



**Universidad Autónoma de Querétaro**  
**Facultad de Ciencias Naturales**



**Caelíferos (Orthoptera) asociados a cultivos de maíz (*Zea mays*) y sus posibles usos en Querétaro, Querétaro, México.**

**Tesis Individual**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de  
**Licenciado en Biología**

**Presenta:**

Daniel Gerardo Sánchez Carreto

**Dirigido por:**

M. en C. Erick Omar Martínez Luque

Centro Universitario  
Querétaro, Qro.  
2022  
**México**



**Universidad Autónoma de Querétaro**  
**Facultad de Ciencias Naturales**



**Caelíferos (Orthoptera) asociados a cultivos de maíz (*Zea mays*) y sus posibles usos en Querétaro, Querétaro, México.**

**Tesis Individual**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de:

**Licenciado en Biología**

**Presenta:**

Daniel Gerardo Sánchez Carreto

**Dirigido por:**

M. en C. Erick Omar Martínez Luque

M. en C. Erick Omar Martínez Luque  
**Presidente**

Dr. Robert Wallace Jones  
**Secretario**

Dr. Uriel Jeshua Sánchez Reyes  
**Vocal**

M. en C. Hugo Alberto Castillo Gómez  
**Vocal**

Centro Universitario  
Querétaro, Qro.  
2022  
**México**

## Resumen

Los chapulines son insectos fitófagos estrictos que en gran abundancia pueden acabar con la biomasa vegetal y cambiar la estructura vegetal del hábitat, por lo que son considerados plagas agrícolas importantes, siendo en el sur del estado de Querétaro el chapulín, considerado la plaga más importante, principalmente para cultivos de temporal. En México se consumen los chapulines, sin embargo, su mayor uso se concentra en el sur del país. *Sphenarium purpurascens* es el chapulín más consumido y se distribuye por todo el país. El objetivo de este trabajo es conocer la diversidad de Caelíferos en dos campos de cultivo de temporal de maíz y proporcionar una alternativa para el manejo de los chapulines. Las dos áreas de estudio se encuentran ubicadas en la delegación de Santa Rosa Jáuregui, al norte de la ciudad de Querétaro. Se hicieron muestreos utilizando métodos de colecta directa, con redes entomológicas. El material fue identificado y guardado en la colección entomológica (UAQE), Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro (FCN-UAQ). También, se realizaron encuestas electrónicas dirigidas a la comunidad universitaria y a la sociedad queretana para conocer el grado de aceptación a los chapulines como un suplemento alimenticio. Se colectaron y se identificaron un total de 288 adultos divididas en siete subfamilias y 15 especies. Siete especies fueron exclusivamente encontradas en La Barreta, el cultivo con mayor vegetación nativa asociada; por su parte en La Carbonera se encontraron dos especies exclusivas del lugar. Sin embargo, seis especies fueron compartidas entre los cultivos, siendo estas también las que más individuos fueron capturados; a su vez el índice de similitud faunística fue  $I_{bc} = 0.743$ . *Sphenarium purpurascens* fue la especie mejor representada en ambos sitios. Las encuestas electrónicas realizadas a la comunidad universitaria y a la sociedad queretana arrojaron resultados favorables para el uso y consumo de chapulines como un suplemento alimenticio. Este trabajo aporta una lista de Caelíferos asociados a cultivos de maíz, además de los datos ecológicos de los Caelíferos presentes en los sitios de muestreo. Por otro lado, el presente trabajo invita a dejar de ver a los chapulines como una plaga importante para el cultivo, si no como un recurso más del campo que puede ser aprovechado económicamente.

Palabras clave: Orthoptera, Caelifera, Chapulines, Antropoentomofagia, Maíz, Cultivo, Querétaro

## Summary

Grasshoppers are strictly phytophagous that when in great abundance can destroy plant biomass and change the plant structure of the habitat, therefore, they are considered important agricultural pests, being in the south of the state of Querétaro the chapulín, the most important pest, mainly for seasonal crops. Grasshoppers are consumed in Mexico, however, their greatest use is concentrated in the south of the

country. *Sphenarium purpurascens* is the most consumed grasshopper and is distributed throughout the country. The objective of this work is to know the diversity of Caelifera in two temporary corn fields and to provide an alternative for the management of grasshoppers. The two study areas are located in the Santa Rosa Jáuregui district, north of the city of Querétaro. Samplings were made using direct collection methods, with entomological nets. The material was identified and stored in the entomological collection (UAQE), Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro (FCN-UAQ). Electronic surveys were also carried out aimed at the university community and Querétaro society to find out the degree of acceptance of grasshoppers as a food supplement. A total of 288 adults divided into seven subfamilies and 15 species were collected and identified. Seven species were exclusively found in La Barreta, the crop with the largest associated native vegetation; In La Carbonera two exclusive species of the place were found. However, six species were shared among the crops, and these were also the ones with the most individuals captured; in turn, the faunistic similarity index was  $I_{bc}=0.743$ . *Sphenarium purpurascens* was the best represented species at both sites. The electronic surveys carried out on the university community and Querétaro society yielded favorable results for the use and consumption of grasshoppers as a food supplement. This work provides a list of Caelifera associated with maize crops, in addition to the ecological data of the Caelifera present in the sampling sites. The present work invites to stop seeing the grasshoppers as an important pest for the crop, but as another resource of the field that can be used economically.

Key words: Orthoptera, Caelifera, Grasshoppers, Entomophagy, Corn, Crop, Querétaro

*Dedicado para mis abuelos,  
Por ser los pilares más fuertes de mi familia y haberme enseñado a comer  
jumiles e insectos*

*Dr. Francisco Javier Carreto Benítez*

*Evangelina Parra Campos*

*A mis padres y mis hermanos que me apoyaron todo el tiempo y siempre me  
cubrieron con amor*

*A mi tío Paco y tía Yoli, gracias tío por enseñarme que la ciencia es  
maravillosa, sorprendente y mágica*

*A mi tío Julio y tía Vicky por enseñarme el camino de la biología y lo bello  
de la naturaleza*

*A toda mi familia que estuvo presente en todo el proceso, dándome apoyo y  
motivándome*

*A mi novia Nayeli por creer en mí, ser mi equipo y siempre compartir amor  
conmigo*

## *Agradecimientos*

*A mi director de tesis M. en C. Erick Omar Martínez Luque por su gran guía en este trabajo y por su apoyo total en él*

*A mi asesor y profesor Dr. Robert Wallace Jones por transmitirme durante la carrera el profundo interés en los insectos*

*A mi asesor Dr. Uriel Jeshua Sánchez Reyes por la gran ayuda y aportación en los análisis estadísticos e interpretación de datos*

*A mi asesor M. en C. Hugo Alberto Castillo Gómez por su apoyo en el proyecto*

*A la colección entomológica de la FCM por brindarme el espacio y material para poder realizar las colectas, identificación y resguardo de los ejemplares*

*A la señora Eugenia y a la señora Ángeles por permitirme utilizar sus terrenos para realizar las colectas*

*A mi buen amigo Alan Herrera por ayudarme con la interpretación de los resultados y a crear el mapa del municipio de Querétaro*

*A mis amigos Ale, Brigitte, Khady y Pepe por ayudarme con las colectas y por ser mi equipo oficial de la carrera*

*A mis grandes y viejos amigos Alfredo, Tavo y Ricardo gracias por su apoyo incondicional en mi vida*

*A Jesús Puente y al Museo de Bichos e insectos por la oportunidad de colaborar con ellos y hacer crecer mi conocimiento y pasión por los bichos*

*A mi equipo de rugby Gatos Salvajes por apoyar este proyecto y motivarme a nunca rendirme*

*A todas las demás personas que contestaron la encuesta y que además apoyaron la realización de este proyecto*

## Tabla de contenido

1. Introducción .....	<del>1144</del>
1.1 Generalidades de Orthoptera.....	<del>1144</del>
1.2 Biología de Orthoptera.....	16
1.3 Historia taxonómica .....	18
1.4 Generalidades de la familia Acrididae.....	19
1.5 Subfamilias de Acrididae .....	21
1.6 Generalidades de la familia Romaleidae.....	23
1.7 Subfamilias de Romaleidae .....	23
1.8 Generalidades de la familia Pyrgomorphidae.....	23
1.9 Subfamilias de Pyrgomorphidae .....	24
1.10 Ortópteros como plaga .....	25
1.11 Control químico .....	27
1.12 Control biológico .....	28
1.13 Antropoentomofagia.....	28
3. Objetivo general.....	30
3.1 Objetivos particulares.....	30
4. Métodos .....	31
4.1 Área de estudio.....	31
4.2 Técnicas de recolecta .....	33
4.3 Encuestas.....	33
4.4 Identificación de los ejemplares y análisis de los resultados .....	34
5. Resultados .....	34
5.1 Identificación morfológica.....	34
5.2 Resultados de las respuestas de las encuestas .....	38
5.3 Alternativa para el control del chapulín presentes en los cultivos .....	50
6. Discusión .....	54
7. Conclusiones .....	56
8. Literatura citada .....	59



## Índice de figuras

Figura 1. Anatomía de Ensifera (elaboración propia) .....	12
Figura 2. Anatomía de Caelifera (elaboración propia) .....	13
Figura 3. Genitalia comparativa de Ensifera y Caelifera (tomado de Aguirre-Segura y Barranco, 2015) .....	14
Figura 4. Ciclo de vida de los Caeliferos (Elaborado por Nayeli Mariel Molina Bravo) .....	16
Figura 5. Variación morfológica de las ootecas de <i>Sphenarium purpurascens</i> y detalle del acomodo de los huevos en su interior. A) Ooteca cilíndrica, B) Ooteca oblicua y C) Ooteca amorfa. (Tomado de Castellanos-Vargas y Cano-Santana, 2017). .....	17
Figura 6. Morfología de los huevos de <i>Sphenarium purpurascens</i> . A) Toma microscopio estereoscópico. B) Toma microscopio electrónico de barrido. C) Detalle de la capa externa del huevo D) Microcanal difuso que bordea al huevo. (Tomado de Castellanos-Vargas y Cano-Santana, 2017). .....	18
Figura 7. Mapa de los sitios muestreados en Santiago de Querétaro, Qro. y la vegetación del municipio.....	31
Figura 8. Cultivo 1, La Barreta (Sra. Eugenia) .....	32
Figura 9. Cultivo 2, La Carbonera (Sra. Ángeles) .....	33
Figura 10. Diagrama de Venn de las especies de cada sitio y las especies compartidas .....	<del>3837</del>
Figura 11. Etapas de un manejo integrado de plagas (modificado de Bennett et al., 2012) .....	<del>5149</del>
Figura 12. Preparación de los chapulines para uso comestible. A) Chapulines colectados y en proceso de purga en bolsa de tela; B) Limpieza de los chapulines en agua; C) Chapulines en agua hirviendo durante 30 min; D) Chapulines después de hervir; E) Marinaje de los chapulines en jugo de limón y ajo; F) Cocción de los chapulines en sartén; G) Pulverización de los chapulines en licuadora; H) Preparación de las gorditas con chapulines pulverizados .....	<del>5351</del>
Figura 13. Preparación de los chapulines para uso comestible (parte 2). I) Cocción de las gorditas en comal; H) Gordita de chapulines; K) Picadita/Sope de chapulines .....	<del><b>jError! Marcador no definido.52</b></del>

## Índice de Cuadros

Cuadro 1. Suborden Caelifera; modificado de Barrientos-Lozano, et al. 2013.....	15
Cuadro 2. Lista de especies de Caeliferos asociados a cultivos de maíz en la delegación Santa Rosa Jauregui, Querétaro .....	35
Cuadro 3. Valores de los índices de Shannon-Wiener y Simpson para los dos cultivos muestreados .....	36
Cuadro 4. Curva de acumulación de especies de La Barreta .....	36
Cuadro 5. Curva de acumulación de especies de La Carbonera .....	37
Cuadro 6. Respuestas de la pregunta 1.....	39
Cuadro 7. Respuestas de la pregunta 2.....	40
Cuadro 8. Respuestas de la pregunta 3.....	40
Cuadro 9. Respuestas de la pregunta 5.....	41
Cuadro 10. Respuestas de la pregunta 6.....	41
Cuadro 11. Respuestas de la pregunta 4.....	42
Cuadro 12. Respuestas de la pregunta 7.....	43
Cuadro 13. Respuestas de la pregunta 8.....	44
Cuadro 14. Respuestas de la pregunta 11.....	44
Cuadro 15. Respuestas de la pregunta 13.....	45
Cuadro 16. Respuestas de la pregunta 9.....	46
Cuadro 17. Respuestas de la pregunta 10.....	46
Cuadro 18. Respuestas de la pregunta 12.....	47
Cuadro 19. Respuestas de la pregunta 14.....	47
Cuadro 20. Respuestas de la pregunta 15.....	48
Cuadro 21. Respuestas de la pregunta 16.....	48
Cuadro 22. Respuestas de la pregunta 17.....	49
Cuadro 23. Especies plaga/comestibles encontradas en los cultivos muestreados .....	56

# 1. Introducción

## 1.1 Generalidades de Orthoptera

Los ortópteros son artrópodos pertenecientes a la clase Insecta. Estos organismos son de un tamaño variable, que va de unos pocos milímetros hasta tallas de 11.5 cm de largo (García, 2010). La cabeza de los ortópteros, generalmente se posiciona en un ángulo recto con respecto al eje del cuerpo (hipognatos). Se agrupan dentro de los insectos mandibulados, con presencia de ojos compuestos bien desarrollados y en ocasiones con ocelos. Sus antenas pueden ser filiformes o monoliformes. El protórax, generalmente es más largo que el mesotórax y el metatórax. Pueden ser alados, ápteros o braquípteros. Tienen dos pares de alas, el primer par suele ser de consistencia coriácea (tegminas), el segundo par de alas mantiene una consistencia membranosa, las cuales se encuentran plegadas bajo el primero (Fontana *et al.* 2002; Aguirre-segura y Barranco, 2015). La gran mayoría de los ortópteros, se caracterizan por que su tercer par de patas tiene una forma alargada y con fémures engrosados, adaptados para saltar repentinamente, mientras que el resto de sus patas son delgadas. Presentan de uno a cuatro segmentos tarsales y su abdomen se divide en ocho o nueve segmentos visibles con dos o tres segmentos terminales reducidos (García, 2010). Frecuentemente son de cuerpo cilíndrico y elongado con cerci de un solo segmento. En el caso de las hembras, estas tienen un ovopositor bien desarrollado (Fontana *et al.* 2002).

El orden Orthoptera se encuentra representado por 11,700 especies descritas, contenidas en 30 familias. La mayoría de las especies se distribuyen en los trópicos (Preston-Mafham, 1991; Fontana *et al.*, 2002; Rentz y Ning Su, 2003; Song, 2018). La clasificación taxonómica de Orthoptera ha recibido muchos cambios taxonómicos entre sus grupos, por lo que, se debe tener precaución sobre cual arreglo taxonómico se utiliza (Rentz y Ning Su, 2003; Rowell, C., y Flook, P. 1998). Generalmente este orden se divide en dos subórdenes: Ensifera y Caelifera (García, 2010) (figura 1 y 2). Ensifera comprende al grupo de los grillos. Por su parte, los Caelifera, son representados por los chapulines y langostas (cuadro 1) con 6,693 especies registradas (Cigliano *et al.*, 2018). Los miembros de Caelifera, poseen antenas cortas (menos de 30 flagelomeros), mandíbulas asimétricas (cada una con un molar), presentan el tímpano en la base del abdomen y las hembras poseen ovopositor corto y robusto con dos valvas pares (Song, 2018) (figura 2 y 3). Para estridular los miembros de Caelifera frotan el margen interno del fémur del tercer par de patas con las alas posteriores. Respecto a sus hábitos alimentarios. Fontana *et al.*, (2002) ha registrado a los miembros de Caelifera como fitófagos estrictos.

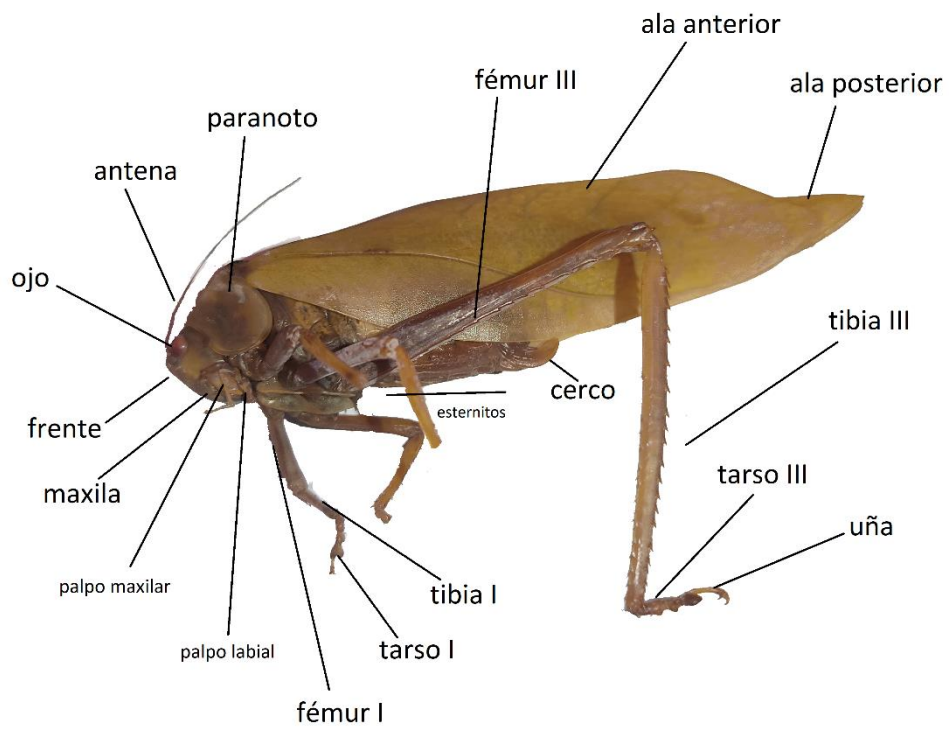


Figura 1. Anatomía de Ensifera (elaboración propia)

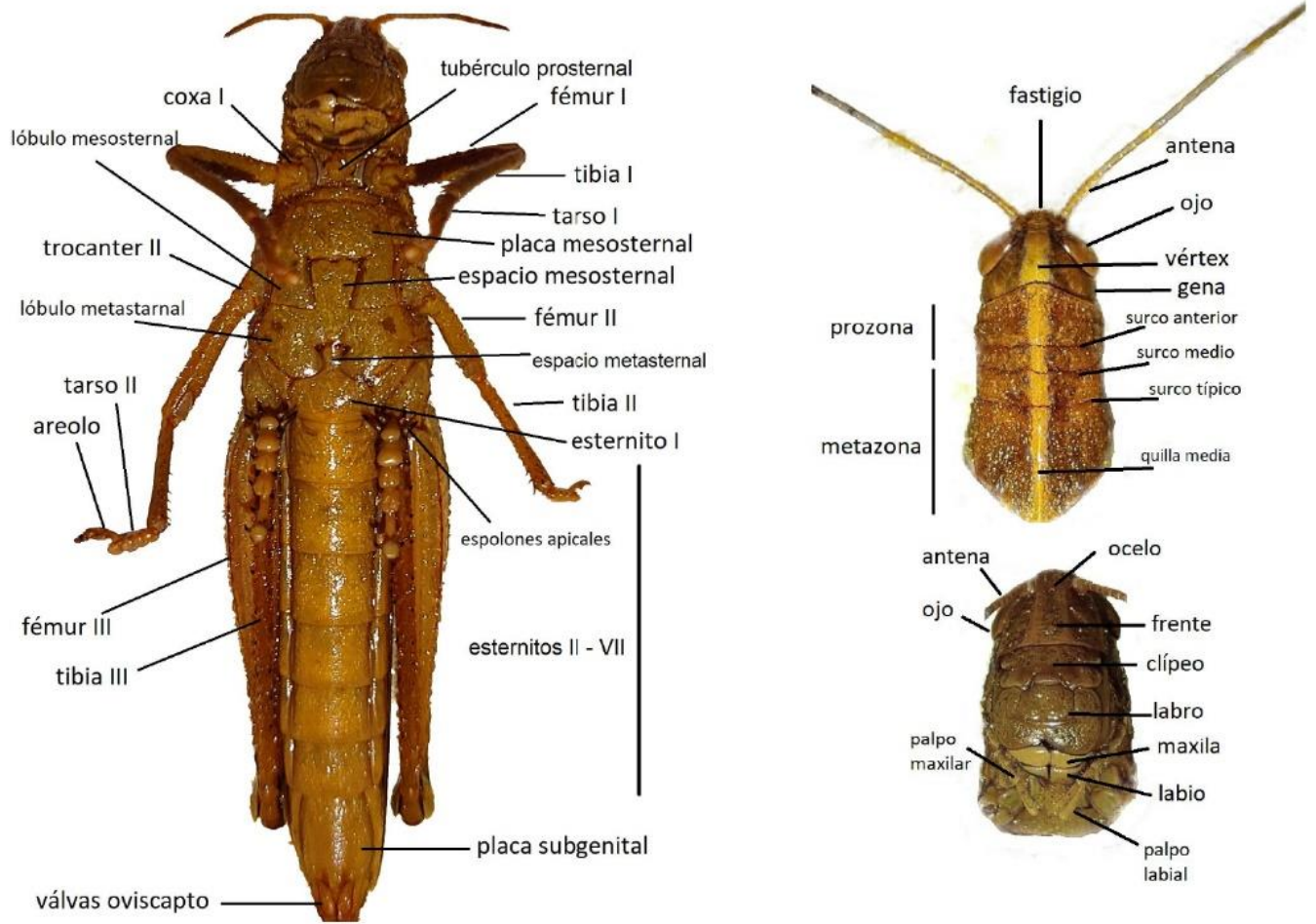


Figura 2. Anatomía de Caelifera (elaboración propia)

