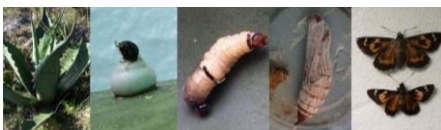


CONOCIMIENTOS BÁSICOS DEL CICLO BIOLÓGICO DE
Acentrocneme hesperiaris (Lepidoptera:
Megathymidae)



*Leonel Vargas Zúñiga / Alejandro Rodríguez Ortega /
Leodan Tadeo Rodríguez Ortega / Judith Callejas Hernández
/ Alejandro Ventura Maza*



*Acentrocneme
hesperiaris*





CONOCIMIENTOS BÁSICOS DEL CICLO BIOLÓGICO DE *Acentrocneme hesperiaris* (Lepidoptera: Megathymidae)

Primera edición, 2019

Está prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación, así como la transmisión por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, u otros métodos; sin el permiso previo y por escrito de la institución.

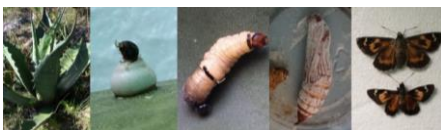
Servicios editoriales y diseño

Universidad Politécnica de Francisco I. Madero

Carretera Tepatepec-San Juan Tapa km 2

Francisco I. Madero, Hidalgo, C.P. 42660

ISBN: 978-607-9260-23-1



Acentrocneme hesperiaris





DIRECTORIO UPFIM

MTRO. JOSE ANTONIO ZAMORA GUIDO
Rector

MTRA. ADA LUCIA PRIETO PEREZ
Secretaria Académica

L.C. JOSÉ HUMBERTO ÁNGELES HERNÁNDEZ
Secretario administrativo

M.C. ALEJANDRO VENTURA MAZA
Director de la Ingeniería en Agrotecnología y Coordinador de la Maestría en
Ciencias en Desarrollo Agrotecnológico sustentable

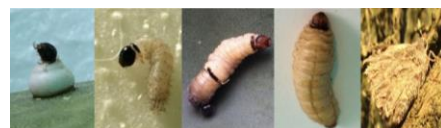
DR. ALEJANDRO RODRÍGUEZ ORTEGA
Profesor Investigador de la Ingeniería en Agrotecnología y Profesor en la Maestría
en Ciencias en Desarrollo Agrotecnológico Sustentable

DRA. JUDITH CALLEJAS HERNÁNDEZ
Profesora Investigadora de la Ingeniería en Agrotecnología y Profesora en la
Maestría en Ciencias en Desarrollo Agrotecnológico Sustentable

DR. LEODAN TADEO RODRÍGUEZ ORTEGA
Profesor Investigador de la Ingeniería en Producción Animal y Profesor en la
Maestría en Ciencias en Desarrollo Agrotecnológico Sustentable



*Acentrocneme
hesperiaris*





El contenido de este libro proviene de las experiencias de recolectores de insectos de la comunidad de la Mesa del Rincón Municipio de el Arenal Hidalgo y de conocimientos generados en el proyecto de investigación del Gusano blanco del maguey en el estado de Hidalgo, además de la revisión documental realizada en diversas fuentes de México.



Acentrocneme hesperiaris



Presentación

Los insectos han jugado un papel trascendental tanto en las sociedades primitivas, como en las preindustriales e industriales. El tipo de vida de la gente asentada en las áreas rurales es una economía de subsistencia, con la necesidad de buscar alimento para su supervivencia, incrementó su observación intuitiva y el análisis empírico para su explotación del recurso haciéndole sustentable, esto se ha probado en Mexico.

En el Mexico prehispánico, diversas fuentes han reportado que la dieta se integraba de una gran variedad de productos de origen animal como aves, pescado e insectos, principalmente los que viven en el maguey como el gusano blanco (*Acentrocname hesperiaris* también conocido como *Aegiale hesperiaris*), el gusano rojo también conocido como chinicuil (*Comadia redtenbacheri*), escamoles que son huevos de hormigas (*Liometopum apiculatum*), estos eran un exquisito manjar que se comían guisados o tostados en el comal, estos aportaban una fuente importante de proteína animal.

Es importante realizar un manejo sustentable del maguey, debido a la desaparición gradual de esta planta está causando un desequilibrio ecológico afectando directamente a los insectos asociados ya que es su principal alimento, esto ya se puede observar en los Estados de Hidalgo, Puebla, México y Tlaxcala. De tal forma que es necesario realizar estudios a fondo sobre el status que guarda la especie de maguey en la región del Valle del Mezquital, Hidalgo.

En el presente libro, se ha presentado la información sobre el ciclo de vida del insecto *Acentrocname hesperiaris* mejor conocido como gusano blanco del maguey, constituyendo un documento de consulta e información para toda persona vinculada e interesada en el estudio, explotación, consumo y su reproducción de este insecto.



*Acentrocname
hesperiaris*



Prefacio

Este libro se realizó con el trabajo y colaboración del Dr. Alejandro Rodríguez Ortega, Dr. Leodan Tadeo Rodríguez Ortega, Dra. Judith Hernández Callejas, M.C. Alejandro Ventura Maza. Dicho libro se concentra información indispensable para toda persona interesada para estudiar, consumo y reproducción de este insecto.

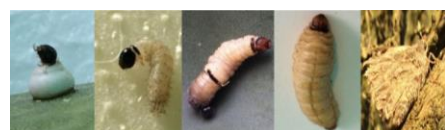
El objetivo principal fue reportar que el insecto *Acentrocneme hesperiaris* presenta un ciclo por año, así como sus aspectos básicos de biología.

Esta obra está destinada principalmente a técnicos, alumnos y recolectores rurales que obtienen un recurso económico por su venta, además de ser parte de su dieta alimenticia durante la época larvaria.

Ing. Leonel Vargas Zúñiga



*Acentrocneme
hesperiaris*



Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, y a la Maestría en Ciencia En Desarrollo Agrotecnológico Sustentable, por la formación académica.

De igual manera agradecemos al, MTRO. José Antonio Zamora Guido, MTRA. Ada Lucia Prieto Pérez, L.C. José Humberto Ángeles Hernández, por el apoyo otorgado en la investigación y publicación de este libro.

Finalmente se hace el reconocimiento al Dr. Alejandro Rodríguez Ortega, Dr. Leodan Tadeo Rodríguez Ortega. Dra. Judith Hernández Callejas y al M.C. Alejandro Ventura Maza, por el apoyo a esta investigación, que será de gran utilidad a toda persona que esté interesada con la investigación, explotación, comercialización y consumo de este insecto.



*Acentrocneme
hesperiaris*

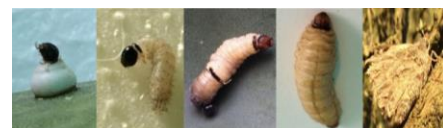


INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.	1
2. MARCO TEORICO.	3
2.1. Maguey (<i>Agave</i> spp.).	4
2.1.1. Origen del maguey.....	4
2.1.2. Descripción botánica del Maguey (<i>Agave</i> spp.).....	5
2.1.3. Distribución del <i>Agave</i> a nivel Mundial, Nacional y del Estado de Hidalgo.....	9
2.1. 4. Distribución de algunos <i>Agaves</i> en México.	12
2.1.4.1. <i>Agave angustifolia</i>	12
2.1.4.2. <i>Agave salmiana</i> susp. <i>Crassispina</i>	14
2.1.4.3. <i>Agave rhodacantha</i>	14
2.1.4.4. <i>Agave maximiliana</i>	16
2.1.4.5. <i>Agave univittata</i>	16
2.1.4.6. <i>Agave durangensis</i>	18
2.1.4.7. <i>Agave tequilana</i>	18
2.1.4.8. <i>Agave inaequidens</i>	20
2.1.4.9. <i>Agave marmorata</i>	20
2.1.4.10. <i>Agave cupreata</i>	22
2.1.4.11. <i>Agave potatorum</i>	24
2.1.4.12. <i>Agave karwinskii</i>	26
2.1.4.13. <i>Agave americana</i>	28
2.1.4.14. <i>Agave amaricana</i> var. <i>Oaxacensis</i>	28



Acentrocneme hesperiaris



2.2. Algunos usos del Maguey (<i>Agave</i> spp.), en México.	30
2.2.1. Tequila.	30
2.2.2. Mezcal.	30
2.2.3. Aguamiel.	30
2.2.4. Miel de aguamiel.	32
2.2.5. Pulque.	32
2.2.6. Mixiote.	33
2.2.7. Penca de maguey.	34
2.2.8. Uso del maguey en la conservación de suelos.	36
2.2.9. Uso del maguey <i>Agave salmiana</i> como forraje.	39
2.2.10. Flor de maguey o gualumbos.	39
2.2.11. Semillas.	39
2.2.12. Plantas ornamentales y cercas vivas.	40
2.2.13. Combustible.	40
2.2.14. Uso medicinal.	40
2.3. Algunas plagas del maguey.	40
2.3.1. Escarabajo rinoceronte (<i>Strategus aloeus</i>).	40
2.3.2. Picudo del <i>Agave</i> (<i>Scyphophorus acupunctatus</i>).	42
2.3.3. Gallina ciega (<i>Anomala</i> sp., <i>Cyclocephala</i> sp y <i>Phyllophaga</i> sp)...	43
2.3.4. Chinche del <i>Agave</i> (<i>Caulatops agavis</i>).	44
2.3.5. Chapulín (Varias especies).	45
2.3.6. Trozador del cogollo (Coleóptero no identificado).	46
2.3.7. Escamas del maguey (<i>Aspidiotus perniciosus</i>).	47
2.4. Insectos benéficos para el hombre, asociados al <i>Agave</i> spp.	48



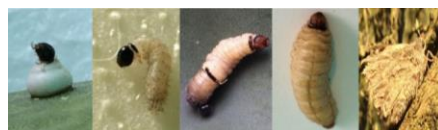
*Acentrocneme
hesperiaris*



2.4.1. Gusano rojo <i>Comadia redtenbacheri</i> Hammerschmidt (Lepidóptera: cossidae).	48
2.4.2. Insecto asociado al <i>Agave lechuguilla</i> , <i>Agathymus aff. remingtoni</i> (Lepidoptera: Heperiidae).	49
2.4.3. Gusano blanco del maguey (<i>Agave spp.</i>) <i>Acentrocneme</i> <i>hesperiaris</i>	51
2.5. Problemática actual del maguey (<i>Agave spp.</i>) en México.....	52
3. Características específicas de <i>Acentrocneme hesperiaris</i>	53
3.1. Biología de <i>Acentrocneme hesperiaris</i>	53
3.2. Adulto de <i>Acentrocneme hesperiaris</i>	54
3.2.1. Descripción dorsal del Adulto hembra y macho.....	55
3.2.2. Descripción ventral del Adulto hembra y macho.....	56
3.2.3. Aparato bucal y ojo compuesto de <i>A. hesperiaris</i>	58
3.2.4. Maza de huevos de <i>Acentrocneme hesperiaris</i>	59
3.2.5. Descripción de las medidas de la hembra <i>A. hesperiaris</i>	60
3.2.6. Descripción de las medidas del macho <i>A. hesperiaris</i>	61
3.3. Huevo.	62
3.3.1. Posición del huevo de <i>A. hesperiaris</i> en la hoja de maguey.	63
3.3.2. Maza de huevos de <i>A. hesperiaris</i>	66
3.4. Larva del primer instar de <i>Acentrocneme hesperiaris</i>	69
3.4.1. Eclosión de la larva de primer instar en su hábitat natural.	70
3.5. Larva del segundo instar de <i>Acentrocneme hesperiaris</i>	72
3.5.1. Hábitos alimenticios de la larva de segundo instar.....	73
3.6. Larva de tercer instar de <i>Acentrocneme hesperiaris</i>	74



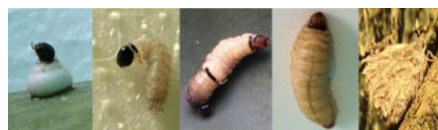
*Acentrocneme
hesperiaris*



3.7. Larva de cuarto instar de <i>Acentrocneme hesperiaris</i>	75
3.8. Larva de quinto instar de <i>Acentrocneme hesperiaris</i>	76
3.9. Larva del sexto instar de <i>Acentrocneme hesperiaris</i>	77
3.10. Larva del séptimo instar de <i>Acentrocneme hesperiaris</i>	79
3.11. Larva de octavo instar de <i>Acentrocneme hesperiaris</i>	80
3.12. Larva de último instar de <i>Acentrocneme hesperiaris</i>	81
3.12.1. Descripción externa de la larva de ultimo instar de <i>Acentrocneme hesperiaris</i>	83
3.14. Pupa de <i>Acentrocneme hesperiaris</i>	84
3.15. Galerías formadas por la larva <i>Acentrocneme hesperiaris</i>	85
3.16. Cronograma del ciclo de vida de <i>Acentrocneme hesperiaris</i>	86
3.17. Enemigos naturales de la larva y del huevo de <i>Acentrocneme hesperiaris</i>	87
3.17.1. Parasitoide del orden Hymenoptera.....	87
3.17.2. Parasitoide del huevo del orden Hymenoptera.....	89
4. CONCLUSIÓN.	92
5. OBSERVACIONES.....	93
6. RECOMENDACIONES.....	93
7. LITERATURA CITADA.....	93

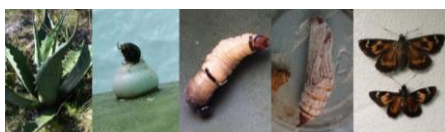


Acentrocneme hesperiaris



INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Insectos comestibles por el hombre. Fotos tomadas por Leonel Vargas Zuñiga, en la Mesa del Rincón, El Arenal, Hgo.	3
Figura 2. Maguey (<i>Agave</i> spp.). Fotos tomadas por Leonel Vargas Zuñiga, en la Mesa del Rincón, El Arenal, Hgo.	5
Figura 3. Tallo (quiate) del maguey. Foto tomada por Leonel Vargas Zuñiga, en la Mesa del Rincón, El Arenal, Hgo.	8
Figura 4. Distribución Mundial del <i>Agave</i> spp., (INEGI, 1991).	9
Figura 5. Distribución Nacional del <i>Agave</i> spp., (INEGI, 1991).	10
Figura 6. Distribución del <i>Agave</i> spp., en el Estado de Hidalgo (INEGI, 2010).	11
Figura 7. Distribución de <i>Agave angustifolia</i> (Montes, 2014).	13
Figura 8. Distribución de <i>A. Salmiana</i> y <i>A. rhodacantha</i> (Montes, 2014).	15
Figura 9. Distribución del <i>A. maximiliana</i> y <i>A. univittata</i> (Montes, 2014).	17
Figura 10. Distribución del <i>A. duranguensis</i> y <i>A. tequilana</i> (Montes, 2014).	19
Figura 11. Distribución del <i>A. inaequidens</i> y <i>A. marmorata</i> (Montes, 2014).	21
Figura 12. Distribución del <i>A. cupreata</i> (Montes, 2014).	23
Figura 13. Distribución del <i>A. potatorum</i> (Montes, 2014).	25
Figura 14. Distribución del <i>A. karwinskii</i> (Montes, 2014).	27
Figura 15. Distribución del <i>A. americana</i> y var. <i>oaxacensis</i> (Montes, 2014).	29
Figura 16. Cavidad donde el tlachiquero extrae el aguamiel (Aguilar <i>et al.</i> , 2014).	31
Figura 17. Mixiote, cutícula que protege al maguey (Aguilar <i>et al.</i> , 2014).	34
Figura 18. Uso de la penca para la barbacoa. Foto tomada por Leonel Vargas Zuñiga, en la Mesa del Rincón, El Arenal, Hgo.	35
Figura 19. Bordeo de maguey. Foto tomada por Leonel Vargas Zuñiga, en la Mesa del Rincón, El Arenal, Hgo.	37
Figura 20. Plantación de maguey en ladera. Foto tomada por Leonel Vargas Zuñiga, La Mesa del Rincón, El Arenal, Hgo.	38
Figura 21. Larva, pupa y adulto del escarabajo rinoceronte (CESAVEG, 2007). ...	41



Acentrocneme hesperiaris



Figura 22. Pupas del picudo en vista dorsal (A), ventral (B), dorsal dentro de cocón (C) y adulto (D) (CESAVEG, 2007).....42

Figura 23. Larvas y adulto del escarabajo gallina ciega (Pérez *et al.*, 2017).44

Figura 24. Chapulín (Pérez *et al.*, 2017).45

Figura 25. Daño en cogollo (Pérez *et al.*, 2017).....46

Figura 26. Escamas de maguey. Fotos tomadas por Leonel Vargas Zuñiga, en la Mesa del Rincón, El Arenal, Hgo.....47

Figura 27. Larvas y pupas de *Comadia redtenbacheri*. Foto tomada por Leonel Vargas Zuñiga, en la Mesa del Rincón, El Arenal, Hgo.....49

Figura 28. *A. lechuguilla* con presencia de larvas de *Agathymus aff. remingtoni* (Lepidóptera: Hesperidae) (Rodríguez *et al.*, 2017).51

Figura 29. Mariposa de *Acentrocneme hesperiaris*.54

Figura 30. Descripción dorsal de la mariposa, hembra y macho.....56

Figura 31. Descripción ventral de la mariposa, hembra y macho.....57

Figura 32. Aparato bucal de *A. hesperiaris*.58

Figura 33. Masa de huevos de la hembra adulta de *Acentrocneme hesperiaris*. ..59

Figura 34. Escala a 1 cm² de la hembra *A. hesperiaris*.....60

Figura 35. Escala a 1 cm² del macho *A. hesperiaris*.61

Figura 36. Huevo de *Acentrocneme hesperiaris*.63

Figura 37. Posición del huevo en el envés de la hoja.64

Figura 38. Posición del huevo en el haz y envés de la hoja.....65

Figura 39. Maza de huevos de *A. hesperiaris*.67

Figura 40. Huevos individuales de *Acentrocneme hesperiaris*.....68

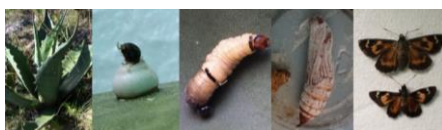
Figura 41. Primer instar.....69

Figura 42. Penetración de larva de primer instar en las pencas de maguey, en su hábitat natural.....71

Figura 43. Segundo instar.72

Figura 44. Larva de *A. hesperiaris* de segundo instar alimentándose.....73

Figura 45. Tercer instar.74



Acentrocneme hesperiaris



Figura 46. Cuarto instar.....75

Figura 47. Quinto instar.....76

Figura 48. Sexto instar.....78

Figura 49. Séptimo instar.....79

Figura 50. Octavo instar.....80

Figura 51. Ultimo instar.....82

Figura 52. Descripción externa de *Acentrocneme hesperiaris* de último instar.....83

Figura 53. Pupa.....84

Figura 54. Galerías formadas por la larva *A. hesperiaris*.....85

Figura 55. Cronograma del ciclo de vida de *Acentrocneme hesperiaris*.....86

Figura 56. Pupas del parasitoide del orden Hymenoptera.....87

Figura 57. Parasitoide adulto del orden Hymenoptera.....88

Figura 58. Daños del corion por la eclosión de *A. hesperiaris* y por emergencia del parasitoide del huevo.....89

Figura 59. Daño del corion por parasitoides del huevo.....90

Figura 60. Adulto, parasitoide del huevo.....91



*Acentrocneme
hesperiaris*



1. INTRODUCCIÓN

Los insectos tienen una existencia en el planeta de 350 millones de años, se encuentran distribuidos en todos los ecosistemas terrestres y acuícolas, son el grupo más numeroso y constituye las cuatro quintas partes, dentro del reino animal. Contribuyen a la preservación de los ecosistemas como consumidores primarios, participando en multitud de cadenas tróficas (Ramos *et al.*, 2007; Rodríguez *et al.*, 2016). Forman la mayor biomasa del planeta, debido a su gran adaptabilidad, amplia distribución y en ocasiones cosmopolitas, una gran variedad de ellos son utilizados para diversos fines, como la mosca española se utiliza en la medicina tradicional, las abejas se han empleado desde tiempos antiguos para la producción de miel, ceras, seda para la elaboración de prendas de vestir, y muchos de ellos participan en el proceso de polinización como son las moscas, mariposas, palomillas, escarabajos y abejas, y diversas avispa han sido empleadas en el control biológico de plagas (Rodríguez *et al.*, 2016). Igualmente se mencionan casos de entomófaga en libros sagrados como la Biblia y el Corán (Ramos *et al.*, 2007). En relación a los insectos como alimento de la sociedad se incluyen una gran diversidad de ellos en su dieta, muchos poseen un alto valor nutritivo y son una fuente de proteína de excelente calidad (Rodríguez *et al.*, 2016). Los insectos han jugado un papel trascendental tanto en las sociedades primitivas, como en las preindustriales e industriales. La entomófaga data de la época de Aristóteles y llega hasta nuestros días. Existen diversos reportes del consumo de insectos a través del mundo y que se refiere a números países y épocas como Grecia, Roma, Alejandría, Asiria, Alemania, Italia, India, Rusia, África, Suecia, Arabia, toda Asia, Moldavia, Polonia, Francia, Indochina, Tailandia, Zaire, Sudáfrica, Australia, Estados Unidos, Nueva Guinea, Nueva Caledonia, Congo, Republica Central Africana, Botswana, Nigeria, Marruecos, Tánger, Egipto, Guinea Portuguesa, Benín, Mozambique, Tanzania, Colombia, Venezuela, Brasil, Perú, Ecuador, Panamá, Honduras, Guatemala, Costa Rica, El Salvador, Bolivia, Guaymas, China, entre otros. El hombre no deja de aprovecharlos, observarlos, mencionarlos y

reverenciarlos, por ello muchas especies son modelos de comportamiento, armonía, ferocidad, astucia, organización, así como modelos para las artesanías, para el arte, la poesía, la pintura, la escultura o bien como adornos y en la diversidad y el esparcimiento como en China y Tailandia (Ramos *et al.*, 2007).

Es importante señalar que los insectos comestibles constituyen también atributos para los emperadores aztecas, por ejemplo los escamoles, el gusano de maguey, también ciertas mariposas. Existen diversas formas de obtención de los insectos comestibles, que son mediante colecta manual o con instrumentos diversos como: palas, barretas y/o picos, hachas, machetes y/o cuchillos, “garrochas” palos muy largos y delgados, así como redes o con canastos, instrumentos del quehacer cotidiano de los individuos que habitan las áreas rurales (Ramos *et al.*, 2007). Uno de los principales problemas que afecta a México es la falta de una buena nutrición. De los cuales se presentan 4 tipos de alimentación: buena, regular, mala y muy mala, ya que no se cubren los requerimientos de nutrición y esto ha originado la existencia de desnutrición dentro de las áreas rurales (Ramos *et al.*, 2001), por eso la importancia de estudiar y explotar de forma sustentable, para la obtención de este recurso tan apreciable que son los insectos.

