

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD AGRONOMIA**



**“ACTIVIDAD ALIMENTARIA DEL GUSANO EJERCITO *Spodoptera
ochrea* (HAMPSON) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EN DISTINTAS
DIETAS NATURALES EN CONDICIONES DE LABORATORIO”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

FIDEL HAUSSEN ROJAS IRURI

LIMA-PERÚ

2023

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

Document Information

Analyzed document	TESIS REDACCION, FIDEL-SPODOPTERA, REVISIÓN 2022 , Discusión general, final.docx (D143062044)
Submitted	2022-08-19 05:54:00
Submitted by	Alexander Rodriguez Berrio
Submitter email	arodriber@lamolina.edu.pe
Similarity	0%
Analysis address	arodriber.unalm@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	ESCRITO FINAL 04 AGOSTO 13HORAS.docx Document ESCRITO FINAL 04 AGOSTO 13HORAS.docx (D40728585)	 1
SA	TESIS_FRENCHO_BORRADOR_2edit.docx Document TESIS_FRENCHO_BORRADOR_2edit.docx (D16600679)	 1
SA	baquero.docx Document baquero.docx (D15700384)	 1
SA	ACFrOgCs0uiBEIgfVjP87b-GTZFFS6JPnMx1baH9LWISZ0V9WJCY-n_Z1cKcCE8IP6qDqAb8Jz76X7D5cOCZyt3V2Cn7FL8xPRg4eR9QNvbqGThB.pdf Document ACFrOgCs0uiBEIgfVjP87b-GTZFFS6JPnMx1baH9LWISZ0V9WJCY-n_Z1cKcCE8IP6qDqAb8Jz76X7D5cOCZyt3V2Cn7FL8xPRg4eR9QNvbqGThB.pdf (D76946160)	 1

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE AGRONOMIA
TESIS: "ACTIVIDAD ALIMENTARIA DEL GUSANO EJERCITO (Spodoptera ochrea HAMPSON) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EN DISTINTAS DIETAS NATURALES EN CONDICIONES DE LABORATORIO"
Presentado por: FIDEL HAUSSEN ROJAS IRURI
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRONOMO
Lima-Perú
2022
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE AGRONOMÍA
"ACTIVIDAD ALIMENTARIA DEL GUSANO EJERCITO Spodoptera ochrea (HAMPSON) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EN DISTINTAS DIETAS NATURALES EN CONDICIONES DE LABORATORIO"
FIDEL HAUSSEN ROJAS IRURI

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“ACTIVIDAD ALIMENTARIA DEL GUSANO EJERCITO *Spodoptera ochrea*
(HAMPSON) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EN DISTINTAS DIETAS
NATURALES EN CONDICIONES DE LABORATORIO”**

Fidel Haussen Rojas Iruri

Tesis para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Sady García Bendezú
PRESIDENTE

Dr. Alexander Rodríguez Berrio
ASESOR

Ing. Mg. Sc. Germán Joyo Coronado
MIEMBRO

Ing. Mg. Sc. Guillermo Sánchez Velásquez
MIEMBRO

LIMA - PERÚ
2023

DEDICATORIA

Todos aquellos que siguen sus sueños y son temerarios
en lograr cosas nuevas.

A mis padres y familia por todo el cariño, apoyo en
seguir adelante y acompañarme en terminar mi época
universitaria.

Mi pareja Carla por todo el respaldo y apoyo en terminar
la tesis y por todo el tiempo que ha demostrado que
desea mi superación y convirtiéndose mi inspiración para
ser cada día mejor.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor Dr. Alexander Regulo Rodríguez Berrio por toda la paciencia y dedicación en seguir apoyándome y demostrarme que la enseñanza se puede dar fuera de cuatro paredes.

A la Universidad Nacional Agraria la Molina por permitirme aprender y obtener experiencias claves para mi formación.

Al museo de Entomología Klaus Raven Büller por la utilización del laboratorio

A mi amigo y colega Jonathan Vásquez Regalado por brindarme su conocimiento y amistad desde mis primeros día en la Universidad

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1.	ASPECTOS GENERALES	3
2.1.1.	Clasificación científica.....	3
2.1.2.	Distribución geográfica	3
2.1.3.	Daños.....	3
2.1.4.	Ciclo Biológico	4
2.1.5.	Estados de desarrollo y aspectos morfológicos.....	4
2.2.	REFERENCIAS RELACIONADO A LA ALIMENTACIÓN EN LEPIDOPTEROS.....	5
2.3.	PLANTAS HOSPEDERAS	6
2.3.1.	Taxonomía de “Capuli cimarrón”: <i>Nicandra physalodes</i> (Linneo)	6
2.3.2.	Descripción botánica	7
2.3.3.	Composición fitoquímica	8
2.3.4.	Taxonomía de “Higuerilla”: <i>Ricinus communis</i> L.	9
2.3.5.	Descripción botánica	9
2.3.6.	Composición fitoquímica	10
2.3.7.	Taxonomía de “Camote”: <i>Ipomoea batatas</i> L.....	11
2.3.8.	Descripción botánica	12
2.3.9.	Composición fotoquímica	13
2.4.	METABOLITOS SECUNDARIOS	14
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN	18
3.2.	MATERIALES.....	18
3.2.1.	Material experimental	18
3.2.2.	Material para la crianza	18
3.2.3.	Materiales para obtención de datos	19

3.3. METODOLOGÍA.....	20
3.3.1. Acondicionamiento	20
3.3.2. Recolección	22
3.3.3. Crianza masal	22
3.3.4. Crianza individual	24
3.3.5. Datos del estado clima.....	27
3.3.6. Variables a evaluar	27
3.3.7. Índices nutricionales.....	31
3.3.8 Diseño estadístico	33
IV. RESULTADOS Y DISCUCIONES.....	34
4.1. RESULTADOS	34
4.2. DISCUCIONES.....	41
V. CONCLUSIONES	44
VI. RECOMENDACIONES	45
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
VIII. ANEXOS.....	50

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1.	Metabolitos secundarios presentes en el extracto etanólico y hexánico de <i>Nicandra physalodes</i>	8
Tabla 2.	Marcha fitoquímica <i>Ricinus communis</i> L. “Higuerilla”	11
Tabla 3.	Metabolitos secundarios identificados en los extractos acuosos y alcohólicos del material vegetal de <i>Ipomoea batatas</i>	13
Tabla 4.	Media aritmética; T°: temperatura; TRcr: tasa relativa de crecimiento; TRCo: tasa relativa de consumo; ECI: eficiencia de conversión de alimento ingerido; ECD: eficiencia de conversión de alimento digerido; DA: digestibilidad aproximada. Tiempo: duración en días de alimentación	34
Tabla 5.	TRcr: tasa relativa de crecimiento; TRCo: tasa relativa de consumo; ECI: eficiencia de conversión de alimento ingerido; ECD: eficiencia de conversión de alimento digerido; DA: digestibilidad aproximada. Prueba Tukey al 5%	35
Tabla 6.	Valores en miligramos (mg) con su media aritmética (x) y la desviación típica o estándar (SD), que representa la dispersión de los datos respecto a la medida aritmética	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Planta de <i>Nicandra physalodes</i>	7
Figura 2.	Planta de <i>Ricinus communis</i> L	10
Figura 3.	Planta de <i>Ipomoea batatas</i> L	12
Figura 4.	Taper de 25.4 x 25.4 x 13.1.	20
Figura 5.	Papel toalla en círculos en las placas.	21
Figura 6.	Frasco de vidrio grande	21
Figura 7.	Desinfección de hojas con lejía 0.1%.	22
Figura 8.	Papel toalla doblada como abanico.	23
Figura 9.	Corte de papel con posturas	24
Figura 10.	Trozo de hoja cortada	25
Figura 11.	Colocación de larvas recién eclosionadas	26
Figura 12.	Colocación de 30 placa petri por sustrato de alimento	26
Figura 13.	Evacuación de líquidos de la fase pre-pupa	27
Figura 14.	Fotografiado de las hojas	28
Figura 15.	El área de la hoja con el programa Image J.	29
Figura 16.	Instalación de las hojas en las placas Petri	30
Figura 17-18.	Área consumida por la larva de <i>Spodoptera ochrea</i> mostrando el daño utilizando el programa ImajeJ	30
Figura 19.	Comparación de los índices nutricionales de tres dietas en sus generaciones	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Fotografías tomadas durante el experimento de la crianza de <i>Spodoptera ochrea</i> en las dos generaciones	50
Anexo 2.	Valores obtenidos de la primera generación y segunda generación alimentadas con hojas de Higuierilla, Capulí y Camote.	54
Anexo 3.	Datos convertidos en los índices nutricionales de las dietas de Higuierilla, Capulí y Camote de las dos generaciones.	57
Anexo 4.	Temperatura y humedad relativa registradas dentro del laboratorio en las generaciones de <i>Spodoptera ochrea</i> en dietas de Higuierilla, Capulí y Camote.	63
Anexo 5.	La variación de los índices nutricionales de acuerdo a la dieta por dos generaciones continúa.	66
Anexo 6.	Diferencia significativas a prueba Tukey al 5%:	70

RESUMEN

La actividad alimentaria de *Spodoptera ochrea* Hampson (Lep.: Noctuidae), se llevó en el laboratorio de investigación del Museo de Entomología Klaus Raven Büller, del Departamento Académico de Entomología de la Universidad Nacional Agraria La Molina entre abril a diciembre del 2017. Para el estudio de la actividad alimentaria se obtuvieron los índices alimentación que fueron determinados sobre un total de 90 individuos, mantenidos en individual y grupos de acuerdo a la dieta suministrada siendo hojas del tercio medio de Camote, Higuierilla y Capulí, colectados del área agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Los índices alimenticios evaluados fueron: tasa relativa de crecimiento (TRcr); tasa relativa de consumo (TRCo); eficiencia de conversión de alimento ingerido (ECI); eficiencia de conversión de alimento digerido (ECD); digestibilidad aproximada (DA). La evaluación se realizó en dos generaciones de *Spodoptera ochrea*, durante el periodo larval. Durante la alimentación de la larva de *Spodoptera ochrea* se realizaron las mediciones del área foliar de las hojas y el área consumida de las hojas suministradas. Asimismo, se obtuvo el peso promedio de las larvas neo-natas para el peso inicial y un pesado final cuando la larva completaba su transformación a pupa. Las hojas de tercio medio suministradas como dieta presentaron diferentes índices alimenticios encontrándose que las hojas de *Nicandra physaloides* resulto ser la mejor en contraste con las otras dietas suministradas y que la dieta con planta de *Ricinus communis* L. es la mejor dieta que favorece la obtención de biomasa a las larvas de *Spodoptera ochrea* en contraste con las otras dietas y se concluye que las hojas de tercio medio de la planta *Ipomoea batatas* L., es la dieta menos favorable en contraste con las otras dietas debido probablemente al gasto metabólico provocado por la detoxificación de metabolitos secundarios.

