



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA C-II**

***Iguana iguana* como reservorio de *Salmonella* en unidades de
manejo ambiental en Chiapas**

TESIS

**que para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA TROPICAL**

**Presenta
EGLANTINA CORZO COBOS F140001**

**Director de tesis
DR. GERARDO URIEL BAUTISTA TRUJILLO**

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México

Junio del 2024



Villaflores, Chiapas
25 de junio de 2024
Oficio N° FCACV/D/0541/24

C. MVZ. EGLANTINA CORZO COBOS
MAESTRANTE EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA TROPICAL
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS CAMPUS V
P R E S E N T E.

En atención a que usted ha presentado los votos aprobatorios del Honorable Jurado designado para su evaluación de posgrado, de la tesis titulada: **"Iguana iguana como reservorio de Salmonella en unidades de manejo ambiental en Chiapas"**, por este conducto le comunico que se le autoriza la impresión del documento, de acuerdo a los lineamientos vigentes de la Universidad.

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

FACULTAD DE
CIENCIAS AGRONÓMICAS
ATENTAMENTE
"POR LA CONCIENCIA DE LA NECESIDAD DE SERVIR"
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
DIRECCIÓN

M. C. CARLOS ALBERTO VELÁZQUEZ SANABRIA
DIRECTOR

C. c. p. Archivo

CAVS*marh.





Código: FO-113-05-05

Revisión: 0

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LA TESIS DE TÍTULO Y/O GRADO.

El (la) suscrito (a) Eglantina Corzo Cobos, Autor (a) de la tesis bajo el título de Iguana iguana como reservorio de Salmonella en unidades de manejo ambiental en Chiapas, presentada y aprobada en el año 2024, como requisito para obtener el título o grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA TROPICAL autorizo licencia a la Dirección del Sistema de Bibliotecas Universidad Autónoma de Chiapas (SIBI-UNACH), para que realice la difusión de la creación intelectual mencionada, con fines académicos para su consulta, reproducción parcial y/o total, citando la fuente, que contribuya a la divulgación del conocimiento humanístico, científico, tecnológico y de innovación que se produce en la Universidad, mediante la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Consulta del trabajo de título o de grado a través de la Biblioteca Digital de Tesis (BIDITE) del Sistema de Bibliotecas de la Universidad Autónoma de Chiapas (SIBI-UNACH) que incluye tesis de pregrado de todos los programas educativos de la Universidad, así como de los posgrados no registrados ni reconocidos en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad del CONACYT.
- En el caso de tratarse de tesis de maestría y/o doctorado de programas educativos que sí se encuentren registrados y reconocidos en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), podrán consultarse en el Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Chiapas (RIUNACH).

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; a los 29 días del mes de JULIO del año 2024.


Eglantina Corzo Cobos

Nombre y firma del Tesista o Tesistas

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, quiero expresar agradecimiento al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por otorgarme la invaluable beca que hizo posible llevar a cabo mis estudios de Maestría en Ciencias, gracias por su continua inversión en la formación de profesionales en nuestro país y su apoyo inquebrantable a la investigación y el desarrollo.

También deseo agradecer a la Maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria Tropical (MCPAT) de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), por proporcionar un entorno académico excepcional y de calidad. Estoy profundamente agradecida por la oportunidad de aprender, crecer y contribuir al avance de la ciencia en la producción agropecuaria tropical.

Pero indudablemente deseo manifestar agradecimiento a el Dr. Gerardo Uriel Bautista Trujillo, mi director de tesis, por su inquebrantable apoyo académico y moral, por su orientación y dedicación a lo largo de mi vida profesional. Su experiencia y sabiduría fueron fundamentales para dar forma a esta investigación y para impulsarme a no rendirme para superar desafíos. Trabajar bajo su dirección ha sido una experiencia enriquecedora que ha contribuido significativamente a mi crecimiento profesional durante la licenciatura y ahora en la maestría. También agradezco su compromiso con la excelencia académica y su capacidad para inspirar un estándar de calidad en cada etapa de este proyecto. Este logro no habría sido posible sin su guía experta y su liderazgo, basado siempre en la comprensión.

También quiero agradecer al Dr. Carlos Alfredo Carmona Gasca, mi codirector de tesis, por confiar en este trabajo y por su valiosa colaboración. Aprecio profundamente su paciencia, retroalimentación constructiva y su disposición durante este proceso. Trabajar bajo su supervisión ha sido un honor.

A mis asesores de tesis, al Dr. Mario Hidalgo Ruiz y al Dr. José Del Carmen Rejón Orantes, agradezco por su apoyo a lo largo de este proceso de investigación. Su orientación experta, aportes críticos, comentarios constructivos y sus valiosas sugerencias desempeñaron un papel esencial en la realización de este trabajo.

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISION DE LITERATURA	3
	2.1 Principales características de la iguana verde (Iguana iguana)	3
	2.1.1 Distribución	3
	2.1.2 Hábitat.....	3
	2.1.3 Dieta.....	3
	2.1.4 Etapas de desarrollo	4
	2.1.5 Comportamiento en la eliminación de residuos.....	4
	2.2 Manejo de vida silvestre	5
	2.2.1 Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA).....	6
	2.2.2 Beneficios de las UMAS en el entorno económico, ambiental y social	6
	2.3 Enterobacterias en reptiles	7
	2.4 Salmonella spp.	8
	2.4.1 Clasificación de Salmonella spp	9
	2.5.1 Salmonella bongori	10
	2.5.2 Salmonella entérica	10
	2.5.2.1 Salmonella enterica subespecie enterica.....	11
	2.6. Importancia de Salmonella en la Salud pública	11
	2.5. Salmonella spp., en reptiles	12
III.	MATERIAL Y MÉTODOS	13
	3.1 Delimitación del área de estudio	13
	3.2 Población objetivo	13
	3.3 Toma de muestras	14
	3.4 Pruebas bacteriológicas	14
	3.4.1 Inoculación.....	14
	3.4.2 Pruebas bioquímicas confirmatorias	14
	3.4.2.1 Agar TSI.....	14
	3.4.2.2 Agar Urea	15
	3.4.3 Conservación	15
	3.5 Caracterización molecular	15
	3.5.1 Extracción de ADN	15
	3.5.2 Protocolo de PCR para determinar la subespecie	15
	3.5.3 Protocolo de PCR para determinar la serovariedad.....	16
	3.5.3 Visualización producto de PCR.....	17
	3.6 Análisis estadístico	17
IV.	RESULTADOS	18
V.	DISCUSIÓN	21
VI.	CONCLUSIONES	24
VII.	LITERATURA CONSULTADA	26

ÍNDICE DE CUADROS Y DE FIGURAS

Cuadro 1 Clasificación taxonomica de Salmonella spp.....	9
Cuadro 2 Especie, Subespecie de salmonella de acuerdo con Kauffmann-Whitw y Minor et al., 1982	10
Cuadro 3 Oligonucleótidos y patrones de bandas esperadas de cada especie o de cada subespecie	16
Cuadro 4 Oligonucleótidos y patrones de bandas esperadas en las tres serovariedades	16
Cuadro 5 Subespecies de Salmonella en heces de Iguana iguana según etapa zootécnica.	19
Cuadro 6 Serovariedad de Salmonella enterica sub. enterica aislada en heces de Iguana iguana según etapa zootécnica.....	19
Figura 1 Localización de UMAS muestreadas en este estudio	13
Figura 2 Amplificación de marcadores moleculares para determinar la subespecie de Salmonella (21) en heces de <i>Iguana iguana</i>	18
Figura 3 Amplificación de marcadores moleculares para determinar la serovariedad de Salmonella enterica sub. enterica (11) en heces de <i>iguana iguana</i>	20

RESUMEN

Esta investigación científica se centró en evaluar la prevalencia de *Salmonella* spp, especialmente las subespecies de *Salmonella* importantes para la salud pública, en poblaciones de iguanas verdes mantenidas en cautiverio en Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), ubicadas en los municipios de Chiapa de Corzo, Arriaga y Tonalá, Chiapas, México. El aislamiento e identificación de *Salmonella* spp. se realizó a partir de muestras de heces de iguanas, y la determinación de subespecies y serovariedades de *Salmonella* spp. se llevó a cabo mediante PCR multiplex. Los resultados revelaron que el 25% de las iguanas estudiadas eran portadoras de *Salmonella* spp., con una prevalencia de *Salmonella enterica* subespecie *enterica* de 87.5%. Además, se observó la coexistencia de serovariedades *enterica* y *salamae* en un pequeño porcentaje de ejemplares (1.04%). Se identificaron cepas del *Salmonella* Typhi en iguanas juveniles y reproductoras, representando el 54.54% del total de las *Salmonella enterica* subespecie *enterica*. Los hallazgos sugieren que la iguana verde mantenida en cautiverio en las UMA`s en Chiapas puede actuar como portadores de *Salmonella*, lo que tiene implicaciones para la salud pública y la conservación de la vida silvestre. Estos resultados ofrecen información valiosa para comprender la interacción entre la fauna silvestre y la salud pública en la región, con implicaciones tanto para la gestión de poblaciones silvestres y en cautiverio así también para la salud pública.

Palabras clave: *Iguana iguana*, Unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA), Una sola salud, *Salmonella entérica* subesp *entérica*, *Salmonella* Typhi.

ABSTRACT

This scientific investigation was focused on evaluating the prevalence of *Salmonella* spp., especially *Salmonella* subspecies important for public health, in populations of green iguanas kept in captivity in Wildlife Conservation Management Units (UMA), located in the municipalities of Chiapa de Corzo, Arriaga and Tonalá, Chiapas, Mexico. The isolation and identification of *Salmonella* spp. was performed from iguana fecal samples, and the determination of subspecies and serovars of *Salmonella* spp. was carried out by multiplex PCR. The results revealed that 25 % of the iguanas studied were carriers of *Salmonella* spp. with a prevalence of *Salmonella enterica* subspecies *enterica* of 87.5 %. In addition, the coexistence of enteric and Salamae serovars was observed in a small percentage of specimens (1.04 %). *Salmonella* Typhi strains were identified in juvenile and breeding iguanas, accounting for 54.54 % of the total *enteric Salmonella enterica* subspecies. The findings suggest that green iguanas held in captivity in Chiapas UMA's may act as carriers of *Salmonella*, which has implications for public health and wildlife conservation. These results provide valuable information for understanding the interaction between wildlife and public health in the region, with risk implications for wildlife population management and public health.

Keywords: *Iguana iguana*, Wildlife Conservation Management Units (UMA), One Health, *Salmonella enterica* subesp *enterica*, *Salmonella* Typhi.

