



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

Comparación del desarrollo de *Danaus plexippus*
(Linnaeus, 1758) (Lepidoptera:Nymphalidae) sobre tres
especies de *Asclepias* en condiciones de laboratorio.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A:

JOSÉ MANUEL ALCALÁ GALLEGOS

DIRECTOR DE TESIS:
BIOL: MARCELA PATRICIA IBARRA
GONZALEZ

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México MAYO 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Comparación del desarrollo de *Danaus plexippus* (Linnaeus, 1758)
(Lepidoptera: Nymphalidae) sobre tres especies del genero *Asclepias*
en condiciones de laboratorio.

Contenido

Resumen.....	1
Introducción.....	3
Antecedentes.....	11
Objetivo General.....	14
Objetivo Particular.....	14
Área de Estudio.....	15
Materiales y Método.....	18
Resultados y Discusión.....	20
Pie de Cría.....	20
Grupos Experimentales.....	22
Huevos.....	22
Estadio 1.....	23
Estadio 2.....	24
Estadio 3.....	25
Estadio 4.....	26
Estadio 5.....	27
Pupa.....	28
Adulto.....	33
Preferencia de Hospedera.....	38
Fecundidad.....	38

Sobrevivencia.....	38
Pruebas de ANOVA y Bray-Curtis.....	40
Conclusiones.....	42
Literatura Citada.....	44
Anexo.....	50

Índice de Figuras

Esquema general de lepidóptero adulto	4
Cabeza de lepidóptero adulto.....	4
Nymphalidae	5
Esquema general de larva de <i>D. plexippus</i>	6
Ruta de Canadá a México.....	9
Croquis de Ubicación de la FES Iztacala.....	15
Ubicación del jardín de mariposas Iztpapalotl.....	17

Índice Fotográfico

Foto 1.....	21
Foto 2.....	22
Foto 3.....	23
Foto 4.....	24
Foto 5.....	25
Foto 6.....	26
Foto 7.....	28
Foto 8.....	28
Foto 9.....	29
Foto 10.....	30
Foto 11.....	31
Foto 12.....	33
Foto 13.....	23
Foto 14.....	34
Foto 15.....	34
Foto 16.....	35
Foto 17.....	35
Foto 18.....	36
Foto 19.....	36

Índice de Cuadros

Cuadro 1.....	21
Cuadro 2.....	22
Cuadro 3.....	23
Cuadro 4.....	24
Cuadro 5.....	25
Cuadro 6.....	26
Cuadro 7.....	28
Cuadro 8.....	28
Cuadro 9.....	29
Cuadro 10.....	30

A mis Padres:

Por darme el magnífico regalo del conocimiento, por apoyarme en mis sueños y ayudarme a cumplirlos, por no dejar que me rindiera aun en los momentos difíciles y por impulsarme a salir siempre adelante...

Gabriel:

Por enseñarme que lo extraordinario es lo que mueve al mundo, por enseñarme a dar el extra y así volverme una persona extraordinaria...

Carmen:

Por siempre estar a mi lado apoyándome, por darme fuerzas para terminar los proyectos que me propongo, por ser además de mamá mi amiga y compañera de mil locuras, por enseñarme a reír y a siempre salir adelante con una sonrisa, por escucharme cuando lo necesitaba, por tus consejos, por tu apoyo incondicional...

Gracias por ser mi madre, te amo.

Gaby:

Mi compañera de juegos y vida, gracias por existir, por enseñarme que cumplir las metas y los sueños es posible, por demostrarme que siempre se puede dar un poco más, por cuidarme cuando tenía miedo, gracias por ser parte de mi vida, te admiro mucho...

Gali:

Hermanita loca, gracias por llegar a nuestras vidas, por enseñarme a disfrutar la vida con todo lo que en ella involucra, por enseñarme a divertirme en los momentos difíciles y por recordarme que siempre se puede volver a ser niño a pesar de tener 24 años, gracias por alegrar mi vida desde hace 16 años...

Pd. Hamilton... Work...

A mis profesores:

Por acompañarme durante toda la carrera, por enseñarme todo lo que rodea a esta maravillosa ciencia, por mostrarme que la vida va más allá de lo que podemos ver a simple vista, por transmitirme sus conocimientos y hacerme crecer profesionalmente...

Maestra Marce:

Gracias por ser mi madre académica, por su paciencia, por sus consejos, por su sabiduría y por su fortaleza.

Profesor Sergio:

Gracias por enseñarme el maravilloso mundo de los insectos.

A mis amigos:

Por estar durante toda la carrera, a los que ya no están, gracias por sus enseñanzas y a los que siguen aquí, seguiremos en el camino, gracias por los buenos momentos, por el relaxo, por hacer más agradables los momentos difíciles...

Ustedes saben quiénes son, cuentan conmigo siempre.

Clara:

Gracias por estar ahí durante gran parte de este proyecto, por seguir a mi lado después de casi dos años, por aceptar conocer un mundo distinto a la medicina, por tu ayuda y apoyo incondicional, gracias por estar ahí en los momentos importantes, por regalarme tanta magia y tantas sonrisas, por dejarme estar a tu lado en tus nuevos proyectos y seguir a mi lado en este camino.

Pd: Te amo pero no es para tanto... Es para siempre.

A todos los que me acompañaron en esta aventura, gracias por todo.

Resumen

Uno de los grupos más diversos en la naturaleza es el de los insectos, en él se encuentran cerca del 80% de todos los organismos conocidos; dentro de los órdenes, uno de los que cuenta con mayor diversidad es el de los lepidópteros, que incluyen mariposas diurnas y nocturnas, en este, podemos encontrar a la familia Nymphalidae, cuyas especies se caracterizan por tener el primer par de apéndices atrofiado. Una de las especies más representativas de la familia Nymphalidae es *Danaus plexippus* (Linnaeus, 1758) la mariposa monarca, que se reproduce en gran parte de Estados Unidos y México; es importante debido a sus rutas migratorias, en las que recorre más de 400 km desde Canadá a los santuarios mexicanos. Los hábitos reproductivos de la mariposa monarca suelen relacionarse con climas cálidos, además de la presencia de algodoncillos del género *Asclepias*. En ambientes naturales la sobrevivencia de esta especie se ve comprometida por malas condiciones ambientales como la deforestación de los sitios de hibernación y la eliminación de su planta hospedera, por esta razón en el presente trabajo se compararon tres diferentes especies de *Asclepias*, *A. curasavicca*, *A. linnaria* y *A. syrieca* para observar cual ofrece los mejores medios para completar el ciclo de vida, fecundidad y sobrevivencia de la mariposa monarca residente de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM (FESI, UNAM) en un periodo de Febrero a Noviembre de 2015. Para este trabajo se recolectaron larvas

de mariposa monarca del jardín de mariposas Iztpapalotl y de las áreas verdes de la facultad, se buscaron ejemplares de diferentes estadios para poder obtener el pie de cría, se siguió su desarrollo hasta la etapa adulta y una vez obtenidas las puestas los huevos se colocaron en tres grupos. Los tres grupos fueron alimentados con una especie de *Asclepias* (*Asclepias curasavicca* –grupo A-, *A. linnaria* – grupo B- y *A. syriaca* –grupo C) hasta completar su ciclo; se midió la longitud corporal y cápsula cefálica de las larvas largo y ancho de las pupas y la longitud corporal y de alas de los adultos. Para conocer si existieron diferencias significativas en las medidas de los ejemplares se realizó una prueba de ANOVA comparando los 3 grupos. Completaron su ciclo de vida los organismos de los grupos A y B y la sobrevivencia. Estadística y morfológicamente la especie no presento diferencias significativas en los grupos A y B; los adultos que sobrevivieron del grupo A, midieron en promedio 102 mm de largo, 47 mm de ancho con una longitud corporal de 33 mm, mientras que los adultos del grupo B midieron en promedio 103 mm de largo, 45 mm de ancho y 33 mm de longitud corporal; los ejemplares que conformaron el grupo C no sobrevivieron a la etapa larvaria. Se concluye que *D. plexippus* tiene una mayor preferencia para oviponer en *A. curasavicca*.

Introducción

Actualmente uno de los grupos más diversos de los seres vivos es el de los insectos que incorpora cerca del 80% de todos los animales conocidos, el número de estos es elevado ya que en muchos casos una sola especie está representada por varios individuos, ellos se hallan en diferentes climas, los cuales van desde los fríos, secos, cálidos y húmedos, esto junto a su gran variedad de tamaños y formas de alimentación les da un gran éxito dentro de los múltiples ambientes en que estos ocupan (Ibarra-González *et al.*, 1995).