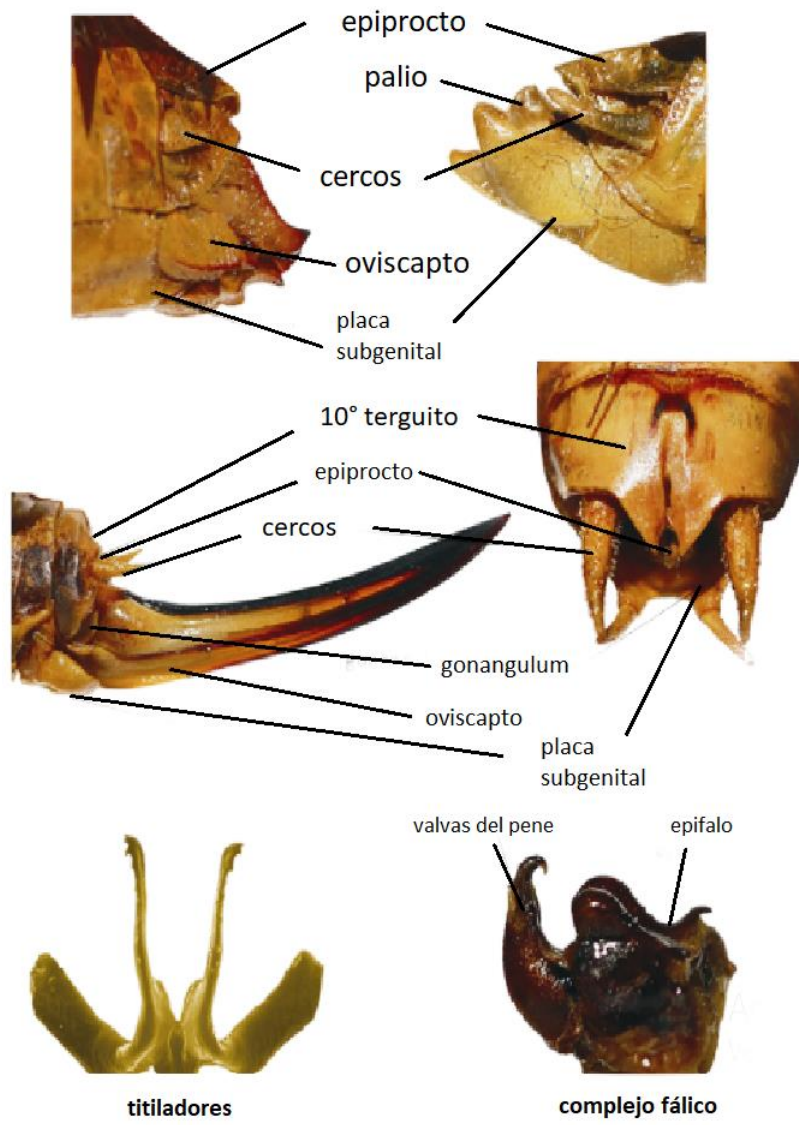


Figura 3. Genitalia comparativa de *Ensifera* y *Caelifera* (tomado de Aguirre-Segura y Barranco, 2015)

<b>CAELIFERA</b>	<b>Superfamilia</b>	<b>Familia</b>	<b>Subfamilia</b>
	ACRIDOIDEA	Acrididae	Acridinae
			Copiocerinae
			Cyrtacanthacridinae
			Gomphocerinae
			Leptysminae
			Melanoplinae
			Oedipodinae
			Ommatolampine
			Proctolabinae
		Pauliniidae	
		Romaleidae	Bactrophorinae
			Romaleinae
		Tristiridae	
	EUMASTACOIDEA	Eumastacidae	Episactinae
			Eumastascinae
	PAMPHAGOIDEA	Ommexechidae	
		Pamphagidae	
	PNEUMOROIDEA	Tanaoceridae	
		Xyronotidae	
	PROSCOPIOIDEA	Proscopiidae	
	PYRGOMORPHOIDEA	Pyrgomorphidae	Orthacridinae
			Pyrgomorphinae
	TETRIGOIDEA	Tetrigidae	Batrachideinae
			Metrodorinae
		Tetriginae	
TRIDACTYLOIDEA	Tridactylidae	Ripteryginae	
		Tridactylinae	

*Cuadro 1. Suborden Caelifera; modificado de Barrientos-Lozano, et al. 2013*

## 1.2 Biología de Orthoptera

El ciclo de vida de la mayoría de los Orthoptera indicado por Rentz y Ning Su, (2003) se comprende de cuatro fases, las cuales son huevo, larva vermiforme, ninfa y adulto. Normalmente las hembras de Caelifera entierran los huevos en el suelo con ayuda del ovopositor y pueden depositar huevos solitarios o paquetes integrados por seis a ocho paquetes de huevos en masa denominadas “ootecas” (figura 5), en donde, cada una contiene de veinte a cuarenta huevos unidos entre sí. Sus huevos, son morfológicamente alargados y ovalados (6 mm x 1,5 mm), con una coloración crema al ser recién ovipositados (figura 6a), y tornándose a pardo brillante durante su desarrollo. Microscópicamente en los huevos de Caelifera, se pueden observar una cubierta con cavidades hexagonales (figura 6c) (Huerta *et al.* 2014).

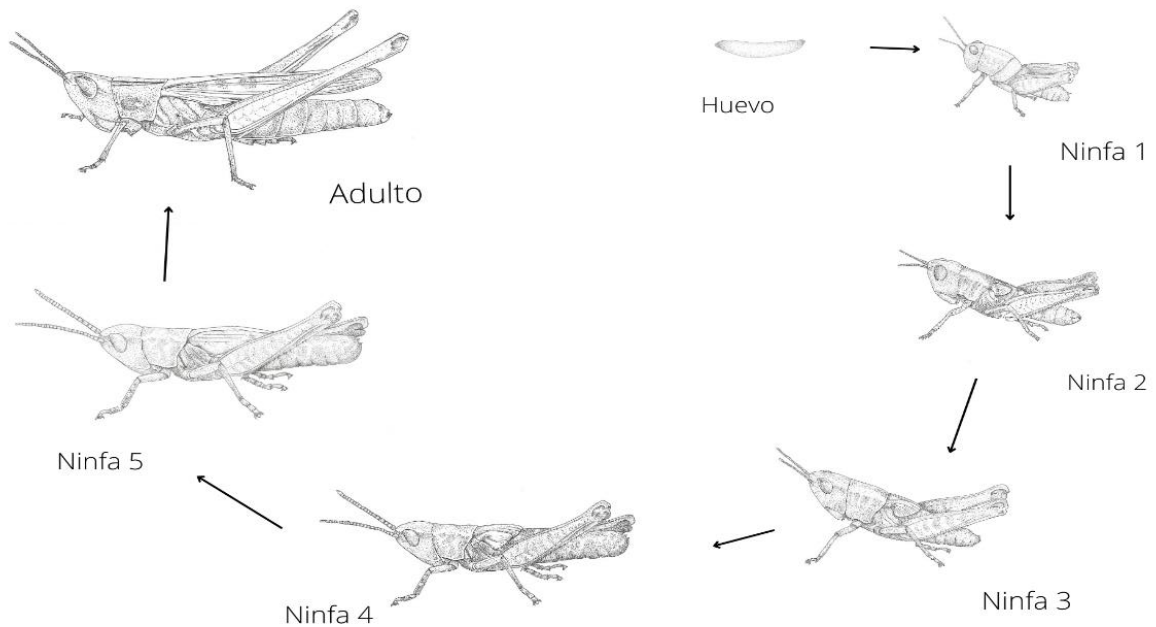


Figura 4. Ciclo de vida de los Caelíferos (Elaborado por Nayeli Mariel Molina Bravo)



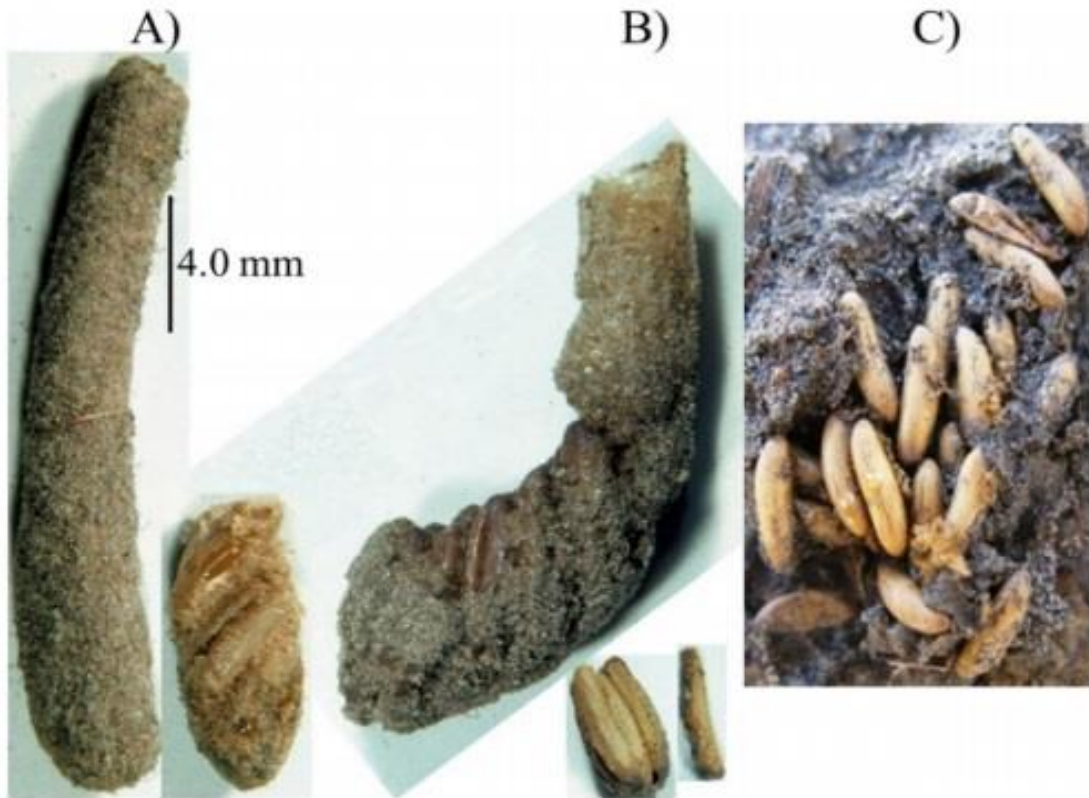


Figura 5. Variación morfológica de las ootecas de *Sphenarium purpurascens* y detalle del acomodo de los huevos en su interior. A) Ooteca cilíndrica, B) Ooteca oblicua y C) Ooteca amorfa. (Tomado de Castellanos-Vargas y Cano-Santana, 2017).

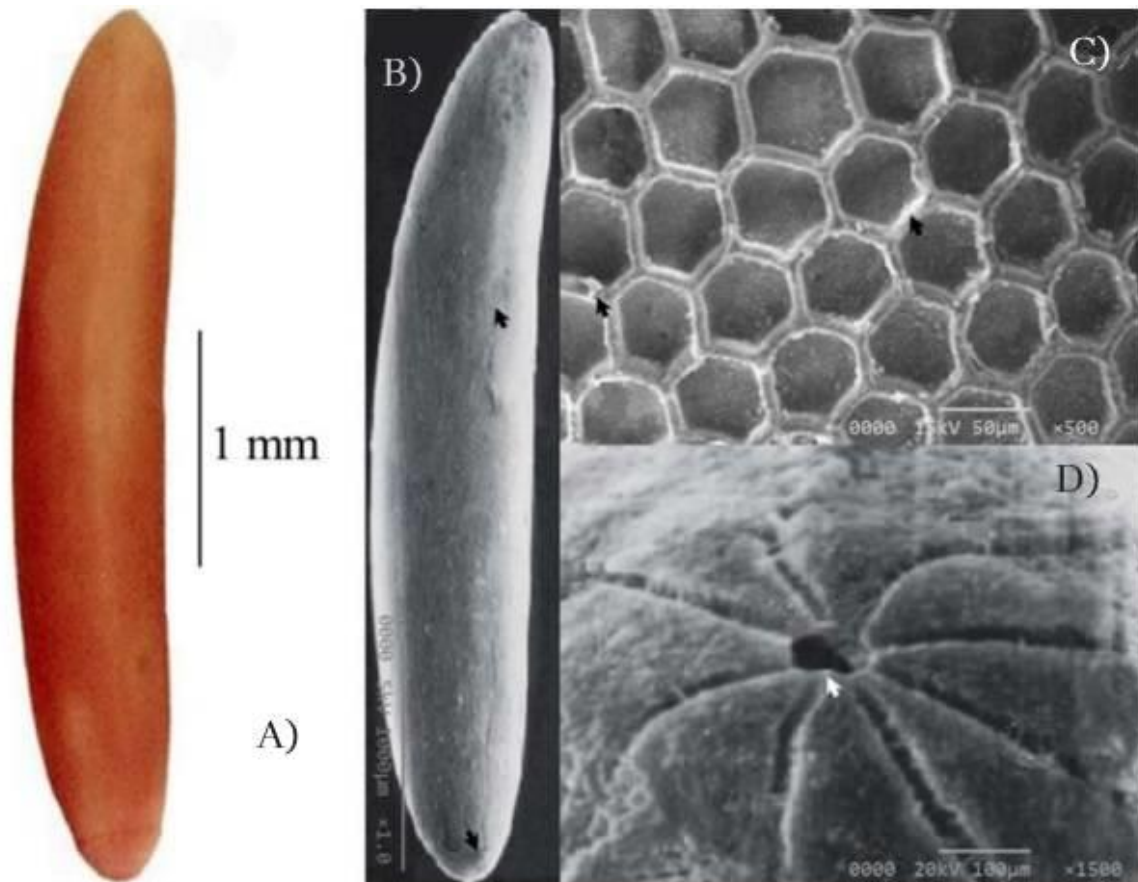


Figura 6. Morfología de los huevos de *Sphenarium purpurascens*. A) Toma microscopio estereoscópico. B) Toma microscopio electrónico de barrido. C) Detalle de la capa externa del huevo D) Microcanal difuso que bordea al huevo. (Tomado de Castellanos-Vargas y Cano-Santana, 2017).

Las ninfas de Orthoptera son organismos paurometabolos, lo que significa, que presentan estadios inmaduros similares morfológicamente a los adultos, pero estos se diferencian de los adultos ya que no poseen alas, ni han desarrollado su aparato genital ni el número total de flagelomeros (Rentz y Ning Su, 2003). Generalmente los Caelífera tienen de cinco a siete estadios, durante los cuales crecen de  $5 \pm 1$  mm a  $18 \pm 1.2$  mm. Su coloración cambia de pardo a un color más definido, semejante generalmente al ambiente en donde se desarrollan (Castellanos-Vargas y Cano-Santana, 2009). Las antenas pasan de ser cortas y gruesas, a ser largas y delgadas, las cuales suelen tener de 8 a 14 artejos y generalmente sus ojos son protuberantes, grandes y de color negro (Huerta *et al.* 2014).

### 1.3 Historia taxonómica

La taxonomía de Acrididae ha tenido una historia compleja y hasta la fecha llena de cambios (Song, 2010). Durante gran parte de los siglos XIX y XX, no hubo una definición clara de lo que debería constituir a la familia Acrididae, y se utilizó como vertedero taxonómico para los diferentes grupos de ortópteros, cuando los autores no sabían dónde ubicar a los grupos (Eades, 2000). Los primeros taxónomos se basaron en caracteres morfológicos externos, como las estructuras estridulatorias,

el proceso prosternal (una columna corta ubicada ventralmente en el prosternum entre las dos coxas frontales), patrones de ornamentación en la cabeza y el pronoto, así como los caracteres presentes en el tercer par de patas y las alas para clasificar a los chapulines (Rehn y Grant, 1961). Autores posteriores consideraron las estructuras fálicas masculinas (aedeago) como caracteres importantes para la clasificación de nivel superior (Dirsh, 1973; Eades, 2000). Sin embargo, la excesiva dependencia de estas estructuras fálicas, condujo a una división excesiva de los conceptos taxonómicos, especialmente cuando Dirsh (1975) elevó varias subfamilias a nivel de familia, lo que resultó en cuatro familias y 40 subfamilias.

Inicialmente, la investigación taxonómica sobre la diversidad de saltamontes/chapulines se centró en las orthopterofaunas de Europa, África, Eurasia y América del Norte, por lo tanto, se establecieron esquemas de clasificación basados en los especímenes recolectados de estas regiones (Song *et al.* 2018). Durante las décadas de 1960 y 1970, los taxónomos comenzaron a explorar América del Sur y a describir linajes de saltamontes/chapulines, lo que condujo a la clasificación de varias subfamilias nuevas. De hecho, las orthopterofaunas en el sureste asiático y Australia aún no se han explorado por completo (Song, 2010).

Mientras que muchos de los debates sobre cómo clasificar a los diferentes grupos de saltamontes/chapulines han sido realizados por taxónomos europeos y norteamericanos, los taxónomos chinos han adoptado un esquema de clasificación diferente (Zheng, 1993; Zheng y Xia, 1998) basado en las especies chinas, que continúan usando actualmente. En un esfuerzo por producir un esquema de clasificación unificado, Otte (1995) publicó el *Orthoptera Species File* (OSF), que luego se convirtió en la base para una versión electrónica (Cigliano *et al.* 2018), que la mayoría de los orthopterólogos aceptan. Actualmente, el OSF reconoce 26 subfamilias y algunas tribus y géneros no ubicados para Acrididae (Song *et al.* 2018).

#### 1.4 Generalidades de la familia Acrididae

Acrididae es la familia más grande y diversa de los Caelifera (Song, 2018). Tienen una distribución mundial, aunque algunas subfamilias están restringidas a ciertas regiones geográficas. Se encuentran entre los insectos más reconocibles y característicos en los hábitats terrestres del planeta. Se pueden clasificar como herbívoros dominantes y representan un componente único de los pastizales de todo el mundo (Song *et al.* 2018).

En los ecosistemas en donde dominan los pastizales, estos organismos contribuyen a más de la mitad de la biomasa total de artrópodos presentes en los pastos. Ejercen un impacto ecológico significativo en los pastizales en términos de ciclos de nutrientes (Mitchell y Pfadt 1974; Belovsky y Slade 1993) y proporcionaron una importante fuente de nutrición tanto para invertebrados como para vertebrados (Song *et al.* 2018), apoyando así otros componentes biológicos del ecosistema

(Belovsky y Slade 1993). Los chapulines también pueden ser excelentes monitores del uso del paisaje, ya que son ecológicamente sensibles y, sin embargo, lo suficientemente móviles y abundantes para servir como bioindicadores (Song *et al.* 2018). Algunos miembros de los acrididos, como la subfamilia Gomphocerinae, se han registrado como graminívoros y tienen piezas bucales adaptadas para la alimentación con pasto. Por su parte los gomfocerinos tienen una fila de clavijas estriduladoras en la cara interna de las patas posteriores, que usan para la comunicación acústica (Otte, 1981).