I. INTRODUCCIÓN

La atención en la salud de los animales exóticos en cautiverio se ha convertido en una inquietud de máxima importancia a nivel global, por el potencial de propagar agentes zoonóticos a los humanos, además por su efecto como portadores de agentes potenciales de infecciones en mascotas y ganado (Jones, 2004). *Salmonella* spp., causa la salmonelosis en humanos, además, tiene la capacidad de infectar todas las especies de animales domésticos. Así mismo, afecta a la fauna silvestre, especialmente aves y reptiles, siendo los individuos jóvenes y las hembras en periodo de gestación los más vulnerables (Zamudio *et al.*, 2011; OIE, 2018). *Salmonella* spp., es expulsada por las heces y se dispersa al ambiente, en donde puede mantenerse con vida durante periodos variables, dependiendo de las condiciones de temperatura, pH y humedad.

Muchas especies de animales, tanto domésticos como salvajes, pueden ser portadores de *Salmonella* spp., en el tracto gastrointestinal sin signos aparentes de enfermedad (Jiménez *et al.*, 2015; McDonald *et al.*, 2019; Oludairo *et al.*, 2013). En recientes años, los animales exóticos, principalmente los reptiles, fueron elegidos con mayor frecuencia como mascotas de compañía (Bush *et al.*, 2012); diversas investigaciones han demostrado que los reptiles son una fuente directa o indirecta de *Salmonella* spp., y fueron asociados con brotes de salmonelosis en propietarios de este tipo de mascotas (Woodward *et al.*, 1997; Cooke *et al.*, 2009; Harris *et al.*, 2009; Van *et al.*, 2009). Desde la perspectiva de la salud pública, los reptiles domésticos representan una fuente persistente de salmonelosis en los hogares (Pees *et al.*, 2017).

Los reptiles son reservorios naturales de *Salmonella* spp., y pueden ser portadores de una amplia variedad de subgrupos simultáneamente sin síntomas (Wikström *et al.*, 2014). Las salmonelas aisladas de reptiles silvestres y en cautiverio pertenecen principalmente a *Salmonella enterica* subsp. *enterica*, *salamae*, *arizonae*, *diarizonae*, *indica*, *houtenae*, y VII, aunque los casos de infección por *S. entérica* subsp. *entérica* se reportan en estos animales (Mermin *et al.*, 2004), no está claro si pertenecen a las serovariedades de importancia clínica como *Typhi*, *Typhimurium* y *Enteritidis*, las primeras dos generan fiebre tifoidea en humanos, mientras que *Enteritidis* pertenece al grupo de salmonella no tifoideas zoonóticas (Tomastikova, 2017), por lo que responder esa laguna científica es la principal motivación de esta tesis.

En México se distribuye en 14 de sus estados entre los que principalmente se encuentran Nayarit, Colima, Tabasco, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. En el estado de

Chiapas se localizan Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), en un predio determinado y con instalaciones adecuadas al hábitat de la especie, estas pueden estar en vida libre (UMA extensiva), o bien manejo intensivo (UMA con manejo intensivo), cada UMA, tiene planes de manejo de acuerdo con los lineamientos de SEMARNAT. En Chiapas estas UMAs ofertan los ejemplares a las tiendas de mascotas del estado, para su comercialización como animales de compañía y también como fuente de proteína para consumo humano.

1.1. Objetivo

Conocer la prevalencia de las subespecies de *Salmonella* de importancia en salud pública en iguana verde, de las principales Unidades de Manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA), en Chiapas.

Objetivos específicos

- a) Aislar e identificar *Salmonella* a partir de heces de iguana verde por medio de agares selectivos.
- b) Determinar a través de PCR multiplex la subespecie de *Salmonella* aislado en heces de iguana verde de las principales Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) en Chiapas.
- c) Determinar a través de PCR multiplex la serovariedad de *Salmonella* subespecie *enterica* aislada en las heces de iguana verde de las principales Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) en Chiapas.

1.2 Hipótesis

Existe presencia de *Salmonelas* de importancia en salud pública en las heces de iguana verde mantenidas en Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) del estado de Chiapas.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Principales características de la iguana verde (*Iguana iguana*)

La iguana verde se caracteriza por su comportamiento arbóreo, activo durante el día, con una dieta herbívora, que en su etapa adulta puede llegar a medir hasta 2m de largo (Martínez *et al.*, 2015). Es importante destacar que los individuos en cautiverio suelen tener dimensiones inferiores comparados con los de vida libre, debido a que suelen romperse la cola y la nueva cola nunca alcanza las dimensiones originales (Millefanti, 2016). Normalmente pueden pesar entre 4.5 kg y 8 kg, pero tienen la capacidad de alcanzar un peso de hasta 18 kg (Martínez *et al.*, 2015).

2.1.1 Distribución

La iguana verde tiene su origen en los bosques húmedos tropicales de América Latina (Martínez *et al.*, 2015). En México se distribuye desde Sinaloa hasta Chiapas a lo largo de la costa del Pacífico, en la región del Golfo desde Veracruz hasta Quintana Roo (Arcos *et al.*, 2010).

2.1.2 Hábitat

La iguana verde se localiza en los bosques húmedos tropicales y en su mayoría, lleva a cabo su vida de forma arbórea, desplazándose al suelo principalmente para elaborar sus nidos y desovar sus huevos. Tienen la capacidad de vivir en otros tipos de hábitats, como bosques secos, bosques de galería, llanuras con escasa vegetación arbórea e incluso en islas con vegetación mayoritariamente arbustiva. Estos animales suelen descansar principalmente entre la vegetación, aunque en algunos casos pueden descansar en túneles o cuevas que ellos mismos construyen en el suelo (Arcos *et al.*, 2010).

2.1.3 Dieta

La iguana verde se destaca como uno de los pocos herbívoros generalistas que se localiza en la parte superior del dosel de los bosques tropicales, aunque tienen una inclinación hacia ciertas especies de plantas. Además de su dieta principal que se basa en plantas también consumen ocasionalmente caracoles e insectos que habitan en la vegetación considerándolos como parte de una alimentación secundaria. En algunas ocasiones se ha documentado que pueden llegar a consumir tejidos de animales muertos (Bock, 2015). Las crías suelen consumir las

heces de las iguanas adultas, tierra y restos del nido, para colonizar la flora intestinal con microorganismos que les ayudaran a la descomposición y absorción de los alimentos de origen vegetal, este proceso se puede observar durante las primeras 3 semanas de vida de la cría (Mayer y Bays, 2006).

2.1.4 Etapas de desarrollo

Para entender el comportamiento de los reptiles, Mayer y Bays (2006) consideraron su evolución natural e identificaron cinco etapas de desarrollo aproximadamente en la vida de un reptil:

1. Etapa embrionaria o prenatal, que se enfoca en la genética y desarrollo.
2. Etapa de crianza o juvenil, en la cual es observable una alta tasa de crecimiento, lo que puede aumentar los niveles de reacciones y lucha o huida, así como la competencia intraespecífica, principalmente por los recursos alimenticios.
3. Etapa de madurez sexual o edad adulta temprana, que implica la transición del crecimiento hacia la madurez sexual y conductas asociadas.
4. Edad adulta, en la cual el crecimiento continuo es nulo o mínimo y la reproducción se vuelve más prominente.
5. Etapa de vejez: Determinado por el proceso metabólico del reptil en la vejez.

2.1.5 Comportamiento en la eliminación de residuos

La cantidad y la frecuencia en la excreción de orina y heces muestran notables diferencias entre las diversas especies de reptiles. En casi todos, se produce al mismo tiempo la micción y la defecación. El proceso normal en la eliminación de desechos en reptiles consta de tres componentes: material fecal en tonos verdes, orina líquida transparente y uratos calcáreos de color blanco (Liu *et al.*, 2004).

En su entorno natural, la mayoría de los reptiles por lo general no tienen un contacto cercano con sus excrementos, pero la situación es considerablemente diferente en cautiverio. En este contexto muchos reptiles, incluidas las iguanas, se alimentan en el suelo, lo que hace que la contaminación fecal sea una situación común. La constante reinfección con parásitos intestinales es una consecuencia de la limitación del espacio y las condiciones deficientes de higiene, ya que con frecuencia los reptiles defecan en sus recipientes de agua, que deben de ser limpiados a diario. Las infestaciones parasitarias crónicas suelen ser difíciles de

tratar con medicamentos antiparasitarios, y es esencial incluir exámenes regulares de heces como parte de la evaluación física de rutina. Es crucial que la muestra de heces este lo mas fresca posible, y se deben de realizar un examen de frotis directo y una prueba de flotación fecal (Liu *et al.*, 2004).

2.2 Manejo de vida silvestre

México enfrenta una importante necesidad de gestionar de forma cuidadosa y adecuada todos sus recursos con el fin de garantizar el crecimiento demográfico y económico. Al mismo tiempo, es esencial que los miembros de la comunidad o localidad sean los principales beneficiarios de los valores asociados a la fauna silvestre, lo que debería motivarlos a utilizar este recurso de manera sostenible, a través de la gestión adecuada de la vida silvestre (SEMARNAT, 2009).

El adecuado manejo de la vida silvestre en México se encuentra regulado por leyes nacionales, Cualquier tipo de gestión debe de estar en conformidad con la Ley General de Vida Silvestre (LGVVS) que requiere la autorización apropiada por parte de SEMARNAT (2009), es que la entidad gubernamental exclusivamente facultada para emitir permisos, autorizaciones y supervisar proyectos relacionas con la vida silvestre.

Los animales que se encuentran en cautiverio son mas propensos a enfermarse debido a las limitaciones de su entorno natural, lo que puede ser exacerbado por actividades como el manejo de estos animales en cautiverio, lo que puede facilitar la presencia de patógenos entre ellos (Lara y Gonzáles, 2002). Esto a su vez, aumenta la posibilidad de transmisión de enfermedades al ser humano, lo que representa una amenaza a la salud publica (Dabanch, 2003). Así mismo, no solamente los animales en cautiverio son susceptibles a la presencia de microorganismos patógenos, los animales silvestres capturados y posteriormente comercializados en mercados tienen la oportunidad de tener contacto directo con humanos, lo que aumenta el riesgo de transmisión de los agentes patógenos; a esto se le añaden otros factores como el estrés asociado a la captura, el transporte, el manejo y la alimentación deficiente, que pueden contribuir a esta problemática (Yardo y Jaramillo, 2017). En consecuencia, una gestión inadecuada en el manejo puede dar lugar a la transmisión de enfermedades de los animales a los seres humanos, un fenómeno conocido como zoonosis (Martínez *et al.*, 2015).