Se considera que el orden *Lepidoptera* es el segundo orden más diverso después del orden *coleoptera* con cerca de 120,000 especies, de las cuales 10,000 se localizan en América del Norte (Mitchell y Zim, 1994), en este, se incluyen mariposas diurnas y nocturnas (polillas o palomillas), en los adultos la cabeza cuenta con ojos compuestos muy desarrollados, aparato bucal tipo sifón, su tamaño es variado, desde los 4 a los 300 mm y se caracteriza por tener escamas brillantes que cubren los dos pares de alas, además de un acoplamiento alar por *jugum* o *frenulum*, el cual les proporciona un vuelo más eficaz (Ver fig. 1 y 2) (Ibarra-González *et al.*, 1995), las larvas de los lepidópteros tienen una forma cilíndrica, cuentan con aparato bucal masticador, y son generalmente fitófagas, se distinguen por presentar 3 pares de apéndices reales y 5 pares de propatas (Ross, 1982).

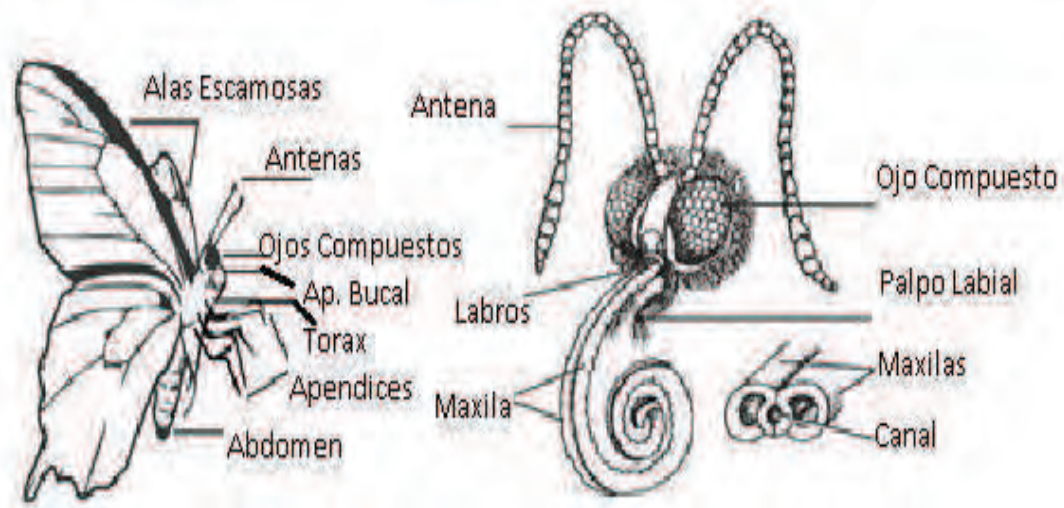


Fig 1 y 2: Esquema general de lepidóptero adulto y cabeza de adulto (Acerca Ciencia, 2014, Asturnatura 2015, modificado por Alcalá-Gallegos, 2015)

La familia Nymphalidae incluye a especies en las que el primer par de apéndices está atrofiado (Ver fig. 3) (Ibarra-González *et al.*, 1995); existen 13 subfamilias dentro de los nimfalidos, de las cuales en México solo se encuentran 11: Morphinae, Heliconiinae, Nymphalinae, Limenitidinae, Charaxina, Apaturinae, Brassolinae, Satyrinae, Ithomiinae, Libytheinae y Danainae, todas estas con más de 400 géneros a nivel mundial (Luis-Martínez *et al.*, 2003).

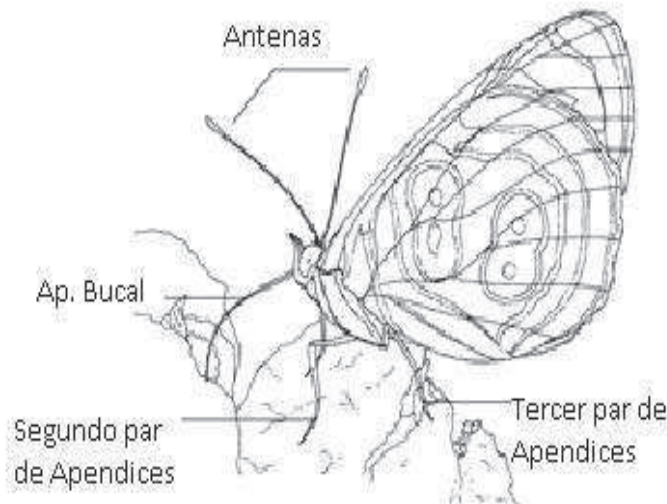


Fig 3. Nymphalidae (La clase insecta, 2010, modificado por Alcalá-Gallegos, 2015)

El género *Danaus* pertenece a la subfamilia *Danainae* cuya distribución abarca América, Asia, África y Europa; en el continente americano, se desarrolla en Costa Rica, Canadá y México, en este último hay poblaciones en Morelos, Guerrero, Chiapas, San Luis Potosí, Distrito Federal y Estado de México (Pérez-Campos, 2010).

Una de las especies más representativas del continente americano es la mariposa monarca (*Danaus plexippus* Linnaeus, 1758) la cual se reproduce en gran parte de Estados Unidos y México (Oberhauser *et al*, 2009). Debido al descubrimiento de sus rutas migratorias en las que recorre más de 400 km desde Canadá hasta los sitios de hibernación en México (De la Pava y Sepulveda, 2012) se considera un insecto

icónico por el impacto económico que proporciona en las diversas regiones donde hiberna esta especie (Fernández-Haeger y Jordano, 2009).

La larva de *D. plexippus* tiene tres tagmata a lo largo del cuerpo, cabeza, tórax y abdomen, tiene un par de antenas en la cabeza y posee un aparato bucal masticador, en los diferentes metámeros se encuentran los espiráculos, que a su vez están conectados a la tráquea, y al final del abdomen se ubica un par de filamentos traseros, cuya función es sensorial (Ver fig. 4) (Oberhauser y Kuda, 1997).

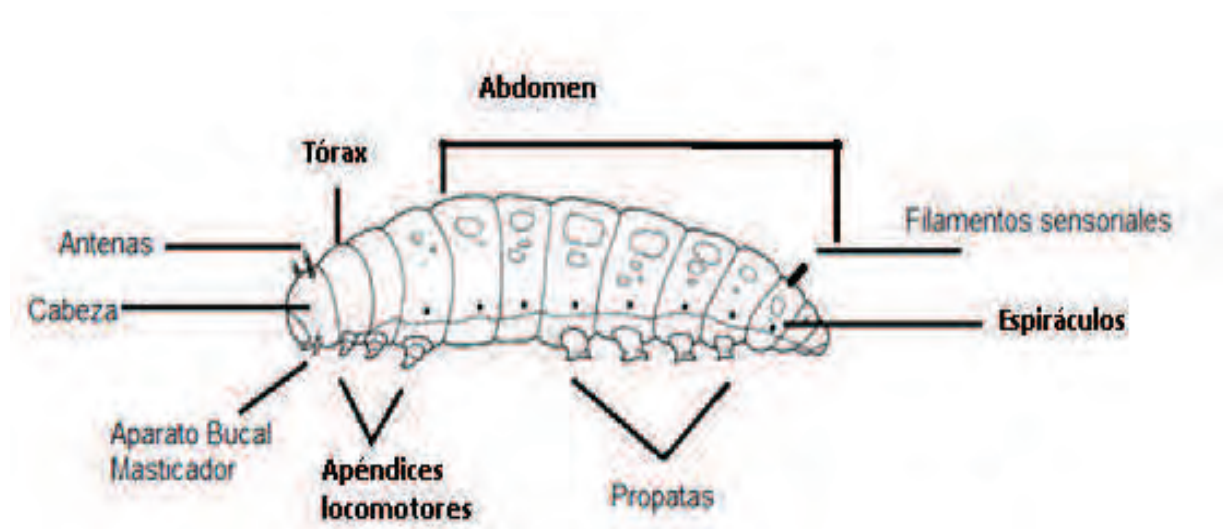


Fig. 4 Esquema general de larva de *D. plexippus* (Anónimo, 2014, modificado por Alcalá-Gallegos, 2015).

La larva tiene tres pares de apéndices locomotores y cinco pares de propatas; pasa por cinco estadios de desarrollo con una duración de nueve a catorce días en los cuales, puede lograr una longitud corporal

promedio de 3.5 cm y un ancho de capsula cefálica de 3.5 mm. (Oberhauser *et al.*, 2009)

El adulto presenta una coloración naranja brillante con franjas negras, tiene un dimorfismo sexual en el que el macho tiene órganos androconiales en el segundo par de alas; el abdomen tiene una terminación en punta y en las hembras dicha terminación esta redondeada y con una apertura genital, los machos suelen tener un tamaño mayor al de la hembra (Montesinos-Patiño, 2011)

Los climas cálidos estimulan el comportamiento reproductivo de la mariposa monarca (Anderson y Brower, 1996), además de que la reproducción depende de plantas conocidas como algodoncillo pertenecientes al género *Asclepias* las cuales en los momentos de la postura son utilizadas para albergar los huevos de esta especie, y posteriormente al momento de la eclosión de las larvas, estas se alimentan de las hojas, los adultos por su parte las usan como plantas nutricias (Lynch y Martin, 1993). En América del Norte existen más de 100 especies de algodoncillos pero las poblaciones de ésta mariposa solo se alimentan de pocas especies (*Asclepias tuberosa*, *A. linnaria*, *A. syriaca* y *A. curassavica*) (Woodson, 1954).

