



**Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Instituto de Ciencias de la Salud
Área Académica de Medicina
Maestría en Salud Pública**

**RIESGO A LA SALUD POR INGESTA DE *THASUS
GIGAS* (Hemiptera: Coreidae) "XAMUES" EN
TEZONTEPEC DE ALDAMA HIDALGO**

**PROYECTO TERMINAL DE CARÁCTER PROFESIONAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRA EN SALUD PÚBLICA

PRESENTA:

Biol. Dulce Daniela Cordero Mendoza

DIRECTOR DE PROYECTO TERMINAL:

D. en C.S.P. Jesús Carlos Ruvalcaba Ledezma

COMITÉ TUTORIAL:

CODIRECTOR: D. en C. Josefina Reynoso Vázquez

ASESOR: M. en S.P. Jorge Alberto Monroy Vargas

Pachuca, Hidalgo; septiembre, 2023.



Pachuca de Soto, Hidalgo., agosto 18 del 2023

M. en C.S. MARÍA DEL CONSUELO CABRERA MORALES
COORDINADORA DE LA MAESTRÍA EN SALUD PÚBLICA
Presente.

Los integrantes del Comité Tutorial de la egresada **DULCE DANIELA CORDERO MENDOZA**, con número de cuenta 243667, comunicamos a usted que el Proyecto Terminal denominado **"RIESGO A LA SALUD POR INGESTA DE THASUS GIGAS (Hemiptera: Coreidae) "XAMUES" EN TEZONTEPEC DE ALDAMA HIDALGO"**, está concluido y se encuentra en condiciones de continuar el proceso administrativo para proceder a la autorización de su impresión.



Atentamente.
"Amor, Orden y Progreso"

D. en CSP. Jesús Carlos Ruvalcaba Ledezma

Director

D. en C. Josefina Reynoso Vázquez

Codirectora

M. en S.P. Jorge Alberto Monroy Vargas

Asesor



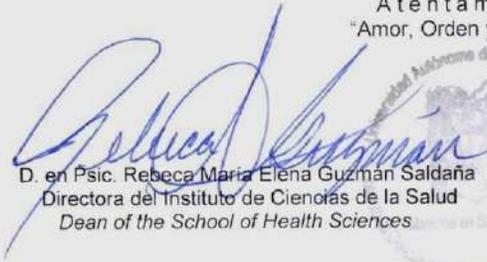
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
 Instituto de Ciencias de la Salud
 Área Académica de Medicina
 Maestría en Salud Pública

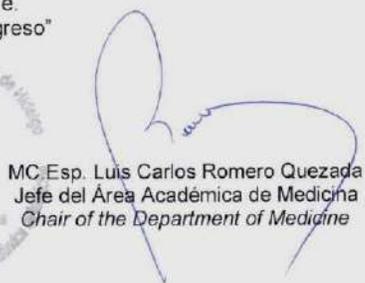
Oficio Núm. ICSa/AAM/MSP/241/2023
Asunto: Autorización de Impresión de PPT
 Pachuca de Soto, Hgo., agosto 24 del 2023

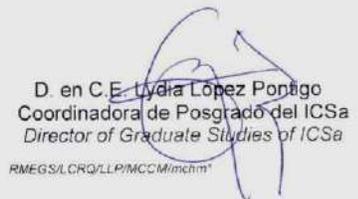
BIOL. DULCE DANIELA CORDERO MENDOZA
EGRESADA DE LA MAESTRÍA EN SALUD PÚBLICA
GRADUATED FROM THE MASTER'S DEGREE IN PUBLIC HEALTH

Con fundamento en el Título Tercero, Capítulo V en su Artículo 51, Fracc. III y IV del Estatuto General de la UAEH y en relación con lo establecido por el Título Quinto, Capítulo V, Sección Primera en su Artículo 127 y Artículo 130 Fracción III de dicho ordenamiento legal, comunicamos a usted, que el Comité Tutorial de su Proyecto Terminal denominado **"RIESGO A LA SALUD POR INGESTA DE THASUS GIGAS (Hemiptera: Coreidae) "XAMUES" EN TEZONTEPEC DE ALDAMA HIDALGO"**, considera que ha sido concluido satisfactoriamente, por lo que puede proceder a la impresión de dicho trabajo.

Atentamente.
 "Amor, Orden y Progreso"


 D. en Psic. Rebeca María Elena Guzmán Saldaña
 Directora del Instituto de Ciencias de la Salud
 Dean of the School of Health Sciences


 MC.Esp. Luis Carlos Romero Quezada
 Jefe del Área Académica de Medicina
 Chair of the Department of Medicine


 D. en C.E. Lydia López Portigo
 Coordinadora de Posgrado del ICSa
 Director of Graduate Studies of ICSa
 RMEGS/LCRQ/LLP/MCCM/mctm1


 M. en C.S. María del Consuelo Cabrera Morales
 Coordinadora de la Maestría en Salud Pública
 Director of Graduate Studies Master in Public Health



Eliseo Ramírez Ulloa Núm. 400
 Cel: Dóctores
 Pachuca de Soto, Hidalgo, C.P. 4200
 Teléfono 52(771) 71 720 00 Ext. 236
 mma.saludpublica@uaeh.edu.mx

www.uaeh.edu.mx

Agradecimientos

A mi amada familia quienes me inspiraron y me ayudaron a llegar hasta donde eh llegado, a mis padres, mis hermanos, mi pareja y en especial a mi motor de vida mi hija Rigel, quien me impulsa adelante para seguir logrando mis objetivos.

A mis amigas quienes hicieron más feliz mi estancia en la maestría, por sus aportes, su colaboración y su apoyo para culminar mi proyecto gracias, Saraí, Roberto, Tania e Itzma.

Al Doctor Jesús Carlos Ruvalcaba Ledezma por ser mi mano derecha, por haberme guiado en este trabajo en base a su experiencia y sabiduría, por su paciencia, su disponibilidad, su acompañamiento, sus ganas de compartir su conocimiento, su amistad y por alentarme a seguir adelante en todo momento, gracias doctor.

A mi comité tutorial por sus aportaciones y su acompañamiento durante la elaboración de mi proyecto.

ÍNDICE

GLOSARIO DE TÉRMINOS	3
ABREVIATURAS	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
RESUMEN.....	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN.....	10
MARCO TEÓRICO	13
Clasificación taxonómica de <i>Thasus Gigas</i>	13
Riesgos Derivados del Consumo de Insectos	15
Patógenos Bacterianos.....	16
Patógenos víricos	16
Hongos.....	16
Parásitos.....	17
Priones.....	17
Alergenos	18
ANTECEDENTES	19
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	22
JUSTIFICACIÓN	24
OBJETIVOS	25
General.....	25
Específicos	25
HIPÓTESIS.	25
MATERIAL Y MÉTODOS	26
Diseño de estudio	26
Área de estudio	26
Selección de la población y muestra de estudio	26
Tamaño muestral y técnica de muestreo	26
Preparación medios de cultivo.....	27
Siembra microbiológica.....	28
Tinción de Gram.....	28
Morfología colonial	29

Conteo de Unidades Formadoras de Colonia (UFC).....	29
Detección de yodo	29
Plan estadístico de análisis microbiológico.....	30
Selección de la población y muestra de estudio para Entrevista a recolectores y consumidores.....	30
Cálculo de muestra y técnica de muestreo	30
Entrevista.....	31
Método de evaluación y plan estadístico	34
ASPECTOS BIOÉTICOS	35
RESULTADOS.....	36
Análisis microbiológico	36
Caracterización macroscópica.....	37
Conteo de unidades formadoras de colonia (UFC).....	38
Detección de yodo	39
Análisis estadístico descriptivo microbiológico.....	40
Análisis estadístico descriptivo de entrevista	44
Análisis estadístico bivariado de entrevista	56
DISCUSIÓN.....	59
CONCLUSIONES.....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
ANEXO I.....	76
ANEXO II.....	77
ANEXO III.....	78

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Aerobio mesófilo: Son todas aquellas bacterias aerobias (dependientes del oxígeno), afines a temperaturas medias, entre 30°C y 37°C y se desarrollan en cualquier medio de agar nutritivo.

Aflatoxina: Las aflatoxinas son un tipo de toxinas producidas principalmente por los hongos *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*, en cultivos agrícolas como el maíz, el maní o cacahuates, la semilla de algodón y los frutos secos (de cáscara dura como las nueces).

Antropoentomofagia: Consumo de insectos por parte del hombre.

Coreidae: Familia constituida por insectos conocidos como chinches.

Esporas bacterianas: Esporas producidas por ciertas bacterias especialmente por las gram positivas, con el fin de lograr resistencia a la desecación, escases de nutrientes, frio, calor, radiación, sal, oxidantes y desinfectantes.

Fitófago: Que se alimenta de materia vegetal.

Hábitat: Lugar donde un organismo vive naturalmente.

Hematófago: Que se alimenta de sangre.

Hemiélitro: Tipo de alas donde su parte basal es opaca o menos rígida (coriácea) y la distal membranosa transparente o translúcida.

Heteróptero: Insecto comúnmente llamados chinches, caracterizados por la presencia de alas anteriores de tipo hemiélitro y que se mantienen en posición horizontal traslapándose parcialmente cuando el insecto está en reposo.

Larva: Estado de desarrollo tras abandonar el huevo, capaz de nutrirse por sí mismo pero que aún no alcanza la organización y estructura de un adulto.

Micotoxigénico: Que tiene la capacidad de producir micotoxinas.

Microbiota: Conjunto de microorganismos (bacterias, hongos, arqueas, virus y parásitos) que reside en nuestro cuerpo, que a su vez pueden diferenciarse en comensales, mutualistas y patógenos.

Ninfa: Estado de desarrollo inmaduro de un animal, activo e independiente, el cual es muy semejante al adulto, excepto en tamaño y proporciones estructurales.

Paurometábolo: Estado del desarrollo en el que los juveniles y adultos tienen un gran parecido y conviven en el mismo hábitat.

Pupa: Estado de desarrollo que lleva del estado de larva al de imago o adulto.

Vector: Organismos vivos que pueden transmitir patógenos infecciosos entre personas, o de animales a personas.

ABREVIATURAS

AECOSAN: Agencia Española de Consumo, Seguridad alimentaria y Nutrición.

CONABIO: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

CONICET: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

EFSA: European Food Safety Authority. Scientific por sus siglas en inglés.

FAO: Organización de las Naciones Unidas y la Alimentación por sus siglas en inglés.

NGS: Next Generation Sequencing.

NVWA: Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority por sus siglas en inglés.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Morfología Colonial Microorganismos Aislados	38
Tabla 2. Clasificación de conteo de Unidades Formadoras de Colonias (UFC).....	39
Tabla 3. Resultados prueba simple de detección de Yodo.....	39
Tabla 4. Frecuencia de microorganismos aislados Agar Soya Trypticosa.....	40
Tabla 5. Frecuencia de microorganismos aislados Agar MacConkey.	41
Tabla 6. Frecuencia de microorganismos aislados Agar Sangre.....	42
Tabla 7. Frecuencia de microorganismos aislados Agar Sabouraud.	43
Tabla 8. Clasificación de la población según el sexo.	45
Tabla 9. Clasificación de la población según el edad.	45
Tabla 10. Clasificación de la población según la escolaridad.....	46
Tabla 11. Clasificación de la población según su ocupación.....	47
Tabla 12. Clasificación de la variable recolecta o consume.	48
Tabla 13. Clasificación de la variable diferenciación.	48
Tabla 14. Clasificación de la variable consumo.	49
Tabla 15. Clasificación de la variable como consume.	50
Tabla 16. Clasificación de la variable como limpia.....	51
Tabla 17. Clasificación de la variable uso medicinal.....	52
Tabla 18. Clasificación de la variable usos medicinales.....	53
Tabla 19. Clasificación de la variable transmisión de enfermedad.	54
Tabla 20. Clasificación de la variable reconocimiento por imágenes.	55
Tabla 21. Correlaciones de Sperman.....	57
Tabla 22. Correlaciones de Sperman.....	57
Tabla 23. Odds ratio para las variables consumo e identificación.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cocos Gram positivos, microscopio óptico (100x).....	37
Figura 2. Bacilos Gram negativos, microscopio óptico (100x).....	37
Figura. 3 Reacciones en prueba simple de detección de yodo.....	40
Figura 4. Representación gráfica de microorganismos identificados en Agar Soya Tripticasa.....	41
Figura 5. Representación gráfica de microorganismos identificados en Agar MacConkey.....	42
Figura 6. Representación gráfica de microorganismos identificados en Agar Sangre.	43
Figura 7. Representación gráfica de microorganismos identificados en Agar Sabouraud.....	44
Figura 8. Representación gráfica de la proporción sexo.	45
Figura 9. Representación gráfica de la proporción escolaridad.	46
Figura 10. Representación gráfica de la proporción ocupación.	47
Figura 11. Representación gráfica de la proporción Recolecta o Consume.	48
Figura 12. Representación gráfica de la proporción Diferenciación.....	49
Figura 13. Representación gráfica de la proporción Consumo.....	50
Figura 14. Representación gráfica de la proporción Como consume.....	51
Figura 15. Representación gráfica de la proporción Como limpia.....	52
Figura 16. Representación gráfica de la proporción Uso medicinal.	53
Figura 17. Representación gráfica de la proporción Como consume.....	54
Figura 18. Representación gráfica de la proporción Transmisión de enfermedad... ..	55
Figura 19. Representación gráfica de la proporción Transmisión de enfermedad... ..	56

RESUMEN

Un importante aspecto cultural desde épocas prehispánicas es el consumo de insectos, estos constituyen buenas alternativas nutritivas en comparación a fuentes proteicas convencionales. *Thasus gigas* es una chinche que se consume en el Estado de Hidalgo en una variedad de platillos, se ha reportado que su consumo, además de su valor nutricional, está asociado a la salud como tratamiento alternativo de diabetes mellitus tipo II, sin embargo no se debe dejar pasar el riesgo para la salud por consumir insectos; varios autores discuten sobre la seguridad de los insectos como alimento, existen estudios que demuestran que estos tienen microorganismos asociados que pueden influir en su seguridad como alimento como bacterias, virus, hongos y protozoos. El objetivo de este trabajo fue determinar el riesgo para la salud derivado de la ingesta de *Thasus gigas* (Xamues) en la población que consume este insecto como alimento tradicional en Tezontepec de Aldama Hidalgo durante el 2022-2023. Para lo cual se realizó un estudio de tipo cuantitativo, transversal, observacional analítico, llevado a cabo en el municipio de Tezontepec de Aldama, Hidalgo, con una muestra entomológica de 30 insectos a los cuales se realizó pruebas microbiológicas del contenido intestinal para conocer la microbiota que poseen y la aplicación de encuestas a personas que consumen y recolectan *Thasus gigas* con una n= 383 con el fin de saber el grado de conocimiento que estos tienen sobre este insecto. Para conocer la microbiología del insecto se hicieron siembras bacteriológicas en distintos agares de los cuales se obtuvieron las siguientes bacterias *Serratia marcescens*, *Escherichia coli*, *Acinetobacter spp*, *Pasteurella stomatis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Corynebacterium spp*, *Enterococcus faecalis*, y el hongo *Candida albicans*, todas con más de >100,000 UFC (Unidades Formadoras de Colonias). En cuanto a la encuesta se obtuvieron frecuencias, porcentajes, se realizó una prueba de correlación de Spearman y cálculo de odds ratio, los resultados demuestran que la población no identifica correctamente *Thasus gigas* por lo que existe la posibilidad de consumir otra chinche incluidos triatominos ya que un 81% de población encuestada los identifica como Xamues, concluyendo que la ingesta de *Thasus gigas* representa un riesgo por la microbiota detectada, así como por la confusión manifiesta por parte de consumidores y recolectores en zonas endémicas de Chagas donde estos señalan al menos a un triatomino como *Thasus gigas*.

Palabras clave: Antropoentomofagia, seguridad alimentaria, microbiota, *Thasus gigas*, riesgo.

ABSTRACT

An important cultural aspect since pre-Hispanic times is the consumption of insects, these constitute good nutritional alternatives compared to conventional protein sources. *Thasus gigas* is a bug that is consumed in the State of Hidalgo in a variety of dishes, it has been reported that its consumption, in addition to its nutritional value, is associated with health as an alternative treatment for type II diabetes mellitus, however it is not you must let go of the health risk of consuming insects; several authors discuss the safety of insects as food, there are studies that show that they have associated microorganisms that can influence their safety as food such as bacteria, viruses, fungi and protozoa. The objective of this work was to determine the health risk derived from the ingestion of *Thasus gigas* (Xamues) in the population that consumes this insect as a traditional food in Tezontepec de Aldama Hidalgo during 2022-2023. For which a quantitative, cross-sectional, analytical observational study was carried out, carried out in the municipality of Tezontepec de Aldama, Hidalgo, with an entomological sample of 30 insects to which microbiological tests of the intestinal content were carried out to know the microbiota they possess and the application of surveys to people who consume and collect *Thasus gigas* with an n= 383 in order to know the degree of knowledge they have about this insect. To know the microbiology of the insect, bacteriological sowings were made in different agars from which the following bacteria *Serratia marcescens*, *Escherichia coli*, *Acinetobacter spp*, *Pasteurella stomatis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Corynebacterium spp*, *Enterococcus faecalis*, and the fungus *Candida albicans* all with more than >100,000 UFC (Colony Forming Units). Regarding the survey, frequencies and percentages were obtained, a Spearman correlation test and odds ratio calculation were performed, the results show that the population does not correctly identify *Thasus gigas*, so there is the possibility of consuming another bedbug, including triatomines, since 81% of the surveyed population identifies them as Xamues, concluding that the ingestion of *Thasus gigas* represents a risk due to the detected microbiota, as well as due to the manifest confusion on the part of consumers and collectors in endemic areas of Chagas where they point to at least one triatomine such as *Thasus gigas*.

Keywords: Anthroponentomophagy, food safety, microbiota, *Thasus gigas*, risk.

INTRODUCCIÓN

Los heterópteros (Orden Hemiptera) son insectos comúnmente llamados chinches que en su mayoría se alimentan de savia de plantas, aunque existen algunas familias cuyas especies presentan hábitos hematófagos por lo que se consideran insectos de importancia en salud pública, un rasgo importante que caracteriza a estos insectos son alas anteriores de tipo hemiélitro, lo que significa que su parte basal es opaca o menos rígida (coriácea) y la distal membranosa transparente o translúcida, tales alas se mantienen en posición horizontal traslapándose parcialmente cuando el insecto está en reposo (Sermeño et al, 2019).

En el mundo se conocen aproximadamente 85,000 especies de heterópteros, en México se reportan 5,609 especies (Mora Estrada, 2017). Existen evidencias documentadas de la relevancia sanitaria de taxones de heterópteros fitófagos, muchos de los cuales se ubican en las familias Alydidae, Aradidae, Coreidae, Cydnidae, Lygaeidae, Miridae, Pentatomidae, Pyrrhocoridae, Rhopalidae, Rhyparochromidae y Tingidae (Faundez, 2020), en otros estudios se han encontrado chinches de las familias Alydidae, Lyggacidae, Pentatomidae, Pyrrhocoridae, Largidae, Coreidae, Miridae, Thyreocoridae, Cydnidae, y Reduviidae (Sermeño et al, 2019).

La familia Coreidae forma parte del orden Hemiptera y del suborden Heteroptera, entre los que se encuentra el género *Thasus* el cual tiene relevancia económica por ser plaga de cultivos, ha sido utilizada como control biológico en especies vegetales introducidas y en algunos lugares se comercializa como alimento (Martínez Hernández et al, 2020).

Thasus gigas (Klug, 1835) es una especie que pertenece a la familia Coreidae, presenta 5 estadios de desarrollo, se encuentra asociado principalmente a arboles de mezquite (*Prosopis spp.*) donde se alimentan de las vainas succionando el contenido de esta y reposando sobre la fronda, el ciclo biológico se establece en la misma planta (Brailovsky et al., 1995), este es consumido como alimento y tiene usos terapéuticos en algunos lugares de México.

El concepto antropoentomofagía introducido por Costa Neto y Ramos Elorduy en el 2006 (Junghans y Gómez, 2016) se utiliza para referirse al consumo de insectos por parte del hombre, este es un hábito que se lleva a cabo alrededor del mundo, pues los insectos son importantes por su influencia en las sociedades humanas, así como su papel en los

ecosistemas, su uso como fuente de alimento va de la mano con su presencia y abundancia en los ecosistemas (Guzmán Mendoza et al., 2019).

En México se lleva a cabo principalmente en estados como Oaxaca, Hidalgo, Chiapas, Guerrero y Estado de México. En Hidalgo hacen falta muestreos en algunas localidades por lo que el registro de las especies que son comestibles, así como los riesgos que estas pueden atribuir al humano no son conocidos por completo.