2.2.1 Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA)

Es esencial que en México se utilicen los recursos naturales de manera responsable para garantizar un crecimiento demográfico y económico sostenible a través de la gestión adecuada de la vida silvestre. Según la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) en México, el adecuado manejo de fauna silvestre se divide en dos categorías principales: extensivo (en vida libre) e intensivo (encierro). El manejo de fauna silvestre se lleva a cabo por medio de técnicas de conservación y manejo de hábitats, el monitoreo de poblaciones y la reproducción de especies con fines de aprovechamiento, estas acciones contribuyen a preservar la riqueza genética y taxonómica en prácticamente todos los ecosistemas de México. En el manejo intensivo implica la reproducción de especies nativas a través de la manipulación directa y manejo zootécnico, llevados a cabo en condiciones de encierro de la especie. Dependiendo el tipo de aprovechamiento, este manejo intensivo puede clasificarse en extractivo, no extractivo y mixto según lo establece la SEMARNAT (2009). Cada una de estas categorías debe de contar con un plan de manejo que haya sido verificado y aprobado por la SEMARNAT, conforme a lo estipulado en el Artículo 3º fracción XLV y el Artículo 40 de LGVS. La planificación consiste en describir y programar las actividades relacionadas con el manejo de especies silvestres y su hábitat, donde se establecen metas y se utilizan indicadores de éxito basados en el estado de su hábitat y las poblaciones, tal como se definen en las pautas de la CONABIO (2012) (Comisión Nacional para el Conocimiento Uso de la Biodiversidad)

En México se han establecido alrededor de 91 Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS), distribuidas en 16 estados. Destaca que Oaxaca, Michoacán, Guerrero y Chiapas concentran más del 60.4% de estas UMAS, no obstante, una de las problemáticas es que estas unidades carecen de registros productivos que permitan una selección mas eficiente para individuos en cautiverio (López, 2010). Las UMAS tienen como propósito fomentar enfoques alternativos de producción que sean compatibles con la preservación del medio ambiente. Esto se logra mediante la utilización racional ordenado y planificado de los recursos naturales renovables que se encuentran dentro de ellas, contribuyendo a detener o revertir los procesos de deterioro ambiental (SEMARNAT, 2009).

2.2.2 Beneficios de las UMAS en el entorno económico, ambiental y social

De acuerdo a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONAFOR) declaro en 2009 que dentro de los beneficios que pueden surgir

mediante la implementación de una unidad de manejo para la conservación de la vida silvestre se incluyen tres importantes:

1. Aspectos económicos: La utilización controlada y supervisada de los recursos naturales puede representar una valiosa fuente de ingresos, tanto de forma directa como indirecta.
2. Consideraciones medioambientales: La unidad de manejo para la vida silvestre se dedica a buscar opciones de producción respetuosa con el medio ambiente a través de un uso planificado y equitativo de los recursos naturales renovables de la región. Esta promueve la conservación y el aprovechamiento sostenible de dichos recursos, evitando así su alteración.
3. Aspectos sociales: La implementación de una UMA también tiene un impacto positivo en el ámbito social, al generar oportunidades de empleo dentro de las comunidades rurales cercanas a ella. Esto contribuye a generar ingresos que permiten satisfacer las necesidades básicas de los residentes locales, al tiempo que fomenta una convivencia armoniosa e integral.

2.3 Enterobacterias en reptiles

Los reptiles albergan un microbiota intestinal considerablemente abundante, compuesta principalmente por *enterobacterias*, *pseudomonaceas* y *streptococaceas*. Las enfermedades gastrointestinales pueden ser causadas por una amplia variedad de bacterias, incluyendo las *enterobacterias* más frecuentemente identificadas como: *Proteus*, *Klebsiella*, *Yersinia* y *Citrobacter* (Barragán y Karol, 2002).

La microbiota presente en los reptiles difiere notablemente de la que se encuentra en animales calientes (homeotermos). De echo microorganismos como *Salmonella* spp., son considerados como parte de la flora intestinal normal. En ocasiones los huevos se contaminan al pasar a través de la cloaca (Carriquiriborde, 2010).

Los reptiles mantenidos en cautiverio son más propensos a ser colonizados por microorganismos zoonóticos en comparación con aquellos que se encuentran en estado salvaje (Carriquiriborde, 2010). En un estudio realizado en 2014 por Hacioglu y Tosunoglu, analizaron muestras de heces de la cavidad oral y de la cloaca de anfibios y reptiles, se identificación bacterias gramnegativos como *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Proteus*, *Citrobacter*, *Escherichia*, *Plesiomonas*, *Vibrio*, *Enterobacter*,

Klebsiella, *Edwardsiella* y *Hafnia*. Este estudio determino que estos microorganismos forman parte de la microbiota natural en estos individuos.

La herpetofauna como en los reptiles y anfibios, ha sido vinculada con reportes de casos de enfermedades relacionadas a salmonelosis, por lo tanto, se reconoce que estas especies representan una vía directa de transmisión de *Salmonella* spp., para los humanos (Pachón, 2009). En los reptiles, *Salmonella* spp., es un microorganismo que forma parte de la flora intestinal de manera natural. No obstante, estos animales son considerados portadores asintomáticos de *Salmonella*, lo que esto significa que pueden ser portadores de la bacteria patógena sin mostrar signos de enfermedad (Pachón, 2009).

2.4 *Salmonella* spp

Salmonella spp., es tipo de bacteria en forma de bacilo, con tinción Gram negativa, que pertenece a la familia *Enterobacteriaceae*, en la actualidad se conocen aproximadamente 2700 serovares distintos dentro de este genero bacteriano. *Salmonella* spp., se divide en dos especies principales: *Salmonella enterica* y *Salmonella bongori*, siendo esta ultima parte del grupo V de Salmonelas (Ellermeier, 2006).

Un gran numero de aislamientos tanto en humanos como en animales de sangre caliente están relacionados con la subespecie I: *Salmonella enterica* sub *enterica*; la cual representa aproximadamente el 99% de los casos de salmonelosis (Ellermeier y Slauc, 2006). Otras subespecies de *Salmonella enterica* que está constituida por 6 subespecies y *S. bongori* que se encuentran en el medio ambiente y en animales de sangre fría, con un enfoque especial en los reptiles. Generalmente se cree estas subespecies tienen una menor virulencia, pero investigaciones recientes han identificado nuevas serovariedades que son responsables de brotes de enfermedades como las serovariedades de Montevideo y Hadar (Quirós *et al.*, 2007).

A causa de la amplia diversidad de serovares identificados, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha planteado una clasificación fundamentada en las distintas combinaciones de los antígenos somáticos (O), flagelares (H) y capsulares (K), este sistema es conocido como el sistema Kauffman-White (Braden *et al.*, 2007).

Las serovariedades de *Salmonella enterica* suelen representarse mediante sus nombres abreviados, que incluyen el nombre de la serovariedad. Por ejemplo, la serovariedad de *Salmonella enterica* sub *enterica* serovariedad *Typhimurium* se abrevia como *S. Typhimurium*. Además, los subtipos se utilizan para comprender la

distribución geográfica de estas bacterias y se identifican mediante fagos específicos. Esta clasificación se expresa a través de números de fagotipo (PT) o fagotipo definitivo (DT). Ambos son términos intercambiables en la literatura y pueden usarse de manera equivalente (Braden *et al.*, 2007). Las serovariedades de *Salmonella* spp., han experimentado un proceso de evolución y adaptación a infectar huéspedes específicos (Kingsley y Baumler 2000), además, algunos serovares como *Typhimurium*, tienen la capacidad de infectar a una amplia variedad de especies, incluyendo a los seres humanos (Callaway *et al.*, 2008).

Por otro lado, las serovariedades de *Typhi* y *Paratyphi* son los causantes de las fiebres entéricas que se conocen comúnmente como fiebre tifoidea y fiebre paratifoidea. Estas serovariedades han desarrollado una adaptación específica en los tejidos humanos, y se distinguen significativamente de otros serovares del mismo género, por lo que se excluyen en este perfil (Pokharel *et al.*, 2006).

Cuadro 1 Clasificación taxonómica de *Salmonella* spp

Dominio:	Bacteria
Filo:	<i>Proteobacteria</i>
Clase:	<i>Gammaproteobacteria</i>
Orden:	<i>Enterobacteriales</i>
Familia:	<i>Enterobacteriaceae</i>
Género:	<i>Salmonella</i>

(Koneman *et al.*, 2006)

2.4.1 Clasificación de *Salmonella* spp

La clasificación de *Salmonella* spp., puede realizarse de distintas formas:

- Según Kauffman-White, el género salmonella puede clasificarse en subgéneros basado en sus características bioquímicas (Le Minor *et al.*, 1982).
- De acuerdo con la Clasificación de Ewing (1986); se pueden clasificar por subgéneros según sus características bioquímicas y en especies con métodos serológicos.
- La clasificación de Le Minor *et al.*, en 1982, plantea la base del estudio en caracteres fenotípicos y genotípicos (hibridación de ADN), además, recalca que *Salmonella* spp., puede dividirse en 6 subespecies, que coinciden con los subgéneros de Kauffmann.

Cuadro 2 Especie, Subespecie de salmonella de acuerdo con Kauffmann-Whitw y Minor et al., 1982

Especie y sub especie de Salmonella	No. De serotipos dentro de la especie	Habitat usual
S. enterica subsp. enterica (I)	1531	Animales de sangre caliente
S. enterica subsp. salamae (II)	505	Animales de sangre fría y ambiente
S. enterica subsp arizonae (IIIa)	99	Animales de sangre fría y ambiente
S. enterica subsp. diarizonae (IIIb)	336	Animales de sangre fría y ambiente
S. enterica subsp. houtenae (IV)	73	Animales de sangre fría y ambiente
S. enterica subsp. indica (VI)	13	Animales de sangre fría y ambiente
S. bongori (V)	22	Animales de sangre fría y ambiente
Total	2579	

2.5.1 Salmonella bongori

En general, se clasifica a *Salmonella bongori* como una bacteria que se aloja principalmente en animales de sangre fría, en contraste con otras serovariedades del genero *Salmonella*, y se asocia con mayor frecuencia a reptiles. *S. bongori* se reconoce como la principal especie de *Salmonella* que infecta a los lagartos (Fookes, 2011). No obstante, investigaciones detalladas contradicen la idea de una especificidad estricta del huésped, debido a que se han reportado casos de *Salmonella bongori* en aves y perros. Además, en los animales, a diferencia con otras Salmonellas, la infección generalmente es asintomática, pero en algunos animales de compañía puede estar asociada con signos de diarrea. De acuerdo con la similitud en el ADN, actualmente se agrupan todos los miembros de Salmonella en solo dos especies: *S. bongori* y *S. enterica* (Foti et al., 2009).

