

PROPUESTA DENTRO DEL PROYECTO MACRO
" CREACIÓN DE ELEMENTOS Y ACTIVIDADES PARA LOS CENTROS DE INTERÉS
DENTRO DEL CURRÍCULO PARA LA EXCELENCIA ACADÉMICA Y LA FORMACIÓN
INTEGRAL "
(LINEAMIENTOS PARA EL ÁREA DE CIENCIAS NATURALES)
(SED 2012-2016)

INVESTIGACIÓN FORMATIVA

**ELECCIÓN DE PLANTAS HOSPEDERAS POR ORUGAS DE *DANAUS PLEXIPPUS L.*
EN CONDICIONES DE LABORATORIO
(LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE: DANAINAE)**

Presentado por:

JAZMIN ANDREA CASTILLO

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

BOGOTÁ, D.C. 2014

**ELECCIÓN DE PLANTAS HOSPEDERAS POR ORUGAS DE *DANAUS PLEXIPPUS* L.
EN CONDICIONES DE LABORATORIO
(LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE: DANAINAE)**

Presentado por:

JAZMIN ANDREA CASTILLO

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Licenciado en Biología

DIRECTOR

RODRIGO TORRES NÚÑEZ

Biólogo, *M. Sc.*

Profesor Asociado, Departamento de Biología

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA


BOGOTÁ, D.C. 2014

NOTA DE ACEPTACIÓN

DIRECTOR

FIRMA JURADO

FIRMA JURADO

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Enseñando al ser humano</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 4 de 51	
1. Información General		
Tipo de documento	Trabajo de grado	
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central	
Título del documento	Elección de plantas hospederas por orugas de <i>Danaus plexippus</i> L. en condiciones de laboratorio (lepidoptera: nymphalidae: danainae)	
Autor(es)	CASTILLO DURAN, Jazmín Andrea	
Director	TORRES NÚÑEZ, Rodrigo	
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2014, Pág. 51	
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional	
Palabras Claves	Plantas hospederas, <i>Danaus plexippus</i> , <i>Asclepia physocarpa</i> , <i>Calotropis gigantea</i>	
2. Descripción		
<p>En condiciones de laboratorio se evalúan las preferencias alimentarias de las orugas de la mariposa monarca (<i>Danaus plexippus</i> L.) por dos especies de plantas apocináceas [<i>Calotropis gigantea</i> (Willd) y <i>Asclepia physocarpa</i> (E.Mey)] las cuales crecen localmente y son consumidas de manera natural por la especie en mención. Así mismo se evalúan las preferencias alimentarias de dicha mariposa por hojas jóvenes y maduras de <i>C. gigantea</i>, y hojas jóvenes y maduras de la especie <i>A. physocarpa</i>. Se hicieron cortes foliares cuadrados de 11 mm, ubicados dentro de contenedores plásticos, donde individuos de <i>D. plexippus</i> en cuarto instar fueron ubicados en una posición neutral para su alimentación, por un período de una hora. Para las tres pruebas de preferencias alimenticias no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas.</p>		

3. Fuentes

- Brower L.P. (1988). Avian predation on the monarch butterfly and its implications for mimicry theory. *The American Naturalist* Vol. 131.
- Dixon, C.A. et al. (1978). Some adaptations between *Danaus plexippus* and its food plant, with notes on *Danaus chrysippus* and *Euploea core* (Insecta: Lepidoptera). *Journal of Zoology*. Volume 185, Issue 4, pages 437–467.
- Dres, M. and Mallet, J. (2002). Host races in plant feeding insects and their importance in sympatric speciation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, B357, 471-92.
- Gould, F.(1993). The spatial scale of the genetic variation in insect populations. In *Evolution of insect pests. Patterns of variation* (ed. K.C. Kim and B.A. McPherson), John Wiley. pp. 67-85.
- Jermy, T., Hanson F.E., and Dethier V.G. (1968). Induction of specific food preference in lepidopterous larvae. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 11, 211-30.
- Peterson J., Pherson N., Schliemann N., and Wunderlich D. 2012. Food preferences of *Danaus plexippus* larvae. University of Minnesota. Recuperado de:
<http://www.monarchlab.org/Lab/Research/ViewProject.aspx?ResearchProjectID=107>
- Schoonhoven, L.M. (1973). Plant recognition by lepidopterous larvae. *Symposia of the Royal Entomological Society of London*, 6, 87-99.
- Schoonhoven, L.M. (1987). What makes a caterpillar eat? In *The sensory code underlying feeding behavior*. Springer Verlag.
- Secretaria de Educación de Bogotá. (2012). Plan Sectorial de educación 2012-2016 Calidad para todos y todas. Recuperado de:
http://www.sedbogota.edu.co/archivos/SECTOR_EDUCATIVO/PLAN_SECTORIAL/2013/Bases%20Plan%20Sectorial%20Educacion%20DEF%2024072013.pdf
- Secretaria de Educación del Distrito. (2014). Currículo para la excelencia académica y la formación integral. Orientaciones Generales. Recuperado de:
<http://www.educacionbogota.edu.co/archivos/Temas%20estrategicos/Documentos/ORIEN>

TACIONES GENERALES 40 X 40 MARZO 19.pdf.

- Secretaria de Educación del Distrito. (2014). Currículo para la excelencia académica y la formación integral. Lineamientos para el área de Ciencias Naturales. Recuperado de: [http://www.educacionbogota.edu.co/archivos/Temasestrategicos/Documentos/Lineamientos Ciencias Naturales 19 Marzo.pdf](http://www.educacionbogota.edu.co/archivos/Temasestrategicos/Documentos/Lineamientos%20Ciencias%20Naturales%2019%20Marzo.pdf).

4. Contenidos

El documento se estructura en diferentes momentos que permiten el desarrollo de este trabajo. El primero hace referencia a el proyecto macro de la SED 2012 y en el que se enmarca este proyecto luego estará el abordaje de la temática central el cual es la selección de planta hospedera para ello se referencia los lugares de colecta y la metodología para esta elaboración además la sistematización de los datos obtenidos.

Por último se pasa a la verificación de datos y la observación de resultados empleando pruebas estadísticas que darán respuesta a las hipótesis planteadas

5. Metodología

Para el abordaje de este trabajo la metodología empleada es la que plantea Peterson et al. (2012) en su trabajo de selección de hospederos de *Danaus plexippus*.

Para el abordaje de este se emplearon 60 orugas de *D. plexippus* criadas en condiciones de laboratorio en instar cuatro y para el abordaje de los resultados se emplearon tablas elaboradas por Torres, R (2014) y manejando pruebas de t con un valor de significancia de 0.005 y sistematizado con Excel.

6. Conclusiones

- Orugas de cuarto instar de la especie *Danaus plexippus* alimentadas en su mayor parte con hojas jóvenes de *Asclepia curassavica* bajo condiciones de laboratorio a partir de huevos recolectados en el campo sobre las hojas de esta misma planta, no mostraron diferencias

significativas al momento de seleccionar entre hojas jóvenes y maduras de *A. physocarpa* en un ensayo convencional de preferencia que involucró un total de 60 orugas.