Los insectos constituyen buenas alternativas nutritivas, las proteínas representan el principal componente nutricional y su contenido es alto y variable, la digestibilidad de las proteínas se encuentra entre el 78 - 98%, además tienen aminoácidos de buena calidad y son ricos en aminoácidos esenciales, en cuanto a vitaminas, se ha descrito que los insectos son ricos en riboflavina, ácido pantoténico, biotina y tiamina, las diferencias entre los contenidos nutricionales dependen de la especie, el estado de desarrollo, y su alimentación ya que se difiere si son criados en granjas o son insectos silvestres (Avendaño et al., 2020). De esta forma los insectos comestibles, no solo son capaces de satisfacer las demandas energéticas de las poblaciones humanas, sino también en aspectos importantes como la salud, ya que los insectos como las plantas han sido utilizados desde la antigüedad con fines terapéuticos, sin embargo, también son agentes importantes como vectores de enfermedades en distintas especies (Guzmán Mendoza et al., 2019).

Thasus gigas es una chinche que se consume en el Estado de Hidalgo particularmente en localidades del Valle del Mezquital, estas pueden consumirse en una gran diversidad de platillos típicos, entre ellos las salsas (Mendoza et al., 2009), se ha reportado que su consumo, además de su valor nutricional, está asociado a aspectos terapéuticos. En un trabajo realizado en el estado de Hidalgo se reporta el consumo de *Thasus gigas* como alimento alternativo para el tratamiento de diabetes mellitus tipo II (Monroy Moncayo, 2014). Mucho de este conocimiento es susceptible de ser aprovechado en beneficio de las comunidades, campesinas e indígenas y de la sociedad en general (Costa Neto y Ramos Elorduy, 2006) ya que su importancia médica no se encuentra limitada a los remedios ni al papel místico y mágico que rodea a las enfermedades, por el contrario, se ha comprobado la existencia de propiedades analgésicas, diuréticas, anestésicas, entre otras contenidas en los cuerpos de los insectos (Costa Neto, 2005).

No obstante, no se debe dejar pasar el riesgo para la salud que existe al consumir insectos ya que no se conoce a ciencia cierta si este riesgo está presente, Blum en 1994 discute sobre la toxicidad de los insectos ingeridos por el hombre, la seguridad, el procesamiento y la conservación de los alimentos están estrechamente relacionados.

Los insectos como muchos alimentos son ricos en nutrientes y humedad, proporcionando un entorno favorable para la supervivencia y crecimiento microbiano (Klunder et al, 2012), presentan una microbiota muy diversa que está asociada a sus hábitos vitales como su alimentación y a las condiciones de cría y procesado (si son criados en granja), lo que hace una diferencia entre los riesgos por insectos salvajes con insectos criados en granjas, además de la ingesta accidental (Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Consumo, Seguridad alimentaria y Nutrición "AECOSAN", 2018).

Según el informe de los riesgos microbiológicos y alergénicos asociados al consumo de insectos de la AECOSAN en el 2018, los microorganismos asociados intrínsecamente a los insectos pueden estar presentes en su tracto digestivo o en su superficie externa, la microbiota del tracto digestivo es esencial para su metabolismo, comportamiento y supervivencia y permanecerá en el insecto, incluso cuando se limita el acceso al alimento, previo a la recolección, con el fin de que vacíen su contenido intestinal y algunos pueden ser patógenos.

Los tratamientos tecnológicos aplicados en la industria alimentaria, principalmente los térmicos como los de ebullición, fritura y tostado, provocan una reducción considerable en los recuentos microbiológicos, no obstante las bacterias esporuladas patógenas podrían sobrevivir a estos tratamientos y crecer en el periodo de almacenamiento previo al consumo, en el caso de los no industrializados debe verificarse la adecuada practica de los tratamientos térmicos ya que si no alcanzan las temperaturas adecuadas los microorganismos pueden subsistir (AECOSAN, 2018).

Algunos estudios apuntan que los insectos pueden ser vectores de bacterias portadoras de determinantes genéticos de resistencia antimicrobiana, y se postula la posibilidad de que el tracto intestinal de los insectos actúe como escenario in vivo para la transferencia horizontal vía plasmídica de resistencia antimicrobiana entre bacterias (Anacarso et al., 2016).

Los factores importantes que aumentan el riesgo de contaminación microbiana parecen ser una higiene deficiente y condiciones de recolección, secado, transporte, almacenamiento y distribución inadecuadas (Testa et al., 2017), la cría de insectos en granja permite controlar la contaminación microbiana y por ende reducir los riesgos, pero los insectos salvajes están más expuestos a una posible contaminación (Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority "NVWA", 2014).

MARCO TEÓRICO

El orden Heteróptera está altamente diversificado, constituyen el grupo de insectos más grande con desarrollo paurometábolo, es decir con metamorfosis sencilla, en el que los juveniles y los adultos tienen un gran parecido y conviven en el mismo hábitat. Presentan una gran variedad de hábitos de vida, la mayoría viven en el medio terrestre, ya sea sobre plantas o bien sobre el suelo, su presencia en las plantas puede responder a un régimen alimenticio fitófago, pero muchos depredadores también viven en la vegetación, a causa de las presas que encuentran en ella (Faundez, 2020; Sermeño et al., 2019).

Otros heterópteros se alimentan de sangre, llevando una vida parásita sobre aves y mamíferos, estos heterópteros pueden actuar como vectores de ciertas enfermedades, los hábitats terrestres asequibles a los heterópteros incluyen: bosques de coníferas o de caducifolios, matorrales, herbazales, cuevas, orillas de aguas epicontinentales, zonas intermareales, desiertos y saladares (Goula y Mata, 2015).

La familia Coreidae reporta unas 2,552 especies y más de 436 géneros a nivel mundial (Faundez y Carbajal, 2011), son principalmente fitófagos, sin embargo, se han descrito casos de consumidores de carroña y coprofagia, e incluso casualmente picaduras a seres humanos, que se han interpretado como un comportamiento adventicio en busca de fuentes de agua y solutos (Faundez y Carbajal, 2011).

Uno de los insectos pertenecientes a la familia Coreidae que no es muy reconocido, pero no por eso menos importante es *Thasus gigas* conocido como la chinche del mezquite "Xamues", esta es una especie que se puede encontrar dentro de zonas semi áridas como lo es el Valle del Mezquital, estos maduran en los mezquites (*Prosopis spp.*), se alimentan de las hojas, tallos y vainas verdes (Mendoza et al., 2009).

Clasificación taxonómica de *Thasus Gigas* (CONABIO, 2018)

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Hexápoda (Insecta)

Orden: Hemíptera

Sub-Orden: Heteróptera

Familia: Coreidae

Género: *Thasus*

Especie: *gigas*

Antropoentomofagia

La antropoentomofagia no es algo tan ajeno al humano, es una práctica tan antigua que en La Biblia y El Corán se citan a los insectos como parte de la alimentación humana, aunque las referencias sobre el consumo de insectos en los tratados de alimentación y dietas del mundo antiguo son raras (Fleta, 2018).

Los insectos son el grupo de animales con mayor diversidad de la Tierra, encontrándose distribuidos prácticamente en todos los ecosistemas terrestres y acuáticos, construyendo una gran parte de la biomasa animal total (Lázaro, 2011). De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas y la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) se estima que más de 2 000 millones de personas en el mundo son insectívoros, principalmente en las regiones de África, Asia y América (FAO/OMS, 2013).

De todas las especies de insectos conocidas, alrededor de 2 000 son consideradas comestibles en todo el mundo (FAO, 2021), cifra que aumenta constantemente. Sin embargo, aunque no existen datos disponibles sobre la cantidad de insectos que se consumen en el mundo, según la FAO y la OMS (2013), los escarabajos junto con las orugas suponen la mitad del consumo mundial total de insectos.

En México existe una gran cantidad de insectos comestibles, el número censado hasta la fecha es de 504 especies, las cuales han sido registradas mediante estudios de campo, entre las diversas etnias del país, de estas el 83% pertenece a insectos del ámbito terrestre y solo 17% a ecosistemas acuáticos continentales. Asimismo, el 55.79% se consume en estado inmaduro (huevecillos, larvas, pupas y ninfas) y el 44.21 % en estado adulto, pero algunas especies se consumen en cualquier estado de desarrollo (Costa Neto y Ramos Elorduy, 2006).

En el caso del estado de Hidalgo previamente se han reportado 88 especies comestibles, como los chinicuilos, gusanos blancos de maguey, escamoles, chinches, hormigas y avispas (Ramos Elorduy, 2004). De los 84 municipios que conforman el Estado de Hidalgo, la mayoría de estos colectan y consumen los insectos predominantes de la región, los municipios con mayor consumo de insectos son: Singuilucan, Tasquillo, Tepeapulco, Mineral de la Reforma, Epazoyucan, Ixmiquilpan, Tula de Allende, Huichapan, Actopan y Zimapán, los cuales consumen chinches, pulgones, escarabajos, mariposas, hormigas, abejas, chapulines, escamoles, jumiles y gusanos de maguey (Mendoza et al., 2009).

Thasus gigas en Hidalgo es utilizado para la elaboración de diferentes platillos típicos como lo es la tradicional salsa del Valle del Mezquital donde esta chinche es de los ingredientes principales en combinación con el chile de árbol (Mendoza et al., 2009).

También se consume con otros fines, es de conocimiento común que comer estos insectos mejora los niveles de glucosa en enfermos de diabetes tipo II, aunque faltan más aportes científicos que sustenten esta creencia (Monroy Moncayo et al, 2014). También son de conocimiento común que ayudan en el tratamiento de tiroides, asma y enfermedades respiratorias.

Riesgos Derivados del Consumo de Insectos

La inocuidad de los alimentos puede definirse como el conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de los alimentos para asegurar que una vez ingeridos no representen un riesgo apreciable para la salud (Dirección de Promoción y Prevención Salud Nutricional Alimentos y Bebidas, 2013). Como todo alimento, los insectos comestibles pueden estar asociados con una serie de peligros para la seguridad alimentaria lo cual puede llegar a tener serias afectaciones a la salud pública.

A pesar del valor nutricional obvio de los insectos comestibles, es innegable que los insectos albergan o transmiten a través de sus estructuras hongos, virus, bacterias, larvas y protozoos, que pueden afectar a la salud de los humanos (Viesca y Romero, 2009).

Los insectos pueden llevar a producir enfermedades mediante diversos mecanismos, especialmente si están en contacto directo y si están vivos, pueden comportarse como alergénicos, como vectores o transmisores de varios microorganismos que son perjudiciales para los seres humanos especialmente en condiciones higiénicas mal controladas, esto debe de priorizarse a la hora de considerar su manejo e ingesta (Fleta, 2008).

Además, pueden estar contaminados por metales tóxicos provenientes de su hábitat, alimentación y contaminación del medio ambiente, acumulación de plaguicidas utilizados en la producción agrícola que pueden acumularse en los insectos (FAO ,2021).

Entre las estructuras que pueden contener microorganismos se encuentra el sistema digestivo, el sistema digestivo de los insectos normalmente consiste en tubo continuo que se extiende desde la boca hasta el ano (Ben Guerrero, 2018), revestido por una capa continua de células epiteliales, este órgano extrae y absorbe nutrientes de los alimentos ingeridos (Rajagopal, 2009), es un nicho ecológico rico en nutrientes en el que se

encuentran microorganismos endosimbiontes conocido como microbiota intestinal que puede estar conformado por bacterias, virus, protozoos, hongos y nematodos (Ranjogopal, 2009; Vargas Jerez et al., 2012; Gupta y Nair, 2020).

La composición y actividad de la microbiota dependen del genoma, nutrición, y estilo de vida, pudiendo adquirirse del entorno o del alimento (Vargas Jerez et al., 2012; Schmidt y Engel, 2021).

Patógenos Bacterianos

La presencia de algunas bacterias patógenas en insectos comestibles ha sido demostrada regularmente, se ha referenciado bacterias como *Salmonella spp.*, *Campylobacter spp.*, *E. Coli 0157:H7*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* (Belluco et al., 2013; Dobermann et al., 2017; Grabowski y Klein, 2017a). Ciertos insectos son considerados vectores de *Salmonella spp.* Y *Campylobacter spp.* (Belluco et al., 2013).

Se considera de preocupación las bacterias esporuladas, resistentes a tratamientos de procesado generalmente aplicados a insectos y que además son capaces de crecer durante el almacenamiento (NVWA, 2014).

Patógenos víricos

Según la European Food Safety Authority. Scientific "EFSA" en el 2015, existe una gran variedad de virus que pueden resultar patogénicos para los insectos, sin embargo, solo en contadas ocasiones los insectos pueden actuar como vectores capaces de infectar a vertebrados, estos son conocidos como Arbovirus, se replican en vectores como moscas, mosquitos o garrapatas, estos pueden a travesar la barrera de especie y replicarse eficazmente en vertebrados y así causar enfermedades en humanos, por ejemplo, el dengue, la fiebre Rift, Chickungunya).

Los insectos también pueden actuar como vectores pasivos de enfermedades víricas humanas y de animales de granja, se ha llegado a sugerir que las moscas pueden transferir de manera pasiva el virus de la gripe aviar, así mismo que los virus pueden sobrevivir en el estiércol animal usado como base para la cría de moscas (EFSA, 2015).

Hongos

La microbiota fúngica presenta gran variabilidad en las especies presentes en insectos, se ha detectado la presencia de especies con potencial micotoxigénico como *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* (Mpuchane et al., 1996), así como la presencia de aflatoxinas en

concentraciones superiores a los límites máximos establecidos en la Unión Europea que no pueden superar los 15 µg/ kg en el caso más permisivo (UE, 2007).

Además, existe una enorme cantidad de especies de hongos halladas en el tubo digestivo de los insectos, que son desconocidas hasta ahora, que en el caso de las levaduras se estima en casi un 50% (Suh et al., 2005).

Parásitos

Existe poca documentación de los riesgos asociados a parásitos por la ingesta de insectos, en cuanto a parásitos unicelulares, la enfermedad de Chagas producida por *Trypanosoma cruzi* con triatomas como vectores, *Toxoplasma gondii* se ha encontrado en cucarachas y algunos dípteros (Graczyk et al., 2005), por lo que no se puede descartar la transmisión a través de insectos que son consumidos.

Entamoeba histolytica y *Giardia lamblia* también se han encontrado en cucarachas y en la mosca común (Kinfu y Erko, 2008). Otros autores indican que no se pueden descartar nuevos riesgos, existen casos registrados en Irán del nematodo *Gongylonema pulchrum* el cual está asociado a escarabajos y cucarachas como hospedadores intermedios, los casos son asociados específicamente al consumo de estos insectos (Wilson et al, 2001).

Priones

Son agentes causales de un grupo de patologías neurodegenerativas letales características de mamíferos, también conocidas como encefalopatías espongiformes transmisibles, si bien los insectos comestibles no pueden actuar como vectores biológicos de priones humanos o animales, varios estudios sugieren la posibilidad que se comporten como vectores mecánicos de estos priones, Post et al., 1999 detectaron la presencia de la proteína PrP^{sc} en adultos muertos del díptero *Sarcophaga carnaria*, responsable de miasis humanas y animales, después de alimentar las larvas de mosca con cerebros de hámsteres infectados de Scrapie.

En el 2006 Lupi concluyo que las miasis oculares, cutáneas, intercerebrales o espinales derivadas de *Hypoderma bovis* u *Oestrus ovis*, están relacionados con el desarrollo de enfermedades priónicas humanas y con la transmisión de encefalopatías priónicas que afecta a cérvidos salvajes en Norte América.

Hasta el momento no hay estudios científicos que relacionen las especies de insectos comestibles con el papel de vector o portados de priones humanos o animales. Según la EFSA en el 2015 apunta que este riesgo podría estar asociado al uso de sustratos para la

cría de insectos que incluyan proteínas derivadas de subproductos de origen animal, específicamente de rumiantes y humanos.

Alergenos

Existe un gran desconocimiento en cuanto a las reacciones alérgicas provocadas por insectos comestibles, en los últimos años se han comenzado a estudiar la epidemiología y predictibilidad de reacciones alérgicas, especialmente en pacientes ya alérgicos a otros artrópodos, la capacidad de los insectos de sensibilizar o producir reacciones alérgicas es conocida y depende de la vía de exposición, las más frecuentes se producen por picadura de insectos, por pelos urticantes o secreciones defensivas (Ribeiro et al., 2017).

Hongos de los géneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria* y *Candida* tienen capacidad de sensibilizar vía inhalación y forman parte de la microbiota sobre la superficie de insectos y ser a su vez causa de alergia (Schlüter et al., 2017).

En cuanto a la reactividad cruzada se han hecho estudios donde se demostró la existencia de alergia por reactividad cruzada por consecuencia del gusano de harina con el 87% de los resultados positivos, lo que en la revisión de Ribeiro et al. (2017) se describe como sorprendente ya que el alto porcentaje de referido de relevancia clínica de reactividad cruzada se encuentra por encima del 75%.

Las especies que han sido reportadas como causantes de reacciones alérgicas son los saltamontes/ langostas, pupas del gusano de seda, *Cordyceps sinensis* un hongo que parasita insectos como la pupa del gusano de seda (*Bombyx mori*), el gusano mopame de la mariposa nocturna (*Gonimbrasia belina*), el gusano de la harina, el gusano de la harina gigante (*Zophobas morio*) algunas cicadas, pupas y larvas de abejas, la polilla *Clanis bilineata* y el gusano del picudo rojo (*Rhynchophorus ferrugineus*) (Ribeiro et al, 2017).

ANTECEDENTES

Los insectos han jugado un papel importante durante toda nuestra existencia, en diversos aspectos de la vida como lo es la alimentación, la medicina, entre otros, el consumo de insectos por parte del hombre es un hecho que se remonta incluso a los primeros homínidos, extendiéndose a lo largo de la historia, existen referencias de dicho consumo en el antiguo Egipto y en pasajes bíblicos (Vila, 2020).

La mayoría de las especies comestibles se halla en Hispanoamérica, Asia y África, en estos lugares existe una amplia historia entomofágica, según la Agencia Federal para la Seguridad de la Cadena Alimentaria (AFSCA), en todo el mundo se consideran comestibles más de 1500 especies de insectos como escarabajos, mariposas, abejas, hormigas, saltamontes, grillos, cigarras entre otros (Red de Seguridad Alimentaria del CONICET, 2021).

En el 2013, la FAO publicó la revisión denominada "Insectos comestibles. Perspectivas de futuro para la alimentación y la seguridad alimentaria" las bases de esta nueva industria, consolidada en un consumo ancestral, están relacionadas con diversas propiedades biológicas que hacen sustentables su producción ya que los insectos se encuentran adaptados a consumir poca agua y según la especie emiten escasos o nulos gases de efecto invernadero (FAO, 2013), por lo que representan una buena opción para la alimentación en el futuro no obstante se debe tomar en cuenta la inocuidad que estos ofrecen en lugares que no se tiene control sanitario adecuado y vigilado.

México es uno de los países con tradición en el consumo de insectos, Ramos- Elorduy citada por Arana (2006) reporta al menos 504 especies comestibles para México, si bien este se ha visto reducido en los últimos años, se estima una frecuencia de consumo que varía de varias veces por semana a una vez al mes en función de la temporada, las especies con más frecuencia en su consumo son chapulines (ortópteros de varias especies de grillos y saltamontes como *Sphenarium purpurascens*) en tortillas de maíz con aguacate y chile, escamoles (larvas de hormiga *Liometopum apiculatum*) en tacos o en tortilla, jumiles (chinches del género *Pentatomidae*), larvas de mosco o ahuahuthe y gusanos de maguey (fases larvarias de las mariposas *Comadia redtenbacheri* o *Aegiale hesperalis* (Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición "AECOSAN", 2018).

Los riesgos microbiológicos pueden darse por contaminación microbiológica durante las fases de recolección, almacenamiento, producción y transporte o por la microbiología específica de los insectos (Testa et al., 2017).

Para asegurar la seguridad microbiológica de los insectos usados como alimentos, es necesario evaluar su capacidad como vectores para transmitir patógenos a humanos, así como su capacidad de supervivencia en estos (Belluco et al., 2013).

La microbiología de los insectos se ha abordado desde dos aproximaciones principales: la microbiología convencional (basada en cultivo) o análisis de poblaciones (independientes de cultivo) (Amadi et al., 2005; Klunder et al., 2012, Braide et al., 2011; Stoops et al., 2016; Garofalo et al., 2017; Grabowski y Klein, 2017a).

Varios géneros y especies bacterianas han sido asociados a insectos comestibles como *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Lactobacillus*, *Erwinia*, *Clostridium* y *Acinetobacter*, así como miembros de la familia *Enterobacteriaceae* (EFSA, 2015; Garofalo, 2017; Murefu et al., 2019; FAO, 2021).

En algunos ordenes de insectos como en Blattodea se han identificado hasta 40 especies de bacterias patógenas que están presentes en el tubo digestivo y en la superficie externa de los insectos, que provocan diversos cuadros de disentería, gastroenteritis, diarrea, fiebre tifoidea (Ramírez. Pérez, 1989).

En el tracto digestivo de insectos se han señalado recuentos elevados, pudiendo llegar a alcanzar niveles de 2.8×10^{10} ufc/ml (Cazemier et al., 1997), entre las bacterias aisladas destacadas se encuentran *Streptococcus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Enterobacter liquefaciens*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter cloacae* (Dillon y Charnley, 2002).

Klunder et al. (2012) refiere que existe mayor riesgo en cuanto a la seguridad alimentaria derivado de la ingestión del tracto intestinal de los insectos que regularmente son consumidos completos, ya que la ruptura del tracto intestinal conduce a una liberación microbiana significativa que es potencialmente peligrosa, reportando bacterias de la familia *Enterobacteriaceae* y esporas bacterianas.