2.5.2 Salmonella entérica

Los serotipos que causan enfermedades en los animales de sangre caliente pertenecen a la subespecie *enterica*, y tienen en común un 90% de su ADN. No obstante, presentan diferencias significativas, como el rango de hospederos que infectan, los síntomas y signos clínicos que provocan. Por ejemplo *S. enterica* serovariedad Enteritidis y *S. enterica* serovariedad Typhimurium tienen una amplia variedad de huéspedes y generalmente causan enfermedad gastrointestinal en el humano, infecciones sistémicas en ratones y una infección crónica asintomática en aves (Barreto et al., 2016). Estas subespecies, basadas en sus características patogénicas y antigénicas, se dividen en aproximadamente 2600 serovariedades. *Salmonella enterica* subsp. enterica se divide en serotipos tifoideos y no tifoideos.

2.5.2.1 *Salmonella enterica* subespecie enterica

Salmonella enterica subespecie enterica (subgrupo I) se divide en 5 Grupos de A a E, la *S. Typhi* se clasifica en el grupo D. Aunque la taxonomía es confusa, casi todos los humanos se infectan por: *Salmonella enterica*, Subsp. enterica serotipos Typhi, Thiphymurium, Enteritidis, Choleraesuis y Paratiphy A B C y se designan con el nombre geográfico donde se aisló la serovariedad (Pikering, 2007). *Salmonella* posee dos principales antígenos, los denominados H que son de origen flagelar y están relacionados con la movilidad de la bacteria, y los antígenos O, que son somáticos y forman parte de la pared celular. Además, también puede presentar el antígeno Vi o que es propio de la envoltura celular y a veces se le denomina termolábil, este antígeno Vi esta relacionado con la virulencia de la bacteria (Arango, 2005).

2.6. Importancia de *Salmonella* en la Salud pública

Las infecciones causadas por *Salmonella* spp., representan un problema de salud pública que afecta a un gran numero de personas y animales. Estas infecciones son consideradas como zoonosis, ya que uno de los reservorios más significativos se localiza en el tracto digestivo de ciertos animales de sangre fría y algunos de sangre caliente, y la propagación de la bacteria puede ocurrir a través de fómites que pueden inocular al patógeno en los humanos (Vela, 2017).

La cría de animales exóticos de compañía, han remplazado a las mascotas convencionales y por lo tanto se ha convertido en una tendencia que va en aumento en países desarrollados como en países en vías de desarrollo. Se han documentado múltiples brotes de *Salmonella* en personas debido a la cría y tenencia de tortugas en varios estados de Estados Unidos. En Chile, una investigación retrospectiva en reptiles importados y mantenidos en cuarentena durante los años 1997 y 2008, llevada a cabo por profesionales del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), reveló que el 70% de estos era portadores de *Salmonella* spp., y cerca del 43% representaban a serotipos que no habían sido previamente descritos. Esta situación conlleva un riesgo significativamente elevado de infección para las personas que mantienen contacto directo o indirecto con estos ejemplares, ya que esto es especialmente preocupante en los casos de los niños menos de 5 años, quienes son mas susceptibles a contraer la infección (Braun *et al.*, 2015).

Salmonella spp., se transmite con facilidad de los reptiles a los seres humanos, cerca del 90% de los reptiles son portadores de serovariedades poco comunes e

incluso desconocidas de *Salmonella* spp., a través de las heces de los reptiles (Centros de Control y Prevención de Enfermedades, 1995).

2.5. *Salmonella* spp., en reptiles

Múltiples enfermedades son zoonóticas, las cuales pueden ser transmitidas por los reptiles, por lo que es crucial mantener un manejo adecuado en términos de alimentación, ambiente, sanidad y de salud preventiva, al estar en contacto con estos individuos (Raggi y Thenot, 1999). Las infecciones causadas por *Salmonella* spp., son frecuentes tanto para los huéspedes homeotérmicos como en los poiquilotermos. Sin embargo, existen diferencias importantes en el curso de una infección con *Salmonella* spp., entre vertebrados homeotérmicos y poiquilotérmicos (Baumler *et al.*, 1998). En aves y mamíferos, las infecciones por *Salmonella* spp., son causadas con mayor frecuencia por serotipos de la subespecie *Salmonella enterica*, estos serotipos son a menudo capaces de inducir una enfermedad. En los reptiles, tanto la especie *S. enterica* como la *S. bongori*, así como todas las subespecies de *S. enterica* puede causar infecciones persistentes, pero sin causar ningún signo de enfermedad clínica (Zwart *et al.*, 1970). Por lo tanto, se han identificado desde hace tiempo como una fuente de transferencia zoonótica de *Salmonella* spp., a humanos (Pasmans *et al.*, 2002). Aunque existen numerosos informes sobre la ocurrencia de infecciones de *Salmonella* en animales poiquilotérmicos, las investigaciones acerca de la patogénesis de las infecciones por *Salmonella* en los quelonios son raros (Pasmans *et al.*, 2002).

Las enfermedades en los reptiles causadas por bacterias, parásitos u hongos son resultado de agentes patógenos primarios. Sin embargo, en ocasiones, también pueden ser resultado de una condición inmunocomprometida, que puede deberse a factores como temperaturas inadecuadas, niveles inapropiados de humedad o condiciones deficientes de higiene en el entorno de los reptiles. Estos factores pueden debilitar el sistema inmunológico de los individuos, lo que aumenta el riesgo de contraer infecciones o enfermedades (Chinnadurai *et al.*, 2009).

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Delimitación del área de estudio

El estudio se realizó en cuatro Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) ubicadas en los municipios de Chiapa de Corzo en la región centro y en los municipios de Arriaga y Tonalá en la región istmo-costa del estado de Chiapas, México. En estas UMAs, las iguanas se encuentran en encierros de acuerdo con su edad y etapa reproductiva, la cantidad de ejemplares en los encierros, depende del manejo integral de cada UMA, los cuales son alimentados con hierbas como la moringa, calabazas, repollos, y otras legumbres de temporada.



Figura 1 Localización de UMAs muestreadas en este estudio

3.2 Población objetivo

La investigación se llevo a cabo empleando iguanas verdes mantenidas en UMAs, divididas en encierros. Se registraron datos como la edad y etapa reproductiva. Las iguanas fueron seleccionadas al azar, el número de muestra se determino a través de la fórmula

$$n = \frac{NZapq}{Ne^2 + Z^2 \frac{a}{Z} pq}$$

3.3 Toma de muestras

Las muestras se tomaron de la cloaca de iguanas y se colectaron en hisopos con medio semisólido de Transporte Stuart y hisopos estériles colocándolos en 1 ml de agua Peptonada, trasladando la muestra al laboratorio y manteniéndose en constante refrigeración.

3.4 Pruebas bacteriológicas

3.4.1 Inoculación

Las muestras se sometieron a la inoculación de acuerdo con el protocolo establecido de la normatividad ISO 6579-1:2017 que se refiere al procedimiento horizontal para la identificación, conteo, y clasificación de *Salmonella*, este proceso involucra el uso de un medio de cultivo con agua Peptonada y posteriormente en medios sólidos como el agar selectivo *Salmonella Shigella* (SS) y agar XLD (Agar Xilosa Lisina Desoxicolato). En el agar SS, se seleccionaron las colonias de color beige y/o incoloras generalmente con centro color negro, mientras que el agar XLD se seleccionaron colonias rojas con centro negro.

3.4.2 Pruebas bioquímicas confirmatorias

3.4.2.1 Agar TSI

De acuerdo a la norma ISO 6579-1:2017, las muestras que morfológicamente tenían características de *Salmonella* spp., se sometieron a la inoculación en agar TSI, utilizando la técnica de agar inclinado en tubo y siembra por picadura en Agar-hierro-triple azúcar (TSI), las cepas típicas de *Salmonella* que obtuvieron resultados positivo a la reacción alcalina, representada por un color rojo en el pico de flauta del tubo, mientras que la parte inferior del tubo mostro una reacción ácida, indicando color amarillo en el fondo, además se observo formación de gas aproximadamente en el 90% de los casos, y la formación de H₂S, lo cual se manifestó con un ennegrecimiento del agar.

3.4.2.2 Agar Urea

Las muestras morfológicamente positivas a *Salmonella* se inocularon en agar urea, se consideraron positivas aquellas cepas que no obtuvieron cambios en el color del agar, debido a que la *Salmonella* no hidroliza la urea.

3.4.3 Conservación

De acuerdo con la morfología colonial de cada medio de cultivo y pruebas bioquímicas se seleccionaron aquellas colonias que presentaron las características de *Salmonella* y se conservaron en glicerol al 15 %.

3.5 Caracterización molecular

3.5.1 Extracción de ADN

Se realizó de acuerdo con la metodología de Zhang (2004), con algunas modificaciones: En 50 µl de agua grado biología molecular se suspendieron colonias bacterianas con 24 horas de crecimiento, se mezclaron y calentaron a 98°C a baño maría por 15 minutos, y se centrifugaron a 15, 000 rpm por 5 minutos, en donde se recupero el sobrenadante y se conservaron a -4 °C.

3.5.2 Protocolo de PCR para determinar la subespecie

La identificación de *Salmonella* se realizó con los siguientes primers: *mcdA*, *gatD*, *fljB*, *STM*, *Snt* e *INVA* (Cuadro 3). De acuerdo con el número de pares de bases, se agruparon tres primers por reacción (*fljB*, *Snt*, *INVA*) y (*mcdA*, *gatD*, *STM*). A un volumen de 25 µl se adicionaron: 1.75 µl por primer (x3), 12.5 µl master Mix Green Go Taq Promega, 5.25 µl de H₂O y 2 µl de ADN (Lee *et al.*, 2017).

Se corrieron en el termociclador bajo los siguientes tiempos: desnaturalización a 95° C por 5 minutos, con 35-40 ciclos de 1min a 95° C, 1min a 60° C, 1min a 72° C, con una extensión final de 72° C (Lee *et al.*, 2017).