El tiempo de desarrollo de las larvas y generaciones de mariposa monarca dependen de las condiciones climatológicas; en temperaturas cálidas, el ciclo de vida de esta especie dura aproximadamente un mes, mientras que a temperaturas bajas este puede extenderse hasta los 60 días (Cockrell *et al.*, 1993).

El acoplamiento entre machos y hembras dura en promedio hasta 16 horas y en ese tiempo el macho transfiere el espermatóforo a la hembra, quien inmediatamente pone cerca de 100 huevos, uno por cada hoja de algodoncillo (Oberhauser y Hampton, 1995).

En ambientes naturales cerca del 90% de los huevos no sobreviven debido a factores como las malas condiciones ambientales: no eclosionan a temperaturas superiores a 36°C ni en condiciones muy secas, esto sin considerar que si la planta hospedera se ve afectada, esto también influye en el desarrollo larval o de huevo (York y Oberhauser, 2002).

Por otro lado, en México el fenómeno migratorio es de gran valor, ya que es gracias a esto que se han registrado los santuarios más grandes del mundo, descubiertos en 1975, lo cual produce una atracción turística transcendental, generando una gran derrama económica, que permite la creación de programas de investigación y conservación para esta especie (Cortez-Madrigal *et al.*, 2014). Al pertenecer las mariposas monarca a una especie tropical, ellas se

vuelven vulnerables a condiciones gélidas, cuando las temperaturas disminuyen a finales de Agosto ellas migran partiendo del sur de Canadá, atravesando el centro de Texas y siguiendo la Sierra Madre



Fig. 5 Ruta de Canadá a México (INEEC, 2007)

Occidental (Brower, 1995) hasta llegar a los sitios de hibernación en México (Ver Fig. 5), donde se refugian en los árboles de oyamel, recorriendo de 80 a 100 km por día (Oberhauser *et al.*, 2009) pudiendo alcanzar una altitud de 600 a 1250 m (Gibo, 1981).

Las poblaciones migratorias pueden extender su vida adulta hasta 9 meses, debido a la diapausa, fenómeno en el cual la energía reservada para la reproducción es canalizada para los largos vuelos (Oberhauser *et al.*, 2009); este fenómeno puede ser inducido por la menor duración del día, cambios drásticos de temperatura y consecuencia de esto es el envejecimiento de las plantas hospederas (Gohering y Oberhauser, 2002).

En los bosques de oyamel en México a principios de marzo con temperaturas más cálidas termina la diapausa y comienza el apareamiento de algunos ejemplares mientras que el resto inicia el vuelo de vuelta a los bosques de Canadá, durante el recorrido muchos individuos continúan apareándose y oviponiendo (Oberhauser *et al.*, 2009). Los últimos conteos han revelado que las poblaciones migratorias han disminuido (Rendón-Salinas, 2011).

Por otra parte una planta hospedera es aquella especie en la que la hembra adulta podrá realizar la postura y la larva que eclosione podrá alimentarse, la hembra hace la postura en ejemplares de algodoncillos del género *Aslepias*. El género está provisto de lactíferos, es decir que producen un látex que contiene glucósidos y alcaloides, algunas especies debido a esto, han sido usadas como venenos y otras como fármacos.

Se estima que el 92% de las poblaciones de *Danaus plexippus* en su etapa larvaria se alimenta de algodoncillo común (Cockrell *et al*, 1993). La disminución de los algodoncillos y la tala de árboles donde esta especie acostumbra hibernar trae como consecuencia la baja de las poblaciones de mariposa monarca (Pleasants y Oberhauser, 2012).

Antecedentes

Han sido muchos los trabajos sobre mariposa monarca, entre los estudios que tienen que ver con planes de manejo en sus santuarios está el elaborado en 2009 por Oberhauser *et al*. quienes hicieron una recopilación y resaltaron aspectos como migración, época de vuelo, ciclo de vida, plantas hospederas y alternativas para su conservación.

En el año 2012 Rendon-Salinas y Tavera-Alonso realizaron un monitoreo de la superficie ocupada por la mariposa monarca en siete diferentes santuarios en México, enfocándose principalmente a tres en el Estado de Michoacán y cuatro en el Estado de México; encontraron en dichos sitios nueve colonias que tienen una superficie de 1.19 hectáreas con lo cual se comprueba que la cantidad de individuos de esta especie se vio disminuida en un 59% posiblemente por la desaparición de su planta hospedera, además de la tala de los bosques de oyamel, sitio en el cual esta especie se refugia en tiempos de frío.

De los trabajos en ambientes naturales Pleasants y Oberhauser (2012) obtuvieron una estimación de las hectáreas del género *Asclepias* en campo de cultivo y una comparación con las cantidades en años anteriores; demostraron que el uso de herbicidas afectó a estas plantas y al mismo tiempo disminuyó las poblaciones migratorias de mariposa monarca.

En condiciones controladas Di Tomasso y Losey (2003) compararon la preferencia de *D. plexippus* para la ovoposición entre dos especies *Asclepias syriaca* y *Vincetoxicum rossicum*; observaron que la mayor selección se dio en *A. syriaca* al reportar una postura de 66 huevos por planta mientras que en *V. rossicum* no se hallaron huevos.

De la Pava y Sepúlveda (2012) utilizaron *Calotropis procera* como planta hospedera para la mariposa monarca; probaron el potencial para la reproducción en cautiverio de esta especie, encontraron que en condiciones controladas esta especie pudo completar su ciclo.

Actualmente una alternativa para la producción masiva de *D. plexippus* es la siembra de diversas plantas hospederas en las cuales pueda completar su ciclo de vida, de esta forma se buscó conocer la eficacia de distintas especies de algodoncillos como planta hospedera de la mariposa monarca, así mismo, si alguna de las especies probadas era favorable para un mejor desarrollo de esta especie por lo cual el objetivo de este trabajo es comparar el desarrollo de mariposa

monarca durante el periodo de Febrero a Noviembre de 2015 en tres especies pertenecientes al género *Asclepias* en condiciones de laboratorio.

Objetivo General

Comparar el desarrollo de *Danaus plexippus* sobre tres especies del género *Asclepias* en condiciones de laboratorio

Objetivos particulares

- Describir las etapas del desarrollo de *Danaus plexippus* en tres diferentes hospederas con apoyo de tablas de vida.
- Comparar la fecundidad y sobrevivencia de *Danaus plexippus* en diferentes hospederas.
- Comprobar mediante ANOVA si existen diferencias significativas en el ciclo de vida por la dieta con que se alimentaron los diferentes grupos.
- Comprobar mediante el índice de Bray-Curtis si existen similitudes entre los tratamientos.
- Comprobar si las condiciones ambientales afectan el desarrollo de *Danaus plexippus*
- Obtener la preferencia de las tres plantas hospederas: *Asclepias curassavica*, *A. syriaca* y *A. linaria*

Área de Estudio

El municipio de Tlalnepantla de Baz se localiza al oriente del Estado de México, cuenta con una extensión total de 83.74 km², dentro del municipio se ubica la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM (FES Iztacala 19° 31' 23.0431" N, 99° 11' 18.4349" O). (Fig. 6 y 7) donde fue realizado el presente estudio en el periodo de Febrero- Noviembre de 2015.



Fig. 6 Croquis de Ubicación de la FES Iztacala (FESI, 2012)

El clima del área de estudio es templado subhúmedo con lluvias en verano durante los meses de junio a septiembre, la temperatura media anual oscila entre los 10° y 16° C.

La superficie de la FES Iztacala es de 221, 382. 00 m² de los cuales 124,991.82 m² es de vegetación, formada por colorín (*Erythrina coralloides*) eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*) pirul (*Schismus molle*) fresno (*Fraxinus udhei*) jacaranda (*Jacaranda acutifolia*) cipres (*Cupressus lindley*) pino (*Pinus* sp.) chopo blanco (*Populus alba*) alamo (*Populus daltoides*) piracanto (*Pyracanta koidsumir*) (Acuña-Muñoz, 2014). Dentro del jardín de mariposas de la FES Iztacala se pueden encontrar también, mastuerzo (*Tropallum majus*) pasionaria (*Pasiflora* sp.) retama (*Retama* sp.) tepozán (*Budleja cordata*) lantana (*Lantana cámara*) (Galindo-Ponce, 2014) y algodoncillos (*Asclepias curasavicca*, *Asclepias linnaria* y *Asclepias syriaca*).