Palabras claves: Dieta naturales, generaciones, índices alimentación, metabolitos secundarios.

ABSTRACT

The feeding activity of *Spodoptera ochrea* Hampson (Lep.: Noctuidae), was carried out in the research laboratory of the Museum of Entomology Klaus Raven Büller, of the Academic Department of Entomology of the Universidad Nacional Agraria La Molina between April and December 2017. For the study of feeding activity, feeding indices were obtained and determined on a total of 90 individuals, kept in individual and groups according to the diet supplied being leaves of the middle third of Sweet Potato, Higuierilla and Capulí, collected from the agricultural area of the Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. The feeding indexes evaluated were: relative growth rate (TRcr); relative consumption rate (TRCo); feed intake conversion efficiency (ECI); feed digested conversion efficiency (ECD); approximate digestibility (DA). The evaluation was carried out on two generations of *Spodoptera ochrea*, during the larval period. During the feeding of *Spodoptera ochrea* larvae, measurements of leaf area of the leaves and the area consumed from the leaves supplied were taken. Also, the average weight of the neo-nate larvae was obtained for the initial weight and a final weighing when the larva completed its transformation to pupa. The middle third leaves supplied as diet presented different feeding indexes, finding that the leaves of *Nicandra physaloides* were the best in contrast with the other diets supplied and that the diet with *Ricinus communis* L. plant is the best diet that favors the obtaining of biomass to the larvae of *Spodoptera ochrea* in contrast with the other diets and it is concluded that the middle third leaves of the plant *Ipomoea batatas* L., is the least favorable diet in contrast to the other diets, probably due to the metabolic expenditure caused by the detoxification of secondary metabolites.

Keywords: Natural diet, generations, feeding rates, secondary metabolite.

I. INTRODUCCIÓN

La importancia de la agricultura en el mundo ha llevado al ser humano a realizar distintas actividades para resguardar su alimentación, por ende, ha tenido que lidiar con todo tipo de dificultades, una de ellas son los insectos que se presentan dañando a los cultivos. El manejo integrado de plagas (MIP) constituye la estrategia que emplea de manera ordenada y ventajosa los métodos de control disponibles para reducir el riesgo que causan los insectos plagas de modo que el impacto sobre el medioambiente y fauna benéfica estén enmarcados dentro de un proceso de mitigación. Los métodos de control son resultados de investigaciones que se han ido consolidando por su efectividad.

Los insectos pertenecientes al orden Lepidoptera son considerados eminentemente fitófagos, dentro de sus miembros destaca el género *Spodoptera* debido al amplio rango de plantas hospederas, gran voracidad y capacidad de alcanzar altas poblaciones. Se les denomina gusanos ejércitos, son considerados plagas polífagas claves en muchos cultivos. Se presentan durante todo el año, con mayor incidencia en los meses cálidos y favorecidos por la disponibilidad de alimento.

El presente estudio se realizó buscando abordar estudios sobre la actividad alimentaria de las larvas de *Spodoptera ochrea* respecto a su alimentación y cómo influye en su fisiología durante su ciclo larval. Existiendo trabajos previos con dietas suministradas y sobre la duración del ciclo de vida tomándose de referencia para utilizar tres plantas hospederas como dieta y midiendo la respuesta fisiológica en su estado más perjudicial a la agricultura. La utilización de los índices alimenticios que tienen a ser utilizados para conocer los efectos de toxicidad en pruebas son útiles para encontrar diferencias sobre los efectos fisiológicos que se dan de acuerdo al alimento suministrado y concluir presuntas respuestas hacia una determina dieta. Trabajándose con larvas de *S. ochrea* por ser de importancia en diferentes cultivos de exportación y por encontrarse en diferentes regiones del Perú.

El objetivo principal fue determinar la actividad alimentaria de *S. ochrea* durante su desarrollo larval mediante el uso de diferentes dietas, lo cual permitiría identificar el/los índices alimenticios de las larvas que mejor estiman la actividad alimentaria, evaluar el efecto de las plantas hospedadoras a la actividad alimentaria y observar los cambios que existen en los índices alimenticios de una generación a otra.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ASPECTOS GENERALES

2.1.1. Clasificación científica

La especie en estudio tiene la siguiente clasificación:

Orden: Lepidoptera

Familia: Noctuidae

Género: *Spodoptera*

Especie: *Spodoptera ochrea* (Hampson, 1909)

2.1.2. Distribución geográfica

La especie *Spodoptera. ochrea* se encuentra distribuida en Centro América y América del sur e infesta diversos cultivos. (Sánchez y Vergara, 1996). Tiene una distribución restringida a Ecuador, Perú (Pogue & Passoa, 2000), y Chile (Angulo & Olivares, 2001) citados por Cruces et al. (2016).

2.1.3. Daños

De acuerdo a Cruces et al. (2016), los adultos son de actividad nocturna. Las hembras colocan sus huevos en masa, cubiertos por escamas de color gris. Las larvas al emerger son gregarias y se alimentan de las hojas, raspándolas y consumiendo el parénquima. Cuando están más desarrolladas se dispersan por toda la planta y hacia otras partes del campo, devorando vorazmente el follaje de su planta hospedera.

2.1.4. Ciclo Biológico

Carrera (2013) citado por Cruces et. al (2016) determinó que el periodo de incubación es de 4.5 días, el periodo larval 26.2 días, el periodo pupal en machos 10.8 días y en hembras 10.2 días, en promedio.

Casana & Vergara (2006), realizaron su trabajo de investigación alimentando con hojas de frescas de espárragos a tres generaciones de larvas de *Spodoptera ochrea*, obteniendo en la primera generación una duración de 24,9 días con temperaturas de $22,2^{\circ}\text{C} \pm 2,4^{\circ}\text{C}$, en la segunda generación se obtuvo 34,8 días a $20,3^{\circ}\text{C} \pm 0,8^{\circ}\text{C}$; y en la última generación 34 días a $20,3^{\circ}\text{C} \pm 1,2^{\circ}\text{C}$, encontrándose diferencias significativas en las duraciones medias de las tres generaciones del periodo larval considerándose que sea por la variaciones de temperaturas registradas durante la generaciones.

2.1.5. Estados de desarrollo y aspectos morfológicos.

a) Huevo

Los huevos son esféricos y con base plana; promedio 0.48 mm de diámetro y 0.36 mm de alto, son puestos en masa y cubiertos por escamas de la hembra; de color blanco cremoso, conforme pasa el período de incubación se tornan de color marrón a oscuro próximos a la emergencia de la larva (Cruces et al., 2016; Sánchez y Vergara, 2003).

b) Larva

La larva es de color gris-negro a gris-café, con dos filas dorsales de triángulos negros u oscuros que tienen un área circular blanca y diminuta en el centro, esta característica varía, pues los triángulos pueden presentarse en todos los segmentos abdominales, en los últimos o sólo en el octavo segmento, la línea subspiracular está ausente o es borrosa, las líneas dorsales y subdorsales con frecuencia son de color amarillo, rojo a naranja brillante, la coloración de la cápsula cefálica varía entre amarillo oscuro a dorado; presenta motas circulares claras, principalmente en las áreas laterales; áreas frontales amarillentas demarcando la frente, la longitud máxima en promedio es 32.1 mm (Sánchez & Vergara, 2003).

c) Pupa

La pupa es obtecta, de color castaño. Cremáster conformado por dos espinas gruesas, oscuras y curvadas, de base redondeada y ancha (Cruces et al., 2016).

d) Adulto

El adulto tiene las alas anteriores de color gris claro, con una mancha blanca orbicular redondeada, tenue (apenas visible), con unas pocas escamas marrones en el centro; los márgenes externos presentan diminutos puntos negros y los flecos de color gris pálido a crema, alas posteriores blancas, dimorfismo sexual no es evidente (Pogue, 2002 citado por Cruces et al., 2016).

2.2. REFERENCIAS RELACIONADO A LA ALIMENTACIÓN EN LEPIDOPTEROS

Casana & Vergara (2006), mencionan que hay diferencias en el periodo larval de *Spodoptera ochrea* alimentadas con *Asparagus officinalis* para la primera generación, con respecto a la segunda y tercera, refiriéndose que esto se deba a las variaciones de temperatura, observando que el período larval se extendió cuando la temperatura disminuyó y viceversa. Asimismo, menciona que la baja capacidad de oviposición y viabilidad de huevos sería por la disminución de la temperatura y la acumulación de genes deletéreos resultantes de la consanguinidad.

Casana & Vergara (2006), describen que las larvas recién eclosionadas poseen un movimiento limitado, permaneciendo cerca en la masa de huevos, efectuando raspaduras superficiales en las hojas y aumentando su voracidad conformen mudan de estadio, llegando a consumir hojas y tallos en su totalidad.

Estupiñan (1983) citado por Casana-Amoretti (2000), menciona que *Spodoptera ochrea* registra 8 estadios larvales con una duración de 30.2, 27.3 y 32.4 días cuando son alimentadas con hojas de frijol, yuyo y alfalfa respectivamente, en la cual en la segunda generación presenta nueve estadios larvales los que fueron completados en 63.6, 23.7 y 37.5 días.

García (2010), cita que el tipo de dieta larval suministrada durante dos generaciones sucesivas, no tiene efecto acumulativo sobre la duración del estado larval y pupa, pero sí sobre su ciclo de desarrollo. La mortalidad en los diferentes estadios es similar, debido a que básicamente son factores naturales y por manipulación de la especie en el laboratorio.

Hwang *et al.* (2008) mencionan en su trabajo que las larvas de lepidóptero en general, alimentados con alimentos ricos en nutrientes aumentan las tasas de crecimiento y completan el período de desarrollo más rápido que las larvas alimentadas con alimentos bajos en nutrientes.

Rossetti *et al.* (2008) Mencionan que una caída de eficiencia de conversión de alimento digerido es que mayor cantidad de alimento digerido es metabolizado en energía y menor cantidad es convertida en biomasa, como el desvío de la energía hacia otras rutas metabólicas, como las implicadas en la detoxificación de aleloquímicos presentes en *M. azedarach*, puede ser la causa de la disminución en las eficiencias.

En su estudio de la biología de *Feltia experta* alimento con *Zea mays* y *Gossypium barbadense*, Ortiz y Zevallos (2010) mencionan “El tiempo requerido para completar el desarrollo larval varió, de acuerdo al sustrato alimenticio y el periodo de incubación disminuye cuando la temperatura es mayor, siendo de 5 días a temperatura controlada de $25\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ y de 4 días a una temperatura fluctuante, la que oscilo entre $22,9$ y $33,4^{\circ}\text{C}$ ”.

Slansky (1985) cita la importancia de calcular los índices nutricionales, radica en que los valores contribuyen a interpretar la fisiología del insecto y además permiten la comparación entre individuos de diferentes pesos corporales. También, se puede determinar el posible mecanismo de acción de los metabolitos secundarios presentes en los aceites de los vegetales y su influencia en los hábitos nutricionales de los insectos herbívoros.