Estudios realizados en Alemania sobre insectos vivos, muertos, y material de cama de las cajas donde se vendieron, determinaron la presencia de bacterias pertenecientes a la familia *Enterobacteriaceae* como *Proteus*, *Serratia*, *Morganella*, *Pseudomonas* y hongos como *Candida albicans*, *Issatchenkia orientalis* y *Geotrichum* (Grabowski y Klein, 2017).

Vandeweyer et al. (2018) encontraron resultados similares al estudiar mediante secuenciación de nueva generación (NGS), la microbiota de un grillo comestible (*G. sigillatus*) a nivel de producción industrial su dieta y varios sustratos de cría mostraron una relación directa entre las poblaciones microbianas del alimento y la presente en el contenido intestinal de los insectos.

El tipo de procesado aplicado a los insectos destinados al consumo humano tiene una gran influencia en la calidad y la seguridad microbiológica de los mismos (Belluco et al., 2013), en distintos estudios se ha dado a conocer la alta carga microbiana en insectos, destacando altos recuentos de microorganismos aerobios mesófilos, enterobacterias y esporulados (Brade et al., 2011; Klunder et al., 2012; Grabowsky y Klein, 2017a).

Diversos estudios han evaluado el efecto del tratamiento térmico sobre la calidad microbiológica de los insectos de consumo humano, Klunder et al. (2012) demostraron que el hervido de *Tenebrio molitor* a 100° C (5-10 min) reduce el recuento total de microorganismos aerobios y de enterobacterias, así mismo el secado en horno a 90° durante 110 minutos reduce el recuento total en 2 o 3 ciclos logarítmicos y enterobacterias en 3 a 5 ciclos logarítmicos, y que el asado por 10 minutos reduce el contenido de enterobacterias, más recientemente existen resultados similares en cuanto al tratamiento térmico obtenidos por Stoops, (2017) ; Vandeweyer et al., (2017 b); y por Wynants et al., (2018).

En insectos ahumados se han observado altos recuentos de microbiota aerobia mesófila, mohos y levaduras por lo que también se recomienda aplicar tratamiento térmico previo en agua a 100° C (Caparros Megido et al., 2017).

Por el contrario las formas esporuladas de bacterias pueden sobrevivir a los tratamientos térmicos, germinar durante el procesado y proliferar durante el periodo de conservación.

Se ha comprobado que el proceso de molienda de insectos crudos incrementa la carga bacteriana y disminuye la eficacia del tratamiento térmico en comparación de cuando se aplican a insectos completos, en cuanto a la contaminación post tratamiento se ha documentado la presencia de *Staphylococcus spp.* en insectos sometidos a tratamiento térmico esto atribuido a contaminación por manejo post tratamiento, ya que como cualquier alimento existe la manipulación durante el procesado (NMWA, 2014).

La ingesta de insectos crudos puede estar asociada a las enfermedades de transmisión alimentaria descritas, especialmente en aquellos que son consumidos con fines tradicionales y medicinales, incluso culinarios donde estos no son sometidos a ningún tratamiento térmico.

Por el momento no existen criterios microbiológicos definidos para insectos destinados al consumo humano, si bien se han propuesto algunos parámetros en la Unión Europea en otros países como México aún no se elaboran.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años la evaluación de riesgos y beneficios en el campo de la alimentación y nutrición está ganando popularidad, según la FAO las tendencias hacia el 2050 predicen un aumento constante en la población a 9 000 millones de personas lo que obligara a aumentar la producción alimentaria de alimentos/piensos de los agroecosistemas disponibles, lo que generara una presión aun mayor sobre el medio ambiente, por lo que se considera a los insectos como una buena alternativa en la alimentación del futuro debido a su contenido nutricional, la cría es ecológicamente sostenible y puede generar recursos económicos, sin embargo se tienen que evaluar los riesgos que el consumo de insectos representa para la salud pública especialmente si son obtenidos de la naturaleza ya que los insectos son portadores de una microbiota muy diversa, algunos de estos microorganismos, tanto del contenido intestinal como de la superficie externa, pueden ser patógenos y ocasionar enfermedades de transmisión alimentaria.

Existen investigaciones sobre el contenido microbiológico de insectos comestibles donde son reportadas bacterias patógenas para el humano como lo son *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Proteus*, *Serratia*, *Morganella*, *Pseudomonas*, *Streptococcus*, *Bacillus subtilis*, *E.coli*, *Enterobacter liquefaciens*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter cloacae*, *Micrococcus*, *Lactobacillus*, *Erwinia*, *Clostridium* y *Acinetobacter* entre otras lo cual nos indica que existe el riesgo de contraer una enfermedad bacteriana infecciosa simplemente por la presencia de estas en los insectos.

En virtud del escaso número de estudios referidos a nivel mundial y nacional sobre los riesgos para la salud derivados del consumo de insectos, se consideró de interés realizar análisis microbiológicos a un insecto comestible del Estado de Hidalgo donde se lleva a cabo la práctica de la antropoentomofagia específicamente a *Thasus gigas* (Xamues) con el objetivo de conocer la microbiota asociada a este, así como estudios de interpretación sobre el reconocimiento morfológico del insecto con el objetivo de saber el grado de conocimiento que poseen los recolectores y consumidores de *Thasus gigas* ya que la limitación del conocimiento determina que las condiciones de riesgo sean en gran parte desconocidas.

La antropoentomofagia es habitual en el Estado de Hidalgo, donde no todas las personas tienen claro que especies son seguras para su consumo, existe evidencia de que en el Estado de Hidalgo consumen chinches (orden Heteróptera), donde se distribuyen chinches de importancia en Salud pública como son los Triatominos, vectores de la enfermedad de

Chagas, que además son endémicos del Valle del Mezquital donde también se distribuye *Thasus gigas* por lo que si no se reconocen adecuadamente se puede dar la posibilidad de consumo accidental de Triatomíneos y por ende de transmisión oral de la enfermedad de Chagas por consumo accidental.

Es necesario reflexionar que la transmisión oral de enfermedades por microorganismos seguirá ocurriendo, simplemente porque se desconoce si los insectos consumidos albergan bacterias, parásitos, hongos, virus, u otros microorganismos que pueden ser de importancia médica para el humano y que puedan causar un problema de salud pública, así como si los recolectores y consumidores tienen claro e identifican correctamente a estas especies.

En México no existen criterios microbiológicos definidos, de igual manera no existe legislación vigente para el consumo de insectos por humanos, siendo México uno de los países donde la práctica de la antropoentomofagia es muy común y frecuentemente llevada a cabo, por lo que parece conveniente el desarrollo de criterios específicos aplicables a este tipo de alimentos teniendo en cuenta el tipo de producto, procesado y otros factores que puedan afectar su calidad y seguridad microbiológica, para conseguir de esta manera que el consumo de insectos pueda llevarse a cabo con seguridad.

Derivado de lo anterior la presente investigación pretende dar respuesta la siguiente pregunta:

¿Cuál es el riesgo para la salud por la ingesta de *Thasus gigas* (Xamues) en la población que los consume en Tezontepec de Aldama en el Estado de Hidalgo durante el 2022-2023?

JUSTIFICACIÓN

Los resultados de esta investigación aportarán evidencia científica sobre el riesgo para la salud del consumo de *Thasus gigas* ya que hay un vacío en información respecto a la microbiota presente en este insecto y si esta puede ser de importancia médica para el humano, además este análisis servirá para corroborar si existe un riesgo ocasionado por la confusión en la recolección y consumo de *Thasus gigas*, ya que este es recolectado para la venta y consumo en municipios del Estado de Hidalgo donde se distribuyen otras chinches de importancia medica como lo son los triatominos.

Debido a la falta de normatividad sobre el consumo de insectos incluyendo *Thasus gigas* es preocupante que estas prácticas se lleven a cabo sin ninguna regulación ya que no conocemos si el origen del alimento preparado incluso del mismo insecto "crudo" garantiza o no la inocuidad, además se desconoce el nivel de salud del insecto, por lo tanto, se deben valorar minuciosamente todos los riesgos y beneficios que su inclusión en la dieta humana podría conllevar.

El reconocimiento del insecto, así como la practica higiénica adecuada para su preparación puede permitir una fuente de alimentación segura, mitigando el potencial de peligro microbiológico, por lo que este estudio aportara evidencias para crear programas estratégicos de salud pública que permitan a la población del Estado de Hidalgo seguir llevando a cabo esta práctica de una manera segura.

Además de ser posible este estudio logre establecer las bases de una nueva legislación que regule la colecta y el procesamiento de estos insectos con estándares adecuados de higiene y seguridad alimentaria, promover controles en los lugares de venta, además de establecer las condiciones correctas de procesado para que se garantice una buena seguridad e higiene alimentaria.

Por otra parte, en virtud de que en México no existe una normatividad para el consumo de insectos, es necesario incorporar dicha normatividad sustentada en la evidencia científica que se aporte en este estudio, con particular atención en los factores de riesgo, vigilancia, prevención y control.

OBJETIVOS

General

Determinar el riesgo para la salud derivado del consumo de *Thasus gigas* conocido como Xamues en la población que consume este insecto como alimento tradicional en el municipio de Tezontepec de Aldama en el Estado de Hidalgo durante el 2022-2023.

Específicos

- Identificar la microbiota bacteriana de importancia médica para el humano asociada a *Thasus gigas* (Xamues) a través de análisis microbiológicos.
- Analizar el conocimiento de los recolectores y consumidores en la identificación de *Thasus gigas* (Xamues) respecto a otros heterópteros de importancia médica distribuidos en el Valle del Mezquital por medio de una entrevista.
- Correlacionar el conocimiento de recolectores y consumidores de *Thasus gigas* (Xamues) con la posibilidad de adquirir una enfermedad por el desconocimiento y las prácticas que llevan a cabo a través de análisis estadísticos.
- Asociar el riesgo de consumir y no identificar y de no consumir e identificar a *Thasus gigas* a través del cálculo de Odds ratio.

HIPÓTESIS.

H₀. La ingesta de *Thasus gigas* como parte de la cultura nutrimental y terapéutica de las personas incrementa el riesgo para desarrollar una enfermedad infecciosa de la población que los consume, debido a la presencia de bacterias patógenas para el humano en el contenido intestinal de este y a la confusión por parte de los recolectores y consumidores con otras chinches de importancia médica.

H_A. La ingesta de *Thasus gigas* como parte de la cultura nutrimental de las personas no incrementa el riesgo para desarrollar una enfermedad infecciosa de la población que los consume, debido a la ausencia de bacterias patógenas para el humano en el contenido intestinal de este y a la no confusión por parte de los recolectores y consumidores con otras chinches de importancia médica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño de estudio

Se realizó un estudio de tipo cuantitativo, por su temporalidad transversal y por manejo de variables observacional, analítico.

Se llevó a cabo durante los años 2022-2023 en el municipio de Tezontepec de Aldama en el Estado de Hidalgo donde se práctica la antropoentomofagia, mediante análisis microbiológico del contenido intestinal de *Thasus gigas* (Xamues) y análisis de conocimiento de las personas que recolectan o consumen este insecto en esta localidad, para comprender y explicar los riesgos derivados de la ingesta por la presencia de microorganismos patógenos para el humano y la posible confusión con otras chinches de importancia médica.

Área de estudio

El estudio se realizó en la localidad de Tezontepec de Aldama perteneciente al Valle del Mezquital ubicado al suroeste del Estado de Hidalgo.

Selección de la población y muestra de estudio

Población de estudio

Insectos pertenecientes al orden Heteróptera, familia Coreidae, de la especie *Thasus gigas*.

Criterios de inclusión

- Capturados en el municipio de Tezontepec de Aldama
- Estén vivos
- Estén completos

Criterios de exclusión

- Poco contenido intestinal
- No tengan movilidad

Criterios de eliminación

- Que estén muertos
- Que sean de granja

Tamaño muestral y técnica de muestreo

Se realizaron colectas entomológicas de *Thasus gigas* en el mes de Mayo del 2022 en Tezontepec de Aldama, se localizó el árbol de mezquite (*Prosopis spp.*) ya que estos insectos están asociados a él, se colectaron de manera manual 80 insectos con ayuda de

una herramienta conformada por un palo y una botella, fueron colocados en tubos de plástico con una etiqueta que contiene datos de identificación como la fecha, localización y estado del material colectado (vivo) y fueron transportados al laboratorio de Microbiología Molecular y Biotecnología Ambiental de la Universidad Autónoma de Guerrero, donde fueron identificados morfológicamente con ayuda de un microscopio estereoscópico y una clave de identificación para especies *Thasus* de Brailovsky et al. (1994), finalmente se obtuvo una muestra no probabilística a conveniencia de 30 ejemplares de *Thasus gigas*, seleccionando aquellos con mayor contenido intestinal a la vista para ser analizados mediante técnicas microbiológicas.

Preparación medios de cultivo

Medio de cultivo BD Tryptic Soy Agar

El medio de cultivo se preparó pesando 24 gramos de agar Tryptic Soy Agar en una balanza granataria con ayuda de una hoja de papel y una espátula, posteriormente se mezclaron los 24 gramos de agar con 600 ml de agua destilada en un frasco de vidrio con tapa de 1000ml, se mezcló y disolvió con agitación frecuente.

Se esterilizo en autoclave a 100°C durante 15 minutos, una vez frio se vertió en 30 cajas petri de 90 mm de diámetro dentro de la campana de flujo laminar para evitar contaminación, una vez gelificadas se guardaron selladas con parafilm para su posterior utilización.

Preparación de medio de cultivo BD Agar MacConkey

El medio de cultivo se preparó pesando 30 gramos de agar MacConkey en una balanza granataria con ayuda de una hoja de papel y una espátula, posteriormente se mezclaron los 30 gramos de agar con 600 ml de agua destilada en un frasco de vidrio con tapa de 1000 ml, se mezcló y disolvió con agitación frecuente.

Se esterilizo en autoclave a 120°C durante 15 minutos, una vez frio se vertió en 30 cajas petri de 90mm de diámetro dentro de la campana de flujo laminar para evitar contaminación, una vez gelificadas se guardaron selladas con parafilm para su posterior utilización.

Preparación de medio de cultivo BD Blood Agar Slants

El medio de cultivo se preparó pesando 24 gramos de agar Blood Agar Slants en una balanza granataria con ayuda de una hoja de papel y una espátula, posteriormente se mezclaron los 24 gramos de agar con 600 ml de agua destilada en un frasco de vidrio con tapa de 1000 ml, se mezcló y disolvió con agitación frecuente.

Se esterilizo en autoclave a 121°C durante 15 minutos, una vez frio se vertió en 30 cajas petri de 90mm de diámetro dentro de la campana de flujo laminar para evitar contaminación, una vez gelificadas se guardaron selladas con parafilm para su posterior utilización.

Preparación de medio de cultivo Sabouraud Dextrose Agar

El medio de cultivo se preparó pesando 9 gramos de Sabouraud Dextrose Agar en una balanza granataria con ayuda de una hoja de papel y una espátula, posteriormente se mezclaron los 9 gramos de agar con 600 ml de agua destilada en un frasco de vidrio con tapa de 1000 ml, se mezcló y disolvió con agitación frecuente.

Se esterilizo en autoclave a 121°C durante 15 minutos, una vez frio se vertió en 30 cajas petri de 90mm de diámetro dentro de la campana de flujo laminar para evitar contaminación, una vez gelificadas se guardaron selladas con parafilm para su posterior utilización.

Preparación de solución de intestino de *Thasus gigas*.

Se sacrificaron con alcohol etílico al 70% en un frasco de vidrio de acuerdo al manual de "Técnicas de colecta y preservación de insectos" de Márquez Luna (2005), que además elimina la presencia de bacterias presentes en el exoesqueleto que pueda contaminar la muestra de intestino, se realizó una disección con bisturí previamente esterilizado en mechero Bunsen a cada ejemplar en el área del abdomen con apoyo de un microscopio estereoscópico para extraer el intestino con una pinza esterilizada de igual manera, posteriormente el intestino se colocó en tubos de ensaye de vidrio y se agregó 15 mililitros de solución salina fisiológica al 0.9%, se homogenizo con ayuda de un vortéx, posteriormente se hicieron diluciones de esta preparación 1:10, 1:100, 1:1000 para amortiguar y aislar la concentración bacteriana, finalmente se preservó en refrigeración para su posterior utilización.

Siembra microbiológica

Se atemperaron las cajas petri con agar durante 15 a 30 minutos a temperatura ambiente, en la campana de flujo laminar se abrió una caja de cada medio de cultivo y se sembró con asa microbiológica y perlas de cristal estériles la solución 1:1000 de intestino de *Thasus gigas*, posteriormente se sellaron e incubaron en estufa a 37 grados centígrados durante 48 hrs.

Tinción de Gram

La técnica se realizó basándose en el manual de Laboratorio de biología general de Ruvalcaba Ledezma et al., (2016), se preparó un portaobjetos limpio, libre de grasa y seco se le agrego una gota de agua destilada, posteriormente con una asa bacteriológica se

tomó una muestra de una colonia bacteriana crecida en los agares sembrados anteriormente, se esparció por el portaobjetos y se fijó con calor en un mechero bunsen, se comenzó a agregar el primer colorante cristal violeta por un minuto y se enjuago con agua por 5 segundos y se quitó el exceso de la misma por 5 segundos, se agregó el segundo reactivo Lugol por un minuto y se lavó con agua por 5 segundos y se quitó el exceso de la misma por 5 segundos, se agregó el tercer reactivo Alcohol/acetona por 15 segundos y se lavó con agua por 5 segundos y se quitó el exceso de la misma por 5 segundos, por último se agregó el cuarto reactivo Safranina por un minuto y se lavó con agua por 5 segundos y se quitó el exceso de la misma por 5 segundos, posteriormente se observó al microscopio óptico para observar el tipo de bacterias presentes en el total de las muestras, con el kit comercial (Golden Bell).

Morfología colonial

La morfología de una colonia depende de distintas características como la forma, el borde, la elevación, la textura, pigmentación, olor, consistencia y comportamiento óptico frente a la luz, sobre el medio de cultivo, esto nos permite observar de manera macroscópica una agrupación de bacterias y caracterizarlas por lo que se tomó en cuenta estos criterios para identificar las distintas bacterias obtenidas en el total de las siembras antes realizadas con ayuda de un microscopio estereoscópico.

Conteo de Unidades Formadoras de Colonia (UFC)

Este conteo es importante para cumplir los estándares establecidos bajo la normatividad, ya que este dato nos proporcionara información para establecer si los microorganismos serán capaces de desarrollar una función perjudicial, para el conteo de unidades formadoras de colonia se utilizó un contador de colonias de campo obscuro, placa de cristal cuadrículada y microscopio estereoscópico como se sugiere en la Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994 Bienes y Servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa (Diario Oficial de la Federación, 1995).

Detección de yodo

Se realizó una prueba simple para la detección de yodo, se cocinó un caldo de papa, se vació en dos recipientes estériles a uno se le agrego yodo y a la otro se le agrego la sustancia que segrega *Thasus gigas*, el resultado se observara a través de un cambio en la coloración que es provocado por el contacto del yodo con el almidón, siendo positiva la

presencia de yodo si el caldo se tiñe de azul y negativa si no hay ningún cambio en la coloración.

Plan estadístico de análisis microbiológico

Estadística descriptiva

Se realizó una base de datos con las bacterias identificadas en las muestras sembradas, la cual se analizó en el programa Excel para obtener frecuencias y porcentajes de los resultados obtenidos.

Selección de la población y muestra de estudio para Entrevista a recolectores y consumidores.

Se realizaron entrevistas a recolectores y consumidores de *Thasus gigas*.

Población de estudio

La entrevista se realizó a personas que residen en el municipio de Tezontepec de Aldama y que son consumidores o recolectores de este insecto.

Criterios de inclusión

Que sean recolectores y consumidores de *Thasus gigas*, que residan en el municipio de Tezontepec de Aldama y que acepten participar en el estudio por medio de un consentimiento informado.

Criterios de exclusión

Que sufran alguna discapacidad visual.

Criterios de eliminación

Que decidan no participar en el estudio.

Cálculo de muestra y técnica de muestreo

Se llevó a cabo un cálculo de muestra para poblaciones simples no probabilístico selectivo por inclusión continua en la población de Tezontepec de Aldama con base en la aceptación de participar y formar parte del estudio, se realizó en áreas comunes del municipio como plazas, centro, y vías públicas, obteniendo un total de 382 personas que fueron entrevistadas, empleando la fórmula:

$$n = \frac{Z^2 pq}{E^2}$$

Sustituyendo:

$$n = \frac{(1.96)^2 (.5) (.5)}{(.05)^2} = 384$$

Con una afijación de la muestra con base al tamaño de la población del municipio de Tezontepec de Aldama, Hidalgo que es de 55,134, con la siguiente formula:

$$N = 55,134$$

$$n = \frac{\frac{n_0}{1 + \frac{n_0 - 1}{N}}}{55,134} = \frac{384}{1.00694} = 381.35$$

El resultado obtenido se redondeó a 382 y se aumentó una persona más, teniendo 383 personas entrevistadas.

El instrumento mide el grado de conocimiento de los recolectores y consumidores de *Thasus gigas* en cuanto a conocimientos generales, consumo y preparación, usos y sus posibles implicaciones en la Salud y finalmente el reconocimiento de *Thasus gigas* a través de imágenes.