Cuadro 3 Oligonucleótidos y patrones de bandas esperadas de cada especie o de cada subespecie

Primer	Secuencia 5'-3'	Pares de bases	I	II	IIIa	IIIb	IV	VI	V
fliB1	GACTCCATCCAGGCTGAAATCAC	848	d	d		+		+	+
fliB2	GGGCTTGCTGCTGGCATTGTAG								
mdcA7	GGATGTA CTCTTCCATCCCCAGT	728		+	+	+			
mdcA8	CGTAGCGAGCATCTGGATATCTT								
gatDP5	GGCGCCATTATTATCCTATTAC	501	+	+				d	+
gatDP6	CATTTCCCGGCTATTACAGGTAT								
stn f1	CGATCCCTTTCCCGCTATC	179	+	+	+	+	+	+	
stn r1	GGCGAATGAGACGCTTAAG								
STM4057 f1	GGTGGCCTCGATGATCCCG	137	+						
STM4057 r1	CCCAC TTGTAGCGAGCGCCG								
INVA-1	ACAGTGCTCGTTTACGACCTGAAT	244	+	+	+	+	+	+	+
INVA-2	AGACGACTGGTACTGATCGATAAT								

I; *S. enterica*, II; *S. salamae*, IIIa; *S. arizonae*, IIIb; *S. diarizonae*, IV; *S. hountanae*, VI; *S. indica*, V; *S. bongori*

3.5.3 Protocolo de PCR para determinar la serovariedad.

Para la identificación de las serovariedades *Salmonella* *Thipy*, *Enteritiris* y *Paratyphi* se utilizaron los primers (Cuadro 4) y condiciones propuestas por Kummar et al., (2005), A un volumen de 25 µl, en donde se adicionaron: 1 µl por primer, 12.5 µl master Mix Green Go Taq Promega, 9 µl de H₂O y 2 µl de ADN y .5 µl de MgCl₂. La reacción de PCR se realizó en un termociclador bajo los siguientes tiempos: desnaturalización a 72° C por 4 minutos, con 30 ciclos de 1 minuto a 94°C, 1 min a 57.6° C, 1 minuto a 72°C, con una extensión final de 72°C (Kummar et al., 2005)

Cuadro 4 Oligonucleótidos y patrones de bandas esperadas en las tres serovariedades

Primer	Secuencia 5'-3'	Pares de bases	Typhi	Paratyphi	Enteritiris
Prtf	CGTTTGGGTTCCCTTGGATCACG	369	+	+	+
PrtR	CTATAATGGCGGCGGCGAGTTC				
fliCf	GCTTAATGTCCAAGATGCCTAC	587	+	-	-
fliCr	GAGCAACGCCAGTACCATCTG				
viaBF	CACGCACCATCATTTACCG	738	+	-	-
viaBR	AACAGGCTGTAGCGATTTAGG				

3.5.3 Visualización producto de PCR

Se llevo a cabo mediante la técnica de electroforesis en gel de agarosa al 1 % con 4 µl de bromuro de etidio (Invitrogen SYBR™ Safe DNA), programado a 75 volts por 60 minutos, se utilizó un marcador de peso molecular de 100 pb (Promega) a continuación se visualizaron las bandas amplificadas de acuerdo con las características de cada primer en un fotodocumentador para la captura de la imagen y verificar la visualización de las bandas.

3.6 Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron organizados y categorizados usando las hojas de cálculo de Excel ®. Se calcularon las frecuencias y la relación entre las variables usando la prueba chi cuadrado, se utilizó la prueba exacta de Fisher cuando los valores en las casillas fueron menores a 5. El nivel de significancia estadística se consideró cuando $P \leq 0.05$. Para el análisis estadístico se utilizó el programa IBM SPSS Statistics v25 (<https://folk.uio.no/ohammer/past/>).

IV. RESULTADOS

La prevalencia de *Salmonella* spp., en iguanas verdes mantenidas en cautiverio dentro de las Unidades de Manejo para la Conservación de la vida Silvestre (UMA) de Chiapas México fue de 25% (24/96). De estas, se identificaron como *Salmonella enterica* el 87.5 % (21/24), en el resto de las colonias no se amplificaron genes asociados a esta especie entérica.

Se utilizó la amplificación de marcadores moleculares para la caracterización de las subespecies de *Salmonella*, se observó a *Salmonella enterica* subespecie *enterica* con la mayor prevalencia 52.38% (11/21), seguido de *Salmonella enterica* subespecie *salamae* 28.57% (6/21) y *Salmonella enterica* subespecie *hountae* 19.04% (4/21), Se identificó la serovariedad *enterica* y *salamae* en el mismo ejemplar, representando el 1.04% (1/96) de la población (Figura 2)

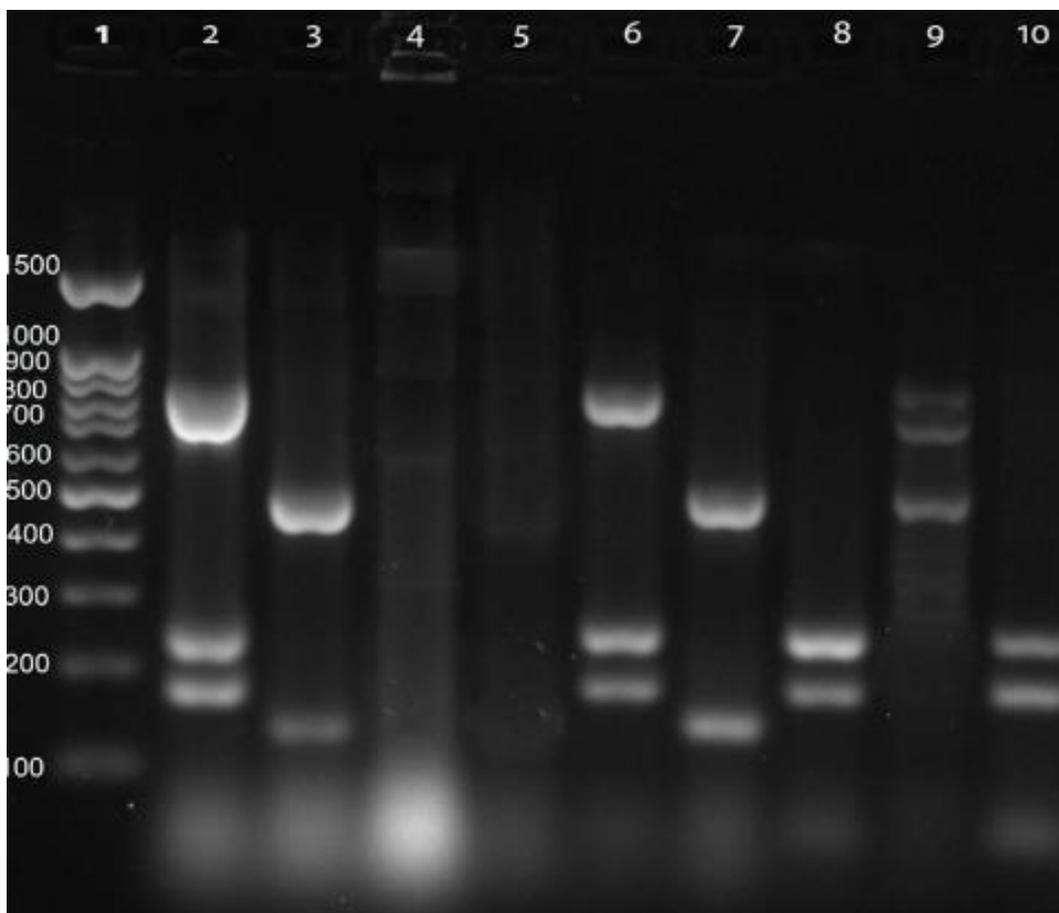


Figura 2 Amplificación de marcadores moleculares para determinar la subespecie de *Salmonella* (21) en heces de *Iguana iguana*. Carril 1, marcador de peso molecular (1,5 pb); carril 2 y 3, gen *stn* (179 pb), *INVA* (244 pb), *fliB* (848 pb), *STM4057* (137 pb) y *gatDP* (501) respectivamente de *S. enterica* sub. *enterica* serovariedad Typhi como control positivo; Carril 4 y 5, control negativo (*E. coli*); carril 6 y 7, gen *stn* (179 pb), *INVA* (244 pb), *fliB* (848 pb), *STM4057* (137 pb) y *gatDP* (501) respectivamente de *S. enterica* sub. *enterica*; carril 8 y 9, gen *stn* (179 pb), *INVA* (244 pb), *gatDP* (501), *mdcA* (728 pb), *fliB* (848 pb), respectivamente de *S. enterica* sub. *salamae*; carril 10, gen *stn* (179 pb), *INVA* (244 pb) de *S. enterica* sub. *hountae* .

Con relación con la etapa zootécnica de estos ejemplares, se observó mayor frecuencia de *Salmonella enterica* subespecie enterica en las iguanas juveniles (18.8%), no obstante, su frecuencia también se observó en iguanas en ovoposición (12.5%) y reproducción (8%). La frecuencia de *Salmonella enterica* subespecie *salamae* en iguanas se observó en la etapa de ovoposición (8.3%) y de reproducción (8%). La frecuencia de *Salmonella enterica* subespecie *hountae* fue de 8% en las iguanas en reproducción (Cuadro 5)

Cuadro 5 Subespecies de *Salmonella* en heces de Iguana iguana según etapa zootécnica.

Subespecie de <i>Salmonella</i>	Juveniles (n=22)	Reproductores (n=50)	Ovoposición (n=24)
<i>S. enterica</i>	18.8% (4)	8 % (4)	12.5% (3)
<i>S. salamae</i>	0	8 % (4)	8.3% (2)
<i>S. hountae</i>	0	8 % (4)	0

*estadísticamente significativo ($P<0.05$)

A través de marcadores moleculares se discriminó la serovariedad de las 11 cepas de *S. enterica* sub. *enterica* (figura 3), se identificaron 6 cepas del grupo de *Salmonella enterica* sub. *enterica* serovariedad Typhi (54.54%), principalmente en las iguanas juveniles y reproductoras con una frecuencia de 75%, en ambos casos (Cuadro 6).

Cuadro 6 Serovariedad de *Salmonella enterica* sub. *enterica* aislada en heces de Iguana iguana según etapa zootécnica.