2.3. PLANTAS HOSPEDERAS

2.3.1. Taxonomía de “Capuli cimarrón”: *Nicandra physalodes* (Linneo)

Clasificación según Vibrans (2009) citado por Vallejo (2010).

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Solanes

Familia: Solanaceae

Género: *Nicandra*

Especie: *Nicandra physalodes*

2.3.2. Descripción botánica

Vallejo (2010) menciona que *Nicandra physalodes* puede llegar a medir 1 m de alto o más, su tallo es estriado, hueco, las flores son acampanadas, de 5 cm o más de diámetro; de color violeta claro, con la garganta blanca y las hojas ovadas, verdes, medio aserradas y onduladas.



Figura 1. Planta de *Nicandra physalodes*

Las hojas miden de 8 a 25 cm de longitud incluyendo el peciolo que puede ser alado, hasta de 17 cm de ancho, agudas o acuminadas en el ápice, sinuado-dentadas o ligeramente lobadas, cuneadas en la base. Las flores además presentan cáliz verdoso que al secarse puede adquirir un tono amarillento o color paja, de 2 a 3 cm de largo; corola de 2 a 3 cm de largo por 3 a 5 cm de ancho, de color azul-pálido o morado con blanco; anteras de 2.5 a 3.5 mm de largo, de color verde o azul-verde. El fruto es una baya globosa de \pm 3 cm de diámetro; semillas aplanadas, de \pm 1.5 mm de longitud (Vibrans, 2009 citado por Vallejo, 2010).

2.3.3. Composición fitoquímica

En el análisis fitoquímico preliminar realizado a *Nicandra physalodes* usando el extracto etanólico exhibe abundante presencia de taninos, moderada presencia de alcaloides existiendo escasa presencia de flavonoides del tipo isoflavanonas, chalconas y auronas; moderada presencia de esteroides y ausencia de saponinas, lactonas y cumarinas, por otra parte el extracto hexánico resalta la presencia moderada en flavonoides, esteroides, escasa en cumarinas y observaron reacciones negativas para alcaloides y lactonas (Vallejo, 2010).

Tabla 1. Metabolitos secundarios presentes en el extracto etanólico y hexánico de *Nicandra physalodes*

Metabolitos secundarios	Pruebas fitoquímicas	<i>Nicandra physalodes</i>	
		Extracto etanólico	Extracto hexánico
Alcaloides	Dragendorff	-	-
	Wagner	++	-
Flavonoides	Hidróxido de sodio	+	N/det
	Shinoda	+	++
Saponinas	Ensayo de agua caliente	-	N/det
Taninos	Reactivo de gelatina	+++	N/det
	Cloruro férrico	+	N/det
Triterpenos y esteroides	Liebermann	-	-
	Burchard		
Lactonas	Lactonas	-	-
Cumarinas	Cumarinas	-	+

Leyenda: +++= Abundante, ++= Moderado, += Escaso, - = Negativo, N/det = No se determinó.

Fuente: Vallejo (2010).

2.3.4. Taxonomía de “Higuerilla”: *Ricinus communis* L.

Clasificación mencionada por Pérez (2013).

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Euphorbiales

Familia: Euphorbiaceae

Género: *Ricinus*

Especie: *Ricinus communis* L.

Nombre vulgar: “Higuerilla”

2.3.5. Descripción botánica

Hojas simples, generalmente alternas a menudo estipuladas, flores pequeñas, con tendencia a la reducción en el número de piezas, unisexuales, actinomorfas, las más primitivas con cáliz y corola, el resto, monoclamídeas o aclamídeas; estambres en número variable, muchas veces reducido a 1, a veces 10 estambres ramificados con un número variable de anteras; gineceo supero, pluricarpelar en las especies primitivas, tricarpelar, e incluso, monocarpelar en las más modernas; los estilos pueden ser ramificados y con inflorescencias complejas de tipo cimoso (Pérez 2013).



Figura 2. Planta de *Ricinus communis* L.

2.3.6. Composición fitoquímica

Según Pérez (2013). “El estudio fitoquímico cualitativo del extracto hidroalcohólico de *Ricinus communis* L. “Higuerilla” indica la presencia de abundante cantidad de compuestos fenólicos, flavonoides, seguido de carbohidratos, taninos y alcaloides”.

Tabla 2. Marcha fitoquímica *Ricinus communis* L. “Higuerilla”

Reactivo	Metabolitos primarios y secundarios	Resultados
Tricloruro de aluminio	Flavonoides	+++
Tricloruro férrico 1%	Compuesto fenólicos	+++
Shinoda	Flavonoides	+++
Gelatina-sal 1%	Taninos	+++
Dragendorff	Alcaloides	+++
Mayer	Alcaloides	++
Popoff	Alcaloides	++
Wagner	Alcaloides	++
Molish	Carbohidratos	+++
Ninhidrina 1%	Grupo amino libre	+++
Fehling A,B	Azúcares reductores	+++
Liebermann – Burchard	Esteroides	+++

Legenda: (+ +) Moderado, (+ + +) Abundante

Fuente: Pérez, 2013.

2.3.7. Taxonomía de “Camote”: *Ipomoea batatas* L.

Huamán (1992) menciona que la clasificación taxonómica de *Ipomoea batatas*:

Reino: Plantae
Subreino: Tracheobionta
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Subclase: Asteridae
Orden: Solanales
Familia: Convolvulaceae
Tribu: Ipomoeae
Género: *Ipomoea*
Especie: *Ipomoea batatas* (L.) Lam.

2.3.8. Descripción botánica

El tallo llamado guía o bejuco es de hábito rastrero con diferentes dimensiones de longitud y grosor de acuerdo a la variedad, la superficie puede ser glabra o pubescente de color verde, púrpura o rojizo, con una o dos yemas por axila foliar; algunos cultivares presentan la torsión de las guías típica de las convolvuláceas, las hojas se distribuyen en espiral en los tallos y según el cultivar, varían ampliamente en tamaño, largo del pecíolo y forma, la forma y el tamaño de las hojas pueden también ser muy distintos en una misma planta. Su color es por lo común verde, pero a veces se presenta una pigmentación púrpura, especialmente a lo largo de las venas y pueden tener diversos grados de pubescencia siendo el dimorfismo foliar presente en la batata es utilizado para la diferenciación de variedades (Cosme & Zamudio. 2013).



Figura 3. Planta de *Ipomoea batatas* L.

2.3.9. Composición fotoquímica

Los resultados del análisis fitoquímico de los extractos del material vegetal de *Ipomoea batatas* indicaron que contiene abundante cantidad de compuestos fenólicos, principalmente taninos, presentándose en todas las muestras probadas de las diferentes partes de la planta. Igualmente identificaron la presencia de flavonoides y alcaloides, solamente en los extractos acuosos de todas las partes de la planta, pero no encontraron en el extracto alcohólico. Constataron la presencia de alcaloides en los extractos de hojas e inflorescencia. Se verificó la ocurrencia de saponinas solamente en el follaje y las hojas de ambos extractos y en las raíces del extracto alcohólico (Hernández *et al.* 2012).

Tabla 3. Metabolitos secundarios identificados en los extractos acuosos y alcohólicos del material vegetal de *Ipomoea batatas*.

Metabolitos	Taninos	Flavonoides	Alcaloides	Saponinas
Extracto acuoso				
Follaje	+	+	++	+
Hojas	+	+	+++	+
Tallos	+	+	+	-
Inflorescencia	+	+	+++	-
Raíces	+	+	++	+
Extracto alcohólico				
Follaje	+	-	-	+
Hojas	+	-	-	+
Tallos	+	-	-	-
Inflorescencia	+	-	-	-
Raíces	+	-	-	-

+ = detectado - = no detectado

Fuente. Hernández *et al.* 2012.

2.4. METABOLITOS SECUNDARIOS

Las plantas producen numerosos y variados compuestos orgánicos y pareciendo en su mayoría no participar directamente en su crecimiento y desarrollo; estas sustancias han sido tradicionalmente denominadas metabolitos y funcionalmente, la presencia de este tipo de compuestos en las plantas les permitiría defenderse de condiciones ambientales adversas, herbívoros y enfermedades (Zapata et al., 2006).

Entre las clases de metabolitos secundarios involucrados en la defensa de las plantas contra la herbivoría, se destacan los taninos, los cuales son conocidos por causar reducción en el crecimiento y supervivencia de insectos (Schaller, 2008). El efecto de los taninos sobre los insectos se da por el hecho de que estos compuestos forman complejos con las enzimas digestivas presentes en el intestino de los herbívoros y que, como consecuencia, conduce a una reducción en la eficiencia de la digestión de proteínas y, finalmente, crecimiento (Schoonhoven et al, 2005).

Los flavonoides se hallan presentes en todas las partes de las plantas, algunas clases se encuentran más ampliamente distribuidas que otras, siendo más comunes las flavonas y flavonoles, y más restringidas en su ocurrencia las isoflavonas, las chalconas y auronas (Ruíz et al., 2010).

Vázquez-Luna et al, (2007), señalan que el metabolismo primario de las plantas sintetiza compuestos esenciales y de presencia generalizada en todas las especies vegetales, sin embargo, los productos finales del metabolismo secundario como los alcaloides, aminoácidos no proteicos, esteroides, fenoles o taninos, pueden tener diferentes funciones biológicas, dentro de las que destaca, por su importancia, la actividad contra el ataque y proliferación de insectos evitando ser consumidas por herbívoros por lo que no se ha identificado un patrón de máxima producción, ni órganos especiales para el almacenaje de metabolitos secundarios; sin embargo, lo común es que la mayor concentración de éste tipo de compuestos se encuentre en flores, frutos y semillas.

Los alcaloides derivados del tropano contienen en su estructura moléculas con átomos de nitrógeno secundario, terciario y cuaternario que le confiere alta toxicidad, actuando como fitoalexinas o evitando la interacción planta-insecto, como los alcaloides aporfínicos y acetogeninas anonáceas, han mostrado fuerte toxicidad contra larvas de crustáceos de mar

como *Artemia salina* y del mosquito *Aedes aegypti*, vector de la fiebre amarilla. Chang et al (2000) citado por Vázquez-Luna et al (2007).

Vázquez-Luna et al (2007) citando a Morimoto et al (2000) reportaron la actividad de cuatro flavonoides: tres metoxiflavonas y una charcona, presentes en los extractos de *Gnaphalium affine* D. Don, planta medicinal conocida ampliamente en la región de Asia, los cuales mostraron actividad anti-alimentaria contra *Spodoptera litura*, oruga común e insecto fitófago, que ataca cultivos que están en contacto con la tierra, como el melón siendo los compuestos con mayor actividad insecticida las metoxiflavonas; 5,6-dihydroxi-3,7-dimetoxyflavona y 5-hidroxi-3,6,7, tetrametoxiflavona, una comparación de sus estructuras químicas determinó que la inclusión de un metil-eter en el anillo B de éstos flavonoides incrementó la actividad anti-alimentaria.