Se realizó una ficha de identificación para caracterizar la población (Anexo II).

Se aplicó la siguiente entrevista.

Entrevista

Sección 1 Conocimientos generales

1. ¿Disculpe usted conoce los "chais" (Xamues)?

1. Si 2. No

2. ¿Qué son los "chais" (Xamues)?

1. Insectos 2. Animales 3. No sabe 4. Otro

3. ¿Usted podría diferenciar el "chais" (Xamues) de otras chinches?

1. Si 2. No

4. ¿Cómo las diferencia?

1. Sustancia que segrega 2. Colores 3. Olor 4. No se diferenciar 5. Otro

5. ¿Si usted colecta "chais" (Xamues) en donde los colecta?

1. Cerro 2. Casa 3. No colecta 4. Otro

6. ¿Cómo colecta los "chais" (Xamues)?

1. Mano 2. Palo/Herramienta 3. No colecta 4. Otro

Sección 2 Consumo y preparación

1. ¿Usted ha comido los "chavis" (Xamues)?

1. Si 2. No

2. ¿Con que frecuencia?

1. Una vez al año 2. Dos a tres veces al año en temporada 3. Más de cuatro veces en temporada 4. No consumo 5. Otro

3. ¿Cómo consume los "chavis" (Xamues)?

1. Crudo 2. Asado 3. Hervido 4. Salsa 5. No consume 6. Otro

4. ¿Cómo limpia los "chavis" (Xamues) para consumirlos?

1. Los desflema 2. No los desflema 3. No los limpia 4. No consume

5. ¿Por cuánto tiempo los limpia?

1. Menos de 5 minutos 2. Más de 10 minutos 3. No consume 4. Otro

Sección 3 Conocimientos sobre usos y enfermedad

1. ¿Sabe si tienen algún uso medicinal?

1. Si 2. No

2. ¿Cuál? Si no sabe escriba no se

3. ¿Sabe si transmite alguna enfermedad?

1. Si 2. No

4. ¿Cuál? Si no sabe escriba no se

5. ¿Usted o algún familiar se ha enfermado por consumir los "chavis" (Xamues)?

1. Si 2. No

6. De ser así ¿Platíqueme sobre esa enfermedad, tuvo alguno de estos síntomas?

1. Molestias estomacales 2. Dolor de cabeza 3. Síntomas respiratorios 4. Mareo 5. Ninguno
6. No hubo enfermedad 7. Otro

7. ¿Acudió al médico?

1. Si 2. No 3. No hubo enfermedad 4. Otro

8. ¿El médico le informo que su enfermedad fue debido al consumo de "chavis" (Xamues)?

1. Si 2. No 3. No hubo enfermedad

Sección 4 Reconocimiento de *Thasus gigas* (Xamues) a través de imágenes

1. ¿La figura 1 es un "chavis" (Xamues)?



Golubov, J. Xamues [Internet] .2015 [04/05/2022]. Disponible en: <https://www.naturalista.mx/photos/2565398>

2. ¿La figura 2 es un "chavis" (Xamues)?



Fonseca-Mata, J.C. Foto 71705045 [Internet] .2020 [04/05/2022]. Disponible en: <https://www.naturalista.mx/photos/71705045>

3. ¿La figura 3 es un "chavis" (Xamues)?



El Sol de Hidalgo. Enfermedad de Chagas recurrente [Internet] .2021 [04/05/2022]. Disponible en: <https://www.elsoldehidalgo.com.mx/local/enfermedad-de-chagas-recurrente-6313218.html>

4. ¿La figura 4 es un "chavis" (Xamues)?



S.A.Triatmino. [Internet] .2018 [04/05/2022]. Disponible en: <https://colombia.inaturalist.org/photos/20043243>

5. ¿La figura 5 es un "chavis" (Xamues)?



Pacocabello. Insectos asesinos (insecto vampiro triatomino) [Internet]. Sin fecha [04/05/2022]. Disponible en: <https://www.pacocabello.es/como/los-18-chinches-domesticos-mas-comunes-en-estados-unidos/>

Método de evaluación y plan estadístico

Las respuestas se codificaron en una base datos en Excel que fue procesada en el programa estadístico SPSS, se realizó un análisis de estadística descriptiva donde se obtuvieron medidas de tendencia central, frecuencias y porcentajes, en cuanto a estadística inferencial se realizaron correlaciones entre las distintas variables en busca de asociaciones y finalmente se realizó un odds ratio para conocer el riesgo que existe entre las personas que consumen *Thasus gigas* (Xamues) y los identifican correctamente y los que consumen y no los identifican correctamente.

ASPECTOS BIOÉTICOS

Se otorgó un consentimiento informado a las personas que decidieron participar en el estudio y ser entrevistadas, como lo establece el Título Segundo, Capítulo 1, Artículo 14 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud

El protocolo del proyecto de investigación se sometió a evaluación por el comité de bioética del Instituto de Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma del Estado con Hidalgo con un resultado aprobatorio con modificaciones con una vigencia del 31 de Mayo del 2023 al 31 de Mayo del 2024.

Se tomaron en cuenta las disposiciones descritas en el Título Cuarto, Capítulo 1, Artículo 79 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud ya que se manipulo material biológico y microorganismos patógenos.

De acuerdo con el artículo 79 el grado de riesgo de infección del proyecto de investigación se sitúa en el Grupo de riesgo II: Microorganismos que representan riesgo moderado para el individuo y limitado para la comunidad.

RESULTADOS

Análisis microbiológico

Caracterización microscópica

Las colonias crecidas en los cultivos fueron caracterizadas microscópicamente utilizando tinción de Gram para diferenciar entre bacterias Gram negativas y bacterias Gram positivas, forma y tamaño.

Las bacterias son microorganismos que se reproducen mediante fisión binaria, y presentan tres formas básicas: bacterias esféricas o cocos, alargadas o bacilos y curvadas o espirilos, que pueden ser también comas, espiroquetas o vibrios.

El principio de la tinción de Gram se basa en las diferencias en la estructura y composición de la pared celular de algunas bacterias, las bacterias Gram positivas tienen una pared celular gruesa de peptidoglicano, con una gran cantidad de enlaces cruzados de ácido teicoico debido a esto las bacterias se observaron de color azul como se observa en la figura 1, por otra parte las bacterias Gram negativas presentan una pared celular con una capa delgada de peptidoglicano que se encuentra unida a una membrana externa con contenido lípido y proteico por lo que no retienen el colorante cristal violeta por lo que se tiñen de color rosado como se observa en la figura 2.

Se obtuvieron los siguientes resultados de las muestras de intestino de *Thasus gigas* que fueron analizadas en laboratorio.

En la figura 1. Se observa una muestra representativa de bacterias Gram positivas presentes en la muestra de intestino de *Thasus gigas* observada con microscopio óptico (100x) en el laboratorio de Microbiología Molecular y Biotecnología Ambiental de la Universidad Autónoma de Guerrero, donde se observan cocos, con una carga bacteriana abundante y representativa, teñidas en color azul indicativo de ser una bacteria Gram positiva.

En la figura 2. Se observa una muestra representativa de bacterias Gram negativas presentes en la muestra de intestino de *Thasus gigas* observada en microscopio óptico (100x) en el laboratorio de Microbiología Molecular y Biotecnología Ambiental de la Universidad Autónoma del Estado de Guerrero, donde se observaron bacilos, con una carga bacteriana abundante y representativa, teñidas en color rosado indicativo de ser una bacteria Gram negativa.

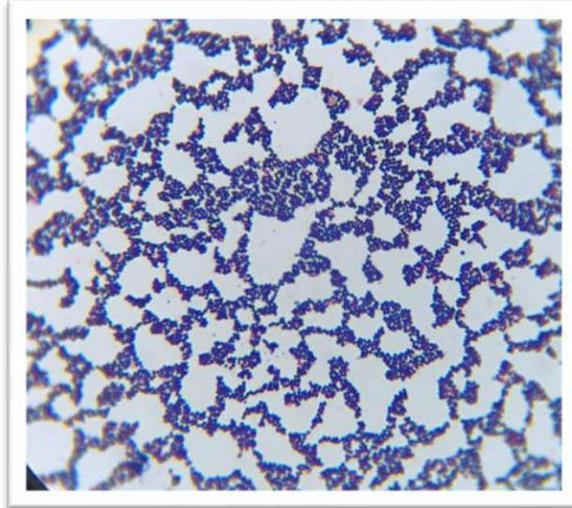


Figura 1. Cocos Gram positivos, microscopio óptico (100x).

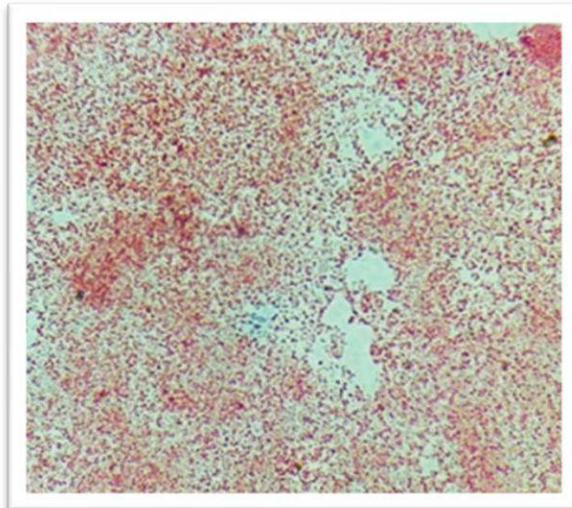


Figura 2. Bacilos Gram negativos, microscopio óptico (100x).

Caracterización macroscópica

Las colonias son la manera de macroscópica de observar la morfología que constituye una agrupación de bacterias, formada a partir de la reproducción de una Unidad Formadora de Colonia (UFC) sobre un medio sólido, aunque el tamaño es variable generalmente es visible a simple vista, puede ser un solo microorganismo o bien un grupo de microorganismos de una misma especie, las colonias bacterianas tienen una medida, forma, textura, colores entre otras características que pueden variar.

La identificación presuntiva o preliminar de una bacteria se basa en la morfología colonial, por lo que se llevó a cabo este análisis en las siembras realizadas, obteniendo los siguientes

datos de las muestras más representativas, así como la aplicación de pruebas bioquímicas que permitieron identificar con mayor seguridad las cepas bacterianas.

Tabla 1. Morfología Colonial Microorganismos Aislados

No.	Agar	Crec.	Color	Morfol.	Elev.	Consis.	Tamaño	Gram	Bioquímica	Homología morfológica
1	MC	+++	R	B	Co	3	1-2 mm	-	-Oxidasa negativo	<i>Serratia Marcescens</i>
2	MC	+++	Ro	B	Co	3	2 mm	-	-Oxidasa negativo -Catalasa positivo	<i>Escherichia coli</i>
3	A Sa	+++	B	L	Co	3	2 mm	+	-Prueba tubo germinal positiva	<i>Candida albicans</i>
4	AST	+++	B	CB	P	1	3 mm	-	-Oxidasa negativa -Catalasa positivo	<i>Acinetobacter spp.</i>
5	AST	+++	B	C	P	3	1 mm	+	-Catalasa negativa	<i>Enterococcus spp.</i>
6	AST	+++	Bl	B	A	2	3 mm	+	-Catalasa positiva	<i>Bacillus subtilis</i>
7	AS	+++	G	B	P	3	1-3 mm	+	-Catalasa positivo	<i>Corynebacterium spp.</i>
8	AS	+++	G	B	P	2	2-3 mm	-	-Catalasa positiva -Oxidasa positiva - β hemolisis	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
9	AS	+++	Bl	CB	Co	4	1-2 mm	+-	-Oxidasa positiva	<i>Pasteurella stomatis.</i>

Parámetro	Descripción
Agar	(MC) MacConkey, (AST) Agar Soya Tripticasa, (A Sa) Agar Sabouraud, (AS) Agar Sangre.
Crecimiento	(+) Ligeramente, (++) Moderado, (+++) Abundante.
Color	(R) Rojo, (Ro) Rosa, (B) Beige, (BL) Blanco, (G) Gris.
Morfología	(B) Bacilo, (L) Levadura, (CB) Cocobacilo, (C) Coco.
Elevación	(P) Plana, (Co) Convexa, (A) Acuminada.
Consistencia	(1) Mucoide, (2) Seca, (3) Cremosa, (4) Húmeda.
Gram	(+) Positivo, (-) Negativo, (+-) Variable.

Tabla 1. Clasificación de microorganismos aislados por morfología colonial.

Conteo de unidades formadoras de colonia (UFC)

Las unidades formadoras de colonias (UFC) son una medida utilizada para estimar el número de bacterias u hongos viables en una muestra, este análisis es necesario para establecer si los microorganismos serán capaces de desarrollar una función perjudicial o no, por lo que se llevó a cabo en los diferentes medios de cultivo con crecimiento bacteriano utilizados para sembrar la muestra de intestino de *Thasus gigas*.

Los resultados obtenidos sobre el recuento de unidades formadoras de colonias (Tabla 2) nos indica que las bacterias presentes en el intestino de *Thasus gigas* son capaces de

producir una infección bacteriana ya que la cantidad de UFC es incontable para todas las bacterias identificadas en los cultivos.

Tabla 2. Clasificación de conteo de Unidades Formadoras de Colonias (UFC)

<i>Bacteria</i>	<i>Unidades Formadoras de Colonias (UFC)</i>
Gram Negativas	
<i>Serratia marcescens</i>	>100,000 UFC
<i>Escherichia coli</i>	>100,000 UFC
<i>Acinetobacter spp.</i>	>100,000 UFC
<i>Pasteurella stomatis.</i>	>100,000 UFC
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	>100,000 UFC
Gram Positivas	
<i>Bacillus subtilis</i>	>100,000 UFC
<i>Corynebacterium spp.</i>	>100,000 UFC
<i>Enterococcus faecalis</i>	>100,000 UFC
<i>Candida albicans</i>	>100,000 UFC

Tabla 2. Clasificación de conteo de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) en bacterias Gram negativas y Gram positivas obtenidas de los cultivos en 4 tipos de agar de la muestra de intestino de *Thasus gigas*.

Detección de yodo

Se realizó un caldo de papa ya que este es rico en almidón.

En el primer frasco con solución de papa se le agrego 3 ml de yodo en seguida se notó un cambio en la coloración volviéndose un tono azulado dando esta reacción positiva esta se da por el contacto del yodo y el almidón.

En el segundo frasco con solución de papa se le agrego 3 ml de la sustancia que segrega *Thasus gigas* resultando una reacción negativa en la cual no hubo ningún cambio en la coloración (Tabla 3) (Figura 3).

Tabla 3. Resultados prueba simple de detección de Yodo.

<i>Solución</i>	<i>Reactivo</i>	<i>Resultado</i>
Caldo de papa	yodo	Positivo
Caldo de papa	Sustancia <i>Thasus gigas</i>	Negativo

Tabla 3. Resultados de detención de Yodo en sustancia que segrega *Thasus gigas*.

Figura 3. A la izquierda reacción negativa en caldo de papa y sustancia que segrega *Thasus gigas*, a la derecha reacción positiva evidenciada por el cambio en la coloración en caldo de papa y yodo.



Figura. 3 Reacciones en prueba simple de detección de yodo.

Análisis estadístico descriptivo microbiológico.

Se realizó un análisis estadístico con el programa SPSS, donde se analizaron los datos obtenidos en el análisis microbiológico como frecuencias y porcentaje para los microorganismos aislados en los diferentes medios de cultivo.

El Agar Soya Tripticasa es un medio utilizado para usos generales, este favorece el desarrollo y aislamiento de una gran variedad de microorganismos aerobios y anaerobios facultativos y estrictos, es decir, favorece el crecimiento de microorganismos exigentes y no exigentes. En la tabla 4. Se observa la frecuencia de microorganismos aislados en Agar Soya Tripticasa, siendo *Acinetobacter spp.* la que se encuentra en menor frecuencia en 11 de las 30 cajas con un porcentaje de 36.6%, *Enterococcus faecalis* en 18 de las 30 cajas con un porcentaje del 60% y *Bacillus subtilis* con mayor frecuencia en 27 de las 30 cajas con un porcentaje de 80% de las muestras (Tabla 4) (Figura 4).

Tabla 4. Frecuencia de microorganismos aislados Agar Soya Tripticasa.

Bacterias	Frecuencia	Porcentaje
<i>Acinetobacter spp.</i>	11	36.6%
<i>Enterococcus faecalis</i>	18	60%
<i>Bacillus subtilis</i>	27	80%

Tabla 4. Análisis estadístico de los microorganismos identificados en Agar Soya Trypticasa, los resultados se expresan de acuerdo con la frecuencia de microorganismos presentes en los cultivos utilizando cifras absolutas.

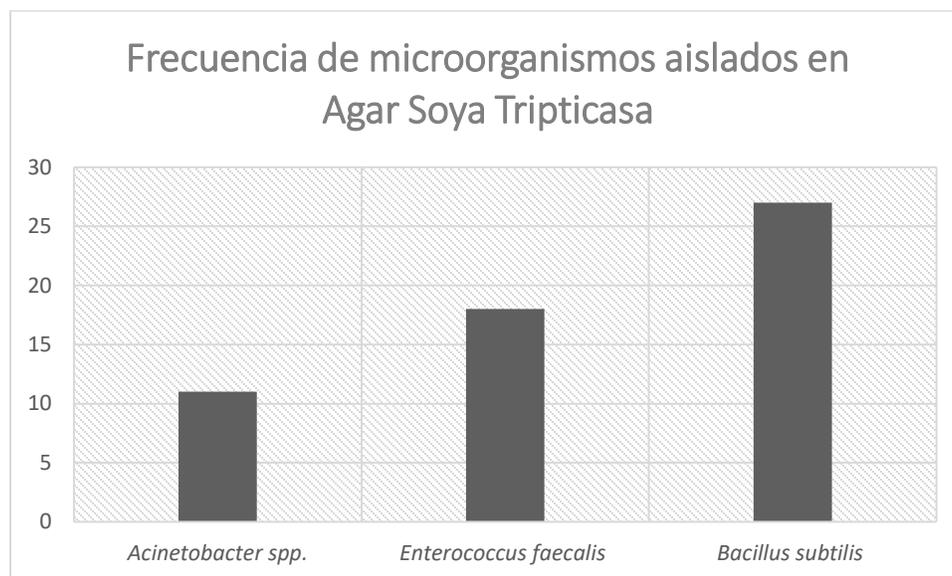


Figura 4. Representación gráfica de microorganismos identificados en Agar Soya Trypticasa.

El agar MacConkey es un medio de cultivo selectivo que se utiliza para el aislamiento de bacilos Gram negativos, especialmente para aquellos de la familia enterobacteriaceae incluyendo especies oportunistas y enteropatógenas.

En la tabla 5. Se observa la frecuencia de microorganismos aislados en Agar MacConkey, siendo *Acinetobacter spp.* la que se encuentra en menor frecuencia en 7 de las 30 cajas con un porcentaje de 23.3%, *Escherichia coli* con una frecuencia de 8 de las 30 cajas con un porcentaje de 26.6%, *Pseudomonas aeruginosa* en 15 de las 30 cajas con un porcentaje de 50% y *Serratia marcescens* con presencia en las 30 cajas inoculadas con un porcentaje del 100% (Tabla 5) (Figura 5).

Tabla 5. Frecuencia de microorganismos aislados Agar MacConkey.

Bacterias	Frecuencia	Porcentaje
<i>Acinetobacter spp.</i>	7	23.3%
<i>Escherichia coli</i>	8	26.6%
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	15	50%
<i>Serratia marcescens</i>	30	100%

Tabla 5. Análisis estadístico de los microorganismos identificados en Agar MacConkey, los resultados se expresan de acuerdo con la frecuencia de microorganismos presentes en los cultivos utilizando cifras absolutas.

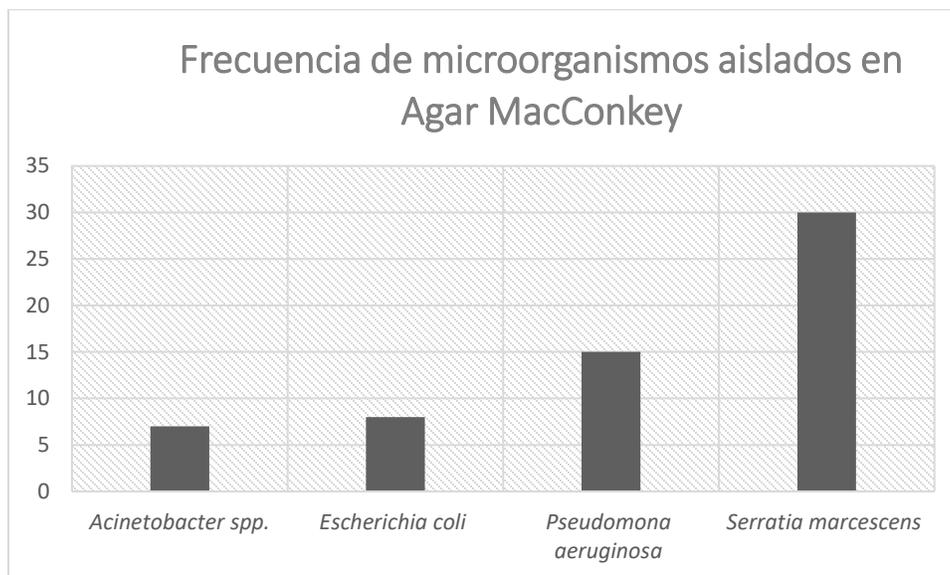


Figura 5. Representación gráfica de microorganismos identificados en Agar MacConkey.