Otra subfamilia de Acrididae son los Catantopinae, estos chapulines son muy diversos en cuanto a su morfología, un hecho que es evidente por el número de géneros descritos (380 géneros), que es casi el doble que el de Gomphocerinae (192 géneros).

Los Melanoplineae son la subfamilia de acrididos más grande en América del Norte (77 géneros) (Otte, 1981), la mayor parte de la diversidad ocurre dentro del género *Melanoplus* con 350 especies que ocupan el 48% de las especies de Melanoplineae. La mayor parte de la distribución de este grupo se encuentra en el oeste de América del Norte entre los diferentes sistemas montañosos (Knowles y Otte, 2000).

La familia Acrididae es extremadamente diversa, lo cual se ve reflejado en la diversidad morfológica en términos de tamaño, forma corporal, biología, ecología y características de la historia de vida (Song, 2018). Eades (2000) propuso que todos los miembros de esta familia tienen un esclerito en forma de arco bastante desarrollado en el complejo fálico masculino; dicha estructura no se encuentra en otras familias en Acridoidea, excepto en Pamphagodidae, que aparentemente desarrolló una estructura similar de forma independiente.

Actualmente, dentro de la familia Acrididae a nivel mundial, se han descrito 26 subfamilias, 1429 géneros y 6679 especies (Song, 2018). Algunas subfamilias tienen una distribución cosmopolita, mientras que otras tienen distribuciones más restringidas. Song *et al.* (2015) mencionan que este grupo se originó en la era Cenozoica temprana y se diversificó a través del Cenozoico medio a tardío. En este momento, los principales continentes ya se habían separado, lo que sugiere que la dispersión tuvo gran relevancia en la formación de los patrones biogeográficos actuales (Song *et al.* 2018). Los Acridinae, Cyrtacanthacridinae, Gomphocerinae, Melanoplineae y Oedipodinae se encuentran ampliamente distribuidos en el Viejo y el Nuevo Mundo. De estos grupos, el centro de origen de Acridinae, Cyrtacanthacridinae, Gomphocerinae y Oedipodinae se considera el Viejo Mundo (probablemente África), mientras que América del Sur es centro de origen para Melanoplineae; los Leptysminae se encuentran tanto en América del Norte como en América del Sur (Amédégno *et al.*, 2003; Song, 2018).

La diversidad de especies de Acrididae comprende a los Gomphocerinae en donde se incluyen el mayor número de especies descritas (1252 spp.), seguidas por las Catantopinae (1194 spp.) y Melanoplineae (1112 spp.).

### 1.5 Subfamilias de Acrididae

#### - **Acridinae**

Esta subfamilia se encuentra bien representada en América del sur. Sin embargo, algunos géneros suelen tener una amplia distribución, por ejemplo, *Metaleptea* Brunner, 1893 y *Orphula* Stål, 1873, estos géneros se distribuyen desde el norte de Panamá hasta México y Estados Unidos. Acridinae comparte varias características con la subfamilia Gomphocerinae, sin embargo, pueden diferenciarse por la combinación de las siguientes características: a) la tibia posterior en los machos carece siempre de dientes estridulatorios; b) en ambos sexos las alas anteriores están oblicuamente truncadas en el ápice; c) las alas posteriores de los machos siempre tienen celdas grandes; d) carecen de tubérculo prosternal y de espina apical externa sobre las tibias posteriores, e) así como de surco en el fastigio; f) Cabeza usualmente inclinada hacia atrás, algunas veces muy agudamente; g) pronoto plano o con el surco medio no muy pronunciado; h) margen caudal del pronoto truncado o redondeado, no angulado hacia el mesonoto; i) alas posteriores usualmente hialinas; antenas ligeramente aplanadas, algunas veces fuertemente aplanadas; alas de longitud variable, algunas veces cortas y otras no alcanzando la punta del abdomen. Las celdas grandes y engrosadas en las alas anteriores se asocian con la producción de sonidos durante el vuelo. Esta crepitación se asemeja a la que producen los Oedipodinae (Barrientos-Lozano *et al.* 2013).

#### - **Cyrtacanthacridinae**

Esta subfamilia tiene especies representativas en el Viejo Mundo principalmente África y Europa, mientras que en América está bien distribuida en Norteamérica (Song, 2004). Cyrtacanthacridinae presenta los siguientes caracteres diagnósticos: a) prosterno con espina media o tubérculo; b) alas posteriores usualmente hialinas; c) fémur posterior en los machos, sin hilera de dientes estridulatorios. Esta subfamilia tiene a las especies de langosta de mayor importancia económica a nivel mundial, incluye especies de gran tamaño, la mayoría son potentes voladoras. En México, esta subfamilia se encuentra representada con quince especies del género *Schistocerca* (Barrientos-Lozano *et al.* 2013).

#### - **Gomphocerinae**

Esta subfamilia tiene una amplia distribución en una gran diversidad de hábitats, desde tundra boreal, hasta las áreas desérticas y bosques

tropicales. Los miembros de esta subfamilia poseen: a) una hilera de dientes estridulatorios en la cara interior del fémur posterior y producen su estridulación mientras están en reposo; b) generalmente carecen de espina prosternal; su color puede ser verde o café, en algunas especies como *Dicromorpha viridis* (Scudder, 1862) se presentan ambas formas en la misma especie. Muchas de las especies de esta subfamilia se comunican por medio de sonidos, particularmente aquellas que viven sobre plantas herbáceas o en áreas abiertas. Otras especies han perdido secundariamente su mecanismo de comunicación acústica y se comunican solamente por medio de movimientos conspicuos. Por otro lado, algunas especies típicas del desierto como *Cibolacris* sp. o *Xeracris* sp., se comunican principalmente por señales visuales, aunque conservan su aparato estridulatorio rudimentario y algunas señales acústicas. Esta subfamilia se encuentra representada por 30 géneros en México (Barrientos-Lozano, *et al.* 2013).

- **Melanoplinae**

Subfamilia ampliamente representada en la región Neotropical; en México muestra una gran diversidad y un alto número de endemismos. Scudder (1897) contribuye con la revisión de este grupo, sin embargo este trabajo carece de claves a nivel de especie, lo cual resulta complicado al momento de estudiar a la subfamilia. Tampoco existen trabajos en donde se ponga a prueba las relaciones filogenéticas del grupo. Entre los caracteres y autopomorfías representativas están las siguientes: a) presentan espina o tubérculo prosternal; b) los machos carecen de hilera de dientes estridulatorios en la cara interna del fémur posterior; c) frente convexa, perfil del frente y fastigio formando la misma curva, en el caso de especies con un ángulo fastigio basal, bien claro; d) presentan una espina apical externa en la tibia posterior; e) segundo segmento del tarso posterior corto; f) lóbulos laterales del mesosterno tan anchos como largos, con ángulos redondeados y los márgenes internos curvados; g) individuos de tamaño pequeño a grande; h) placa subgenital del macho en forma de copa; i) lóbulos del mesosterno con un margen interno usualmente redondeado. Para esta subfamilia se conocen 35 géneros y unas 500 especies (Barrientos-Lozano, *et al.* 2013).

- **Oedipodinae**

Por su parte, los caracteres que distinguen a la subfamilia Oedipodinae son: a) una cabeza vertical o casi vertical; b) pronoto con un surco medio bien pronunciado, margen caudal del pronoto pronunciado hacia atrás y en forma de ángulo; c) alas posteriores de colores brillantes, característica que aunada al sonido que producen los hace ser muy conspicuos durante el vuelo; d) antenas extendidas, cilíndricas, no aplanadas; e) alas posteriores alcanzando o sobrepasando la punta del abdomen; f) fémur posterior de los

machos sin una hilera de dientes estridulatorios. Los miembros de esta subfamilia son quizá los únicos saltamontes que estridulan durante el vuelo. Esta subfamilia es muy rica y diversa en México, se tienen registradas más de 30 géneros y 63 especies (Barrientos-Lozano, *et al.* 2013).

#### 1.6 Generalidades de la familia Romaleidae

Esta familia fue definida por Amédégnato (1974, 1977), es la familia más numerosa y diversa de acridoideos, presentando un alto grado de endemismos neotropicales. Los Romaleidae, se distribuyen principalmente en Centro y Sudamérica; en ella se encuentran las especies de mayor tamaño y las más llamativas, por ejemplo el género *Tropidacris* Scudder, 1869, cuyos individuos son apreciados como objeto de colección, poseen alas posteriores rojas o violáceas y alcanzan los 15 cm de longitud. La mayoría de las especies pueden volar, habitan ambientes muy diversos. En México están representados 13 géneros y 35 especies.

Se caracterizan por: a) tener la tibia posterior con espinas no móviles en el extremo apical interna y externamente; b) prosterno usualmente con espina media o tubérculo, no presente en *Brachystola* Scudder, 1876 (Barrientos-Lozano, *et al.* 2013).

#### 1.7 Subfamilias de Romaleidae

- **Romaleinae**

Los Romaleinae poseen, con excepción de la tribu Trybliophorini, a) un mecanismo y borde de estridulación y resonador situados en las alas posteriores; b) un borde en la parte inferior de las alas anteriores (Riede, 1987). Por medio del frotamiento de ambos se origina un sonido de amplio espectro, que a través del ritmo de los movimientos de las alas es estructurado rítmicamente. En México se han registrado 11 géneros y 33 especies (Barrientos-Lozano *et al.* 2013).

#### 1.8 Generalidades de la familia Pyrgomorphidae

Pyrgomorphidae es una de las familias de chapulines conocidas por su vibrante color corporal y llamativos patrones de escultura en el pronoto (Mariño-Pérez y Song, 2019). La familia se conforma por 487 especies descritas, la mayoría del Viejo Mundo. Los Pyrgomorphidae son crípticos y poco conocidos, las especies menos estudiadas son los conjuntos de Pyrgomorphidae que se han diversificado en el Nuevo Mundo (Mariño-Pérez y Song, 2019). Pyrgomorphidae se divide actualmente en dos subfamilias, Orthacridinae y Pyrgomorphinae.

Los Pyrgomorphidae del Nuevo Mundo consisten en cuatro tribus y muestran patrones de distribución muy específicos. Ichthiacridini con 3 géneros y 10 spp. e Ichthyotettigini con cuatro géneros y siete especies ambos son endémicos de México; por su parte, la tribu Omurini se distribuye desde la mitad norte de América

del Sur y presenta tres géneros y cuatro especies. La tribu Sphenariini conformada por cuatro subtribus, de las cuales sólo una subtribu (Sphenariina; tres géneros; 20 spp.) es encontrada en el Nuevo Mundo, distribuida desde México hasta Costa Rica y República Dominicana (Cigliano *et al.*, 2019; Mariño-Pérez y Song).

Mariño-Pérez y Song (2017) indican que estos Pyrgomorphidae de colores brillantes son aposemáticos y capaces de secuestrar metabolitos secundarios de plantas, como el glucósido cardiotónico de las plantas tóxicas con las que se encuentran asociados. Algunas de estas especies aposemáticas son conocidas por poseer una glándula abdominal dorsal media especializada, que se utiliza para liberar productos químicos tóxicos a través de aberturas dorsales en el abdomen cuando se les molesta o estresa.

Algunos Pyrgomorphidae son plagas importantes que atacan muchos tipos de cultivos y plantas ornamentales. Hay al menos 20 géneros reconocidos como plagas de moderadas a graves. Por ejemplo, *Zonocerus elegans* (Thunberg) y *Z. variegatus* (Linnaeus) son plagas importantes en el África subsahariana y atacan una amplia gama de plantas de hoja ancha, incluidos muchos cultivos. Estos organismos, tienden a formar grandes agregaciones en etapas inmaduras, que pueden dar lugar a brotes localizados (Mariño-Pérez y Song, 2017). El género africano *Phymateus* Thunberg también se encuentra reportado como plaga de muchos cultivos, incluyendo café, vid, higuera, cítricos, así como diversos árboles frutales y algunos cereales.

Al igual que *Zonocerus* Stål, los estadios inmaduros de *Phymateus* muestran comportamientos gregarios y también son capaces de secuestrar productos químicos tóxicos, que disuaden o incluso matan a los depredadores vertebrados (Mariño-Pérez y Song, 2017). En México, *Sphenarium purpurascens* Charpentier es una plaga importante en cultivos como el maíz, frijol, alfalfa y sorgo, y suelen alcanzar una alta densidad. Curiosamente, esta especie no produce químicos tóxicos; aunque los individuos son a menudo de colores brillantes. Cabe resaltar el hecho de que esta especie es cosechada y utilizada como alimento humano (Ramos-Elorduy, 1997a).

### 1.9 Subfamilias de Pyrgomorphidae

#### - **Orthacridinae**

Las características morfológicas que tienen los miembros de esta subfamilia son: a) fosas metasternales generalmente grandes, conectadas por una sutura; b) forma del cuerpo generalmente cilíndrico o alargado; c) el fémur a menudo tiene ambos lóbulos basales producidos casi iguales o el dorsal más prominente; d) fastigium del vértice a menudo corto y despuntado (Mariño-Pérez y Song, 2017).

#### - **Pyrgomorphinae**



La mayoría de los integrantes de esta subfamilia presentan caracteres morfológicos como: a) una cabeza cónica, tienen una hendidura finamente trazada llamada surco fastigial en el extremo superior del vértex; b) presentan un tubérculo o collar prosternal; c) antenas filiformes o ligeramente ensiformes en la base del flagelo; d) la espina apical externa puede estar o no estar presente sobre las tibias posteriores; e) tarsos provistos de aroleo (estructura de forma almohadillada). Se considera un grupo muy antiguo con características morfológicas primitivas. Son insectos de colores brillantes que generalmente viven sobre matorrales o en el suelo. Se ha constatado en el caso de algunas especies excretan un líquido lechoso que puede ser lanzado a una distancia de 30 a 40 cm, lo cual ocurre cuando se presionan los lados del tórax. En México, se han registrado 10 géneros y 20 especies (Barrientos-Lozano *et al.* 2013).

### *1.10 Ortópteros como plaga*

En su sentido más amplio, una plaga se define como cualquier especie animal que el hombre considera perjudicial a su persona, propiedad o al medio ambiente (SAGARPA, 2016). De modo que existen plagas de interés médico, veterinario, caseras, de productos almacenados, y las plagas agrícolas que dañan los cultivos (Cisneros, 2019; FAO, 2018). La plaga agrícola es el incremento de una población de animales fitófagos que disminuye la producción de un cultivo, reduce el valor de la cosecha y/o incrementa sus costos de producción (Cisneros, 2019; SAGARPA, 2016).

Los ortópteros pueden llegar a ser los insectos fitófagos más abundantes (García, 2010), sobre todo de hábitats abiertos con vegetación corta, donde los rayos solares inciden de forma directa, como lo son las praderas, pastizales, ecotonos, matorrales, áreas perturbadas y zonas de cultivo; tal es su impacto que incluso pueden acabar con la biomasa vegetal y cambiar la estructura vegetal del hábitat (Fontana *et al.*, 2002; Capinera *et al.*, 2004).

Desde el inicio de la agricultura, el hombre pudo comprobar que sus cosechas eran frecuentemente mermadas, y a veces destruidas por completo, por la acción de seres vivos que consumían o dañaban los productos. El término de "plaga" se designaba inicialmente a la proliferación de estos animales perjudiciales, generalmente insectos, que periódicamente arrasan con los cultivos y plantaciones (Gómez, 2000). Estas plagas tienen una gran adaptabilidad, es decir que se acomodan a muchas condiciones y situaciones ecológicas alrededor del mundo. Las plagas de insectos pueden ser activadas en ciertas épocas o durante todo el año. Se considera plaga a una población de insectos cuando esta reduce en cantidad y/o calidad la producción de alimentos, forrajes y recursos forestales debido a su requerimiento alimenticio y velocidad reproductiva (Paker, 1987).

En México los estudios sobre diversidad de ortópteros son escasos, si se toma en cuenta la gran riqueza de hábitats del país. Actualmente se conoce, en parte, la

orthopteroфаuna de los siguientes estados: Sinaloa, Tamaulipas, Durango, Aguascalientes, Veracruz, Jalisco, Guanajuato, Hidalgo, Estado de México, Distrito Federal, Puebla, Tlaxcala, Guerrero, Tabasco y recientemente Querétaro, mientras que en otras zonas del país se conocen sólo grupos específicos de ortópteros (García, 2010). Cabe señalar que los trabajos que abordan la fauna de los estados antes mencionados, solo toman en cuenta áreas específicas para sus estudios y no se toma todo el territorio estatal para ninguno de los análisis.

A lo largo del tiempo, se han catalogado a muchos acrídidos como plagas agrícolas importantes. En México se conocen unas 920 especies, de las cuales más de 12 presentan ocasionalmente brotes poblacionales y causan daño de importancia económica a cultivos básicos, industriales, frutales y ornamentales (Barrientos-Lozano y Almaguer-Sierra, 2009). Barrientos-Lozano (2001; 2003) registra las siguientes especies de ortópteros de importancia económica en México:

- *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walker, 1870)
- *Schistocerca pallens* (Thunberg, 1815)
- *Schistocerca nitens* (Thunberg, 1815)
- *Tropidacris cristata dux* (Drury, 1773)
- *Taeniopoda auricornis* (Walker, 1870)
- *Melanoplus differentialis* (Thomas, 1875)

La importancia que tiene la actividad herbívora de las diferentes especies de ortópteros en los ecosistemas, se encuentra representada por las densidades poblacionales de estos organismos. Una densidad de población de 7-8 chapulines/m<sup>2</sup>, en una superficie de 4 ha, consume la misma cantidad de forraje por día que una vaca (Capinera y Sechrist, 2002). Los Acrididae han llegado a tomar una gran importancia agrícola en México, debido a que se han convertido en una plaga que provoca pérdidas económicas entre el 20 y 30% de la producción cuando no se realizan acciones de control (Ramírez, 2017).

De acuerdo al Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, los estados con mayor daño por la plaga de chapulín son aquellos con una altitud mayor a 2000 msnm, causando pérdidas sobre todo en cultivos básicos como maíz, frijol y otros como calabaza, cebada y sorgo (SENASICA, 2015). Las ninfas y adultos se llegan a alimentar principalmente de sus tallos, hojas y frutos. Los daños repercuten en forma directa sobre los rendimientos obtenidos por unidad de superficie y en la calidad fitosanitaria y comercial, lo que causa pérdidas socioeconómicas con un decremento significativo de las ventas de productos y subproductos relacionados directa e indirectamente con estos cultivos en el mercado nacional (Fontana *et al.*, 2008).

Salas-Araiza *et al.* (2006) destacan, que el chapulín es la plaga económicamente más importante en el sur del estado de Querétaro, principalmente para cultivos de temporal (CESAVEQ, 2011). Asimismo, de las 25 especies registradas para el estado, las más importantes son *Melanoplus differentialis* (Thomas, 1875) y *S. purpurascens*.

En Querétaro se tiene registrado que el chapulín se puede presentar desde junio, posterior a las primeras lluvias con un temporal ya establecido, sin embargo, si este temporal se retrasa puede darse el caso que se presenten hasta el mes de agosto (CESAVEQ, 2011). En su estado natural se puede observar solapamiento de generaciones, por lo que se encuentran ninfas de primer estadio desde junio o julio y hasta octubre, extendiéndose hasta los meses de septiembre a diciembre. Las ovoposiciones ocurren de octubre a enero y muerte casi al 100% de la población en enero, sin embargo, su población va disminuyendo sensiblemente por el frío principalmente desde el mes de octubre (CESAVEQ, 2011). Cambiar la forma de ver a los chapulines de plaga a un recurso más del campo puede ser mucho más favorable para el ecosistema, como para la misma economía del agricultor.

### 1.11 Control químico

El control químico de plagas es definido como la prevención o represión del desarrollo de sus poblaciones mediante el uso de sustancias químicas, y es a la vez, la mejor y peor solución al problema de chapulín en campo; la mejor por el efecto inmediato y confiabilidad, y la peor por los efectos secundarios indeseables originados después de su aplicación como la contaminación ambiental, el desequilibrio ecológico y la causante de la resistencia del insecto a los insecticidas, debido a alta presión de selección a la que se somete sus poblaciones (Barrientos-Lozano y Almaguer-Sierra, 2009). El control químico llega a solucionar el problema por un lapso de tiempo corto, provocando altas mortalidades en las plagas y que solo unos pocos individuos que reúnen características especiales puedan sobrevivir a los tratamientos, y que posteriormente desarrollen niveles de resistencia más altos (Huerta *et al.*, 2014).