Hasta 2014 se registraron 120 especies de aves (Acuña-Muñoz, 2014) además de lagartijas (*Sceloporus grannicus* y *Barisia imbricata*), anfibios (*Spea multiplicata*), serpientes (*Conopsis lineata* y *Pituophis deppei deppei*), mamíferos (*Rattus novergicus*, *Mus musculus*, *felis domesticus* y *Canis lupus familiaris*), en cuanto a insectos se han reportado diversas especies, tales como, *Exorista* sp. *Distichona* sp. *Papilio polyxenes*, *Papilio multicaudata*, *Dione juno*, *Dione moneta*, *Phoebis philea*, *Phoebis sennae* (Galindo-Ponce, 2014) y *Danaus plexippus*.

El jardín de mariposas “Iztpapalotl” forma parte del jardín botánico de la institución y se localiza a un costado del Bioterio de la FES Iztacala.



Fig. 7 Ubicación del jardín de mariposas Iztpapalotl (FESI, 2012)

Materiales y Método

El presente estudio se llevó a cabo en el jardín de mariposas de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, durante los meses de febrero a noviembre de 2015. Para obtener el pie de cría se recolectaron ejemplares larvales de *Danaus plexippus* (Linnaeus, 1758) de los estadios 1º, 2º, 3º, 4º y 5º tanto del Jardín de Mariposas como en los jardines generales de la Facultad durante febrero, enfocando la búsqueda en larvas de los dos primeros estadios para evitar el parasitoidismo; los organismos se colocaron en cajas de cría de 23x36x14 cm se alimentaron diariamente con *A. curassavica* hasta llegar a etapa de pupa y posteriormente a etapa adulta.

Una vez emergidos todos los adultos obtenidos, se trasladaron en un pabellón de reproducción de 3x3x3 m para su apareamiento y ovopostura, los huevos se separaron en tres grupos de 25 organismos cada uno (A, B y C) y se colocaron en cajas de cría.

Las larvas del grupo A se alimentaron con *Asclepias curassavica* (Kuntze) el grupo B con *A. syriaca* (Cornut) y el grupo C con *A. linaria* (Oberhauser *et al*, 2009).

Diariamente se tomaron las medidas morfométricas (capsula cefálica y longitud larval) de todas las larvas de los tres grupos y en la etapa de

pupa (se midió la longitud y el ancho de estas) utilizando un vernier. Al eclosionar los adultos, se sexaron y se midió la longitud de las alas, ancho de las alas y longitud corporal.

De cada hembra se contaron los huevecillos que ovipuso para registrar la fecundidad del grupo y para la fecundidad se anotaron el número de ejemplares eclosionados con respecto a los huevos de la puesta; y para su sobrevivencia se contabilizó el número de individuos por cada etapa que lograron completar el ciclo hasta etapa adulta, con estos datos se obtuvo el porcentaje de cada grupo, así mismo se incluyeron en el conteo a los individuos que presentaron malformaciones al eclosionar de la etapa de pupa.

Terminado el desarrollo hasta etapa adulta se compararon las medidas morfométricas utilizando la prueba de ANOVA la cual consiste en cotejar las medias de todos los datos para ver si entre los diferentes tratamientos existen diferencias significativas, calculando también la media y promedio de crecimiento de cada grupo (Durán, *et al.*, 2010) y Bray-Curtis que es un índice de similitud (Brower y Zar, 1984) para determinar la especie de planta hospedera que permitió un mejor desarrollo de *D. plexippus*.

Resultados y discusión

Pie de Cría

Para la obtención del pie de cría se recolectaron ejemplares de mariposa monarca, *Danaus plexippus* (Linnaeus, 1758), en etapa larval, estos fueron buscados en las plantas del género *Asclepias* de los jardines de la FES Iztacala, dando preferencia a los primeros estadios ya que en dichas etapas es menos probable que la larva este afectada por parasitoides; las larvas encontradas fueron ubicadas en cajas de cría y se alimentaron con hojas de *Asclepias curasavicca* hasta completar la etapa larvaria y pupar; una vez emergidos los ejemplares adultos fueron colocados en un pabellón de vuelo, se pusieron 4 parejas (machos y hembras) con plantas suficientes para su reproducción y postura de huevos. Como se mencionó previamente, de los huevos se formaron tres grupos experimentales para el desarrollo del presente trabajo.

Cabe señalar que los ejemplares adultos ovipusieron tanto en el haz como en el envés de las hojas encontrándose en estas un mínimo de 2 huevos y como máximo 14 huevos (Fotos 1 y 2), sin importar la edad de las plantas, lo cual puede ser debido a un número limitado de algodoncillos en el pabellón de reproducción, donde a pesar de existir varias plantas, estas no fueron las suficientes para cubrir las necesidades acorde a la cantidad de huevos (Foto 2). Lo reportado por

Cosewic (2010) no coincide con lo observado en las posturas, ya que señala que esta especie ovipone de manera individual solo en el envés de las hojas de los algodoncillos jóvenes; además esta especie acostumbra oviponer un huevo por hoja y en caso de existir un número abundante de plantas, un huevo por planta (De la Pava y Sepulveda, 2012).



**Foto 1.- Posturas de huevecillos de mariposa monarca sobre
A. curasavicca (Tomada por Alcalá-Gallegos, 2015)**

Grupos experimentales

A partir de los grupos experimentales se hizo una descripción morfológica de los diferentes estadios.



Foto 2.- Postura de huevecillos de *D. plexippus* sobre *A. curasavicca*.
(Tomada por Alcalá-Gallegos, 2015)

Huevos: Los huevos recolectados presentaron una coloración blanco/amarilla, estos tuvieron diversas líneas verticales, el tamaño aproximado fue de 1 mm (Foto 2), los huevos tardaron en eclosionar 5 días después de la postura, como lo reportado por Oberhauser y Kuda

(1997), pero esto difiere de los datos de Schappert (2004) quien en su experimento señala que las larvas eclosionaron al tercer día de la postura, la condición en este experimento pudo estar asociada a la diferencia en la temperatura (Anexo 7 y 8); la temperatura es un factor importante para el desarrollo de esta especie, siendo que a valores más bajos el desarrollo será mucho más lento (De la Pava y Sepulveda, 2012).

En las larvas de los grupos A y B el desarrollo tuvo una duración de 10 días, como lo mencionan Oberhauser y Kuda (1997).

Estadio 1. Esta etapa se caracterizó por presentar una coloración blanquecina semitraslucida.



Foto 3.- Eclosión y estadio 1 de larva de mariposa monarca
(Tomada por Alcalá-Gallegos, 2015)

Estadio 2. Las larvas del segundo estadio se caracterizaron por la coloración más oscura de la larva y una presencia mas notoria de franjas blancas; la capsula cefálica mantuvo la coloración negra y las antenas y tentáculos fueron un poco mas visibles a pesar de mantenerse de un tamaño de 6 mm (Foto 4); el grupo A realizó la muda después de 2 días, el grupo B en 1 día mientras que el grupo C tardo 2 días; durante esta etapa no se observó mortalidad en los grupos A y B, mientras que en el 70% de las larvas iniciales del grupo C murieron (Anexo 3).



Foto 4.- Larva de segundo estadio sobre hoja de *A. curasavicca*
(Tomada por Alcalá-Gallegos, 2015)

Estadio 3. Durante el tercer estadio los patrones corporales fueron mucho más notorios al tener más intensidad de color, antenas y tentáculos se volvieron más grandes (Foto 5), en este estadio la muda de larva 2 a larva 3 se realizó en los grupos A y B 1 día después de la muda de segundo estadio y por último el grupo C, tardó 6 días en mudar de segundo a tercer estadio, durante este último no murió ningún ejemplar en los grupos (Anexo 4, 5 y 6).



Foto 5.- Larva de tercer estadio sobre *A. curasavicca*
(Tomada por Alcalá Gallegos, 2015)

Estadio 4. Durante el cuarto estadio la medida promedio fue de 23 mm de largo, con una capsula cefálica de 2.2 mm, el patrón de las bandas corporales fue distinto en el tórax, las diferencias entre metámeros fueron más grandes y notorias, entre cada metámero se observó una pequeña franja negra, las antenas y tentáculos fueron notoriamente más grandes, los colores se volvieron más oscuros (Foto 6); el grupo A completo esta etapa 2 días después de la anterior, el grupo B, 3 días después y por último el grupo C 6 días.