Jiménez et al (2013) indican que el aprovechamiento de residuos agroindustriales como los obtenidos del procesamiento de los cítricos, ofrecen la oportunidad de obtener metabolitos útiles para el control de plagas, tales como compuestos fenólicos, flavonoides y limonoides, de los cuales se ha comprobado su actividad insecticida y antialimentaria, así como su efecto en la regulación del crecimiento de insectos plaga.

Los insectos generalistas como *Spodoptera. eridania*, están expuestos a un amplio rango de aleloquímicos producidos por las diferentes plantas hospedadoras, y cuentan con una serie de mecanismos para degradar y desactivar estas sustancias tóxicas, como el sistema enzimático microsomal oxidasa de función mixta (MFO) (Qui et al., 2003; Scriber, 1981 citado por Rossetti et al., 2008).

Zapata et al. (2006), mencionan que el retraso en el desarrollo de larvas de *Spodoptera littoralis* podría estar asociado con la presencia de compuestos reguladores del crecimiento presentes. Saponinas de la planta de alfalfa, lo cual usándolo como extracto y usándolo se presentó retraso en el desarrollo y crecimiento larvario de la *Spodoptera littoralis*, además de provocar elevada mortalidad, también mencionan que alimento tratado con *Quillaja saponaria* manifestó un potente efecto antinutricional.

Saldúa et al. (2011), hacen referencia a la antixenosis o no-preferencia, lo cual permite a las plantas no compatibilizar con el insecto, evitando que éste la utilice para oviposición, alimento o refugio; este mecanismo afecta de forma adversa el comportamiento del insecto impidiendo parasitar ciertos genotipos de sus hospedantes, también hace mención a otro

tipo de resistencia contra los insectos, la antibiosis, por lo cual las plantas afectan el crecimiento, desarrollo o supervivencia del mismo.

Las condiciones ambientales, tales como la falta de nutrientes y déficit de agua, pueden restringir el crecimiento de las plantas y reducir la velocidad fotosintética, en tales condiciones, carbohidratos no estructurales tienden a ser acumulados y pueden explicar el aumento de síntesis de sustancias de defensas basadas en carbono pertenecientes al metabolismo secundario, la confirmación de este balance en carbono/nutrientes ha sido encontrada en especies que se desarrollan en medios con baja disponibilidad de nutrientes o de agua, en las que se produce un aumento en la concentración de taninos condensados, lignina, fenoles totales y/o glicósidos de fenoles (Bryant, 1995; Gershenzon, 1984, citados por Valares, 2011).

Saldúa (2011), menciona que en las plantas existen ciertos compuestos químicos que sirven al insecto para ubicar y reconocer a la planta como hospedera adecuada, pudiendo actuar como inhibitorios o estimulantes de la alimentación pero hay otros compuestos que pueden interferir con la eficiencia en la alimentación, actuando como antialimentarios y participar como disuasivo ocasionando antixenosis, incluso algunas proteínas puede inhibir el crecimiento y desarrollo de los áfidos, produciendo antibiosis.

Badii & Garza (2015), indican que la fisiológica o bioquímica pueden agruparse en mecanismos de resistencia metabólicos y no metabólicos: Los mecanismos metabólicos cuando involucran cambios enzimáticos, y no metabólicos cuando se refiere a cambios en sensibilidad del sitio activo, en la tasa de penetración, almacenamiento o excreción, así como en el comportamiento o la forma de los insectos por consiguiente la vía metabólica del insecto llega a ser modificada detoxificándose el insecticida o negando el metabolismo del compuesto aplicado en su forma tóxica y la forma más importante de resistencia metabólica incluye la multifunción oxidasas, las glutatión s-transferasas y las esterasas.

Badii & Garza (2015), consideran tres principales categorías de resistencia de las plantas a los insectos, antibiosis, tolerancia y antixenosis, cada una de las cuales puede actuar por diferentes mecanismos y siendo la antibiosis una resistencia que afecta la biología del insecto de modo que la abundancia de la plaga y el daño subsecuente se reducen en comparación con el que sufriría si el insecto estuviera en una variedad de cultivo susceptible, representa aquellas características de la planta, bien sea física o química que actúan contra la biología del insecto como por ejemplo, factores antinutricionales o compuestos del metabolismo

secundario de las plantas pueden afectar adversamente la nutrición, la reproducción o el desarrollo de los insectos plaga y conferir características antibióticas a la planta.

Georghiou & Pasteur, 1978; Brogdon & Mc Allister, 1998; citados por Figueroa et al (2006), consideran que las modificaciones de las enzimas juegan un papel importante, siendo así la dehidroclorinasa el factor de mayor importancia en la resistencia al DDT, las enzimas carboxilesterasas, fosforotriesterasas, acetilcolinesterasa, glutathion-s-transferasas están envueltas en la resistencia a organofosforados y las oxidasas de función mixta (MFO) en la resistencia a piretroides y DDT, por ultimo las esterasas confieren resistencia tanto a organofosforados como a piretroides.

Calvo (2006) menciona que las saponinas, desde el punto de vista biológico, pueden tener efectos perjudiciales, actuando como antinutrientes, o tóxicos; su alta capacidad tensoactiva altera las membranas celulares, y en el tubo digestivo no se absorben, por lo que su efecto produciría alteraciones de membranas, y posiblemente aumentaría su permeabilidad.

Celis et al (2008) menciona que los metabolitos secundarios son compuestos sintetizados por las especies vegetales durante su desarrollo; sin embargo, las plantas expuestas a condiciones adversas como el ataque de herbívoros y de microorganismos como virus, o abiótico (salinidad, temperatura, entre otros), tienden a aumentar la concentración de los metabolitos secundarios.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Ecología del Museo de Entomología “Klaus Raven Büller” del Departamento Académico de Entomología Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), bajo condiciones no controladas.

3.2. MATERIALES

3.2.1. Material experimental

- Larvas de neonatas de *Spodoptera ochrea* fueron colectadas en el área agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina en la zona del huerto durante el mes de marzo del 2017.

3.2.2. Material para la crianza

a) Alimento

- Hojas del tercio medio de la planta de Camote (*Ipomoea batatas*) variedad “Jonathan” provenientes de los campos de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Hojas del tercio medio de la planta de Capulí (*Nicandra physalodes*) provenientes de zonas cercanas a los campos de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Hojas del tercio medio de la planta de Higuierilla (*Ricinus communis*) provenientes de zonas cercanas a los campos de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Las plantas empleadas como alimento fueron seleccionadas y marcadas con una cinta para evitar aplicaciones de plaguicidas. Además, se procuró que las plantas seleccionadas no estén afectadas por alguna aplicación fitosanitaria.

b) Otros materiales

- Placas Petri
- Cuaderno de apuntes, lapicero y lápiz
- Pinceles
- Papel toalla nova clásica megarollo
- Lejía
- Detergente
- Alcohol 95%
- Tapers de plástica marca rey #14 (25.4 cm x 25.4 cm x 13.1 cm)
- Tela tul
- Frasco grande de vidrio
- Tijera
- Algodón
- Liga elástica
- Jeringa de 5 ml

3.2.3. Materiales para obtención de datos

- Microscopio estereoscópico
- Programa de procesamiento de imagen digital (ImageJ)
- Papel milimetrado
- Cámara fotográfica
- Balanza analítica "Radwag" AS 220/R2, 220 g/0.1 mg
- Termohigrómetro

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. Acondicionamiento

a) Recipiente

En el laboratorio se utilizó dos taper de plástico con medidas 25.4 x 25.4 x 13.1 cm, en el cual se acondicionó colocando papel toalla en la base y cortado la tela tul en medidas 35x35cm para usarlo como tapa sujetado con la liga elástica, para la crianza masal de larvas *Spodoptera ochrea* (Figura 4).



Figura 4. Taper de 25.4 cm x 25.4 cm x 13.1 cm.

Para acondicionar las larvas de *Spodoptera ochrea* de forma individual se utilizó con 180 placas petri (10cm de diámetro por 1.5cm de altura), cortado el papel toalla en círculos con un diámetro de 10cm para ser colocadas en la base de las placas (Figura 5).



Figura 5. Papel toalla en círculos en las placas.

Asimismo, en tres frascos grandes de vidrio se puso pedazos o porciones de papel toalla dobladas en forma de abanico y reemplazando la tapa por una tela tul sujetado con liga elástica, acondicionando para la oviposición de los adultos de *Spodoptera ochrea*. (Figura 6).



Figura 6. Frasco de vidrio grande.

3.3.2. Recolección

Se recolectó larvas de la especie en estudio cuando estas aún permanecían en una hoja de *Nicandra physalodes*, asegurándose que provengan de la misma masa de huevos, posteriormente se les colocó en un taper de plástico con medidas 25.4 x 25.4 x 13.1 cm para transportarlos al laboratorio.

3.3.3. Crianza masal

Las larvas recolectadas se encontraban en el estadio I, se les alimento con hojas frescas de *Nicandra physalodes* y se le suministro periódicamente para que puedan desarrollar su ciclo biológico. Las hojas eran desinfectadas remojándolas en agua con 1% de lejía dosificado con la ayuda de la jeringa (5ml) y luego enjuagadas con agua potable. (Figura 7).



Figura 7. Desinfección de hojas con lejía 1%.

El número de larva se dividió en dos partes usando el pincel fino número cero, siendo colocadas en diferentes taper de plástico (medidas 25.4 x 25.4 x 13.1 cm), previamente

acondicionados. En el desarrollo larval se fue cambiando inter-diario el papel toalla de los taper para evitar enfermedades producto por la humedad de las excretas.

Cuando una larva presentaba señal de pre-pupa era separado en una placa Petri acondicionado, permaneciendo allí hasta mude a pupa, para lo cual se requirió colocar papel toalla en forma circular del diámetro de la placa petri, para absorber el exceso de humedad de la evacuación de líquidos de la fase prepupa.

Se realizó el sexado de las pupas y se verifico la viabilidad de estas, después se colocó tres parejas por frasco de vidrio acondicionado (solo se utilizó en total 18 pupas y el resto se descartó). Cuando los adultos emergieron se alimentaron de una mezcla de polen, miel y agua que estaba dentro del frasco y contenido por la mitad de un vaso de plástico de 100 ml con algodón.

Se obtuvieron varias posturas de huevos en los tres frascos de vidrio, lo cual estaban adheridos al papel toalla doblada como abanico y con la ayuda de la tijera se cortó en la partes donde estaban las posturas para luego ponerlas en placas Petri individualmente y rotulando la fecha. (Figura 8 y Figura 9). Esta crianza masal tuvo como objetivo tener una pureza en el individuo estudiado, prevenir alguna enfermedad o parasitismo presente y preparar la crianza individual.



Figura 8. Papel toalla doblada como abanico.



Figura 9. Corte de papel con posturas.

