxicity Testing in the 21st Century: A Vision and a Strategy. The National Academies Press. Washington D.C., U.S.A.
- Nogué, S., Simón, J., Blanché, C. y Piqueras, J. (2009). Intoxicaciones por plantas y setas. Laboratorios Menarini, S.A. Barcelona, España.
- Nunes, B., Carvalho, F. & Guilhermino, L. (2006). Effects of widely used pharmaceuticals and a detergent on oxidative stress biomarkers of the crustacean *Artemia parthenogenetica*. *Chemosphere*, 62(4): 581–594. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2005.06.013>
- Núñez Bello, V., Vanegas Díaz, L.A. y Torres Gámez, J.E. (1983). Caquexia muscular distrófica y su relación clínico-patológica con la neurotoxicidad retardada. *Revista ICA*, 18(4): 345–353.
- Ochoa Pacheco, A., Marin Moran, J., Rivero Breff, D. y Aguilera Saborít, E.M. (2013). Caracterización física, físico-química y química de extractos totales de hojas frescas de *Petiveria alliacea* L. con acción antimicrobiana. *Rev. Mex. Cienc. Farm.*, 44(1): 52–59.
- Okomoda, V.T., Solomon, S.G., Ataguba, G.A., Ayuba, V.O. & Asuwaju, F.P. (2013). Acute toxicity test in aquaculture: A review. Proceedings of the 28th Annual Conference of the Fisheries Society of Nigeria (FISON). Ajuji Best Western Hotel, Joseph Gomwalk Rd. Abuja, Nigeria.
- Pandey, D.K. (2009). Allelochemicals in *Parthenium* in response to biological activity and the environment. *Indian J. Weed Sci.*, 41(3-4): 111–123.

- Pascual Villalobos, M.J. y Correal Castellanos, E. (1992). La familia Euphorbiaceae como fuente de aceites vegetales para la industria tecnoquímica. *Grasas y Aceites*, 43(1): 39–44.
- Pastorino, X.I. (2003). *Caracterización morfológica y reproductiva de la población de Artemia persimilis* (Crustacea, Branchiopoda: Anostraca) de la Laguna Colorada Chica. [Disertación Doctoral, Universidad de Buenos Aires]. Buenos Aires, Argentina.
- Pérez Hernández, R.A. (2017). *Actividad antiurolítica, capacidad de captura de radicales libres y toxicidad del extracto metanólico de Berberis trifoliolata*. [Disertación Doctoral, Universidad Autónoma de Nuevo León]. San Nicolás de los Garza, México.
- Pino Pérez, O. y Jorge Lazo, F. (2010). Ensayo de *Artemia*: útil herramienta de trabajo para ecotoxicólogos y químicos de productos naturales. *Rev. Protección Veg.*, 22(1): 34–43.
- Pita, A.A. y Martínez-Larrañaga, M. (2004). Ricina: una fitotoxina de uso potencial como arma. *Rev. Toxicol.*, 21(2-3): 51–63.
- Pullaiah, T. (2014). Ethnobotany, phytochemistry and pharmacology of *Melochia corchorifolia* L. *Int. Res. J. Pharm.*, 5(7): 543–545.
- Quiroz García, J.L., Laplace, L.V., Rodríguez, A.M. y Laplace, S.A. (2011). Plantas tóxicas para el ganado en la Cuenca del Salado. Ediciones del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Buenos Aires, Argentina.
- Rajabi, S., Ramazani, A., Hamidi, M. & Naji, T. (2015). *Artemia salina* as a model organism in toxicity assessment of nanoparticles. *DARU J. Pharm. Sci.*, 23(1): 20. <https://doi.org/10.1186/s40199-015-0105-x>
- Ramirez, J.-K., Velasquez-Arevalo, S., Rodríguez-Silva, C.N. y Villarreal-La Torre, V.E. (2020). *Culcitium canescens* Humb. & Bonpl. (Asteraceae): Una revisión etnobotánica, etnofarmacológica y fitoquímica. *Ethnobot. Res. App.*, 19: 1–14. <http://dx.doi.org/10.32859/era.19.19.1-14>

- Redón Calvillo, S. (2015). *Parasitismo por cestodos en Artemia spp. y su implicación en la invasión biológica de Artemia franciscana en la región mediterránea*. [Disertación Doctoral, Universitat de València]. Valencia, España.
- Retuerto-Figueroa, M.G., Ramos-Llica E., Gorriti-Gutiérrez, A.R., Gallardo-Jugo T., Ortega Romero, E., Calixto-Cotos, M., Cosquillo-Rafael, M., Fuertes-Ruitón, C., Quispe-Jacobo, F. y Villafuerte-Montes, U. (2020). Estudio farmacognóstico, antioxidante y citotóxico de *Sinningia warmingii* "papa madre". *Rev. Toxicol.*, 37(1): 6–10.
- Riet-Correa, F. & Medeiros, R.M.T. (2000). Toxic plants for ruminants in Brazil and Uruguay: Economic impact, control measures and public health implications. XXI Congreso Mundial de Buiatría - XXVIII Jornadas Uruguayas de Buiatría, del 04 al 08 de diciembre del 2000. Punta del Este, Uruguay.
- Rivero, R., Giannechini, E., Matto, C. y Gil, J. (2011). Intoxicación por *Lantana camara* en bovinos y ovinos en Uruguay. *Veterinaria (Montevideo)*, 47 (181): 29–34.
- Robles-García, M.A., Aguilar, A.J., Gutiérrez-Lomelí, M., Rodríguez-Félix, F., Morales-Del-Río, J.A., Guerrero-Medina, P.J., Madrigal-Pulido, J.A. y Del-Toro-Sánchez, C.L. (2016). Identificación cualitativa de metabolitos secundarios y determinación de la citotoxicidad de extractos de tempisque (*Sideroxylon capiri* Pittier). *Biotecnia*, 18(3): 3–8. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v18i3.328>
- Rodrigo Calduch, T. (2021). El sesgo de publicación y la no reproducibilidad en el balance ético de los proyectos de investigación con animales. *Rev. Bio. y Der.*, (51): 61–79.
- Rojas Garcidueñas, M. y Domínguez, X.A. (1976). Partenina, achilina y eugarzasadina tres nuevos inhibidores lactónicos del desarrollo vegetal. *Turrialba*, 26(1): 10–13.