**Foto 6.- Larva de 4 estadio de mariposa monarca
(Tomada por Alcalá-Gallegos, 2015)**

Estadio 5. El ultimo estadio tuvo como característica una coloración más oscura respetando los colores amarillo con negro de esta especie en etapa larvaria, el cuerpo se torno de mayor tamaño especialmente antes de pupar (Foto 7), la movilidad se volvió más rápida y es mayor que estadios anteriores, el quinto estadio en el grupo A tuvo una duración de 2 días, completando la etapa larvaria en 12 días, el grupo B tardó el mismo tiempo que el grupo A, las larvas alcanzaron un tamaño máximo de 43 mm en el caso del grupo A y de 40 mm en el grupo B, similar al reportado por De la Pava y Sepúlveda (2012), del grupo C ningún organismo logró llegar a la etapa de pupa, únicamente llegaron a quinto estadio tres organismos, con un tamaño máximo de 33 mm, menor al reportado por De la Pava y Sepúlveda (2012).

En el grupo C, las larvas tuvieron un promedio de largo de 32 mm.
(Anexo 1)



Foto 7.- Larva de quinto estadio sobre *A. curasavicca*
(Tomada por Alcalá Gallegos, 2015)



Foto 8.- Larva en posición de J, estadio de prepupa. (Tomada por Alcalá-Gallegos, 2015)

Pupa: La pupa del grupo A midió 23.28 mm de largo y 5.85 mm de ancho, mientras que en el grupo B se reportaron medidas promedio en el último estadio de la etapa larvaria de 33.4 mm y una pupa con promedio de 20.6 mm de largo y 6.6 mm de ancho. (Anexo 1 y 3).



Foto 9.- Pupa de mariposa monarca (Tomada por Alcalá Gallegos, 2015)

Los organismos que llegaron a etapa de pupa tuvieron una coloración verde claro con bandas negras y puntos dorados a la altura del tórax y abdomen (Foto 9) en los grupos A y B no presentaron diferencias morfológicas y coinciden con la descripción realizada por Pérez-Campos (2010); algunos organismos no completaron su desarrollo por

parasitoidismo (Anexo), este fenómeno se detectó por un cambio drástico de la coloración de la pupa, la cual del verde claro tomo una coloración café grisácea, además se observó la eclosión de larvas de dípteros (Foto 10). Las larvas se conservaron hasta que llegaron a la etapa adulta donde se identificaron taxonómicamente como *Distichona* sp. (Mc Alpine *et al*, 1987).



**Foto 10.- Díptero parasitoide de mariposa monarca (*Distichona* sp.)
(Tomada por Brad Barn, 2013).**

De 3 a 5 días antes de la eclosión, la pupa cambio de color, volviéndose oscura, casi negra, (Foto 10) mientras más cercano fue el día de la eclosión, los patrones alares comenzaron a notarse más en la pupa, y esta comenzó a volverse un poco transparente; Pérez-Campos (2010) menciona que cuando el adulto esta por emerger, la pupa cambia la coloración, tomando en un inicio color negro-translúcido, además de que los patrones alares comienzan a volverse visibles, mientras más cercano fue el tiempo de la eclosión más notorios fueron los patrones, además de que la pupa se volverá aún más transparente como se puede apreciar en la foto 11.



**Foto 11.- Pupa de *D. plexippus* punto de eclosionar.
(Tomada por Alcalá-Gallegos, 2015)**

La etapa de pupa tuvo una duración promedio de 19 días en los grupos A y B, en ambos grupos las medidas promedio de esta etapa fueron de 23.28 mm de largo y 5.86 mm de ancho en el grupo A, mientras que en el grupo B las medidas promedio fueron de 20.6 mm de largo y 6.6 mm de ancho; éstas difieren a lo reportado por Oberhauser *et al.* (2009), quienes mencionan que en condiciones naturales esta especie cumple un periodo de nueve a quince días. En el caso de los organismos de esta investigación el tiempo de pupa pudo variar debido a las temperaturas presentes, las cuales oscilaron entre los 19 y 23 °C con una humedad relativa de 57% (Anexo 2, 7 y 8) la cual fue causada por la entrada de nortes, los cuales hicieron que el ambiente fuera poco favorable para la emergencia de los adultos, esto coincide con lo reportado por Speigth *et al* en 1999 quien menciona que en efecto los cambios de temperatura así como la combinación con otros factores tales como lluvias y viento pueden afectar las densidades poblacionales de diferentes especies, y que algunos insectos para sobrevivir a estos cambios pasan por fenómenos de dormancia, lo que permite que los ciclos vitales se alarguen y las poblaciones puedan mantener sus ciclos de vida, lo cual pudo ocurrir en esta investigación

Adultos. Los adultos eclosionados de los grupos A y B no presentaron diferencias en los patrones alares, machos y hembras tuvieron la coloración naranja con las venas alares negras (Montesinos-Patiño, 2011), los ejemplares fueron sexados mostrando las escamas androconiales, las cuales solo tienen los machos (Foto 13), estas tienen la función de liberación de feromonas (De la Pava y Sepulveda, 2012), además se revisó la genitalita de todos los ejemplares para confirmar el sexo.



Foto 12.- Adulto extendiendo las alas. (Tomada por Alcalá-Gallegos, 2015)



Foto 13.- Macho adulto de *D. plexippus* (Tomada por Alcalá Gallegos, 2015)



Foto 14.- Hembra adulta de *D. plexippus*. (Tomada por Alcalá-Gallegos, 2015)



Foto 15.- Adulto libando la dieta artificial (Tomada por Alcalá Gallegos, 2015)



Foto 16.- Adulto libando fermento semisólido de fruta



**Foto 17.- Acoplamiento entre macho y hembra en *D. plexippus*
(Tomada por Alcalá Gallegos, 2015)**



Foto 18.- Mariposa monarca realizando la ovopostura (Tomada por Alcalá-Gallegos, 2015)

Los organismos adultos del grupo A fueron siete hembras y trece machos, en el grupo B la proporción de sexos fue ocho hembras y cinco machos; en el grupo A un 80% de los organismos utilizados completaron su desarrollo hasta etapa adulta, mientras que en el grupo B solo un 60% (Anexo 4 y 5).

En el grupo C ningún ejemplar logro completar su desarrollo hasta etapa adulta, lo cual pudo estar relacionado a un rechazo de la planta hospedera, otro factor que pudo afectar su desarrollo fueron las bajas temperaturas (Anexo 6), las cuales afectaron el desarrollo de la planta con que se alimentó este grupo.

Durante los cinco estadios de desarrollo no se encontraron diferencias morfológicas en esta especie, las larvas criadas en el jardín de mariposas presentaron una coloración verde semitraslúcida, la capsula cefálica fue de coloración negra y con antenas mínimamente visibles, esto coincide con lo mencionado por Oberhauser y Kuda (1997) quienes indican que durante el primer estadio las larvas tienen una coloración blanca o verde grisácea un poco translúcida, la capsula cefálica es de color negro y los tentáculos frontales son apenas visibles (Foto 3), el grupo A tardo 4 días en mudar de primer a segundo estadio, el grupo B, 5 días y el grupo C tardo 10 días, en el último grupo para el décimo día se tuvo una mortalidad del 70%.

Preferencia de hospedera: La cantidad de organismos que completaron el desarrollo en los grupos A y B tuvieron una mejor aceptación del alimento ofrecido; en el grupo A, se encontró un menor rechazo de la especie con que fueron alimentadas (*A. curassavica*) debido a que la mortalidad fue mínima comparada a la presentada por los otros dos grupos (*A. linnaria* y *A. siryaca*).

De las tres especies de plantas utilizadas se observó mayor preferencia a la hora de realizar la postura en *A. curasavicca*, en la que se hallaron todas las posturas de las diferentes parejas de mariposa monarca, mientras que *A. linaria* y *A. syriaca* no se encontraron posturas de esta especie.

Fecundidad: De los huevos encontrados en *A. curasavicca* se observó una fecundidad de un 90%, mientras que en *A. linaria* se encontró un porcentaje de eclosión de 80% y en *A. syriaca* solo eclosionaron el 60% de los huevos.

Sobrevivencia: En el grupo A se encontró una sobrevivencia del 80% por lo menos hasta el quinto estadio de la etapa larvaria, una vez pasada la etapa de pupa y emergidos los adultos, se reportó una sobrevivencia del 76%, esto debido a algunos casos de atrofiamiento y parasitoidismo. (Anexos 3 y 4)

En el grupo B sobrevivió el 60% de los ejemplares seleccionados, en etapa adulta y completaron su desarrollo el 52% (Anexo 3 y 5) por otro lado para el grupo C, ningún ejemplar logro llegar a quinto estadio (Anexo 6).