El agar Sangre es un medio de cultivo utilizado para el aislamiento de numerosos microorganismos nutricionalmente exigentes, permite distinguir la capacidad hemolítica de los microorganismos lo que permite que se puedan diferenciar de otros.

En la tabla 6. Se observa la frecuencia de microorganismos aislados en Agar Sangre siendo *Corynebacterium spp.* la que se encuentra en menor frecuencia en 3 de las 30 cajas inoculadas con un porcentaje de 10%, *Pasteurella stomatis* en 9 de las 30 cajas con un porcentaje de 30%, *Pseudomonas aeruginosa* en 16 de las 30 cajas con un porcentaje de 53.3% y *Serratia marcescens* con presencia en las 30 cajas inoculadas con un porcentaje del 100% (Tabla 6) (Figura 6).

Tabla 6. Frecuencia de microorganismos aislados Agar Sangre.

Bacterias	Frecuencia	Porcentaje
<i>Corynebacterium spp.</i>	3	10%
<i>Pasteurella stomatis</i>	9	30%
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	16	53.3%
<i>Serratia marcescens</i>	30	100%

Tabla 6. Análisis estadístico de los microorganismos identificados en Agar Sangre, los resultados se expresan de acuerdo con la frecuencia de microorganismos presentes en los cultivos utilizando cifras absolutas.

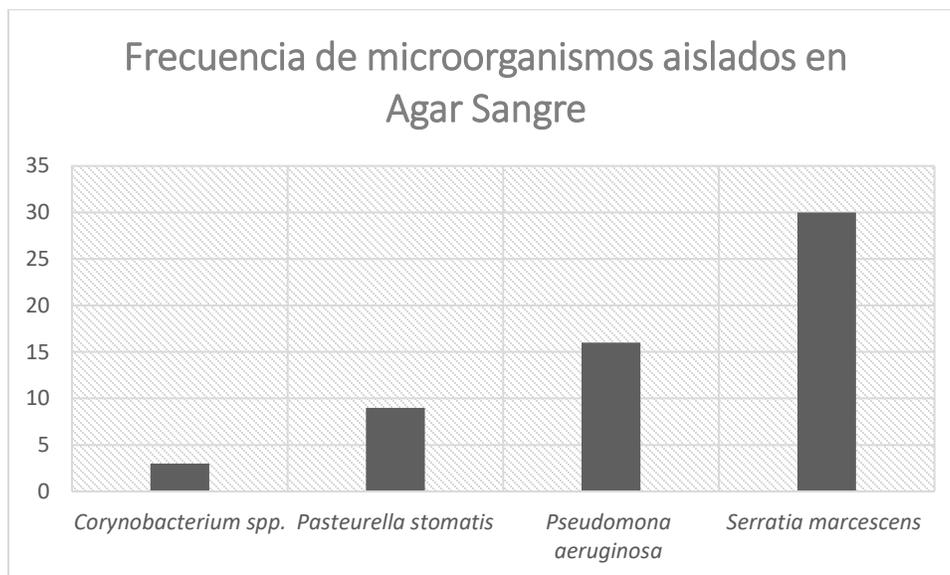


Figura 6. Representación gráfica de microorganismos identificados en Agar Sangre.

El Agar Sabouraud es un medio de cultivo recomendado para el aislamiento y desarrollo de hongos patógenos u oportunistas, por lo que resulta de interés realizar este cultivo con el fin de conocer si existe microbiota fúngica asociada a *Thasus gigas*.

En la tabla 7. Se observa la frecuencia de microorganismos aislados en Agar Sabouraud, siendo *Candida albicans* el único microorganismo presente en el cultivo con una frecuencia de 22 de las 30 cajas inoculadas con un porcentaje de 73.3%.(Tabla 7) (Figura 7).

Tabla 7. Frecuencia de microorganismos aislados Agar Sabouraud.

Hongo	Frecuencia	Porcentaje
<i>Candida albicans</i>	22	73.3%

Tabla 7. Análisis estadístico de los microorganismos identificados en Agar Sabouraud, los resultados se expresan de acuerdo con la frecuencia de microorganismos presentes en los cultivos utilizando cifras absolutas.

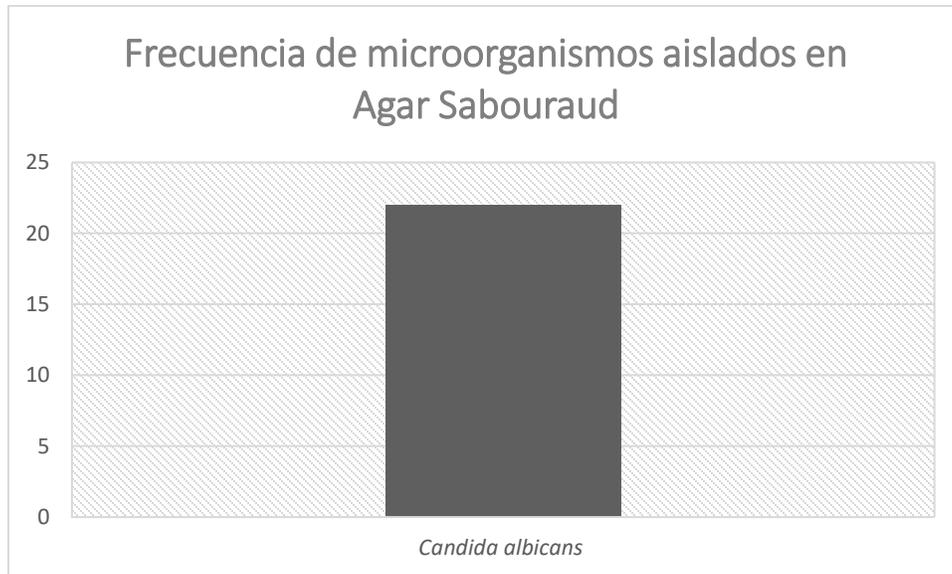


Figura 7. Representación gráfica de microorganismos identificados en Agar Sabouraud.

Análisis estadístico descriptivo de entrevista

Se realizó un estudio de tipo cuantitativo por su temporalidad transversal y por manejo de variables observacional analítico, en el municipio de Tezontepec de Aldama, donde se entrevistaron a consumidores y recolectores de *Thasus gigas* (Xamues), se hizo un cálculo de muestra no probabilístico selectivo por inclusión continua obteniendo una $n= 382$ personas con un nivel de confianza del 95% ($\alpha= 0.05$ y $Z=1.96$).

Se entrevistaron a 383 personas en el periodo de Abril 2023 a Mayo 2023 en zonas comunes como plazas, centro y vías públicas del municipio de Tezontepec de Aldama, Hidalgo, se determinaron las siguientes variables para caracterizar la población.

Sexo

El sexo de la población entrevistada se obtuvo por medio de una pregunta incluida en el instrumento aplicado obteniendo los siguientes resultados donde el 55% fueron mujeres y 45% hombres (Tabla 8) (Figura 8).

Tabla 8. Clasificación de la población según el sexo.

Sexo	Frecuencia	Porcentaje
<i>Mujeres</i>	212	55%
<i>Hombres</i>	171	45%
<i>Total</i>	383	100%

Tabla 8. Análisis estadístico de la variable sexo. Los resultados se expresan de acuerdo a la frecuencia de mujeres y hombres entrevistados utilizando cifras absolutas.

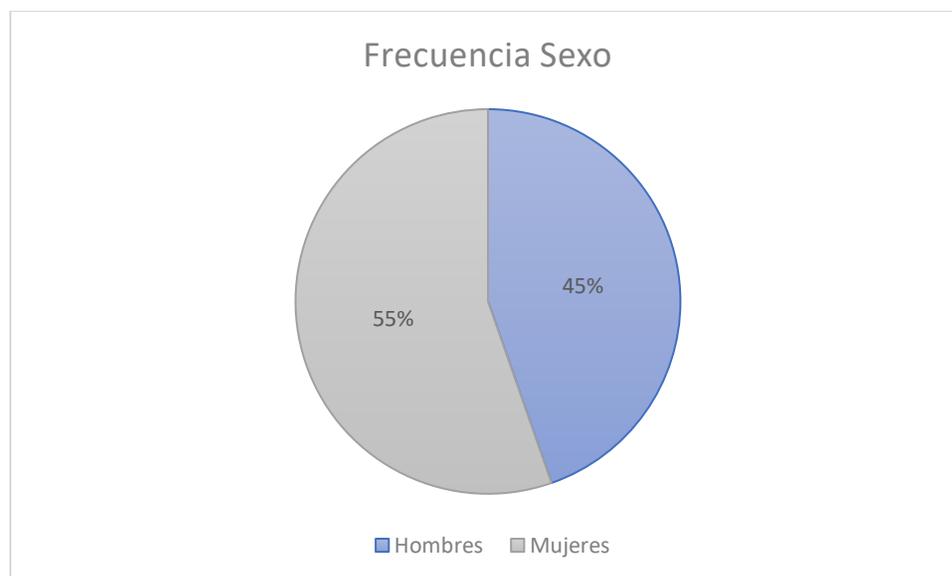


Figura 8. Representación gráfica de la proporción sexo.

Edad

La edad de la población entrevistada se obtuvo por medio de una pregunta incluida en el instrumento aplicado obteniendo los siguientes resultados donde el rango de la edad va de 18 a 90 años, con una media de 36.84 y una desviación estándar de 15.3 (Tabla 9).

Tabla 9. Clasificación de la población según el edad.

Edad	Media	Rango	Desviación estándar
<i>Edad</i>	36.84	18-90	15.3

Tabla 9. Análisis estadístico de la variable edad. Los resultados se expresan de acuerdo con la frecuencia de edades utilizando cifras absolutas.

Escolaridad

La escolaridad de la población entrevistada se obtuvo por medio de una pregunta incluida en el instrumento aplicado obteniendo los siguientes resultados donde el 14% estudiaron hasta la primaria, el 32% secundaria, 40% media superior y 14% superior (Tabla 10) (Figura 9).

Tabla 10. Clasificación de la población según la escolaridad.

Escolaridad	Frecuencia	Porcentaje
<i>Primaria</i>	54	14%
<i>Secundaria</i>	124	32%
<i>Media superior</i>	152	40%
<i>Superior</i>	53	14%
<i>Total</i>	383	100%

Tabla 10. Análisis estadístico de la variable escolaridad. Los resultados se expresan de acuerdo con la frecuencia del nivel educativo en mujeres y hombres entrevistados utilizando cifras absolutas.

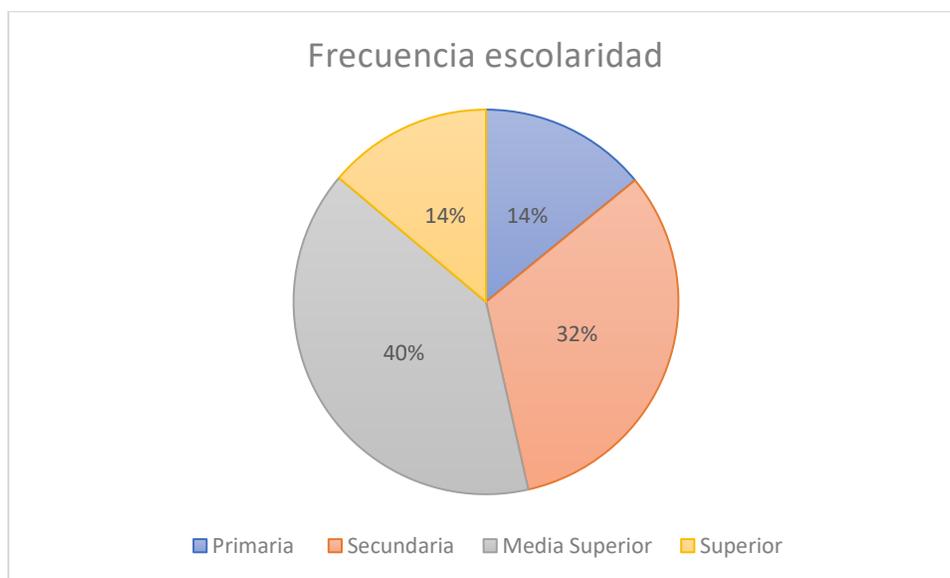


Figura 9. Representación gráfica de la proporción escolaridad.

Ocupación

La ocupación de la población entrevistada se obtuvo por medio de una pregunta incluida en el instrumento aplicado obteniendo los siguientes resultados donde el menor dato es para

los jornaleros con 5.2% y el mayor otros (incluyendo varias ocupaciones como cajero, bolero, músico, entre otras) con un 21.4% (Tabla 11) (Figura 10).

Tabla 11. Clasificación de la población según su ocupación.

Ocupación	Frecuencia	Porcentaje
<i>Jornalero</i>	20	5.2%
<i>Hogar</i>	52	13.5%
<i>Empleado</i>	66	17.2%
<i>Estudiante</i>	70	18.2%
<i>Comerciante</i>	82	21.4%
<i>Otros</i>	93	24.2%
<i>Total</i>	383	100%

Tabla 11. Análisis estadístico de la variable ocupación. Los resultados se expresan de acuerdo con la frecuencia de ocupaciones en mujeres y hombres entrevistados utilizando cifras absolutas.

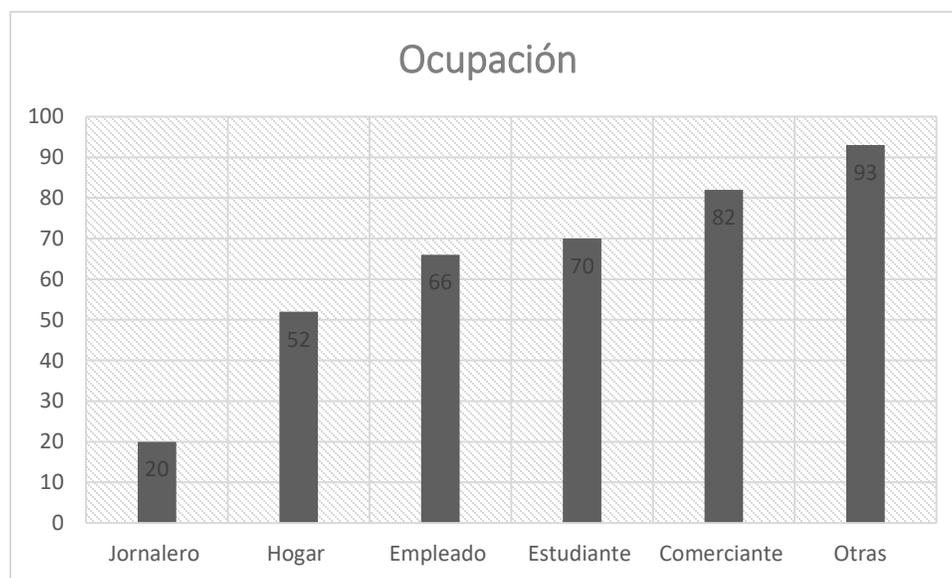


Figura 10. Representación gráfica de la proporción ocupación.

Se evaluó el conocimiento de los recolectores y consumidores de *Thasus gigas* a partir de una serie de preguntas que nos dieron resultados a partir de frecuencias y porcentajes sobre el conocimiento, usos y posibles riesgos a la salud humana por el consumo de dicho insecto, describiendo aquellas que fueron las más representativas.

Recolecta o Consume

Esta variable fue obtenida a partir de la población entrevistada, por medio de una pregunta incluida en el instrumento aplicado obteniendo los siguientes resultados donde el 19% de la población dice que recolecta *Thasus gigas* (Xamues) y el 81% dice que consume *Thasus gigas* (Xamues) en el municipio de Tezontepec de Aldama, Hidalgo (Tabla 12) (Figura 11).

Tabla 12. Clasificación de la variable recolecta o consume.

Recolecta o consume	Frecuencia	Porcentaje
<i>Recolecta</i>	72	19%
<i>Consume</i>	311	81%
<i>Total</i>	383	100%

Tabla 12. Análisis estadístico de la variable recolecta o consume. Los resultados se expresan de acuerdo con la frecuencia de si la población recolecta o consume *Thasus gigas* (Xamues) utilizando cifras absolutas.

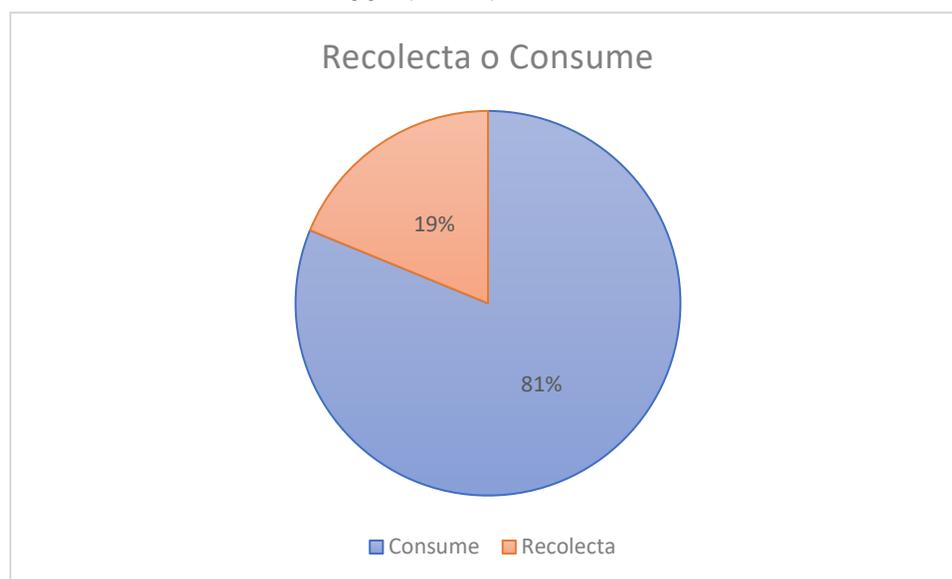


Figura 11. Representación gráfica de la proporción Recolecta o Consume.

Podemos observar que la práctica de la recolección en este municipio es muy baja, por el contrario, el consumo de *Thasus gigas* (Xamues) en la población es muy elevado.

Diferenciación

Esta variable fue obtenida a partir de la población entrevistada, por medio de una pregunta incluida en el instrumento aplicado obteniendo los siguientes resultados donde la mayoría de la población con el 84% dice si poder diferenciar a *Thasus gigas* (Xamues) y el 16% dice no poder diferenciarlo de otros insectos (Tabla 13) (Figura 12).

Tabla 13. Clasificación de la variable diferenciación.

Diferenciación	Frecuencia	Porcentaje
No	63	16%
Si	320	84%
Total	383	100%

Tabla 13. Análisis estadístico de la variable diferenciación. Los resultados se expresan de acuerdo con la frecuencia de si la población diferencia a *Thasus gigas* (Xamues) de otros insectos utilizando cifras absolutas.

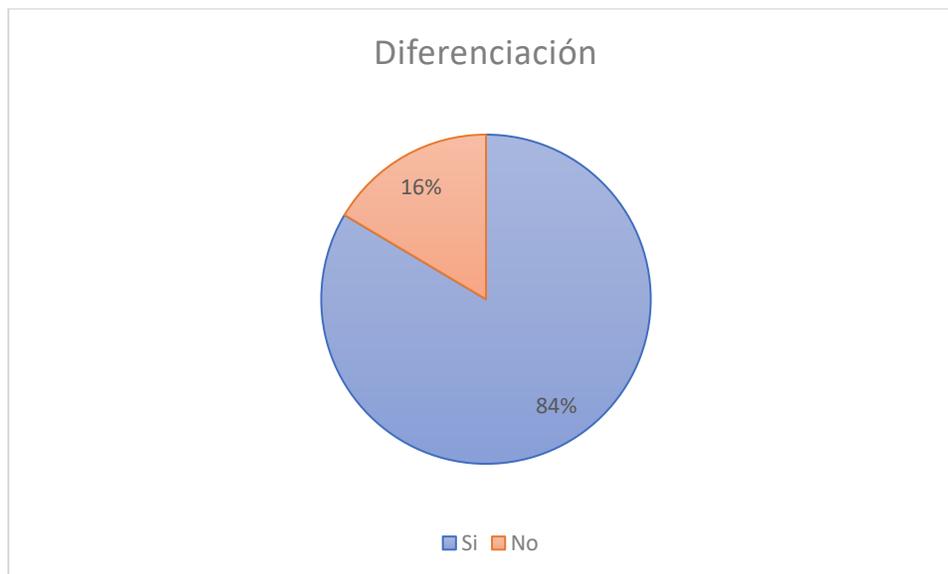


Figura 12. Representación gráfica de la proporción Diferenciación.

Consumo

Esta variable fue obtenida a partir de la población entrevistada, por medio de una pregunta incluida en el instrumento aplicado obteniendo los siguientes resultados donde la mayoría de la población dice que consume *Thasus gigas* (Xamues) con el 97% y solo un 3% dice no consumir este insecto (Tabla 14) (Figura 13).