En México se utilizan 60 % de los veintidós plaguicidas considerados como dañinos para la salud y el medio ambiente, de los cuales, el 42 % son fabricados en el país. Por otro lado, se conoce que en Estados Unidos han sido restringidos alrededor de 90 plaguicidas, de los cuales, 30 son utilizados en México (INEGI, 1998). Los controles químicos se llevan a cabo en el estado de Querétaro año con año desde hace casi 10 años, como una medida de control preventiva de la población en sus sitios de eclosión en 5 mil a 8 mil ha por año, con el riesgo que conlleva el aplicar químicos en agostaderos, en particular por la toxicidad a animales que pastorean, fauna, insectos y peces, presentes en los ecosistemas aledaños a los campos de

cultivo en donde se aplicaron los plaguicidas (Uribe-González y Santiago-Basilio, 2012).

### 1.12 Control biológico

El concepto de control biológico se ha ido modificando a través del tiempo por diversos investigadores como Paul de Bach (1964) que lo define como “La acción de parásitos, depredadores o patógenos para mantener la densidad de población de otro organismo en un promedio más bajo que el que ocurriría en su ausencia”. Falcon (1971) incluye el uso de microorganismos como agentes de control que surgen naturalmente y son introducidos o aplicados como insecticidas microbianos. Finalmente en 1987 el término se define nuevamente como el uso de organismos naturales o modificados genéticamente, genes o sus productos para reducir los efectos de organismos plaga (Gabriel y Cook, 1990).

Este término se ha empleado últimamente para describir una interacción de organismos inducida por el humano para disminuir una población plaga siendo principalmente los insectos. Las cuales consideran estrategias para evitar o reducir el uso de químicos, e incluye utilizar a sus controladores biológicos, en un amplio número de parasitoides, depredadores y patógenos; asimismo, entre los agentes entomopatógenos se especula que existen 100 especies de bacterias, 100 de virus, 300 de protozoarios y 750 especies de hongos (Henry *et al.* 1985, Monzón, 2001). Quesada-Béjar *et al.* (2017), mencionan dos géneros de hongos entomopatógenos que fueron altamente efectivos para el control poblacional de *Sphenarium purpurascens*, estos son *Beauveria* sp, y *Metarhizium* sp.

Los enemigos naturales de los chapulines en Querétaro fueron registrados por Uribe-González y Santiago-Basilio (2012). Estos autores identificaron tres especies de hongos entomopatógenos pertenecientes a los órdenes Entomophthorales e Hypocreales, un parasitoide Diptera: Sarcophagidae y cinco depredadores: dos insectos (Coleoptera) Meloidae y (Diptera) Asilidae, un arácnido (Araneidae) Araneae y dos aves (Passeriformes) Mimidae.

### 1.13 Antropoentomofagia

El consumo de insectos o de productos derivados de ellos por parte de los humanos, se define como “Antropoentomofagia” (Ramos-Elorduy *et al.*, 2015). De acuerdo con Harris (2002), el hombre descende de una gran stirpe de homínidos insectívoros. Muy probablemente con un origen de los primates, en donde surgió a partir de los mamíferos insectívoros. Muchas especies de grandes simios consumen grandes cantidades de insectos; los monos los comen de manera intencionada o accidental junto con otro alimento, como algunas frutas, e incluso se quitan los piojos unos a otros y se los comen, asegurándose de que ya no ocasionarán más problemas en la piel de sus hospederos.

Para los chimpancés, estas especies llegan a ser tan importantes en su alimentación, que se basa principalmente en hormigas y termitas, e incluso utilizan herramientas y tácticas especiales para extraerlas de sus nidos y consumirlas. El hombre ha consumido insectos y se alimenta de insectos consciente o inconscientemente desde siempre.

La dieta del hombre primitivo, consistía en frutos secos y frescos, miel, tubérculos, yerbas y flores, además de insectos, reptiles, pequeños mamíferos y huevos de aves (Zaragozano, 2018). Es decir, su dieta estaba basada, fundamentalmente, en productos de fácil accesibilidad, sin desdeñar la carroña sobrante de los grandes depredadores carnívoros. Su consumo ha persistido hasta la actualidad, en mayor o menor intensidad, especialmente en Asia, África y América (Zaragozano, 2018).

Desde hace más de 7 000 años, algunos insectos acuáticos y terrestres han constituido una fuente de proteína animal (Ramos-Elorduy y Pino, 2004) muy importante. Ya que son un recurso de fácil obtención, son numéricamente abundantes, producen una enorme biomasa y se encuentran en todos los ecosistemas de la Tierra. Los insectos en general son fáciles de localizar, recolectar, preservar, almacenar y poseen alto valor nutritivo en proteínas, aminoácidos, vitaminas y minerales, por lo que constituyen una fuente de nutrientes (Ramos-Elorduy, 1997; Ramos-Elorduy y Pino, 1989, 2001).

En la Biblia y en el Corán se citan a los insectos como parte de la alimentación humana. Aristóteles ya recomendaba alguna receta elaborada con cigarras en su fase de ninfa. No obstante la entomofagia, no era la base fundamental de la alimentación. Las referencias a la ingesta de insectos en los tratados de alimentación y dietas del mundo antiguo son raras. Así mismo en épocas clásicas de Grecia y Roma la alimentación era bastante semejante a la actual y la ingesta de insectos era, probablemente, excepcional, especialmente en el área europea y su zona de influencia (Salas *et al.*, 2005). Actualmente han sido registradas 1 681 especies en 14 órdenes de la clase Insecta consumidas en 102 países de los diferentes continentes. Las especies empleadas varían dependiendo del país y del grado de entomofagia. Algunas especies se consumen en más de un país debido a que son cosmopolitas (Ramos-Elorduy, 1997a); los insectos constituyen por lo tanto un hábito alimenticio tradicional que continúa arraigado hoy en día, principalmente en aquellos países que ocupan las áreas tropicales y subtropicales del mundo (Ramos-Elorduy, 1997b).

En México esta costumbre se ha registrado desde la época prehispánica, con el sabio aprovechamiento que los nativos hacían de estas especies animales encontradas generosamente tanto en medios acuáticos como terrestres; con ellos se elaboraban muy variados, sabrosos y nutritivos platillos que constituían verdaderos banquetes para los gobernantes (Viesca *et al.*, 2009).

A su llegada, los españoles se sorprendieron de la vasta cocina prehispánica y particularmente del uso de los insectos con fines comestibles, el cual ha sobrevivido hasta la fecha, sobre todo en algunas zonas del país y en algunas culturas indígenas del centro y sur (Cortés, 2004), pueblos que con la influencia de los ingredientes traídos de Europa han enriquecido esta gastronomía que hoy en día se considera como exótica, y que los restaurantes exclusivos han adoptado como parte de sus platillos principales (Viesca *et al.* 2009).

Se han reportado 1,900 especies de insectos comestibles en todo el mundo, que en su mayoría se ubican en países cercanos a los trópicos o al ecuador. México es el país más antropofago con 549 especies de insectos comestibles (Ramos-Elorduy *et al.*, 2015). En México se consumen 13 órdenes de insectos, tres de estos son acuáticos; el mayor número de especies registradas las tiene Coleoptera (119), seguida de Hymenoptera (101), Hemiptera (90), Orthoptera (78). Los estados de México que más grado de antropofagia son Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Guerrero, Edo. de México, Hidalgo (Ramos-Elorduy, 2004; Ramos-Elorduy *et al.*, 2015). Los chapulines, se encuentran mayormente en el centro del país, en el este y oeste también, que comprendería los estados de México, Hidalgo, Puebla, Morelos, Querétaro y Guerrero. También se consumen en el sur como Veracruz, Oaxaca, Chiapas, siendo en estos últimos donde son más apreciados (Ramos-Elorduy, 2004).

### 3. Objetivo general

- Conocer la diversidad de especies del suborden Caelifera (Orthoptera: Insecta) en dos campos de cultivo de temporal de maíz, utilizando un criterio de taxonomía basada en la morfología.

#### 3.1 Objetivos particulares

- Obtener una lista de especies del suborden Caelifera (Orthoptera: Insecta) presentes en dos campos de cultivo de temporal de maíz del municipio de Santiago de Querétaro, Querétaro.
- Determinar índices de la riqueza y diversidad de las especies muestreadas
- Aplicar una encuesta dirigida a la comunidad de la UAQ y población queretana acerca del consumo de chapulines como alimento y realizar un análisis estadístico de los resultados
- Proporcionar una alternativa para el control de la plaga asociada a los cultivos de maíz.

## 4. Métodos

### 4.1 Área de estudio

Para realizar el estudio se hizo una búsqueda de los cultivos de maíz que fueran útiles para los muestreos, por lo que se hicieron recorridos por otros municipios de Querétaro como Colón y Tequisquiapan, en estos municipios se hicieron redeos rápidos a algunos cultivos de riego.

En el presente trabajo, se trabajó en dos áreas de estudio (figura 7), las cuales se caracterizaron por ser campos de cultivo temporal. Estos sitios se ubican en diferentes localidades en la delegación de Santa Rosa Jáuregui, al norte de la ciudad de Querétaro, Querétaro, México.

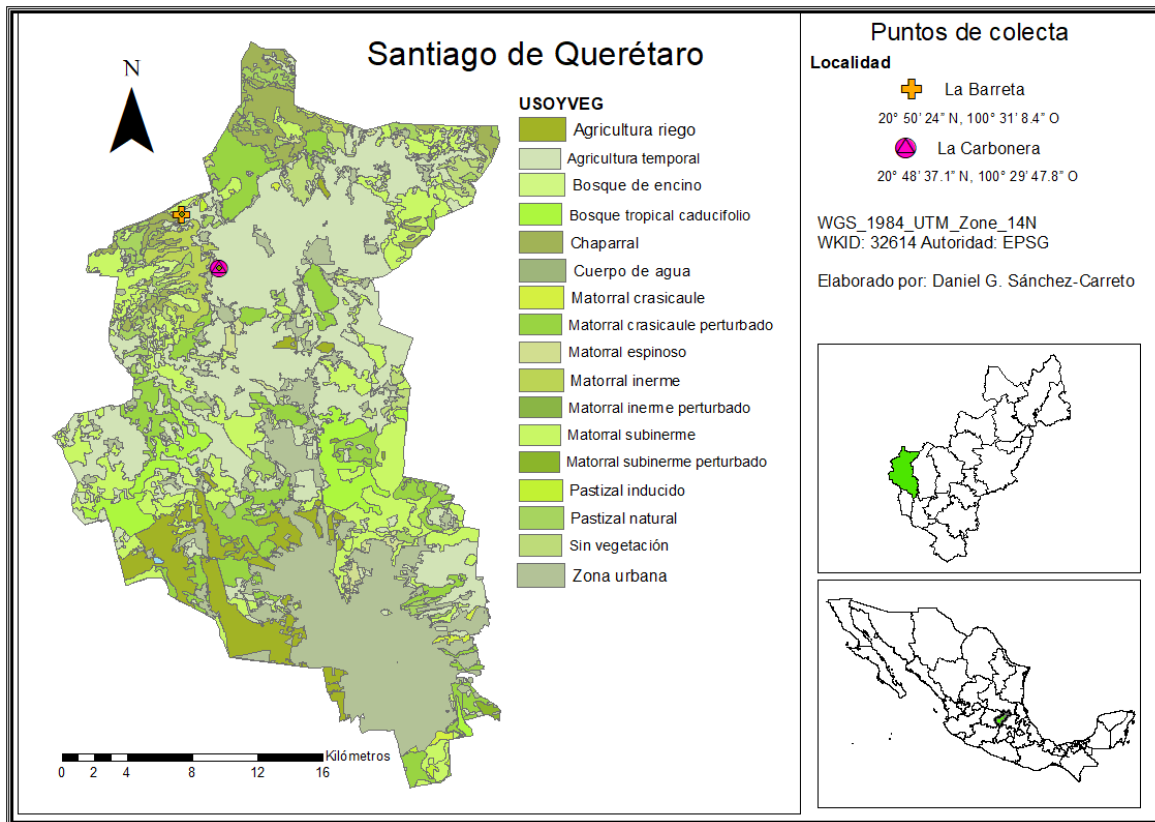


Figura 7. Mapa de los sitios muestreados en Santiago de Querétaro, Qro. y la vegetación del municipio

Cultivo 1 (Sra. Eugenia): Cultivo de maíz de temporal en la comunidad de La Barreta, al norte del municipio de Santiago de Querétaro, Qro. Con las coordenadas: 20° 50' 24" N, 100° 31' 8.4" O; 2153 msnm; este sitio presenta una precipitación media anual 527.4 mm; el cultivo se encuentra inmerso en bosque tropical

caducifolio/matorral subtropical; con clima estepario semiseco semicálido con invierno fresco (BS<sub>1</sub>hw) (figura 8).



Figura 8. Cultivo 1, La Barreta (Sra. Eugenia)

- Cultivo 2 (Sra. Ángeles): Cultivo de maíz de temporal en la comunidad de La Carbonera al norte del municipio de Santiago de Querétaro, Qro. Con las coordenadas: 20° 48' 37.1" N, 100° 29' 47.8" O; 2088 msnm; con una precipitación media anual 527.4 mm; la vegetación de los alrededores son campos de cultivo de temporal; con clima estepario semiseco semicálido con invierno fresco (BS<sub>1</sub>hw) (Figura 9).





Figura 9. Cultivo 2, La Carbonera (Sra. Ángeles)

#### 4.2 Técnicas de recolecta

Se elaboraron cuatro muestreos en la Barreta y la Carbonera utilizando métodos de colecta directa, con redes entomológicas. En la Barreta los muestreos se efectuaron el 31-jul-19, 11-sep-19, 25-sep-19, 01-nov-19. En la Carbonera los muestreos fueron el 16-jul-19, 31-jul-19, 11-sep-19, 01-nov-19. Para esto se estableció, una unidad de muestreo que consistió en coleccionar chapulines en el periodo de una hora, dentro de cuadrantes con un perímetro de aproximadamente 67 m por 67 m, en dos parcelas con un total de dos hectáreas cada una.

#### 4.3 Encuestas

Para la elaboración de una alternativa que ayude al control de la plaga presente en los cultivos, se elaboraron encuestas con preguntas de respuesta binaria y opción múltiple (Anexo 1) para analizar y cuantificar estadísticamente el conocimiento y aceptación de la antropofagia. Los datos personales que se preguntaron fueron categorizados por sexo, edad y ocupación, respetando el derecho de confidencialidad de las personas. Estas fueron dirigidas a la comunidad universitaria y a la sociedad queretana por medio electrónico (Google Forms) y difundidas en redes sociales. Para realizar el análisis de las preguntas de las encuestas se utilizó la prueba Cochran Q test. Se dividió la encuesta en tres secciones para su análisis, éstas fueron: A) El conocimiento previo de insectos comestibles (pregunta 1 a 7), B) El gusto por insectos comestibles (pregunta 8 a 13), C) Preferencias en cuanto al consumo de insectos (pregunta 14 a 17).

Se realizaron análisis de correspondencia simple para asociar los rangos de edades de las personas participantes con la frecuencia de respuestas positivas (SI) en cada una de las preguntas de la encuesta por sección.

De los resultados de las encuestas respecto a los gustos y preferencias sociales, conjuntando con la identificación de los chapulines más abundantes en los sitios de estudio, se generó una propuesta que permita a los agricultores disminuir el uso de químicos en el cultivo de maíz y tener a su vez un manejo integral de la plaga. Tradicionalmente en algunos sitios se utiliza la recolección por redes de arrastre que pudieran lastimar las plantas por lo que parte de la prioridad será a su vez evitar lastimarlas. Esta propuesta alternativa será sustentable, de uso económico, alimenticio y nutritivo.

#### *4.4 Identificación de los ejemplares y análisis de los resultados*

El material se transportó a la Colección Entomológica de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro (FCN-UAQE). Los ejemplares colectados se separaron por estadios (ninfas y adultos). Se montaron los ejemplares adultos, se etiquetaron, e identificaron utilizando Fontana *et al.*, 2008; García *et al.* 2010; Otte, 1985; Barrientos-Lozano *et al.* 2013; Thomas 1872; Bruner 1900-1909. Se depositaron en la misma colección entomológica. Los datos recabados de los ejemplares fueron analizados en programas Past, EstimateS 9.1 y Excel 2003. Se realizaron gráficas de barras, prueba de Cochran y análisis de correspondencia simple para los resultados de las encuestas en Statistica 8.0, Excel 2003.

## 5. Resultados

### *5.1 Identificación morfológica*

Se colectaron un total de 1634 ejemplares de Caelíferos, de los cuales 82.3% fueron ninfas y 17.6% adultos, divididos en tres familias: Acrididae, Romaleidae y Pyrgomorphidae.

Dentro de las familias encontradas en los muestreos, se lograron identificar las siguientes subfamilias:

- Acridinae
- Romaleinae
- Gomphocerinae
- Melanoplinae
- Oedipodinae
- Cyrtacanthacridinae
- Pyrgomorphinae

Un total de 175 Caelíferos adultos fueron colectados en La Barreta, mientras que en La Carbonera se colectaron 113 adultos.

Cuadro 2. Lista de especies de Caelíferos asociados a cultivos de maíz en la delegación Santa Rosa Jáuregui, Querétaro

Especies	La Barreta	La Carbonera	Total
<b><i>Sphenarium purpurascens</i> Charpentier, 1845</b>	84	67	151
<b><i>Melanoplus differentialis</i> (Thomas, 1865)</b>	28	12	40
<b><i>Taeniopoda eques</i> (Burmeister, 1838)</b>	14	1	15
<b><i>Brachystola mexicana</i> Bruner, 1904</b>	3	0	3
<b><i>Schistocerca nitens</i> (Thunberg, 1815)</b>	1	0	1
<b><i>Schistocerca alutacea</i> (Harris, 1841)</b>	1	0	1
<b><i>Schistocerca damnifica</i> (Saussure, 1861)</b>	1	0	1
<b><i>Aztecacris laevis</i> (Rehn, 1900)</b>	6	4	10
<b><i>Boopedon diabolicum</i> Bruner, 1904</b>	5	3	8
<b><i>Arphia conspersa</i> Scudder, 1875</b>	1	0	1
<b><i>Heliastus benjamini</i> Caudell, 1905</b>	1	0	1
<b><i>Orphulella tolteca</i> (Saussure, 1861)</b>	0	1	1
<b><i>Phoetaliotes nebrascensis</i> Thomas, 1872</b>	28	20	48
<b><i>Amblytropidia mysteca</i> (Saussure, 1861)</b>	0	5	5
<b><i>Melanoplus femurrubrum</i> (De Geer, 1773)</b>	2	0	2
			288

Las especies más comunes en ambos sitios fueron: *Sphenarium purpurascens* con 151 individuos, *Melanoplus differentialis* con 40 individuos, *Phoetaliotes nebrascensis* con 48 individuos, *Taeniopoda eques* con 15 individuos (Cuadro 2).

La diversidad de los cultivos fue comparada mediante el índice de entropía de Shannon-Wiener y el índice de dominancia Simpson. Se encontró que la entropía ( $t=2.539$ ,  $gl=247.97$ ,  $p=0.011$ ) y dominancia ( $t=-2.0214$ ,  $gl=200.35$ ,  $p=0.044$ ) fueron estadísticamente distintas entre los sitios evaluados, con los valores de diversidad más altos en el sitio de La Barreta (Cuadro 3).

Cuadro 3. Valores de los índices de Shannon-Wiener y Simpson para los dos cultivos muestreados

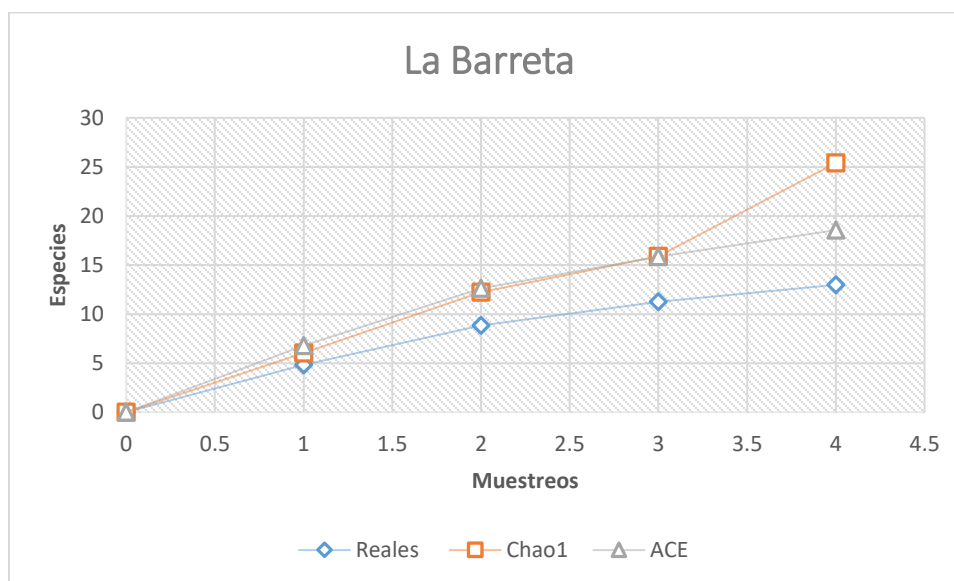
	La Barreta	La Carbonera
<b>Índice de Shannon</b>	1.624	1.2908
<b>Varianza del índice</b>	0.007189	0.010284
<b>Índice de Simpson</b>	0.29058	0.39823
<b>Varianza del índice</b>	0.00080736	0.0020288

Se realizaron cuatro muestreos en cada cultivo de manera aleatoria, así que para conocer la completitud del muestreo fue necesario saber la proporción de riqueza estimada con respecto a la observada. Para ello se utilizó un estimador no paramétrico, el estimador Chao 1. En La Barreta el resultado fue Chao 1=18 especies (ICI=13, ICS=28), y para La Carbonera fue Chao 1= 9 especies (ICI=8, ICS=11).