Pruebas de ANOVA y Bray-Curtis

Se realizaron las pruebas de ANOVA para saber si existieron diferencias significativas en las dietas proporcionadas a los tres grupos experimentales y Bray-Curtis para determinar si hubo similitudes entre las diferentes hospederas; las dietas A y B (*Asclepias curassavica* y *Asclepias linaria*) no presentaron diferencias significativas, al ser las dos útiles para la crianza de mariposa monarca en las condiciones reportadas en este trabajo, bajo las mismas condiciones la dieta ofrecida al grupo C no fue efectiva en la crianza de esta especie ya que ningún ejemplar de este grupo sobrevivió después del tercer estadio de larva.

Bajo las condiciones de este estudio (Anexo 7 y 8) se observó que la mejor dieta fue la que se ofreció al grupo A (*Asclepias curassavica*) ya que con esta los organismos que formaron este grupo pudieron completar su desarrollo hasta etapa adulta en 34 días, además de ser la que presento una menor mortalidad (Anexo 4); en el caso de la dieta ofrecida al grupo B (*Asclepias linnaria*) se encontró que a pesar de que los ejemplares alimentados con esta pudieron completar su desarrollo hasta etapa adulta en el mismo tiempo que el grupo A, la mortalidad fue mayor (Anexo 5) por ultimo en la dieta del grupo C (*Asclepias syriaca*) fue la dieta que menos funciono bajo las condiciones de temperatura, altitud y humedad que se dieron ya que todos los ejemplares murieron antes de completar la etapa larvaria, además de

que esta etapa se alargó por 34 días tiempo en el cual ningún ejemplar logro pupar, de acuerdo a lo reportado por Pérez-Campos en 2010, esto puede verse relacionado a las diferentes condiciones de altitud en que se pueden presentar estas especies, ya que en estados como Morelos, Guerrero, Oaxaca, Veracruz, San Luis Potosí, Chiapas, Michoacán e Hidalgo se reproduce a la mariposa monarca a lo largo del año utilizando *A. linaria* además de algunas otras especies de algodoncillos.

Conclusiones

- Las larvas de los grupos A (*Asclepias curassavica*) y B (*Asclepias syriaca*) presentaron los patrones morfológicos comunes de mariposa monarca
- Las pupas sanas de los grupos A y B presentaron la coloración habitual de mariposa monarca en el tiempo de desarrollo y antes de la eclosión
- El último estadio larval y la pupa de *Danaus plexippus* fue atacada por dípteros del género *Distichona sp.*
- El grupo alimentado con *Asclepias linaria* (C) a pesar de aceptar la planta hospedera, no completo el desarrollo larvario.
- En el grupo A un 80% de las larvas completaron el ciclo de vida, en el grupo B solo un 60% y en el grupo C no lograron completarlo.
- La sobrevivencia en el grupo A fue de 80% en etapa larvaria y de 76% en etapa adulta.
- En el grupo B sobrevivió el 60% de los organismos totales hasta quinto estadio larval, mientras que en etapa adulta solo sobrevivieron el 52%.
- En el grupo C la sobrevivencia fue de 0% durante el quinto estadio larval.
- La prueba de ANOVA mostro que no se encontraron diferencias significativas en las diferentes etapas del desarrollo

de los grupos A y B, mientras que en el grupo C si ya que en este grupo ningún ejemplar logro completar su desarrollo.

- La prueba de Bray-Curtis no mostro diferencias significativas en las dietas A y B, mas sin embargo en la dieta ofrecida al tercer grupo (C) si se encontraron diferencias significativas ya que de este grupo la planta a pesar de ser consumida por la larva, no sirvió para completar esta etapa.
- *A. linaria* a pesar de ser consumida por la larva de los primeros tres estadios de mariposa monarca, no funciono en las condiciones de humedad, temperatura y altitud en que se realizó el experimento como planta hospedera debido a que todos los ejemplares murieron.
- Las temperaturas bajas afectaron el desarrollo de *Asclepias linaria*, lo cual afecto el desarrollo del grupo C.
- La temperatura y humedad no afectaron el tiempo del ciclo de vida de esta especie en los grupos A y B.
- Bajo las condiciones en que se realizó este experimento *Asclepias curassavica* es la mejor para la reproducción de esta especie.

Literatura Citada

ACERCACIENCIA. 2014. Educación y Divulgación de la Ciencias. Insectos de película: cine y entomología o 'viceversa'.
<http://www.acercaciencia.com/2014/02/25/insectos-de-pelicula-cine-y-entomologia-o-viceversa/> (consultado el 22 de Agosto de 2015).

Acuña, M J. D. 2014. Avifauna de la FES Iztacala, UNAM, estudio comparativo, Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. 1-13 Pp.

Anónimo. 2014. Dibujos para imprimir.
<http://neoparaiso.com/dibujos/de/orugas-para-colorear> (consultado el 22 de Agosto de 2015).

Anderson, J. B. y L. P. Brower. 1996. Freeze-protection of overwintering monarch butterflies in Mexico: Critical role of the forest as a blanket and an umbrella. *Ecol. Entom.*, 21, 07-116 pp

AsturnaturaDB. 2015. Morfología de las mariposas.
<http://www.asturnatura.com/articulos/lepidopteros-mariposas/morfologia.php> (consultado el 22 de Agosto de 2015).

Brower, L. P. 1995. Understanding and misunderstanding the migration of the monarch butterfly (Nymphalidae) in North America: 1857-1995. *Journal of the Lepidopterists' Society* 49:304-385.

Brower, J. E y Zar, J. H. 1984, Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Co. Dubuque, Iowa, Pp. 226.

Cockrell, B.J., S.B. Malcolm y L.P. Brower. 1993. Time, temperature and latitudinal constraints on the annual recolonization of eastern North America by the monarch butterfly. *In: Malcolm, S. B., and M. P. Zalucki (eds.). Biology and conservation of the monarch butterfly. Los Angeles: Natural History Museum of Los Angeles County. P. 233–51.*

Cortez-Madrugal, H., F. García-González y A. Guzmán-Larralde. 2014. Conservando la Mariposa Monarca (*Danaus plexippus*). Conservando enemigos naturales de plagas. *Rev. Chap. Cien. For Amb.* 20(3):247-253.

Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. 2010. Assessment and status report on the Monarch *Danaus plexippus* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. 43 Pp.

De la Pava, S. N. y P. A. Sepulveda. 2012. Aspectos del Desarrollo de *Danaus plexippus* (Lepidoptera: Nymphalidae) sobre *Calotropis procera* (Apocynaceae) bajo condiciones de laboratorio. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. Univ. Caldas* 16(1):266-272.

Di Tomasso A. y E. J. Losey. 2003. Oviposition preference and larval performance of monarch butterflies (*Danaus plexippus*) on two invasive swallow-wort species, *Entomol Exp. Appl.* 108: 205-209

Durán D., A. Cisneros y A. E. Vargas V. A. 2010. Bioestadística. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, México. 259 Pp.

Fernández-Haeger, J. y D. Jordano Barbud. 2009. La mariposa monarca *Danaus plexippus* (Linnaeus, 1758) en el Estrecho de Gibraltar (Lepidoptera: Danaidae), SHILAP. *Revta. Lepid.*, 37(148):421-438.

FESI. 2012. Portal de la página de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.
http://www.iztacala.unam.mx/fesi_localizacion.php (consultado el 2 de Septiembre de 2015).

FESI. 2015. Portal de la página de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.
http://www.iztacala.unam.mx/nuevo_ingreso/?page_id=561 (consultado el 2 de Septiembre de 2015).

Galindo, P. C. 2014. Dípteros parasitoides de *Leptophobia arippa elodia* (Boisduval, 1836) (Lepidoptera:Pieridae) criadas en cautiverio y semicautiverio en el jardín de mariposas de la FES Iztacala UNAM. Tesis de Licenciatura, FES Iztacala, UNAM 11-12 P.

Gibo, D. L. 1981. Flight Strategies of Migrating Monarch Butterflies (*Danaus plexippus* L.) In Southern Ontario, Department of Zoology, Erindale College, University of Toronto, Mississauga, Ontario, Canada. Insect Flight: Dispersal and Migration. Pp 172-184.

Goehring, L. y K. S. Oberhauser. 2002. Effects of photoperiod, temperature, and host plant age on induction of reproductive diapause and development time in *Danaus plexippus*. *Ecol. Entomol.*, 27:674-685.

Ibarra-González, M. P. Stanford-Camargo S. G y Padilla-Ramírez J. R. 1995. Los Artrópodos. Morfofunción, biología, importancia y diversidad: Hexapoda y Myriapoda. Volumen IV. Museo de Historia Natural, México, D.F. 119 Pp.

INE. 2007. Portal del Instituto Nacional de Ecología.
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/507/cap2.html>
(consultado el 22 de Agosto, 2015).

Laclaseinsecta. 2010. Curso general de biología de insectos.
http://laclaseinsecta.com/coloreando_lepidoptera.html (consultado el 22 de Agosto de 2015).