- Orugas de cuarto instar de la especie *Danaus plexippus* alimentadas en su mayor parte con hojas jóvenes de *Asclepia curassavica* bajo condiciones de laboratorio a partir de huevos recolectados en el campo sobre las hojas de esta misma planta, no mostraron diferencias significativas al momento de seleccionar entre hojas jóvenes y maduras de *Calotropis gigantea* en un ensayo convencional de preferencia que involucró un total de 60 orugas
- Orugas de cuarto instar de la especie *Danaus plexippus* alimentadas en su mayor parte con hojas jóvenes de *Asclepia curassavica* bajo condiciones de laboratorio a partir de huevos recolectados en el campo sobre las hojas de esta misma planta, no mostraron diferencias significativas al momento de seleccionar entre hojas maduras *A. physocarpa* y hojas maduras de *Calotropis gigantea* en un ensayo convencional de preferencia que involucró un total de 60 orugas
- Después de la primera elección las orugas en ningún caso cambiaron de planta y comenzaron a comer de manera sostenida.
- Algunas orugas no hicieron contacto alguno con las plantas hospederas disponibles por lo que durante el ensayo no llegaron a alimentarse.
- Con base a los objetivos planteados se puede dar cuenta de que se logro reconocer las relaciones entre las poblaciones locales de la mariposa monarca (*Danaus plexippus* L) con las plantas de Apocináceas que le sirven como hospederos.
- Este trabajo es una de las muchas posibilidades que se pueden apropiar para el buen desarrollo y apropiación de los centros de interés partiendo del hecho de que esta es una actividad investigativa basado en la Biología de la mariposa monarca y que ayuda a la

formación académica y de excelencia.

- Con este trabajo se emplearon métodos y protocolos que facilitaron el desarrollo de este trabajo al igual que la toma de datos a la hora de abordar el experimento todo esto con el fin de mejorar y apropiar los espacios de la Universidad Pedagógica Nacional con fines educativos.
- Se hace pertinente la adecuación de estos espacios educativos para fines investigativos, y para ello se necesita de la cría masiva de diferentes especies a estudiar ya no solo de la mariposa monarca (*Danaus plexippus*) sino a la vez de otras que aporten a la formación como maestros y para los estudiantes que deseen acceder a este conocimiento.
- Finalmente, y en relación con lo anotado en la discusión, resulta pertinente continuar indagando sobre los distintos factores y protagonistas que influyen en la elección de hospedero, a la vez que se continúa con el desarrollo de protocolos y modelos educativos y experimentales que permitan hacerlo con provecho. De otro lado, el estudio y el conocimiento de las interacciones entre los herbívoros y las plantas es quizás una de las formas más fructíferas de enseñar e investigar en biología y otras ciencias naturales, pues estas son un modelo de cómo las especies interactúan de manera más general y cómo se han tejido dichas asociaciones y antagonismos a lo largo de la historia contingente de la Vida sobre la Tierra ¿No es esto acaso una gran parte de la biología?

Elaborado por:	CASTILLO DURAN, Jazmín Andrea
Revisado por:	TORRES NÚÑEZ, Rodrigo

Fecha de elaboración del Resumen:	04	09	2014
--	----	----	------

AGRADECIMIENTOS

En este arduo camino de grandes expectativas de constantes luchas, de alegrías y tristezas cada paso que di estuve acompañada por diferentes personas que de alguna manera han aportado en mi formación como persona y docente. A mis profesores, por haber compartido sus conocimientos; no tendré tiempo suficiente para decir cuan agradecida estoy las palabras son cortas para expresar mi gratitud por apoyarme en este proceso, por ser un aporte fundamental sin su ayuda y constante apoyo no lo hubiese logrado, por su tiempo y enseñanzas aunque me dieron duro y en ocasiones pareciera que no las entendía quedaran en mi mente y más que nada en mi corazón.

A mi familia y amigos; que aunque no los mencione de corazón saben a quienes me refiero, agradezco su colaboración y compañía su constante apoyo y consejo, por siempre creer en mí y brindarme una voz de aliento cuando más lo necesite.

Agradezco enormemente a ti mamá que con tu amor incondicional estuviste y has estado cuando más te he necesitado sabes los más ocultos secretos y haces de ellos una nueva esperanza eres la luz en medio de la oscuridad y más que nada mi más grande apoyo, la mano que siempre encontré para apoyarme a la hora de levantarme en mis dificultades.

TABLA DE CONTENIDOS

Resumen.	15
Abstract.	16
1. Marco Teórico Proyecto Macro.	17
1.1. Currículo para la Excelencia Académica y la Formación Integral.	17
1.2. Centros de Interés en Ciencias Naturales.	17
2. Introducción.	20
3. Objetivos Generales de la Investigación.	22
3.1. Objetivos Específicos.	22
4. Preguntas de Investigación (Hipótesis).	23
5. Antecedentes.	24
6. Materiales y Métodos.	28
6.1. Sujetos.	28
6.2. Materiales.	28
6.3. Procedimientos.	31
6.3.1. Método de observación.	32
7. Resultados.	33
7.1. Plantas maduras vs. Plantas jóvenes de <i>Calotropis gigantea</i>.	34
7.2. Plantas maduras vs. Plantas jóvenes de <i>Asclepia physocarpa</i>.	34
7.3. Plantas maduras de <i>Asclepia physocarpa</i> vs. Plantas maduras de <i>C. gigantea</i>. 	35
8. Discusión.	38
9. Conclusiones y Especulaciones.	41

10. Referencias.	44
11. Anexos.....	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Materiales utilizados en los ensayos de selección de hospedero.29

Figura 2. Muestras troqueladas a partir de las hojas del hospedero y montaje empleado para la realización del ensayo.29

Figura 3. *Calotropis gigantea*. Planta hospedera local de *Danaus plexippus*.30

Figura 4. *Asclepia physocarpa*. Planta hospedera local de *Danaus plexippus*.31

LISTA DE TABLAS

Tabla1. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas: Preferencias alimentarias de *D. plexippus*, entre hojas maduras vs hojas jóvenes de *C. gigantea*.34

Tabla 2. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas: Preferencias alimentarias de *D. plexippus*, entre hojas maduras vs hojas jóvenes de *A. physocarpa*.35

Tabla 3. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas: Preferencias alimentarias de *D. plexippus*, entre hojas maduras de *A. physocarpa* vs hojas maduras de *C. gigantea*. ...36

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Preferencias alimentarias de *D. plexippus*, entre hojas verdes y maduras de *A. physocarpa* y *C. gigantea* y entre hojas maduras de *A. physocarpa* y *C. gigantea* en condiciones de laboratorio.36

Gráfica 2. Media consumida (mm^2) por orugas de *D. plexippus*, entre hojas maduras de *A. physocarpa* y *C. gigantea*, en condiciones de laboratorio.37

RESUMEN

En condiciones de laboratorio se evalúan las preferencias alimentarias de las orugas de la mariposa monarca (*Danaus plexippus* L.) por dos especies de plantas apocináceas [*Calotropos gigantea* (Willd) y *Asclepia physocarpa* (E.Mey)] las cuales crecen localmente y son consumidas de manera natural por la especie en mención. Así mismo se evalúan las preferencias alimentarias de dicha mariposa por hojas jóvenes y maduras de *C. gigantea*, y hojas jóvenes y maduras de la especie *A. physocarpa*. Se hicieron cortes foliares cuadrados de 11 mm, ubicados dentro de contenedores plásticos, donde individuos de *D. plexippus* en cuarto instar fueron ubicados en una posición neutral para su alimentación, por un período de una hora. Para las tres pruebas de preferencias alimenticias no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas.