Tabla 14. Clasificación de la variable consumo.

Consumo	Frecuencia	Porcentaje
No	12	3%
Si	371	97%
Total	383	100%

Tabla 14. Análisis estadístico de la variable consumo. Los resultados se expresan de acuerdo con la frecuencia de si la población consume a *Thasus gigas* (Xamues) utilizando cifras absolutas.

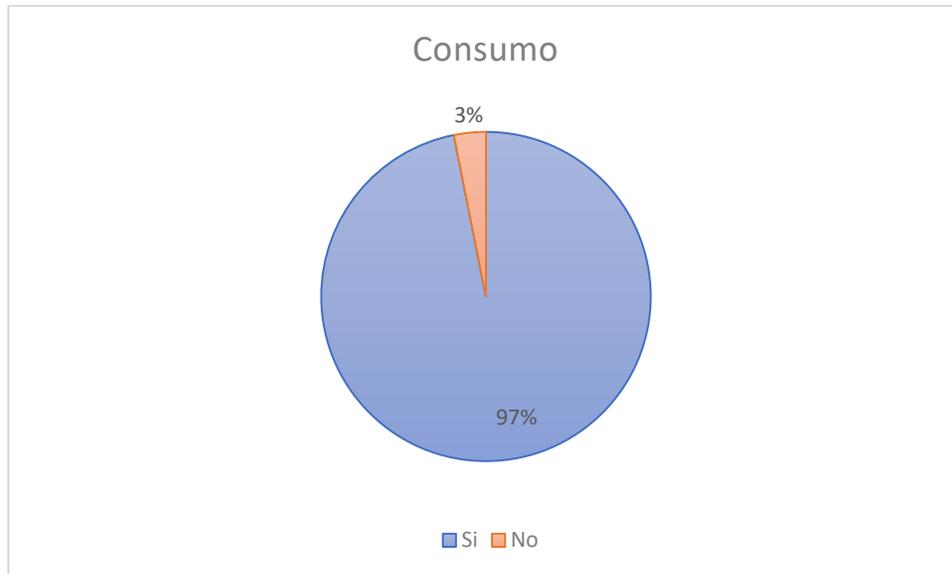


Figura 13. Representación gráfica de la proporción Consumo.

Cómo consume

Esta variable fue obtenida a partir de la población entrevistada, por medio de una pregunta incluida en el instrumento aplicado obteniendo los siguientes resultados donde la mayoría de la población consume a *Thasus gigas* (Xamues) en salsa con un 60% y con un mínimo de 0.26% lo consume hervido (Tabla 15) (Figura 14).

Tabla 15. Clasificación de la variable como consume.

Como consume	Frecuencia	Porcentaje
<i>Hervido</i>	1	0.26%
<i>Dorado</i>	3	0.78%
<i>No consume</i>	12	3.1%
<i>Crudo</i>	44	11.4%
<i>Asado</i>	94	24.5%
<i>Salsa</i>	229	59.8%
<i>Total</i>	383	100%

Tabla 15. Análisis estadístico de la variable como consume. Los resultados se expresan de acuerdo con la frecuencia de cómo la población consume a *Thasus gigas* (Xamues) utilizando cifras absolutas.

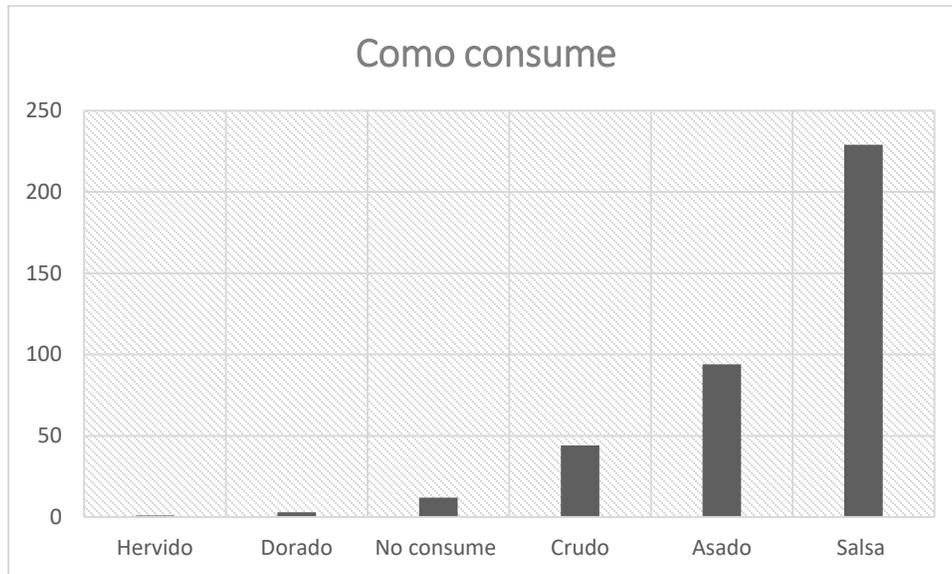


Figura 14. Representación gráfica de la proporción Como consume.

Cómo limpia

Esta variable fue obtenida a partir de la población entrevistada, por medio de una pregunta incluida en el instrumento aplicado obteniendo los siguientes resultados donde la mayoría de la población dice limpiar a *Thasus gigas* (Xamues) a través de un desfleme que consiste en dejar a los insectos sumergidos en agua con sal por más de 10 minutos, mientras que el 39% de la población dice no aplicar ninguna medida de higiene a los insectos (Tabla 16) (Figura 15).

Tabla 16. Clasificación de la variable como limpia.

Como limpia	Frecuencia	Porcentaje
<i>No consume</i>	12	3%
<i>No los limpia</i>	149	39%
<i>Los desflema</i>	222	58%
Total	383	100%

Tabla 16. Análisis estadístico de la variable como limpia. Los resultados se expresan de acuerdo con la frecuencia de cómo la población limpia a *Thasus gigas* (Xamues) utilizando cifras absolutas.

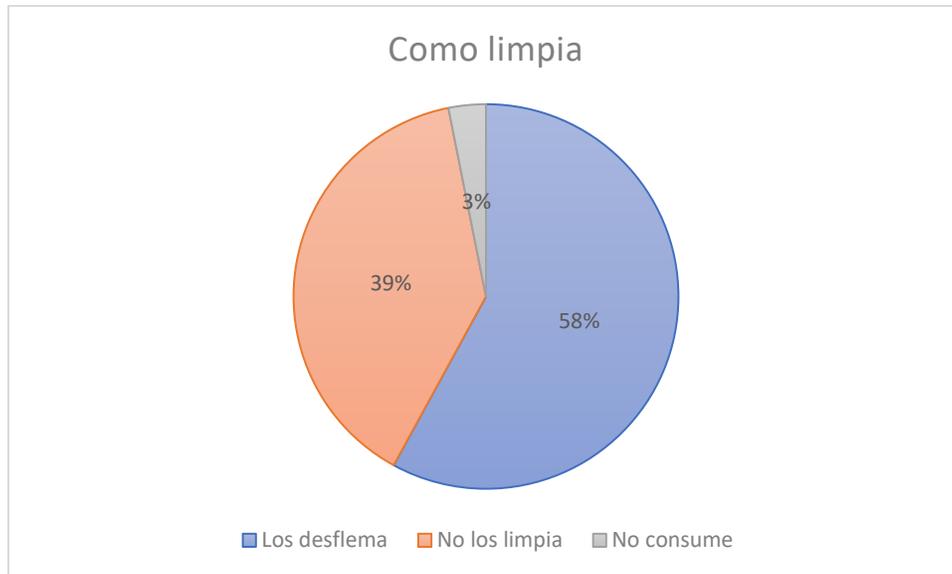


Figura 15. Representación gráfica de la proporción Como limpia.

Uso medicinal

Esta variable fue obtenida a partir de la población entrevistada, por medio de una pregunta incluida en el instrumento aplicado obteniendo los siguientes resultados donde la mayoría de la población dice que *Thasus gigas* (Xamues) no tiene un uso medicinal con el 75% mientras que el 25% dice que si tiene un uso medicinal (Tabla 17) (Figura 16).

Tabla 17. Clasificación de la variable uso medicinal.

Uso medicinal	Frecuencia	Porcentaje
<i>Si</i>	94	25%
<i>No</i>	289	75%
<i>Total</i>	383	100%

Tabla 17. Análisis estadístico de la variable uso medicinal. Los resultados se expresan de acuerdo con la frecuencia de si la población usa a *Thasus gigas* (Xamues) con fines medicinales utilizando cifras absolutas.

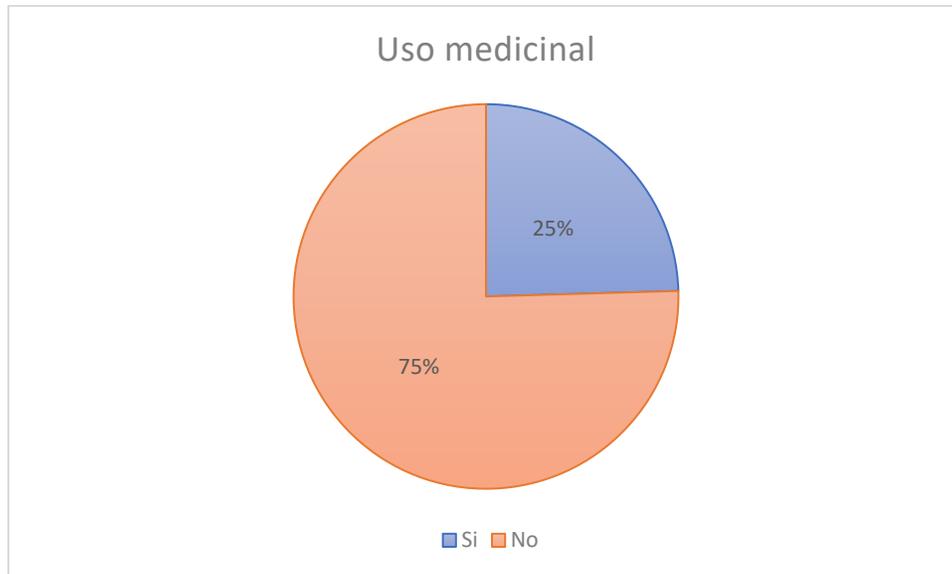


Figura 16. Representación gráfica de la proporción Uso medicinal.

Usos medicinales

Esta variable fue obtenida a partir de la población entrevistada, por medio de una pregunta incluida en el instrumento aplicado obteniendo los siguientes resultados donde la mayoría de la población dice que *Thasus gigas* sirve para tratar la diabetes con un 8%, seguido del asma con 5%, tos con un 4%, tiroides con un 3%, afrodisiaco con un 2%, Bronquitis con un 1% y presión y cataratas con un 0.26% (Tabla 18) (Figura 17).

Tabla 18. Clasificación de la variable usos medicinales.

Usos medicinales	Frecuencia	Porcentaje
<i>Cataratas</i>	1	0.26%
<i>Presión</i>	1	0.26%
<i>Bronquitis</i>	5	1.3%
<i>Afrodisiaco</i>	7	1.8%
<i>Tiroides</i>	13	3.3%
<i>Tos</i>	16	4.1%
<i>Asma</i>	20	5.2%
<i>Diabetes</i>	31	8%
<i>No sabe</i>	289	75%
<i>Total</i>	383	100%

Tabla 18. Análisis estadístico de la variable usos medicinales. Los resultados se expresan de acuerdo con la frecuencia de que usos medicinales le da la población a *Thasus gigas* (Xamues) utilizando cifras absolutas.

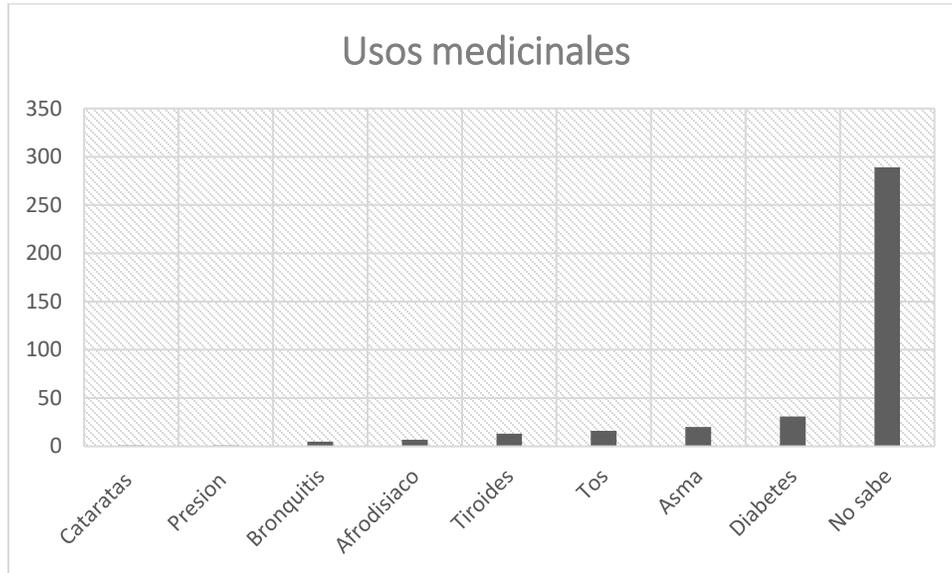


Figura 17. Representación gráfica de la proporción Como consume.

Transmisión de enfermedad

Esta variable fue obtenida a partir de la población entrevistada, por medio de una pregunta incluida en el instrumento aplicado obteniendo los siguientes resultados donde la mayoría de la población dice que *Thasus gigas* (Xamues) no transmite ninguna enfermedad con el 86%, mientras el 14% restante dice que si transmite alguna enfermedad (Tabla 19) (Figura 18).

Tabla 19. Clasificación de la variable transmisión de enfermedad.

Transmisión de enfermedad	Frecuencia	Porcentaje
<i>Si</i>	54	14%
<i>No</i>	329	86%
<i>Total</i>	383	100%

Tabla 19. Análisis estadístico de la variable transmisión de enfermedad. Los resultados se expresan de acuerdo con la frecuencia de si la población considera que *Thasus gigas* (Xamues) puede transmitir una enfermedad utilizando cifras absolutas.

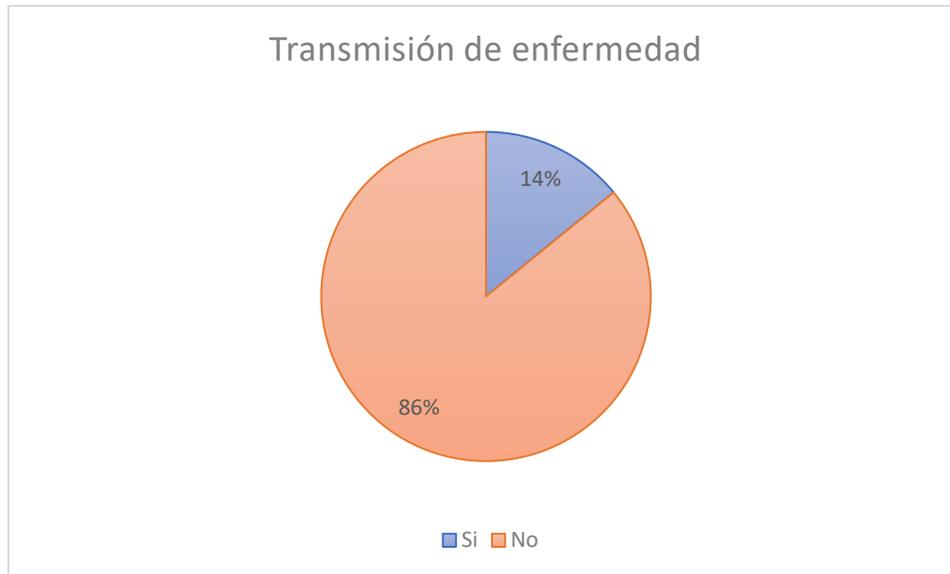


Figura 18. Representación gráfica de la proporción Transmisión de enfermedad.

Reconocimiento por imágenes

Esta variable fue obtenida a partir de la población entrevistada, por medio de cinco preguntas incluidas en el instrumento aplicado donde se muestran diferentes imágenes de chinches incluidas dos de *Thasus gigas* (Xamues), dos de triatominos y una de una chinche fitófaga, calificando como que si reconocen a *Thasus gigas* (Xamues) cuando reconocen ambas imágenes y negando las tres restantes obteniendo los siguientes resultados donde el 81% de la población no reconoce correctamente a *Thasus gigas* (Xamues) y el 19% si lo hace (Tabla 20) (Figura 19).

Tabla 20. Clasificación de la variable reconocimiento por imágenes.

Reconocimiento por imágenes	Frecuencia	Porcentaje
<i>Si</i>	72	19%
<i>No</i>	311	81%
<i>Total</i>	383	100%

Tabla 20. Análisis estadístico de la variable reconocimiento por imágenes. Los resultados se expresan de acuerdo con la frecuencia de si la población reconoce correctamente a *Thasus gigas* (Xamues) utilizando cifras absolutas.



Figura 19. Representación gráfica de la proporción Transmisión de enfermedad.

Análisis estadístico bivariado de entrevista

Correlación de Sperman

Existe relación entre las variables de diferenciación y la figura 5 del instrumento, con un valor de P de *0.011 este resultado afianza la confusión entre *Thasus gigas* (Xamues) y otras chinches ya que la figura 5 es una chinche diferente a *Thasus gigas*, sin embargo, la mayoría de la población indica que, si lo es, por lo que se puede adquirir una enfermedad bacteriana y/o parasitaria por consumo equivocado.

La correlación encontrada entre las variables frecuencia y nuevamente la figura 5 del instrumento, con un valor de P de *0.017 nuevamente nos confirma la confusión ya que a pesar de consumir frecuentemente este insecto aun no son capaces de identificarlo correctamente.

Mientras tanto en la correlación entre las variables como limpia y si la persona o algún familiar ha adquirido una enfermedad con un valor de *0.027 analizamos que la limpieza es indudablemente una variable que influye en la inocuidad de este insecto como alimento ya que si se higieniza de la manera correcta se puede eliminar la mayoría de los microorganismos que están presente en él, por lo que de esto dependerá en gran parte si se adquiere una enfermedad o no.

La correlación existente entre las variables recolecta o consume y diferenciación con un valor de P de **0.001 denota que evidentemente el recolectar o el consumir influye en la

diferenciación ya que es más probable que los recolectores identifiquen correctamente que los consumidores.

Finalmente, en la correlación entre las variables reconocimiento por imágenes y diferenciación con un valor de P de ****0.008** nos indica que efectivamente las personas no identifican correctamente al insecto ya que a pesar de decir si reconocerlo al mostrarles las imágenes se confunden fácilmente con otras chinches (Tabla 21, 22).

Tabla 21. Correlaciones de Sperman.

Variable	Variable	Valor P
¿Usted podría diferenciar el "Chauis" (Xamues) de otras chinches?	¿La figura 5 es un Xamue?	*0.011
¿Con que frecuencia?	¿La figura 5 es un Xamue?	*0.017
¿Cómo limpia los "Chauis" (Xamues) para consumirlos?	¿Usted o algún familiar se ha enfermado por consumir los "Chauis" (Xamues)?	*0.027

Tabla 21. Análisis estadístico de correlación de las variables diferenciación, frecuencia, limpieza y adquisición de enfermedad. Los resultados se expresan de acuerdo con el valor de P.

Tabla 22. Correlaciones de Sperman.

Variable	Variable	Valor P
¿Recolecta o consume Xamues?	¿Usted podría diferenciar el "Chauis" (Xamues) de otras chinches?	**0.001
Reconocimiento por imágenes	¿Usted podría diferenciar el "Chauis" (Xamues) de otras chinches?	**0.008

Tabla 22. Análisis estadístico de correlación de las variables recolección y consumo, diferenciación y reconocimiento por imágenes. Los resultados se expresan de acuerdo con el valor de P.

Odds ratio

Se realizó el cálculo de Odds ratio en busca de asociación entre los siguientes grupos.

Expuestos: Consumen y no identifican correctamente a *Thasus gigas* (Xamues).

No expuestos: No consumen e identifican correctamente a *Thasus gigas* (Xamues).

El valor resultante del cálculo del Odds ratio sugiere que existe asociación ya que el valor es mayor a uno, sin embargo, el intervalo de confianza para el 95% NC no incluye la unidad y el valor de P para la prueba de Mantel-Haenszel es mayor de 0.05 lo que nos indica que no existe asociación desde el análisis estadístico considerando las variables de consumo e identificación de *Thasus gigas* (Xamues) (Tabla 23).

Tabla 23. Odds ratio para las variables consumo e identificación.

Razón de probabilidades	1.16
IC 95%	0.25 a 5.43
P (Mantel- Haenszel)	0.084

Tabla 23. Análisis estadístico odds ratio para las variables consumo e identificación. Los resultados se expresan de acuerdo a la Razón de probabilidades y el valor de P.