Laclaseinsecta. 2010. Curso general de biología de insectos. Galería orden Lepidoptera.
<http://laclaseinsecta.com/imagenes/LEPIDOPTERA/Mariposa88/Nymphalidae-Diaethria3.jpg> (consultado el 22 de Agosto de 2015).

Luis-Martínez, A., J. Llorente-Bousquets, I. Vargas-Fernández & A. D. Warren. 2003. Biodiversity and biogeography of Mexican butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 105 (1): 209-224

Lynch, S.P. and R.A. Martin. 1993. Milkweed host plant utilization and cardenolide sequestration by monarch butterflies in Louisiana and Texas. *In*: Malcom, S.B., and M.P. Zalucki (eds.), *Biology and conservation of the monarch butterfly*. Los Angeles: Publications of the Los Angeles County Museum of Natural History. P.107–123

Malcolm, S. B., B.J. Cockrell, and L. P. Brower. 1987. Monarch butterfly voltinism: Effects of temperature constraints at different latitudes. *Oikos* 49:77-82.

McAlpine J. F. Peterson B. V. Shewell G. E. Teskey H. J. Vockeroth J. R. Wood D. M. 1987. *Manual of Nearctic Diptera Vol. 2, Biosystematics Research Centre, Ottawa, Ontario. Pp. 1193-1269*

Mitchell, R.T. y Zim, H. S. 1994. *Mariposas y Palomillas*. Edit. Trillas, México. P. 5-72.

Montesiños-Patiño, E. B. 2011. *Manual de Capacitación “Biología, Conservación y Monitoreo de la Mariposa Monarca” Monarch Butterfly*. Fund, México, 112 Pp.

Oberhauser, K.S., y R. Hampton. 1995. The relationship between mating and oogenesis in monarch butterflies (Lepidoptera: Danainae). *J. Ins. Behav.* 8:701-713 Pp.

Oberhauser K. y Kuda, K. 1997. *A Field Guide to Monarch Caterpillars (Danaus plexippus)*, Department of Ecology, Evolution and Behavior; University of Minnesota, E.U.A. 14 Pp.

Oberhauser, K., R. Batalden y E. Howard, 2009. *Monitoreo de la mariposa monarca en América del Norte: Resumen de iniciativas y protocolos*. Comisión para La Cooperación Ambiental, Quebec, Canadá. 62 pp.

Pérez-Campos, R. O. 2010. Programa de Manejo Tipo para la Mariposa Monarca (*Danaus plexippus*). Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, SEMARNAT. P. 10-13.

Pleasants, J. M, Oberhauser K. S. 2012. Milkweed loss in agricultural fields because of herbicide use: effect on the monarch butterfly population. Department of Ecology, Evolution and Organismal Biology, Iowa State University, St Paul, USA. P. 10

Rendón-Salinas, E., C. A. Valera-Bermejo, M. Cruz-Piña y F. Martínez-Meza, 2011. Monitoreo de las colonias de hibernación de mariposa monarca: superficie forestal de ocupación en Diciembre de 2010. World Wildlife Fund, México, México City. 5 pp.
http://awsassets.panda.org/downloads/rep_monitoreo_colonias_mariposa_monarca_2012_2013.pdf (Consultado el 30 de Agosto de 2015).

Rendón-Salinas, E. y G. Tavera-Alonso. Falta el año. Monitoreo de la superficie forestal ocupada por las colonias de hibernación de la mariposa Monarca en diciembre de 2012. Alianza WWF-Telcel / CONANP. 6 Pp.

Ross, H. H. 1982, Introducción a la Entomología General y Aplicada, Quinta Edición, Ediciones Omega S.A. Barcelona, España, 536 Pp.

Speight MR, Hunter MD, Watt A, 1999, Ecology of Insects concepts and applications. Oxford, Blackwell Science, 340pp.

Urquhart, F. A. & Urquhart, N. R. 1978. Autumnal migration routes of the eastern population of the monarch butterfly (*Danaus p. plexippus* Linnaeus.; Danaidae; Lepidoptera) in North America to the overwintering site in the Neovolcanic Plateau of Mexico. Can. J. Zool., 56(8): 1759-1764.

Woodson, R. E. 1954. The North American species of *Asclepias*. *Ann. Miss. Botan. Gardens*. 208 pp

York, H. and K.S. Oberhauser. 2002. Effects of temperature stress on monarch (*Danaus plexippus* L.) development. *J. Kans. Entomol. Soc.* 75:290-298.

Anexo

	Grupo A				Grupo B				Grupo C			
	Largo	Capsula Cefálica	Pupa		Largo	Capsula Cefálica	Pupa		Largo	Capsula Cefálica	Pupa	
			Largo	Ancho			Largo	Ancho			Largo	Ancho
Promedio	34.7 mm	3 mm	23.28 mm	5.85 mm	33.4	2.8	20.6 mm	6.6 mm	32 mm	5 mm	Murió en etapa larvaria	
Mínimo	30 mm	3.5 mm	14 mm	5 mm	30	2	11 mm	5 mm	31 mm	5 mm	Murió en etapa larvaria	
Máximo	43 mm	4 mm	27 mm	7 mm	40	3	27 mm	8 mm	33 mm	5 mm	Murió en etapa larvaria	

Cuadro 1.- Promedio de medidas morfométricas en quinto estadio larvario y en etapa de pupa de los grupos A, B y C

Grupo A			Grupo B		
Número	Largo	Ancho	Número	Largo	Ancho
1	23 mm	6 mm	1	20 mm	8 mm
2	22 mm	6 mm	2	24 mm	6 mm
3	25 mm	6 mm	3	27 mm	8 mm
4	25 mm	6 mm	4	25 mm	7 mm
5	25 mm	6 mm	5	25 mm	6 mm
6	22 mm	6 mm	6	25 mm	7 mm
7	22 mm	6 mm	7	20 mm	7 mm
8	25 mm	6 mm	8	19 mm	6 mm
9	24 mm	6 mm	9	17 mm	7 mm
10	26 mm	6 mm	10	17 mm	6 mm
11	25 mm	5 mm	11	11 mm	5 mm
12	27 mm	5 mm	12	21 mm	6 mm
13	25 mm	5 mm	13	20 mm	7 mm
14	26 mm	6 mm	14	20 mm	7 mm
15	23 mm	5 mm	15	18 mm	6 mm
16	25 mm	7 mm	16		
17	25 mm	5 mm	17		
18	26 mm	5 mm	18		
19	14 mm	7 mm	19		
20	17 mm	6 mm	20		
21	20 mm	6 mm	21		

Cuadro 2.- Medidas morfométricas de pupas grupos A y B, el grupo C, no llego a etapa de Pupa

Grupo A (<i>A. curassavica</i>)							
Número de individuos	Inicio de Pupa	Fin de Pupa	Tiempo de Pupa	Sexo	Largo	Ancho	L. Corporal
1	27/04/2015	11/05/2015	15 días	Hembra	104 mm	43 mm	32 mm
2	27/04/2015	13/05/2015	17 días	Macho	92 mm	35 mm	34 mm
3	27/04/2015	11/05/2015	15 días	Hembra	100 mm	35 mm	33 mm
4	27/04/2015	16/05/2015	20 días	Macho	110 mm	45 mm	33 mm
5	27/04/2015	14/05/2015	18 días	Hembra	100 mm	51 mm	32 mm
6	27/04/2015	11/05/2015	15 días	Macho	102 mm	39 mm	38 mm
7	27/04/2015	13/05/2015	17 días	Macho	100 mm	45 mm	54 mm
8	27/04/2015	14/05/2015	18 días	Hembra	110 mm	48 mm	31 mm
9	27/04/2015	14/05/2015	18 días	Macho	104 mm	50 mm	32 mm
10	27/04/2015	13/05/2015	17 días	Macho	100 mm	42 mm	24 mm
11	27/04/2015	14/05/2015	18 días	Hembra	104 mm	55 mm	31 mm
12	27/04/2015	15/05/2015	19 días	Hembra	100 mm	60 mm	30 mm
13	27/04/2015	11/05/2015	15 días	Macho	100 mm	47 mm	30 mm
14	27/04/2015	13/05/2015	17 días	Macho	100 mm	44 mm	30 mm
15	27/04/2015	11/05/2015	15 días	Macho	100 mm	55 mm	34 mm
16	27/04/2015	14/05/2015	18 días	Macho	108 mm	56 mm	37 mm
17	27/04/2015	13/05/2015	17 días	Macho	106 mm	60 mm	32 mm
18	27/04/2015	14/05/2015	18 días	Macho	92 mm	46 mm	31 mm
19	27/04/2015	18/05/2015	22 días	Macho	110 mm	49 mm	33 mm
20	27/04/2015	18/05/2015	22 días	Macho	110 mm	35 mm	32 mm
21	27/04/2015	19/05/2015	23 días	Hembra		Atrofiada	

Cuadro 3.- Medidas morfométricas grupo A (*Asclepias curasavicca*).