3.3.4. Crianza individual

Con las primeras posturas eclosionadas se comenzó a recolectar las dietas para luego ser desinfectadas remojándolas en agua con 0.1% de lejía dosificado con la ayuda de la jeringa (5ml) y luego enjuagadas con agua sola. Asimismo, las hojas fueron cortadas evitando realizar cortes expuestos innecesarios (Figura 10), con medidas menores de 10 cm de diámetro para que puedan entrar sin problemas en las placas Petri.

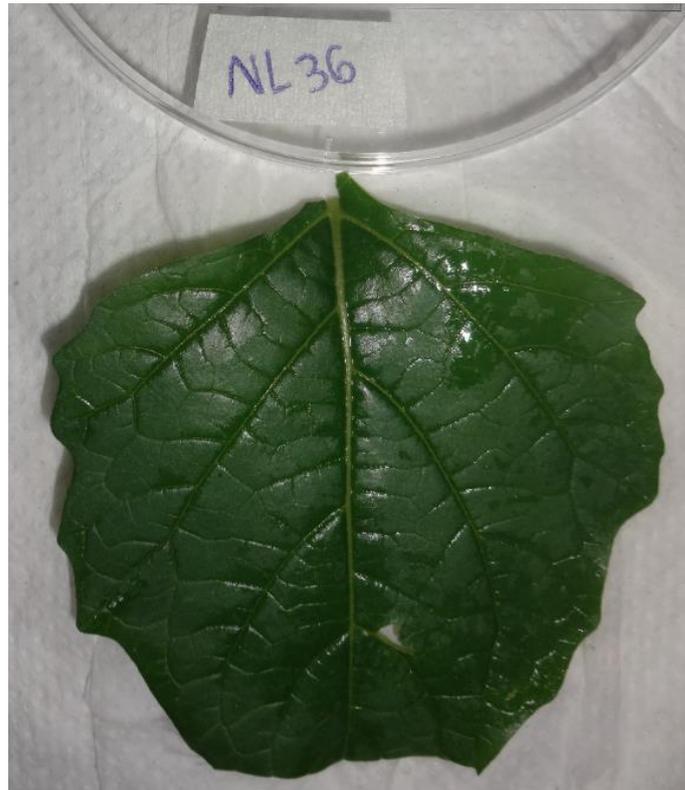


Figura 10. Trozo de hoja cortada.

Luego que se colocó una hoja por placa Petri acondicionada con papel toalla, se puso una larva recién eclosionada usando el pincel fino (Figura 11); cada placa estuvo rotulado, preparándose 30 placas Petri por dieta de: a) Camote, b) Higuierilla y c) Capulí. Las hojas se cambiaron de acuerdo al estado de clima y consumo de la larva durante su crecimiento.



Figura 11. Colocación de larvas recién eclosionadas



Figura 12. Colocación de 30 placa petri por sustrato de alimento

El papel toalla de las placas Petri se cambiaron cuando las larvas entraban al estadio III, por lo cual se utilizó un pincel ancho para retirar las excretas y dejarlas en otra placa Petri para su posterior secado al libre con la ayuda de una lámpara con foco incandescente de 100 watts.

Cuando larva presentaba señal de pre-pupa se les dejaba de alimentar y se colocaba cuarto porciones de papel en la base debido a la evacuación de líquidos de la fase pre-pupa y se les dejaba hasta que mude a pupa pero antes se le retiraba la excreta.



Figura 13. Evacuación de líquidos de la fase pre-pupa

3.3.5. Datos del estado clima

Los datos de temperatura y humedad relativa fueron tomados por el termohigrómetro a momento del cambio de alimento que eran realizados en horas de la tarde. Se tomó en todo momento de la crianza y el experimento. (Anexo 4).

3.3.6. Variables a evaluar

En la crianza se tomó el área foliar de las hojas suministradas como alimento siendo el peso por hoja, la estimación visual del porcentaje área de la hoja consumida (hoja anterior), peso de la larva, el peso de la pupa, peso total de las excretas por placa y días totales de alimentación. Con valores obtenidos se calcularon los índices nutricionales: tasa relativa de crecimiento (TRCr), tasa relativa de consumo (TRCo), eficiencia de conversión de alimento ingerido (ECI), eficiencia de conversión de alimento digerido (ECD) y digestibilidad aproximada (DA) Rossetti et al. 2008, citando a Fagoone 1984.

a) Área foliar

Luego de tener las hojas desinfectadas, cortadas y secadas, se les fotografía en forma vertical por lo cual esto se realizaba colocando un fondo blanco, la tapa rotulada de la placa en donde se iba a colocar la hoja y una cartilla milimetrada para tener una referencia de escala (Figura 12). Posteriormente las fotografías eran subidas a la computadora en donde procesaba el área foliar con el programa de procesamiento de imagen digital de dominio público Image J (Figura 13).

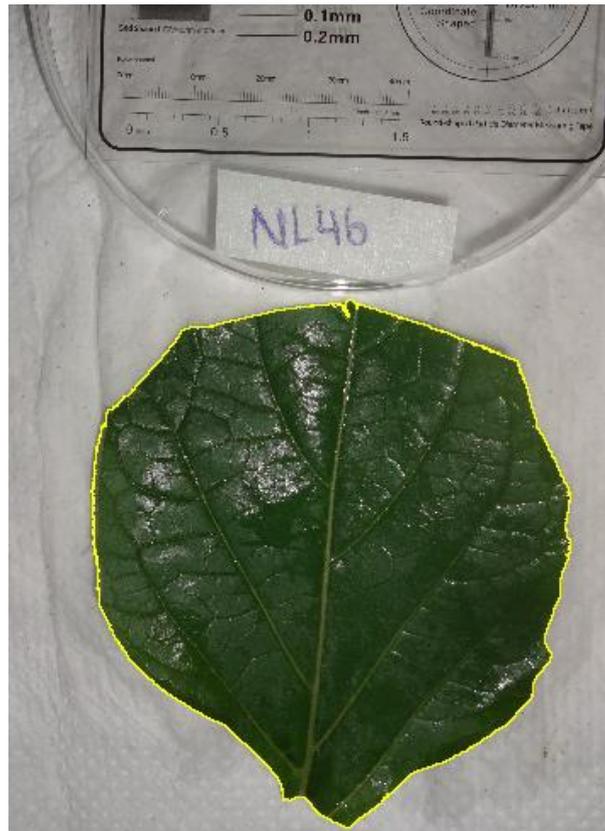


Figura 14. Fotografiado de las hojas



Figura 15. El área de la hoja con el programa ImageJ.

b) Peso de hoja

Las hojas fotografiadas se colocaron en la Balanza Analítica “Radwag” AS 220/R2, 220 g/0.1 mg para obtener el peso en mg. Después se le instalaba en la placa Petri para la alimentación de la larva (Figura 14).



Figura 16. Instalación de las hojas en las placas Petri.

c) Estimación visual del porcentaje área consumida

Para conocer el porcentaje de área consumida estimada por larva se retiraba hoja suministrada anteriormente, colocándolo en un papel milimetrado y con la ayuda de la fotografía tomada en el momento de suministrar la hoja a la larva (Figura 15). En el caso de las raspaduras provocado por los primeros estadios larvales se les deba menor porcentaje.



Figura 17-18. Área consumida por la larva de *Spodoptera ochrea* mostrando el daño utilizando el programa ImajeJ

d) Peso de la larva

Para el peso inicial de la larva (P_I), se colocó sobre una hoja veinte larvas recién eclosionadas, pesándolos en la Balanza Analítica "Radwag" AS 220/R2, 220 g/0.1 mg para luego retirar las larvas y pesar solo la hoja. Este procedimiento se repitió 5 veces en cada generación, la diferencia fue dividida entre el número de larvas y sacando el promedio entre las repeticiones. El peso inicial fue considerado igual para todas las larvas.

e) Peso de la pupa

Para el peso final de la larva (P_F) se consideró el peso de la pupa de cada una de las placas Petri pesándolo en la Balanza Analítica "Radwag" AS 220/R2, 220 g/0.1 mg.

f) Peso de excreta

Para el peso de las excretas (H) se pesó las 90 placas que contenían las excretas de todo el estado larval en la Balanza Analítica "Radwag" AS 220/R2, 220 g/0.1 mg.

g) Periodo de alimentación

El periodo fue medido en días y empezó desde que se alimentó a las larvas y finalizó.

3.3.7. Índices nutricionales

Para conocer la actividad alimentaria de acuerdo al alimento, se halló la tasa de crecimiento y de consumo, y la eficiencia en la utilización de alimento ingerido y digerido, y la digestibilidad (Fagoonee, 1984; citado por Rossetti, 2008).

- **Tasa relativa de crecimiento (TRCr)**

$$(TRCr) = (PF-PI) / (PG \times T)$$

PF: peso final de las larvas (mg).

PI: peso inicial de las larvas (mg).

PG: media geométrica.

$$PG = (PI \times PF)^{1/2}$$

T: Periodo de tiempo (días).

- **Tasa relativa de consumo (TRCo)**

$$(TRCo) = I / (PG \times T)$$

I: alimento ingerido (mg), $I = (Pih \times P\%C)$.

Pih: peso inicial de la hoja (mg).

P%C: porcentaje ingerido (estimado visualmente).

- **Eficiencia de conversión de alimento ingerido (ECI)**

$$(ECI) = (PF-PI) / I \times 100$$

- **Eficiencia de conversión de alimento digerido (ECD)**

$$(ECD) = (PF-PI) / (I-H) \times 100$$

H: peso de las excretas (mg).

- **Digestibilidad aproximada (DA)**

$$(DA) = (I-H) / I \times 100$$

- **Costo metabólico (MC)**

$$MC = 100 - ECD.$$

3.3.8 Diseño estadístico

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA). La unidad experimental se conformó por una larva criada dentro de la placa Petri. Para el análisis de la normalidad se utilizó la prueba de Anderson-Darling y para el análisis de la homogeneidad de varianzas se realizó con la prueba de Bartlett debido a que permite contrastar la igualdad de varianzas en 2 o más poblaciones sin necesidad de que el tamaño de los grupos sea el mismo. Asimismo, se utilizó la prueba de Tukey para comparar las medias de los índices alimenticios. Para estos análisis se utilizó el Software RStudio. El modelo aditivo lineal matemático fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + e_{ij} \quad i=1, 2, 3, 4 \text{ tratamientos}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor de la variable respuesta en la repetición j del tratamiento i .

μ = Media general del experimento.

τ_j = Efecto del tratamiento i .

e_{ij} = Error experimental en la repetición j del tratamiento i .

Con los datos obtenidos de crianza larval de la primera generación y segunda generación que se muestran en el Anexo I, se calcularon los índices alimenticios de cada dieta suministrada de cada generación (Anexo II). También la media aritmética (\bar{x}), que es la suma de todos los datos obtenidos dividida entre el número de datos; la desviación típica o estándar (SD), que representa la dispersión de los datos respecto a la medida aritmética; Cuadro 4, de cada índice alimenticio, periodo de alimentación y la temperatura registrada en el laboratorio durante la duración del periodo larval de cada generación mostrada en el Anexo III.