- Román-Miranda, M.L., Mora-Santacruz, A. y González-Cueva, G. (2017). Principales plantas tóxicas para el ganado en el Estado de Colima. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*, 4(11): 33–38.
- Roset, J., Aguayo, S. y Muñoz, M.J. (2001). Detección de cianobacterias y sus toxinas. Una revisión. *Rev. Toxicol.*, 18(2): 65–71.
- Roy, M.C., Chang, F.R., Huang, H.C., Chiang, M.Y.N. & Wu, Y.C. (2005). Cytotoxic principles from the Formosan milkweed, *Asclepias curassavica*. *J. Nat. Prod.*, 68(10): 1494–1499. <https://doi.org/10.1021/np0501740>
- Ruiz Mesía, L., López Mesía, J.J.P., Arévalo Ocumbe, S., Nájara Arana, F.A., Arévalo Encinas, L., Ruiz Mesía, W. y Ruiz Vásquez, L. (2015). Actividad antimalárica *in vitro* de cuatro especies vegetales del género *Rauwolfia* (Apocynaceae). *Conoc. amaz.*, 6(1): 3–9.
- Ruiz Pérez, O. (2008). *Caracterización de diversas poblaciones de Artemia desde el punto de vista de su composición en ácidos grasos y de sus patrones moleculares*. [Disertación Doctoral, Universitat de València]. Valencia, España.
- Ruiz-Ramírez, J., García-Valle, J., Montoya-Méñez, C., Hernández-Rivera, J., Ramírez-Romero, R. y García-Márquez, L. (2018). Bovinos intoxicados por *Melochia pyramidata* en Colima, México. *Abanico vet.*, 8(3): 130–137.
- Russell, W.M.S. & Burch, R.L. (1959). *The Principles of Humane Experimental Technique*. Methuen. London, U.K.
- Saetama, V., Vera, L., Vanegas, M.E., Cruzat, C. y Brazales D. (2018). Evaluación toxicológica de soluciones acuosas de ibuprofeno mediante bioensayos con *Artemia salina*, *Allium schoenoprasum* L. y *Lactuca sativa*. *Rev. Toxicol.*, 35(2): 112–118.
- Samper Quinto, R.M. (2016). *Efectos de la carbamazepina sobre la termorresistencia de Artemia parthenogenetica*. [Tesis de Maestría, Universitat de València]. Valencia, España.

- Sánchez, L. y Neira, A. (2005). Bioensayo general de letalidad en *Artemia salina* a las fracciones del extracto etanólico de *Psidium guajava* L. y *Psidium guineense* Sw. *Cultura Científica*, (3): 40–45.
- Sanz Lanzas, C. (2017). *Efecto de nanoplasticos de poliestireno carboxílicos sobre algunos aspectos fisiológicos y bioquímicos en Artemia parthenogenetica*. [Tesis de Maestría, Universitat de València]. Valencia, España.
- Shimamoto, Y., Shimamoto, H., Kwan, C.Y. & Daniel, E.E. (1993). Rauwolscine induces contraction in the dog mesenteric artery precontracted with KCl and endothelin-1: mediation via 5-hydroxytryptamine1-like receptors. *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 264(1): 201–209.
- Siems, K., Domínguez, X.A. & Jakupovic, J. (1992). Diterpenes and other constituents from *Croton cortesianus*. *Phytochemistry*, 31(12): 4363–4365. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(92\)80479-X](https://doi.org/10.1016/0031-9422(92)80479-X)
- Silva, J.S., Rocha, I.K.B.S., de Freitas, L.C., Pereira, N.J. e Carvalho Neta, R.N.F. (2015). Princípios bioéticos aplicados aos estudos ecotoxicológicos aquáticos. *Rev. bioét. (Impr.)*, 23(2): 409–418. <https://doi.org/10.1590/1983-80422015232079>
- Stander, E.A., Lehka, B., Carqueijeiro, I., Cuello, C., Hansson, F.G., Jansen, H.J., Dugé De Bernonville, T., Birer Williams, C., Vergès, V., Lezin, E., Lorensen, M.D.B.B., Dang, T.T., Oudin, A., Lanoue, A., Durand, M., Giglioli-Guivarc'h, N., Janfelt, C., Papon, N., Dirks, R.P., O'connor, S.E., Jensen, M.K., Besseau, S. & Courdavault, V. (2023). The *Rauvolfia tetraphylla* genome suggests multiple distinct biosynthetic routes for yohimbane monoterpene indole alkaloids. *Commun Biol.*, 6: 1197. <https://doi.org/10.1038/s42003-023-05574-8>
- Tokarnia, C.H., Döbereiner, J. e Peixoto, P.V. (2000). Plantas tóxicas do Brasil. Editorial Helianthus. Rio de Janeiro, Brasil.

- Torres Espirilla, A. (2018). *Determinación de compuestos fenólicos y su capacidad antioxidante de extractos de orujo (epicarpo) de Vitis vinifera L. var. Italia y negra criolla de residuos vitivinícolas como fuente de principios bioactivos aprovechables*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Agustín]. Arequipa, Perú.
- Torres-Pelayo, V. del R., Lozada-García, J.A., Enríquez-López, S.L. y Arroyo-Helguera, O.E. (2018). Estudio etnobotánico y evaluación citotóxica de extractos etanólicos de plantas de uso medicinal en Tlalchi, Ixhuacán de los Reyes, Veracruz, México. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 6(2.Especial), 34–41. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v6i2.Especial.253>
- Treviño, J.F., Rodríguez G., R.G., Verde S., M.J., Morales R., M.E., Garza P., R.A., Rivas M., C. y Oranday C., A. (2012). Actividad antifúngica de *Stenocereus pruinosus* y *Echinocereus stramineus*. *Rev. Mex. Cienc. Farm.*, 43(1): 42–48.
- Triantaphyllidis, G.V., Abatzopoulos, Th.J. & Sorgeloos, P. (1998). Review of the biogeography of the genus *Artemia* (Crustacea, Anostraca). *J. Biogeogr.*, 25(2): 213–226. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.1998.252190.x>
- Vanhaecke, P., Persoone, G., Claus, C. & Sorgeloos, P. (1981). Proposal for a short-term toxicity test with *Artemia* nauplii. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 5(3): 382–387. [https://doi.org/10.1016/0147-6513\(81\)90012-9](https://doi.org/10.1016/0147-6513(81)90012-9)
- Vanhaecke, P. & Persoone, G. (1984). The ARC-Test: A Standardized Short-Term Routine Toxicity Test With *Artemia* Nauplii. Methodology and Evaluation. *In: Persoone, G., Jaspers, E. & Claus, C. (Eds.). Ecotoxicological Testing for the Marine Environment. Experience Papers: Tests With Specific Groups of Organisms; Tests With Specific Chemicals; Tests Using a Specific Technology; Tests Studying Specific Effects; Case Study. Vol. 2, (pp. 143-157). State University of Ghent and Institute of Marine and Scientific Research. Bredene, Belgium.*