Serovariedades de <i>Salmonella enterica</i>	Juveniles (n=4)	Reproductores (n=4)	Ovoposición (n=3)
<i>S. Typhi</i>	75 (3)	75 (3)	0
otras	25 (1)	25 (1)	100 (3)

*estadísticamente significativo ($P<0.05$)

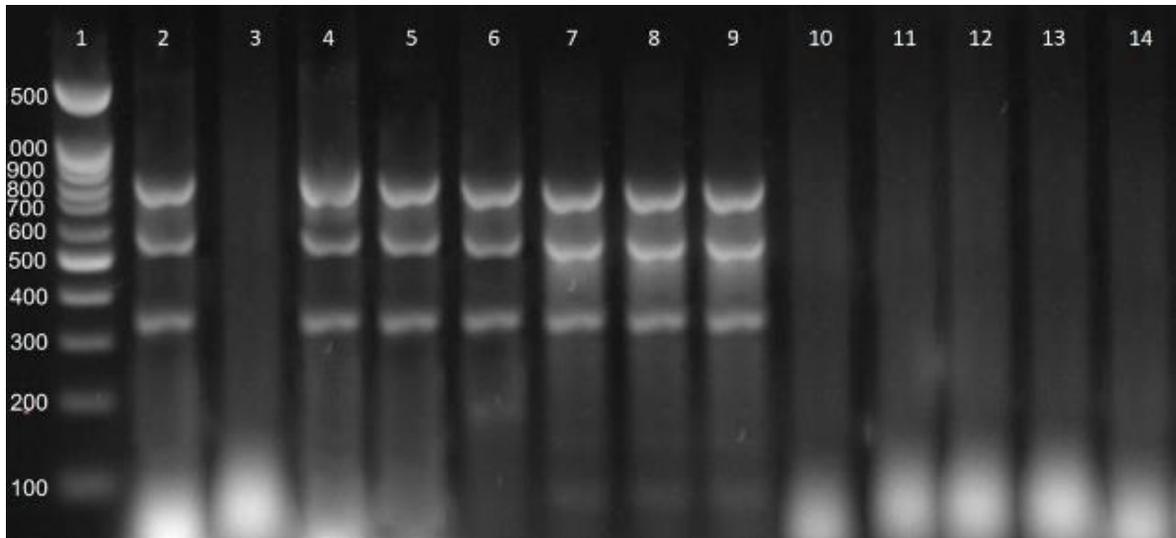


Figura 3 Amplificación de marcadores moleculares para determinar la serovariedad de *Salmonella enterica* sub. *enterica* (11) en heces de *iguana iguana*. Carril 1, marcado de peso molecular (100 pb); Carril 2, gen *ptr* (369 pb), *fliC* (587 pb), *viaB* (738 pb) respectivamente *S. enterica* subespecie *enterica* serovariedad Typhi como control positivo; Carril 3, control negativo (*E. coli*); carril 4 a 9, se observan los marcadores moleculares *prt*, *fliC* y *viaB* correspondientes a cepas de *S. enterica* sub. *enterica*; serovariedad Typhi; carril 10 a 14, cepas sin amplificar

V. DISCUSIÓN

Actualmente la salmonelosis es uno de los problemas que enfrenta la salud pública a nivel mundial, existen reportes de casos de salmonelosis en seres humanos asociados a reptiles y estos cada vez se vuelven más frecuentes debido a la desinformación que enfrenta la población sobre el riesgo de contraer una enfermedad zoonótica atribuido generalmente al mal manejo de los ejemplares (Nowinski y Albert, 2000; Cellucci *et al.*, 2010).

Salmonella enterica subespecie enterica abarca una amplia diversidad de 2,600 serovariedades. La mayoría de estas serovariedades están asociadas a millones de casos de infecciones anuales. Estas infecciones pueden manifestarse clínicamente de diversas maneras, desde cuadros de gastroenteritis aguda (salmonelosis no tifoidea, NTS por sus siglas en inglés) hasta casos más graves de fiebre tifoidea producida por serovariedades como Typhi, Paratyphi y Enteritidis que afectan a los seres humanos (CDC, 2013; Bruning *et al.*, 2023), muchas de estas serovariedades de *Salmonella* tienen una alta especificidad en cuanto a su hospedero y suelen ser la causa de enfermedades en una única especie animal, sin embargo, otras especies animales como los reptiles pueden ser portadores, generalmente sin causarles signos aparentes de enfermedad (Uzzau *et al.*, 2000).

En la presente tesis se demostró que la población de iguana verde en cautiverio es portadora de *Salmonella* entérica subespecie entérica serovariedad Typhi en un 6.25% (6/96), se ha registrado la prevalencia de *Salmonella* spp., en especies de reptiles en cautiverio y en vida libre, por ejemplo: en tortugas acuáticas y terrestres (Hidalgo *et al.*, 2007; Shiping *et al.*, 2014; Meza *et al.*, 2020), serpientes y lagartos (Pachón, 2009; Bjelland *et al.*, 2020), incluidas las iguanas en varias de sus especies (Michell y Shane 2000; Lankau *et al.*, 2012; Maja *et al.*, 2015; Corzo Cobos *et al.*, 2022, Guyomard, 2019).

Los casos de salmonelosis en humanos asociada a reptiles han documentado en los Estados Unidos desde la década de 1940 (Bradle, *et al.*, 2007), no obstante, el primer estudio documentado acerca de *Salmonella* spp., en el tracto intestinal de iguanas, se realizó en el Salvador por Michell y Shane (2000), a través de un hisopado cloacal en iguanas verdes para aislar *Salmonella* spp., ellos reportaron una prevalencia del 15%, menor a la prevalencia reportada en este estudio (25%).

El cálculo del índice de portadores de *Salmonella* spp., en los reptiles, según lo reportado por Acha *et al.*, (2013), varía del 36% y 90%, un rango mayor a los resultados presentados en la presente tesis, así mismo Acha *et al.*, mencionan que

es posible aislar diversas serovariedades en un solo animal, lo que concuerda con hallazgos de la presente investigación.

Las investigaciones de *Salmonella enterica* subespecie *enterica* también han sido abordadas, Lankau *et al.*, en 2012 realizó un análisis en la isla de los Galápagos, con heces de iguanas terrestres frescas tomadas del suelo, obteniendo un 45% de prevalencia de *Salmonella enterica*, recientemente Guyomar en 2019, demostró una alta prevalencia de *Salmonella enterica* subespecie *enterica* en heces de iguanas de vida libre, pero en contacto indirecto con residuos urbanos y con humanos, con una prevalencia del 40%, ambos estudios difieren a los resultados presentados en esta tesis.

Además, en Croacia se realizó una investigación con muestras de heces de reptiles en cautiverio incluyendo iguanas, en donde la prevalencia de *Salmonella enterica* subespecie *enterica* fue de 34.6%, *Salmonella enterica* subespecie *houtenae* 23.1%, *Salmonella enterica* subespecie *arizonae* 23.1%, *Salmonella enterica* subespecie *diarizonae* 15.4% y *Salmonella enterica* subespecie *salamae* del 3.8% (Maja *et al.*, 2015); Evidenciando a *Salmonella enterica* subespecie *enterica* como la más frecuente, lo que concuerda con el presente estudio, en contraparte, las subespecies *arizonae* y *diarizonae* no se reportaron en la presente tesis.

Hasta el momento no existen publicaciones sobre la presencia de las serovariedades de *Salmonella enterica* subespecie *enterica* presente en iguana verde mantenidas en cautiverio y ese fue el principal interés del presente trabajo, en esta investigación se evidenció que más de la mitad (54.54%) de las cepas del subgrupo entérica correspondieron a la serovariedad Typhi.

Se han realizado diversas investigaciones de tratamientos sin antimicrobianos para reducir la exposición de *Salmonella* spp., en reptiles, como la vacunación oral en iguana verde, como se hace en las aves, pero no se obtuvieron resultados efectivos (Michell *et al.*, 2001), además, se han desarrollado varios métodos en tortugas y el hábitad acuático como por ejemplo el uso de desinfectantes como polihexametileno biguanida e hipoclorito de sodio a baja concentración para no afectar otras partes del cuerpo de estos animales, pero no se ha tenido éxito (Michell *et al.*, 2005; Michell *et al.*, 2006; Zachariah *et al.*, 2007). También se ha administrado lactulosa en serpientes, con la finalidad de disminuir el pH en los intestinos por conversión de ácido láctico en la microflora, para hacerla menos favorable para *Salmonella* spp., desafortunadamente el grupo de serpientes siguió eliminando *Salmonella* spp., en sus heces (Middleton *et al.*, 2005). Por otro lado, se han realizado diversos estudios con antimicrobianos en iguanas verdes (Shane, 2001), sin embargo, no se recomienda administrar antimicrobianos a las iguanas sanas por el impacto

ambiental y el nulo efecto en la protección de esta bacteria, es por eso que la Asociación Veterinaria de Reptiles y Anfibios (ARAV, por sus siglas en ingles) recomienda a los médicos veterinarios no utilizar antibióticos para tratar a los reptiles portadores de *Salmonella*, ya que los antibióticos pueden afectar la flora intestinal y aumentar la resistencia a los antibióticos (Acha *et al.*, 2013).

En el contexto del manejo integral de las UMA´s es necesario hacer mas énfasis en los planes de manejo profilácticos de los ejemplares y no descartar las medidas de bioseguridad para los manejadores con la finalidad de mitigar las posibles vías de contaminación, además es importante una mayor atención en el manejo de los alimentos vegetales procedentes de la agricultura, debido a que se conoce que la principal vía de transmisión de las enfermedades gastrointestinales es la vía fecal-oral. En México existen diversos estudios en vegetales crudos, como la lechuga y el cilantro, (García *et al.*, 2012), tomate (Estrada *et al.*, 2014), alfalfa, zanahoria y col cerrada (Quiroz *et al.*, 2009), en donde se demuestra la presencia de *Salmonella*. Además de monitorear constantemente la procedencia del agua, a causa de que la excreción de animales y/o humanos portadores o enfermos de salmonelosis contaminan fácilmente los afluentes de agua y representa la principal fuente de diseminación de este patógeno entérico (Winfield y Groisman, 2003), ya que esta bacteria utiliza el agua como un medio de dispersión (Levantesi *et al.*, 2012) en donde tiene periodos de adaptación nutrimental, estrés osmótico, temperaturas y de pH, hasta alcanzar un nuevo hospedero (Medrano *et al.*, 2018), es por ello que se recomienda monitorear constantemente los estanques y tener un manejo idóneo del uso del agua en las UMA`s ya que en el caso de las regiones tropicales como Chiapas, con altas temperaturas, humedad y precipitaciones elevadas se favorece al crecimiento y propagación de salmonella en el ambiente (Simental *et al.*, 2008).

VI. CONCLUSIONES

Sustentado en los resultados de esta investigación sobre prevalencia y caracterización molecular de *Salmonella* spp., en iguanas verdes en cautiverio de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) en Chiapas, México, se concluye lo siguiente:

La investigación reveló que un cuarto (25%) de la población de iguanas verdes en cautiverio de las UMAs muestreadas en esta investigación son portadores de *Salmonella* spp. De las colonias de *Salmonella* identificadas, el 87.5% correspondió a *Salmonella enterica*, la caracterización de subespecies demostró que *Salmonella enterica* subespecie *enterica* fue la más prevalente, representando el 52.38% de las cepas identificadas. Además, se encontraron otras subespecies, como *Salmonella enterica* subespecie *salamae* (28.57%) y *Salmonella enterica* subespecie *hountae* (19.04%). Un hallazgo interesante fue la identificación de la serovariedad *enterica* y *salamae* en el mismo ejemplar, lo que representa el 1.04% de la población total estudiada. Esto sugiere la coexistencia de serovariedades de *Salmonella* en las iguanas en cautiverio. Se identificaron 6 cepas pertenecientes al grupo de *Salmonella enterica* sub. *enterica* serovariedad Typhi (54.54%). Este hallazgo es especialmente relevante ya que estas cepas se encontraron principalmente en las iguanas juveniles y reproductoras, con una frecuencia de 75% en cada etapa. Se observaron diferencias en la prevalencia de *Salmonella* en relación con la etapa zootécnica de las iguanas. La subespecie *Salmonella enterica* subespecie *enterica* fue más frecuente en iguanas juveniles (18.8%), lo que puede indicar una mayor susceptibilidad en esta etapa. Sin embargo, también se encontró en iguanas en ovoposición (12.5%) y reproducción (8%), aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa. Por otro lado, la subespecie *Salmonella enterica* subespecie *salamae* fue más común en iguanas en etapa de ovoposición (8%), seguida de las iguanas en reproducción (8%).