2. MARCO TEORICO.

Los insectos han representado un valioso recurso natural con importancia económica, social y nutricional para diversas culturas desde tiempos ancestrales. Los habitantes rurales han tenido que recolectar y comercializar insectos comestibles asociados al maguey (*Agave* spp.) como el gusano blanco (*Acentrocneme hesperiaris* también conocido como *Aegiale hesperiaris*), el gusano rojo también conocido como chinicuil (*Comadia redtenbacheri*), escamoles que son huevos de hormigas (*Liometopum apiculatum*); esto representa un ingreso económico importante para cualquier región que tenga cualquier variedad de maguey asociada a estos insectos (De Luna *et al.*, 2013), (Figura 1).



Figura 1. Insectos comestibles por el hombre. Fotos tomadas por Leonel Vargas Zuñiga, en la Mesa del Rincón, El Arenal, Hgo.

Sin embargo de no llevar acabo la recolección de insectos y manejo sustentable del maguey, pueden disminuir la flora y fauna asociados a ellos, como le ha ocurrido a los Estados de Hidalgo, Puebla, México y Tlaxcala (De Luna *et al.*, 2013). De tal forma que es necesario realizar estudios a fondo sobre el status que guarda la especie de maguey en la región del Valle del Mezquital.

2.1. Maguey (*Agave* spp.).

2.1.1. Origen del maguey.

El maguey (*Agave* spp.) destaca por su relevancia histórica, agroecológica, cultural y socioeconómica, es originario de América y ha formado parte de la dieta de los habitantes mesoamericanos desde tiempos ancestrales (9000-10000 a. C.), se distribuye ampliamente en el mundo y comprende entre 136 y 200 especies, de las cuales 186 se encuentran en México, por lo cual se le considera como el centro de origen y dispersión biológica (De Luna *et al.*, 2013).

Se tiene como antecedente que desde el año 8,000 a.C., en el actual territorio de la república Mexicana, inició su aprovechamiento en estado silvestre. Para entonces, la planta se convirtió en un elemento importante en la vida cotidiana del hombre mesoamericano, el maguey ha sido usado de manera tradicional desde tiempos prehispánicos por diversos grupos indígenas como los aztecas, huastecos, mayas, mixtecos, olmecas, otomíes, toltecas, tzotziles, y zapotecos. El maguey fue concebido como deidad llamada Mayahuel, que era representada como una mujer de numerosos senos (CESAVEG, 2007) (Figura 2).



Figura 2. Maguey (*Agave* spp.). Fotos tomadas por Leonel Vargas Zuñiga, en la Mesa del Rincón, El Arenal, Hgo.

2.1.2. Descripción botánica del Maguey (*Agave* spp.).

La palabra *Agave* proviene del griego: admirable y fue designado por Linnaeus, debido al respeto y usos múltiples que los antiguos mexicanos le conferían (Almanza, 2007). Los taxónomos han clasificado siete géneros de *agave*, con 200 especies: el género *Yucca* con 50 especies, el género *Furcraea* con 25 especies y el género *Manfreda* con 28 especies, *Hesperaloë*, *Polianthes*, *Phormium*.

El *Agave* spp., comúnmente llamado maguey es una planta xerófila, pertenece a la familia agavácea. Es una planta monocárpica, ya que florece solamente una vez en su vida y posteriormente muere. Los magueyes son plantas que necesitan mucho tiempo para desarrollarse, generalmente tardan entre seis a catorce años en madurar. Los *Agaves* presentan modificaciones o especializaciones morfológicas

como estrategia para sobrevivir en ambientes desérticos. Son plantas perennes. El tallo es el principal órgano de almacenamiento de agua y carbohidratos de reserva. Las hojas de los agaves tienen la cutícula gruesa, acumulación de cera, almacenan agua, y tienen estomas complejos que las protegen y evitan la pérdida de agua, son suculentas, fibrosas y carnosas, su forma varía de linear a lanceolada u ovalada y casi siempre tiene una espina al final, están dispuestas en espiral y arregladas en rosetas en el ápice del tallo, esta estructura permite que el agua de lluvia o del rocío se acumule y se dirija hacia el suelo absorbiéndola.

La inflorescencia se presenta después de años de crecimiento de la roseta, se presenta en dos formas, espiga y racimosa. Los tallos florales más pequeños no alcanzan los dos metros de largo, mientras los panículos mayores alcanzan nueve a diez metros de altura, formándose por lo general en dos o cuatro meses de crecimiento.

Las flores son los órganos reproductores de las plantas y por eso tienen partes masculinas y partes femeninas, en otras están las dos partes en una misma flor, apenas se abre la flor, crecen las anteras donde se produce el polen amarillo, que son la parte masculina, más adelante se secan las anteras, al mismo tiempo que madura la parte femenina de la flor, el estigma para que el polen llegue al ovario y se formen las semillas. Se ha establecido que los murciélagos son unos polinizadores importantes en agaves.

El fruto de los agaves tiene características especiales siendo una capsula leñosa, trilocular, presentando gran variación en tamaño, siendo suculentas y de color amarillo-verdosa en estado inmaduro y de color marrón oscuro al llegar a su madurez fisiológica, son sésiles o estepitadas, alargadas o redondas.

Las semillas que poseen se encuentran dispuestas en dos hileras por lóculo en el fruto, son negras y brillantes de 8 mm (milímetros) a 9 mm de longitud por 5 mm a 8 mm de ancho cuando son viables, sin en cambio son opacas y blancas cuando

son estériles, la semilla es producida en abundancia, se liberan mejor y gradualmente cuando las cápsulas están bien secas se salen de sus fisuras erectas, cuando son sacudidas por animales y dispersadas por el aire, gracias a su forma delgada y aerodinámica.

La mayoría caen cerca de la planta madre, pero otras pueden ser dispersadas varios cientos de metros con vientos fuertes. El sistema radicular se encuentra superficial que permiten la captación eficiente de pequeñas cantidades de agua y los nutrimentos que necesita la planta, sus raíces principales crecen en las bases del tallo, son someras y ramificadas, de estas se originan las raíces laterales, las cuales durante el periodo de sequía se desprenden de las principales para una mayor supervivencia.

Los agaves son plantas que presentan modificaciones o especializaciones morfológicas para sobrevivir en ambientes desérticos. El maguey presenta el metabolismo ácido de crasuláceas (CAM), en el cual el CO₂ se almacena en forma de ácidos orgánicos en la vacuola y durante el día, este se incorpora a la fotosíntesis, por lo tanto la transpiración es menor y da como resultado el consumo mínimo de agua (Illsey, 2005; Almanza, 2007; Verduzco *et al.*, 2009; Franco, 2012; Castro, 2013; Espinoza, 2015; Pérez, 2017) (Figura 3).



Figura 3. Tallo (quiote) del maguey. Foto tomada por Leonel Vargas Zuñiga, en la Mesa del Rincón, El Arenal, Hgo.

2.1.3. Distribución del *Agave* a nivel Mundial, Nacional y del Estado de Hidalgo.

La distribución del género agavácea se introdujo después de la conquista de México, a Italia, Francia, España, Portugal, Grecia, Turquía, Rusia, África en las islas Canarias, en Asia particularmente en India Oriental; Cuba, Jamaica, Santo Domingo, abarca del sur de los Estados Unidos de América, Colombia, Venezuela, las islas del Caribe, Bolivia, Paraguay, Guatemala, Belice, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Perú, Chile (Figura 4).

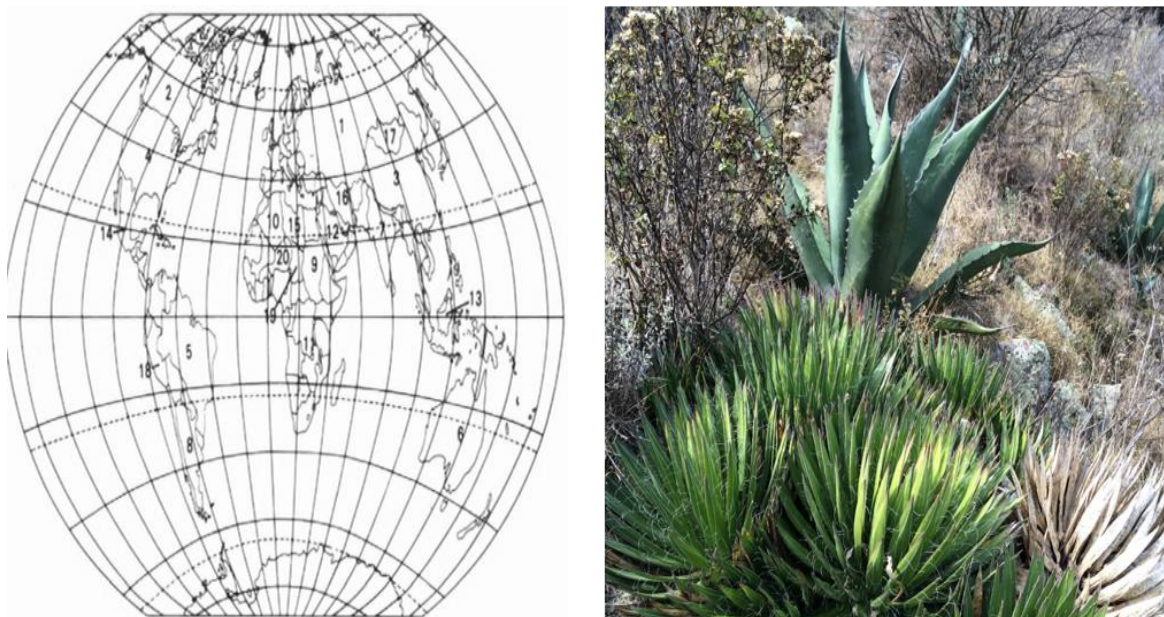


Figura 4. Distribución Mundial del *Agave* spp., (INEGI, 1991).

En México se encuentran en los estados de Jalisco, Nayarit, Guanajuato, Tamaulipas, Michoacán, Tlaxcala, Coahuila, Hidalgo, Jalisco, Puebla, San Luis Potosí, Veracruz, Aguascalientes, Baja California Norte, Baja California Sur, Colima, Durango, Guerrero, México, Veracruz, Yucatán, Zacatecas, Querétaro, Quintana Roo, Sonora, Tamaulipas, Nuevo León, Oaxaca (Segura, 2006; Verduzco *et al.*, 2009; Alanís *et al.*, 2010; Díaz *et al.*, 2013; Nava, 2014; Mariles *et al.*, 2016). De sus aproximadamente 200 especies, 150 especies se encuentran en México,

más 36 que pertenecen a categorías infra específicas, lo cual constituye un total de 186 taxones. De los 186 taxones, 129 son endémicos de México, (Figura 5).

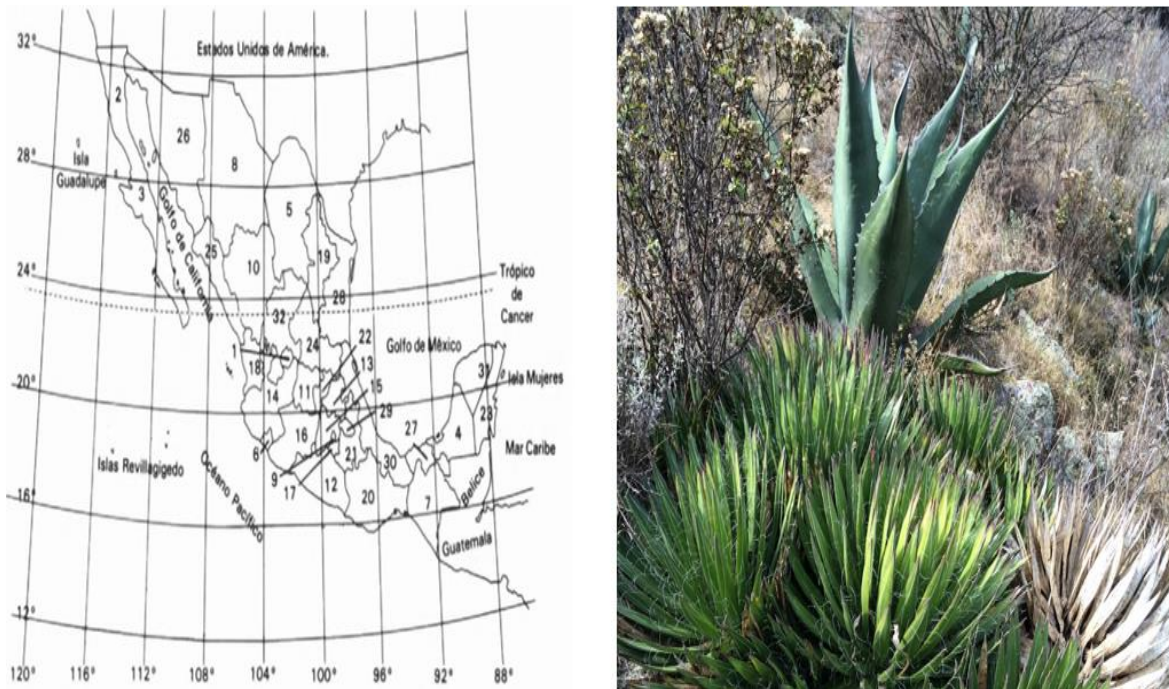


Figura 5. Distribución Nacional del *Agave* spp., (INEGI, 1991).

El género *Agave* tiene una amplia distribución con más del 75 % del territorio. Distribuido en zonas áridas y semiáridas del centro y norte, pero su número disminuye en climas húmedos y cálidos del sur (Nava, 2014). Algunos géneros de agaves que se encuentran en México son los siguientes: *Agave salmiana* var. Ayoteco (Maguey ayoteco); *Agave mapisaga* Trel (Maguey carrizo); *Agave salmiana* var. *Salmiana* (Maguey manso); *Agave tequilana* Weber variedad azul (Maguey tequilero); *Agave angustifolia*; *Agave aspérrima* (Maguey cenizo); *Agave potatorum*; *Agave macroculmis*; *Agave masipaga* var. *Lisa*; *Agave ferox*; *Agave salmiana* subsp. *Crassispina*; *Agave tecta*; *Agave atrovirens* karw; *Agave hookeri*; *Agave americana*; *Agave teometl* Zucc; *Agave weberi* Cels; *Agave altísima* jacobi; *Agave compliala* Trel; *Agave gracillispina* Englem; *Agave melliflua* Trel (Maguey serrano); *Agave bracteosa* S (Maguey amole de castilla); *Agave falcata* (Maguey espadín); *Agave funkiana* Koch (Maguey Lechiguilla); *Agave lophanta* (Maguey

lechuguilla); *Agave scabra*; *Agave striata*; *Agave subzonata* (Maguey verde); *Agave variegata*; *Agave victoria reginae*; *Agave vittata*; *Agave weberi*; *Agave celsii*; *Agave fourcroydes*, entre otros (Alanís *et al.*, 2010; Díaz *et al.*, 2013; Nava, 2014).

En México en el año 2010 existían 9,150.05 hectáreas (ha) sembradas con maguey pulquero, de los cuales el 55 % se encuentra en el estado de Hidalgo. En 64 de los 84 municipios del estado se cultivan diferentes variedades de maguey con poco más de 55 mil productores agropecuarios. La superficie sembrada en el estado de Hidalgo a partir del 2003 y hasta el 2011 asciende en promedio a 5,372 ha, superficie que se concentra en tres municipios: San Agustín Tlaxiaca, Cardonal y Zempoala y corresponde al 70 % del total, de las cuales presentan una densidad de 400 plantas/ha (Almanza *et al.*, 2007) (Fundación Hidalgo Produce, 2012) (Figura 6).

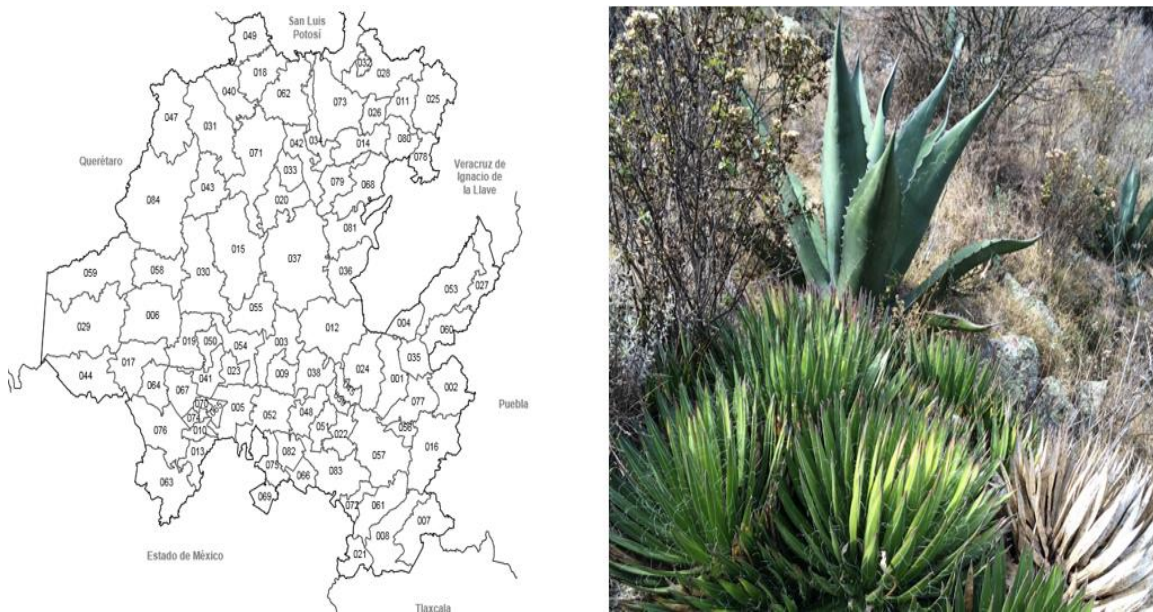


Figura 6. Distribución del *Agave* spp., en el Estado de Hidalgo (INEGI, 2010).

2.1. 4. Distribución de algunos *Agaves* en México.

2.1.4.1. *Agave angustifolia*.

Su distribución es la más amplia entre las especies de *Agave* y tiene una gran plasticidad morfológica. Sus variantes silvestres y cultivadas se utilizan como cerca viva, fuente de fibra, medicinas, bebida y alimento. Muchas de ellas tienen rasgos distintivos, lo que provocó el registro equivocado de más de 20 “especies” que son, a fin de cuentas, una sola: *Agave angustifolia*.

Una de ellas fue *Agave pacífica*, nombre asignado en 1920 a las plantas utilizadas para producir el mezcal conocido como bacanora en Sonora. Décadas después se decidió que no se trataba de una especie diferente, sino de una variante de *A. angustifolia*, propia de la zona de transición entre los desiertos del noroeste y los bosques de la Sierra Madre Occidental. Durante la Colonia, los mezcaleros sonorenses producían la bacanora clandestinamente en las cañadas, junto a los arroyos, utilizando plantas silvestres, y así continuaron en el México independiente. Hoy en día la producción se basa en cultivos y poblaciones silvestres.

El mezcal de Oaxaca es en su mayoría de espadín cultivado, que se utiliza por su alta producción de azúcares, tiempo breve de maduración y fácil propagación de hijuelos, obtenidos de plantas adultas en cultivo, y bulbillos, cuyo desarrollo se induce al cortar las flores de plantas en reproducción. De *A. angustifolia* descienden el henequén (*A. fourcroydes*) y el tequila (*A. tequilana*), seleccionados durante generaciones para obtener fibras y azúcares, respectivamente (Montes, 2014) (Figura 7).



Figura 7. Distribución de *Agave angustifolia* (Montes, 2014).

2.1.4.2. *Agave salmiana* susp. *Crassispina*.

En el centro de México, *A. salmiana* es la especie pulquera por excelencia; fue deificada como Mayahuel. La subespecie *Crassispina*, más pequeña y delgada, es propia de los matorrales y pastizales de la Meseta Central.

Debido a la extracción de plantas maduras para mezcal, ha disminuido la producción de flores y semillas. Las magueyeras son repobladas a partir de hijuelos, cuyos grupos densos resisten el forrajeo del ganado.

El manejo de este maguey se caracteriza por la castración o extracción de la yema floral o cogollo, seguida de un periodo de reposo en campo de seis meses a dos años en que la planta concentra azúcares antes de la cosecha.

En la segunda mitad del siglo XIX las haciendas del altiplano recibían mayores ingresos por mezcal que por cosechas y ganado, y su producción llegó a exceder a la del vino mezcal de Tequila (Montes, 2014) (Figura 8).

2.1.4.3. *Agave rhodacantha*.

Esta especie la encontramos formando un corredor desde el Estado de Sonora hasta Oaxaca, es una planta solitaria y generalmente se encuentra en el pie del monte, crece en bosque de pino-encino y bosques secos, principalmente 1000 y 2500 metros de altitud, cuyo suelo somero y rico en materia orgánica aporta nutrientes que el agave necesita para alcanzar importantes dimensiones (Montes, 2014) (Figura 8).



Figura 8. Distribución de *A. Salmiana* y *A. rhodacantha* (Montes, 2014).

2.1.4.4. *Agave maximiliana*.

Su hábitat son las pendientes rocosas con suelos someros oscuros, en regiones de poca precipitación y temperaturas semicálidas, que van desde la Sierra madre Occidental, Sinaloa y Durango hasta el Bajío, encontrándose entre los 2000 y 3000 metros de altitud.

En general comparte su hábitat con el *Agave rhodacantha*, pero prefiere tierras más altas. Se produce solo por semilla, por lo que las plantas se encuentran dispersas, sin formar grupos densos como las especies que producen hijuelos.

Esta especie, conocida como lechuguilla es utilizada en la elaboración del mezcal llamado raicilla producido en las serranías del occidente del estado de Jalisco (Montes, 2014) (Figura 9).

2.1.4.5. *Agave univittata*.

Se distribuye sobre la vertiente al Golfo de la Sierra Madre Oriental, desde las planicies semiáridas y costeras hasta los lomeríos húmedos de Veracruz donde prefieren las áreas rocosas, cuyo dosel es abierto y permiten el paso de los rayos del sol.