- Varó, I., Navarro, J.C., Nunes, B. & Guilhermino, L. (2007). Effects of dichlorvos aquaculture treatments on selected biomarkers of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) fingerlings. *Aquaculture*, 266(1-4): 87–96. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.02.045>
- Vélez, R., D'Armas, H., Jaramillo-Jaramillo, C. y Vélez, E. (2018). Metabolitos secundarios, actividad antimicrobiana y letalidad de las hojas de *Cymbopogon citratus* (hierba luisa) y *Melissa officinalis* (toronjil). *FACSALUD-UNEMI*, 2(2): 31–39. <https://doi.org/10.29076/issn.2602-8360vol2iss2.2018pp31-39p>
- Villar, D. (2007). Factores que predisponen a la ingestión de plantas tóxicas por el ganado. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 2(2): 61–67.
- Villarreal, J.A. (1983). Malezas de Buenavista, Coahuila. Universidad Autónoma Agrícola Antonio Narro. Saltillo, México.
- Vivas Garay, J.A. (2008). Toxicología veterinaria. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- Zeashan, H., Amresh, G., Singh, S. & Rao, C.V. (2009). Antidiarrheal and antiulcer activity of *Amaranthus spinosus* in experimental animals. *Pharm. Biol.*, 47(10): 932–939. <https://doi.org/10.1080/13880200902950769>
- Zeinsteger, P.A. y Gurni, A.A. (2004). Plantas tóxicas que afectan el aparato digestivo de caninos y felinos. *Rev. vet.*, 15(1): 35–44.

## **XIII. ANEXOS**

## Anexo 1.

Certificado de identificación taxonómica.



**BIOACUARIO HONDURAS**

**EMPRESA DEDICADA A LA DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS PARA  
ACUARIOS**

**TEGUCIGALPA, M.D.C.  
12- JULIO- 2023**

**CONTANCIA Nro. 001-2023**

El propietario de la empresa BIOACUARIO HONDURAS, Licenciado en Biología, Mario Francisco Guerrero Velásquez, hace constar que:

Los quistes de *Artemia salina*, vendidos por la empresa, al **Lic. Andrés Gabino Morales Duarte**, de la Maestría en Botánica, de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras, han sido comercializados y entregados con el nombre científico: *Artemia salina* (Linnaeus, 1758), y con la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Branchiopoda

Orden: Anostraca

Familia: Artemiidae

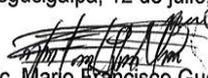
Género: *Artemia*

Especie: *salina*

**Nombres comunes:** Artemia, camarón de salmuera.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada y para fines de investigación científica.

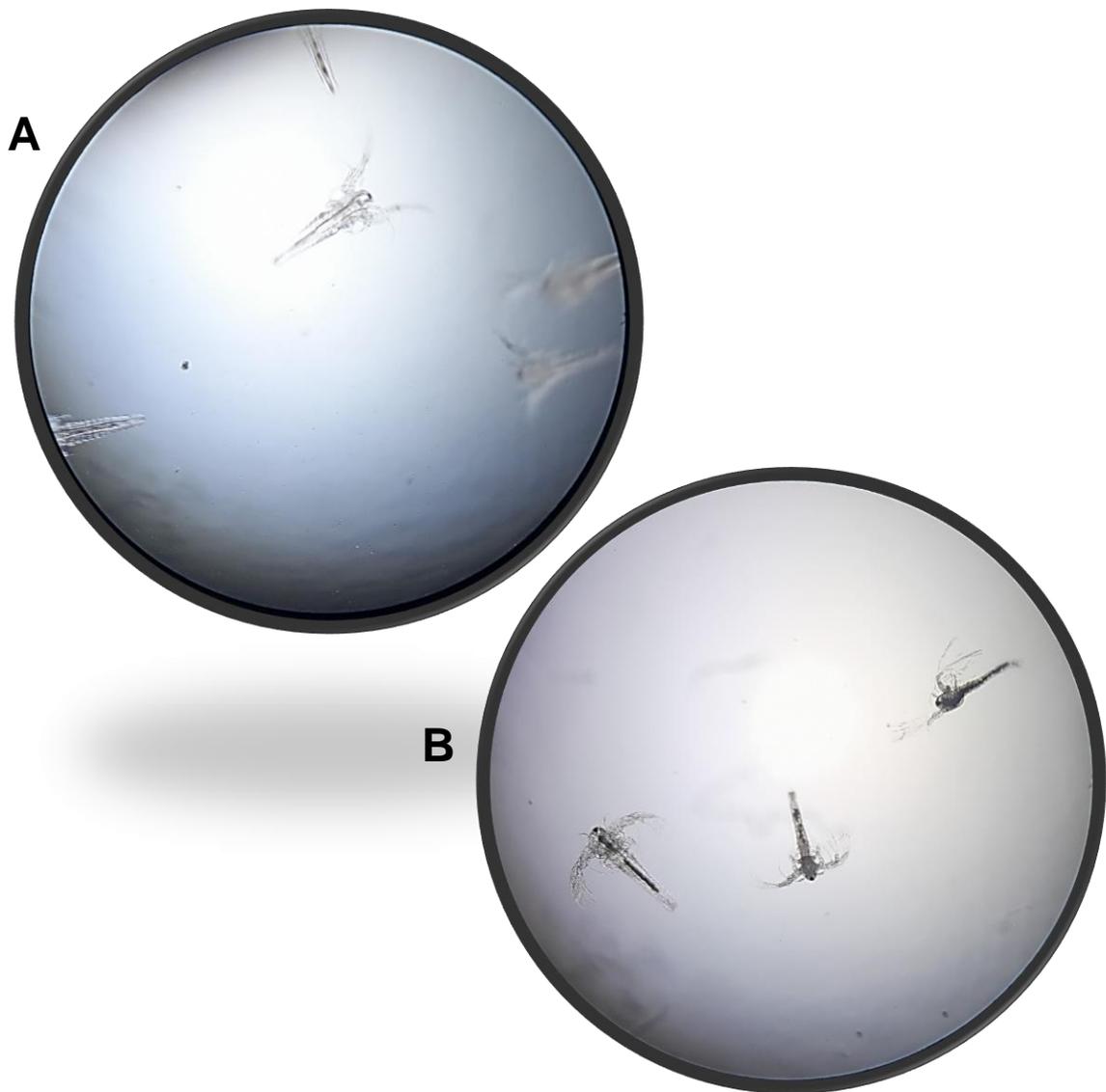
Tegucigalpa, 12 de julio, 2023.