La presencia de *Salmonella entérica* sub. *entérica* Typhi en iguanas, particularmente en iguanas juveniles y reproductoras, es un hallazgo de gran importancia. Esta serovariedad es conocida por estar asociada con infecciones en humanos y es la causante de la fiebre tifoidea. Su presencia en iguanas en cautiverio plantea preguntas importantes sobre la interacción entre las iguanas y otros animales o cuidadores en las UMA y destaca la necesidad de investigaciones adicionales y medidas de bioseguridad adecuadas.

Esta investigación proporciona información valiosa sobre la prevalencia y la diversidad de subespecies y serovariedades de *Salmonella* en iguanas verdes en cautiverio en Chiapas, México. Estos hallazgos tienen implicaciones significativas para la gestión y conservación de estas especies en UMA, así como para la salud

pública. Es fundamental seguir investigando y desarrollar estrategias de manejo que reduzcan la prevalencia de Salmonella y minimicen los riesgos asociados.

VII. LITERATURA CONSULTADA

- Acha P.N., Szyfres B. 2013. Organización Panamericana de la Salud (OPS). Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. Tomo 1. Bacteriosis y micosis. 3ª edición. Publicación Científica y Técnica No. 580. Salmonelosis. Washington DC. Pp 233-251.
- Arango M. (2005). Infecciones por salmonelas. Infectología y neumología. Tomo II. 3ed. Medellín, Colombia. Pp 181-90.
- Arcos, J., Reynoso, V.H., Mendoza, G.D. y Hernández, D. 2010. Identificación del sexo y medición del crecimiento de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en las etapas de cría y juvenil. Revista Veterinaria México. Pp 53-62.
- Barragán, F., Karol, B. 2002. Enfermedades de Reptiles y Anfibios. Vol. III. Boletín Geas. Pp 18.
- Barreto, M., Castillo-Ruiz, M., y Retamal, P. (2016). Salmonella enterica: una revisión de la trilogía agente, hospedero y ambiente, y su trascendencia en Chile. Revista chilena de infectología, Pp 33-38.
- Bjelland, A.M., Sandvik, L.M., Skarstein, M.M., (2020) Prevalencia de serovares de *Salmonella* aislados de reptiles en zoológicos noruegos. *Acta Vet Scand* **62**. <https://doi.org/10.1186/s13028-020-0502-0>
- Bock, B. 2015. Iguana iguana Linnaeus, Iguana verde, iguana común. Losada. Medellín. Colombia. 1758 p.
- Braden, C., Fields, P., Bean, N., Tauxe, R. (2007). Salmonella: Resumen anual, División de enfermedades bacterianas y micóticas. Subdivisión de Enfermedades Diarréicas y Alimentarias. Atlanta, Georgia. Pp 42-47.
- Braun, S., Spalloni, W., Ferreccio, F., Postigo, J., Fernández, A., Porte, L. (2015). Gastroenteritis por *Salmonella* spp. en tres lactantes asociados a contacto con tortugas acuáticas. Revista chilena de infectología. Pp 334-338.
- Briones, V., Téllez, J., Goyache, C., Ballesteros, M., Lanzarot, L., Domínguez, J. (2004). Diversidad de *Salmonella* asociada a reptiles y anfibios silvestres. Revista Microbiología ambiental. España, España. Pp 25-29.
- Bruning, A. H., van den Beld, M., Laverge, J., Welkers, M. R., Kuil, S. D., Bruisten, S. M., ... & Stam, A. J. (2023). Reptile-associated *Salmonella* urinary tract infection: a case report. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*, 105(4), 115889.
- Buamler, A.J., Tsolis, R. M., Fitch, T. A., Adams, L. G. (1998). Evolucion y adaptacion de *Salmonella* entérica. Revista Infeccion e inmunidad. Pp 18 y 19.
- Bush, E.R., Baker, S.E., MacDonald, D.W., (2006-2012) Comercio mundial de mascotas exóticas. *Conserva Biol* 28, Pp 663–676.
- Callaway, R., Edrington, S., Anderson, C., Byrd J.A., Nisbet D.J. (2008). Ecología de la microbiota gastrointestinal de nuestro suministro de alimentos en relacion con la realidad.
- Carriquiriborde, M., 2010. Enfermedades zoonóticas asociadas a reptiles. Revista: Veterinaria Argentina. Buenos aires, Argentina. Pp 2-18.

- CDC (Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades) (2013). Vigilancia de brotes de enfermedades transmitidas por alimentos. Estados Unidos (2009-2010) Informe Semanal de Morbilidad y Mortalidad (MMWR), 62: 41-47. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23344696> consultado el 8 de agosto del 2023.
- Cellucci, T., Seabrook, J., Chagla, Y., Bannister, S., and Salvadori, M. (2010). A 10-year retrospective review of Salmonella infections at the children's hospital in London, Ontario. *Can. J. Infect. Dis. Med. Microbiol.* 21 (2), 78–82.
- Chinnadurai, S., DeVoe, R. 2009. Enfermedades infecciosas seleccionadas de los reptiles. *Clinicas veterinarias: Practica de Animales Exoticos*. Pp 583-596.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2009. Reglas de operación <https://www.gob.mx/conafor> Consultado el 10 de mayo del 2020.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2012. Biodiversidad Mexicana. <https://www.gob.mx/conabio> Consultado el 16 de septiembre de 2022.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2012. Proyecto de evaluación de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) (1997-2008). Resultados de la Fase I: Gestión y Administración. Proyectos CONABIO: HV003, HV004, HV007, HV012 y HV019. <https://www.gob.mx/conabio> Consultado el 21 de noviembre del 2022.
- Cooke, FJ., De Pinna, E., Maguire, C., Guha, S., Pickard, DJ, Farrington, M. 2009. Primer informe de infección humana con Salmonella entérica serovar Apapa resultante de la exposición a un lagarto mascota. *J Clin Microbiol* Pp 2672–2674.
- Corzo Cobos, E., Bautista T. G., Carmona G. C., Hidalgo R. M., Rejón O. J. 2022. *Iguana iguana* como portador de Salmonella en unidades de manejo ambiental de Chiapas. Memorias del III Congreso Virtual Internacional Abanico Veterinario, Agroforestal, Pesquero y Acuícola, 2022. Enlace del vídeo <https://www.youtube.com/watch?v=us35ckWtBJ4>.
- Dabanch, P. 2003. Zoonosis. *Revista Chilena de Infectología*. Pp 47-51.
- Ellermeier C y Slauch J. 2006. El genero de Salmonella en procariontes. Pp 123-158.
- Estrada-Acosta, M., Jiménez, M., Chaidez, C., León-Félix, J. and Castro-del Campo, N. 2014. Irrigation water quality and the benefits of implementing good agricultural practices during tomato (*Lycopersicum esculentum*) production. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186: 4323-30. <https://doi.org/10.1007/s10661-014-3701-1>
- Ewing, W. H. 1986. 'The taxonomy of Enterobacteriaceae, isolation of Enterobacteriaceae and preliminary identification. The genus Salmonella' in Edwards, P. and Ewing, W. H. (eds.) *Identification of Enterobacteriaceae* (4' ed.), New York: Elsevier: 1 - 91, 181 - 318.
- Fookes M., Schroeder G., Langridge G., Blondel C., Mammina C. 2011. Salmonella bongori proporciona información sobre la evolución de las Salmonellas. *Patógenos PloS*, Pp 7 y 8.

- Foti, M., Daidone, A., Aleo, A., Pizzimenti, A., Giacobello, C., Mammina, C. 2009. Salmonella bongori 48: z35: - en aves migratorias, Italia. Enfermedades infecciosas emergentes. Pp 502–503.
- García-Gómez, R., Chávez-Espinoza, J., Mejía-Chávez, A. and Durán-de-Bazúa, C. 2012. Microbiological determinations of some vegetable from the Xochimilco zone in Mexico City, Mexico. Revista Latinoamericana de Microbiología, 44: 24-30. <http://www.medigraphic.com/pdfs/lamicro/mi-2012/mi021e.pfd> consultado el 24 de junio del 2023
- Guyomard-Rabenirina S, Weill F-X, Le Hello S, Bastian S, Berger F, Ferdinand S, et al. (2019) Reptiles in Guadeloupe (French West Indies) are a reservoir of major human Salmonella enterica serovars. PLoS ONE 14(7): e0220145. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220145> consultado el 11 de Agosto del 2023.
- Hacioglu, N., Tosunoglu, M. 2014. Determinación de perfiles de resistencia a antimicrobianos y metales pesados de algunas bacterias aisladas de especies de anfibios y reptiles acuáticos. Monitoreo y Evaluación Ambiental. Pp 407-413.
- Harris, J.R., Bergmire-Sweat, D., Schlegel, J.H, Winpisinger, K.A, Klos, R.F., Perry, C., Tauxe, R.V., Sotir, M.J. 2009. Brote multiestatal de infecciones por Salmonella asociado con exposición a tortugas pequeñas, 2007-2008. Pediatría, Pp 1388–1394.
- Hidalgo-Vila, J., Díaz-Paniagua, C., de Frutos-Escobar, C., Jiménez-Martínez, C., Pérez-Santigosa, N. 2007. Salmonella en tortugas terrestres y acuáticas de vida libre. Microbiología veterinaria. Pp 311-315.
- Instituto Nacional de Ecología – SEMARNAT. 2000. Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural.
- ISO 6579-1:2017. 2017. Método Horizontal para la Detección de Salmonella spp. Organización Internacional de Normalización.
- Jaramillo, E. 2017. Zoonosis y manejo de animales silvestres y exóticos en la consulta privada. Congreso Latinoamericano de Emergencia y Cuidados Intensivos LAVECCS. Punta del Este, Uruguay. Pp 1-17.
- Jimenez, R.R., Barquero, E., Abarca, J.G., Porras, L.P. 2015. Salmonella aislada en el Asian House Gecko (Hemidactylus frenatus) introducido con énfasis en Salmonella weltevreden, en dos regiones de Costa Rica. Vector Borne-Dis Pp:550–555.
- Jones, AJ. 2004. Tortugas marinas: viejos virus y nuevos trucos. actual Biol. Pp842–843.
- Kingsley, R.A., y Bäumler, A.J. 2000. Interacciones de Salmonella con fagocitos profesionales. Invasión bacteriana en células eucariotas: bioquímica subcelular. Pp 321-342.
- Koneman, Allen, Winn, Janda, Procop, Schreckengerger, & Woods. 2006. Diagnostico Microbiologico. Editorial Medica Panamericana, Ed., 6. Estados Unidos de norte america. Pp 1475.