Su distribución coincide con la de *A. lechuguilla*, *A. xylonacantha* y *A. funkiana* esta última también mezcalera y productora de las fibras del ixtle de Jaumave.

Estas cuatro especies son muy cercanas evolutivamente híbridan entre sí y en ocasiones es difícil distinguirlas (Montes, 2014) (Figura 9).



Figura 9. Distribución del *A. maximiliana* y *A. univittata* (Montes, 2014).

2.1.4.6. *Agave durangensis*.

Crece entre los matorrales de las planicies desérticas y los bosques de pino encino de la sierra del sur de Durango y Zacatecas.

Su inflorescencia con ramas en zigzag se aprecia en la época de lluvias y es común ver plantas agrupadas en los lomeríos. En sus poblaciones hay una gran variación en forma y tamaño de las hojas (Montes, 2014) (Figura 10).

2.1.4.7. *Agave tequilana*.

Especie domesticada en Jalisco, cuenta con distintas variantes a las que suele llamarse “variedades”, aunque no se trata de categorías reconocidas en la clasificación botánica.

Además de la conocida variedad azul, en el siglo XIX el tequila se producía también con azul listado, pata de mula, sigûín, chato o sahuayo, bermejo, moraleño y zopilote.

La norma oficial señala la variedad azul como la única materia prima del tequila, lo que ha contribuido a la desaparición en las últimas décadas de las demás variantes de esta especie.

En las plantaciones solamente se usan hijuelos y plantas clonadas mediante cultivo de tejido, disminuyendo su diversidad genética y resistencia ante la aparición de plagas y enfermedades, por lo que es necesario recuperar la diversidad de las especies (Montes, 2014) (Figura 10).



Figura 10. Distribución del *A. durangensis* y *A. tequilana* (Montes, 2014).

2.1.4.8. *Agave inaequidens*.

Su distribución se restringe a espacios abiertos entre pinares y encinares de las pendientes basálticas del Eje Neovolcánico, en el centro del país. En el Valle de México es aprovechado para producir aguamiel y pulque.

Es una de las especies utilizadas en la producción del mezcal conocido como raicilla en el estado de Jalisco.

Hibridiza comúnmente con *A. hookeri*, especie cultivada en Michoacán por medio de hijuelos que también se utiliza en la producción de mezcal y pulque (Montes, 2014) (Figura 11).

2.1.4.9. *Agave marmorata*.

Se encuentra en selvas bajas y matorrales de la Sierra Madre del Sur, desde el extremo oriental del Balsas¹⁶ hasta el istmo de Tehuantepec.

Los colibríes y las calandrias se disputan el néctar de sus flores color naranja brillante, un alimento de gran valor que ofrecen numerosas especies de agave que florecen a lo largo de la temporada seca.

Los murciélagos y mariposas nocturnas también dependen de este recurso. Ya que comparte sus espacios con otros magueyes que florecen al mismo tiempo, como *A. kerchovei*, es probable que los polinizadores mezclen el polen de diferentes especies dando origen a plantas híbridas (Montes, 2014) (Figura 11).



Figura 11. Distribución del *A. inaequidens* y *A. marmorata* (Montes, 2014).

2.1.4.10. *Agave cupreata*.

Endémico de la cuenca del Balsas, este maguey silvestre habita en bosques de pino y encino, en pastizales, palmeras y selvas bajas.

Cuando florecen, los murciélagos transportan el polen entre magueyes y fertilizan sus flores, formando las semillas que son su única opción reproductiva, ya que no produce hijuelos ni bulbillos.

Por las características reproductivas de ésta y otras especies silvestres auto incompatibles, su propagación clonar in vitro pone en riesgo sus niveles de diversidad genética y su conservación a largo plazo en su medio natural. Los mezcales del papalote tienen profundas raíces indígenas en las sierras de Michoacán, Guerrero y Puebla.

Las magueyeras silvestres, ubicadas en tierras comunales y ejidales, sin la base de una producción que sigue mayoritariamente en manos del sector social (Montes, 2014) (Figura 12).



Figura 12. Distribución del *A. cupreata* (Montes, 2014).

2.1.4.11. *Agave potatorum*.

Característico de las partes interiores y secas de la Sierra madre del Sur, valle de Tehuacán y sierras de Oaxaca.

Los murciélagos visitan sus flores otoñales, acarreando y mezclando el polen de poblaciones lejanas, que gracias a este intercambio son genéticamente similares.

A. potatorum y *A. cupreata* son especies emparentadas en procesos de diferenciación: habitan en sitios ecológicamente similares y sabemos que comparten genes.

Como en el caso de otras especies que no dependen de las semillas para mantenerse, la mayor parte de la producción del mezcal tobará depende de las poblaciones silvestres ubicadas en encinares y selvas bajas y que son muy apreciadas para este fin (Montes, 2014) (Figura 13).



Figura 13. Distribución del *A. potatorum* (Montes, 2014).

2.1.4.12. *Agave karwinskii*.

Esta especie micro endémica limita su distribución a las zonas áridas del valle de Tehuacán y los valles centrales de Oaxaca, entre 750 y 2000 metros de altitud.

A diferencia de otros magueyes mezcaleros, es una planta que crece en áreas de suelos calizos y poca lluvia, donde las colonias formadas por hijuelos dan sombra y humedad a las plantas más pequeñas.

Por su tronco se utiliza para leña y como cerca viva en la delimitación de terrenos; también se extraen fibras de sus hojas. Se trata de una especie de aspecto muy variante, cambia su altura y grosor, así como el color, el tamaño y la forma de sus hojas.

De ahí que se reconozcan tantas variantes con nombres distintos. Es necesario profundizar nuestro conocimiento sobre la diversidad de formas que presenta esta especie para identificar sus subespecies, variedades o eco tipos.

La diversidad mezcalera en México es reflejo de la diversidad biológica del género; esta riqueza única en el mundo debe ser protegida con normas que consideren la gran variedad de mezcales, artesanales y su importancia (Montes, 2014) (Figura 14).



Figura 14. Distribución del *A. karwinskii* (Montes, 2014).

2.1.4.13. *Agave americana*

Fue la primera especie que Linneo nombró como *Agave*, por lo que es la especie “tipo” del género y es considerada su representante.

Su origen está en el noroeste de México, de donde se extendió hacia el sur del país gracias a los grupos humanos que llevaron consigo en su migración.

Así se domesticaron variedades como *A. americana* var., *oaxacensis* por su dulzura o *A. americana* var., *picta* por sus bandas amarillas que la hicieron un ornato común en numerosos países. Sus naturaleza es polimórfica e hibridiza con especies como *A. salmiana* y *A. scabra* (Montes, 2014) (Figura 15).

2.1.4.14. *Agave americana* var. *Oaxacensis*.

Dentro de la especie *Agave americana* la variedad *oaxacensis* se conoce únicamente domesticada en la zona donde se unen el valle de Tehuacán y el extremo oriental de la cuenca del Balsas.

Se distingue por sus hojas blanquecinas y el gran tamaño de la inflorescencia, de las flores y los frutos. Se cultiva en traspatio aprovechando sus hijuelos para formar cercas vivas y extraer fibra de sus largas hojas.

La producción de mezcal a partir de esta variedad es limitada, ya que tarde hasta 20 años en madurar (Montes, 2014) (Figura 15).



Figura 15. Distribución del *A. americana* y var. *oaxacensis* (Montes, 2014).

2.2. Algunos usos del Maguey (*Agave* spp.), en México.

2.2.1. Tequila.

El tequila es una bebida alcohólica regional, obtenida por descomposición de mostos de *Agave tequilana* Weber variedad azul. El 13 de abril de 1978 se otorgó el certificado de origen del tequila en México. El tequila se obtiene utilizando planta de agave madura de 10 años, edad a la cual tiene el mayor porcentaje de azúcares (Castro *et al.*, 2013).

2.2.2. Mezcal.

El mezcal es una bebida alcohólica tradicional de México, de origen mexicano, producto de la fermentación de los azúcares extraídos de la piña cocinada de diferentes agaves (Castro *et al.*, 2013).

2.2.3. Aguamiel.

El agricultor realiza la castración o capazón que consiste en cortar el quiote en etapa temprana de su desarrollo. Cuando la planta está en la etapa de cambio de desarrollo vegetativo a reproductivo, ésta planta presenta algunas características morfológicas indicadoras de esta transición. Los productores por lo general reconocen que un maguey está maduro cuando el cono central (meyolote) formado por las hojas jóvenes aun no desplegadas, se hace delgado. Se procede a cortar con un cuchillo las espinas de los bordes de las pencas cercanas al meylote con lo cual el productor evita ser lastimado por las espinas, se quita todo el meylote desde su parte basal y se extrae la zona meristemática que da origen al desarrollo del pedúnculo floral. Esta práctica se llama castración o "capado" de maguey. A partir de la castración, continúa la fase de añejamiento durante la cual aumenta la concentración de azúcares en los tejidos del tallo y hojas. Las hojas centrales de la planta alcanzan su máximo desarrollo en un periodo que puede ser desde un mes hasta 1 año, depende. La primera aguamiel que emana es escasa y de mala calidad, pero en días posteriores va aumentando y mejorando en su cantidad de

azúcares, gusto y clase. El aguamiel es la savia del maguey, es un líquido azucarado, incoloro, transparente con cierto olor herbáceo y sabor dulce agradable.

Los productores recolectan diariamente de cada planta 4 L de aguamiel, dos en la mañana y dos en la tarde, solo un productor comentó recolectar hasta 15 L diarios.

Una planta puede mantenerse en producción durante tres a siete meses, siempre dependiendo del tamaño de la planta y del tlachiquero entre más delgada sea la raspa más tiempo produce el maguey.

El aguamiel se colecta diariamente, en las primeras horas de la mañana y en la tarde. En época de lluvias se colecta al medio día para que no lo diluya el agua (Aguilar *et al.*, 2014) (Figura 16).



Figura 16. Cavity donde el tlachiquero extrae el aguamiel (Aguilar *et al.*, 2014).

2.2.4. Miel de aguamiel.

El proceso de elaboración inicia con la extracción de aguamiel, se procede a un colado para eliminar impurezas y es colocada en una tina de acero inoxidable con un diámetro aproximado de 1.2 m que se somete a calentamiento por 5 a 6 horas para eliminar parte del agua y aumentando así la concentración de azúcares, adquiriendo un color ámbar y mayor viscosidad donde se obtiene un endulzante o golosina. Por cada 100 L de aguamiel se obtienen de 2 a 2.5 L de miel, que tiene un precio de \$150 por litro. Aunque podemos observar que en las tiendas de autoservicio comerciales las mieles de agave tienen precios mayores de \$200 el litro. La obtención de miel es una alternativa cuando se tienen cantidades excedentes de aguamiel ya que el pulque no puede conservarse por mucho tiempo. La presencia de la miel de maguey, en el mercado nacional, es muy reducida debido a que en la actualidad la promoción de este producto es muy limitada, a pesar de la existencia de este producto es aún más antigua que el del pulque. Hoy en día la escasa difusión que tiene este producto es a través de algunos pequeños productores que venden su producto en tiendas naturistas, donde es utilizado como remedio curativo, pero sin ser tomado en cuenta como producto alimenticio sustituto de la miel de abeja o la miel de maple (Norma Técnica Estatal NTE-SAGEH-001/2006, 2006; Fundación Hidalgo Produce, 2012; Aguilar *et al.*, 2014).

2.2.5. Pulque.

El pulque es una bebida ancestral, blanca, lechosa, viscosa, con sabor y olor fuerte a maguey (Castro *et al.*, 2013). Es una bebida alcohólica tradicional mexicana, es el resultado de la fermentación alcohólica del aguamiel. Su contenido alcohólico es de 4.26%, color blanco, olor fuerte. La elaboración del pulque se realiza en el tinacal, que es una construcción con paredes de madera y techo de lámina y en este lugar fermentan el aguamiel en tambos de plástico de 200 L y conservan la semilla (inóculo para fermentación) en vitroleros de cristal de 20 L. El proceso de fermentación inicia en el maguey, donde se encuentran microorganismos nativos como levaduras, bacterias lácticas, bacterias productoras de etanol, para fermentar

el aguamiel se utilizan las siguientes cepas de *Saccharomyces cerevisiae*, *Zymomonas mobilis*, *Lactobacillus* y cepas de *Leuconosto mesenteroide*. Estos microorganismos transforman de manera natural parte de los azúcares presentes en el aguamiel, sin embargo el proceso se acelera por la adición de un inóculo iniciador llamado semilla (una porción de pulque previamente producido). El tiempo de fermentación puede durar de 12 a 48 horas a 25° C, cuidando que los recipientes no tengan ninguna sustancia (Detergentes, perfumes, desinfectantes, entre otros) que inhiba los microorganismos mesofílicos. Como mecanismo para evitar el mal sabor del pulque se debe contar con tres magueyes mínimo (chico, mediano y grande) para que de manera escalonada se pueda ir complementando el aguamiel proveniente de las diversas plantas (Aguilar *et al.*, 2014).

2.2.6. Mixiote.

Se denomina mixiote a la epidermis del haz de la hoja que se desprende al hacer una incisión perpendicular a la hoja. Se obtiene del *A. salmiana* y *A. mapisaga*, preferentemente las hojas jóvenes, es decir de las más cercanas al meyolote. Ya que la epidermis está cubierta externamente por una capa continua de cera, esta se utiliza para elaborar un platillo que tiene origen prehispánico. La cutícula o capa protege contra la pérdida de agua, la práctica del desmixiotado intensivo provoca que la planta no realice la fotosíntesis y no tenga control en la pérdida de agua y posteriormente muere. No se cultivan magueyes para este propósito, pero personas ajenas al cultivo hurtan las hojas jóvenes de la planta que debido a este daño entra en decadencia y muerte prematura. Para desmotivar esta práctica los productores perforan con una varilla las hojas jóvenes aun no desplegadas que se encuentran en el cogollo, dañando la cutícula de éstas hojas no expuestas, ésta práctica se realiza periódicamente (Castro *et al.*, 2013) (Aguilar *et al.*, 2014) (Figura 17).



Figura 17. Mixiote, cutícula que protege al maguey (Aguilar *et al.*, 2014).

2.2.7. Penca de maguey.

Estas pencas son utilizadas principalmente para fines gastronómicos, la elaboración de barbacoa y Ximbo. El consumo de carne de ovinos en México es mayoritariamente en barbacoa, forma en que se consume más del 95 % de la producción, en la actualidad la preocupación de los barbacojeros del Estado de Hidalgo es el consumo de pencas de maguey teniendo una escasez de este insumo y al no contar con algún sustituto se pone en riesgo la industria de la barbacoa ya que actualmente se consumen más de 55 mil plantas de maguey al año. Para la preparación de una sola barbacoa son necesarias por lo menos 12 pencas pero esto varía de acuerdo a la especie de maguey de las cuales se extraen las pencas, son necesarias hasta 25 pencas cuando estas son de maguey xamini. De acuerdo a la Norma Técnica Estatal NTE-SAGEH-001/2006, el aprovechamiento de pencas, se realizará sobre aquellos magueyes que presentan su madurez de reproducción asexual, cortando como máximo el 50 % del total de las mismas, y la totalidad siempre y cuando hayan alcanzado su floración y lo determine el estudio, solo se

podrán cortar de 2 a 3 pencas cuando la planta de maguey tenga más de seis años o más de diez pencas. Para realizar la colecta de pencas, se usará la herramienta adecuada con el fin de no dañar a la planta intervenida, proteger a los hijuelos, mequitos para la semilla y no realizar heridas que puedan ocasionar la presencia de plagas y enfermedades (Fundación Hidalgo Produce, 2012) (Figura 18).



Figura 18. Uso de la penca para la barbacoa. Foto tomada por Leonel Vargas Zuñiga, en la Mesa del Rincón, El Arenal, Hgo.

2.2.8. Uso del maguey en la conservación de suelos.

La conservación de los recursos naturales hoy en día, es una actividad de primer orden en el desarrollo sustentable

México tiene un territorio muy heterogéneo en cuanto a su fisiografía, de tal forma, que en la región sur-sureste, existe una fuerte erosión del suelo por escorrentías, sobre todo en laderas donde se practica la agricultura.

Se sabe que el 50% del territorio son zonas áridas y semiáridas que sufren de pérdidas de suelo por erosión eólica.

Los agaves (magueyes) son un recurso que en algunas regiones se utiliza para detener el efecto erosivo que presentan los suelos, siendo además, una alternativa de producción sustentable, si se planifica su uso y su manejo (Figura 19).

El maguey se ha utilizado en terrazas de cultivo, colocando hileras de plantas en bordos a curvas de nivel perpendiculares a la pendiente del terreno, con la finalidad de prevenir la erosión de suelos delgados, evitar el escurrimiento superficial del agua de lluvia propiciando su infiltración.

Este es uno de los factores más importantes que determinan la productividad y sostenibilidad agrícola de las áreas de ladera (Aguilar *et al.*, 2014; Pérez *et al.*, 2017) (Figura 20).



Figura 19. Bordeo de maguey. Foto tomada por Leonel Vargas Zuñiga, en la Mesa del Rincón, El Arenal, Hgo.



Figura 20. Plantación de maguey en ladera. Foto tomada por Leonel Vargas Zuñiga, La Mesa del Rincón, El Arenal, Hgo.

2.2.9. Uso del maguey *Agave salmiana* como forraje.

La utilización del maguey como forraje puede ser muy variada, desde la planta completa, quiotes inmaduros, piñas crudas (tallo de la roseta), pencas de las podas y bagazo de la raspa. La piña y las hojas de los agaves tienen un alto contenido de azúcares, material mineral, fibra cruda y altos niveles de energía digestible. La planta tiene una alta eficiencia en el uso del agua y la adaptación de diferentes hábitats, los cuales cubren los requisitos de mantenimiento como suplemento a los animales, constituyendo la mejor opción forrajera para animales rumiantes, que cuidan en las zonas de baja productividad, sobre todo en zonas semiáridas (Aguilar *et al.*, 2014; Pérez *et al.*, 2017).

2.2.10. Flor de maguey o gualumbos.

Durante los meses de marzo a julio se colectan las flores que aún no han abierto todavía. Las flores se localizan en ramas ubicadas en la mitad superior del escapo floral que tiene de 5 a 7 m de altura, por lo que se acostumbra derribar este escapo. Las flores que se destinan para consumo humano, se les elimina la parte reproductiva de la flor y el pedúnculo porque la gente considera que amarga. Luego se hierva con carbonato y sal y se prepara en torta de huevo o con mole. Su sabor es muy apreciado (Aguilar *et al.*, 2014).

2.2.11. Semillas.

Son utilizadas como adornos corporales y juguetes, los frutos del maguey o cápsulas son perforadas y colocadas a manera de collar, en algunos casos son pintados y son de uso artesanal y no generan beneficios económicos al productor (Aguilar *et al.*, 2014).

2.2.12. Plantas ornamentales y cercas vivas.

Se utilizan plantas de *Agave salmiana* como cercas vivas protegiendo otros cultivos, delimitando parcelas, para marcar linderos de predios y solares. Las cercas con maguey protegen las casas de animales e intrusos (Aguilar *et al.*, 2014).

2.2.13. Combustible.

Los materiales lignocelulosicos presentes en paredes celulares de las hojas y quiotes cuando están secos son buenos materiales combustibles con buenas propiedades calóricas por lo que los campesinos suelen almacenarlas para usarlas cuando es necesario. Se recolectan las hojas más viejas de la planta o se aprovechan para este uso las hojas de las podas y se dejen secar por lo menos una semana o hasta que estén secas para posteriormente ponerlas al fuego (Aguilar *et al.*, 2014).

2.2.14. Uso medicinal.

Los usos de los magueyes con fines medicinales están escasamente documentado por estudios científicos. Pero las personas entrevistadas comentaron que las pencas asadas se colocan como cataplasma sobre quemaduras y contusiones leves (Aguilar *et al.*, 2014).

2.3. Algunas plagas del maguey.

2.3.1. Escarabajo rinoceronte (*Strategus aloeus*).

Se conoce como “rondón”. El cuerpo es pardo oscuro a casi negro brillante. La longitud del cuerpo es de 3.1 a 6.1 cm. No se ha evaluado su impacto en las plantaciones de agave tequilero, sin embargo se han detectado infestaciones moderadas, principalmente en las orillas de las plantaciones; causando una gran pérdida de plantas. Los adultos se alimentan de las raíces y tallos del agave. Las larvas se desarrollan en troncos podridos. Los adultos son de hábitos nocturnos y son atraídos por la luz, principalmente en los meses de mayo y junio. Las larvas completan su desarrollo en dos años. Se ha observado que en las plantaciones jóvenes o recién establecidas, los adultos primero hacen un agujero en el suelo

muy cerca de la base de la planta, para después empezar a barrenar la piña del agave, donde la planta puede afectar su crecimiento o morir. Se ha observado que el daño va de las orillas de las líneas hacia el centro de las mismas.

Estrategias de manejo. Es conveniente monitorear con trampas de luz desde finales de abril a junio la llegada de los adultos a la huerta. Si detectas en las primeras plantas de las orillas ataques se recomienda la aplicación de un insecticida granulado al cogollo. Si la planta es grande se debe aplicar a la raíz (González *et al.*, 2007). La presencia de adultos significa que se tiene la invasión de una huerta a otra. Si se utiliza el control químico, se recomienda utilizar la dosis baja y ajustar por el número de surcos. Otras alternativas son: Limpieza de la huerta. Cajete e inundación con agua y cal hidra común (20L+5kg) en las plantas infestadas. Control biológico: Experimentalmente se están evaluando aplicaciones del hongo *Metarhizium anisopliae* contra larvas en los primeros estadios y al inicio del temporal (Pérez *et al.*, 2017) (Figura 21).



Figura 21. Larva, pupa y adulto del escarabajo rinoceronte (CESAVEG, 2007).

2.3.2. Picudo del Agave (*Scyphophorus acupunctatus*).

Las larvas son de color blanco cremoso, en forma de una “C” sin patas, con cuerpo segmentado y estriado; miden de 1 a 2 cm de largo, con cabeza grande y dura; presentan en un extremo dos prolongaciones pequeñas (cercos). El adulto es de color negro brillante, mide de 1.5 a 2.5 cm de largo, con pico bien desarrollado y encorvado.

Completa su ciclo en unos 125 días, pasando por 11 estadios larvales. Los adultos se encuentran en la base de las pencas, así como dentro de las piñas, generalmente en aquellas que están en proceso de descomposición debido al ataque de las larvas.