  
Lic. Mario Francisco Guerrero

Gerente propietario, BIOACUARIO HONDURAS

CEL.- 3281-3214, Correo electrónico: [guerreroBMX25@gmail.com](mailto:guerreroBMX25@gmail.com)

**Anexo 2.**  
Organismos de prueba.



**Figura 5.** Modelo biológico. **A** Nauplios de *A. salina* (estadios II y III) pasadas las 24 horas, utilizados como grupo control. **B** Letalidad observada en nauplios de *A. salina* expuestos a diferentes concentraciones del extracto etanólico. Aumento: 4x. Fotografías tomadas por: Andrés G. Morales.

### Anexo 3.

Actividad tóxica *in vivo* de los extractos etanólicos en larvas de *A. salina* a diferentes concentraciones.

Extractos	Concentraciones				
Número de muestra:	Control	1 µg/mL	10 µg/mL	100 µg/mL	1.000 µg/mL
<b>Muestra No. 1 (<i>A. spinosus</i>)</b> <i>Primer Ensayo</i>	Vivos: 10 Muertos: 0	Vivos: 10 Muertos: 0	Vivos: 10 Muertos: 0	Vivos: 10 Muertos: 0	Vivos: 9 Muertos: 1
<i>Segundo Ensayo</i>		Vivos: 10 Muertos: 0	Vivos: 10 Muertos: 0	Vivos: 10 Muertos: 0	Vivos: 10 Muertos: 0
<i>Tercer Ensayo</i>		Vivos: 10 Muertos: 0	Vivos: 9 Muertos: 1	Vivos: 10 Muertos: 0	Vivos: 10 Muertos: 0
<b>Muestra No. 2 (<i>A. curassavica</i>)</b> <i>Primer Ensayo</i>	Vivos: 10 Muertos: 0	Vivos: 5 Muertos: 5	Vivos: 4 Muertos: 6	Vivos: 3 Muertos: 7	Vivos: 0 Muertos: 10
<i>Segundo Ensayo</i>		Vivos: 8 Muertos: 2	Vivos: 6 Muertos: 4	Vivos: 1 Muertos: 9	Vivos: 0 Muertos: 10
<i>Tercer Ensayo</i>		Vivos: 3 Muertos: 7	Vivos: 2 Muertos: 8	Vivos: 2 Muertos: 8	Vivos: 0 Muertos: 10
<b>Muestra No. 3 (<i>C. aequinoctialis</i>)</b> <i>Primer Ensayo</i>	Vivos: 10 Muertos: 0	Vivos: 9 Muertos: 1	Vivos: 8 Muertos: 2	Vivos: 1 Muertos: 9	Vivos: 0 Muertos: 10
<i>Segundo Ensayo</i>		Vivos: 8 Muertos: 2	Vivos: 7 Muertos: 3	Vivos: 2 Muertos: 8	Vivos: 0 Muertos: 10
<i>Tercer Ensayo</i>		Vivos: 9 Muertos: 1	Vivos: 8 Muertos: 2	Vivos: 1 Muertos: 9	Vivos: 0 Muertos: 10

Extractos	Concentraciones				
Número de muestra:	Control	1 µg/mL	10 µg/mL	100 µg/mL	1.000 µg/mL
<b>Muestra No. 4</b> ( <i>C. cortesianus</i> ) <i>Primer Ensayo</i>		Vivos: 8 Muertos: 2	Vivos: 8 Muertos: 2	Vivos: 7 Muertos: 3	Vivos: 6 Muertos: 4
<i>Segundo Ensayo</i>	Vivos: 10 Muertos: 0	Vivos: 9 Muertos: 1	Vivos: 6 Muertos: 4	Vivos: 5 Muertos: 5	Vivos: 4 Muertos: 6
<i>Tercer Ensayo</i>		Vivos: 7 Muertos: 3	Vivos: 5 Muertos: 5	Vivos: 3 Muertos: 7	Vivos: 2 Muertos: 8
<b>Muestra No. 5</b> ( <i>L. urticifolia</i> ) <i>Primer Ensayo</i>		Vivos: 5 Muertos: 5	Vivos: 5 Muertos: 5	Vivos: 3 Muertos: 7	Vivos: 0 Muertos: 10
<i>Segundo Ensayo</i>	Vivos: 10 Muertos: 0	Vivos: 3 Muertos: 7	Vivos: 2 Muertos: 8	Vivos: 2 Muertos: 8	Vivos: 0 Muertos: 10
<i>Tercer Ensayo</i>		Vivos: 4 Muertos: 6	Vivos: 3 Muertos: 7	Vivos: 0 Muertos: 10	Vivos: 0 Muertos: 10
<b>Muestra No. 6</b> ( <i>M. pyramidata</i> ) <i>Primer Ensayo</i>		Vivos: 7 Muertos: 3	Vivos: 6 Muertos: 4	Vivos: 4 Muertos: 6	Vivos: 0 Muertos: 10
<i>Segundo Ensayo</i>	Vivos: 10 Muertos: 0	Vivos: 4 Muertos: 6	Vivos: 2 Muertos: 8	Vivos: 1 Muertos: 9	Vivos: 0 Muertos: 10
<i>Tercer Ensayo</i>		Vivos: 1 Muertos: 9	Vivos: 0 Muertos: 10	Vivos: 0 Muertos: 10	Vivos: 0 Muertos: 10