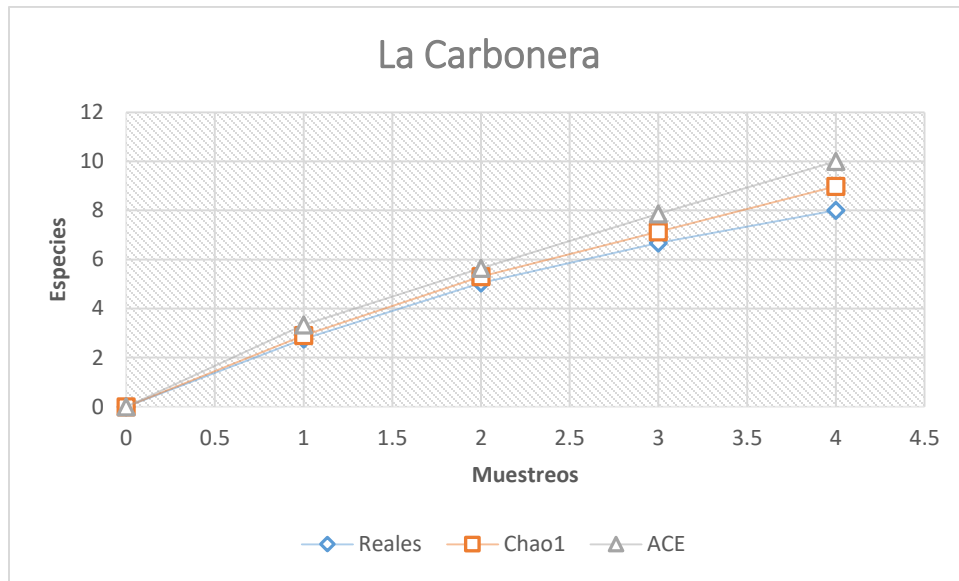
La completitud del inventario en La Barreta fue de 72.2%, los índices indicaron una riqueza estimada de 18 especies con respecto a la observada de 13 especies.

La completitud del inventario en La Carbonera fue de 88.8%, los índices indicaron una riqueza estimada de nueve especies con respecto a la observada de ocho especies.

Cuadro 4. Curva de acumulación de especies de La Barreta



Cuadro 5. Curva de acumulación de especies de La Carbonera



Se realizaron curvas de acumulación con los datos reales, Chao1 y ACE (Cuadros 4 y 5). Estos mostraron que la diversidad de especies es mayor a la diversidad observada.

En La Barreta, en el primer muestreo tuvimos reales=4.83, Chao1= 6.03, ACE=6.78, en el segundo muestreo reales=8.85, Chao1=12.25, ACE=12.63, en el tercer muestreo reales=11.27, Chao1=15.89, ACE=15.87, en el cuarto muestreo reales=13, Chao1=25.41, ACE=18.85.

En La Carbonera, en el primer muestreo tuvimos reales=2.76, Chao1=2.9, ACE=3.34, en el segundo muestreo reales=5.05, Chao1= 5.3, ACE=5.64, en el tercer muestreo reales=6.68, Chao1=7.13, ACE=7.86, en el cuarto muestreo reales=8, Chao1=8.98, ACE=10.

En La Barreta de 13 especies observadas (Figura 10), siete fueron exclusivamente colectados en el sitio:

- *Arphia conspersa*
- *Brachystola mexicana*
- *Heliastus benjamini*
- *Melanoplus femurrubrum*
- *Schistocerca alutacea*
- *Schistocerca damnifica*
- *Schistocerca nitens*

En La Carbonera, de ocho especies observadas (Figura 10), dos fueron exclusivamente colectadas en el sitio:

- *Amblytropidia misteca*

- *Orphuella tolteca*

Para conocer la similitud faunística se utilizó el índice de Bray-Curtis que da como resultado un  $I_{bc}= 0.743$ .

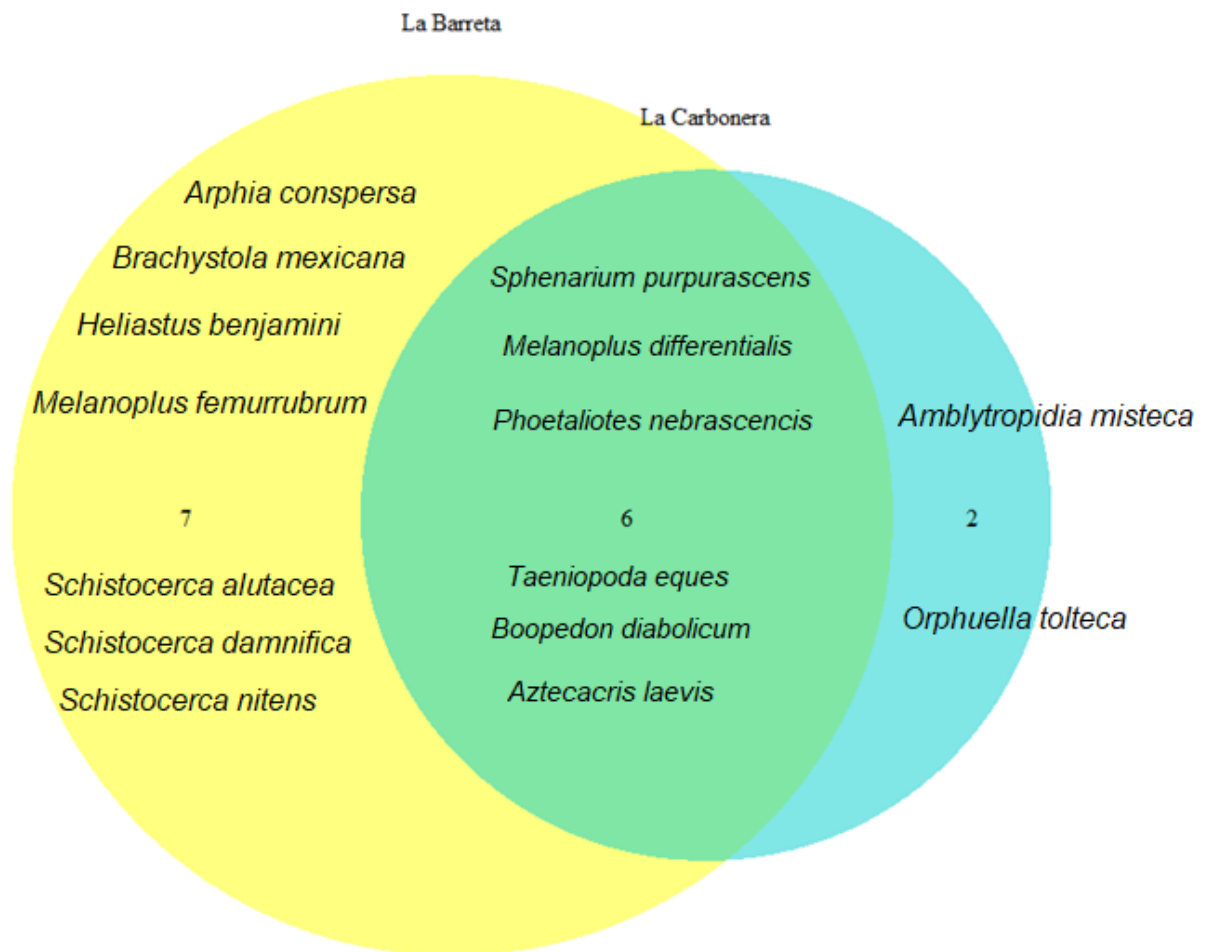


Figura 10. Diagrama de Venn de las especies de cada sitio y las especies compartidas

### 5.2 Resultados de las respuestas de las encuestas

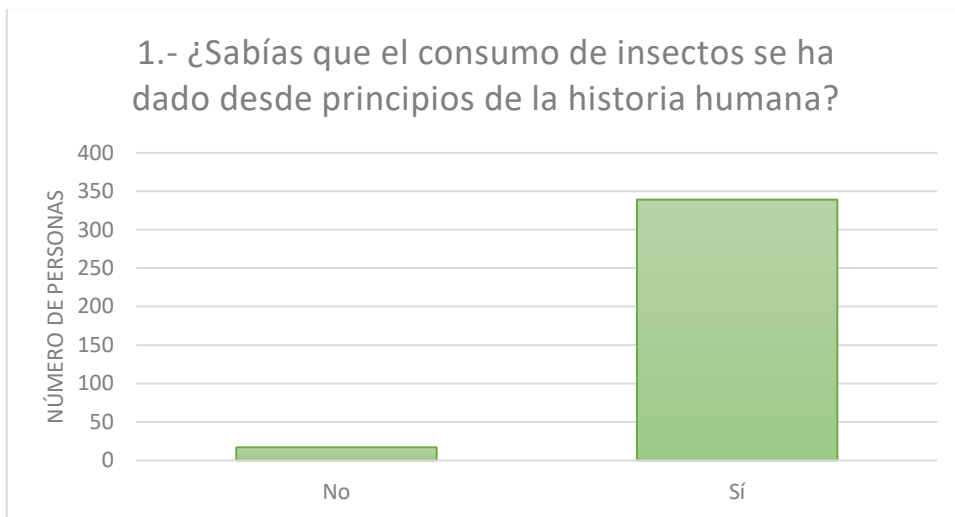
Los resultados generales indicaron que no existió ninguna asociación significativa ( $p>0.05$ ) ente la edad y el nivel de conocimiento, preferencia o gusto.

Las preguntas 1, 2, 3, 5, 6 se analizaron en conjunto por tener respuestas binarias y el resto de las preguntas fueron analizadas individualmente. En las preguntas de opción múltiple fueron remarcados en azul las respuestas con mayor elección y en rojo el segundo lugar.

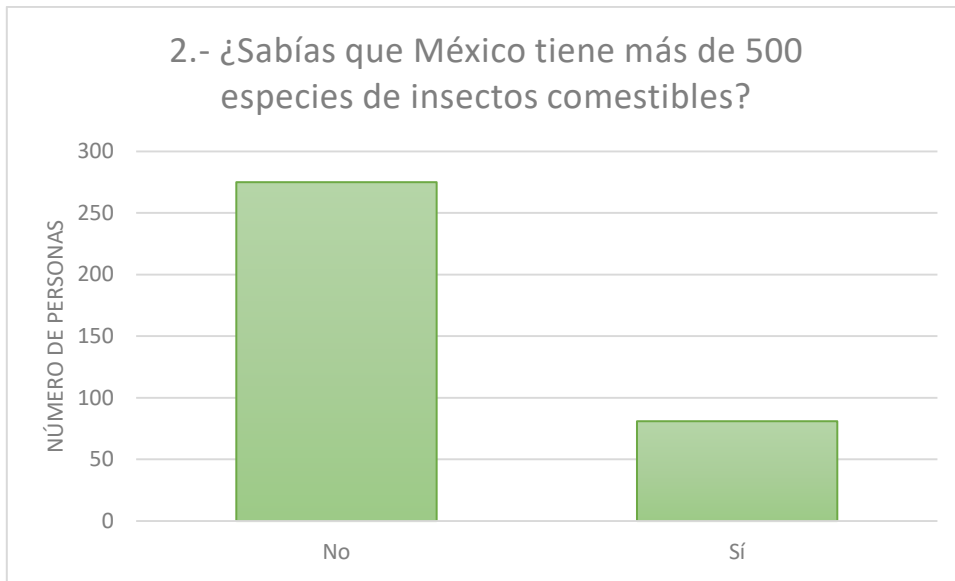
#### A) El conocimiento previo de insectos comestibles

De acuerdo a la prueba de Cochran el resultado fue positivo para las personas que dijeron que sí y ese porcentaje fue significativamente diferente a las personas que respondieron que no (**Q=506.2476, gl=4, p <0.000000**). El análisis de correspondencia no fue significativo (**Inercia total=0.01719 Chi<sup>2</sup>=19.609 gl=40 p=0.99721**).

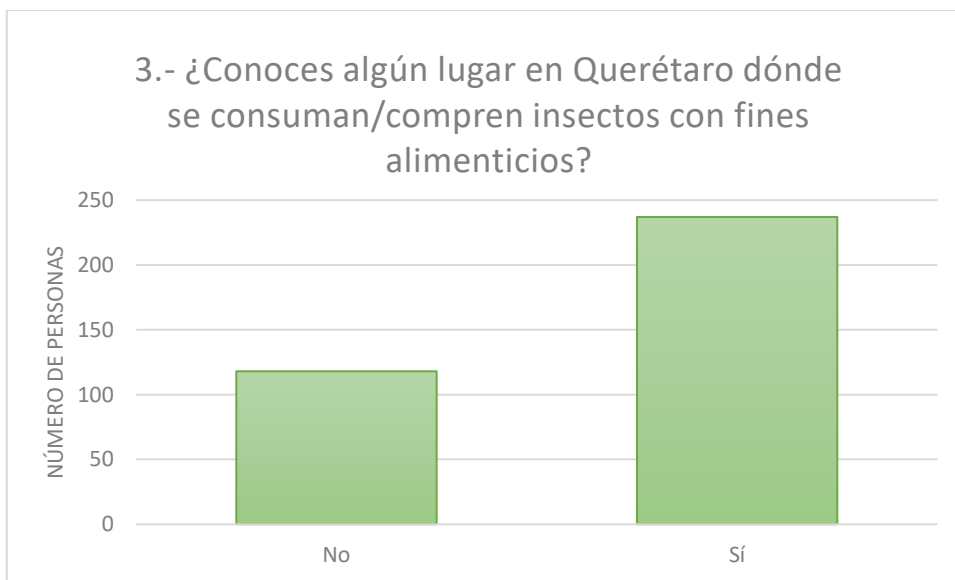
Cuadro 6. Respuestas de la pregunta 1



Cuadro 7. Respuestas de la pregunta 2

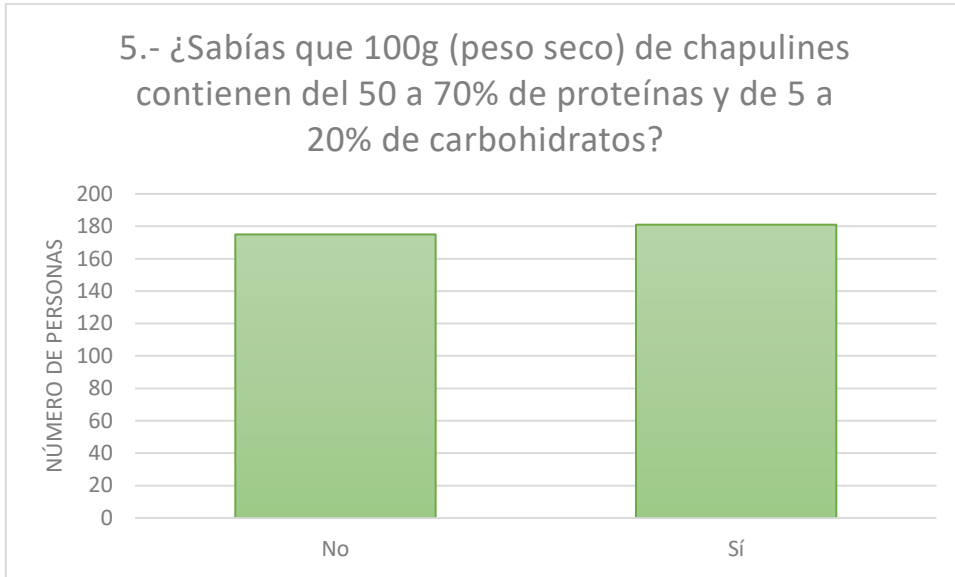


Cuadro 8. Respuestas de la pregunta 3

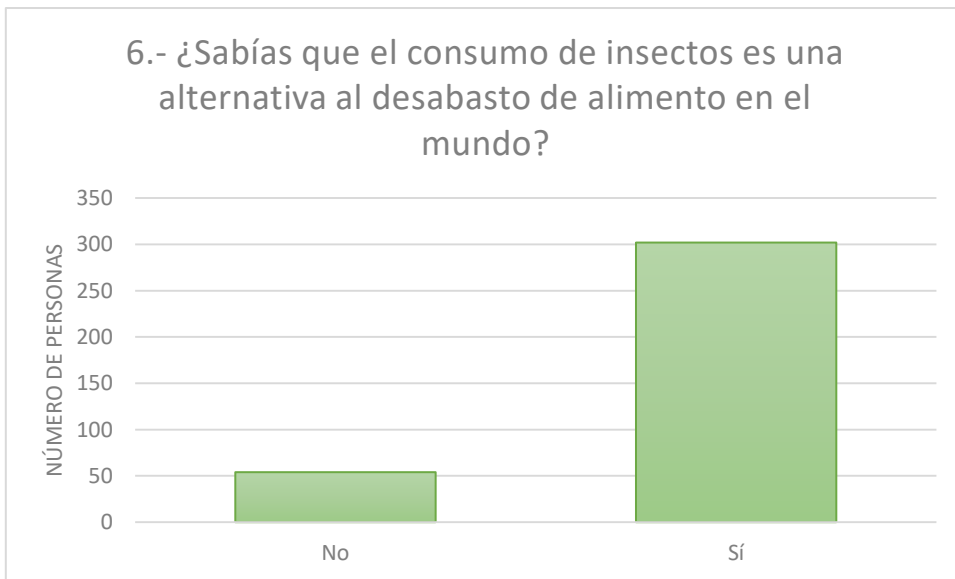




Cuadro 9. Respuestas de la pregunta 5

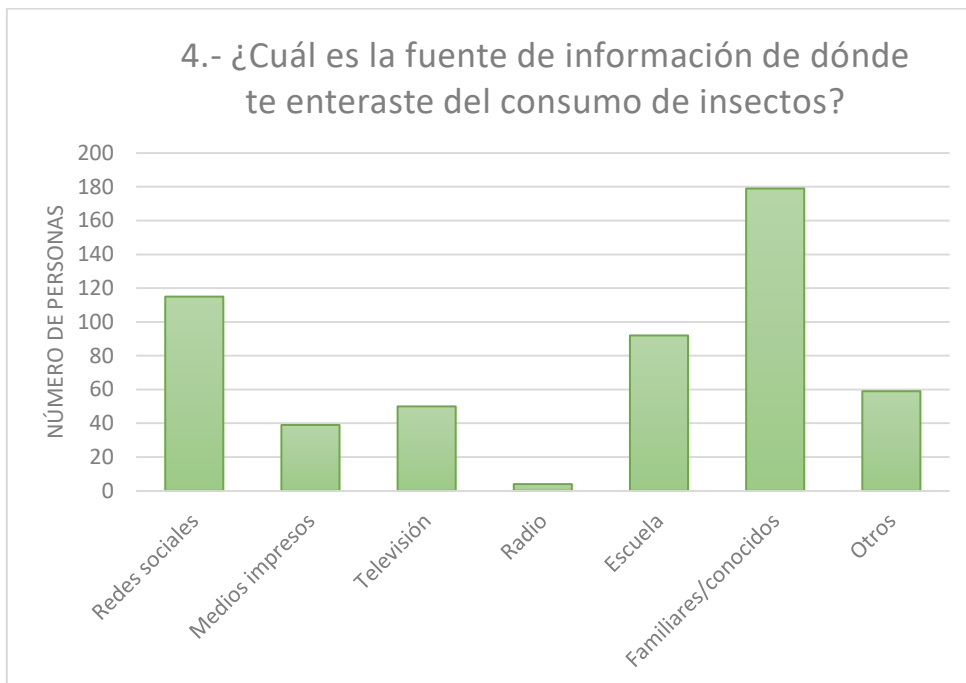


Cuadro 10. Respuestas de la pregunta 6



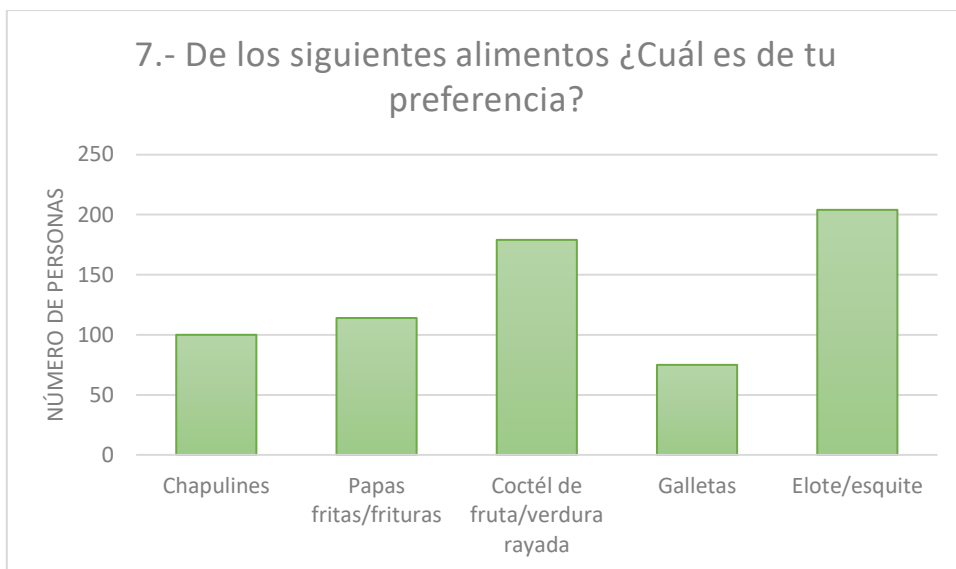
Existieron diferencias significativas en la prueba de Cochran de acuerdo a la fuente de información que se utilizó para aprender sobre el consumo de los insectos ( $Q=338.7517$ ,  $gl=6$ ,  $p < 0.000000$ ). La fuente de información con mayor frecuencia en las respuestas fue “Familiares/conocidos”. No hubo asociación significativa entre las respuestas y los grupos de edad de los encuestados (**Inercia total=0.12282** **Chi<sup>2</sup>=64.727** **gl=60** **p=0.31539**).