El daño inicial se nota por perforaciones y secreciones gomosas en el cogollo y/o la penca, formando galerías y causando pudrición blanda. Los adultos tienen hábitos crepusculares.

Estrategias de manejo: Limpieza de la huerta, eliminación de plantas infestadas para que no se vuelvan un foco de infección sobre todo en las plantas maduras, realización de muestreos para la detección oportuna de los adultos.



Figura 22. Pupas del picudo en vista dorsal (A), ventral (B), dorsal dentro de cocón (C) y adulto (D) (CESAVEG, 2007).

Control biológico: En campo es fácil de observar la avispa *Alienoclypeus insolitus*; éste braconido aprovecha la hinchazón y ruptura de la piña para ovipositar y parasitar larvas del picudo.

También se encuentra frecuentemente el escarabajo *Hololepta* spp; éste histérico es depredador de pre-larvas y larvas del picudo. Control autocida: El arribo de los adultos de huertas maduras a las jóvenes puede detectarse mediante trampas de feromona de agregación (con agua o con cebos envenenados), las cuales deben colocarse en las hileras y a nivel del suelo. En el caso de utilizar cebos envenenados, éstos deben estar dentro de una bolsa nylon perforada (Pérez *et al.*, 2017) (Figura 22).

2.3.3. Gallina ciega (*Anomala* sp., *Cyclocephala* sp y *Phyllophaga* sp).

Se les conoce como “rondones”, “mayates” o “nixticuil”. Al igual que en otros cultivos, la gallina ciega se presenta como un complejo de especies, donde no todas se comportan como especies plaga, por lo que es necesario determinar las especies presentes mediante el muestreo, las densidades de larvas por planta y la diversidad de especies mediante el trapeo de adultos. Algunas especies llegan a medir entre 8 y 28 mm de longitud.

La coloración del cuerpo en algunas especies va de parda oscura a parda rojiza y combinación de franjas o áreas amarillentas u oscuras en los élitros o alas. El complejo gallina ciega afecta plantaciones de agave de entre 1 y 3 años de edad. Las larvas se alimentan de las raíces tiernas. Los adultos inician la emergencia entre mayo y julio, con el inicio del temporal.

Las larvas recién emergidas se alimentan de raíces y de materia orgánica en descomposición durante 20 a 60 días. Las larvas de los últimos estadios son las

más activas y por lo tanto son las que causan los mayores daños al cultivo, pudiendo ser puerta de entrada del hongo fitopatógeno *fusarium oxysporum*.

Estrategias de manejo. El manejo del complejo gallina ciega es difícil debido a la falta de identificación precisa de la especie causante del daño, sus hábitos subterráneos, su estacionalidad y el patrón de ataque que regularmente se presenta en manchones, ya que la mayoría de los casos su detección ocurre cuando el daño al cultivo ya está hecho (Pérez *et al.*, 2017) (Figura 23).



Figura 23. Larvas y adulto del escarabajo gallina ciega (Pérez *et al.*, 2017).

2.3.4. Chinche del *Agave* (*Caulatops agavis*).

El adulto mide alrededor de 4.5 mm de longitud. Cuerpo de color amarillo pálido, con los hemélitros o alas de color café claro. Las ninfas y adultos se alimentan de la savia de las pencas de la planta. Se ha observado que sus poblaciones aumentan en los meses frescos del año. No se considera una plaga importante y se sugieren estudios más específicos para evaluar su daño (Pérez *et al.*, 2017).

2.3.5. Chapulín (Varias especies).

Presentan una generación por año y cinco estadios ninfales para ser adultos. Esta plaga se sitúa inicialmente en los cerros, luego en los bordos y finalmente invade el cultivo. El daño principal ocurre cuando se alimenta de las hojas tiernas y succulentas en hijuelos y plantas jóvenes. Si las poblaciones son altas y cuando el agave es su único alimento, llegan a defoliar completamente la planta causando retraso al cultivo y daños mecánicos que facilitan la entrada de patógenos. Estrategias de manejo. Aplicación de insecticida en los primeros estadios ninfales. Se recomienda dejar en las calles una ligera cubierta vegetal para el caso que se presente una invasión de la plaga (Pérez *et al.*, 2017) (Figura 24).



Figura 24. Chapulín (Pérez *et al.*, 2017).

2.3.6. Trozador del cogollo (Coleóptero no identificado).

Se considera como una plaga exótica. El daño es causado por un insecto Coleóptero de hábitos nocturnos. El insecto troza las pencas u hojas o bien el cogollo de la planta. En el primer caso causa un daño mecánico y en el segundo un retraso importante en el crecimiento y desarrollo de la planta. Estrategias de manejo. Como el daño ocurre en las plantas de las orillas, generalmente no se requiere de control químico. Se recomienda la limpieza de la huerta y la aplicación de sustancias repelentes de insectos (alomonas) y/o cultivos trampa (cempaxúchitl, girasol, etc.) (Pérez *et al.*, 2017) (Figura 25).



Figura 25. Daño en cogollo (Pérez *et al.*, 2017).

2.3.7. Escamas del maguey (*Aspidiotus perniciosus*).

Son producidas por pequeños insectos pertenecientes a los cóccidos. Estos insectos se posan en colonias numerosas en las pencas que simulan manchas o escamas, los cuales succionan la savia de las pencas y causan lesiones a los tejidos, atrofiando y secando la parte atacada. Se combate esta plaga por medio de aspersiones (Pérez *et al.*, 2017) (Figura 26).



Figura 26. Escamas de maguey. Fotos tomadas por Leonel Vargas Zuñiga, en la Mesa del Rincón, El Arenal, Hgo.

2.4. Insectos benéficos para el hombre, asociados al *Agave* spp.

2.4.1. Gusano rojo *Comadia redtenbacheri* Hammerschmidt (Lepidóptera: cossidae).

El gusano rojo de maguey, llamado chinicuil, es una plaga que se alimenta de los tejidos de las diferentes partes del maguey. Este gusano es la larva de la palomilla *Comadia redtenbacheri* Hammerschmidt (Lepidóptera: cossidae). Vive como huésped en el maguey, hasta completar su ciclo de vida que es de 8 meses a un año, o de cinco meses si el maguey está en invernadero.

Sus siete estadios la pasan en el cuello o raíz de la piña del maguey, la cual se puede obtener de 15 a 30 larvas. La colecta de los insectos se realiza a mano, principalmente en el mes de septiembre.

Los adultos permanecen con vida solamente de 3 a 5 días, por tener un aparato bucal no evolucionado no le permite alimentarse fuera de la planta.

Las larvas del agave se han comido siempre, pero últimamente han adquirido auge en la gastronomía mexicana. El gusano rojo contiene siete aminoácidos esenciales y un valor energético de 607.9 kcal/100g, el cual es uno de los más elevados para insectos comestibles (Castro *et al.*, 2013) (Figura 27).



Figura 27. Larvas y pupas de *Comadia redtenbacheri*. Foto tomada por Leonel Vargas Zuñiga, en la Mesa del Rincón, El Arenal, Hgo.

2.4.2. Insecto asociado al *Agave lechuguilla*, *Agathymus aff. remingtoni* (Lepidoptera: Heperiidae).

El gusano blanco del maguey de cerro como un posible holotipo de *Agathymus aff. Remingtoni* (Lepidóptera: Heperiidae).

Las manchas 7 y 9 del primer par de alas son algo alargadas con sus puntas dirigidas a la base y presenta cuatro puntos en fila discal en el segundo par de alas. En estado de larva es la principal plaga de *A. lechuguilla* en los cerros del Municipio

de Epazoyucan, Hidalgo, donde crecen de manera silvestre los agaves de cerro. El porcentaje de infestación fue de 83 % para lechuguillas que se desarrollan en zonas con pastizal y de 67 % para magueyes asociados a matorral. Se observó que la hembra de este lepidóptero adulto no tiene preferencia para ovipositar en plantas pequeñas, medianas o grandes debido a la presencia de larvas en todos los tamaños de lechuguillas e incluso se encontraron hojas basales con galerías de insectos que emergieron en años pasados.

Las larvas recolectadas en las pencas de los agaves son de color blanco con una infinidad de sedas cortas de color café y círculos de contorno café en el dorso de su cuerpo; completamente desarrolladas llegan a medir hasta 4 cm de longitud y 1 cm de diámetro en la unión del tórax y abdomen, su peso promedio es de 1.2 g. Se aprecia un polvo blanco que secretan las larvas para cubrir todo su cuerpo antes de pupar y que también presentan las pupas, probablemente como una protección contra sus enemigos naturales.

El total de larvas recolectadas en 5 m² en cada zona de muestreo fue de 157 gusanos para agaves de pastizal y 49 para matorral, se infiere que la vegetación del matorral impide o limita la capacidad de vuelo de hembras adultas para depositar los huevos en las pencas del *agave*, se seguirá investigando este insecto sobre todo en estado adulto. En el análisis estadístico no se encontraron diferencias significativas, sin embargo se observa que la población de *A. aff. remingtoni* es mayor.

La longitud de las galerías que hace la larva en la penca es de aproximadamente 8 cm y antes de iniciar el proceso de pupa agranda el orificio de entrada y lo sella con una secreción serosa evitando la entrada de posibles parasitoides, luego deja de alimentarse y se orienta con dirección al orificio para facilitar la emergencia del adulto (Rodríguez *et al.*, 2017) (Figura 28).



Figura 28. *A. lechuguilla* con presencia de larvas de *Agathymus aff. remingtoni* (Lepidóptera: Hesperiiidae) (Rodríguez *et al.*, 2017).

2.4.3. Gusano blanco del maguey (*Agave spp.*) *Acentrocneme hesperiaris*.

Al gusano blanco del maguey también se le conoce con los nombres comunes como: Champoloco; Chinicuil; Gusanito del maguey; Gusano blanco del maguey; Gusano de maguey blanco; Gusano del maguey; Gusano mantequilla; Palomilla del maguey; Peca (Nombre Español); Yabi (Nombre Maya); Giant Skipper; Tekila Giant – Skipper (Nombre en Inglés); Kunducho (Nombre Popoloca); Huitzipapalotl; Papalotl (Nombre Yuto-nahua); Ticoco andabi (Nombre Mixteco); Zat (Nombre Zapoteco); Guinches (Nombre Mazahua); Nnchaama (Nombre Tarasco); Chucugame (Nombre Matlatzinca); Moi blanco (Nombre Otomangue); Meocuil; Meocuilles; Meocuilines; Meocutli; Meocuilin o Meocullin este nombre deriva de los vocablos de origen Náhuatl *meo* que significa *maguey* y *ocuillin*, *gusano*, los cuales juntos forman la palabra *Meocullin*. Sinónimos del gusano blanco del maguey, *Teria agavis* y *Aegiale kollari* (CONABIO, 2016). Los gusanos blancos son larvas de una mariposa que se localiza dentro de la penca del maguey, está asociado al *Agave salmiana*, *Agave tequilana* (CESAVEG, 2007; Ramos *et al.*, 2012).

El Ciclo de vida del gusano blanco del maguey (*Acentrocneme hesperiaris*) empieza con la ovoposición que se realiza en el envés de las pencas de forma aislada o en grupos de 2 a 5 huevecillos y se presenta de octubre a noviembre. Los huevecillos son de forma cónica y miden 3 mm (milímetros) de diámetro por 2 mm (milímetros) de altura, recién puestos son de color blanco marfil. Las larvas recién emergidas miden de 6 mm (milímetros), la cabeza es negra y el resto del cuerpo de tonos claros; las larvas de cuarto instar llegan a medir 70 mm (milímetros) de largo por 15 mm (milímetros) de ancho, esta etapa ocurre durante los meses de diciembre y enero. Ellas son responsables de la formación de galerías, las cuales se localizan a partir del tercio superior de la penca y se prolongan hasta la base para continuar su ciclo de vida (pupar). Durante la etapa larvaria construyen un opérculo sedoso (ventana) que será por donde emergerá el adulto. Las pupas miden 50 mm (milímetros) de largo por 15 mm de ancho.

El adulto es una mariposa de color grisáceo a café oscuro, la emergencia de los adultos ocurre de agosto a septiembre (CESAVEG, 2007; Pérez *et al.*, 2017). La larva de *Acentrocneme hesperiaris* mejor conocido como el gusano blanco de maguey es un insecto con un alto valor alimenticio con 40.34 % de proteína, extracto etéreo de 29.85 %, 3.86 % de sales minerales, con 4.66 % de fibra cruda, un 21.29 % de extracto libre de nitrógeno, tiene 592.50 Kcal/100 g (Ramos *et al.*, 1998).

2.5. Problemática actual del maguey (*Agave* spp.) en México.

El deterioro de las magueyeras ha causado la desaparición gradual de la flora y la fauna asociadas, por lo que es necesario replantear su aprovechamiento en forma racional e integral, donde existen estas plantas con los insectos asociados estrechamente como el gusano blanco (*Acentrocneme hesperiaris* y también conocido como *Aegiale hesperiaris*) (Esparza, 2008).

3. Características específicas de *Acentrocneme hesperiaris*.

El gusano blanco de maguey *Acentrocneme hesperiaris*, es un insecto asociado al maguey, principalmente al *Agave salmiana*, *Agave mapisaga* y *Agave tequilana* (CESAVEG, 2007; Valenzuela, 2007). Se ubica principalmente en las hojas del maguey (pencas), la hembra adulta por lo general coloniza plantas de maguey de menor estatura pero se ha observado que también coloniza plantas de maguey de gran tamaño, por lo general oviposita de uno a cinco a más huevos en el haz o envés de las pencas. Se puede deducir que la larva en su hábitat natural se encuentra en la penca por la presencia de secreciones gomosas, (defensa del maguey). La penca presenta marchitamiento continuo, hasta morir, este fenómeno se observa en las hojas de agaves pequeños, esto se puede considerar una poda natural, para que desarrollen las pencas jóvenes. Conforme crece la larva va formando la galería. El insecto en el último instar perfora en el exterior del envés de la penca una ventana de forma circular u ovalada llamado opérculo muy cerca de la base de la penca, este orificio lo tapa con seda y es por donde emergerá como adulto, adentro de su galería construye una cama de seda a cuatro centímetros del fondo de la galería donde se sujeta con el cremaster, quedando la posición de la cabeza hacia el opérculo, realizando la metamorfosis de larva a pupa y en adulto o mariposa, donde emerge de su galería rompiendo el opérculo de seda, su ciclo de vida es de un año.

3.1. Biología de *Acentrocneme hesperiaris*.

El insecto *Acentrocneme hesperiaris*, mejor conocido como el “gusano blanco del maguey” es un Lepidóptero de ciclo de vida completo, con hábitos crípticos, es un insecto monofago estricto, se alimenta única y exclusivamente del maguey, específicamente en las hojas, donde encuentra y obtiene todos los elementos nutricionales necesarios, proteínas, grasas, hidratos de carbono, fibra, vitaminas, macro y micronutrientes, etc., para obtener un buen desarrollo fisiológico y productivo.

3.2. Adulto de *Acentrocneme hesperiaris*.

Los adultos empiezan a emerger en los meses de junio y agosto, es probable que en el mes de mayo a septiembre estén emergiendo adultos, tiene hábitos crepusculares, el tiempo de vida de la mariposa es aproximadamente de 20 días, una de las características de las mariposas en estado de reposo es que no expanden sus alas sino que las tienen plegadas (Figura 29). Los adultos de *A. hesperiaris* se pueden mimetizar en su entorno natural, para evadir a sus depredadores, en la parte ventral, las escamas de las alas posteriores y en la orilla del ala anterior la pigmentación es de color gris (Figura 31).

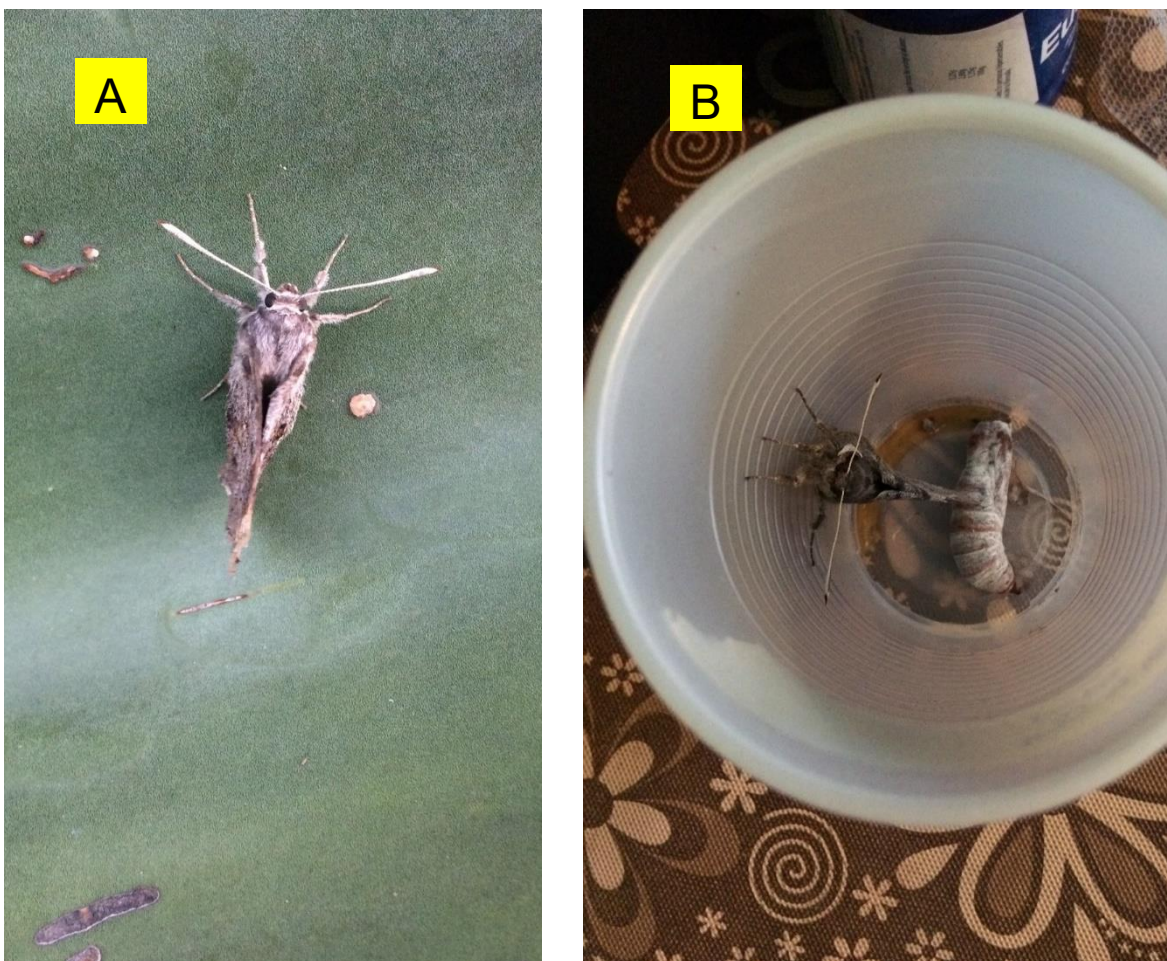


Figura 29. Mariposa de *Acentrocneme hesperiaris*.

Se puede observar el adulto de *A. hesperiaris* en su hábitat natural y donde solo se observa la pigmentación de color gris, los ojos compuestos, las antenas terminan formando un capitulo o mazo y al final del capítulo se observa la pigmentación de color negro café, en estado de reposo siempre tiene las alas plegadas (A), Eclosión de la mariposa *A. hesperiaris* en cautiverio, se observa la exuvia donde emergió, las antenas terminan en capítulo, en estado de reposo con las alas plegadas (B) (Figura 29).

3.2.1. Descripción dorsal del Adulto hembra y macho.

La hembra adulta tiene en las alas anteriores las escamas con una pigmentación de color café, formando una figura en forma de garfio rodeado de escamas de pigmentación negra, en las alas posteriores las escamas tienen una pigmentación de color café formando una figura en forma de garfio rodeado con escamas de pigmentación color negra.

El macho en las alas posteriores está cubierta con mayor cantidad de escamas con pigmentación de color café, casi no se observa la figura del garfio. En la hembra y macho la cabeza, tórax y abdomen son de color café pardo y tienen las antenas capitadas, estas al final forman un capitulo o mazo. Hay dimorfismo sexual siendo la hembra más grande que el macho, por la cantidad de huevos que trae la hembra en el abdomen (Figura 30).

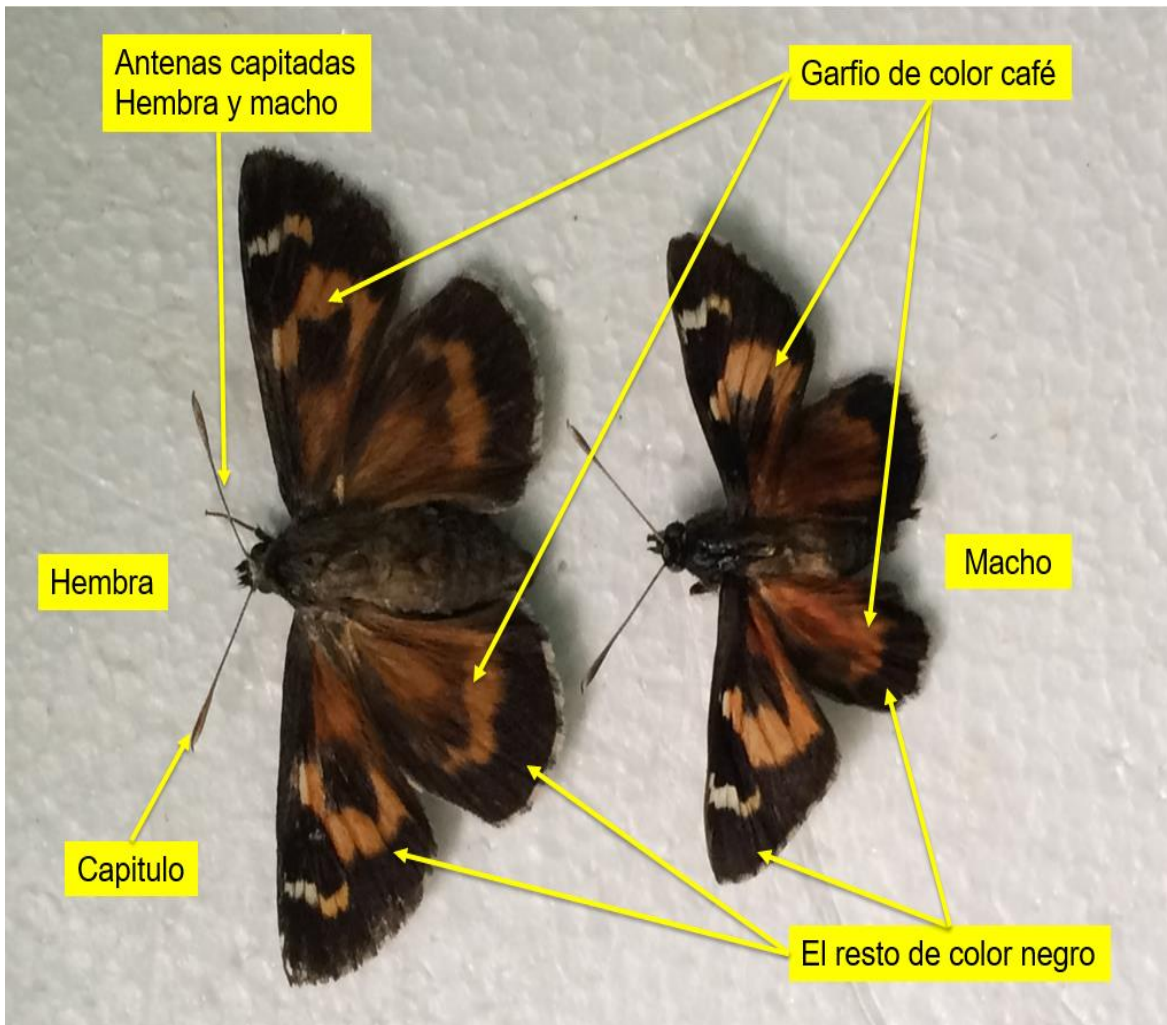


Figura 30. Descripción dorsal de la mariposa, hembra y macho.