Derivado de la presencia de bacterias patógenas para el humano en el intestino de *Thasus gigas* y la confusión presentada por los recolectores y consumidores de este insecto con otras chinches incluyendo triatominos que son de importancia en la salud humana se acepta la hipótesis H_0 que dice “La ingesta de *Thasus gigas* como parte de la cultura nutrimental y terapéutica de las personas incrementa el riesgo para desarrollar una enfermedad infecciosa de la población que los consume, debido a la presencia de bacterias patógenas para el humano en el contenido intestinal de este y a la confusión por parte de los recolectores y consumidores con otras chinches de importancia médica” y se rechaza la hipótesis alterna H_A que dice. “La ingesta de *Thasus gigas* como parte de la cultura nutrimental de las personas no incrementa el riesgo para desarrollar una enfermedad infecciosa de la población que los consume, debido a la ausencia de bacterias patógenas para el humano en el contenido intestinal de este y a la no confusión por parte de los recolectores y consumidores con otras chinches de importancia médica”.

DISCUSIÓN

Se realizó un estudio de tipo cuantitativo por su temporalidad transversal y por manejo de variables observacional analítico, donde se determinó la microbiota presente en el intestino de *Thasus gigas*, este se reportó en frecuencias y porcentajes, también se realizó una prueba simple para la detección de Yodo, y finalmente la aplicación de una encuesta sobre conocimientos generales, usos, e identificación de *Thasus gigas* donde se obtuvieron resultados a partir de frecuencias, porcentajes, así como el cálculo de correlación de Spearman entre distintas variables y finalmente el cálculo de odds ratio para las variables de consumo y e identificación.

Se llevo a cabo un muestreo entomológico de 80 insectos de donde se obtuvo un muestreo no probabilístico a conveniencia de 30 ejemplares de *Thasus gigas* y para la entrevista un muestreo para poblaciones simples no probabilístico selectivo por inclusión continua en la población de Tezontepec de Aldama con un n= 383 personas entrevistadas.

Existen pocas investigaciones sobre los riesgos a la salud derivados del consumo de insectos, según la OMS en el 2013 la antropoentomofagia es un hábito que se lleva alrededor del mundo principalmente en África, Asia y América por más de 2 000 millones de personas, esto atribuido a que los insectos son ricos en nutrientes lo que los hace buenos candidatos para satisfacer las demandas energéticas de las poblaciones, como todo alimento los insectos comestibles pueden estar asociados con una serie de peligros para la seguridad alimentaria lo que puede llegar a causar afectaciones a la salud pública por lo que no se debe dejar pasar el riesgo que estos pueden representar en la salud humana.

Según Fleta, en el 2008 los insectos pueden llegar a producir enfermedades mediante diversos mecanismos, especialmente si están en contacto directo y si están vivos, estos pueden comportarse como alergénicos, como vectores o transmisores de varios microorganismos que son perjudiciales para los seres humanos especialmente en condiciones higiénicas mal controladas.

Klunder en el 2012 menciona que los insectos son ricos en nutrientes y humedad, lo que proporciona un medio favorable para el crecimiento y supervivencia de los microorganismos, así mismo menciona que los insectos son portadores de una microbiota muy diversa que está asociada a sus hábitos vitales como lo es su alimentación.

Según la AECOSAN en el 2019 los microorganismos asociados a los insectos pueden estar presentes en su tracto digestivo o en la superficie externa, Ranjogopal en el 2009, Vargas Jerez et al. 2012 y Gupta y Nair, 2020 mencionan que el intestino de los insectos es un nicho ecológico rico en nutrientes en el que se encuentran microorganismos endosimbiontes y este puede estar conformado por bacterias, virus, protozoos, hongos y nematodos. La microbiota del tracto digestivo es esencial para su metabolismo, comportamiento y supervivencia y esta permanecerá en el insecto incluso cuando se limite el acceso al alimento con el fin de que estos vacíen su contenido intestinal y algunos de estos microorganismos pueden ser patógenos para el hombre, como es costumbre en el municipio de Tezontepec de Aldama el 58% de los consumidores de *Thasus gigas* llevan a cabo esta práctica llamada desfleme con el fin de "limpiar" el insecto y de esta manera no represente riesgo de contraer alguna enfermedad sin embargo no es seguro que esta práctica sea efectiva.

Existen otros tratamientos tecnológicos para eliminar microorganismos que puedan llegar a ser patógenos, que son aplicados en la industria alimentaria principalmente los térmicos como la ebullición, fritura y tostado, estos provocan una reducción considerable sin embargo existen bacterias esporuladas patógenas que pueden sobrevivir a estos tratamientos, en el caso de los insectos no industrializados como es el caso de *Thasus gigas* se debe verificar la adecuada practica de los tratamientos térmicos ya que si no se alcanzan las temperaturas adecuadas estos microorganismos pueden subsistir.

Otros factores que son importantes y que pueden aumentar el riesgo de contaminación microbiana pueden ser una higiene deficiente y una inadecuada recolección, transporte, almacenamiento y distribución como lo menciona Testa en el 2017, la NVWA en el 2014 describe que los insectos salvajes, es decir, los que se obtienen directamente de su nicho ecológico están más expuestos a una posible contaminación ya que no se pueden controlar las variables que pudieran asegurarnos su inocuidad como lo es en los industrializados, *Thasus gigas* es igualmente recolectado, transportado, procesado y almacenado para su venta en el municipio de Tezontepec de Aldama por lo que sería importante realizar estudios microbiológicos en los insectos y los alimentos que lo contienen para la venta.

Belluco et al. en el 2013, Dobermann et al. 2017 y Grabowski y Klein en el 2017 demuestran la presencia de bacterias como *Salmonella spp*, *Campilobacter spp*, *E. coli 0157:H7*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* en insectos comestibles, este estudio evidencio la presencia de *E. coli* en el 27% de las muestras de intestino de *Thasus gigas* sin embargo

no se realizó la prueba para identificar la cepa 0157:H7 esta cepa es conocida por ser una bacteria productora de toxinas que causa enfermedad intestinal en los humanos, esta bacteria está asociada en el intestino de distintos animales los cuales la adquieren por consumo de agua, alimentos o heces contaminadas así como a través de fómites, no les causa enfermedad por lo que estos pueden ser portadores o reservorios del microorganismo.

En otros estudios realizados por la EFSA en el 2015, Garofalo, 2007, Murefu et al. 2019, Dillon y Charnley en el 2002 y la FAO en el 2021 reportan otras bacterias como *Streptococcus*, *Bacillus spp*, *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Lactobacillus*, *Erwinia*, *Clostridium* y *Acinetobacter*, en las muestras de intestino de *Thasus gigas* se obtuvo el crecimiento de bacterias como *Bacillus subtilis* en el 80%, *Pseudomonas* en el 50%, y *Acinetobacter* en el 23% de las muestras de intestino de *Thasus gigas*.

Grabowski y Klein en el 2017 y Vandeweyer et al. en el 2018 realizaron estudios sobre la microbiota de un grillo comestible (*G. sigillatus*) donde obtuvieron resultados similares en cuanto a la presencia de algunas bacterias como *Proteus*, *Serratia*, *Morganella* y hongos como *Candida albicans*, en este estudio *Thasus gigas* reporto crecimiento de *Serratia* con presencia en el 100% de las muestras y el hongo *Candida albicans* en el 73% de muestras de intestino de *Thasus gigas*.

En este estudio se reportan resultados similares en cuanto al crecimiento bacteriano reportado en otros estudios, donde además encontramos otras bacterias como *Enterococcus faecalis* en el 60%, *Corynebacterium* en el 10% y *Pasteurella stomatis* en el 30% de las muestras de intestino de *Thasus gigas*, por la presencia de estos microorganismos podemos deducir que *Thasus gigas* además de tener hábitos fitófagos presenta hábitos de coprofagia y carroña como lo menciona Faundez y Carbajal en el 2011, ya que bacterias como *Enterococcus faecalis* y *Pasteurella stomatis* están presentes en fluidos y heces fecales de otros animales como perros o gatos, cabe destacar que durante las salidas de campo nos percatamos que *Thasus gigas* se encuentra presente en los mezquites (*Prosopis spp.*) peri e intra domiciliarios en la comunidad de Tezontepec de Aldama y muy escasos en el monte, por lo que deducimos que los habitantes cuidan los mezquites a través del riego para que estén más frondosos y con las vainas más jugosas, de esta manera *Thasus gigas* se mantendrá en sus árboles lo que es importante para ellos ya que muchos habitantes lo comercializan para tener un ingreso económico extra durante

la temporada de este insecto, debido a esto es seguro que *Thasus gigas* tenga contacto con heces de animales domésticos como los mencionados anteriormente.

Klunder en el 2012 y la NMWA en el 2014 refieren que existe más riesgo en cuanto a la seguridad alimentaria derivado de la ingestión del tracto intestinal de los insectos ya que la ruptura de este conduce a un aumento y liberación significativa de microorganismos que es potencialmente peligrosa, *Thasus gigas* es consumido con el intestino en las diversas formas en que se ingiere, obtenido de la encuesta realizada a recolectores y consumidores la forma en la que más se consume es en salsa con un 60% de las respuestas, donde el insecto es molido en un molcajete donde se lleva a cabo la ruptura de todas las estructuras incluyendo el intestino, seguido por el asado con un 25% de las respuestas, Stoops en el 2017, Vandeweyer et al. 2017 y por Wynants et al en el 2018 mencionan que el asado por 10 minutos reduce el contenido de enterobacterias por lo que se tiene que verificar que durante la preparación de cualquier insecto comestible se llegue a las temperaturas y tiempos adecuados para que el tratamiento térmico sea efectivo, aunque existen bacterias esporuladas que pueden sobrevivir a los tratamientos térmicos.

En cuanto a los insectos que son consumidos crudos con otros fines como el medicinal el riesgo es inminente debido a que la microbiota del insecto se consume por completo y como se reporta en este estudio todas las muestras tienen un recuento alto con más de 100,000 unidades formadoras de colonia (UFC) lo que los vuelve infecciosos, durante la aplicación de la encuesta se obtuvieron datos sobre si la población considera que *Thasus gigas* tiene un uso medicinal el 25% dice que si tiene un uso medicinal, entre los usos medicinales de *Thasus gigas* en el municipio de Tezontepec de Aldama el uso más frecuente es la diabetes con un 8% y el menos usado es para cataratas y presión con un 0.26%, un dato que resulto interesante fue su uso en el tratamiento para las personas enfermas de tiroides con el 3.3% ya que la población cree que *Thasus gigas* contiene Yodo, por lo que se procedió hacer una prueba simple de detección de Yodo que resulto negativa pues el caldo de papa no tuvo cambio de coloración, por lo que comprobamos que *Thasus gigas* no contiene Yodo.

El 86% de la población considera que *Thasus gigas* no transmite ninguna enfermedad, esto debido a la percepción que la población tiene sobre este, ya que consideran que el insecto solo come hierba y esta no es perjudicial para ellos, además que su consumo se ha llevado a cabo desde hace mucho tiempo y no han notado síntomas de enfermedad.

En cuanto a la diferenciación el 84% dice si diferenciarlo de otros insectos sin embargo cuando se les mostro las imágenes de *Thasus gigas* y otras chinches solo el 14% lo identifica correctamente mientras que el 81% lo confunde con otras chinches como los triatominos.

En la correlación de Spearman el valor de P para las variables de diferenciación y la identificación por imágenes es de $P= *0.011$, para las variables frecuencia con identificación por imágenes es de $P= *0.017$ y para las variables de limpieza con adquirir una enfermedad es de $P= *0.027$, al analizar estos resultados denota que existe una correlación significativa a nivel 0,05 entre las variables que afianza la confusión entre *Thasus gigas* y otras chinches, así como el adquirir una enfermedad bacteriana y/o parasitaria.

Para las correlaciones significativas a nivel 0,01 tenemos un valor de P para las variables Recolecta o consume y la diferenciación de *Thasus gigas* de otras chinches con un valor de $P=** 0.001$ y para las variables Reconocimiento y diferenciación de *Thasus gigas* de otras chinches con un valor de $P=**0.008$, que al analizar individualmente se denota que existe la posibilidad de riesgo ya que la población no identifica correctamente a *Thasus gigas* y señalan a otra chinche en su lugar

En cuanto al Odds ratio los resultados muestran que no existe asociación entre las variables de consumo e identificación, probablemente debido a que el consumo de este insecto es un aspecto cultural muy importante para los habitantes del municipio de Tezontepec de Aldama por lo que las personas no tienen percepción del riesgo que estos pueden atribuir a su salud, sin embargo el riesgo está presente simplemente por las bacterias encontradas en el insecto las cuales corresponden a bacterias de importancia en Salud pública como *Serratia*, *E. coli*, *Acinetobacter*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pasteurella stomatis*, *Bacillus subtilis*, *Corynebacterium*, y un hongo como *Candida albicans*, las cuales son causantes de diversas infecciones no precisamente gastrointestinales por lo que las personas que los consumen no lo atribuyen algún padecimiento al consumo este insecto.

CONCLUSIONES

El consumo de insectos se trata de una práctica alimentaria que tiene ventajas y desventajas, dependiendo de varios factores como el tipo de insecto, su origen, su procesamiento y su legislación.

Los insectos comestibles son una buena fuente de nutrientes que pueden contribuir a la seguridad alimentaria y la nutrición humana, sin embargo, el consumo de insectos también implica riesgos sanitarios como la presencia de microorganismos patógenos, alérgenos, metales pesados o residuos de plaguicidas.

Los riesgos biológicos asociados con el consumo de insectos se consideran generalmente bajos siempre y cuando estén bajo las normas de seguridad alimentaria, por lo que resulta de preocupación aquellos que son extraídos de la naturaleza, donde las variables de inocuidad no se pueden controlar como en la industria, y que además no se tiene seguridad de que reciban los tratamientos adecuados que eliminen todo aquel microorganismo que pueda ser de relevancia en la salud pública, como lo es el caso de *Thasus gigas* (Xamues).

Thasus gigas es un insecto que se extrae de la naturaleza con fines alimenticios y terapéuticos en el municipio de Tezontepec de Aldama, el análisis microbiológico realizado a este insecto evidencio la presencia de bacterias de importancia médica para el humano como lo es *Serratia*, *E. coli*, *Acinetobacter*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pasteurella stomatis*, *Bacillus subtilis*, *Corynebacterium*, y el hongo *Candida albicans* todas con una alta presencia de UFC lo que nos indica que podrían causar una infección.

Los tratamientos aplicados a *Thasus gigas* para eliminar microorganismos son poco confiables, el pretratamiento de agua con sal no es seguro puesto que la concentración de sal utilizada dependerá de cada persona y de si dicha cantidad es la adecuada para que exista un efecto bactericida, tampoco asegura que este elimine los microorganismos presentes en el tubo digestivo del insecto donde se sabe existe gran contenido bacteriano, así mismo se puede dar la contaminación post tratamiento durante la manipulación para la preparación.

En cuanto al tratamiento térmico puede no ser llevado adecuadamente debido a que no existen los parámetros de tiempo y temperatura establecidos en la legislación para que los microorganismos presentes en el insecto sean eliminados correctamente, esto también

dependerá del tiempo que cada persona considere suficiente para cocinar el insecto, otro punto de importancia es que la población tiene desconocimiento de que este insecto presenta bacterias que son de importancia médica para el humano.

Para las personas que lo consumen vivo o "crudo" el riesgo es definitivamente alto solo por la presencia de las bacterias encontradas en este insecto sin embargo esto dependerá de otros factores como el estado de salud del individuo, así como la percepción que estos tienen del insecto, es de conocimiento común que *Thasus gigas* es usado para el tratamiento de enfermedades como diabetes y tiroides, en el primer caso existe un antecedente en vías de publicación donde se reporta que el consumo de este insecto tiene efectos sobre los niveles de glucosa de los individuos, por lo que queda abierta la incógnita

¿Qué propiedades o principios activos posee este insecto para lograr dichos efectos?, en el segundo caso su uso en el tratamiento para la tiroides se realiza por la creencia de que este insecto posee Yodo y que al ser consumido vivo o crudo este cura o mejora la enfermedad, en este estudio se comprobó que *Thasus gigas* no contiene yodo, por lo que de igual manera nos preguntamos si las creencias y la cultura de la población influyen en la mejora de estas enfermedades o realmente poseen propiedades que coadyuven en la terapéutica, por lo que sería de gran importancia e interés seguir realizando estudios sobre las ventajas y desventajas de consumir este insecto.

En cuanto al desconocimiento del insecto es probable que la población de Tezontepec de Aldama consuma otra chinche que no sea *Thasus gigas*, lo que es de gran preocupación, ya que en el Valle del Mezquital se reportan focos de la enfermedad de Chagas, por lo que se cabe la posibilidad de que se den casos de esta enfermedad por consumo accidental de triatominos.

En cuanto la legislación en México a pesar de ser un país con una cultura importante en el consumo de insectos no existe normas específicas que regulen el cultivo, procesamiento, venta y consumo de estos por lo que la alimentación con insectos se lleva a cabo bajo la ilegalidad en nuestro país, por lo que la falta de regulación resulta preocupante ya que no se sabe que se consume y si su origen garantiza o no la inocuidad.

El escenario de riesgo a la salud por el consumo de *Thasus gigas* existe si no se llevan a cabo las prácticas de higiene adecuadas, que eliminen cualquier microorganismo presente en el exterior e interior de este insecto, así como la correcta identificación que permita evitar

consumir otras chinches de importancia médica para el humano distribuidas en las mismas localidades, así como la pronta elaboración de normas que puedan regir el consumo de insectos en el Estado de Hidalgo que proporcionen seguridad alimentaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. (2018). Informe del comité científico de la Agencia Española de Consumo, Seguridad alimentaria y nutrición (AECOSAN) con relación a los riesgos microbiológicos y alergénicos asociados al consumo de insectos. Disponible en: https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/publicaciones/revistas_comite_cientifico/comite_cientifico_27.pdf
- Amadi, E.N., Ogbalu, O.K., Barimalaa, I.S., Pius, M. y Harccourt, P. (2005). Microbiology and nutritional composition of an edible larva (*Bunaea alcinoe* Stoll) of Niger Delta. *Journal of Food Safety*. 25: 193-197. Disponible en: <https://scihub.se/https://doi.org/10.1111/j.1745-4565.2005.00577.x>
- Anacarso, I., Iseppi, R., Sabia, C., Messi, P., Condó, C., Bondi, M. y de Nierderhäusern, S. (2016). Conjugation mediated transfer of antibiotic- resistance plasmids between Enterobacteriaceae in digestive tract of *Blaberus craniifer* (Blattodea: Blaberidae). *Journal of Medical Entomology*. 53(3): 591-597. Disponible en: <https://scihub.se/https://doi.org/10.1093/jme/tjw005>
- Arana, F. (2006). Insectos comestibles entre el gusto y la aversión. UNAM. Disponible en: https://books.google.com.mx/books?id=uqVgkNJJsEsC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Avendaño, C., Sánchez, M. y Valenzuela, C. (2020). Insectos: son realmente una alternativa para la alimentación de animales y humanos. *Revista chilena de nutrición*. 47 (6): 1029-1037. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182020000601029
- Belluco, S., Lossaso, C., Maggioletti, M., Alonzi, C.C., Paoletti, M. y Ricci, A. (2013). Edible insects in a food safety and nutritional perspective: a critical review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12, pp:296-313. Disponible en: <https://scihub.se/https://doi.org/10.1111/1541-4337.12014>
- Blum, M.S. (1994). The limits of Entomophagy: A discretionary Gourmand in a world of Toxic Insects. *The food Insects Newsletter*. Vol. 7. Num. 1. Disponible en:

https://insectsasfood.russell.wisc.edu/wp-content/uploads/sites/246/2012/09/Volume_7_No_1.pdf

Braide, W., Oranusi, S., Udegbonam, L.I., Oguoma, O., Akobondu, C. y Nwaoguikpe, R.N. (2011). Microbiological quality of an edible caterpillar of an emperor moth, *Bunanea alcinoe*. Journal of Ecology and the Natural Environment. 3: 176-180. Disponible en: <https://academicjournals.org/journal/JENE/article-full-text-pdf/A565CDE9753>

Brailovsky, H., Carl, W.S., Barrera, E. y Packauskas, R.J. (1994). A Revision of The Genus *Thasus* (Hemiptera- Coreinae: Nematopodini). Journal New York Entomology Society. 102 (3): 318-343. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/264543509_A_revision_of_the_genus_Thasus_Hemiptera_Coreidae_Coreinae_Nematopodini

Brailovsky, H., Ortega León, G., Barrera, E. y Mayorga, C. (1995). Estadios ninfales de los coréidos del Valle de Tehuacán, Puebla, México (hemíptera-heteróptera) II. Especies asociadas a huizacheras (*Acacia spp.*) y Mezquiteras (*Prosopis spp.*): *Mozena lunata*, *Pachylis hector*, *Savius jurgiosus* y *Thasus gigas*. Anales. Inst. Biol. Univ. Autón. México. Ser. Zool. 66 (1): 57-79. Disponible en: <https://www.revistas.unam.mx/index.php/zoo/article/view/7128/6635>

Caparros Megido, R., Desmedt, S., Blecker, C., Bera, F., Haubruge, E., Alabi, T. y Francis, F. (2017). Microbiological load of edible insects found in Belgium. Insects. 8 (12): 1-8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5371940/>

Cazemier, A.E., Hackstein, J.H.P., Op den Camp, H.J.M., Rosenberg, J. y van der Drift, C. (1997). Bacteria in the intestinal tract of different species of arthropods. Microbial Ecology. 33(3): 189-197. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1007/s002489900021>