Para cada índice se trabajó con un Diseño Completamente al Azar (DCA), siendo utilizadas las pruebas de Anderson-Darling para la normalidad, la prueba Bartlett para la homogeneidad de varianzas, análisis de varianzas (ANVA) y la prueba de Tukey. (Anexo IV). Habiéndose cumplido los supuestos de homogeneidad de varianzas y normalidad de cada índice alimenticio se procedió a realizar el análisis de varianzas de cada uno, lo cual se encontró que cada índice alimenticio de las dietas de las generaciones por lo menos uno difiere de lo demás, dando lugar a la prueba de comparaciones de Tukey.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. RESULTADOS

Tabla 4. Media aritmética: T°: temperatura; TRcr: tasa relativa de crecimiento; TRCo: tasa relativa de consumo; ECI: eficiencia de conversión de alimento ingerido; ECD: eficiencia de conversión de alimento digerido; DA: digestibilidad aproximada. Tiempo: duración en días de alimentación

Generación	Dieta	T°	Tiempo					
			Días de alimentación	TRcr	TRCo	ECI	ECD	DA
Primera	Capulí	20.5±0.4	24.4±1.2	2.79±0.2	34.4±5.1	8.3±1.3	8.7±1.4	95.4±1
	Higuerilla	20.1±0.2	30±1.9	2±0.2	23±2.4	10±0.9	11±1	91±2.3
	Camote	19.8±0.3	44±2.8	1.3±0.1	27.9±3	4.8±0.6	5.3±0.7	90.1±1.2
Segunda	Capulí	19.6±0.4	35.5±2.6	1.8±0.1	22.9±4.4	8.1±1.9	8.7±2.2	93.6±1.5
	Higuerilla	19.4±0.4	39.1±1.7	1.6±0.1	16.1±2.4	10.4±2.5	11.9±3.3	88.4±2.5
	Camote	19.8±0.5	42.4±2.9	1.4±0.1	16.6±3.6	8.6±2.2	10.2±3.2	85.5±4.6

En la primera generación de larvas alimentadas con hoja Capulí se observó que los días de alimentación en promedio fue 24.4±1.2 días a temperatura promedio de 20.5±0.4 grados Celsius, en comparación a las larvas alimentadas con hojas de Higuerilla que fue de 30±1.9 días; diferenciándose del Capulí en 5.6±0.7 días y encontrándose una diferencia de 19.6 ±07 días con el Camote debido a que se registró 44±2.8 días de alimentación en la dieta de Camote, corroborando lo mencionado por Hwang et al (2008), que en los lepidópteros en general alimentados en sustratos rico en nutrientes se desarrollan más rápido a comparación con sustratos bajos en nutrientes, lo cual también puede esta correlación de acuerdo al porcentaje de humedad de las hojas. El orden de los resultados de la tasa relativa de crecimiento se mantuvo en las dos generaciones de la crianza.

Los días de alimentación de las dos generaciones son diferentes excepto la dieta a base de hojas de Camote debido a que el periodo de alimentación de la primera generación con hojas Camote se prolongó de manera que estuvo influenciada por el descenso de temperatura y obteniéndose un promedio similar en las dos generaciones. Asimismo, la dieta a base de hojas de Capulí presentó resultados semejantes a la de *Asparagus officinalis* del trabajo de investigación de Casana (2006). Además, se encontró que las larvas alimentadas con hojas de Capulí e Higuierilla fueron influenciadas por las variaciones de temperatura registradas y corroborando a lo concluido por Casana y Vergara (2006), en donde el periodo larval se prolonga cuando la temperatura disminuye. La hoja de la planta de Capulí es mejor hospedante que las hojas de Higuierilla, aunque este último es mejor para el desarrollo de biomasa y siendo el Camote un hospedante alterno poco favorable en comparación de las demás dietas.

Tabla 5. TRcr: tasa relativa de crecimiento; TRCo: tasa relativa de consumo; ECI: eficiencia de conversión de alimento ingerido; ECD: eficiencia de conversión de alimento digerido; DA: digestibilidad aproximada. Prueba Tukey al 5%.

Generació	Dieta	TRcr	TRco	ECD	ECI	DA
Primera	Capulí	2.7725a	33.6600a	8.3678b	8.0633b	95.4032a
	Higuierilla	2.3542b	22.7016c	11.2167a	10.1620a	90.9660b
	Camote	1.3277c	27.5910b	5.3461c	4.8129c	90.1129c
Segunda	Capulí	1.7869a	23.3129a	7.9396b	8.5595b	93.5944a
	Higuierilla	1.6303b	16.0974b	10.0225a	11.2490a	88.7665b
	Camote	1.3606c	16.4570b	4.8344c	8.9740b	87.3056c

En la tabla 5, muestra que hay diferencia significativa entre los índices alimenticios de las dietas por cada generación. En relación con la tasa relativa de crecimiento de la primera generación hay diferencias significativas entre ellas, destacando el Capulí, seguido por la Higuierilla y finalmente el Camote, esta diferencia se mantiene en la segunda generación. Esto probablemente dar a comprender que con la hoja Capulí, la larva gana más biomasa por día en relación a su peso a diferencia de la hoja de la Higuierilla y por último la del Camote

por lo tanto a mayor prolongación del estado larval se relaciona con menor índice de crecimiento siendo verificable por la duración del periodo de alimentación por dieta. Asimismo, Gutiérrez García (2010) menciona en su trabajo que una larva al reducir su crecimiento, tardará más tiempo obtener su peso y tamaño normal. Además, de no tener la suficiente energía para soportar el tiempo que dure como larva y muera en su intento por pupar y completar su ciclo biológico.

En la tasa relativa de consumo de la primera generación muestra que hay diferencias significativas entre ellas, destacando al Capulí, seguido por el Camote y finalmente con la Higuierilla, lo cual en la segunda generación muestra que existe diferencias significativas, destacando el Capulí seguida por la Higuierilla y el Camote, pero no existe diferencias significativas entre la Higuierilla y el Camote. La tasa relativa de consumo indica la cantidad (mg) de alimento ingerido por día por mg de peso del insecto, el cual se relaciona directamente con el total del alimento consumido. En cuadro 5. Muestra que ambas generaciones de la crianza con la hoja de Higuierilla las larvas obtuvieron más peso y que el alimento ingerido disminuye en la segunda generación en todas las dietas.

En la eficiencia de conversión de alimento digerido de la primera generación muestra que hay diferencias significativas entre ellas, destacando la Higuierilla, seguido por el Capulí y terminando con el Camote, siendo en la segunda generación el mismo orden. En la eficiencia de conversión de alimento ingerido de la primera generación muestra que hay diferencias significativas entre ellas, destacando la Higuierilla, seguido por el Capulí y terminando con el Camote, sin embargo, en el resultado de la segunda generación solo existe diferencias significativas entre el Higuierilla con las demás debido a que no existe diferencias significativas entre el Camote y el Capulí. La hoja Higuierilla como dieta favorece la obtención de biomasa en las larvas debido al alimento digerido, siendo la hoja de Camote mayormente destinado para otras rutas metabólicas. Esto puede deberse a los aleloquímicos presentes en el cultivo de camote a diferencia de la Higuierilla y Capulí. Semejantes resultados de disminución del ECD se obtuvieron en larvas de *Spodoptera eridaina* alimentadas con extracto de *Melia azedarach* debido a que implicaba la detoxificación de aleloquímicos presentes tal como mencionaban Koul & Isman, 1991; Hernández & Vendramim, 1998, citado por Rossetti, 2008.

En la digestibilidad aproximada de la primera generación muestra que hay diferencias significativas, destacando el Capulí, seguido por la Higuierilla y por último el Camote. En la

segunda generación muestra que hay diferencias significativas entre ellas, destacando el Capulí, seguido por la Higuierilla y finalmente el Camote. A mayor digestibilidad presentada con la hoja Capulí es debido a la mayor retención del alimento en el intestino de la larva, permitiendo un aumento de la digestión y absorción de nutrientes. En cambio en el caso de la hoja de Camote presenta un porcentaje menor siendo el alimento ingerido menos asimilado por la larvas de *Spodoptera ochrea*. La digestibilidad de cada una de las hojas es afectada por la temperatura, ya que hubo una disminución de 1.8 en Capulí, 2.19 en Higuierilla y una disminución de 2.8 en Camote.

En el tabla 5, se muestra que las larvas alimentadas con hoja de Camote presentaron menor eficiencia de conversión de alimento digerido en ambas generaciones a diferencias de las demás. De igual manera presento menor digestibilidad aproximada en respecto a las demás. Asimismo, la tasa relativa de crecimiento fue menor y con diferencia significativas respecto a los otros sustratos alimenticios.

Tabla 6. Valores en miligramos (mg) con su media aritmética (x) y la desviación típica o estándar (SD), que representa la dispersión de los datos respecto a la medida aritmética

Generación	Dieta	Peso de pupa (mg)	Alimento ingerido (mg)	Excretas (mg)
Primera	Capulí	281.78±44.43	3442.92±614.34	154.81±27.77
	Higuierilla	284.04±30.74	2784.86±331.86	258.63±55.49
	Camote	204.10±32.75	4284.88±757.16	421.87±69.64
Segunda	Capulí	240.93±30.20	3068.13±579.33	190.67±35.29
	Higuierilla	245.17±34.75	2407.25±390.69	274.67±49.01
	Camote	201.53±36.03	2470.03±745.55	332.86±44.88

Se obtuvo un peso mayor en la pupas de las larvas en la primera generación a diferencia de la segunda generación que fueron alimentadas con hojas de Capulí, incluso el consumo de alimento en la segunda generación disminuyó, generando más peso en la excretas durante su ciclo debido que fue más prologando su desarrollo; primera generación el periodo 24.4 ± 1.2 días y en la segunda generación 35.5 ± 2.6 días. El consumo de alimento disminuyó en la segunda generación en comparación de la primera generación.

El peso de la pupa de las larvas alimentadas con hojas de Camote en ambas generaciones fue similar en contraste a la cantidad ingerida y de excreta generada que dieron valores diferenciados en ambas generaciones de las larvas alimentadas con hojas de Camote esto puede ser debido al tiempo más prologado en el desarrollo de la segunda generación. El periodo de alimentación puede estar influenciado por los efectos que ocasionan una mayor concentración de metabolitos secundarios como lo menciona Celis et al (2008), debido a un sistema de defensa que las plantas poseen.

Los metabolitos pueden en consecuencia reducir la eficiencia de la digestión de proteínas y por lo tanto el crecimiento, las tasas relativas pueden determinar el posible mecanismo de acción de los metabolitos secundarios y su influencia en los hábitos nutricionales de los insectos que se alimentan de las plantas como mencionan, Slansky y Scriber (1985) citado por Gutiérrez (2010).