3.2.2. Descripción ventral del Adulto hembra y macho.

El adulto en las alas anteriores se observa las escamas de pigmentación café claro y en las orillas tiene escamas con pigmentación gris. En las alas posteriores tiene escamas con pigmentación de color gris cubriendo el total de las alas (Figura 31).

En las alas anteriores en la orilla tienen una pigmentación de color gris y en las alas posteriores tienen la pigmentación de color gris. La mariposa cuando está en estado de reposo tiene las alas plegadas, lo cual le ayuda al camuflaje, para evitar sus

depredadores. La pigmentación de la orilla de las alas anteriores al plegarse con las alas posteriores le ayuda a mimetizarse con su entorno natural, la hembra y macho tienen las mismas características (Figura 31).



Figura 31. Descripción ventral de la mariposa, hembra y macho.

3.2.3. Aparato bucal y ojo compuesto de *A. hesperiaris*.

El aparato bucal del adulto no está atrofiado, se observa el sifón en forma de espiral esto significa que el adulto se puede alimentar por varios días, hasta que termine su ciclo de vida, hasta el momento se desconoce que plantas son las que se alimenta (Figura 32).

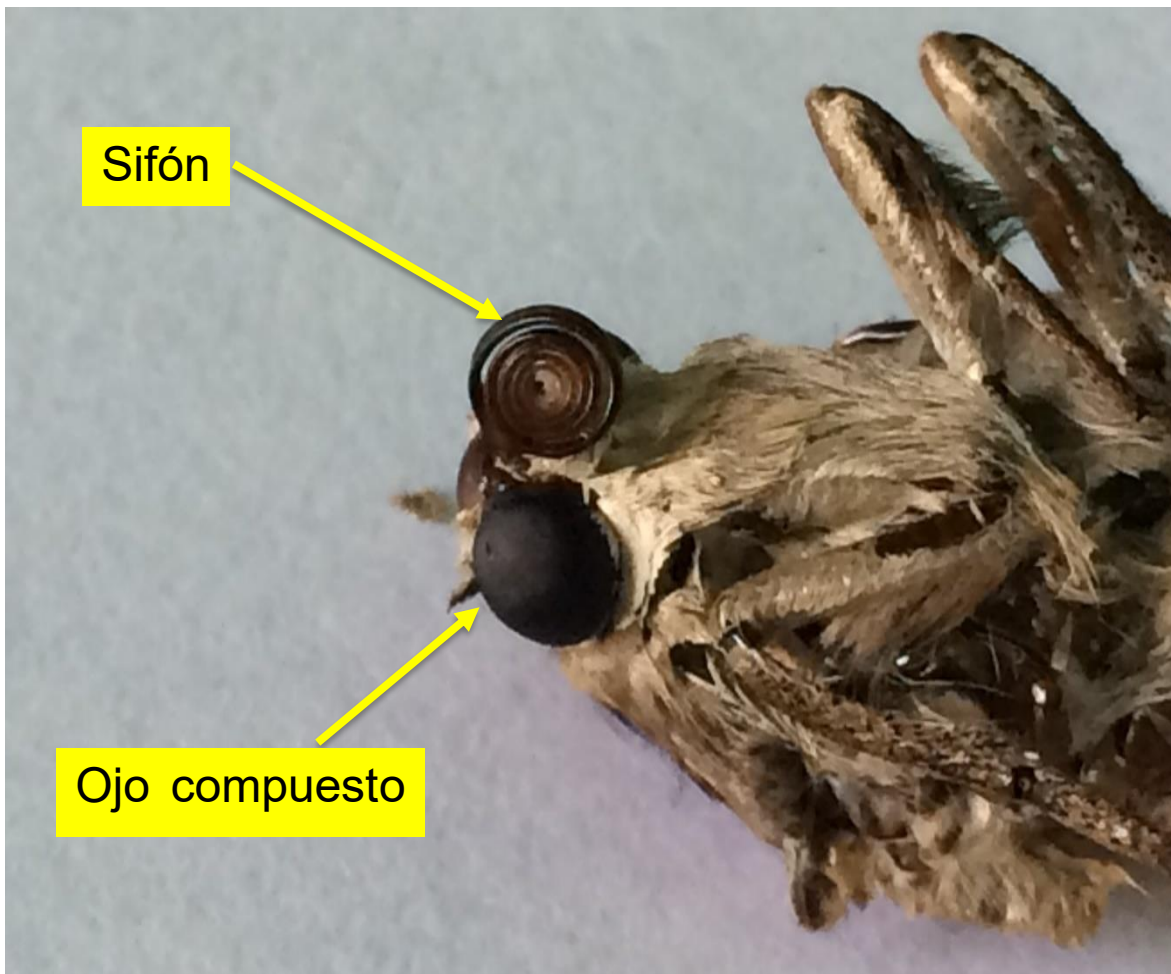


Figura 32. Aparato bucal de *A. hesperiaris*.

3.2.4. Maza de huevos de *Acentrocneme hesperiaris*.

La hembra posee en su abdomen una masa de huevos, estos cubren el total del espacio, cada huevo mide 3 mm de ancho y 2 mm de altura, cada hembra trae en el abdomen alrededor de cincuenta huevos.

La hembra tiene mayor envergadura que el macho ya que en el abdomen posee una maza de alrededor de 50 huevos, cada huevo esta apilado entres si, se adhieren con una sustancia pegajosa que es la misma que poseen los huevos cuando la hembra los deposita en las hojas de maguey, los huevos que se observan afuera son los que oviposito cuando estuvo en cautiverio (Figura 33).



Figura 33. Masa de huevos de la hembra adulta de *Acentrocneme hesperiaris*.

3.2.5. Descripción de las medidas de la hembra *A. hesperiaris*.

La hembra es de mayor envergadura que el macho, ya que en su abdomen trae una masa de huevos, y al tener mayor masa muscular, se deduce que le ayuda a la hembra para realiza vuelos a mayor distancia para colonizar nuevas plantas de magueyes y allí depositar cinco de los cincuenta huevos que tiene la mariposa (Figura 34).

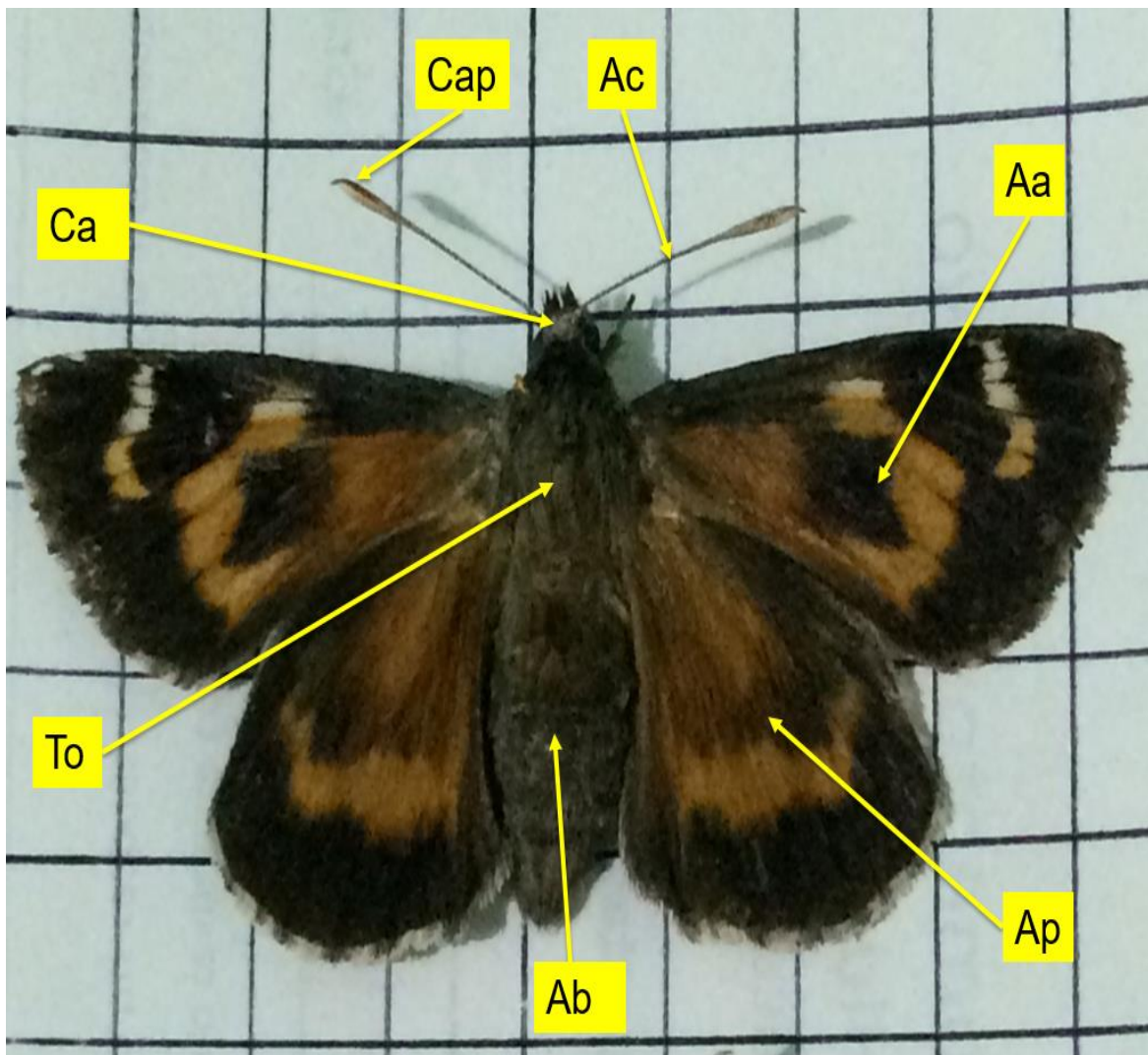


Figura 34. Escala a 1 cm² de la hembra *A. hesperiaris*.

Descripción física de las partes exteriores de la hembra *Acentrocneme hesperiaris*: el largo de la cabeza es de 3.71 mm y 5.19 mm de ancho, Cabeza (Ca); el largo del tórax es de 11.14 mm y de ancho 7.88 mm, Tórax (To); el abdomen tiene un largo de 18.37 mm y de ancho 10.28 mm Abdomen (Ab); el largo de las alas anteriores es de 37.43 mm y de ancho es de 18.91 mm, Ala anterior (Aa); las alas posteriores miden 29.15 mm de largo y de ancho mide 24.30 mm, Ala posterior (Ap); el largo de las antenas es de 18.51 mm y de ancho es de 0.37 mm, Antena capitada (Ac); en la punta de la antena es más gruesa, con un largo de 6.56 mm y un ancho de 1.14 mm, termina en punta llamado Capitulo (Cap) (Figura 34).

3.2.6. Descripción de las medidas del macho *A. hesperiaris*.

El macho es más pequeño que la hembra, pero tiene las mismas características físicas que la hembra (Figura 34 y 35).

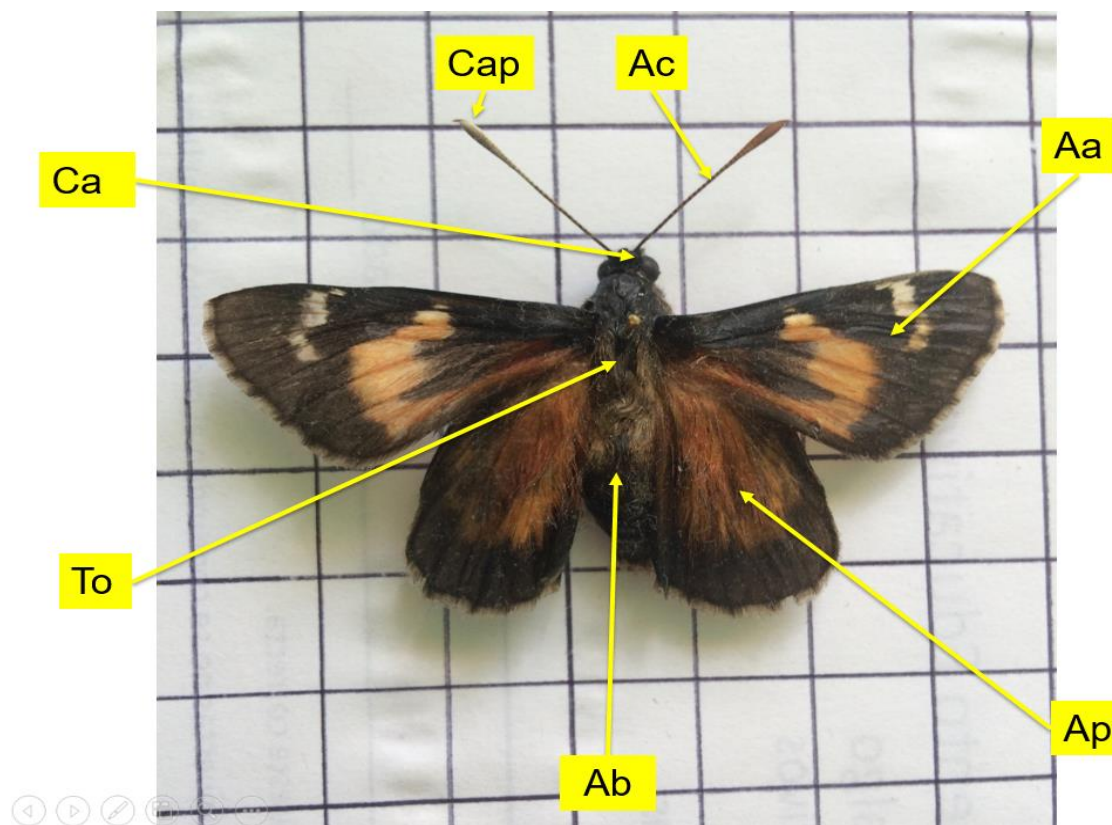


Figura 35. Escala a 1 cm² del macho *A. hesperiaris*.

Descripción física de las partes exteriores del macho *A. hesperiaris*: el largo de la cabeza es de 1.89 mm y de ancho 5.10 mm, Cabeza (Ca); el largo del tórax es de 8.39 mm y de ancho 7.50 mm, Tórax (To); el largo del abdomen es de 16.30 mm y un ancho de 8.80 mm, Abdomen (Ab); las alas anteriores tiene una largo de 29.03 mm y de ancho de 15.39 mm, Ala anterior (Aa); las alas posteriores tienen una largo de 22.31 mm y un ancho de 15.12 mm, Ala posterior (Ap); el largo de las antenas son de 16.18 mm y un ancho de 0.43 mm, Antena capitada (Ac); el largo de la punta llamado capitulo tiene un largo de 5.51 mm y un ancho de 0.91 mm, Capitulo (Cap) (Figura 35).

3.3. Huevo.

En el mes de junio y agosto ya se observan los huevos de *Acentrocneme hesperiris*. El tiempo de incubación del huevo duro aproximadamente 23 días, el tiempo es aproximado, porque para medir exactamente el tiempo de incubación es necesario extraerlos cuando la hembra los está ovipositando en ese momento.

Los huevos son de forma cónica, recién puestos son de color marfil, la base es plana y contiene una sustancia pegajosa que se adhiere a la penca, en la parte superior tiene un hundimiento, que le permite al insecto romper el corion para emerger, por lo general se encuentran de tres a cinco huevos, pero se ha observado de uno hasta siete huevos por planta de maguey, la hembra oviposita en cualquier parte del haz o envés de la penca (Figura 36).



Figura 36. Huevo de *Acentrocneme hesperiaris*.

3.3.1. Posición del huevo de *A. hesperiaris* en la hoja de maguey.

Los que aparecen en el haz de algunos agaves son debido a que en el envés se encuentran colonias de la hormiga escamolera por esa razón la hembra decide ovipositar en el haz, posiblemente para asegurar la supervivencia de su especie. Los huevos miden de 3 mm de diámetro por 2 mm de altura (CESAVEG, 2007) (Pérez *et al*, 2017) (Figura 37 y 38).

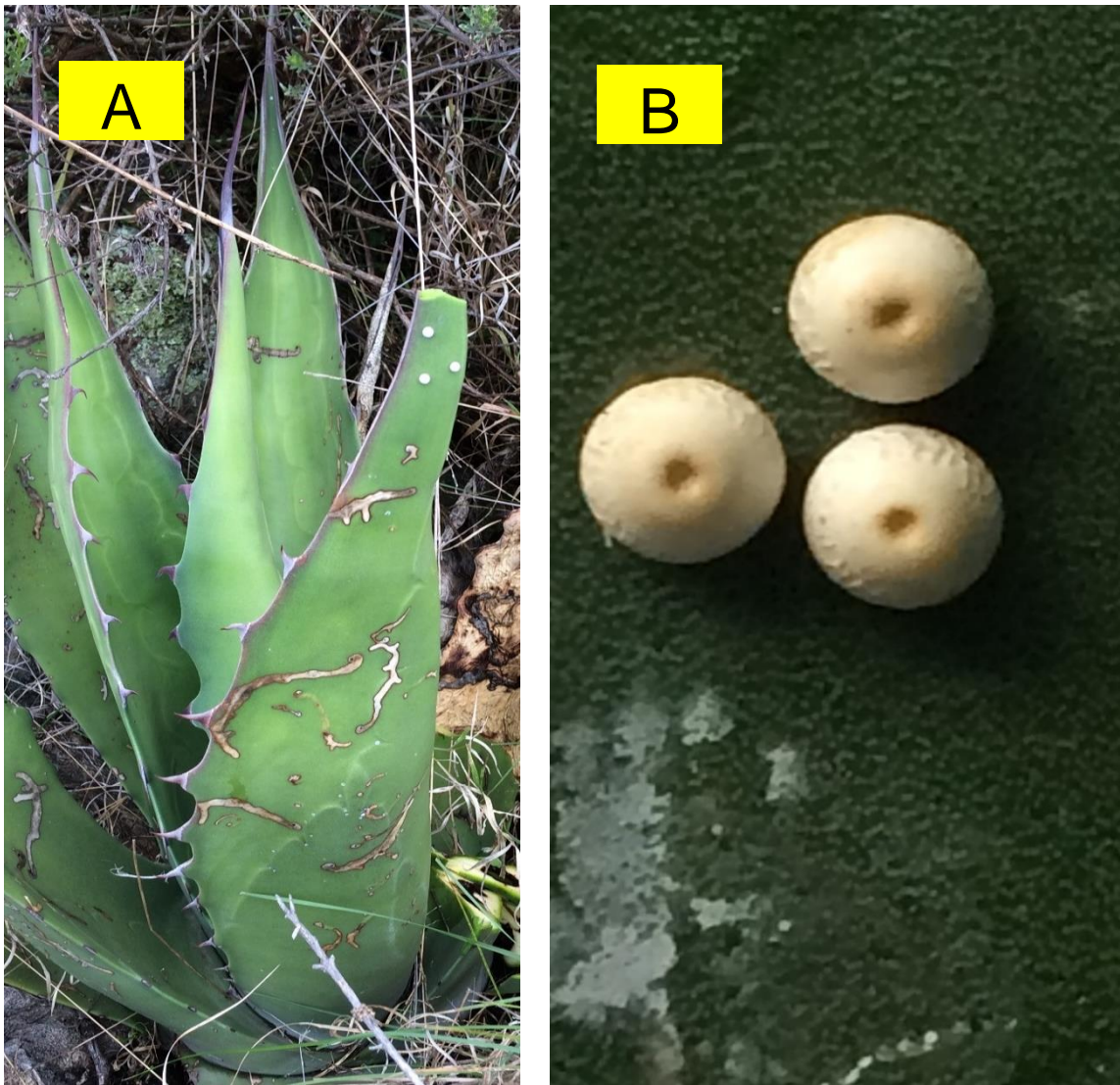


Figura 37. Posición del huevo en el envés de la hoja.

La hembra cuando coloniza a magueyes de menor tamaño oviposita sus huevos en la base apical de la hoja, esto le da oportunidad a la larva para aprovechar a la hoja completa para desarrollarse, pero es más observable que prefiere ovipositarlos en la parte media de las hojas de maguey, la mariposa prefiere las plantas de maguey de un metro de altura en promedio (A), en la parte superior del huevo se encuentra un hundimiento, que le permite a la larva romper el corion (B) (Figura 37).