ABSTRACT

In laboratory conditions the food preferences of the caterpillars of the monarch butterfly (*Danaus plexippus* L.) was evaluated by two species of milkweed plants [*Calotropis gigantea* (Willd) and *Asclepia physocarpa* (E. Mey)] which grow locally and are consumed naturally by the species in question. Also the food preferences of the butterfly are evaluated by young and mature leaves of *C. gigantea*, and *A. physocarpa*. Leaf square cuts of 11 mm were located inside plastic containers, where individuals of *D. plexippus* fourth instar were placed in a neutral position for feeding, for a period of one hour. For the three tests of food preferences no statistically significant differences were obtained.

1. MARCO TEÓRICO PROYECTO MACRO

1.1. Currículo para la Excelencia Académica y la Formación Integral

Es una política educativa propuesta por la Secretaría de Educación del Distrito (SED, 2012) que promueve el desarrollo de capacidades para el buen vivir y aprendizajes académicos de excelencia, así como la Educación para la Ciudadanía y la Convivencia, que implica contar con un currículo integral, con más tiempo para aprender, promoviendo el desarrollo de procesos desde la creatividad y la innovación, a través de prácticas pedagógicas que vinculen lo que se trabaja en la escuela con la cotidianidad y usando las Tecnologías de la Información y Comunicación (SED, 2014).

El desarrollo de este tipo de currículo, se centra en la construcción de la experiencia pedagógica donde se entiende que el proceso de formación es social y complejo, posibilitando al maestro reconocer diversas visiones desde lo cultural, lo social, lo político, lo ético y los conocimientos, permitiendo la reflexión y transformación de sus prácticas pedagógicas, propiciando a su vez el mejoramiento de su desempeño docente.

1.2. Centros de Interés en Ciencias Naturales

Es una estrategia pedagógica que está centrada en la exploración, la investigación y la curiosidad innata de los niños, niñas y jóvenes, que permite la integración natural del conocimiento

alrededor de los intereses y necesidades que se identifican en los espacios de aprendizaje, para convertirlos en ambientes de aprendizaje enriquecidos (SED, 2014).

El Centro de Interés (CI) fortalece la formación integral, potenciando los aprendizajes esenciales para el buen vivir a partir del diálogo y de los consensos entre los participantes; de igual manera formaliza, a la luz de los acuerdos curriculares, los aprendizajes, las acciones, los tiempos, los recursos y las formas de interacción con cada una de las áreas y ejes transversales. (SED, 2014).

La SED denominó a la metodología pedagógica de los CI como Reflexión-Acción-Participación (RAP), donde las preguntas centrales son *qué se aprende, cómo se aprende, y cómo se desarrollan estas capacidades de forma contextualizada social y territorialmente.*

Los Centros de Interés permiten en el maestro un enfoque pedagógico activo, pues a partir de las observaciones de los niños y sus aprendizajes, reconoce y elige los temas a trabajar según las necesidades e intereses de los estudiantes. También le permiten aplicar diversas estrategias didácticas para que ellos desarrollen sus habilidades y destrezas y mejoren su aprendizaje. Esto requiere que el docente fortalezca sus propias capacidades investigativas para que fomente el pensamiento crítico de los niños y promueva la discusión así como la comunicación en escenarios diferentes al aula de clase.

Los CI pueden ser una actividad (como un club de ciencias) o un escenario de la ciudad (por ejemplo un humedal o un parque). Extrapolando la experiencia de este trabajo, las actividades estarían relacionadas con la elección de plantas hospederas por parte de un insecto y los

escenarios son los laboratorios e Invernaderos de la Casita de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional que pueden constituirse en lugares a ser visitados periódicamente por los estudiantes y docentes de los colegios que participan en el programa, dándole a la Institución una positiva proyección social en el sector.

La SED propone cuatro líneas de acción para articular el área de Ciencias Naturales a los CI:

1. La intervención humana en los sistemas naturales.
2. La historia de las ideas científicas.
3. Conciencia ambiental.
4. La alimentación y el cuidado de la salud.

Las especies empleadas así como los temas y procedimientos explorados, generan más interrogantes permitiendo múltiples abordajes, convirtiéndolos en modelos adecuados para la implementación en los Centros de Interés.

2. INTRODUCCIÓN

La diversidad es una característica fundamental y ubicua de los seres vivos, esta resulta evidente en las diferentes categorías de la jerarquía taxonómica, también entre y al interior de las especies y no menos en la elección de las plantas que sirven de alimento a los herbívoros (plantas hospederas). En lo que atañe a los insectos, el conjunto de plantas hospederas al parecer no es fijo e inmutable. Estudios detallados han mostrado que algunos individuos o incluso la totalidad de las poblaciones de una especie puede aceptar o incluso rechazar varias especies de plantas aunque estas pertenezcan al conjunto usual de especies vegetales que utiliza como hospederos. Tanto el grupo de plantas hospederas como el orden de preferencia de las plantas aceptables con frecuencia varía entre las poblaciones y la suposición de que los insectos herbívoros poseen preferencias estables en torno a sus hospederos no está exenta de controversia (Bernays y Chapman 1994)

Las diferencias en la tendencia a encontrar o aceptar determinadas plantas hospederas podría ser innata o aprendida. Esta última categoría incluye aprendizaje asociativo y otros tipos de aprendizaje. A partir de la multitud de observaciones parece que la variación fenotípica en la preferencia por el hospedero y su utilización entre individuos y poblaciones de herbívoros es lo usual. La diferenciación genética en la preferencia de hospedero es probablemente más común de lo que los pocos informes acerca de este fenómeno sugieren (Dres y Mallet 2002 y Gould 1993).

Con base en la todavía muy limitada información, se asume que la variación en el comportamiento de selección de hospedero por parte de insectos herbívoros usualmente

involucra tanto factores innatos como aprendidos. En consecuencia cada insecto es un individuo, el cual además de desviarse de la media dispone de su propio conjunto de preferencias y aversiones alimentarias. Desde este punto de vista no existiría lo que podríamos denominar un comportamiento "aberrante" o atípico. Dentro de este contexto, el presente trabajo se enfoca en los aspectos fenotípicos de la selección de hospedero.

3. OBJETIVOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

- Reconocer las relaciones de las poblaciones locales de la mariposa monarca (*Danaus plexippus* L.) con las plantas apocináceas que les sirven como hospederos locales.
- Crear elementos y actividades para los Centros de Interés dentro del Currículo para la Excelencia Académica y la Formación Integral (SED) basados en la Biología de la mariposa monarca.
- Desarrollar métodos y protocolos eficientes, racionales y sostenibles para la cría y utilización de la mariposa monarca con fines educativos y científicos.