Cuadro 11. Respuestas de la pregunta 4



De acuerdo a la prueba de Cochran existen diferencias significativas en cuanto a la preferencia de alimentos dados a opción ( $Q=151.6183$ ,  $gl=4$ ,  $p <0.000000$ ). El alimento con mayor frecuencia fue “Elote/esquite”. El análisis de correspondencia no fue significativo ( $Inercia\ Total=0.06617$   $Chi^2=45.394$   $gl=40$   $p=0.25746$ ).

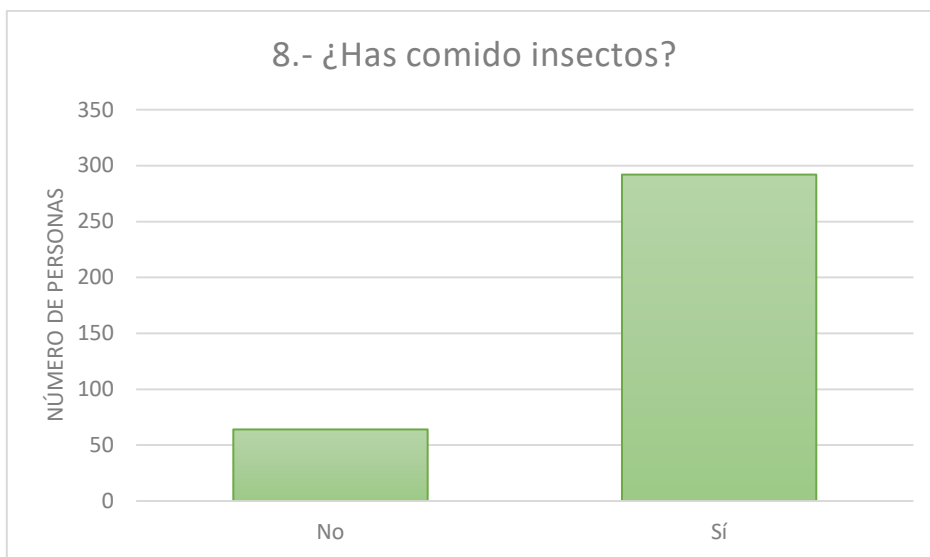
Cuadro 12. Respuestas de la pregunta 7



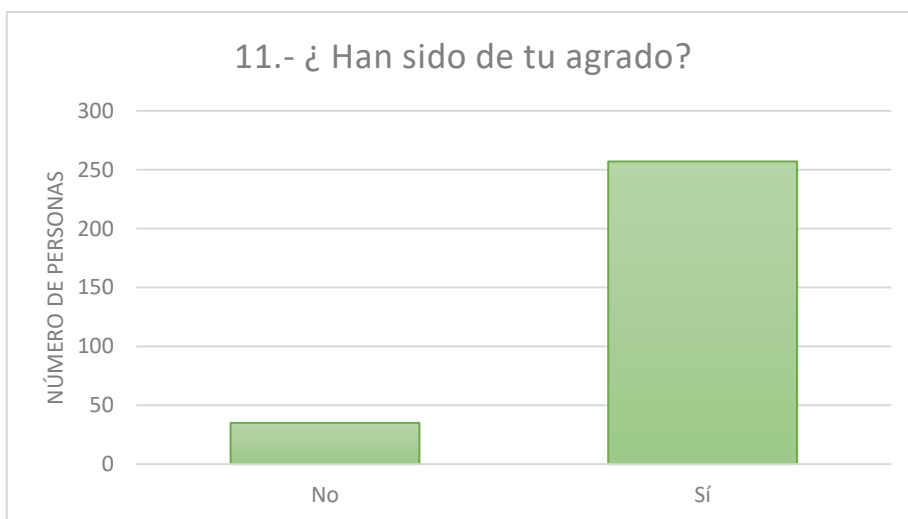
## B) El gusto por insectos comestibles

Se evaluaron seis preguntas en esta categoría, las preguntas 8, 11 y 13 solo se presentan de manera descriptiva

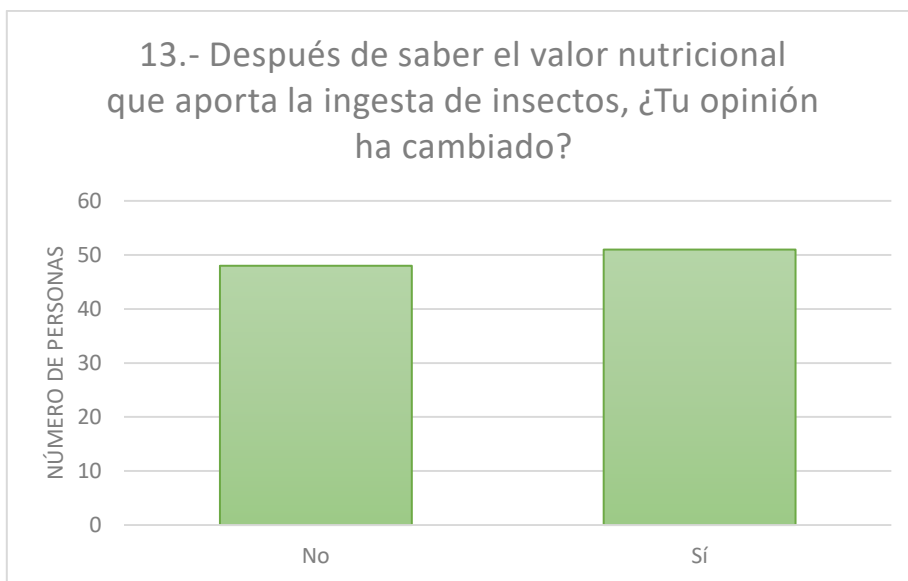
Cuadro 13. Respuestas de la pregunta 8



Cuadro 14. Respuestas de la pregunta 11

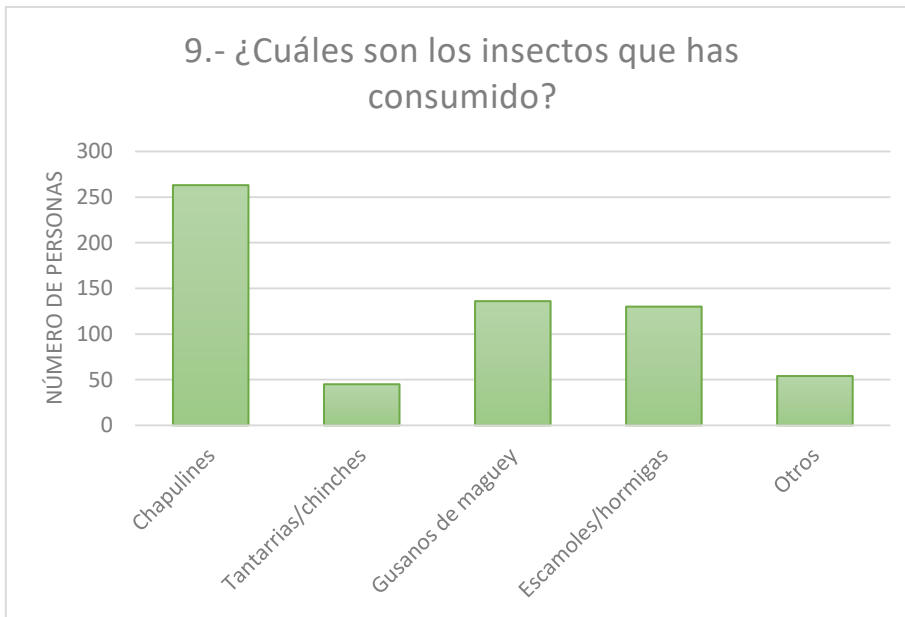


Cuadro 15. Respuestas de la pregunta 13



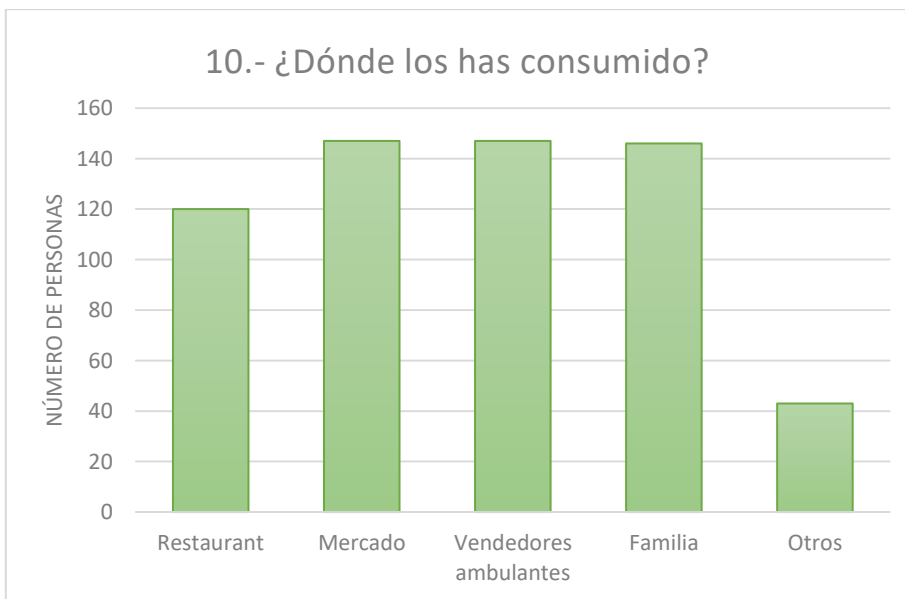
La prueba Cochran muestra diferencias significativas en los tipos de insectos que más se consumen (**Q=429.8850, gl=4, p <0.000000**). Los chapulines son los insectos que más se han consumido. El análisis de correspondencia no fue significativo (**Inercia Total=0.02879 Chi<sup>2</sup>=26.516 gl=50 p=0.99743**).

Cuadro 16. Respuestas de la pregunta 9



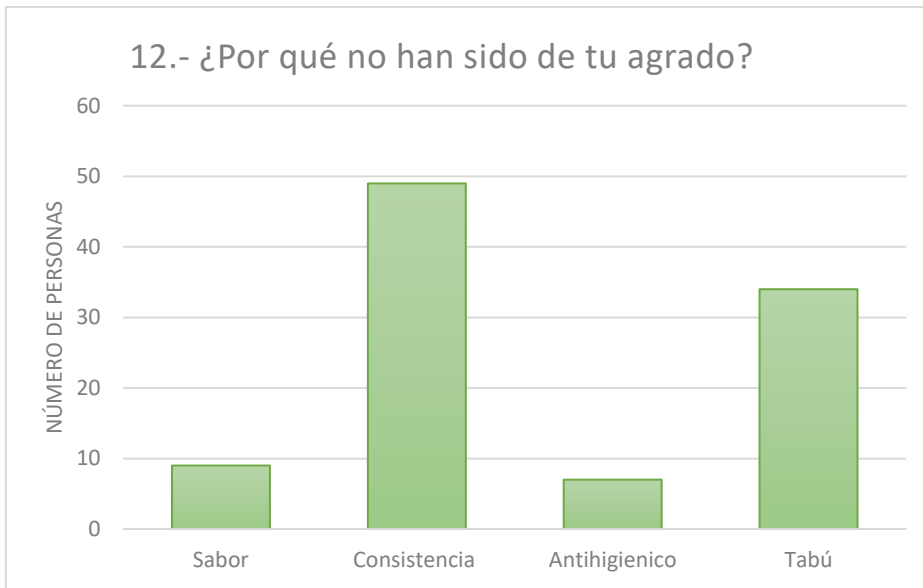
La prueba Cochran muestra diferencia significativa en la manera en que se han consumido los insectos ( $Q=114.2098$ ,  $gl=4$ ,  $p < 0.000000$ ). Vendedores ambulantes y Familia fueron las respuestas más seleccionadas. El análisis de correspondencia no es significativo ( $Inercia\ total=0.06287$   $Chi^2=38.035$   $gl=40$   $p=0.55901$ ).

Cuadro 17. Respuestas de la pregunta 10



Existe diferencia significativa en la prueba de Cochran en cuánto a la razón por la que no hay agrado del consumo de insectos ( $Q = 49.96970$ ,  $gl = 3$ ,  $p < .000000$ ), siendo la consistencia la razón más seleccionada.

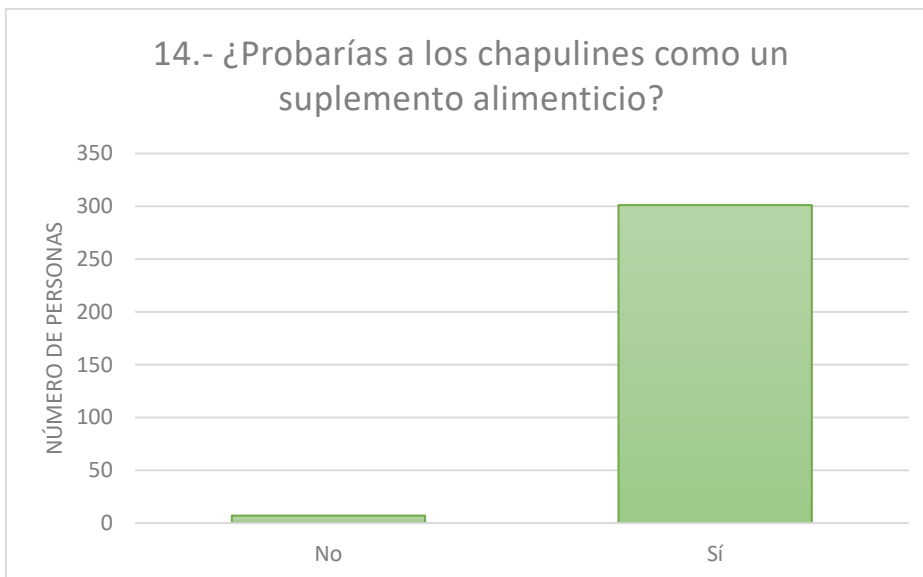
Cuadro 18. Respuestas de la pregunta 12



### C) Preferencias en cuanto al consumo de insectos

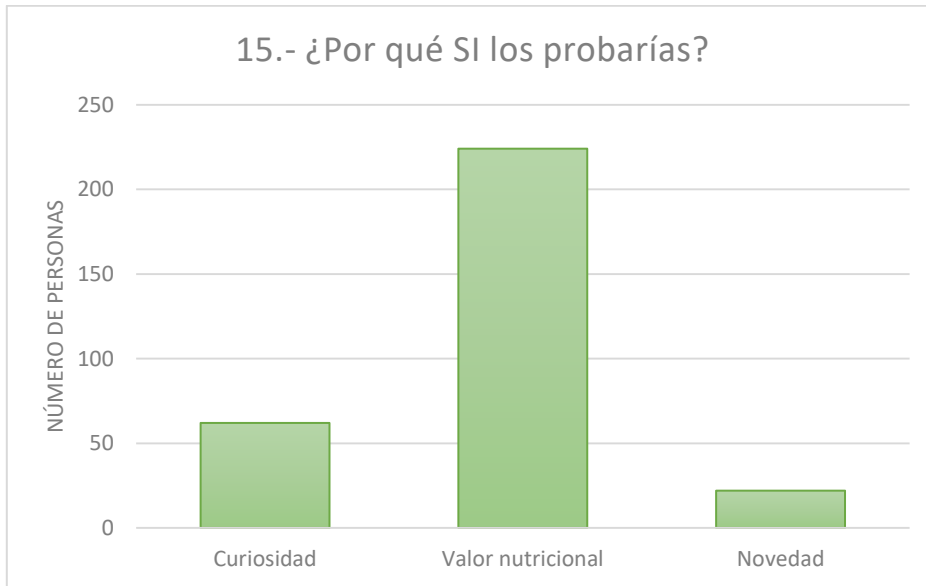
Se evaluaron cuatro preguntas en esta sección, la pregunta 14 solo se presenta de manera descriptiva.

Cuadro 19. Respuestas de la pregunta 14



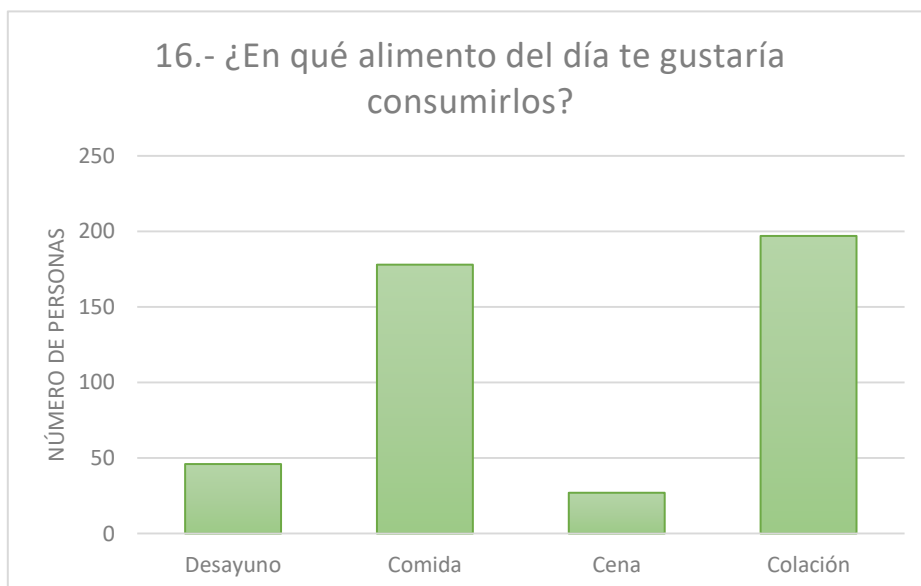
La prueba de Cochran muestra diferencia significativa en la razón por la que sí se probaría a los chapulines como un suplemento alimenticio (**Q=215.8506, gl=2, p <0.000000**). El valor nutricional es la razón más seleccionada. El análisis de correspondencia no es significativo en la sección (**Inercia Total=0.04781 Chi²=72.340 gl=100 p=0.98306**).