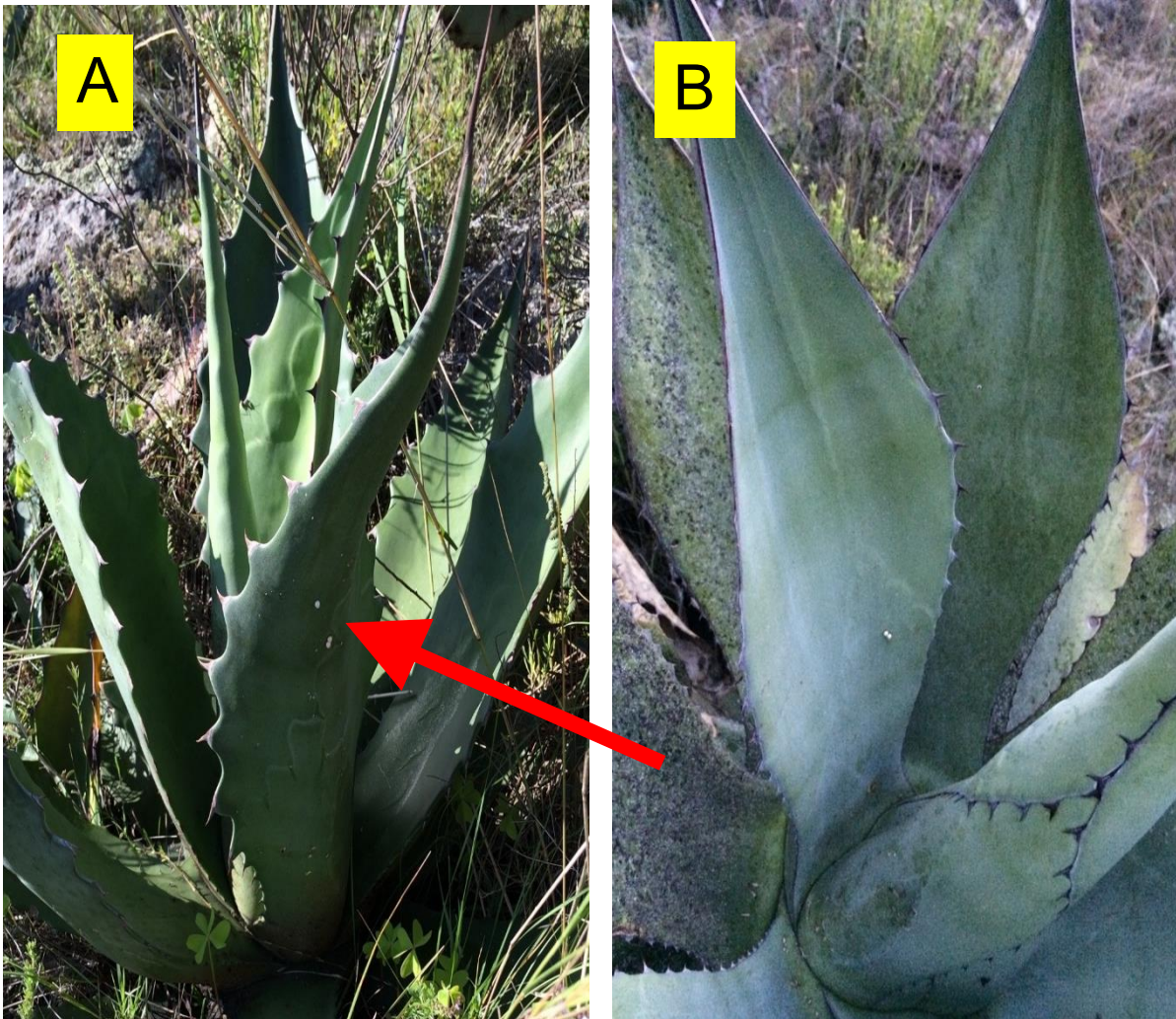


Figura 38. Posición del huevo en el haz y envés de la hoja.

Se observó tres huevo en el envés de la hoja de maguero, los huevos están juntos se puede deducir que son puestos por la misma hembra, se desconoce si la hembra coloniza otra hoja del mismo maguero o si otra mariposa coloniza al mismo maguero que ya fue colonizado (A), se encontró dos huevos en el haz de la hoja del maguero, la mariposa también oviposita en el haz, esto se debe a que en el envés de la penca hay colonia de la hormiga escamolera, podría ser una estrategia de supervivencia de la especie (B) (Figura 38).

3.3.2. Maza de huevos de *A. hesperiaris*.

La hembra en el abdomen trae una masa de huevos que están apilados entre sí, cada hembra trae alrededor de cincuenta huevos, que al ser fertilizados por el macho adulto da origen a cincuenta larvas de *Acentrocneme hesperiaris*, se desconoce el porcentaje de fertilidad de cada hembra, hay un factor que afectaría si el huevo es fértil o infértil, es un parasitoide del orden Hymenoptera que se alimenta de la yema de huevo.

La hembra oviposita de uno a cinco huevos por planta de maguey y solo se ha observado que coloniza solo una hoja. Se puede considerar que coloniza alrededor de diez plantas de maguey y la distancia de colonización de cada planta de maguey se desconoce, se puede deducir que al colonizar varias plantas de magueyes, puede ser una estrategia de supervivencia de la especie (Figura 39 y 40).



Figura 39. Maza de huevos de *A. hesperiaris*.



Figura 40. Huevos individuales de *Acentrocneme hesperiaris*.

3.4. Larva del primer instar de *Acentrocneme hesperiaris*.

En el mes de julio ya se observa la eclosión de larvas de *Acentrocneme hesperiris*. El primer instar duro 22 días. El insecto rompe el corion por donde está el hundimiento del huevo, se come parte del cascaron, a los 45 minutos emergió. Inmediatamente busca el alimento del maguey.

La larva es alargada de color claro, la cabeza es grande de color negro. Las larvas recién nacidas miden 7.25 mm de largo y de ancho miden 1.45 mm, no se registró el peso. En este instar la larva estuvo en cautiverio, la larva una vez que olo su comida empezó alimentarse con rodajas de penca (Figura 41).

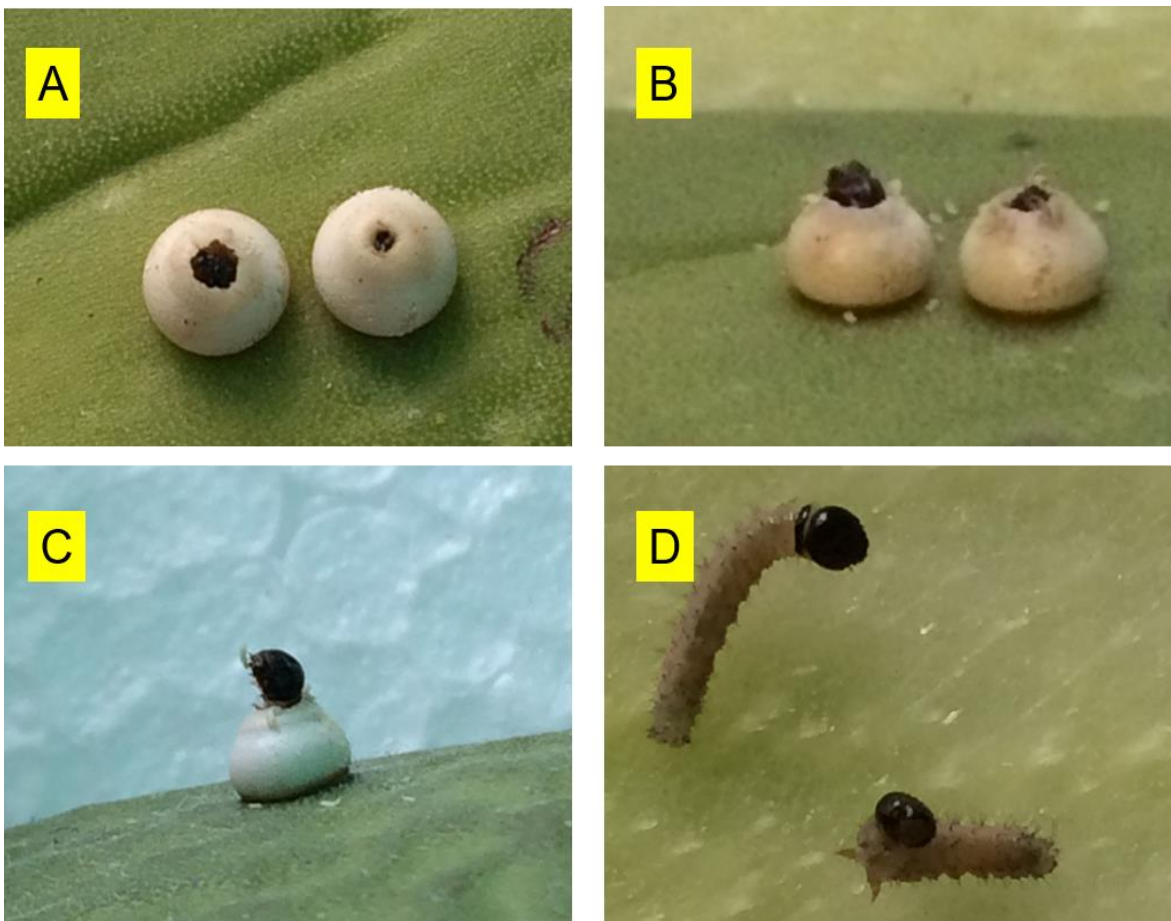


Figura 41. Primer instar.

El huevo tiene un hundimiento en la parte superior, esto le ayuda a la larva para romper el corion (A), lo perfora en forma circular, y la larva consume parte del cascaron (B), la cabeza es grande y musculosa que le ayuda a emerger, el tamaño del orificio del cascaron es más grande que la cabeza, para que pueda emerger (C), una vez que la larva emerge busca su alimento (D) (Figura 41).

3.4.1. Eclosión de la larva de primer instar en su hábitat natural.

En su hábitat natural se observó perforando la cutícula de la penca y se introdujo para alimentarse. Se puede observar cuatro huevos, donde ya emergió la larva de primer instar y las otras listas para salir (A), una vez que eclosiono la larva se dirige a la penca para alimentarse (B), empieza a romper la cutícula de la penca, haciendo una pequeña perforación por donde penetra para alimentarse (C), una vez que la larva penetra la penca, esta va formando pequeñas galerías, se alimenta dirigiéndose a la base de la hoja del maguey, una vez que la larva penetra la penca no se puede ver físicamente, pero se puede observar una secreción gomosa en la penca, una defensa natural del maguey para eliminar el intruso (D) (Figura 42).

De las cuatro larvas que eclosionaron penetraron la hoja de maguey, pero no se observó secreciones gomosas de las otras tres larvas, a los 220 días que eclosiono la larva se cortó la penca para ver si la larva aun se encontraba viva y ver si las otras larvas se encontraban, no se encontró ninguna larva, es probable que las otras larvas pudieron emigrar a otras pencas o fueron comidas por sus enemigos naturales, uno de sus enemigos naturales son los pájaros carpinteros ya que tienen la capacidad de perforar la penca, se desconoce si existe canibalismo entre la misma especie de *A. hesperiaris* (Figura 42).

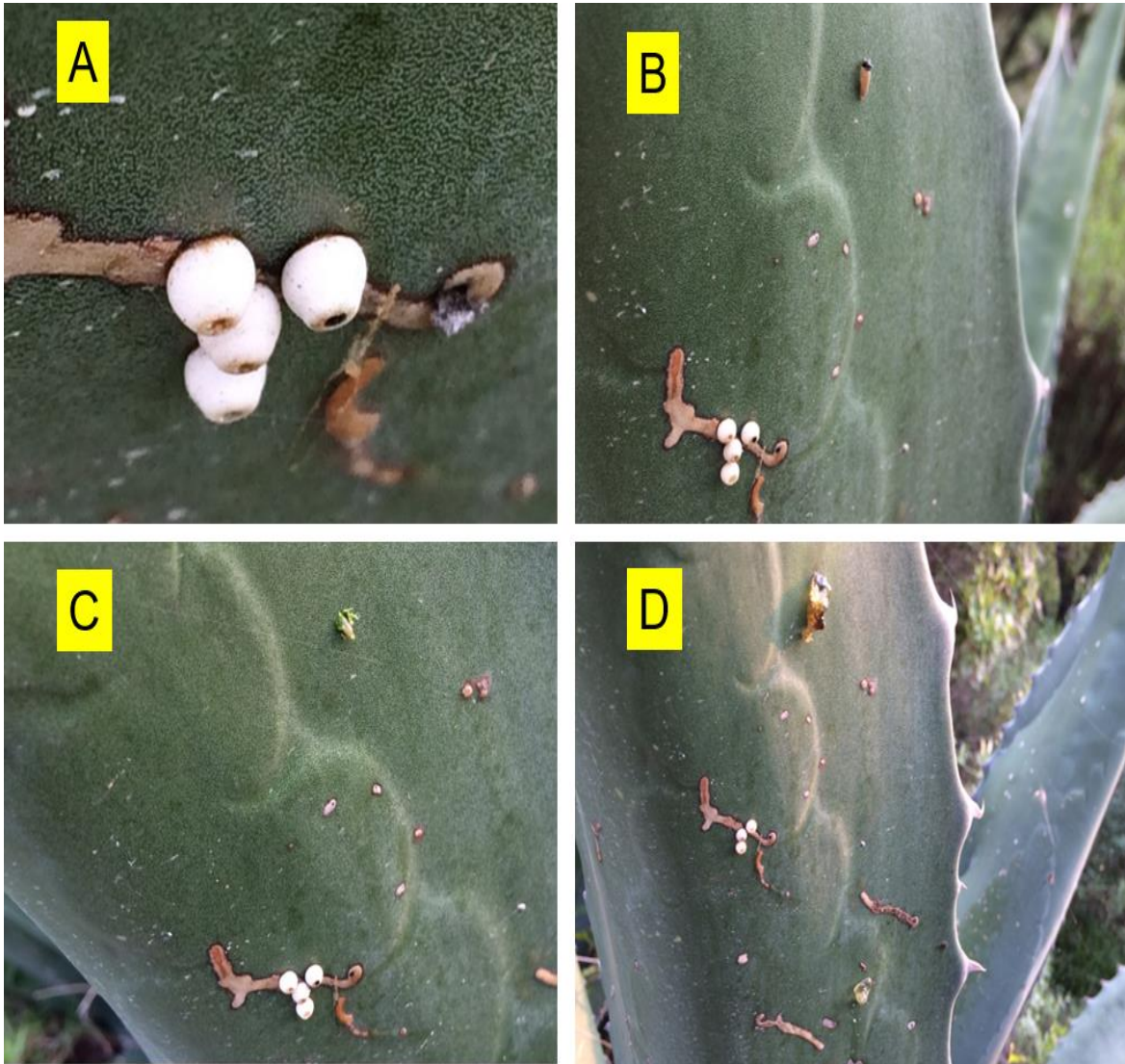


Figura 42. Penetración de larva de primer instar en las pencas de maguey, en su hábitat natural.

3.5. Larva del segundo instar de *Acentrocneme hesperiaris*.

La larva del segundo instar es de color blanco transparente, al realizar la muda la cabeza es más pequeña, en este instar aumenta de masa y de tamaño, mide de largo 17.79 mm y de ancho 3.54 mm, estas medidas pueden variar en su hábitat natural, la duración del instar fue aproximadamente de 34 días, como en el primer instar, la larva siempre come dirigiéndose a la base de la penca.

La larva es de color blanco y con muchas pubescencias en el cuerpo (A), se puede observar la exuvia y la cavidad cefálica del segundo instar, en este instar la cabeza es más pequeña que la del primer instar (B) (Figura 43).

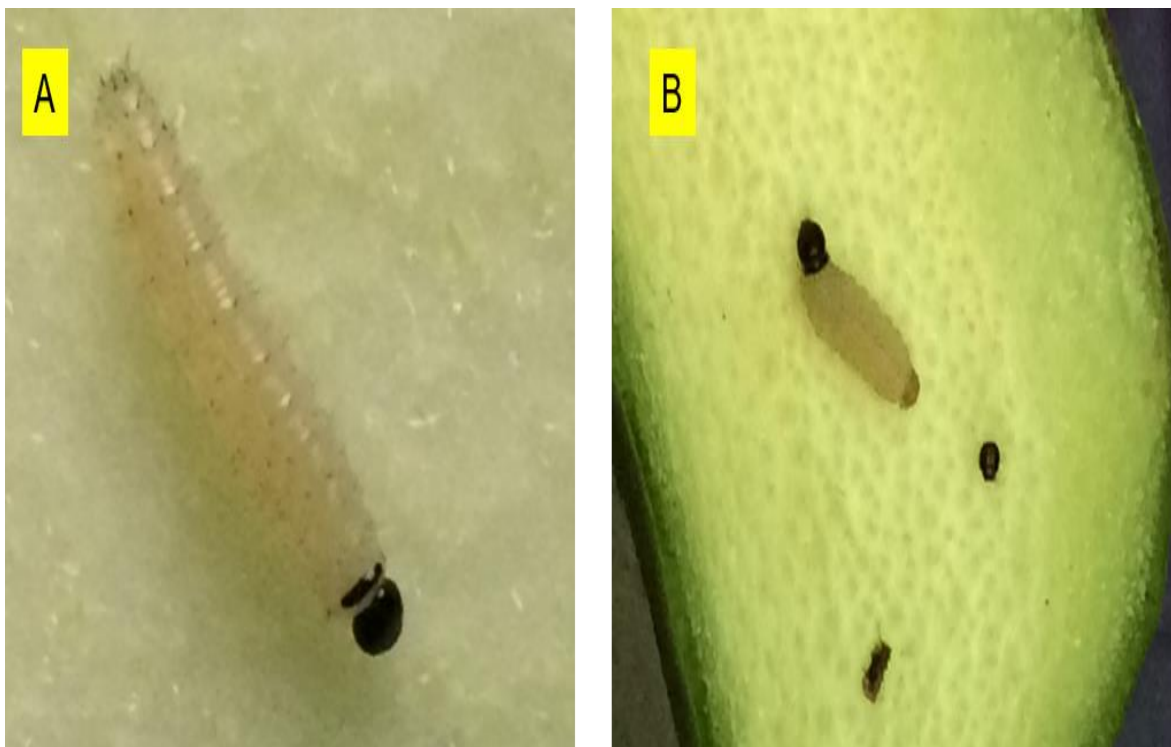


Figura 43. Segundo instar.

3.5.1. Hábitos alimenticios de la larva de segundo instar.

Los hábitos de comer de la larva es siempre hacia la base de la penca, evita comer en el centro de la penca, la larva protege o evita comer o romper la cutícula del maguey puede ser que esta misma le sirve de respiración ya que ahí están las estomas de la hoja, es probable que ahí se concentre la mayor cantidad de nutrientes (Figura 44).



Figura 44. Larva de *A. hesperiaris* de segundo instar alimentándose.

3.6. Larva de tercer instar de *Acentrocneme hesperiaris*.

La larva de tercer instar tiene la cabeza pequeña, el cuerpo es más gordo, es de color café claro, el largo que midió fue de 22.95 mm y de ancho 4.65 mm, estas medidas pueden variar en su hábitat natural, la duración del instar fue aproximadamente de 21 días (Figura 45).

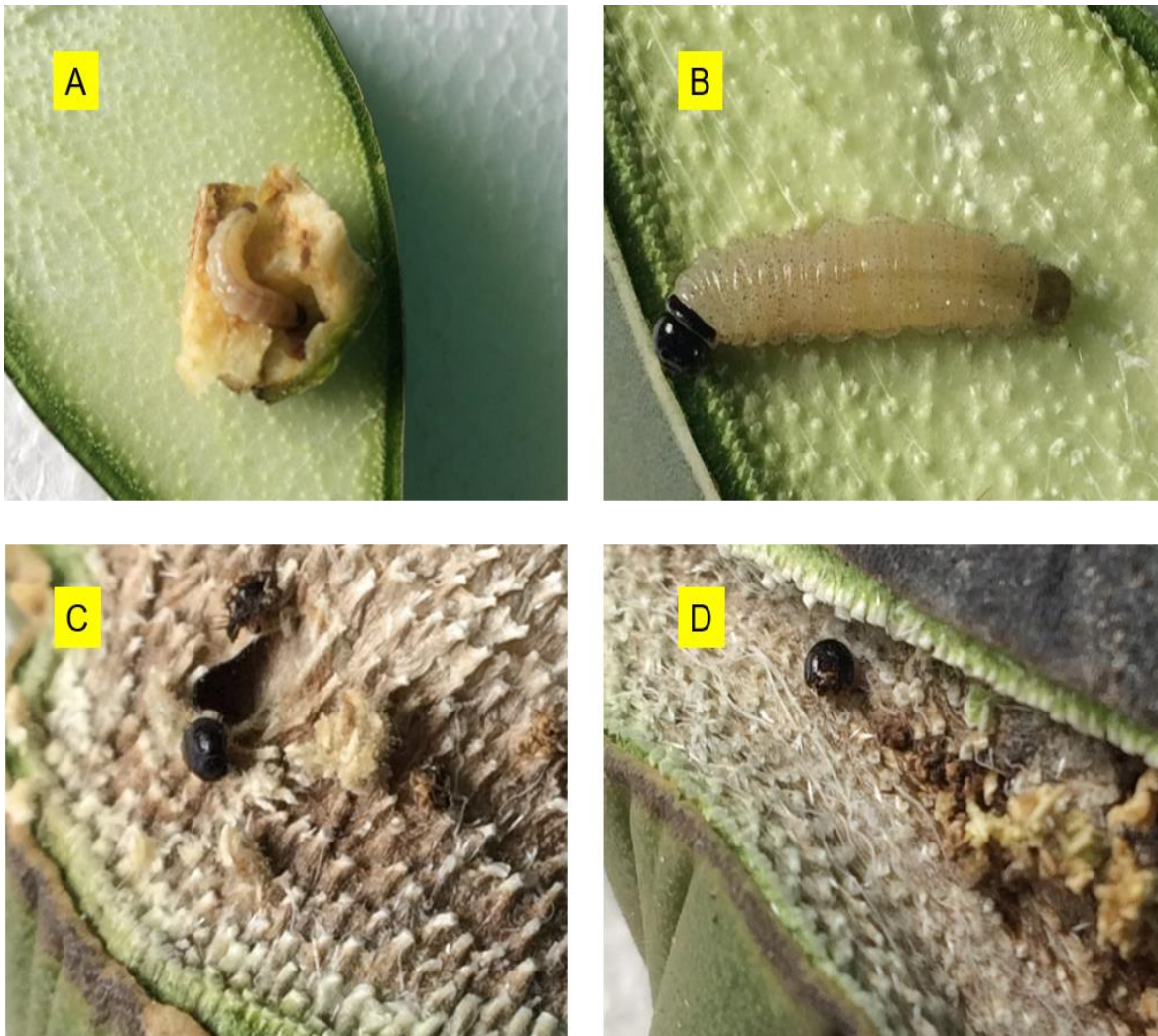


Figura 45. Tercer instar.