3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar, si las orugas de *Danaus plexippus* L. exhiben preferencia en la elección de plantas hospederas locales tales como *Asclepia physocarpa* (E. Mey) y *Calotropis gigantea* (Willd) (Apocinaceae).
- Cotejar los resultados de esta investigación con los obtenidos por otros investigadores en regiones biogeográficas diferentes.

4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN (HIPÓTESIS)

- H_0 = Entre las orugas estudiadas no hay preferencia por la especie ni por la edad de los hospederos.
- HA_1 = Las orugas estudiadas consumen más la planta que primero contactan.
- HA_2 = Las orugas estudiadas consumen menos, la planta que primero contactan.
- HA_3 = Las orugas estudiadas prefieren las plantas jóvenes a las plantas maduras.
- HA_4 = Las orugas estudiadas prefieren la *C. gigantea* a la *A. physocarpa*.

5. ANTECEDENTES

Además de los anotados más adelante en la referencias, algunos de los trabajos que sirvieron como guía e inspiración para esta investigación fueron:

- Ehrlich, P.R. and Raven P.H.(1964).Butterflies and Plants: A study in coevolution. *Evolution*, 18, 586-608. Este artículo hace referencia a los patrones de interacción entre dos poblaciones de organismos con una cercana relación ecológica como es la de las plantas y los herbívoros. Mencionando de esta manera que los grupos de animales fitófagos deben de sustraer su alimento de aquellas plantas que se encuentran disponibles en el punto geográfico y la extensión ecológica donde se encuentre, al igual de su aprovechamiento para la ovoposición por parte del macho siendo esta de gran importancia; sin embargo en ocasiones se presentan errores en este proceso obligando a la larva a buscar la planta apropiada para su alimentación o perecer. Esto hace además de que la planta que será consumida genere en ella algunas características estructurales y mecánicas para de esta manera modificar esta relación, limitando la aceptabilidad hacia la planta por parte de la larva.

Además de ello las plantas pueden llegar a modificar y poseer factores químicos los cuales son operativos a la hora de presentar dificultades mecánicas para las larvas. Estos factores químicos son de gran importancia a la hora de determinar la presencia alimenticia de las larvas, por ello la exploración de una planta en particular envuelve ajustes metabólicos en los insectos, haciéndolos ineficientes al momento de consumir

otras fuentes alimenticias, restringiéndolos de esta forma en su escogencia. Estos componentes químicos cambian con la edad, exposición al sol y otros factores ambientales los cuales pueden ser críticos para los insectos fitófagos.

- Marquis, R.J (2004). Herbivores rule. *Science*, 305, 619-2.
- May.R.M (1988). How many species are there on earth? *Science*, 241,1441-9
- Harborne J.B. (1985). Introducción a la Bioquímica Ecológica. Editorial Alhambr, S.A.
- Bernays, E.A. and Chapman, R.F. 1994. *Host-plant selection by phytophagous insects*. Chapman & Hall, New York. Este libro nos menciona como la cuarta parte de la población de organismos que se alimentan de plantas son macroscópicos, los cuales para su alimentación mastican o extraen los jugos de la planta, pero en general toda la planta es utilizada para dicho fin a pesar de sus variaciones las cuales sirven de barrera. Los insectos son el mayor enlace entre los productores primarios, las plantas y una gran cantidad de animales a niveles tróficos más altos. Los insectos fitófagos pueden haber tenido un rol muy importante en la evolución de las plantas al generar una amplia gama de defensas físicas y químicas; algunas especies de insectos son especialistas en algún tipo de planta convirtiéndose a tal punto como plagas o pestes dentro de algunos cultivos, sin embargo los insectos fitófagos pueden ser empleados para el beneficio de la comunidad precisamente por esa especialidad a la hora de escoger una planta alimenticia. Cuando se da el cambio de alimentación a una nueva planta el insecto inicialmente cambian de comportamiento debido a su proceso de adaptación esto debido

a las barreras químicas que presentan las plantas, sin embargo esto no dura mucho ya que estos cambios tardaran tiempo para cuando puedan tolerar las barreras químicas que la planta les impone.

- Singer, M.C. 1983^a Determinants of multiple hosts use by a phytophagous insect population. *Evolution*, 37, 389-403. Este articulo hace referencia a la oligofagia y como esta influye en gran medida en la preferencia alimenticia de los insectos además de las implicaciones que tiene para la planta dicha selección. Hace además referencia a que algunos insectos pueden tener una preferencia neutral lo cual hace que este use la primera planta que encuentra dentro del total de plantas de su preferencia, algunos sencillamente dentro de una gran variedad de plantas de su preferencia siempre escogerán una en particular; ante esto se menciona de que la selección natural actúa directamente sobre el huésped mas no sobre la preferencia por el mismo.
- Jermy, T. 1966. Feeding inhibitors and food preference in chewing phytophagous insects. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 9, 1-12.
- Agrawal A.A. et al. 2009. Phylogenetic ecology of leaf surface traits in the milkweeds (*Asclepias* spp.): Chemistry, ecophysiology, and insects behavior. *New Phytologist* 183: 848-867 Este articulo menciona como la superficie de la hoja desempeña un papel crucial en las interacciones bióticas y abióticas, esto con el fin de estudiar sus ventajas y desventajas, en este se menciona de que posiblemente una especie de glauco podría ser el antepasado del algodoncillo encontrando así gran cantidad de cadenas de aldehídos largas

que son características de estas, junto con ello se miro la incidencia de la fotosíntesis, la densidad en los estomas para así determinar el comportamiento de las orugas con la preferencia alimenticia.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Sujetos

Se emplearon 60 orugas de *Danaus plexippus* L., en cuarto instar criadas en condiciones laboratorio (humedad relativa promedio; 39,7% y temperatura promedio 23,8°C), cuyo pie de cría provino del Municipio de Cáqueza, Cundinamarca, alrededores de la Piscina Municipal (4°24'49,18" latitud norte; 73°75'21.56" longitud oeste). Estas orugas se alimentaban en campo con *Asclepia curassavica* L., especie con la que continuaron alimentándose en el invernadero y en el laboratorio hasta el día del ensayo. Para la prueba de preferencia alimentaria se usó *Asclepia physocarpa* (E. May) igualmente cultivada mientras que la *Calotropis gigantea* provino exclusivamente de una población silvestre recolectada en la Carretera Bogotá-Melgar, Cundinamarca, sitio Alto de las Canecas (4°15'37,31" latitud norte; 74°32'16,61" longitud oeste).

El laboratorio y los invernaderos se encuentran en la "Casita de Biología", Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, D.C. Cundinamarca (4°39'29,6" latitud norte 74°3'29.84" longitud oeste).

6.2. Materiales

Para el montaje se utilizaron 60 recipientes plásticos translúcidos de 16 onzas, con tapa, 120 bases de icopor blanco de 90 mm de diámetro marca Darnel®, 60 discos de papel filtro

Macherei-Naguel+Co®, y 60 discos de malla plástica tipo mosquitero (de 1mm de cuadrícula) del mismo diámetro (Ver Figura 1).