Cuadro 20. Respuestas de la pregunta 15



Hay diferencia significativa en la prueba de Cochran respecto a la preferencia de en qué comida se puede juntar el suplemento alimenticio (**Q=282.8751, gl=3, p <0.000000**). En la colación es mayormente preferible para la mayoría de las personas encuestadas.

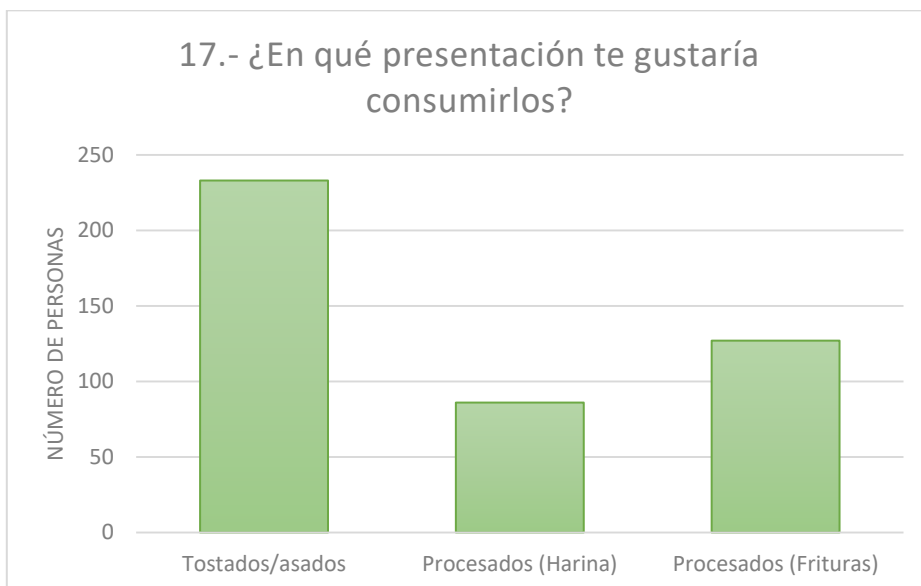
Cuadro 21. Respuestas de la pregunta 16





La prueba de Cochran fue significativa para la preferencia en la presentación que les gustaría consumirlos ( $Q=112.4744$ ,  $gl=2$ ,  $p < 0.000000$ ). Tostados/asados son la opción con mayor preferencia.

Cuadro 22. Respuestas de la pregunta 17



La mayoría de las personas encuestadas con un 61.7% fueron estudiantes femeninas de la UAQ alrededor de los 24 años con residencia en Querétaro. La mayoría de los encuestados con un 95.2% respondieron que sí tenían conocimiento de que el humano ha sido antroponomofago desde el inicio de su historia, resaltando que el 77.2% de la población encuestada, desconoce que México contiene más de 500 especies comestibles de insectos. En Querétaro el 66.8% de los participantes en esta encuesta afirmaron que conocen varios restaurantes con platillos de insectos y vendedores ambulantes en los mercados principalmente. El conocimiento relacionado a los insectos comestibles con la edad de la población encuestada no presenta resultado significativo por lo que entendemos que el conocimiento de estos temas no está ligado a la edad.

Los familiares y/o conocidos son la fuente de información por la cual los encuestados se informaron sobre la práctica de la antroponomofagia, seguida por la difusión de esta información en las redes sociales. Además el 50.8% de las personas encuestadas, conocen o son conscientes de las propiedades nutrimentales de los insectos comestibles así como de los chapulines, teniendo en cuenta a su vez que el 84.8% tiene noción que los insectos son una alternativa al desabasto de alimento en el mundo. El 82% de las personas que fueron encuestadas contestaron afirmativamente que habían comido insectos, la mayoría de estas personas contestaron que los chapulines han sido los insectos más consumidos. En cuanto al lugar dónde se han consumido insectos, empata entre el Mercado, Vendedores ambulantes y Familia.

La mayoría de las personas que han consumido insectos contestaron con un 88% que si habían sido de su agrado. Sin embargo las personas que contestaron que no habían sido de su agrado, se les preguntó la razón por la que no los consumen, la mayoría seleccionó que es por la Consistencia.

El 51% de las personas encuestadas respondieron que su opinión había cambiado de los insectos al saber el valor nutricional que aportan al consumirlos. El 97% de las personas que contestaron afirmativamente la pregunta pasada, probarían a los chapulines como un suplemento alimenticio.

No obstante el 28% de las personas que participaron en la encuesta prefieren tener una ingesta de chapulines como una colación común. Es importante distinguir que el 82% de estas personas, han comido previamente insectos, siendo los chapulines el tipo de insectos preferidos, seguido por los gusanos de maguey y escamoles/hormigas, sin embargo la frecuencia de su consumo es distinta entre estas. La edad de las personas encuestadas no muestra relación al conocimiento, gusto y preferencia de los insectos comestibles.

### *5.3 Alternativa para el control del chapulín presentes en los cultivos*

El elevado crecimiento poblacional que se espera en los próximos años sugiere un crecimiento en la demanda de alimentos, aunado a los efectos adversos del cambio climático incrementando los daños ocasionados por las plagas y estrés en los cultivos, disminuyendo los rendimientos. Por lo cual se buscan alternativas viables para incrementar de manera sustentable la producción de productos agropecuarios y fibras. México es el cuarto productor mundial de alimentos orgánicos (Forbes, 2018), y donde se han detectado más de 200 especies de plagas agrícolas (SENASICA, 2016) que amenazan la productividad del campo.

De acuerdo al control de plagas, la investigación enfocada a la protección de cultivos remarca que no es necesario utilizar un control químico. Existen alternativas para disminuir su impacto, a tal grado que se puede llegar a convivir con las plagas sin que estas provoquen pérdidas económicas, ya que realmente una plaga no puede ser eliminada en su totalidad.

La alternativa de control de chapulines que se propone en este trabajo es la recolección directa de los chapulines para su uso alimenticio tanto para humanos como para ganado como uno de los métodos en la implementación de un manejo integrado de plagas (MIP). .

El MIP busca todas las técnicas disponibles para combatir las plagas y la posterior integración de medidas apropiadas que disminuyen el desarrollo de poblaciones de plagas y otras intervenciones a niveles económicamente justificados que reducen al mínimo los riesgos para la salud humana y el ambiente (SAGARPA, 2012; Bennett *et al.*, 2012).

La implementación del MIP exige reconocer tanto a las plagas como a sus enemigos naturales, entender su biología y comportamiento, desarrollar técnicas de monitoreo y combate e incorporar el concepto de umbral de daño económico o de acción en las decisiones de manejo (Bennett, *et al.*, 2012). Un programa de MIP debe estar diseñado para una plaga en particular o un complejo de plagas en un cultivo determinado y en una ubicación geográfica específica (SAGARPA, 2012). Una buena ejecución del MIP tiene como propósito fundamental mantener la densidad de población o su daño, dentro de niveles económicamente tolerables.

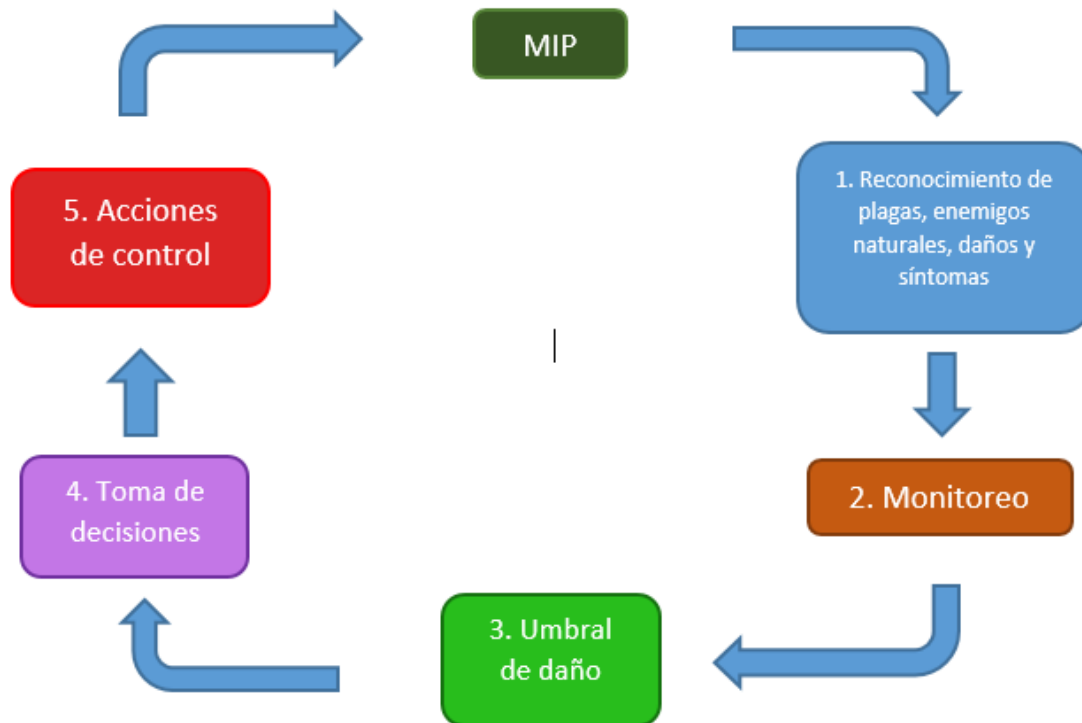


Figura 11. Etapas de un manejo integrado de plagas (modificado de Bennett *et al.*, 2012)

Para la correcta implementación de un MIP es muy importante la identificación de las especies de plagas que existen en el área, para esto hay que realizar el monitoreo y las evaluaciones de signos (aparición de mudas, ninfas, excrementos), y síntomas (daños en hoja, tallo, raíz, frutos, decoloración de partes de la planta, enrollamiento, etc.), con la finalidad de contribuir a tomar decisiones, y acciones de control, al igual que conocer las diferentes etapas de crecimiento del cultivo que resultan en potencial riesgo (SAGARPA, 2012).

Los chapulines muestreados en los cultivos presentan especies que son comestibles, especialmente *Sphenarium purpurascens*, esta especie de chapulín es la que se comercializa mayormente como alimento en los estados del sur. La

recolección y posterior preparación de los chapulines benefician al cultivo y a la economía del agricultor, incluso en cuanto a la disminución de gasto económico en alimento para el ganado. La experiencia de trabajo de Ramos-Elorduy (2006), Ramos-Elorduy y Vázquez (2009), mostró su uso de los chapulines en la economía y alimentación de la población.

Para preparar los chapulines para su uso comestible (Ramos-Elorduy *et al.*, 2015) (figura 12), es necesario dejar que se purguen en una bolsa de tela para que puedan librarse de parásitos y demás toxinas que puedan tener, la purga puede ser de 2-5 días. Posterior a la purga, hay que limpiar a los chapulines en un recipiente con agua para remover restos de tierra, hojas o heces. Hervir los chapulines por 15 minutos, vaciar el agua y reemplazar con nueva agua y volver a hervir por 25-30 minutos aproximadamente. Marinar en jugo de limón, con ajo y sal. Echar directamente a un sartén a fuego medio y cocer durante 20-30 minutos. La preparación de los chapulines puede tener diferentes técnicas gastronómicas dependiendo de la región. En esta receta, se tomó en cuenta que no a muchas personas les agrada ver completos a los chapulines, por lo que se metieron a licuadora para poder pulverizarlos, previamente se les removió las patas traseras. Una vez licuados se rellenaron las gorditas con los chapulines y migajas, se cocieron y se prepararon con crema y queso, además de una salsa verde. También se prepararon picaditas/sopes con chapulines como ingrediente (figura 13).



*Figura 12. Preparación de los chapulines para uso comestible. A) Chapulines colectados y en proceso de purga en bolsa de tela; B) Limpieza de los chapulines en agua; C) Chapulines en agua hirviendo durante 30 min; D) Chapulines después de hervir; E) Marinaje de los chapulines en jugo de limón y ajo; F) Cocción de los chapulines en sartén; G) Pulverización de los chapulines en licuadora; H) Preparación de las gorditas con chapulines pulverizados*



Figura 13. Preparación de los chapulines para uso comestible (parte 2). I) Cocción de las gorditas en comal; H) Gordita de chapulines; K) Picadita/Sope de chapulines

## 6. Discusión

El 82.3% de los chapulines colectados fueron ninfas, equivalente a 1346 individuos, ya que el periodo de colecta inició en julio cuando empiezan sus primeros estadios del ciclo de vida. Los cultivos dónde se realizaron los muestreos son particulares, por lo que los muestreos fueron considerados como aleatorios debido a la disponibilidad de los propietarios.

Se consiguió que ambos cultivos tuvieran condiciones distintas sobre la vegetación que los rodea y que ambos cultivos tuvieran riego de lluvia temporal, además de no utilizar fertilizantes, insecticidas o herbicidas. Sin embargo, se desconocía que en La Carbonera los cultivos aledaños a la zona de estudio, utilizan herbicidas para evitar el crecimiento de quelites (Brahimi *et al.*, 2020; López, 2015).

Al respecto en nuestro trabajo el Cultivo 1, se encuentra rodeado principalmente por vegetación nativa ya que se encuentra en una ladera proveniente de una pequeña cañada que desciende del cerro de La Barreta que es una reserva natural, lo cual favorece los nichos ecológicos de las especies de insectos (Fumy, 2020), así como su diversidad tanto de los chapulines como de sus depredadores. Para saber la riqueza estimada se utilizó el estimador Chao 1; el Cultivo 1 tuvo una estimación de 18 especies y el muestreo tuvo una completitud del 72.2%. El Cultivo 2, se encuentra rodeado por otros cultivos y lejos de la vegetación nativa de los cerros, dentro de la comunidad La Carbonera lo cual afecta de manera directa el

intercambio y sucesión de especies a lo largo del tiempo y espacio. El estimador Chao 1 tuvo un resultado de 9 especies y el muestreo tuvo una completitud del 88.8%. En ambos sitios se tuvo un muestreo significativo de las especies presentes, sin embargo las curvas de acumulación (cuadros 4 y 5) comparando los datos reales, Chao 1 y ACE, muestran que aún hay varias especies que podemos encontrar en la zona.

La similitud faunística de los cultivos se calculó utilizando el indicador estadístico de Bray-Curtis en el que se obtuvo un resultado del 74.3%, con lo que podemos entender que los sitios sí comparten especies que tienen amplia distribución en la zona, sin embargo remarcando las diferentes condiciones ecosistémicas de los lugares, puede ser que influya en las diferentes especies que se encuentren asociadas a los cultivos. Podrían ser diversos los factores bióticos o abióticos relacionados a la presencia o ausencia de las especies de chapulines, empezando por la vegetación nativa, la presencia de depredadores, competencia de recursos con otros animales, y/o el uso de químicos que influyan en la presencia, prevalencia y abundancia de algunas especies (Alfaro *et al.*, 2011; Fumy *et al.*, 2020; Gurrola *et al.*, 2006; Rivera 2006).

Los cultivos estudiados, cuentan con diferente organización en sus parcelas, en el Cultivo 2 hay varias divisiones por terrazas que presentan agaves, nopales, y algunos árboles pequeños nativos, y en el Cultivo 1 hay una pequeña isla de vegetación nativa en medio del terreno en donde hay varios arbustos, arboles, y hierbas nativas. Estas diferencias en el momento de muestreo fueron muy evidentes, ya que en el Cultivo 1 la vegetación fue muy densa en general toda la temporada y los chapulines fueron mucho más abundantes desde etapas ninfales. Las principales zonas de muestreo que se utilizaron fueron perimetrales al cultivo en donde las plantas cultivadas y nativas convergían.

En nuestra encuesta podemos ver que la asociación de la práctica de antropoentomofagia se encuentra ligada al sitio donde las personas han consumido insectos comestibles, siendo el lugar más frecuente el mercado seguido por la familia y vendedores ambulantes. Con esto podemos entender que tanto los productores de campo como la familia son importantes para la cultura antropoentomofagica, principalmente por la confianza que pueden tener con su círculo social más cercano o el lugar de confianza donde hacen su despensa.

El 88% de los encuestados tienen una aceptación a la antropoentomofagia por lo que realmente sí existe una respuesta positiva a pesar de estar en un lugar donde no es frecuente esta práctica cultural, comparando con el sur de México (López, 2015; Sosa, 2015).

Los encuestados que respondieron que sí habían consumido insectos y que no fueron de su agrado respondieron que principalmente las causas se debieron a su consistencia, seguida de tabú. Estos resultados dan a entender que los cuerpos de los insectos no son apetecibles porque presentan patas espinosas, son viscosos o

muy crujientes, esto relacionado a que existen las ideas de que los insectos son sucios, venenosos o que las fobias presentes evitan el consumo. Sin embargo el 51.5% de estos encuestados respondieron que sí ha cambiado su percepción a los insectos sabiendo su valor nutricional, sin que los datos marquen una respuesta significativa en relación de la edad y el disgusto y posterior aceptación de los insectos comestibles.

En una gran mayoría del 97.7% fue afirmativa la respuesta en que se acepte a los chapulines como un suplemento alimenticio, debido al valor nutricional que estos poseen. Los encuestados respondieron que sería preferible integrar a los chapulines como una colación en la dieta, siendo en la comida también parte de las preferencias.

La presentación en la que se prefiere consumir a los insectos fue tostados/asados, y en segundo lugar, procesados (frituras), por lo que hay un área de oportunidad para los productos que puedan existir a base de los chapulines, así como para la gastronomía queretana, en la que se puede incluir a los chapulines como un ingrediente más a las recetas.

## 7. Conclusiones

Este trabajo aporta una lista de 15 especies de Caelíferos asociados a cultivos de maíz en Querétaro; ocho de éstas especies reportadas como plaga para los cultivos y siete de ellas reportadas como chapulines comestibles (Cuadro 25). Los muestreos previos nos mostraron que *S. purpurascens* tiene una amplia distribución en el estado, por lo que en cualquier parte de Querétaro se podría implementar el uso alternativo de los chapulines.

Cuadro 23. Especies plaga/comestibles encontradas en los cultivos muestreados

<i>Brachystola mexicana</i>	Plaga/comestible
<i>Schistocerca alutacea</i>	Plaga/comestible
<i>Schistocerca damnifica</i>	Plaga/comestible
<i>Schistocerca nitens</i>	Plaga/comestible
<i>Sphenarium purpurascens</i>	Plaga/comestible
<i>Melanoplus differentialis</i>	Plaga/comestible
<i>Phoetaliotes nebrascensis</i>	Plaga/comestible
<i>Taeniopoda eques</i>	Plaga

Los muestreos a los sitios elegidos fueron aleatorios durante la temporada de lluvias. Sin embargo para un mejor entendimiento de la diversidad de chapulines se recomienda efectuar muestreos de manera sistemática a lo largo del año, incluyendo las temporadas de secas y las temporadas de sembradío y cosecha de maíz. Conocer mejor la diversidad de chapulines y su ciclo biológico permite tener



mayor información a partir de la cual se pueden tomar decisiones respecto a su control, incluyendo las variables climáticas de las cuales también son dependientes.

En el presente trabajo se propone que el MIP en los cultivos de maíz tenga como objetivo el uso de los chapulines como un recurso y complemento alimenticio a la dieta, sin dejar de lado que los mismos chapulines se pueden utilizar para alimentar al ganado, siendo también una ventaja económica. Sin embargo el uso de vegetación nativa asociada al cultivo puede ayudar a regular la población de *S. purpurascens*, como observamos en La Barreta; ya que proveía de refugio ecológico a otras especies de chapulines y sus depredadores.

México es el país con mayor registro de especies de insectos comestibles, sin embargo la antropofagia es muy limitada a niveles locales como pueblos y comunidades, principalmente en los estados del centro y sur del país. En estados más al norte se presentan climas más secos, por lo que el registro de lugares donde se practique la antropofagia es más reducido.

Los chapulines han sido fundamentales en la cultura mexicana y han sido parte de los alimentos que muchos pueblos han consumido. En la actualidad se han comercializado mucho como productos principalmente de otros estados del sur de la república, por ejemplo, el estado de Oaxaca tiene un nivel de antropofagia de los más altos en el país y también se encarga de distribuir varios productos a base de insectos dentro de la república. Esta idea ha hecho creer que solo los chapulines de otros estados son comestibles, cuando realmente esas especies de chapulín están ampliamente distribuidas en varios estados del país, incluyendo Querétaro.