Los resultados obtenidos en la tabla 6 y los datos de los índices alimenticios de la tabla 4, se deben por la presencia, tipo y concentración de metabolitos secundarios presentes en las hojas suministradas en un determinado tiempo. Las hojas de Capulí del tercio medio presenta metabolitos secundarios como alcaloides, flavonoides y taninos de acuerdo al trabajo de Vallejo, 2010, sin embargo estos no resultan perjudicial para las larvas de *Spodoptera ochrea* a pesar que los alcaloides y taninos destacan por su actividad contra el ataque y proliferación de insectos plagas como menciona Vásquez-Luna et al. 2007, esto puede deberse a los diferentes mecanismos para degradar y desactivar estas sustancias toxicas, como el sistema enzimático microsomal oxidasa de función mixta descrita por Scribe 1981, y mencionado por Rossetti (2008). En cambio, las hojas de Higuierilla presentan flavonoides, compuestos fenólicos, taninos, esteroides y carbohidratos de acuerdo al trabajo de Pérez (2013), presentándose mejor eficiencia en ECI y ECD en ambas generaciones, la presencia de metabolitos secundario como carbohidratos y esteroides pueden ser los

responsables de dichos resultados a diferencia de las demás dietas suministradas en el experimento.

En las hojas de Camote se presentaron taninos, flavonoides, alcaloides y saponinas de acuerdo al trabajo de Hernández-Aro *et al.* 2012?, por lo cual la saponina es el único metabolito secundario presente en esa dieta y no detectada en las otras dietas, yendo acorde al estudio realizado por Adel, et al. 2000, citado por Zapata que utilizo extracto saponinas extraída de la planta de alfalfa lo cual retraso el desarrollo y crecimiento de larvas de *Spodoptera littoralis*, entonces las saponinas son metabolitos secundarios que forman complejos con las enzimas digestiva presente en el intestino de la *Spodoptera ochrea*, como lo mencionan Badii & Garza (2015).

La resistencia fisiológica que involucran cambios enzimáticos, teniendo efectos perjudiciales como menciona Calvo (2006), que las saponinas desde el punto de vista biológico, pueden actuar como antinutrientes (tóxicos) debido a su alta capacidad tenso activa por lo que altera las membranas celulares y en el tubo digestivo no se absorben, por lo que su efecto produciría alteraciones de membranas y posiblemente aumentaría su permeabilidad. Siendo una posibilidad que el sistema enzimático microsomal oxida de función mixta de las larvas dispongan mayor gasto metabolito para su detoxificación. También la diferencia en los resultados puede deberse a las diferentes concentraciones de los metabolitos secundarios en las hojas de las dietas suministradas como menciona Schoonhoven et al, (2005) sobre el efecto de los taninos sobre los insectos debido a que se da por el hecho de que estos compuestos forman complejos con las enzimas digestivas presentes en el intestino de los insectos ocasionando una reducción en la eficiencia de la digestión de proteínas y finalmente crecimiento.

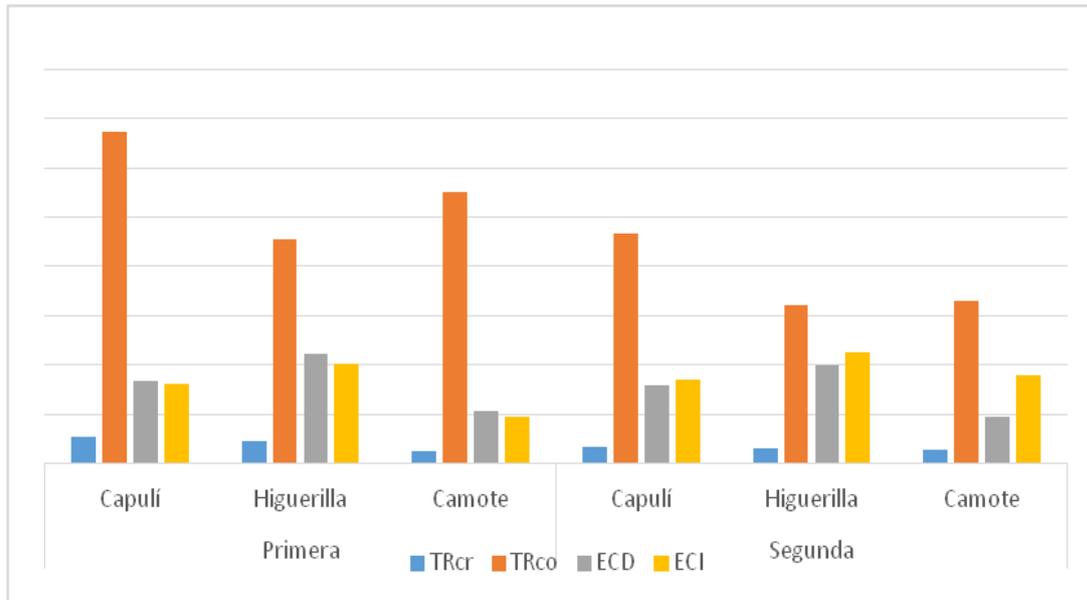


Figura 19. Comparación de los índices nutricionales de tres dietas en sus generaciones

En la figura 19, se puede observar que índices los nutricionales como ECD y el ECI mantuvieron la tendencia en ambas generaciones con la hoja de Higuerrilla y que en la segunda generación se observó que el ECI del Capulí y del Camote no mostraron diferencias significativas, siendo la fisiología del insecto afectada de alguna forma a diferencia de la primera generación esto puede deberse a la condición de temperatura como lo menciona Gutiérrez (2005).

Asimismo, los índices nutricionales pueden haber variado en las generaciones de acuerdo al sustrato alimenticio. El periodo para completar el desarrollo larval depende del alimento (Ortiz y Zevallos 2010), en ciertas condiciones las plantas pueden producir en mayor proporción sustancias que le permite defenderse de condiciones ambientales adversas, tales como disminución de la temperatura y estrés hídrico (Zapata, et al. 2006).

Se hace mención que la dieta a base de las hojas de Higuerrilla no hubo mucha fluctuación, ya que las hojas fueron recogidas en lugares donde no se suministra riego. En cambio, el Capulí y el Camote en la época de invierno en los lugares que se recogió las hojas se encontraban sin humedad. Asimismo, la baja temperatura afecta la fisiología de la planta por ende esta produjo mayor concentración de metabolitos en sus hojas, aunque tal como menciona Vázquez-Luna et al, (2007), los metabolitos secundarios como los alcaloides, aminoácidos no proteicos, esteroides, fenoles o taninos, no se ha identificado un patrón de

máxima producción, ni órganos especiales para el almacenaje de metabolitos secundarios por lo que puede ser incierta que la concentración hubiese aumentado en las hojas.

La respuesta de consumo y tasa de conversión de *S. ochrea* cuyos resultados se observan en la investigación con variabilidad entre las diferentes dietas, también corresponde a la adaptación evolutiva del insecto a diferentes tipos de plantas hospederas que forman parte de sus polifagia y capacidad de tolerar y eliminar sustancias tóxicas que forman parte de los mecanismos de defensa de las plantas. Los resultados contribuirían en la realización de trabajos de control con plantas atrayentes para aplicaciones dirigidas para proteger al cultivo de interés económico, como además considerar aplicaciones que refuercen el mecanismo de defensa de las plantas para reducir la infestación de los campos agrícolas.

4.2. DISCUSIONES

En los valores obtenidos de las tres dietas suministradas se encontró que en los índices alimentarios la tasa relativa de crecimiento presentó mayores valores en las larvas alimentadas con la dieta de Capulí seguida en valor por la dieta de Higuierilla y con menor valor respecto a las dos primeras dietas mencionadas el Camote. Los valores de la tasa relativa de crecimiento nos dan una visión sobre la preferencia de alimentarse de las larvas sobre la dieta. Además, los valores de la tasa relativa de consumo presentan el mismo orden es decir que se obtuvo resultados mayores en la dieta de Capulí seguido por Higuierilla y por último el Camote. Los valores de la tasa relativa de consumo nos permiten distinguir la voracidad que las larvas se alimentan de acuerdo a la dieta. La tasa relativa de crecimiento y la tasa relativa de consumo, están en las variables de crecimiento y permitiéndonos ampliar la relación de preferencia y voracidad de una larva de acuerdo a su hospedero. Dicho resultados nos permite entender sobre la potencialidad de daño que puede sufrir una planta respecto a otras tipos de plantas, mostrando aquellas plantas con potencialidad de hospedero y preferencia por los insectos plagas como el caso del Capulí y también nos muestran sobre las plantas infestadas ocasionalmente utilizadas como alimento cuando existe una escasez o nula presencia de la dieta preferida, obligando al insecto plaga en este caso las larvas de *Spodoptera ochrea* a consumir y alimentarse para desarrollar su ciclo de vida y perdurar hasta encontrar mejores condiciones favorables para su expansión y supremacía como insecto plaga.

En la crianza de larvas de *Spodoptera ochrea* se observó que la duración del ciclo larval se prologó en la dieta del Camote respecto al Capulí e Higuierilla. La no alternativa o no libre selección de alimentarse de especies más favorables ocasionó que las larvas estén obligadas a alimentarse de la dieta entregada para completar su ciclo. En las dos generaciones del estudio se demostró que la dieta de Camote fue perjudicial para el crecimiento y desarrollo del ciclo de la *Spodoptera ochrea* debido a que se obtuvo pesos menores en las larvas durante su crecimiento y desarrollo respecto al Capulí e Higuierilla, como también que ambas generaciones las larvas alimentadas con el Camote se obtuvieron pesos finales de las larvas en su estado pre-pupa valores menores respecto a las larvas pre-pupa del Capulí e Higuierilla. También se observó que los adultos obtenidos para el sexado obtenidos de la dieta del Camote eran de menor tamaño respecto a los adultos del Capulí e Higuierilla, lo cual se observó que influyó en la capacidad de poner huevos en las hembras adultas de *Spodoptera ochrea* provenientes de la dieta del Camote, ya que colocaban menor cantidad de huevos respecto a los adultos provenientes de la dieta de Capulí e Higuierilla que eran colocados en masa y mostrando posturas de mayor tamaño y huevos más fértiles al momento de la eclosión en comparación de la dieta del Camote. Las larvas de *Spodoptera* a no tener elección de escoger la dieta fue obligada a alimentarse para sobrevivir, demostrando que la Dieta de Capulí es compatible seguida con la Higuierilla y por último el Camote lo cual Badri & Garza (2015) dan mención de la resistencia que tienen las plantas a los insectos y que estos pueden actuar de diferentes mecanismos, siendo la antibiosis lo que puede estar ocurriendo con la Dieta del Camote debido a que la biología de las larvas se vio afectado y los valores obtenidos de los índices nutricionales demostró que la dieta de Capulí sería una especie susceptible y reforzando este resultado debido a la mayor presencia en los campos de *Spodoptera ochrea* en las plantas de Capulí como hospedante preferido y que las plantas de Higuierilla son hospederos ideales para que la *Spodoptera ochrea* pueda desarrollarse de manera que no encuentre mecanismos anti-alimentario y la dificultad de la localización de las plantas de Higuierilla de parte de la *Spodoptera ochrea* puede deberse a que existen ciertos compuestos químicos que interfieren en la ubicación y reconocimiento del hospedante y logrando ser disuasivos tal como Saldúa (2011), mencionó sobre la antixenosis o no preferencia. La preferencia de las larvas de *Spodoptera ochrea* a la dieta de Capulí respecto a la dieta de Higuierilla y Camote, brinda información que se puede utilizar en el manejo control de plagas. El Capulí por ser un hospedante más atractivo que otras especies ubicadas en el campo puede servir para el monitoreo sobre la presencia de la plaga en el campo y también programar aplicaciones de plaguicidas de manera dirigida a las plantas de