Figura 1. Materiales utilizados en los ensayos de selección de hospedero

(A)



(B)

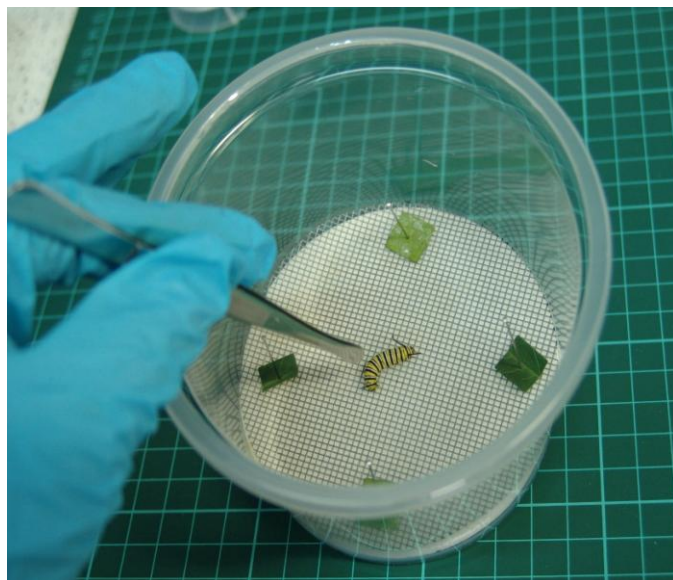


Figura 2 (A) Muestras troqueladas a partir de las hojas del hospedero, colocadas en un recipiente hermético provisto de humedad. (B) Montaje empleado para la realización del ensayo de selección de hospedero, no se incluye la tapa de cierre hermético.

Se emplearon hojas jóvenes, creciendo cerca a los meristemas o los botones florales y hojas maduras, ubicadas en las áreas basales de los tallos, estas ya presentaban una ligera tonalidad amarillenta en algunas de sus partes. Para cortar las hojas se emplearon troqueles cuadrados de 11mm (Barrilito®). Generalmente, se eliminó la nervadura central para facilitar el uso del troquel. Se emplearon alfileres niquelados de 3,4 cm de longitud (Mega Products ®), para sujetarlos al fondo del recipiente.

Para mantener frescos los recortes de las plantas se guardaron en recipientes herméticos (Sistema Plastic ®) con un fondo de paño absorbente de celulosa húmeda (Cleany®), manteniendo separadas las hojas jóvenes y maduras de cada especie, las cuales fueron expuestas a las orugas casi inmediatamente después de haber sido troqueladas. (Ver Figura 2).



Figura 3 *Calotropis gigantea*. Planta hospedera local de *Danaus plexippus*.
Fotografía tomada por: Castillo Jazmin 2014



Figura 4 *Asclepia physocarpa*. Planta hospedera local de *Danaus plexippus*.
Fotografía tomada por: Castillo Jazmin 2014

6.3. Procedimientos

En el fondo de cada recipiente se colocaron en su orden dos discos de icopór, un disco de papel filtro, húmedo con agua pura (Brisa®) asperjada finamente con atomizador y la malla para reducir el contacto de las hojas con el papel, siguiendo en este caso las recomendaciones dadas por Jermy *et al.*, (1968).

Para establecer la posición de las hojas cortadas, se marcó con lápiz cada disco de papel filtro, usando como referencia una de las bases de icopór donde se dibujaron dos líneas perpendiculares (en cruz) cuyos extremos quedaron a 1 cm del borde; se emplearon los extremos de la misma línea para clavar con alfileres corrientes y por el haz las muestras cuadradas de la hoja verde y madura de la misma especie. Una vez listos todos los recipientes, en el centro cada uno se ubicó tomándolas con pinzas pluma la oruga de *Danaus plexippus* tapando herméticamente, tratando

así de reducir la deshidratación de las hojas y/o la fuga de volátiles durante el ensayo (Ver figura 3)

Durante todo el montaje se emplearon guantes nuevos de nitrilo libres de talco (Kimberly-Clark); para el manejo de los troquelados de las plantas y las orugas se usaron pinzas pluma de punta redonda (bioquip®). Las pinzas, troqueles y tijeras se lavaron cuidadosamente con agua tibia y bicarbonato de sodio después de cada ensayo y las superficies de los mesones del laboratorio se limpiaron cuidadosamente con solución de hipoclorito de sodio de uso doméstico (Clorox®).

6.3.1. Método de observación

Se hizo una observación preliminar a los 25 minutos para reconocer si hubo contacto, alimentación y/o fidelidad con la planta seleccionada. Las orugas fueron retiradas definitivamente a la hora de iniciada la observación. Luego se procedió a medir el área consumida, usando como patrón papel milimetrado en el que se delineó un cuadrado de 11 mm, correspondiente al tamaño inicial de cada muestra foliar. Sobreponiendo la hoja consumida en el papel, se contaron los cuadrados visibles empleando un estereomicroscopio Carl Zeiss Jena, con ocular 6,3X y objetivos 1,6X. Los datos de las observaciones fueron consignados en los formatos diseñados para tal fin (Torres, com. pers.)(Ver anexos)

7. RESULTADOS

Para describir y categorizar el comportamiento de elección de hospedero aquí empleamos solamente el concepto de preferencia (considerada como el consumo consistente de una especie (o estado) de planta por parte de una especie de oruga (Schoonhoven 1987), esto debido a que en ninguno de los casos examinados la oruga llegó a una planta y la abandonó para consumir otra, hecho que nos habría permitido establecer y valorar otras categorías usuales de comportamiento como fidelidad y/o permanencia (Schoonhoven 1973). En todos los casos la planta seleccionada en primera instancia fue la consumida por la oruga. De otra parte, para los análisis estadísticos, no se consideraron aquellas orugas que dejaron de alimentarse

Al final y en concordancia con las hipótesis planteadas al inicio, se pudo responder a dos interrogantes:

1. De cada una de las dos especies de plantas hospederas ¿Las orugas prefieren hojas jóvenes o maduras?
2. Una vez que las orugas han elegido entre plantas maduras de *C. gigantea* y *A. physocarpa* ¿Cuánto consumieron?

Para los tres montajes experimentales aplicamos pruebas t para medias de dos muestras emparejadas, determinando la significancia estadística de las preferencias entre plantas maduras

y jóvenes al interior de las dos especies, y las diferencias en el área de material vegetal consumido entre las dos especies de plantas involucradas en este estudio.

7.1. Plantas maduras vs. Plantas jóvenes de *Calotropis gigantea*

De 24 orugas que se alimentaron, 13 (54%) lo hicieron consistentemente de hojas maduras de la especie *C. gigantea*, mientras que 11 orugas (46%) se alimentaron de hojas jóvenes de dicha especie. Esta diferencia no es estadísticamente significativa, puesto que el valor de p es mucho mayor a 0,05, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1.