Extractos	Concentraciones				
Número de muestra:	Control	1 µg/mL	10 µg/mL	100 µg/mL	1.000 µg/mL
<b>Muestra No. 7 (<i>P. hysterophorus</i>)</b> <i>Primer Ensayo</i>	Vivos: 10 Muertos: 0	Vivos: 10 Muertos: 0	Vivos: 6 Muertos: 4	Vivos: 0 Muertos: 10	Vivos: 0 Muertos: 10
<i>Segundo Ensayo</i>		Vivos: 7 Muertos: 3	Vivos: 5 Muertos: 5	Vivos: 3 Muertos: 7	Vivos: 0 Muertos: 10
<i>Tercer Ensayo</i>		Vivos: 5 Muertos: 5	Vivos: 3 Muertos: 7	Vivos: 2 Muertos: 8	Vivos: 0 Muertos: 10
<b>Muestra No. 8 (<i>P. alliacea</i>)</b> <i>Primer Ensayo</i>	Vivos: 10 Muertos: 0	Vivos: 10 Muertos: 0	Vivos: 10 Muertos: 0	Vivos: 10 Muertos: 0	Vivos: 3 Muertos: 7
<i>Segundo Ensayo</i>		Vivos: 10 Muertos: 0	Vivos: 9 Muertos: 1	Vivos: 10 Muertos: 0	Vivos: 4 Muertos: 6
<i>Tercer Ensayo</i>		Vivos: 9 Muertos: 1	Vivos: 10 Muertos: 0	Vivos: 9 Muertos: 1	Vivos: 5 Muertos: 5
<b>Muestra No. 9 (<i>R. tetraphylla</i>)</b> <i>Primer Ensayo</i>	Vivos: 10 Muertos: 0	Vivos: 5 Muertos: 5	Vivos: 3 Muertos: 7	Vivos: 2 Muertos: 8	Vivos: 0 Muertos: 10
<i>Segundo Ensayo</i>		Vivos: 3 Muertos: 7	Vivos: 2 Muertos: 8	Vivos: 1 Muertos: 9	Vivos: 0 Muertos: 10
<i>Tercer Ensayo</i>		Vivos: 4 Muertos: 6	Vivos: 1 Muertos: 9	Vivos: 0 Muertos: 10	Vivos: 0 Muertos: 10

Extractos	Concentraciones				
Número de muestra:	Control	1 µg/mL	10 µg/mL	100 µg/mL	1.000 µg/mL
<b>Muestra No. 10</b> ( <i>R. communis</i> ) <i>Primer Ensayo</i>	Vivos: 10 Muertos: 0	Vivos: 9 Muertos: 1	Vivos: 8 Muertos: 2	Vivos: 1 Muertos: 9	Vivos: 0 Muertos: 10
<i>Segundo Ensayo</i>		Vivos: 8 Muertos: 2	Vivos: 7 Muertos: 3	Vivos: 2 Muertos: 8	Vivos: 0 Muertos: 10
<i>Tercer Ensayo</i>		Vivos: 8 Muertos: 2	Vivos: 6 Muertos: 4	Vivos: 1 Muertos: 9	Vivos: 0 Muertos: 10

**Fuente:** Elaboración propia.

#### Anexo 4.

Estimación de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) de los diez extractos evaluados.

**Cuadro 3.** Resumen del análisis Probit para la determinación de la CL<sub>50</sub> del extracto etanólico de *A. spinosus* utilizando como modelo biológico *A. salina*.

C (µg/ml)	Log C	TM/TV	% Mortalidad	Proporción corregida	Log (P corr.)	Probit
0.0862	-1.06	0.00	0.0	0.0000		0.00
0.8620	-0.06	0.03	3.3	0.0333	-3.37	3.17
8.6147	0.94	0.00	0.0	0.0000		0.00
85.6336	1.93	0.03	3.3	0.0333	-3.37	3.17

Pendiente	Intercepto	Valor de Prueba	CL <sub>50</sub> (µg/ml)
3.174	-2.9688	5	323.87

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro 4.** Resumen del análisis Probit para la determinación de la CL<sub>50</sub> del extracto etanólico de *A. curassavica* utilizando como modelo biológico *A. salina*.

C (µg/ml)	Log C	TM/TV	% Mortalidad	Proporción corregida	Log (P corr.)	Probit
0.1800	-0.74	0.47	46.7	0.4667	-0.13	4.92
1.8300	0.26	0.60	60.0	0.6000	0.41	5.25
18.3000	1.26	0.80	80.0	0.8000	1.39	5.84
181.9100	2.26	1.00	100.0	1.0000		0.00

Pendiente	Intercepto	Valor de Prueba	CL <sub>50</sub> (µg/ml)
0.461	5.2173	5	0.34

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro 5.** Resumen del análisis Probit para la determinación de la CL<sub>50</sub> del extracto etanólico de *C. cortesianus* utilizando como modelo biológico *A. salina*.

C (µg/ml)	Log C	TM/TV	% Mortalidad	Proporción corregida	Log (P corr.)	Probit
0.1000	-1.00	0.20	20.0	0.2000	-1.39	4.16
1.0200	0.01	0.37	36.7	0.3667	-0.55	4.66
10.2100	1.01	0.50	50.0	0.5000	0.00	5.00
101.5200	2.01	0.60	60.0	0.6000	0.41	5.25

Pendiente	Intercepto	Valor de Prueba	CL <sub>50</sub> (µg/ml)
0.362	4.5846	5	14.05

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro 6.** Resumen del análisis Probit para la determinación de la CL<sub>50</sub> del extracto etanólico de *C. aequinoctialis* utilizando como modelo biológico *A. salina*.

C (µg/ml)	Log C	TM/TV	% Mortalidad	Proporción corregida	Log (P corr.)	Probit
0.1300	-0.89	0.00	0.0	0.0000		0.00
1.3300	0.12	0.00	0.0	0.0000		0.00
13.2800	1.12	0.07	6.7	0.0667	-2.64	3.50
132.0000	2.12	0.07	6.7	0.0667	-2.64	3.50

Pendiente	Intercepto	Valor de Prueba	CL <sub>50</sub> (µg/ml)
3.501	3.4989	5	2.68

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro 7.** Resumen del análisis Probit para la determinación de la CL<sub>50</sub> del extracto etanólico de *L. urticifolia* utilizando como modelo biológico *A. salina*.