La larva de tercer instar se alimenta en la orilla de la cutícula que protege a la hoja del maguey (A), la larva de *Acentrocneme hesperiaris* se queda en estado de reposo para realizar la muda (B), se puede observar la exuvia y la cavidad cefálica del tercer instar (C), muda de la cavidad cefálica de la larva (D) (Figura 45).

3.7. Larva de cuarto instar de *Acentrocneme hesperiaris*.

La larva del cuarto instar es de color claro con tono café, la cabeza es más grande, el cuerpo empieza hacerse más ancho, la longitud de la larva es de 25.46 mm y de ancho 5.60 mm, estas medidas pueden variar en su hábitat natural, la duración del instar fue aproximadamente de 28 días (Figura 46).

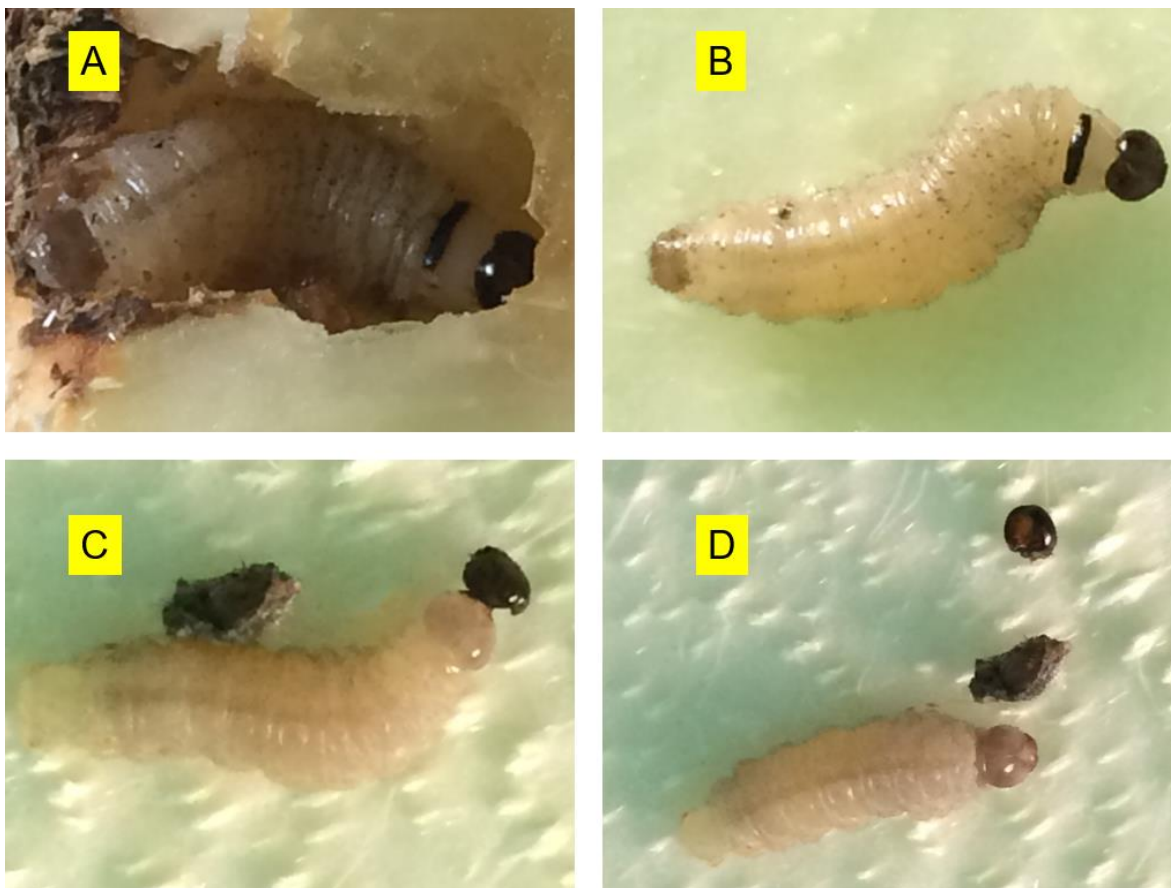


Figura 46. Cuarto instar.

Cuando la larva va a mudar, lo primero que se observa que el escudo protorácico se recorre o se separa más de la cavidad cefálica, y en esta etapa la larva ya no se alimenta y está en estado de reposo (A), la larva permanece en estado de reposo donde el escudo protorácico se recorre más hacia atrás (B), la larva ya mudo la exuvia y la cavidad cefálica y se observa la cabeza con tonos de color café (C), se puede observar la exuvia y la cavidad cefálica de la larva de cuarto instar (D), (Figura 46).

3.8. Larva de quinto instar de *Acentrocneme hesperiaris*.

La larva de quinto instar al mudar es de color blanco, al cambiar la fase de muda es de color café claro a un color blanco claro, la cabeza es más grande, el cuerpo empieza hacerse ancho, la longitud de la larva es de 27.68 mm y de ancho 5.9 mm, estas medidas pueden variar en su hábitat natural, la duración del instar fue aproximadamente de 32 días (Figura 47).

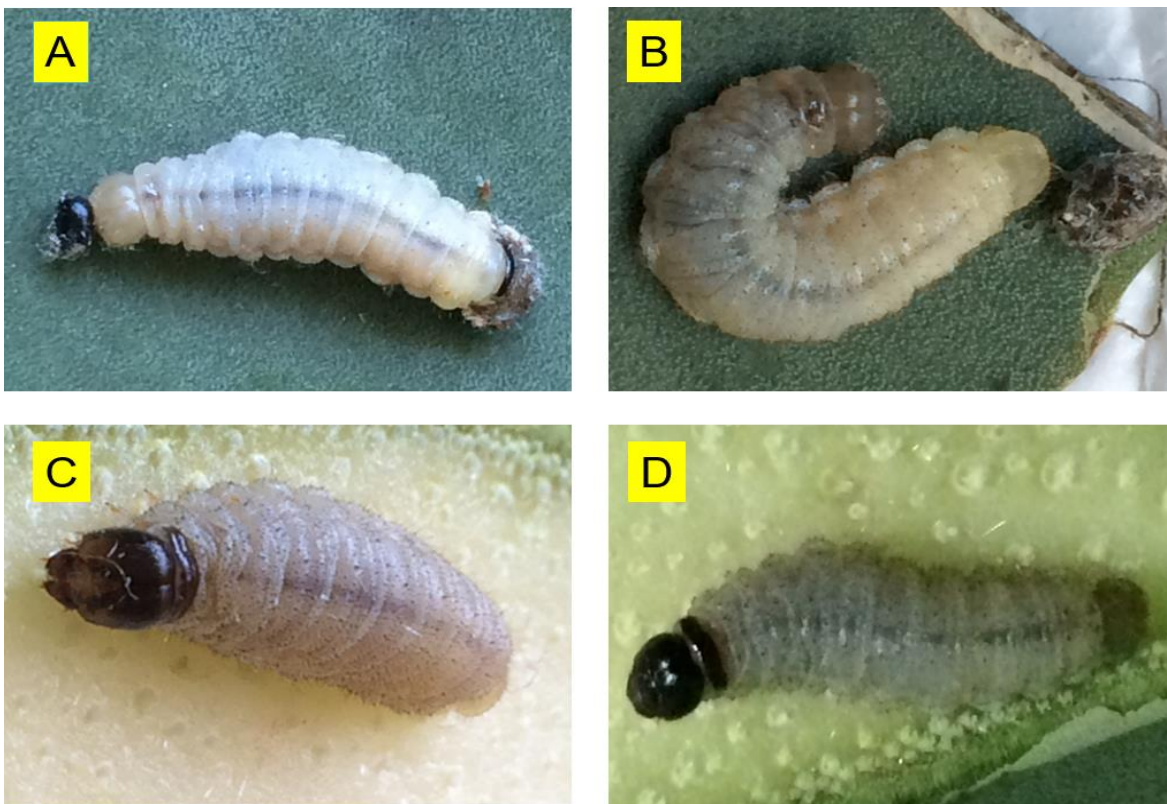


Figura 47. Quinto instar.

La larva del gusano blanco de quinto instar, se queda en estado de reposo aproximadamente por cinco días, en estos cinco días no come, al cuarto y quinto día empiezo a mudar la piel, primero mudo la piel del cuerpo y después al último la cabeza, el cuerpo se vuelve muy blando y débil. Al mudar la cavidad cefálica la cabeza es de color blanco (A), aproximadamente a una hora la cabeza empieza a tener tonos negros permaneciendo inmóvil (B), en cinco horas la cabeza empieza a ponerse de color negro a un con tonos blancos (C) y finalmente en siete horas y media la cabeza es totalmente negra, la larva mueve las mandíbulas. La larva en esa etapa le cuesta penetrar en la penca oreada, ya que sus mandíbulas a un no tienen la fuerza suficiente, la larva empezó a comer a los seis días (D) (Figura 47).

La larva en su hábitat natural se encuentra dentro de la penca, tiene un microclima que le favorece y puede ser que sea más rápido todo el proceso de muda y alimentación.

3.9. Larva del sexto instar de *Acentrocneme hesperiaris*.

La larva de sexto instar al mudar es de color blanco, mientras muda cambia de color blanco, la cabeza inmadura es de color blanco, conserva la cabeza grande, el cuerpo empieza hacerse ancho, la longitud de la larva es de 32 mm y de ancho 6.77 mm, estas medidas pueden variar en su hábitat natural, la duración del instar fue aproximadamente de 92 días (Figura 48).



Figura 48. Sexto instar.

Al realizar la muda la larva se queda estática, no come, el cuerpo queda muy blando y débil, se puede observar la apolisis desprendimiento de la vieja cutícula, esta empieza alrededor de la cabeza, pasa por el tórax y abdomen (A), y finalmente con la ecdisis que es el desprendimiento de la vieja cutícula, posteriormente empieza hacer el cambio de la cavidad cefálica. En este estadio se midió la capsula cefálica que fue de 2.89 mm (B) (Figura 48).

3.10. Larva del séptimo instar de *Acentrocneme hesperiaris*.

La larva del séptimo instar al mudar es de color blanco, mientras muda cambia de color blanco, la cabeza inmadura de color blanco, conserva la cabeza grande, el cuerpo empieza hacerse más ancho, la duración del instar fue aproximadamente de 25 días (Figura 49).



Figura 49. Séptimo instar.

En cada muda el comportamiento es similar, la larva al hacer el cambio de la apolisis se queda en estado de reposo y en el transcurso de ese periodo no come, el comportamiento de muda es igual al realizar la fase de pupa, en la galería que forma se queda con la cabeza hacia arriba (Figura 49).

3.11. Larva de octavo instar de *Acentrocneme hesperiaris*.

La larva de octavo instar es de color café, mientras muda cambia a color blanco, la cabeza inmadura de color blanco, conforme pasan las horas se torna de color negro, la cabeza es grande, el cuerpo es más ancho, la longitud de la larva es de 38 mm y de ancho 7.74 mm, estas medidas pueden variar en su hábitat natural, la duración del instar fue aproximadamente 38 días (Figura 50).

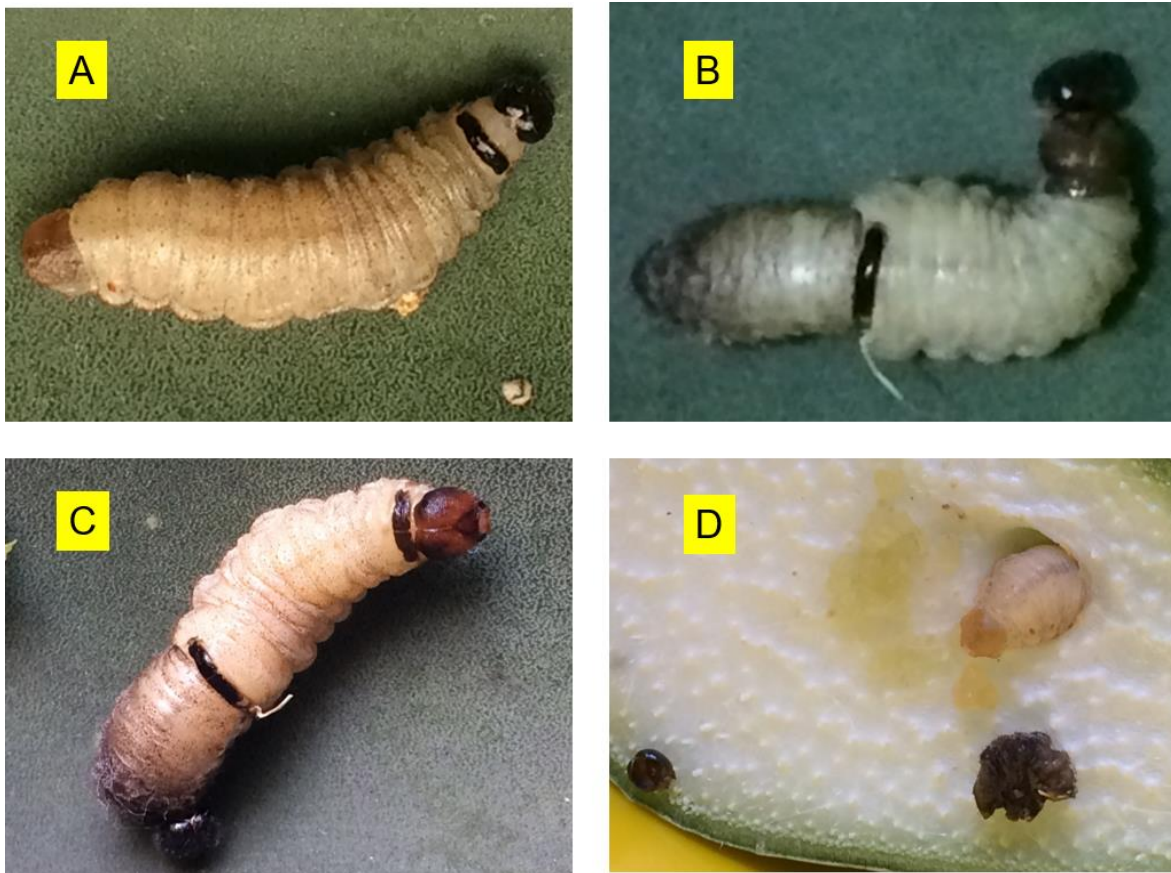


Figura 50. Octavo instar.

La larva empieza a desprenderse de la apolisis, la vieja exuvia empezando por la cabeza hacia atrás (A), en horas se recorre la exuvia, se desprende de la cavidad cefálica y la cabeza se torna de color café (B), la larva se desprende de la cavidad cefálica (C), se observa la muda de la cavidad cefálica y la exuvia, una vez que mudo empieza a alimentarse (D) (Figura 50).

3.12. Larva de último instar de *Acentrocneme hesperiaris*.

En este instar a la larva del insecto se le conoce con el nombre común “Chicha de maguey o Chicharra de maguey”, en la comunidad de La Mesa del Rincón. Las larvas de último instar se extrajeron de su hábitat natural, en los meses de mayo a julio, ya no mudaron se transformaron en pupa y después emergió el adulto.

El registro de la longitud fue de 44.92 mm, un ancho de 11.97 mm y un peso de 3.009 gramos. Las galerías que forman varían de tamaño, el diámetro de la galería tiene una media de un centímetro siendo inalterable, esto quiere decir que si la penca se seca, la galería no sufre una alteración, esto le ayuda a no contraerse o reducir el orificio donde emergerá como adulto, esta galería le permitirá realizar la metamorfosis. La larva en el exterior de la penca perfora una ventana de forma circular u ovalada llamado opérculo, este se encuentra en el envés de la penca, esta ventana es tapada con seda de color gris, en el interior construye una base o cama de seda que se encuentra a cuatro centímetros de la base de la galería (Figura 51). Para la entomófaga es recomendable la recolección o explotación de las larvas de *A. hesperiaris* en el último instar ya que están en el desarrollo óptimo para ser consumidas, los meses adecuados para su aprovechamiento son los meses de mayo a julio. En esta fase del insecto inmaduro en su hábitat natural es depredado por una ave, llamado comúnmente como el pájaro carpintero, la base de la penca donde se encuentra la larva está seca, y es ahí donde el pájaro empieza a picar hasta hacer un orificio longitudinal donde extrae la larva para comérsela y también la larva es parasitada por un Hymenoptero.

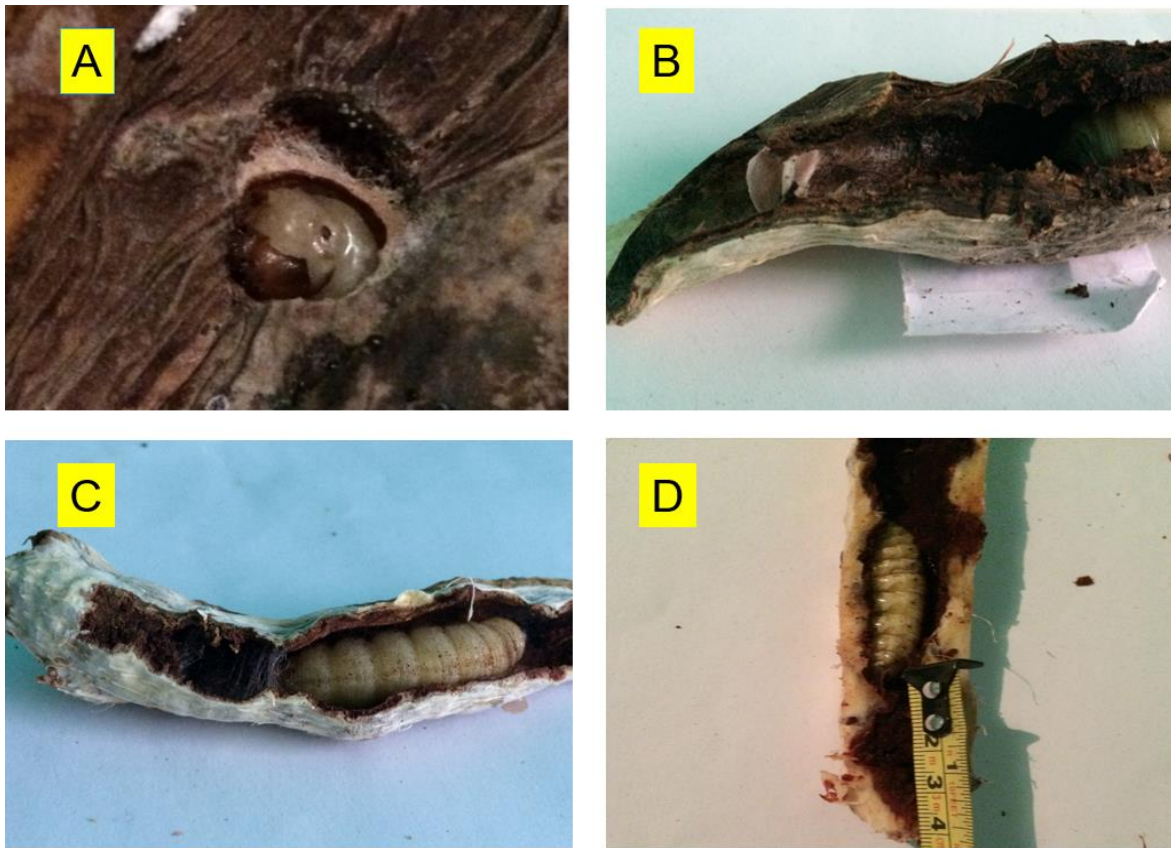


Figura 51. Ultimo instar.

La larva en el último instar perfora una ventana circular o a veces ovalada que es notable en el exterior de la penca, llamada opérculo (A), esta es sellada con seda de color café, una vez que lo tapo regresa colocándose con la cabeza hacia la salida, opérculo (B), y en la parte inferior está cubierto con una cama de seda en la cual se sujeta para reposar y realizar la metamorfosis (C), la cama donde se sujeta la pupa está construida a 4 cm alejada de la base (D). Desconocemos si construye primero la cama o el opérculo. La construcción de la cama o base de seda puede ser un mecanismo de defensa para no estar en contacto directo con la base inferior de la galería de la penca ya que esta puede tener reacciones químicas como lixiviados o fermentación natural del maguey (C y D) (Figura 51).

3.12.1. Descripción externa de la larva de ultimo instar de *Acentrocneme hesperiaris*.

La larva de primer instar es alargada, la del segundo instar ya tiene la forma o las características como la del ultimo instar, en el último desarrollo de la larva se pueden observar muy bien las características exteriores, como sus propatas, patas, los segmentos, el aparato bucal, cabeza y espiráculos (Figura 52).

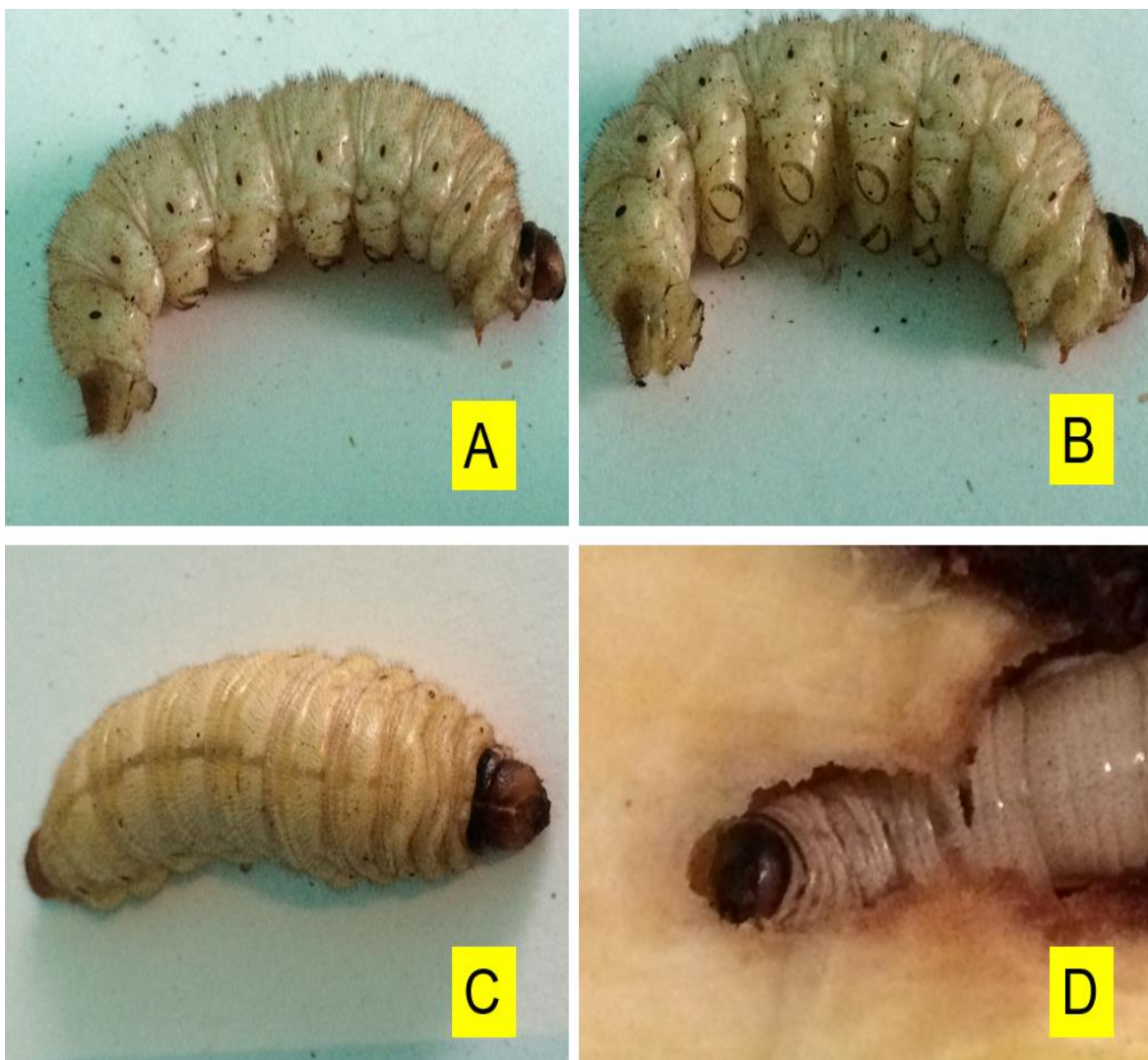


Figura 52. Descripción externa de *Acentrocneme hesperiaris* de último instar.