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas: Preferencias alimenticias de *D. plexippus*, entre hojas maduras vs hojas jóvenes de *C. gigantea*

	<i>Hojas Maduras</i>	<i>Hojas Verdes</i>
Media	6,5	5,5
Varianza	12,5	4,5
Observaciones	2	2
Grados de libertad	1	
P(T<=t) dos colas	0,844041739	
Valor crítico de t (dos colas)	12,70620474	

Coefficiente de correlación de Pearson -1; Diferencia hipotética de las medias 0 Estadístico t 0,25; P(T<=t) una cola 0,42202087; Valor crítico de t (una cola) 6,313751515

7.2. Plantas maduras vs. Plantas jóvenes de *Asclepia physocarpa*

De 28 orugas que se alimentaron, 14 (50%) lo hicieron de hojas maduras, mientras que el 50% restante se alimentó de hojas jóvenes. Es evidente que no hay diferencia entre las preferencias alimenticias de este grupo de orugas.

Tabla 2.

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas: Preferencias alimentarias de *D. plexippus*, entre hojas maduras vs hojas jóvenes de *A. physocarpa*

	Variable 1	Variable 2
Media	7	7
Varianza	8	2
Observaciones	2	2
Grados de libertad	1	
P(T<=t) dos colas	1	
Valor crítico de t (dos colas)	12,70620474	

Coefficiente de correlación de Pearson 1; Diferencia hipotética de las medias; 0; Estadístico t 0; P(T<=t) una cola 0,5; Valor crítico de t (una cola)

6,313751515

7.3. Plantas maduras de *Asclepia physocarpa* vs. Plantas maduras de *C. gigantea*

De 61 orugas que se alimentaron, 30 lo hicieron de hojas maduras de la especie *A. physocarpa*, mientras que 31 lo hicieron de hojas maduras de la especie *C. gigantea*. En este caso tampoco hubo diferencias significativas entre las preferencias por una u otra especie. Para determinar si las diferencias entre la cantidad de material vegetal consumido fueron significativas, también se aplicó una prueba t de student, que arrojó una p: 0,27, lo que indica que tampoco hay diferencias significativas entre la cantidad de material vegetal consumido.

Tabla 3.

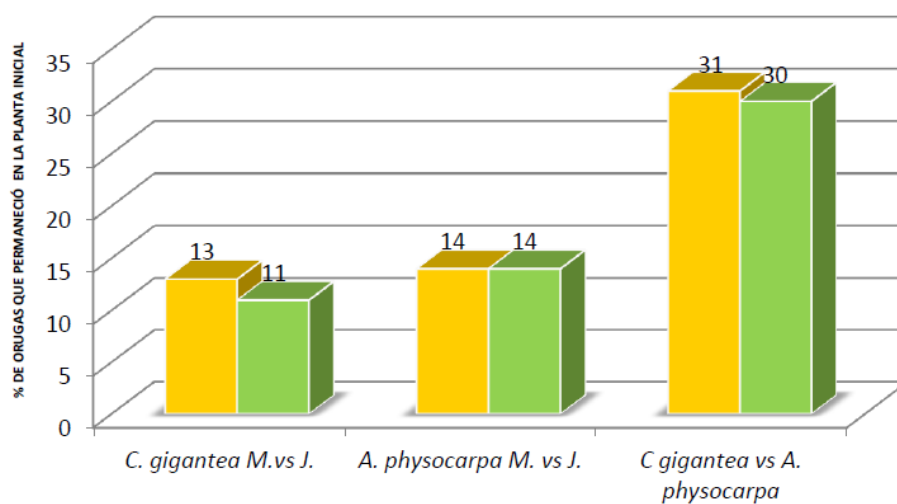
Prueba t para medias de dos muestras emparejadas: Preferencias alimenticias de *D. plexippus*, entre hojas maduras de *A. physocarpa* vs hojas maduras de *C. gigantea*

	<i>A. physocarpa</i>	<i>C. gigantea</i>
Media	34,06000	24,48167
Varianza	1855,94414	897,89339
Observaciones	60,00000	60,00000
Grados de libertad	59,00000	
P(T<=t) dos colas	0,27047	
Valor crítico de t (dos colas)	2,00100	

Coefficiente de correlación de Pearson -0,65627; Diferencia hipotética de las medias 0,00000; Estadístico t 1,11243; P (T<=t) una cola 0,13523; Valor crítico de t (una cola) 1,67109

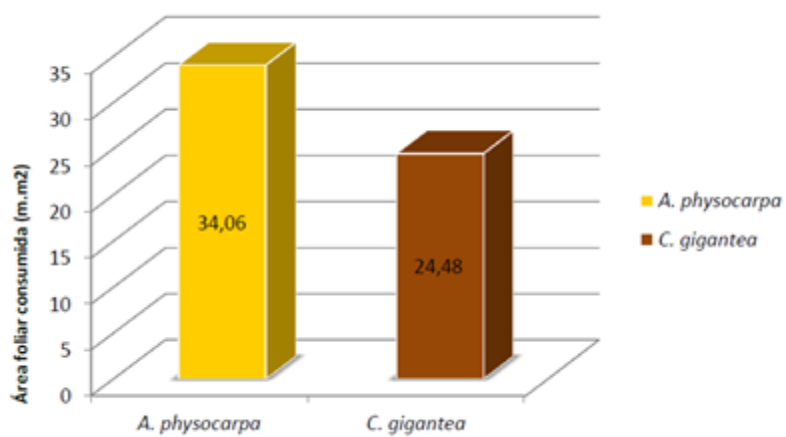
Grafica 1.

Preferencia alimenticia de *D. plexippus*, entre hojas verdes y maduras de *A. physocarpa* y *C. gigantea* y entre hojas verdes de *A. physocarpa* y *C. gigantea*, en condiciones de laboratorio



Grafica 2.

Media consumida (mm^2) por orugas de *D. plexippus*, entre hojas maduras de *A. physocarpa* y *C. gigantea*, en condiciones de laboratorio



8. DISCUSIÓN

Frente a los resultados obtenidos es importante anotar que en este trabajo, la población experimental de orugas de *D. plexippus* fue alimentada en los días previos con hojas jóvenes de *A. physocarpus*, una de las plantas empleadas en los ensayos junto con *C. gigantea* ambas plantas pertenecientes a la familia Apocinaceae (anteriormente Asclepidaceae) hecho del que podría deducirse que dada la semejanza en los metabolitos secundarios, -fuertemente involucrados como fagoestimulantes en la elección de hospedero por parte de los insectos- las orugas de *D. plexippus*, no perciben diferencias significativas al momento de elegir su planta hospedera, ni tampoco por la edad de las hojas al interior de una misma especie. Sin embargo autores como Peterson et al. (2012) en un ensayo similar y utilizando como hospederos a *Asclepia incarnata* y *Asclepia syriaca* si mostraron preferencias significativas no solo por la edad de las hojas suministradas al interior de cada especie sino también por una de las dos especies. En resumen, sus datos sugieren que las orugas de la población estudiada (asumimos que se trata de una población Paleártica, pues esta información no se incluye en su artículo) muestran una preferencia significativa por las hojas jóvenes en cada una de las dos especies, así como una preferencia significativa por una de las especies de planta utilizada.