C (µg/ml)	Log C	TM/TV	% Mortalidad	Proporción corregida	Log (P corr.)	Probit
0.1300	-0.89	0.60	60.0	0.6000	0.41	5.25
1.2700	0.10	0.67	66.7	0.6667	0.69	5.43
12.6500	1.10	0.83	83.3	0.8333	1.61	5.97
125.7700	2.10	1.00	100.0	1.0000		0.00

Pendiente	Intercepto	Valor de Prueba	CL <sub>50</sub> (µg/ml)
0.359	5.5122	5	0.04

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro 8.** Resumen del análisis Probit para la determinación de la CL<sub>50</sub> del extracto etanólico de *M. pyramidata* utilizando como modelo biológico *A. salina*.

C (µg/ml)	Log C	TM/TV	% Mortalidad	Proporción corregida	Log (P corr.)	Probit
0.1000	-1.00	0.60	60.0	0.6000	0.41	5.25
1.0000	0.00	0.73	73.3	0.7333	1.01	5.62
10.0200	1.00	0.83	83.3	0.8333	1.61	5.97
99.5800	2.00	1.00	100.0	1.0000		0.00

Pendiente	Intercepto	Valor de Prueba	CL <sub>50</sub> (µg/ml)
0.357	5.6145	5	0.02

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro 9.** Resumen del análisis Probit para la determinación de la CL<sub>50</sub> del extracto etanólico de *P. hysterophorus* utilizando como modelo biológico *A. salina*.

C (µg/ml)	Log C	TM/TV	% Mortalidad	Proporción corregida	Log (P corr.)	Probit
0.1100	-0.96	0.27	26.7	0.2667	-1.01	4.38
1.1200	0.05	0.53	53.3	0.5333	0.13	5.08
11.1900	1.05	0.83	83.3	0.8333	1.61	5.97
111.2800	2.05	1.00	100.0	1.0000		0.00

Pendiente	Intercepto	Valor de Prueba	CL <sub>50</sub> (µg/ml)
0.792	5.1059	5	0.74

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro 10.** Resumen del análisis Probit para la determinación de la CL<sub>50</sub> del extracto etanólico de *P. alliacea* utilizando como modelo biológico *A. salina*.

C (µg/ml)	Log C	TM/TV	% Mortalidad	Proporción corregida	Log (P corr.)	Probit
0.1800	-0.74	0.03	3.3	0.0333	-3.37	3.17
1.7500	0.24	0.03	3.3	0.0333	-3.37	3.17
17.5300	1.24	0.03	3.3	0.0333	-3.37	3.17
174.3000	2.24	0.60	60.0	0.6000	0.41	5.25

Pendiente	Intercepto	Valor de Prueba	CL <sub>50</sub> (µg/ml)
2.092	0.5635	5	131.89

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro 11.** Resumen del análisis Probit para la determinación de la CL<sub>50</sub> del extracto etanólico de *R. tetraphylla* utilizando como modelo biológico *A. salina*.

C (µg/ml)	Log C	TM/TV	% Mortalidad	Proporción corregida	Log (P corr.)	Probit
0.1100	-0.96	0.60	60.0	0.6000	0.41	5.25
1.0700	0.03	0.80	80.0	0.8000	1.39	5.84
10.6900	1.03	0.90	90.0	0.9000	2.20	6.28
106.2800	2.03	1.00	100.0	1.0000		0.00

Pendiente	Intercepto	Valor de Prueba	CL <sub>50</sub> (µg/ml)
0.517	5.7750	5	0.03

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro 12.** Resumen del análisis Probit para la determinación de la CL<sub>50</sub> del extracto etanólico de *R. communis* utilizando como modelo biológico *A. salina*.

C (µg/ml)	Log C	TM/TV	% Mortalidad	Proporción corregida	Log (P corr.)	Probit
0.2000	-0.70	0.17	16.7	0.1667	-1.61	4.03
1.9600	0.29	0.30	30.0	0.3000	-0.85	4.48
19.5800	1.29	0.87	86.7	0.8667	1.87	6.11
194.6700	2.29	1.00	100.0	1.0000		0.00

Pendiente	Intercepto	Valor de Prueba	CL <sub>50</sub> (µg/ml)
1.045	4.5648	5	2.61

**Fuente:** Elaboración propia.

## Anexo 5.

Detalle de la toxicidad según la especie, composición, manifestaciones y principio tóxico.

Especie	Composición química	Manifestaciones clínicas	Principio tóxico
 <p data-bbox="304 927 544 954"><i>Amaranthus spinosus</i> L.</p>	<p data-bbox="596 416 884 920">Alcaloides, flavonoides, glicósidos, ácidos fenólicos, esteroides, aminoácidos, terpenoides, lípidos, saponinas, derivados de antraquinona, aceites volátiles, ácidos orgánicos, betalaínas, <math>\beta</math>-sitosterol, estigmasterol, ácido linoleico, rutina, taninos catéquicos, poliurónidos y carotenoides (Zeashan <i>et al.</i>, 2009; Ishrat <i>et al.</i>, 2011; Ganjare y Raut, 2019).</p>	<p data-bbox="916 416 1177 808">Depresión, decúbito, disminución del apetito, mucosas de color rosado pálido, deshidratación severa, enoftalmia acentuada, atonía ruminal, edema submandibular y edema en las extremidades traseras, heces de olor fétido y oscuras (Andrade Neto <i>et al.</i>, 2016).</p>	<p data-bbox="1209 416 1401 920">Se <b>desconoce</b> el principio tóxico de esta maleza, responsable de la nefrotoxicidad y la fisiopatología del envenenamiento. Hasta la fecha, sigue siendo contradictorio, las causas atribuidas por algunos autores (Andrade Neto <i>et al.</i>, 2016).</p>
 <p data-bbox="304 1718 544 1744"><i>Asclepias curassavica</i> L.</p>	<p data-bbox="596 1008 884 1982">Glicósidos cardiotónicos del tipo cardenólido: asclepiadina (vincetoxina), asclepinas I y II, calotropina, curassavina, compuestos aislados de las hojas, raíz y látex. En hojas se ha reportado la presencia de agliconas de tipo cardenólidos: asclepogenina, cleopogenina, curasavogenina y ascurogenina. También alcaloides (hojas, flores y tallos), saponinas (tallos), cumarinas, proteasas (látex), resinoides (látex) y los cardenólidos caktropagenina y voruscarina (látex). En la raíz se ha aislado la presencia de curassavina (glicósido), condurangina, vincetoxina, agliconas cardenólidas (uzarigenina, corotoxigenina, coroglaucigenina) y asclepina (Alonso y Desmarchelier, 2015).</p>	<p data-bbox="916 1008 1177 1435">Espasmos musculares, chasqueo de dientes, salivación excesiva, hipertermia (hasta 42 °C), taquipneas y taquicardia. La muerte sobreviene por parálisis del centro respiratorio, observándose generalmente en dosis mayores a los 10 g/kg de peso (Alonso y Desmarchelier, 2015).</p>	<p data-bbox="1209 1008 1401 1839">El principio tóxico de <i>A. curassavica</i>, se debe a la presencia de un <b>glicósido cardiotónico</b> denominado asclepiadina. Este metabolito, cuando se administra en pequeñas cantidades, puede tener fines terapéuticos, sin embargo, cuando se suministra en exceso, puede inducir a problemas cardíacos, que dificultan la respiración y conducen a la muerte (Tokarnia <i>et al.</i>, 2000).</p>