La larva de *A. hesperiaris* tiene nueve pares de espiráculos, con diez segmentos (A), tiene tres pares de patas verdaderas, tiene cinco pares de falsas patas llamados crochet (B), la cabeza es hipognata (C), el aparato bucal es masticador (D) (Figura 52), En este último instar es parasitada por un Hymenoptero, lo cual no permite que la larva se desarrolle a pupa, el insecto inmaduro es comido vivo por las larvas del parasitoide, hasta el momento se desconoce el nombre científico del parasitoide.

3.13. Pupa de *Acentrocneme hesperiaris*.

En los meses de mayo a julio ya se encuentran pupas, en este periodo se registraron los siguientes datos en su hábitat natural, llegan a tener un peso de 2.43 gramos, la longitud fue de 43.24 mm y un ancho de 12.2 mm. El tiempo de duración de la pupa fue de 52 días (Figura 53).



Figura 53. Pupa.

Se puede observar el cambio de color en fase de pupa, a los 15 minutos de la transformación de larva a pupa se observa un color blanco amarillo claro (A), aproximadamente en cuatro horas cambia a un color amarillo con pigmentación rojiza (B), donde gradualmente va cambiando de color rojo (ámbar) (C), la pupa tiene un color rojo y aparece un polvo blanco (D). Aproximadamente en 24 horas la pupa se cubre totalmente de polvo blanco teniendo un rojo claro (E), posteriormente a los 40 días cambia a color negro con poco polvo blanco en esta fase se puede observar los tonos del insecto adulto listo para emerger (F) (Figura 53), se observa la pupa sujetándose con un hilo de seda en el cremaster.

3.14. Galerías formadas por la larva *Acentrocneme hesperiaris*.

La larva del gusano blanco del maguey forma varios tamaños de galerías, esto se debe a que la hembra adulta coloniza y oviposita sus huevos en diferentes tamaños o dimensiones de las hojas del maguey y no le afecta al insecto en su etapa de desarrollo. El promedio de la galería es de 46 cm y el diametro exterior es de 7 mm a 10 mm (Figura 54 A y B).



Figura 54. Galerías formadas por la larva *A. hesperiaris*.

3.15. Cronograma del ciclo de vida de *Acentrocneme hesperiaris*.

Se ha observado la presencia de huevos en las pencas de maguey, en los meses de junio agosto, las larvas de primer y último instar se encuentran a partir de los meses de agosto del presente año a junio del próximo año, las pupas se encuentran en los meses de mayo a julio, la presencia de adultos empieza a mediados de mayo y finales de agosto, este tiempo es por escalas. Se concluye que al mismo tiempo hay presencia de huevos, larvas de ultimo y primer instar, pupas y la presencia de adultos, es probable que la reproducción de este insecto tenga etapas de los meses de mayo agosto (Figura 54). Los datos que se mencionan se han observado por la presencia de estas etapas, pero son aproximados ya que pueden ser días antes o después.

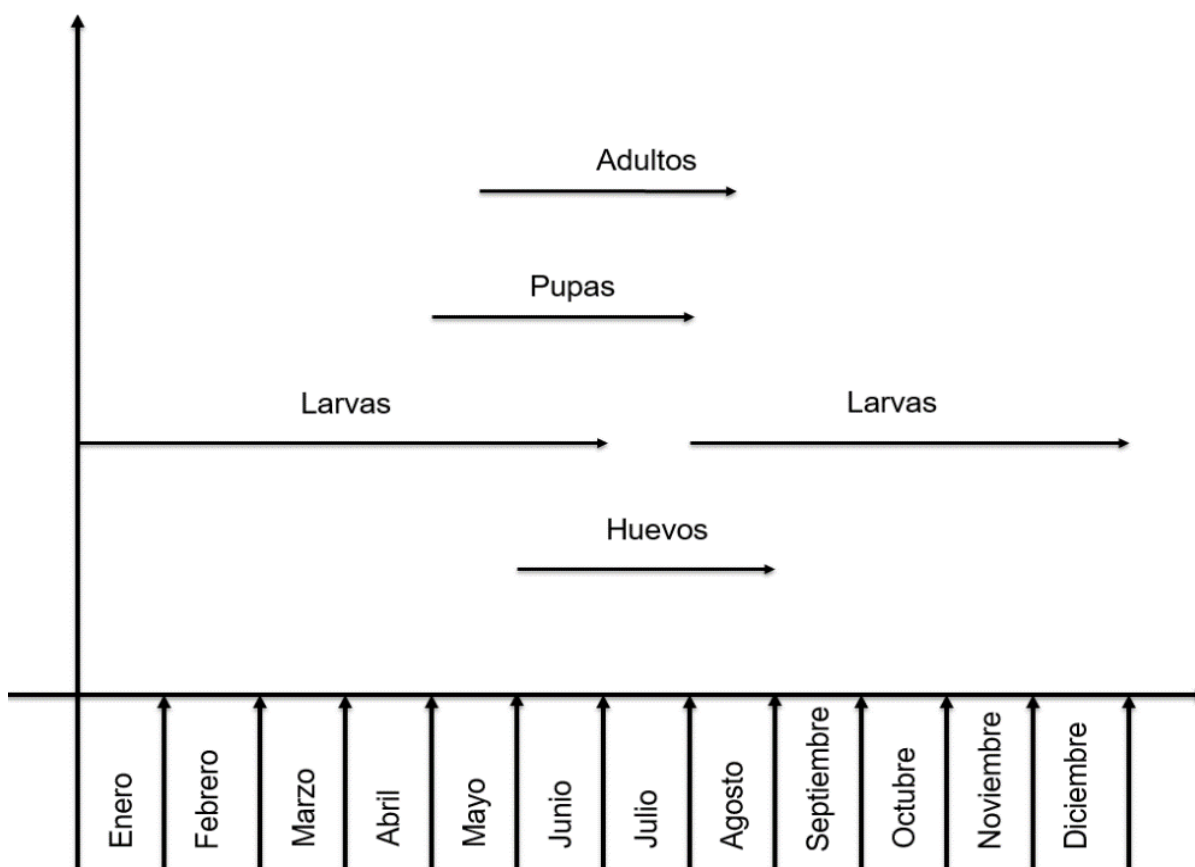


Figura 55. Cronograma del ciclo de vida de *Acentrocneme hesperiaris*.

3.16. Enemigos naturales de la larva y del huevo de *Acentrocneme hesperiaris*.

3.16.1. Parasitoide del orden Hymenoptera.

Este parasitoide ataca a las larvas de *A. hesperiaris* de ultimo instar, hasta el momento se desconoce la especie. Las larvas se sustrajeron de su hábitat natural, el insecto en estado inmaduro que no realizo la pupacion, este movía la cabeza y mitad de su cuerpo, un comportamiento diferente a las otras larvas que se transformaron en pupa, después se observó que salieron del interior del insecto inmaduro unas larvas de un parasitoide del orden Hymenoptera, es probable que las larvas del parasitoide causaban dolores internos a la larva de *A. hesperiaris*. La larva de último instar perfora una ventana llamado opérculo y lo tapa con seda de color café (Figura 51 A), este trabajo le lleva más de 20 minutos en taparlo con seda, es probable que el parasitoide espere este momento para parasitar a la larva de *A. hesperiaris* (Figura 56), en la (Figura 57) se puede observar el parasitoide adulto.



Figura 56. Pupas del parasitoide del orden Hymenoptera.

Se puede observar la larva y alrededor las pupas del parasitoide, estas larvas se alimentan del insecto vivo, después salen al exterior solo para pupar, se cubren con seda, después emerge el adulto, aproximadamente 60 larvas del parasitoide (Figura 57).



Foto: Alejandro Rodríguez Ortega

Figura 57. Parasitoide adulto del orden Hymenoptera.

3.16.2. Parasitoide del huevo del orden Hymenoptera.

Este parasitoide ataca al huevo en estado de incubación, se desconoce cómo penetra el corion.

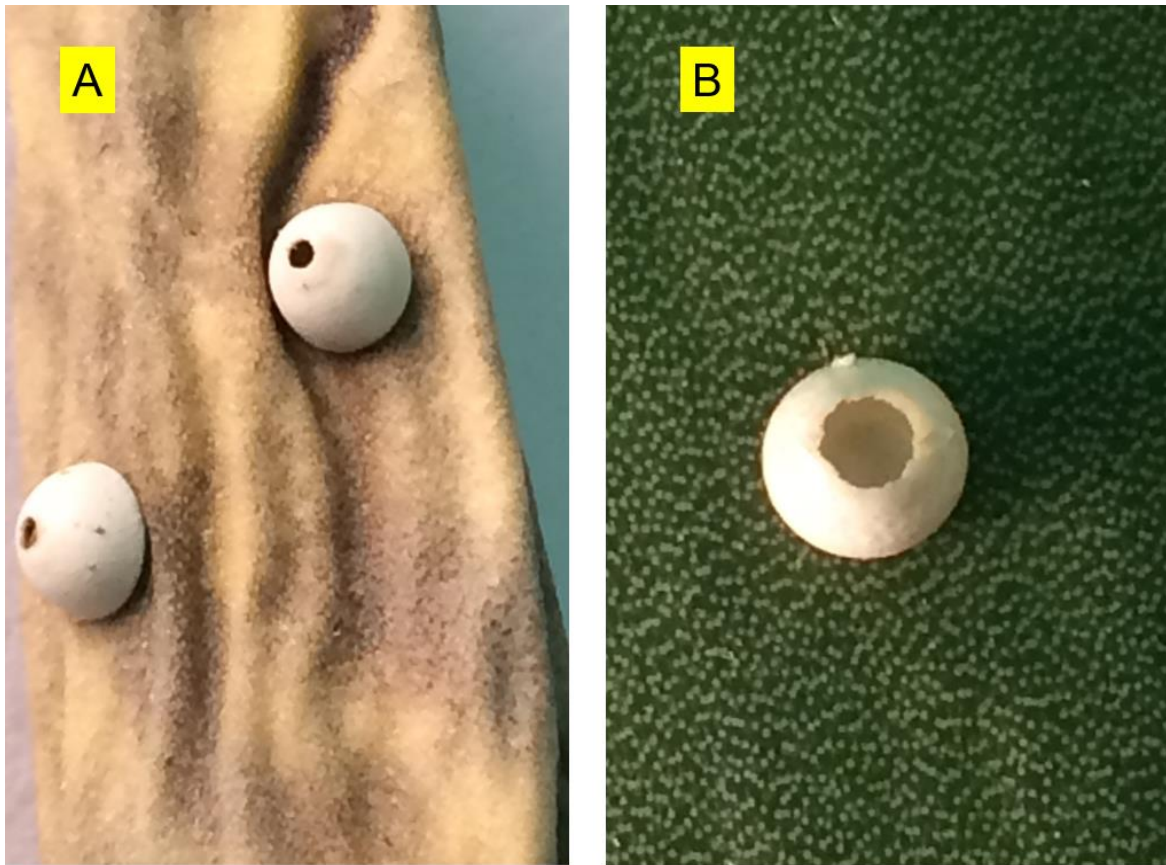


Figura 58. Daños del corion por la eclosión de *A. hesperiaris* y por emergencia del parasitoide del huevo.

Se puede observar el daño en el corion que ocasionó el parasitoide, la abertura es más pequeña y también se ha observado el daño en las orillas del corion, en el interior del corion a un se observan restos pegados del líquido del huevo (A), el corion presenta el daño natural que ocasiona la larva de *Acentrocneme hesperiaris*, en el interior del corion está limpio (B), los daños son totalmente distintos de la imagen (A) a la (B) (Figura 58).



Figura 59. Daño del corion por parasitoides del huevo.

Se puede observar el daño en el corion por el parasitoide del huevo, la perforación que realiza puede ser en el centro o a los lados del corion, este fenómeno se ha observado partir del mes de julio (Figura 59).



Figura 60. Adulto, parasitoide del huevo.

Este insecto parasita al huevo, a un se desconoce cómo parasita al corion, realiza una perforación pequeña al huevo por donde emerge. El insecto es de color negro con alas transparentes, se observó que por cada huevo salen 5 parasitoides adultos (Figura 60).

4. CONCLUSIÓN.

En este trabajo del ciclo biológico de *Acentrocneme hesperiaris* (Lepidóptera: Megathymidae), se observaron los días de incubación del huevo, ocho instares del insecto, los días de pupación, la descripción y el tiempo aproximado de vida del adulto, este estudio se realizó bajo las condiciones climáticas de la Comunidad de la Mesa del Rincón, Municipio, de El Arenal, Hidalgo, en la época de primavera verano.

El tiempo de incubación del huevo fue aproximadamente de 23 días, el primer instar fue de 22 días, el segundo instar fue de 56 días, el tercer instar fue de 77 días, el cuarto instar fue de 105 días, el quinto instar fue de 137 días, el sexto instar fue de 229 días, el séptimo instar fue de 254 días, el octavo instar fue de 292 días, el tiempo de pupación fue aproximadamente de 52 días, el tiempo del adulto es aproximado de 20 días de vida. Se concluye en este trabajo que el ciclo de vida del insecto *Acentrocneme hesperiaris* fue aproximadamente de 377 días de vida.

La recolección de los huevos fue en el mes de junio, las larvas de ultimo instar fue en los meses de mayo a junio, las larvas se transformaron en pupas fue en los meses de mayo, junio y julio, la emergencia de los adultos fue en los meses de julio y agosto.

En los adultos existe dimorfismo sexual siendo la hembra más grande que el macho, la hembra llega a tener una masa de 50 huevos, coloniza aproximadamente 10 plantas de *agave*, por lo regular oviposita cinco huevos por hoja de maguey.

Este insecto no termino el ciclo de vida ya que estas se fueron muriendo.

Finalmente reportamos la presencia de parasitoides del orden Hymenoptera que ataco a larvas de *A. hesperiaris* en el último instar, también se observó parasitoide del huevo.

5. OBSERVACIONES.

El insecto de *Acentrocneme hesperiaris* no es un insecto domesticado por lo tanto tiene hábitos crípticos y necesitan de su hábitat natural para vivir y reproducirse.

Es probable que la larva de *A. hesperiaris* tenga más de ocho instares.

6. RECOMENDACIONES.

Es necesario que se continúe con la investigación del ciclo biológico del insecto *A. hesperiaris*, para conocer más sobre el comportamiento del insecto. Para que su explotación sea de manera sustentable, ya que tiene un potencial en la entomofagia y aporta economía para las familias rurales.

7. LITERATURA CITADA.

- Aguilar Juarez, B., Enríquez del Valle, J., Rodríguez-Ortiz, G., Granados Sánchez, D., & Martínez Cerero, B. (2014). EL ESTADO ACTUAL DE Agave salmiana Y A. mapisaga DEL VALLE DE MÉXICO¹. En G. Campos Ángeles, *Revista Mexicana de Agroecosistemas* (pág. 77). Oaxaca, Mexico.
- Alanís Flores, G. A., & Gonzáles Álvares, M. (2010). *Formas de uso de los magueyes (agave spp.) en Nuevo León, México*. Nuevo León, México.
- Almanza Valenzuela, E. I. (2007). *Establecimiento de larvas de Comadia redtenbacheri Hamm. En plantas de maguey en invernadero*. México.
- Castro Díaz, A., & Guerrero Beltrán, J. (2013). *El agave y sus productos*. Puebla.
- CESAVEG. (2007). *CAMPAÑA DE MANEJO FITOSANITARIO DE AGAVE*. Guanajuato.
- CONABIO. (marzo de 2016). *EN CICLO DE VIDA*. Obtenido de Biodiversidad Mexicana: encicludevida@conabio.gob.mx, 22-03-2018

- De Luna, V. B., Macías Rodríguez, J., Esparza Frausto, G., Tarango Arámbula, L., & Méndez Gallegos, S. (2013). Insectos comestibles en pinos Zacatecas. *Agro productividad*, 58.
- Díaz Castro, A. S., & Guerrero Beltrán, J. A. (2013). *El agave y sus productos*. Puebla, México.
- Esparza Frausto, G., Rodríguez Marcial, F., Martínez Salvador, M., Jiménez Guevara, M., & Méndez Gallegos, S. (2008). *Insectos comestibles asociados a las magueyerías en el ejido Tolosa, Pinos, Zacatecas, México*. Zacatecas.
- Espinoza Barrera, L. A. (2015). *Generalidades e importancia de los agaves en México*. Yucatán, México.
- Figuroa Castro, P. (2009). *FLUCTUACIÓN POBLACIONAL Y TRAMPEO DE Scyphophorus acupunctatus GYLLENHAL (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) CON FEROMONA DE AGREGACIÓN EN PLANTACIONES DE AGAVE TEQUILERO EN JALISCO*. Chapingo, Mexico.: Tesis, 63 pp.
- Franco Arteaga, B. P. (2012). *Método de extracción de fructanos de maguey (Agave salmiana otto ex salm-dick)*. San Luis Potosí, México.
- Fundacion Hidalgo Produce, A. (2012). *Sistema Producto Maguey*. México.
- Illsey Granich, C. (2005). *Manual de manejo campesino de magueyes mezcaleros sivistres*. México D.F: Grupo de estudios ambientales AC.
- INEGI. (1991). *Datos Básicos de la Geografía de México*. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI. (2010). *Hidalgo División municipal*. Hidalgo, Mexico.

- Mariles Flores, V., Ortiz Solorio, C. A., Gutiérrez Castorena, M. d., Sánchez Guzmán, P., & Cano García, M. Á. (2016). *Las clases de tierra productoras de maguey mezcalero en la Soledad Salinas, Oaxaca*. Oaxaca, México.
- Montes Vasquez , R. I. (2014). "Análisis de las condiciones geográficas y de producción del destilado de agave de Zumpahuacán, Estado de México para la obtención de la denominación de origen de mezcal.". Tenancingo, Estado de México.: Tesis.
- Nava Rodríguez, B. O. (2014). *Diversidad genética de maguey pulquero (Agave salmiana y A. mapisaga Trel) y uso de tecnologías agroecológicas*. México.
- Norma Técnica Estatal NTE-SAGEH-001/2006. (2006). *Que establece las bases y mecanismos de control, que determinan los criterios y especificaciones para regular la protección, conservación, aprovechamiento sustentable, fomento, transporte u comercialización del maguey y sus derivados*. Hidalgo.
- Pérez Ramos, A., Rodríguez Ortega, A., Nieto Aquino, J. C., Callejas Hernández, J., & Portillo, M. L. (2017). *COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE SIEMBRA DE MAGUEY (Agave salmiana)*. Hidalgo: Universidad Politécnica de Francisco I. Madero.
- Ramos Elorduy, B. J., & Viejo Montesinos, J. L. (2007). Los insectos como alimento humano: Breve ensayo sobre la entomofagia con especial referencia México. 24.
- Ramos Elorduy, J., & Pino M, J. M. (2001). Contenido de vitaminas de algunos insectos comestibles de México. *De la Sociedad Química de México*, 12.
- Ramos Elorduy, J., Pino M., J. M., & Cuevas Correa, S. (1998). *Insectos comestibles del estado de México y determinación de su valor nutritivo*. México: Anales Inst. Biol Univ. Nac. Auton.

- Ramos Rostro, B., Ramos Elorduy, j., Pino Moreno, J. M., Angles Campos, S. C., & Garcia Perez, A. (2012). *INSECTOS COMESTIBLES: GASTRONOMÍA Y TURISMO EN LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE SAN JUAN TEOTIHUACÁN DE MÉXICO*. México.
- Rodríguez Ortega, A., Equihua Martínez, A., Llanderal Cázares, C., Rodríguez Ortega, L. T., Pro Martínez, A., Pino Moreno, J. M., . . . García-Melo, J. A. (2017). INFESTACIÓN DE GUSANO BLANCO EN MAGUEY DE CERRO (Agave lechuguilla Torrey 1859) . *ENTOMOLOGÍA AGRÍCOLA*, 396-402.
- Rodríguez Ortega, A., Pino Moreno, J. J., Ángeles Campos, S. C., García Pérez, Á., Barrón Yañez, R. M., & Callejas Hernández, J. (2016). Valor nutritivo de larvas y pupas de gusano de seda (*Bombyx mori*) (Lepidoptera: Bombycidae). *Colombiana de Entomología*, 6.
- Segura, J. C. (2006). El maguey, memoria sobre el cultivo y beneficio de sus productos. *Revista de Geografía Agrícola*, 21.
- Valenzuela, E. I. (2007). *Establecimiento de larvas de Comadia redtenbacheri Hamm. En plantas de maguey en invernadero*. Montecillo, Texcoco, Mexico.
- Verduzco Martínez, J., Pedro Rojas, C. I., & Mercado Hernández, R. (2009). Caracterización e identificación taxonómica del maguey. *Salud pública y nutrición*, 26.