Frente a esta clara diferencia varios autores plantean en lo que respecta a la selección de la planta hospedera que la variación es la regla, en consecuencia, no solo las especies, los biotipos sino también los individuos, pueden desviarse de su comportamiento alimentario "típico" por diferentes circunstancias no solo genéticas sino también aprendidas, de las cuales varias podrían estar inicialmente involucradas en las diferencias aquí planteadas. Entre estas cabe citar las mencionados por varios autores: (p. ej. Schoonhoven et al. 1987) la influencia de factores

geográficos, las diferencias entre poblaciones de una misma región, la influencia de factores ambientales (estacionalidad, temperatura, riesgos de depredación), la etapa del desarrollo, los cambios (no asociativos y asociativos) inducidos por experiencias previas en lo relacionado con plantas hospederas alternas. Algunos de estos factores pueden actuar de manera conjunta y sinérgica.

Para el caso que nos ocupa, es posible, como también lo han sugerido algunos autores (Dixon, et al. 1978) que la concentración y calidad de los glicósidos cardiacos presentes en las plantas hospederas no sean señales importantes en lo directamente relacionado con la selección y consumo de la planta, donde estos solo actuarían como deterrentes suaves y no selectivos (Brower 1988). Por lo que la potencia emética de *D. plexippus* así como de otras mariposas protegidas algunas veces puede sobrepasar a la de las mismas hojas de las mismas plantas consumidas, esto debido a factores endógenos adicionales que resultan más importantes como estimulantes de almacenamiento de glucósidos cardiacos que la cantidad o calidad de los cardenólidos presentes en las hojas.

De otra parte, los cambios metabólicos durante las diferentes etapas del ciclo de vida, más que la secuestación por parte de la oruga, podrían dar cuenta de un aumento o descenso importante en la toxicidad del insecto, comparado con el de la planta hospedera (Dixon et al. 1978).

Por lo anterior, y en relación con las plantas utilizadas en este trabajo podríamos considerar que tanto *A. physocarpa* como *C. gigantea*, la primera cultivada en invernadero y la segunda traída directamente del campo para este estudio, podrían ser plantas con un contenido y concentración

de glucósidos muy semejante que las orugas no logran inicialmente discriminar asimilándolo de manera indistinta, y el que además no se constituye en una señal definida de selección por parte del insecto. Aquí es importante enfatizar que esto último no quiere decir que durante el posterior desarrollo de la mariposa y sumados los factores endógenos ya mencionados no se logren diferentes niveles de protección química dependiendo cuando menos de las plantas hospederas ingeridas. Sin duda, las interacciones están inmersas dentro de contextos bióticos y abióticos mucho más amplios de los que usualmente se consideran.

Con relación a lo anterior se puede decir que la hipótesis nula (H_0) se apoyo con los datos obtenidos en este trabajo al igual que la hipótesis alterna (H_{A1}) la cual damos cuenta a la hora de observar la preferencia alimenticia de las larvas de *Danaus plexippus*; sin embargo como se ha mencionado anteriormente no quiere decir de que en estudios posteriores y de este tipo, los resultados obtenidos se repitan.

9. CONCLUSIONES Y ESPECULACIONES

1. Orugas de cuarto instar de la especie *Danaus plexippus* alimentadas en su mayor parte con hojas jóvenes de *Asclepia curassavica* bajo condiciones de laboratorio a partir de huevos recolectados en el campo sobre las hojas de esta misma planta, no mostraron diferencias significativas al momento de seleccionar entre hojas jóvenes y maduras de *A. physocarpa* en un ensayo convencional de preferencia que involucró un total de 60 orugas.

2. Orugas de cuarto instar de la especie *Danaus plexippus* alimentadas en su mayor parte con hojas jóvenes de *Asclepia curassavica* bajo condiciones de laboratorio a partir de huevos recolectados en el campo sobre las hojas de esta misma planta, no mostraron diferencias significativas al momento de seleccionar entre hojas jóvenes y maduras de *Calotropis gigantea* en un ensayo convencional de preferencia que involucró un total de 60 orugas

3. Orugas de cuarto instar de la especie *Danaus plexippus* alimentadas en su mayor parte con hojas jóvenes de *Asclepia curassavica* bajo condiciones de laboratorio a partir de huevos recolectados en el campo sobre las hojas de esta misma planta, no mostraron diferencias significativas al momento de seleccionar entre hojas maduras *A. physocarpa* y hojas maduras de *Calotropis gigantea* en un ensayo convencional de preferencia que involucró un total de 60 orugas

4. Después de la primera elección las orugas en ningún caso cambiaron de planta y comenzaron a comer de manera sostenida.

5. Algunas orugas no hicieron contacto alguno con las plantas hospederas disponibles por lo que durante el ensayo no llegaron a alimentarse.

6. Con base a los objetivos planteados se puede dar cuenta de que se logro reconocer las relaciones entre las poblaciones locales de la mariposa monarca (*Danaus plexippus* L) con las plantas de Apocináceas que le sirven como hospederos

7. Este trabajo es una de las muchas posibilidades que se pueden apropiiar para el buen desarrollo y apropiación de los centros de interés partiendo del hecho de que esta es una actividad investigativa basado en la Biología de la mariposa monarca y que ayuda a la formación académica y de excelencia

8. Con este trabajo se emplearon métodos y protocolos que facilitaron el desarrollo de este trabajo al igual que la toma de datos a la hora de abordar el experimento todo esto con el fin de mejorar y apropiiar los espacios de la Universidad Pedagógica Nacional con fines educativos.

9. Se hace pertinente la adecuación de estos espacios educativos para fines investigativos, y para ello se necesita de la cría masiva de diferentes especies a estudiar ya no solo de la mariposa monarca (*Danaus plexippus*) sino a la vez de otras que aporten a la formación como maestros y para los estudiantes que deseen acceder a este conocimiento.

Finalmente, y en relación con lo anotado en la discusión, resulta pertinente continuar indagando sobre los distintos factores y protagonistas que influyen en la elección de hospedero, a la vez que se continúa con el desarrollo de protocolos y modelos educativos y experimentales que permitan hacerlo con provecho. De otro lado, el estudio y el conocimiento de las interacciones entre los herbívoros y las plantas es quizás una de las formas más fructíferas de enseñar e investigar en biología y otras ciencias naturales, pues estas son un modelo de cómo las especies interactúan de manera más general y cómo se han tejido dichas asociaciones y antagonismos a lo largo de la historia contingente de la Vida sobre la Tierra ¿No es esto acaso una gran parte de la biología?