 <p><i>Croton cortesianus</i> Kunth</p>	<p>Triterpenos (escualeno), sesquiterpenos (óxido de cariofileno), tocoferol, ácidos grasos poliinsaturados (ácido linolénico), diterpenos de tipo clerodano (hoffmannialdehído) y un printziano (5,10-Dihidro-5<math>\alpha</math>-hidroxi-10<math>\beta</math>H-printziano) que han sido identificados en las partes aéreas (Siems <i>et al.</i>, 1992).</p> <p>Además, se ha aislado un inositol denominado quebrachitol, presente en algunos miembros de la familia Euphorbiaceae (Siems <i>et al.</i>, 1992).</p>	<p>Excesiva cantidad de espuma por la boca, heridas en las comisuras del hocico y diarrea profusa (Avendaño Reyes y Flores Gudiño, 1999).</p>	<p>El látex exudado por varias especies de <i>Croton</i> es un agente flogístico que produce un efecto irritante y vesiculante en la piel, debido a la presencia de <b>ésteres de forbol</b>, que mantienen una alta afinidad con la proteína quinasa C (<b>PKC</b>) responsable de la activación de varios mediadores inmunológicos, como citoquinas y quimiocinas, que aumentan la respuesta inflamatoria de la piel (Cabrini <i>et al.</i>, 2011).</p>
 <p><i>Cydista aequinoctialis</i> (L.) Miers</p>	<p>En la actualidad, <i>C. aequinoctialis</i> no cuenta con estudios que detallen a grandes rasgos su composición fitoquímica.</p>	<p>Transmisión a la leche bovina de un olor fuerte y penetrante con sabor desagradable (Atran <i>et al.</i>, 2004).</p>	<p>No se dispone de información toxicológica, ni tampoco de datos concluyentes, que especifiquen su toxicidad en la planta entera.</p>
 <p><i>Lantana urticifolia</i> Mill.</p>	<p>Compuestos derivados del grupo amino, triterpenos y esteroides (Méndez Santos y Castellanos Pérez, 1996-1997).</p>	<p>Actualmente, no se dispone de información toxicológica relacionada a <i>L. urticifolia</i>, ni tampoco se cuenta con un diagnóstico, que especifique la aparición de los signos asociados a la toxicosis de esta maleza en ganado bovino.</p>	<p>Las especies pertenecientes al género <i>Lantana</i> spp. son <b>hepatotóxicas</b>, cuyos principios activos son <b>triterpenos</b>, llamados: Lantadeno A y Lantadeno B (Rivero <i>et al.</i>, 2011).</p>

 <p><i>Melochia pyramidata</i> L.</p>	<p>Meloquinina, sustancia de naturaleza alcaloidal (Sáenz, 1964; Pullaiah, 2014).</p>	<p>Dificultad al momento de levantar los miembros pélvicos durante la marcha e incoordinación (ataxia). La marcha al agravarse se manifiesta con una parálisis del tren posterior, a este padecimiento se le conoce popularmente como «<i>derrengue</i>» (Ruíz-Ramírez <i>et al.</i>, 2018).</p> <p>En algunos informes de bovinos intoxicados por <i>M. pyramidata</i>, se han detectado lesiones histológicas del tejido nervioso, evidenciándose <b>degeneración axonal</b> y <b>desmielinización</b> en áreas localizadas al encéfalo, nervios periféricos y médula espinal, provocando una despolarización lenta por velocidad reducida en los canales de Na<sup>+</sup> y Ca<sup>2+</sup> (Ruíz-Ramírez <i>et al.</i>, 2018).</p>	<p>El efecto de la <b>meloquinina</b> es a nivel celular, dañando a la mitocondria, inhibiendo la cadena respiratoria y la síntesis de energía. La <b>meloquinina</b> se absorbe en el aparato digestivo, se metaboliza y se distribuye a nivel plasmático, provocando parálisis del intestino y causando timpanismo (Ruíz-Ramírez <i>et al.</i>, 2018).</p>
 <p><i>Parthenium hysterophorus</i> L.</p>	<p>Partenina presente en toda la planta, es una lactona sesquiterpénica insoluble en agua; también han sido identificados ambrosanólidos derivados de la partenina y de la coronopilina, ácido oxálico, flavonoides, alcanos como el 13-metil 3-pentadecanona, otros terpenos y lactonas sesquiterpénicas como la histerina y la tetraneurina A y partenólido (Germosén-Robineau, 1995).</p>	<p>Erupciones cutáneas (eritema) que afectan el cuello incluyendo la punta y la base de las orejas. Estas lesiones pueden extenderse gradualmente a ambos lados de la región torácica, los pliegues dorsales del abdomen hasta la rodilla. Además, su toxicidad está implicada en la aparición de úlceras y necrosis en órganos internos localizados en la cavidad oral, el tracto gastrointestinal, el hígado, congestión en los pulmones y sangrado intenso en el riñón (Pandey, 2009).</p>	<p>La <b>partenina</b> es una sesquiterpenlactona aislada de <i>P. hysterophorus</i>, que actúa en el sistema circulatorio, disminuyendo el porcentaje de hemoglobina y las propiedades coagulantes de la sangre (Rojas Garcidueñas y Domínguez, 1976; Villarreal, 1983; Avendaño Reyes y Flores Gudiño, 1999).</p>