- Lankau E.W., Cruz Bedon L., Mackie R.,I. 2012. Salmonella Strains Isolated from Galapagos Iguanas Show Spatial Structuring of Serovar and Genomic Diversity. PLoS ONE Pp 5-7.
- Lara López, M. S., y Gonzáles, A. 2002. Alimentación de la iguana verde iguana iguana (squamata: iguanidae) en la mancha. Veracruz, México. Acta Zoológica Mexicana. Pp:139-152.
- Le Minor, L. and Popoff, M., Y. 1987. 'Request for an opinion. Designation of Salmonella enterica sp. nov., nom. rev., as the type and only species of thegenus Salmonella', International Journal of Systematic Bacteriology. Pp 465-468.
- Le Minor, L.M., Veron, M. 1982. Taxonomia de Salmonella. Am. Microbiol. (L. Pasteur). P 108.
- Lee, K., Iwata, T., Shimizu, M., Taniguchi, T., Nakadai A. 2017. A novel multiplex PCR assay for salmonella subspecies identification. Journal of Applid Microbiology ISSN 1364-5072. Universidad de Tokio, Japon.
- Levantesi, C., Bonadonna, L., Briancesco, R., Grohmann, E., Toze, S. and Tandoi, V. 2012. Salmonella in surface and drinking water: ocurrence and water- mediated transmission. Food Research International, Pp 587-602. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.06.037>
- Liu, H., Platt, S.,G. y Borg, C., K. 2004. Seed dispersal by the Florida box turtle (Terrapene carolina bauri) in pine rockland forests of the lower Florida Keys, United States. Oecologia. Pp 539-546.
- López, R. R., González, M. I. C., Medina, S. M., Ballesteros, F. G. D., Flores, F. I., & Rivera, M. M. 2010. Unidad de manejo para la conservación de la vida silvestre como alternativa para" Los nuevos agronegocios". Revista Mexicana de Agronegocios. Pp: 336-346.
- M.A Mitchell, S.M Shane. 2000. Preliminary findings of Salmonella spp. in captive green iguanas (Iguana iguana) and their environment, Preventive Veterinary Medicine, Volumen 45. 2000, Pp: 297-304, ISSN 0167-5877.
- Martínez-Salazar., M., Arcos, J. L., Veléz, L., Mendoza, G. D., López R. 2015. La iguana verde (Iguana iguana) y sus parásitos en una unidad de manejo intensivo en la costa de Oaxaca.Temas de Ciencia y Tecnología.Pp:43- 52.
- Mayer, J. y Bays, T. B. 2006. Reptile behavior. Birds, reptiles and small mammals. Elsevier. Saint Louis, Misuri, U.S.A. Pp: 103-162.
- Medrano-Félix, J.A., Chaidez, C., Mena, K.D., Soto-Galindo, M.S. and Castro-del Campo, N. (2018). Characterization of biofilm formation by Salmonella enterica at the air-liquid interface in aquatic environments. Environmental Monitoring and Assessment. Pp:190-221. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6585-7>
- Mermin, J., Hutwagner, L., Vugia, D., Shallow, S., Daily, P., Bender, J., Koehler, J., Marcus, R., Angulo, F.,J. 2004: reptiles, anfibios, e infección humana por Salmonella: un estudio de cohorte de casos basado en la población. Pp: 253–261.
- Meza R., Dante, & Morales-Cauti, Siever. 2020. Identification, serotyping and determination of the sensitivity profile of Salmonella enterica isolated from cloacae of red-eared slider turtles (Trachemys sp) in captivity, Peru. Revista

de Investigaciones Veterinarias del Perú. Pp 31-35 <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i4.19022> consultado el 24 de junio del 2023.

- Middleton DR. 2005. El efecto de la alimentación con un prebiótico en la excreción de Salmonella en pitones alfombra, Morelia spilota, y pitones matorrales Pp: 4-6.
- Mitchell MA, Bauer R, Nehlig R. 2006. Evaluación de la eficacia de Baquacil contra Salmonella spp. en el hábitat acuático de la tortuga de orejas rojas, Trachemys scripta elegans. Pp:9-13
- Mitchell MA, Roundtree M. 2006. Evaluación de la eficacia de polihexametileno biguanida en la supresión de Salmo nella typhimurium en la columna de agua de orejas rojas tortugas deslizantes, Trachemys scripta elegans, en transporte. Pp:45-48.
- Nowinski, R. J., and Albert, M. C. (2000). Salmonella osteomyelitis secondary to iguana exposure: A case report. Clin. Clinical Orthopaedics and Related. Res. 372, 250–253.
- OIE Organización Mundial de Salud Animal. 2018. Manual terrestre de la OIE 2018. Salmonelosis.
- Oludairo, OO., Kwaga, JKP., Dzikwi, AA, y Kabir, J., 2013. El género Salmonella, aislamiento y ocurrencia en la vida silvestre. revista internacional de Investigación en Microbiología e Inmunología. Pp: 47-52.
- Pachón, D. A. 2009. Aislamiento, identificación y serotipificación de enterobacterias del género salmonella en una población de crocodylus intermedius y testudinos mantenidos en cautiverio en la estación de biología tropical Roberto Franco E.B.T.R.B de la Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia en Villavicencio. Recuperado el 25 de agosto del 2023 de: <http://hdl.handle.net/10554/8199>.
- Pasmans, F., De Herdt, P., Dewulf, J., y Haesebrouck, F. 2002. Pathogenesis of infections with Salmonella enterica subsp. enterica serovar Muenchen in the turtle Trachemys scripta scripta. Veterinary microbiology. Pp: 315-325.
- Pees, M., Rabsch, W., Plenz, B., Fruth, A., Prager, R., Simon, S. 2011. Evidencia de la transmisión de Salmonella de reptiles a niños en Alemania, Eurosurveillance. Pp:1-8.
- Pickering LK. 2007. Informe del Comité de Enfermedades Infecciosas de la American Academy of Pediatrics. Red book: enfermedades infecciosas en pediatría. 27ª ed. Bogotá, Colombia.
- Pokharel, B., Koirala, J., Dahal, R., Mishra, S., Khadga, P., Tuladhar, N. 2008 Multidrug- resistant and extendedspectrum beta-lactamase (ESBL)-producing Salmonella enterica (serotypes Typhi and Paratyphi A) from blood isolates in Nepal: surveillance of resistance and a search for newer alternatives.
- Procedimientos de la Asociación de Veterinarios de Reptiles y Anfibios. 2001. Orlando, Florida. Pp: 187.
- Quirós, F., Zarco, P., Carmona, L., Collantes, E., Simón, F. 2007 Epidemiología de comunidades autónomas Reumatol Clin.Epidemiológica de Comunidades Autónomas Reumatol Clin. Pp: 36-38

- Raggi, S., Thenot, S. 1999. Fisiología y Terapéutica para la Clínica de Pequeños Mamíferos y Reptiles. Pp: 24-27.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2009. Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA). <https://www.gob.mx/semarnat> . Consultado el 21 de octubre de 2022.
- Shane S.M., Mitchell M.A., Orr K., 2001. Establecimiento de un modelo de iguana libre de Salmonella , Iguana iguana, usando enrofloxacin. Actas de la Asociación de Veterinarios de Reptiles y Anfibios. Orlando, Florida. Pp 189-190.
- Shiping Gong, Fumin Wang, Haitao Shi, Peng Zhou, Yan Ge, Liushuai Hua, Wenhua Liu. 2020. Salmonella pomona, altamente patógena, se aisló por primera vez de la exótica tortuga de orejas rojas (Trachemys scripta elegans) en estado silvestre en China: implicaciones para la salud pública. Revista Ciencia del Medio Ambiente. Pp: 28-30.
- Simental, L. & Martínez-Urtaza, J. 2008. Climate Patterns Governing the Presence and Permanence of Salmonellae in Coastal Areas of Bahia de Todos Santos, México. Applied and Environmental Microbiology, 74: 5918-5924. <http://doi.org/10.1128/AEM.01139-08> consultado el 22 de octubre del 2022.
- Tomastikova, Z., Romero, S.B., Knotek, Z. y Karpiskova, R. 2017. Prevalencia y características de especies de Salmonella aisladas de reptiles cautivos en la República Checa. Revista: Veterinární medicína. Pp: 456-469.
- Uzzau S, Brown DJ, Wallis T, Rubino S, Leori G, Bernard S. 2000. Host adapted serotypes of *Salmonella enterica*. Epidemiol Infect Pp: 229-255.
- Van Meervenne, E., Botteldoorn, N., Lokietek, S., Vatlet, M., Cupa, A., Naranjo, M., Dierick, K., Bertrand, S. 2009. Septicemia y meningitis por Salmonella asociada a tortugas en un bebè de 2 meses. Revista medica de microbiologia. Pp:1379–1381.
- Vela A. 2017. Determinación e identificación de la bacteria Salmonella spp. EN Iguana iguana “IGUANA VERDE” en el Zoológico “Zoomundo Arequipa”.
- Whifield, DL., Kharkhria, R., y Johnson, WM., (2003). Salmonelosis humana asociada a mascotas exóticas. Revista de Microbiología Clínica, Pp:1786-2790.
- Wikström, V. O., Fernström, L. L., Melin, L., & Boqvist, S. 2014. Salmonella isolated from individual reptiles and environmental samples from terraria in private households in Sweden. Acta veterinaria scandinavica. Pp: 1-6.
- Yardo-Jaramillo E. 2017. Zoológico de Fowler y medicina de animales salvajes. vol 8.Elsevier Saunders. San Luis, Misur., Estados Unidos. Pp:384-422.
- Zachariah T.T., Mitchell M.A., Serra V.F. 2007. Evaluación del efecto de Baquacil y Sanosil contra Salmonella spp., en el hábitat acuático de la tortuga de orejas rojas, Trachemys scripta elegans. Revista: Herp Med Surg. Pp:76-82.
- Zamudio, M. L., Meza, A., Bailón, H., Martinez-Urtaza, J., & Campos, J. 2011. Experiencias en la vigilancia epidemiológica de agentes patógenos

transmitidos por alimentos a través de electroforesis en campo pulsado (PFGE) en el Perú. Revista peruana de medicina experimental y salud pública. Pp:128-135.

- Zwart, P., Poelma, F.G., Strink W. J., 1970. The distribution of various types of Salmonellae and Arizonas in reptiles. Zentralbl Bakteriol Parasitenkd infektions hygiene.