10. REFERENCIAS

- Brower L.P. (1988). Avian predation on the monarch butterfly and its implications for mimicry theory. *The American Naturalist* Vol. 131.
- Dixon, C.A. et al. (1978). Some adaptations between *Danaus plexippus* and its food plant, with notes on *Danaus chrysippus* and *Euploea core* (Insecta: Lepidoptera). *Journal of Zoology*. Volume 185, Issue 4, pages 437–467.
- Dres, M. and Mallet, J. (2002). Host races in plant feeding insects and their importance in sympatric speciation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, B357, 471-92.
- Gould, F.(1993). The spatial scale of the genetic variation in insect populations. In *Evolution of insect pests. Patterns of variation* (ed. K.C. Kim and B.A. McPherson), John Wiley. pp. 67-85.
- Jermyn, T., Hanson F.E., and Dethier V.G. (1968). Induction of specific food preference in lepidopterous larvae. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 11, 211-30.
- Peterson J., Pherson N., Schliemann N., and Wunderlich D. 2012. Food preferences of *Danaus plexippus* larvae. University of Minnesota. Recuperado de:
<http://www.monarchlab.org/Lab/Research/ViewProject.aspx?ResearchProjectID=107>
- Schoonhoven, L.M. (1973). Plant recognition by lepidopterous larvae. *Symposia of the Royal Entomological Society of London*, 6, 87-99.
- Schoonhoven, L.M. (1987). What makes a caterpillar eat? In *The sensory code underlying feeding behavior*. Springer Verlag.
- Secretaría de Educación de Bogotá. (2012). Plan Sectorial de educación 2012-2016 Calidad para todos y todas. Recuperado de:

http://www.sedbogota.edu.co/archivos/SECTOR_EDUCATIVO/PLAN_SECTORIAL/2013/Bases%20Plan%20Sectorial%20Educacion%20DEF%204072013.pdf

Secretaria de Educación del Distrito. (2014). Currículo para la excelencia académica y la formación integral. Orientaciones Generales. Recuperado de:

[http://www.educacionbogota.edu.co/archivos/Temas%20estrategicos/Documentos/ORIENTACIONES GENERALES 40 X 40 MARZO 19.pdf](http://www.educacionbogota.edu.co/archivos/Temas%20estrategicos/Documentos/ORIENTACIONES_GENERALES_40_X_40_MARZO_19.pdf).

Secretaria de Educación del Distrito. (2014). Currículo para la excelencia académica y la formación integral. Lineamientos para el área de Ciencias Naturales. Recuperado de:

[http://www.educacionbogota.edu.co/archivos/Temas_estrategicos/Documentos/Lineamientos Ciencias Naturales 19 Marzo.pdf](http://www.educacionbogota.edu.co/archivos/Temas_estrategicos/Documentos/Lineamientos_Ciencias_Naturales_19_Marzo.pdf).

11. ANEXO

11.1 Preferencia Alimenticia

Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Biología

Formato de registro para preferencias alimentarias de <i>D. plexippus</i> entre hojas maduras y jóvenes de <i>Asclepia physocarpa</i> y <i>Calotropis gigantea</i>				
	Preferencias (marcar con una X)			
Individuo número	Hojas maduras de <i>Calotropis gigantea</i>	Hojas jóvenes de <i>Calotropis gigantea</i>	Hojas maduras de <i>Asclepia physocarpa</i>	Hojas jóvenes de <i>Asclepia physocarpa</i>
1				x
2		x		
3				
4			x	
5			x	
6			x	
7		x		x
8				
9				x
10		x		
11				
12	x	x		
13				
14				x
15			x	
16	x	x		
17				
18		x		
19				
20				x
21	x			
22	x			
23			x	
24				

Elaborado por: Rodrigo Torres Núñez

Universidad Pedagógica Nacional
 Facultad de Ciencia y Tecnología
 Departamento de Biología

Formato de registro para preferencias alimentarias de <i>D. plexippus</i> entre hojas maduras y jóvenes de <i>Asclepia physocarpa</i> y <i>Calotropis gigantea</i>				
	Preferencias (marcar con una X)			
Individuo número	Hojas maduras de <i>Calotropis gigantea</i>	Hojas jóvenes de <i>Calotropis gigantea</i>	Hojas maduras de <i>Asclepia physocarpa</i>	Hojas jóvenes de <i>Asclepia physocarpa</i>
25				x
26			x	
27	x			
28	x			
29				x
30			x	
31				x
32				
33	x			
34				x
35	x			
36		x		
37				x
38			x	
39			x	
40				x
41		x		
42			x	
43				x
44		x		
45		x		
46			x	
47	x			
48				

Elaborado por: Rodrigo Torres Núñez

Universidad Pedagógica Nacional
 Facultad de Ciencia y Tecnología
 Departamento de Biología

Formato de registro para preferencias alimentarias de <i>D. plexippus</i> entre hojas maduras y jóvenes de <i>Asclepia physocarpa</i> y <i>Calotropis gigantea</i>				
	Preferencias (marcar con una X)			
Individuo número	Hojas maduras de <i>Calotropis gigantea</i>	Hojas jóvenes de <i>Calotropis gigantea</i>	Hojas maduras de <i>Asclepia physocarpa</i>	Hojas jóvenes de <i>Asclepia physocarpa</i>
49			x	
50			x	
51		x		
52	x			x
53				
54	x		x	
55				
56	x		x	
57				
58	x		x	
59				
60		x	x	
Total				

Elaborado por: Rodrigo Torres Núñez

11.2 Área foliar consumida

Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Biología

Formato de registro de área foliar consumida por <i>Danaus plexippus</i> en hojas maduras de <i>Asclepias physocarpa</i> y <i>Calotropis gigantea</i>		
Individuo número	Área foliar consumida (mm ²) de hoja de <u>Asclepia physocarpa</u>	Área foliar consumida (mm ²) de hoja de <u>Calotropis gigantea</u>
1		
2		
3		
4	44 mm ²	
5	66 mm ²	
6	28 mm ²	
7		
8		
9		
10		
11		
12		26 mm ²
13		
14		
15	71 mm ²	
16		52.3 mm ²
17		
18		
19		
20		
21		37.2 mm ²
22		64 mm ²
23	64 mm ²	
24		
25		

Elaborado por: Rodrigo Torres Núñez

Universidad Pedagógica Nacional
 Facultad de Ciencia y Tecnología
 Departamento de Biología

Formato de registro de área foliar consumida por <i>Danaus plexippus</i> en hojas maduras de <i>Asclepias physocarpa</i> y <i>Calotropis gigantea</i>		
Individuo número	Área foliar consumida (mm ²) de hoja de <u>Asclepia physocarpa</u>	Área foliar consumida (mm ²) de hoja de <u>Calotropis gigantea</u>
26		
27		38.5 mm ²
28		69 mm ²
29		26 mm ²
30	120.3 mm ²	
31		
32		
33		11 mm ²
34		
35		59 mm ²
36		
37		
38	23.5 mm ²	
39	46 mm ²	
40		30 mm ²
41		
42	29 mm ²	
43		23 mm ²
44		25 mm ²
45		11 mm ²
46	100 mm ²	
47		62 mm ²
48	121 mm ²	
49	73.8 mm ²	
50		

Elaborado por: Rodrigo Torres Núñez

Universidad Pedagógica Nacional
 Facultad de Ciencia y Tecnología
 Departamento de Biología

Formato de registro de área foliar consumida por <i>Danaus plexippus</i> en hojas maduras de <i>Asclepias physocarpa</i> y <i>Calotropis gigantea</i>		
Individuo número	Área foliar consumida (mm ²) de hoja de <u>Asclepia physocarpa</u>	Área foliar consumida (mm ²) de hoja de <u>Calotropis gigantea</u>
51		
52		
53	12.5 mm ²	
54	1.3 mm ²	
55	117.8 mm ²	
56		
57	22 mm ²	
58		
59	32.5 mm ²	
60		

Elaborado por: Rodrigo Torres Núñez