 <p><i>Petiveria alliacea</i> L.</p>	<p>Germosén-Robineau (2014), afirma que la planta entera contiene cumarinas, alantoína, pinitol, alcohol lignocerílico, ácido lignocérico, lignocerato de lignoceril y triterpenos: acetato de isoarbinol, cinamato de isoarbinol, <math>\beta</math>-sitosterol y <math>\alpha</math>-friedelinol.</p> <p>Mordi <i>et al.</i> (2020), identificaron en el aceite de las hojas de <i>P. alliacea</i>, la presencia de compuestos heterocíclicos de azufre, 1,2,3-tritriolano, 1,2,5-tritripano y ácido bencenocarbotioico.</p>	<p>Para ciertos animales, en especial el ganado bovino, la alta ingesta de esta planta puede resultar tóxica (Alonso y Desmarchelier, 2015). Se ha descrito un síndrome patológico denominado <i>caquexia muscular distrófica</i> que afecta principalmente a bovinos de cuatro meses a un año de edad y se manifiesta por salivación excesiva, poliuria, debilitamiento en el apoyo o en miembros posteriores, con atrofia de masas musculares hasta parálisis e imposibilidad para incorporarse. La leche de las vacas que consumen la planta, toma mal olor y sabor por lo cual es rechazada para consumo humano (Núñez Bello <i>et al.</i>, 1983).</p>	<p>Aunque se conoce que la planta contiene compuestos potencialmente tóxicos, la afectación a la salud a causa de la ingesta de <i>P. alliacea</i>, ha sido poco evaluada, generando vacíos de información, en lo que refiere a su toxicidad (Ferrer <i>et al.</i>, 2007).</p>
 <p><i>Rauwolfia tetraphylla</i> L.</p>	<p>Alcaloides indólicos: ajmalicina, ajmalina, deserpidina y reserpina (Ruiz Mesía <i>et al.</i>, 2015). Además, se han aislado otros alcaloides (aricina, carpagina, chalchupina, heterofilina, isoreserpina, raujemidina, reserpilina, reserpilina, rauwolscina, tetrafilicina, tetrafilina) incluyendo flavonoides, glicósidos cardiotónicos, taninos y triterpenos (Cáceres, 2009).</p>	<p>Los equinos a diferencia de otros herbívoros, son más susceptibles, a desarrollar severos cuadros de intoxicación. Entre los principales signos, que manifiesta el animal afectado, se incluyen diarreas, náuseas, vómitos, disminución de la presión arterial, depresión, desvanecimiento, convulsiones y muerte (Avendaño Reyes y Flores Gudiño, 1999).</p>	<p>La rauwolscina, también conocida como <b><math>\alpha</math>-yohimbina</b> (Stander <i>et al.</i>, 2023), es un antagonista selectivo de los receptores adrenérgicos alfa-2, responsables de la contracción sostenida en la arteria mesentérica de los vertebrados (Shimamoto <i>et al.</i>, 1993). Algunos estudios, han revelado que este alcaloide produce un efecto hipotensor (Mukherjee, 1953).</p>

 <p data-bbox="328 1167 525 1189"><i>Ricinus communis</i> L.</p>	<p data-bbox="603 255 895 943">La composición elemental de las células del endospermo (semillas) contienen lípidos (ácido dihidroxiesteárico y triglicéridos del ácido ricinoleico), proteínas, glucósidos, ricina, ricinina, esteroides, vitaminas, enzimas (lipasa, invertasa y maltasa) y escualeno. El aceite de <i>R. communis</i> contiene carbohidratos, fosfolípidos e hidrocarburos. De la hoja se han aislado el ácido gálico, shikímico, elágico, ferúlico y p-cumarínico, así como los flavonoides: rutina, quercitrina e isoquercitrina (Germosén-Robineau 1995).</p>	<p data-bbox="927 255 1179 869">La intoxicación con <i>R. communis</i> se acompaña de una signología nerviosa por acción de la ricina, que se manifiesta con movimientos de masticación excesivos, depresión severa, incoordinación del tren posterior, ceguera central en algunos animales, progresando a la postración en decúbito esternal hasta su muerte. El cese de las funciones vitales puede ocurrir entre 12-24 horas (Marín, 2011).</p> <p data-bbox="927 904 1179 1480">Además, se han detectado cuadros de gastroenteritis hemorrágica severa con ulceraciones aisladas incluyendo reportes que revelan a grandes rasgos degeneración hepatocelular con disposición periacinar (centrolobulillar), con sectores de necrosis focal hepatocitaria, congestión sinusoidal y desorganización de cordones hepatocitarios. (Marín, 2011).</p>	<p data-bbox="1211 255 1390 1749">La <b>ricina</b> es una fitotoxina con <b>actividad citotóxica</b> que está presente en las semillas de <i>R. communis</i>. Su estructura consta de dos cadenas polipeptídicas: una con propiedades de lectina, que le permite fijarse a glicolípidos y glicoproteínas presentes en la superficie de la membrana celular, y otra capaz de inhibir la síntesis de proteínas a nivel de los ribosomas. El acceso desde la superficie de la célula hasta los ribosomas supone un complejo proceso que incluye un transporte retrógrado desde el aparato de Golgi hasta el retículo endoplasmático, donde se produce la translocación al citosol (Pita y Martínez-Larrañaga, 2004).</p>
--	--	--	---

**Fuente:** Lozano Álvarez (2017), modificado por el autor. Fotografías tomadas por: Andrés G. Morales.

## **FRASE CÉLEBRE**

*“Hay que dar a la agricultura y la ganadería prioridad de inversión sobre todos los demás sectores. Si hay cooperación mundial, la humanidad no pasará hambre”.*

*Norman Ernest Borlaug (1914–2009).*

*Premio Nobel de la Paz, 1970.*