Grupo B (<i>Asclepias syriaca</i>)							
Número de individuo	Inicio de Pupa	Fin de Pupa	Tiempo de Pupa	Sexo	Largo	Ancho	L. Corporal
1	27/04/2015	16/05/2015	20 días	Hembra	104 mm	53 mm	33 mm
2	27/04/2015	18/05/2015	22 días	Hembra	106 mm	50 mm	32 mm
3	27/04/2015	16/05/2015	20 días	Macho	116 mm	42 mm	36 mm
4	27/04/2015	14/05/2015	18 días	Hembra	101 mm	45 mm	32 mm
5	27/04/2015	12/05/2015	16 días	Hembra	100 mm	52 mm	31 mm
6	27/04/2015	14/05/2015	17 días	Hembra	102 mm	55 mm	32 mm
7	30/04/2015	14/05/2015	15 días	Hembra	104 mm	56 mm	30 mm
8	30/04/2015	18/05/2015	19 días	Hembra	100 mm	36 mm	32 mm
9	30/04/2015	18/05/2015	19 días	Macho	90 mm	45 mm	31 mm
10	30/04/2015	18/05/2015	19 días	Macho	110 mm	60 mm	31 mm
11	30/04/2015	19/05/2015	20 días	Macho	120 mm	33 mm	34 mm
12	30/04/2015	19/05/2015	20 días	Macho	94 mm	32 mm	46 mm
13	02/05/2015	19/05/2015	20 días	Hembra		Atrofiada	
14	02/05/2015	20/05/2015	18 días	Hembra		Atrofiada	
15	02/05/2015	21/05/2015	19 días	Macho	99 mm	35 mm	30 mm

Cuadro 4.- Medidas morfométricas adultos grupo B (*Asclepias syriaca*)

	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Temperatura	22 °C	20 °C	22 °C	21 °C
Humedad	49%	59%	57%	63%

**Cuadro 5.- Promedio de temperatura y humedad de la Facultad de Estudios Superiores
Iztacala de Febrero a Mayo de 2016**

Febrero			Marzo		
Fecha	Temperatura °C	Humedad %	Fecha	Temperatura °C	Humedad %
02/02/2015	19	58%	02/03/2015	24	50%
03/02/2015	19	60%	03/03/2015	21	46%
04/02/2015	19	47%	04/03/2015	23	41%
05/02/2015	20	52%	05/03/2015	21	52%
06/02/2015	20	50%	06/03/2015	19	63%
07/02/2015	18	38%	07/03/2015	20	59%
09/02/2015	21	40%	08/03/2015	20	53%
10/02/2015	19	44%	10/03/2015	21	60%
11/02/2015	22	45%	11/03/2015	19	60%
12/02/2015	21	52%	12/03/2015	16	61%
13/02/2015	17	62%	13/03/2015	19	60%
14/02/2015	16	71%	14/03/2015	15	88%
16/02/2015	20	58%	16/03/2015	17	73%
17/02/2015	22	50%	17/03/2015	20	66%
18/02/2015	28	50%	19/03/2015	25	52%
19/02/2015	28	48%	20/03/2015	22	62%
20/02/2015	20	50%	21/03/2015	21	62%
21/02/2015	25	50%	23/03/2015	22	56%
23/02/2015	25	38%	24/03/2015	20	68%
24/02/2015	26	48%	25/03/2015	22	57%
25/02/2015	26	47%	28/03/2015	17	79%
26/02/2015	29	42%	30/03/2015	20	46%
27/02/2015	24	42%	31/03/2015	20	47%
28/02/2015	24	50%			

Cuadro 6: Desglose de temperatura y humedad de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala Febrero y Marzo 2015

Abril			Mayo		
Fecha	Temperatura °C	Humedad	Fecha	Temperatura °C	Humedad
01/04/2015	25	45%	01/05/2015	20° C	62%
02/04/2015	21	62%	02/05/2015	21° C	60%
03/04/2015	25	45%	04/05/2015	23° C	60%
04/04/2015	19	45%	05/05/2015	21° C	62%
06/04/2015	21	59%	06/05/2015	24° C	57%
07/04/2015	20	50%	07/05/2015	21° C	64%
08/04/2015	20	62%	08/05/2015	23° C	60%
09/04/2015	23	60%	09/05/2015	25° C	63%
10/04/2015	22	70%	11/05/2015	23° C	65%
11/04/2015	18	70%	12/05/2015	21° C	62%
13/04/2015	21	64%	13/05/2015	19° C	82%
14/04/2015	21	60%			
15/04/2015	23	60%			
16/04/2015	22	62%			
17/04/2015	24	50%			
18/04/2015	22	60%			
20/04/2015	25	43%			
21/04/2015	26	60%			
23/04/2015	24	55%			
24/04/2015	24	55%			
25/04/2015	25	55%			
27/04/2015	21	42%			
28/04/2015	21	42%			
29/04/2015	16	84%			
30/04/2015	20	68%			

Cuadro 7: Desglose de temperatura y humedad de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de Abril y Mayo 2015.

Número de Días	Individuos	Sobrevivencia	Muertes	Índice de mortalidad	Promedio de vida	Suma de Promedio de Vida	Expectativa de vida
1	25	0.25	1	0.04	24.5	219.5	878
2	24	0.24	0	0	24	195	812.5
3	24	0.24	0	0	24	171	712.5
4	24	0.24	0	0	24	147	612.5
5	24	0.24	0	0	24	123	512.5
6	24	0.24	0	0	24	99	412.5
7	24	0.24	1	0.041666667	23.5	75	312.5
8	23	0.23	3	0.130434783	21.5	51.5	223.9130435
9	20	0.2	0	0	20	30	150
10	20	0.2	20	1	10	10	50

Cuadro 8: Tabla de vida en estadio larvario del grupo A alimentada con *Asclepias curassavica*

Tiempo	Individuos	Sobrevivencia	Muertes	Índice de mortalidad	Promedio de vida	Suma de Promedio de Vida	Expectativa de vida
1	25	0.25	0	0	25	209.5	838
2	25	0.25	0	0	25	184.5	738
3	25	0.25	0	0	25	159.5	638
4	25	0.25	1	0.04	24.5	134.5	538
5	24	0.24	1	0.041666667	23.5	110	458.333333
6	23	0.23	1	0.04347826	22.5	86.5	376.086957
7	22	0.22	0	0	22	64	290.909091
8	22	0.22	6	0.27272727	19	42	190.909091
9	16	0.16	1	0.0625	15.5	23	143.75
10	15	0.15	15	1	7.5	7.5	50

Cuadro 9: Tabla de vida en estadio larvario del grupo B alimentado con *Asclepias syriaca*

Tiempo	Individuos	Sobrevivencia	Muertes	Índice de mortalidad	Promedio de vida	Suma de Promedio de vida	Expectativo de vida
1	25	0.25	0	0	25	117	468
2	25	0.25	0	0	25	95	380
3	25	0.25	0	0	25	73	292
4	25	0.25	19	0.76	15.5	51	104
5	6	0.06	0	0	6	18.5	641.666667
6	6	0.06	1	0.16666667	5.5	15.5	591.666667
7	5	0.05	0	0	5	33	660
8	5	0.05	2	0.4	4	31	620
9	3	0.03	0	0	3	30	1000
10	3	0.03	0	0	3	30	1000
11	3	0.03	0	0	3	30	1000
12	3	0.03	0	0	3	30	1000
13	3	0.03	0	0	3	30	1000
14	3	0.03	0	0	3	30	1000
15	3	0.03	0	0	3	30	1000
16	3	0.03	0	0	3	30	1000
17	3	0.03	0	0	3	30	1000
18	3	0.03	0	0	3	30	1000
19	3	0.03	0	0	3	30	1000
20	3	0.03	0	0	3	30	1000
21	3	0.03	0	0	3	19.5	993.333333
22	3	0.03	0	0	3	18.5	990
23	3	0.03	0	0	3	27	900
24	3	0.03	0	0	3	14.5	816.666667
25	3	0.03	0	0	3	11.5	716.666667
26	3	0.03	0	0	3	18.5	616.666667
27	3	0.03	0	0	3	15.5	516.666667
28	3	0.03	0	0	3	12.5	416.666667
29	3	0.03	0	0	3	9.5	316.666667
30	3	0.03	1	0.33333333	2.5	6.5	216.666667
31	2	0.02	0	0	2	4	200
32	2	0.02	1	0.5	1.5	2	100
33	1	0.01	1	1	0.5	0.5	50
34	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 10: Tabla de vida en estado larvario del grupo C alimentado con *Asclepias linaria*