Durante la colonia española, las costumbres y tradiciones prehispánicas relacionadas con los insectos fueron poco a poco desplazadas por ideas europeas en relación a la religión, por ejemplo, ya que como los insectos se “arrastraban” por el suelo se tenía la relación de: “si está en el suelo es algo sucio e impuro”, por lo tanto, existió repulsión y fobias por los insectos como discriminación a las personas que practicaban antropofagia. Muchas de estas ideas han perdurado hasta nuestra época, sobre todo en personas totalmente urbanizadas que ya por un tabú implantado en su educación basado en la ignorancia, han afectado mucho a la cultura de la antropofagia evitando que esta pueda prosperar en las ciudades.

La difusión adecuada de los beneficios que los insectos comestibles y los chapulines pueden aportar, es de gran impacto positivo tanto al ecosistema como a la salud humana por los recursos que se necesitan que sean en menor proporción, el espacio, y la cantidad de nutrientes que proveen. En la encuesta nos dimos cuenta que la mayoría de las personas no era consciente de la proporción de nutrientes que aportan, estos pueden llegar hasta ser mucho en mayores cantidades que varios alimentos de origen animal normalmente consumidos, además que los

recursos que se necesitan para su reproducción son mucho menores tanto por el tamaño, el peso y el espacio de estos insectos.

Dentro de los cultivos donde se realizaron los muestreos, los chapulines tienen todas las condiciones y recursos necesarios para su reproducción, sin embargo para la colecta de estos, las redes entomológicas no fueron lo suficientemente grandes para poder obtener una buena cantidad de ellos, quizá el uso de una red de intersección con algún depósito de captura sea mucho más práctico.

Las encuestas que se realizaron dieron resultados bastante alentadores con la aceptación de los chapulines en la sociedad queretana; la integración de estos como un producto más frecuentemente comercializado a un precio más bajo pueda ayudar a que la cultura de la antropofagia sea algo más común en platillos típicos de alguna región, por ejemplo en Querétaro es reconocido por sus gorditas, quizá si estas fueran hechas con harina de chapulín o los chapulines como ingrediente de la gordita, podría dar un atractivo más a la parte gastro-turística siendo parte de platillos “exóticos”. Inclusive si los agricultores empezaran a ser proveedores de restaurantes donde los chapulines ya se vendan en algún platillo, sería bastante conveniente.

## 8. Literatura citada

Alfaro F., Pizarro-Araya J., Bodini A., y Cepeda-Pizarro J. 2011. Composición y distribución del ensamble de Orthoptera (Insecta) en una cuenca árida del norte-centro de Chile. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 43(1),97-110 ISSN: 0370-4661. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382837648007>

Aguirre-Segura A. y Barranco Vega P. 2015. Orden Orthoptera. *Revista IDE@ - SEA*, nº 46, 1–13.

Amédégnato C., Chapco W. y Litzenger G. 2003. Out of South America? Additional evidence for a southern origin of melanopline grasshoppers. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 29: 115–119.

Barrientos-Lozano L. 2001. El problema de la langosta (*Schistocerca piceifrons piceifrons*, Walker) en México y Centro América, p 1-11. In L. Barrientos-Lozano (ed.), *Memoria del Curso I Internacional. Ecología, Manejo y Control de la Langosta Voladora (Schistocerca piceifrons piceifrons, Walker)*. Altamira, Tamaulipas, México.

Barrientos-Lozano L. 2003. Ortópteros plaga de México y Centro América: Guía de campo. Instituto Tecnológico de Cd. Victoria. 114 p.

Barrientos-Lozano L. y Almaguer-Sierra P. 2009. Manejo sustentable de chapulines (Orthoptera: Acridoidea) en México. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/266217516\\_MANEJO\\_SUSTENTABLE\\_DE\\_CHAPULINES\\_ORTHOPTERA\\_ACRIDOIDEA\\_EN\\_MEXICO](https://www.researchgate.net/publication/266217516_MANEJO_SUSTENTABLE_DE_CHAPULINES_ORTHOPTERA_ACRIDOIDEA_EN_MEXICO)

Barrientos-Lozano L., Rocha-Sánchez A., Buzzett, F., Méndez-Gómez B., Horta-Vega J. 2013. *Saltamontes y esperanzas del noreste de México (Insecta: Orthoptera) Guía ilustrada*. México, DF.

Belovsky G. E. y Slade J. B. 1993. The role of vertebrate and invertebrate predators in a grasshopper community. *OIKOS*. 68: 193–201.

Bennett G.W., Owens J.M., Corrigan R.M. 2012. *Guía científica de Truman para Operaciones de Manejo de plagas*. Séptima edición. North Coast Media. Pag. 1-5

Brahimi D., Mesli L., Rahmouni A., Zohra F., Khaldoun B., Chebout R., Belbachir M. 2020. Why orthoptera fauna resist of pesticide? First experimental data of resistance phenomena, *Data in Brief*, Volume 30.

Bruner L. 1900-1909. Fam. Acrididae. *Biologia Centrali-Americana, Insecta, Orthoptera*, vol. 2

Buzzetti F. M., Barrientos-Lozano L. y Fontana P. 2010. New Melanoplineae from Mexico (Orthoptera Acrididae). *BOLL. SOC. ENTOMOL. ITAL.*, 142 (3): 99-110

Capinera, J. L. y Sechrist T. S. 2002. *Grasshoppers (Acrididae) of Colorado: Identification, biology and management*. Colorado State University Experiment Station, Fort Collins. Bulletin No. 584S.

- Capinera J.L., Scott R.D. y Walker T.J. 2004. Field guide to grasshoppers, katydids and crickets of the United States. Cornell University Press, Nueva York, 249 pp.
- Castellanos-Vargas I. y Cano-Santana Z. 2017. Variaciones ecomorfológicas de las ootecas de *Sphenarium purpurascens* Charpentier (Orthoptera: Pyrgomorphidae) en un matorral xerófilo del centro de México. *Folia Entomológica Mexicana (nueva serie)*, 3(2): 54–69, 2017.
- Castellanos-Vargas I. y Cano-Santana Z. 2019. Historia natural y ecología de *Sphenarium purpurascens* (Orthoptera: Pyrgomorphidae). Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cigliano M. M., Braun H., Eades D. C., y Otte D. 2018. Orthoptera Species File. Version 5.0/5.0. <http://Orthoptera.SpeciesFile.org>.
- Cigliano M. M., Braun H., Eades D. C., y Otte D. 2019. Orthoptera Species File. Version 5.0/5.0. <http://Orthoptera.SpeciesFile.org>.
- Cisneros F. 2019. Definición de plaga agrícola. Disponible en: <https://hortintl.cals.ncsu.edu/es/content/definici%C3%B3n-de-plaga-agr%C3%ADcola>
- Dirsh V. M. 1973. Genital organs in Acridomorpha (Insecta) as taxonomic character. *Zeitschrift für die Zoologische Systematik und Evolutionsforschung*. 11: 133–154.
- Dirsh V. M. 1975. Classification of the Acridomorphoid insects. E.W. Classey Ltd., Faringdon, Oxon, United Kingdom
- Eades D. C. 2000. Evolutionary relationships of phallic structures of Acridomorpha (Orthoptera). *Journal of Orthoptera Research* 9: 181–210.
- Falcon L.A. 1971. Progreso del control integrado en el algodón de Nicaragua. *Rev. Perú Entomol.* 14(2): 376-378.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2018. Glosario de términos fitosanitarios NIMF 5. Roma. 36 p.
- Fontana P., Buzzetti F.M., Cogo A. y Odé B. 2002. Guida al riconoscimento e allo studio di Caballete, Grillo, Mantidi e Insetti Affini del Veneto. Museo Naturalistico Archeologico di Vicenza. Vicenza. 592 pp.
- Fontana P., Buzzetti F.M. y Mariño P. 2008. Chapulines, langostas, grillos y esperanzas de México. Guía fotográfica. Edición Hand Books, Verona.
- Forbes. 2018. México es el cuarto productor mundial de alimentos orgánicos. Recuperado de: <https://www.forbes.com.mx/mexico-es-el-cuarto-productor-mundial-de-alimentos-organicos/>
- Fumy F, Löffler F, Samways M, Fartmann T. 2020. Response of Orthoptera assemblages to environmental change in a low-mountain range differs among grassland types. *J Environ Manage*. Feb 15;256:109919. doi: 10.1016/j.jenvman.2019.109919.
- Gabriel C.J. y Cook C.R. 1990 Biological control the need for a new scientific framework. *Bioscience*. 40(3): 204- 207.

- García García P. L., Fontana P., Equihua A., Sánchez J., Valdez J., y Cano Z. 2010. Diversidad y Fenología de los Ortópteros del Parque Nacional El Cimatario, Querétaro. Disponible en: <http://www.bioone.org/doi/full/10.3958/059.035.0311>
- García G.C. y Lozano G.J. 2011. Control biológico de plagas de chapulín en el norte-centro de México. Instituto Politécnico Nacional. Zacatecas, México.
- Gómez Ing. Agr. M. 2000. Importancia del arbolado en el entorno urbano y rural Cátedra de Parques y Jardines Universidad Nacional de San Luis.
- Gurrola J., Rivera E., Chaírez I., González M. y García C. (2006). Chapulines (Orthoptera: Acridoidea) de pastizales de la "región de Los Llanos" en Durango, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 45(3) ,273-282.
- Harris M. 2002. Bueno para comer. Enigmas de alimentación y cultura, Madrid: Alianza Editorial
- Henry J. E., Wilson M. C., Oma E. A. y Fowler J. L. 1985. Pathogenic micro-organisms isolated from West African grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). *Tropical Pesticide Management*, 31: 192-195.
- Huerta A., Espinoza F., Téllez-Jurado A., Maqueda A. y Arana-Cuenca A. 2014. Control Biológico del Chapulin en México. *BioTecnología*, Vol. 18 No. 1
- INEGI. 1998. Anuario estadístico del Estado de Zacatecas. Gobierno de Estado de Zacatecas.
- Knowles L. L., y Otte D. 2000. Phylogenetic Analysis of Montane Grasshoppers from Western North America (Genus *Melanoplus*, Acrididae: Melanoplinae). *Annals of the Entomological Society of America*, 93(3), 421–431.
- López M. 2015. "Densidad y habitat de Acridoideos (chapulines) en Santa María Roalo, Zaachila, Oaxaca, México". Instituto Politécnico Nacional. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México
- Mariño-Perez R., y Song H. 2017. Phylogeny of the grasshopper family Pyrgomorphidae (Caelifera, Orthoptera) based on morphology. *Systematic Entomology*, 43(1), 90–108. doi:10.1111/syen.12251
- Mariño-Perez R., y Song H. 2019. On the origin of the New World Pyrgomorphidae (Insecta: Orthoptera). *Molecular Phylogenetics and Evolution* Volume 139, 106537
- Mitchell J. E. y Pfadt R. E. 1974. The role of grasshoppers in a short-grass prairie ecosystem. *Environ. Entomol.* 3: 358–360.
- Monzón A. 2001. Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. *Manejo Integrado de Plagas* 63: 95- 103.
- Otte D. 1981. The North American Grasshoppers Volume 1. Acrididae: Gomphocerinae and Acridinae. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. 304 pp.
- Otte D. 1995. Orthoptera Species File. 4. Grasshoppers (Acridomorpha) C. Acridoidea (part). The Orthopterists' Society and the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Philadelphia.

- Paker J. S. 1987. Control de plagas de plantas y animales, primera edición, editorial limusa, pag. 28,29.
- Preston-Mafham K. 1991. Grasshoppers and mantids of the world. Facts of file. New York, 192 pp.
- Przybyszewski J. y Carpintera J.L. 1990. Spatial and temporal patterns of grasshopper (Orthoptera: Acrididae) phenology and abundance on a shotgrass prairie. *Journal of Kansas Entomological Society* 63(3): 405-413.
- Ramírez Méndez V. A. 2017. “Distribución y diversidad de chapulines (Orthoptera: Acridoidea) en agroecosistemas de maíz de la cuenca del lago de Pátzcuaro.”(Tesis). Instituto tecnológico del Valle de Morelia.
- Ramos-Elorduy J. y Pino J.M. 1989. Los insectos comestibles en el México antiguo (estudio etnoentomológico). Ed. Antonio Grasa Trajano, México, 109 pp.
- Ramos-Elorduy J. 1997a. Importance of Edible Insects in the Nutrition and Economy of People of the Rural Areas. *Ecology of Food and Nutrition* 36:349-366.
- Ramos-Elorduy J. 1997b. Insects: A Sustainable Source of Food. *Ecology of Food and Nutrition*. 36:247-276.
- Ramos-Elorduy J. y Pino J.M. 2001. Contribución de la entomofauna silvestre en la alimentación de las etnias de México. Mem. IV. Congreso Nacional de Etnobiología, Huejutla, Hidalgo, pp. 72.
- Ramos-Elorduy J. 2004. “La etnoentomología en la alimentación, la medicina y el reciclaje”, en Llorente B.J., Morrone J.J., Yáñez O., Vargas F., *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México. Hacia una síntesis de su conocimiento*, Vol.IV, CONABIO/Fac. de Ciencias-UNAM
- Ramos-Elorduy J. 2006. Diagnóstico sociobioeconómico del chapulín de Oaxaca, *Sphenarium purpurascens* Charpentier, 1842 (Orthoptera: Pyrgomorphidae), en México. *Sitientibus Série Ciências Biológicas* 6 (Etnobiologia): 80-92.
- Ramos-Elorduy J. y Vázquez M. A. 2009. Composición vegetal y desarrollo poblacional de algunos acridoideos del municipio de Cuautitlán Izcalli (Estado de México, México), utilizados en la alimentación humana, con énfasis en *Sphenarium purpurascens* Ch. (Insecta: Orthoptera: Acridoidea) y su conservación. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, n1 44 (2009) : 587–595.
- Ramos-Elorduy J., Van Huis A., Escalante A. y Pino J.M. 2015. Acridofagia y otros insectos. Primera edición. 319 pp.
- Rehn J. A. G. y Grant H. J. 1961. A monograph of the Orthoptera of North America (North of Mexico) Volume 1. Monograph of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 12: 1–179.
- Rentz D.C. y Ning Su Y. 2003. Orthoptera (grasshoppers, locusts, katydids, crickets). Pp. 827-839 En: *Encyclopedia of Insects*. V.H. Resh y R.T. Cardé (eds.) Academic Press, Florida.

- Rivera García E. 2006. An annotated checklist of some orthopteroid insects of Mapimi Biosphere Reserve (Chihuahuan desert), Mexico. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 22(3),131-149.
- Rowell C. y Flook P. 1998. Phylogeny of the Caelifera and the Orthoptera as Derived from Ribosomal Gene Sequences. *Journal of Orthoptera Research*, (7), 147-156.  
doi:10.2307/3503512
- SAGARPA. 2012. Guía de plaguicidas Autorizados de Uso Agrícola. Dirección Estatal de Sanidad Vegetal.
- Salas J., García P., Sánchez J.M. 2005. La alimentación y la nutrición a través de la historia. Barcelona: Glosa.
- Salas-Araiza M. D., Alatorre-García P. y Uribe-González E. 2006. Contribución al conocimiento de los Acridoideos (Insecta: Orthoptera) del estado de Querétaro, México. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 22: 33-43.
- SENASICA. 2015. Chapulín. Recuperado de: <http://senasica.gob.mx/?id=4523>
- SENASICA. 2016. ¡Conservemos un campo limpio! Recuperado de: <https://www.gob.mx/senasica/articulos/conservemos-un-campo-limpio-41699?idiom=es>
- Song H. 2004. Revision of the Alutacea Group of Genus *Schistocerca* (Orthoptera: Acrididae: Cyrtacanthacridinae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 97(3): 420-436
- Song H. 2010. Grasshopper systematics: past, present and future. *J. Orthoptera Res.* 19: 57–68.
- Song H. 2011. Density-dependent phase polyphenism in nonmodel locusts: a minireview. *Psyche* 2011: 741769.
- Song H., Amédégnato C., Cigliano M. M., Desutter-Grandcolas L., Heads S. W., Huang Y., Otte D., y Whiting M. F. 2015. 300 million years of diversification: elucidating the patterns of orthopteran evolution based on comprehensive taxon and gene sampling. *Cladistics.* 31: 621–651.
- Song H. 2018. Biodiversity of Orthoptera. *Insect Biodiversity: Science and Society*, Volume II, First Edition.
- Song H., Mariño-Pérez R., Woller D., y Cigliano M. 2018. Evolution, Diversification, and Biogeography of Grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). *Insect Systematics and Diversity*, 2(4): 3; 1–25
- Sosa Y. 2015. Conocimiento tradicional y valor cultural del chapulín (*Sphenarium* spp.) en Valles Centrales de Oaxaca. Instituto Politécnico Nacional. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca.
- Quesada-Béjar V., Nájera R.M., Reyes-Novelo E. y González-Esquivel C. 2017. Ortópteros (Caelifera) y sus hongos entomopatógenos en agroecosistemas de maíz en Erongarícuaro, Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol.8 Núm.6 p. 1357-1370

Thomas, 1872, Annual report. United States Geological and Geographical Survey of the Territories. 1st-12th, 1867-1878

Uribe-González E. y Santiago-Basilio M. A. 2012. Contribución al conocimiento de enemigos naturales del chapulín (Orthoptera: Acridoidea) en el estado de Querétaro, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.), 28(1): 133-144.

Viesca-González F. C., Contreras R., y Alejandro T. 2009. La Entomofagia en México. Algunos aspectos culturales. *El Periplo Sustentable*, núm. 16, enero-junio, 2009, pp. 57-83 Universidad Autónoma del Estado de México Toluca, México.

William P. K. y Dennis B. 1993. Density dependence in rangeland grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). *Oecologia* 96:1-8

Zaragozano J. F. 2018. Entomofagia: ¿una alternativa a nuestra dieta tradicional?. *Sanidad Militar*, 74(1), 41-46. <https://dx.doi.org/10.4321/s1887-85712018000100008>

Zheng Z. M. 1993. Taxonomy of grasshoppers. Shanxi Normal University Press, Xi'an, China.

Zheng Z. M., y Xia K. L. 1998. Fauna Sinica, Insecta Vol. Orthoptera: acridoidea (Oedipodidae and Arcypteridae). Science Press, Beijing, China.



## 9. Anexo I; Encuesta

Ocupación: \_\_\_\_\_ Edad:      Sexo: F M

- 1.- ¿Sabías que el consumo de insectos se ha dado desde principios de la historia humana?  
    Sí                  No
  - 2.- ¿Sabías que México tiene más de 500 especies de insectos comestibles?  
    Sí                  No
  - 3.- ¿Conoces algún lugar en Querétaro dónde se consuman/compren insectos con fines alimenticios?  
    Sí                  No
  - 4.- ¿Cuál fue la fuente de información de dónde te enteraste del consumo de insectos?  
a) Redes sociales    b) Medios impresos    c) Televisión    d) Radio    e) Escuela    f) Otras
  - 5.- ¿Sabías que 100g (peso seco) de chapulines contienen de 50 a 70% de proteínas y de 5 a 20% de carbohidratos?  
    Sí                  No
  - 6.- ¿Sabías que el consumo de insectos es una alternativa al desabasto de alimento en el mundo?  
    Sí                  No
  - 7.- De los siguientes alimentos ¿Cuál es de tu preferencia?  
a) Chapulines    b) Papas fritas    c) Coctel de frutas/verdura rayada    d) Galletas    e) Elote/esquite
  - 8.- ¿Has comido insectos?  
    Sí                  No
- Si la respuesta fue negativa pasar a la pregunta 12*
- 9.- ¿Cuáles son los insectos que has consumido?  
a) Chapulines    b) Tantarrias    c) Gusanos de maguey    d) Escamoles    e) Otros
  - 10.- ¿Dónde los has consumido?  
a) Restaurant    b) Mercado    c) Vendedores ambulantes    d) Otros
  - 11.- ¿Han sido de tu agrado?  
    Sí                  No
- Si la respuesta fue afirmativa pasar a la pregunta 14*
- 12.- ¿Por qué no han sido de tu agrado?  
a) Sabor    b) Consistencia    c) Antihigiénico    d) Tabú
  - 13.- Después de saber el valor nutricional que aporta la ingesta de insectos, ¿Tu opinión ha cambiado?  
    Sí                  No
  - 14.- ¿Probarías a los chapulines como un suplemento alimenticio?  
    Sí                  No
  - 15.- ¿Por qué Sí lo probarías?  
a) Curiosidad    b) Valor nutricional    c) Novedad
  - 16.- ¿En qué alimento del día te gustaría consumirlos?  
a) Desayuno    b) Comida    c) Cena    d) Colación
  - 17.- ¿En qué presentación te gustaría consumirlos?  
a) Tostados/asados    b) Procesados (harina)    c) Procesados (frituras)