CONABIO. (2018). Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). Registros de ejemplares, versión 2017-12. Publicación en el Geoportal y Enciclovida. México. Disponible en: <https://enciclovida.mx/especies/86475-thasus-gigas>

Costa Neto, E. (2005). Entomotherapy, or the medicinal use of insects. Journal of Ethnobiology. 25 (1): 93-114. Disponible en: [https://bioone.org/journals/journal-of-ethnobiology/volume-25/issue-1/0278-0771_2005_25_93_EOTMUO_2.0.CO_2/Entomotherapy-or-the-Medicinal-Use-of-Insects/10.2993/0278-0771\(2005\)25\[93:EOTMUO\]2.0.CO;2.full](https://bioone.org/journals/journal-of-ethnobiology/volume-25/issue-1/0278-0771_2005_25_93_EOTMUO_2.0.CO_2/Entomotherapy-or-the-Medicinal-Use-of-Insects/10.2993/0278-0771(2005)25[93:EOTMUO]2.0.CO;2.full)

- Costa Neto, E. y Ramos Elorduy, J. (2006). Los insectos comestibles de Brasil: Etnicidad, Diversidad e Importancia en la Alimentación. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa. 38: 423-442. Disponible en: <http://sea-entomologia.org/PDF/GeneralInsectorum/GE-0062.pdf>
- Dillon, R. y Charnley, K. (2002). Mutualism between the desert locust *Schistocerca gregaria* and its gut microbiota. *Research in Microbiology*. 153: 503-509. Disponible en: [https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/S0923-2508\(02\)01361-X](https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/S0923-2508(02)01361-X)
- Dirección de Promoción y Prevención Salud Nutricional Alimentos y Bebidas. (2013). Salud publica Calidad e Inocuidad de Alimentos. 32-76. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/salud/Documents/general-temp-jd/LA%20INOCUIDAD%20DE%20ALIMENTOS%20Y%20SU%20IMPORTANCIA%20EN%20LA%20CADENA%20AGROALIMENTARIA.pdf>
- Dobermann, D., Swift, J.A., Field, L.M. (2017). Opportunities and hurdles of edible insects for food and feed: *Nutrition Bulletin*, 42: 293-308. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/nbu.12291>
- European Food Safety Authority. Scientific "EFSA". (2015). Opinion on a risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. *EFSA Journal*. 13 (10): 4257. Disponible en: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2015.4257>
- FAO/OMS. (2013). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación / Organización Mundial de la Salud. Edible insects. Future prospects for food and feed security. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf>
- Faundez, E.I. y Carvajal, M. (2011). Primer registro de una picadura de *Leptoglossus chilensis* (spinola 1852) (Hemiptera: Heteróptera: Coreidae) en un ser humano. *Boletín de Biodiversidad de Chile*. 6. 22-25. Disponible en: <http://www.bbchile.com/pdfs/2011/6/02-Faundez-2011-6.pdf>
- Faundez, E.I. (2020). Chinchas (Insecta: Heteróptera) sinantrópicos y hemisinantrópicos de importancia médica y sanitaria en Chile. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/340172351_Chinchas_Insecta_Heteroptera_sinantropicos_y_hemisinantropicos_de_importancia_medica_y_sanitaria_en_Chile
- Fleta Zaragozano, J. (2008). El placer de la comida: de la tradición al exotismo. *Boletín de la Sociedad de Pediatría de Aragón, La Rioja y Soria*. <http://spars.es/wp-content/uploads/2017/02/vol37-n1-1.pdf>

- Fleta Zaragozano, J. (2018). Entomofagia: ¿Una alternativa a nuestra dieta tradicional? *Sanidad Militar*. 74 (1): 41-46. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1887-85712018000100041
- Garofalo, C., Osimani, A., Milanovic, V., Cardinali, F., Aquilanti, L., Riolo, P., Ruschioni, S., Isidoro, N. y Clementi, F. (2017). The microbiota of marketed processed edible insects as revealed by high-throughput sequencing. *Food Microbiology*. 62: 15-22. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1016/j.fm.2016.09.012>
- Garofalo, C., Milanovic, V., Cardinali, F., Aquilanti, L., Clementi, F. y Osimani, A. (2019). Current knowledge on the microbiota of edible insects intended for human consumption: A state-of-the-art review. *Food Research International*. 125: 108527. Disponible en: <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108527>
- Goula, M. y Mata, L. (2015). Clase Insecta. Orden Hemiptera, Suborden Heteróptera. *Revista IDEA-sea*. 8. 1-9. Disponible en: http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_53.pdf
- Grabowski, N. y Klein, G. (2017a). Microbiology of processed edible insect products- Results of a preliminary survey. *International Journal of Food Microbiology*. 243: 103-107. Disponible en: <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.11.005>
- Graczyk, T.K., Knigth, R. y Tamang, L. (2005). Mechanical transmission of human protozoan parasites by insects. *Clinical Microbiology Reviews*. 18 (1): 128-132. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC544177/>
- Gupta, A. y Nair, S. (2020). Dynamics of Insec-Microbiome Interaction Influence Host and Microbial Symbiont. *Frontiers in Microbiology*. 11:1-18. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2020.01357/full>
- Guzmán Mendoza, R., Calzontzi Marín, J., Salas Araiza, M.D. y Martínez Yáñez, R. (2016). La riqueza biológica de los insectos: análisis de su importancia multidimensional. *Acta zoológica mexicana*, 32(3): 370-379. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372016000300370
- Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN). En relación con los riesgos microbiológicos y alergénicos asociados al consumo de insectos. 27. 11-40. Disponible en: https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/CONSUMO_INSECTOS.pdf

- Junghans, C. y Gómez, B. (2016). La antropoentomofagia en comunidades de Chiapas. Universidad de artes y Ciencias Chiapas. Disponible en: <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/1640>
- Kinfu, A. y Erko, B. (2008). Cockroaches as carriers of human intestinal parasites in two localities in Ethiopia. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene. 102: 1143-1147. Disponible en: <https://scihub.se/https://doi.org/10.1016/j.trstmh.2008.05.009>
- Klunder, H., Wolkers-Rooijackers, J., Korpela, J. y Nout, M. (2012). Microbiological aspects of processing and storage of edible insects. Food control. 26. 628-631. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/239849938_Microbiological_aspects_of_processing_and_storage_of_edible_insects
- Lázaro, F. (2011). Los insectos: un alimento exótico. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid.
- Lupi, O. (2006). Myiasis as a risk factor for prion disease in humans. Journal of the European Academy of Dermatology and Venerology. 20: 1037-1045. Disponible en: <https://scihub.se/10.1111/j.1468-3083.2006.01595.x>
- Márquez Luna, J. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa. 37: 385-408. Disponible en: <http://sea-entomologia.org/PDF/GeneralInsectorum/GE-0056.pdf>
- Martínez Hernández, J. G., Brailovsky, H., Corona López, A. M., Flores Palacios, A. y Toledo Hernández, V. H. (2020). Diversidad y estacionalidad de Coreidae (Hemiptera: Heteroptera) en el bosque tropical caducifolio en Morelos, México. Revista mexicana de biodiversidad. Disponible en: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2020.91.3244>
- Mendoza, M., Quintero, L., Güemes, V., Soto, S., López, H., Reyes, S.M.I. (2009). Utilización del "Xamui" (*Thasus gigas*) en la elaboración y conservación de una salsa tradicional del Valle del Mezquital. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Disponible en: https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icap/LI_GranSem/Norma_Vera/25.pdf
- Monroy Moncayo, N., Amador Chávez, M.M., García Fragoso, D.G., Reynoso Vázquez, J., De la O Arciniega, M. y Ruvalcaba Ledezma, J. C. (2014). Is ingestion of *Thasus gigas* (Xamues) an alimentary culture or an auxiliary treatment for type II diabetes? African journal of traditional, complementary, and alternative medicines. 11(14): 131-135. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4202408/>

- Mora Estrada, L. F., Ruiz Montoya, L., Ramírez Marcial, N., Morón Ríos, A. y Mayorga Martínez, M. C. (2017). Diversidad de chinches (Hemíptera: Heteróptera) en bosques secundarios de pino-encino de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 88(1), 86-105. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.01.016>
- Mpuchane, S., Taligoola, H.K. y Gashe, B.A. (1996). Fungi associated with *Imbrasia belina* and edible caterpillar. *Botswana Notes and Records*. 28: 193-197. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/40980141>
- Murefu, T.R., Macheka, L., Musundire, R. y Manditsera, F.A. (2019). Safety of wild harvested and reared edible insects: A review. *Food Control*. 101: 209-224. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713519301021?via%3Dihub>
- Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority "NVWA". (2014). Advisory report on the risks associated with the consumption of mass- reared insects. Disponible en: <http://www.nvwa.nl/actueel/risicobeoordelingen/bestand/2207475/consumptie-gekte-insecten-advies-buro>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura "FAO". (2021). La contribución de los insectos a la seguridad alimentaria, los medios de vida y el medio ambiente. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i3264s/i3264s00.pdf>
- Post, K., Riesner, D., Walldorf, V. y Mehlhorn, H. (1999). Fly larvae and pupae as vectors of scrapie. *Lancet*. 354: 1969-1970. Disponible en: [https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(99\)00469-9](https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/S0140-6736(99)00469-9)
- Ramírez - Pérez, J. (1989). La cucaracha como vector de agentes patógenos. *Bol. Of Sanit Panam.* 107 (1); 41-53. Disponible en: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/17712/v107n1p41.pdf>
- Ramos Elorduy, J. (2004). La etnoentomología en la alimentación, la medicina y el reciclaje. *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento.* 329-413. Disponible en: https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/Artropodos%20IV_1.pdf
- Ranjogopal, R. (2009). Beneficial Interactions between insects and gut bacteria. *Indian Journal of Microbiology*. 49 (2): 114-119. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1007/s12088-009-0023-z>

Red de Seguridad Alimentaria del CONICET. (2021). Producción de insectos para consumo humano. descripción de procesos y perfil de riesgo. Disponible en: <https://rsa.conicet.gov.ar/wp-content/uploads/2021/12/Informe-final-Produccion-de-insectos-para-consumo-humano-RSA-CONICET-AC.pdf>

Ribeiro, J.C., Cunha, L.M., Sousa-Pinto, B. y Fonseca, J. (2017). Allergic risks of consuming edible insects: A systematic review. *Molecular Nutrition and Food Research*. 62 (1): 1-12. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1002/mnfr.201700030>

Ruvalcaba Ledezma, J.C., Cuevas Figueroa, X. y Cortes Asiento, S. (2016). Laboratorio de biología general. Prácticas de bachillerato. Trillas.

Schlüter, O., Rumpold, B., Holzhauser, T., Roth, A., Vogel, R.F., Quasigroch, W., Vogel, S., Heinz, V., Jäger, H., Bandick, N., Kulling, S., Knorr, D., Steinberg, P. y Engel, K.H. (2017). Safety aspects of the production of foods and food ingredients from insects. *Molecular Nutrition and Food Research*. 61(6). Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1002/mnfr.201600520>

Schmidt, K. y Engel, P. (2021). Mechanisms underlying gut microbiota - host interactions in insects. *Journal of Experimental Biology*. 224 (2). Disponible en: <https://journals.biologists.com/jeb/article/224/2/jeb207696/237137/Mechanisms-underlying-gut-microbiota-host>

Secretaría de Salud. Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para Salud. Diario Oficial de la Federación. 6 de enero de 1987. Disponible en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGS_MIS.pdf

Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. Diario Oficial de la Federación. 12 de diciembre de 1995. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4886029&fecha=12/12/1995#gsc.tab=0

Sermeño Chicas, J.M., Pérez, D., Serrano Cervantes, L., Parada Jaco, M.E., Joyce, A.L., Maldonado Santos, E.J., Alvanes Leyva, Y.A., Rodríguez Sabrán, F.M., Girón Segovia, C.D., García Sánchez, D.A., Hernández León C.E., Rivas Nieto, F., Rivera Mejía, F.A., Parada Berrios, F.A., Rodríguez Urrutia, E.A., Vázquez Ocegueda, E.A. y Lovo Lara, L.M. (2019). Diversidad de Artrópodos y sus enemigos naturales asociados al café (*Coffea arabica* L.) en el Salvador. Universidad del Salvador. Disponible en:

<https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/19728/1/Libro%20Artropodos%20Cafe%20%20EL%22SA%20LVADOR%20version%20digital%20%2839.1MB%29%20OK.pdf>.

Stoops, J., Crauwels, S., Waud, M., Claes, J., Lievens, B. y Van Campenhout, L. (2016). Microbial community assessment of mealworm larvae (*Tenebrio molitor*) and grasshoppers (*Locusta migratoria migratorioides*): sold for human consumption. Food Microbiology. 53: 122-127. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1016/j.fm.2015.09.010>

Stoops, J., Vandeweyer, D., Crauwels, S., Verreth, C., Boeckx, H., Van Der Borght, M., Claes, J., Lievens, B. y Van Campenhout, L. (2017). Minced meat-like products from mealworm larvae (*Tenebrio molitor* and *Alphitobius diapererinus*): microbial dynamics during production and storage. Innovative Food Science & Emerging Technologies. 41: 1-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27863329/>

Suh, S.O., Mchugh, J.V., Pollock, D.D. y Blackwell, M. (2005). The beetle gut: a hyperdiverse source of novel yeasts. Mycological Research. 109: 261-265. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2943959/>

Testa, M., Stillo, M., Maffey, G., Andriolo, V., Gardois, P. y Zotti, C.M. (2017). Ugly but tasty: A systematic review of possible human and animal health risks related to entomophagy. Critical reviews in Food science and nutrition, 57 (17): 3747-3759. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1080/10408398.2016.1162766>

UE. (2007). Reglamento (UE) N° 1881/2006 de la comisión, de 19 de diciembre 2006, por lo que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en productos alimenticios. 5-24. Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2006/364/L00005-00024.pdf>

Vargas Jerez, A., José Vivero, R., Uribe, S., Moreno, C. y Cadavid Restrepo, G. (2012). Interacción de microbiotas bacterianas e insectos. Boletín del Museo Entomológico. 4(3): 13-21. Disponible en: <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/127764/1/535101-Texto%20del%20art%C3%ADculo-2001221-1-10-20221213.pdf>

Vandeweyer, D., Lenaerts, S., Callens, A. y Van Campenhout, L.(2017b). Effect of blanching followed by refrigerated storage or industrial microwave drying on the microbial load of yellow mealworm larvae (*Tenebrio molitor*). Food Control. 71: 311-314. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713516303747?via%3Dihub>

- Vandeweyer, D., Wynants, E., Crauwels, S., Verreth, C., Viaene, N., Claes, J., Lievens, B. y Van Campenhout, L. (2018). Microbial Dynamics during industrial rearing, Processing, and Storage of Tropical House Crickets (*Gryllobates sigillatus*) for Human Consumption. *Applied and Environmental Microbiology*. 84 (12): e00255-18. Disponible en: <https://journals.asm.org/doi/10.1128/AEM.00255-18>
- Viesca-González, F. & Romero-Contreras, A. (2009). La Entomofagia en México. Algunos aspectos culturales. *El Periplo Sustentable*, (16), 57-83.
- Vila, I. (2020). Origen del consumo de insectos. All you need is biology. Disponible en: <https://allyouneedisbiology.wordpress.com/tag/origen-del-consumo-de-insectos/>
- Wilson, M.E., Lorente, C.A., Allen, J.E. y Eberhard, M.L. (2001). Gongylnema infection of the mouth in a resident of Cambridge, Massachusetts. *Clinical Infectious Diseases*. 32 (9): 1378-1380. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1086/319991>
- Wynants, E., Crauwels, S., Verreth, C., Gianotten, N., Lievens, B., Claes, J. y Van Campenhout, L. (2018). Microbial dynamics during production of lesser mealworms (*Alphitobius diaperinus*) for human consumption at industrial scale. *Food Microbiology*. 70: 181-191. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0740002017307050?via%3Dihub>

ANEXO I



UAGro
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA MOLECULAR Y BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

Chilpancingo, Gro., a 13 de mayo de 2022

M. en CS. Ma. del Consuelo Cabrera Morales
Coordinadora de la Maestría en Salud Pública
Director of Graduate Studies Master in Public Health
PRESENTE

Asunto: Estancia de investigación

Por medio del presente me permito informarle que la maestrante **Dulce Daniela Cordero Mendoza**, alumna del 2º semestre del posgrado mencionado, ha estado *realizando una estancia educativa en mi laboratorio 01* a la fecha actual, misma que ha versado sobre el estudio entomológico y microbiológico de especímenes que usará para su trabajo de tesis denominado “Riesgo a la salud por ingesta de *Thasus gigas* (Xamues) en el Valle del Mezquital en Hidalgo, durante 2022”.

Sin otro particular, hago propicia la ocasión para enviarle un cordial saludo

Atentamente

Dra. Jeiry Toribio Jiménez
Profesora Investigadora de TC titular C
Sistema Nacional de Investigadores nivel I
Perfil PRODEP

Facultad de Ciencias Químico-Biológicas.
Av. Lázaro Cárdenas. Ciudad Universitaria. C. P 39070.
Tel: 01 747 4725503 Ext: 3638. Chilpancingo de los Bravo., Gro.

www.uagro.mx

ANEXO II

Ficha de identificación

Sexo

Edad

Ocupación

Escolaridad

Reside en Tezontepec de Aldama

Recolecta o consume *Thasus gigas* (Xamues)

ANEXO III

Entrevista

Sección 1 Conocimientos generales

1. ¿Disculpe usted conoce los "chavis" (Xamues)?

1. Si 2. No

2. ¿Qué son los "chavis" (Xamues)?

1. Insectos 2. Animales 3. No sabe 4. Otro

3. ¿Usted podría diferenciar el "chavis" (Xamues) de otras chinches?

1. Si 2. No

4. ¿Cómo las diferencia?

1. Sustancia que segrega 2. Colores 3. Olor 4. No se diferenciar 5. Otro

5. ¿Si usted colecta "chavis" (Xamues) en donde los colecta?

1. Cerro 2. Casa 3. No colecta 4. Otro

6. ¿Cómo colecta los "chavis" (Xamues)?

1. Mano 2. Palo/Herramienta 3. No colecta 4. Otro

Sección 2 Consumo y preparación

1. ¿Usted ha comido los "chavis" (Xamues)?

1. Si 2. No

2. ¿Con que frecuencia?

1. Una vez al año 2. Dos a tres veces al año en temporada 3. Más de cuatro veces en temporada 4. No consumo 5. Otro

3. ¿Cómo consume los "chavis" (Xamues)?

1. Crudo 2. Asado 3. Hervido 4. Salsa 5. No consume 6. Otro

4. ¿Cómo limpia los "chavis" (Xamues) para consumirlos?

1. Los desflema 2. No los desflema 3. No los limpia 4. No consume

5. ¿Por cuánto tiempo los limpia?

1. Menos de 5 minutos 2. Más de 10 minutos 3. No consume 4. Otro

Sección 3 Conocimientos sobre usos y enfermedad

1. ¿Sabe si tienen algún uso medicinal?

1. Si 2. No

2. ¿Cuál? Si no sabe escriba no se

3. ¿Sabe si transmite alguna enfermedad?

1. Si 2. No

4. ¿Cuál? Si no sabe escriba no se

5. ¿Usted o algún familiar se ha enfermado por consumir los "chavis" (Xamues)?

1. Si 2. No

6. De ser así ¿Platíqueme sobre esa enfermedad, tuvo alguno de estos síntomas?

1. Molestias estomacales 2. Dolor de cabeza 3. Síntomas respiratorios 4. Mareo 5. Ninguno

6. No hubo enfermedad 7. Otro

7. ¿Acudió al médico?

1. Si 2. No 3. No hubo enfermedad 4. Otro

8. ¿El médico le informó que su enfermedad fue debido al consumo de "chavis" (Xamues)?

Si 2. No 3. No hubo enfermedad

Sección 4 Reconocimiento de *Thasus gigas* (Xamues) a través de imágenes

1. ¿La figura 1 es un "chavis" (Xamues)?



Golubov, J. Xamues [Internet] .2015 [04/05/2022]. Disponible en: <https://www.naturalista.mx/photos/2565398>

2. ¿La figura 2 es un "chavis" (Xamues)?



Fonseca-Mata, J.C. Foto 71705045 [Internet] .2020 [04/05/2022]. Disponible en: <https://www.naturalista.mx/photos/71705045>

3. ¿La figura 3 es un "chavis" (Xamues)?



El Sol de Hidalgo. Enfermedad de Chagas recurrente [Internet] .2021 [04/05/2022]. Disponible en: <https://www.elsoldehidalgo.com.mx/local/enfermedad-de-chagas-recurrente-6313218.html>

4. ¿La figura 4 es un "chavis" (Xamues)?



S.A.Triatomino. [Internet] .2018 [04/05/2022]. Disponible en: <https://colombia.inaturalist.org/photos/20043243>

5. ¿La figura 5 es un "chavis" (Xamues)?



Pacocabello. Insectos asesinos (insecto vampiro triatomino) [Internet]. Sin fecha [04/05/2022]. Disponible en: <https://www.pacocabello.es/como/los-18-chinches-domesticos-mas-comunes-en-estados-unidos/>