Capulí como del mismo modo sembrar plantas de Capulí en el contorno de campo para que sirvan de plantas atrayentes de los adultos de *Spodoptera ochrea* para su oviposición, monitoreo de la plaga y aplicaciones fitosanitarias para su control. Asimismo, de los resultados encontramos que los índices alimenticios de las dietas de Camote e Higuierilla, pese que no son plantas que se encuentran o presentan infestación de *Spodoptera ochrea* en el campo puede ser hospederos secundarios o alternos cuando no se encuentren la especie principal, ya que a no encontrar una planta apta para su desarrollo estará obligado a hospedarse de otras plantas como la Higuierilla que contribuye de manera exitosa su desarrollo y otras como el Camote que afectaría su fisiología y reduciría su sobrevivencia pero le permitiría prevalecer hasta que aparezca una especie atractiva para su desarrollo.

V. CONCLUSIONES

- La dieta suministrada de las hojas del tercio medio de la planta de *Nicandra physalodes* a larvas de *Spodoptera ochrea* durante toda su actividad alimentaria en la etapa larval resulta ser la mejor en contraste con las otras dietas.
- La dieta de las hojas del tercio medio de la planta de *Ricinus communis* L, es la mejor para favorecer la obtención de biomasa.
- La dieta con hojas del tercio medio de *Ipomoea batatas* L, presenta mayor gasto metabólico debido a una probable detoxificación de metabolitos proveniente por la presencia de la saponina.
- La relación del alimento ingerido y las excretas producidas por las larvas de *Spodoptera ochrea* alimentadas con hojas del tercio medio de camote es menor en diferencia de las otras dietas suministradas, indicando que una larva de *Spodoptera ochrea* alimentada con hojas del tercio medio del camote produce mayor cantidad de excretas.
- La temperatura influye en el periodo larval de la *Spodoptera ochrea* resultando que a mayor temperatura el periodo larval se acorta y viceversa.
- La preferencia de alimento para *Spodoptera ochrea* son las hojas *Nicandra physaloides*, en un menor grado las hojas de *Ricinus communis* L. y por último las hojas de la *Ipomoea batatas* L.

VI. RECOMENDACIONES

- Usar larvas del tercer estadio de *Spodoptera ochrea* para suministrar las dietas naturales en un determinado periodo. Para determinar el inicio y el fin del experimento.
- Utilizar una dieta testigo de preferencia una artificial para obtener los índices nutricionales de *Spodoptera ochrea*.
- Deben realizarse pruebas de libre selección del hospedero en las dietas naturales con la *Spodoptera ochrea*.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aline Ayuda T., DeJane Santos A., Gerard Andrade C., Ribeiro rafaella S., Sarah Silva Brum., Mário César Guerrero. 2010. Efecto de las fracciones de taninos de los parámetros biológicos y nutricionales de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), Brasil, Revista Ciencia y Tecnología. Vol. 34 n°.6 (Diciembre 2010).
- A.Vázquez-Luna, L. Pérez-Flores & R. Díaz-Sobac (2007) biomoléculas con actividad insecticida: una alternativa para mejorar la seguridad alimentaria. Journal of Food, 5:4, 306-313, doi: <https://doi.org/10.1080/11358120709487705>
- Badii, M. H., & Garza-Almanza, V. (2015). Resistencia en insectos, plantas y microorganismos. *Cultura Científica y Tecnológica*, (18).
- Casana-Amoretti. 2006. Biología y comportamiento de *Spodoptera ochrea* (Hampson) (Lepidoptera: Noctuidae) en cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis* Linnaeus), bajo condiciones de laboratorio. Revista Peruana Entomología 45:141-143.
- Casana-Amoretti, N; Vergara-Cobián, C.2006. Biología y comportamiento de *Spodoptera ochrea* (Hampson) (Lepidoptera: Noctuidae) en cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis* Linnaeus), bajo condiciones de laboratorio. Tesis Ing. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 9-10, 27p.
- Calvo, M. 2006. Bioquímica de los alimentos. Universidad de Zaragoza. España.
- Celis, A.; Mendoza, C.; Pachón, M.; Cardona, J.; Delgado, W.; Cuca, L.E. 2008. Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 26 (1): 97-106.
- Cruces, L. M., Callohuari y Carrera, C. (2016). Quinoa manejo integrado de plagas, estrategias en el cultivo de la quinoa para fortalecer el sistema agroalimentario en la zona andina. *Santiago: Organización de las naciones unidas para la alimentación de la agricultura FAO*, 198.

- Cosme, C; Zamudio, N. 2013. Manual técnico para el cultivo de batata (camote o boniato) en la provincia de Tucumán, Argentina. INTA. 48p. (Serie Programa Nacional Hortalizas, Flores y Aromáticas, n° 1).
- Figuroa Acosta, L. E., Marín Álvarez, M., Pérez Pinto, E., & Molina de Fernández, D. (2006). Mecanismos de resistencia a insecticidas organosintéticos en una población de *Anopheles aquasalis* Curry (Diptera: Culicidae) del estado Aragua. *Boletín de Malariología y Salud ambiental*, 46(1), 39-47.
- Gutiérrez García, Socorro del Carmen. 2010. Efecto del Nim (*Azadirachta indica*) en el desarrollo biológico y el metabolismo del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz. Tesis doctoral en ciencias. Montecillo, Texcoco, EDO. De México. 2010.
- Hernández Aro, M., Pedro, N., Cianna MarylinI., Espinosa, R., Torres, S. 2012. Potencial bioherbicida de extractos de *Ipomoea batatas* sobre *Portulaca oleracea* y *Amaranthus spinosusk*. s.l.10-11p.
- Huaman, Z. 1992. Botánica sistemática y morfología de la planta de batata o camote. Boletín de Información Técnico 25, Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. 22 pp.
- Hwang SY, Liu CH, Shen TC. 2008. Efectos de la disponibilidad de nutrientes de las plantas y las especies de plantas hospedadoras en el rendimiento de dos mariposas *Pieris* (Lepidoptera: Pieridae). *Bioquímica sistemática y ecología*. 2008; 36 : 505–513.
- Jiménez R., Rodríguez R., Murillo A., Méndez A., Rueda L. Actividad anti-alimentaria de metabolitos secundarios de residuos cítricos sobre *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), Colombia, Revista Colombiana de Entomología 39 (1): 113-119 (2013).
- Rossetti M., Defagó M., Carpinella C., Palacios S., Valladares G. 2008. Actividad biológica de extractos de *Melia azedarach* sobre larvas de *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae). Argentina. ISSN 0373-5680, Revista de la Sociaci3n Entomol3gica. Argent. 67 (1-2): 115-125, 2008.
- Ruíz S, Venegas E, Chávez M, Eustaquio C. 2010. Identificaci3n preliminar de los metabolitos secundarios de los extractos acuosos y etan3licos del fruto y hojas de

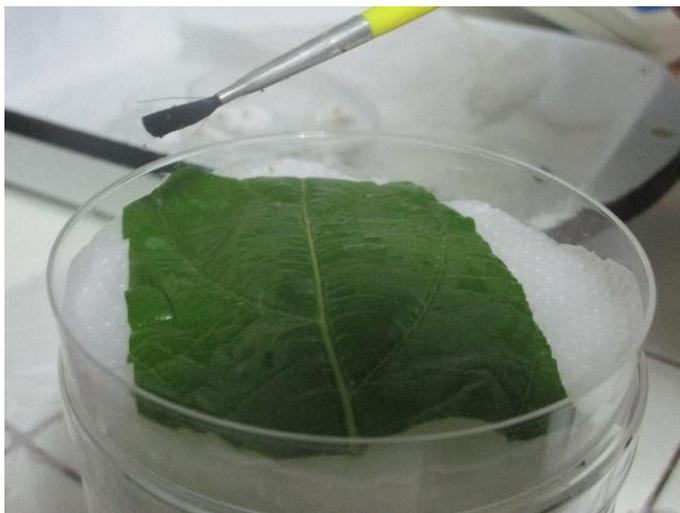
- Morinda citrifolia L. “noni” y cuantificación espectrofotométrica de los flavonoides totales. Universidad Cesar Vallejo. Scientia 2(2), 2010.
- Saldúa, V. L., & Castro, A. M. (2011). Expresión de la antibiosis y de la antixenosis contra el pulgón negro de los cereales (*Sipha maydis*) en cultivares comerciales de trigos. *Revista de La Facultad de Agonomía*, 110(1), 1–11. Retrieved from <http://163.10.24.65/revista/index.php/revagro/article/view/79>.
- Slansky, FJ (1985). Utilización de alimentos por insectos: interpretación de las diferencias observadas entre el peso seco y la eficiencia energética. *Entomologia experimentalis et applyta* , 39 (1), 47-60.
- Ortiz, MS; Zevallos, LC. 2010. Biología de *Feltia experta* Walker (Lepidoptera: Noctuidae) conducida sobre *Zea mays* y *Gossypium barbadense*. *Revista Biotempo* 10:18-25.
- Pérez León, JR. 2013. Estudio fitoquímico y actividad antiinflamatoria del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Ricinus communis* L. “higuerilla”. Tesis Mg. Lima, Perú, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 9-10, 27p.
- Valares Masa, C. (2011). Variación del metabolismo secundario en plantas debida al genotipo y al ambiente.
- Vallejo Peñafiel, LP. 2010. Determinación de la actividad antibacteriana y antimicótica de los extractos de *Solanun nigrescens* (hierba mora), *Nicandra physalodes* y *Sida poeppigiana* (escobillo), plantas registradas en el chotaimbabura; sobre *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus pneumoniae* y *Candida albicans* causantes de enfermedades bucofaríngeas. Tesis Ing. Sangolquí, Ecuador. Escuela Politécnica del Ejército.18-19, 119p.
- Vásquez Bardales J., R. Zárate Gómez, P. Huiñapi Canaquiri, J. Pinedo Jiménez, J.J. Ramírez Hernández, G. Lamas, P. Vela García. 2017. Plantas alimenticias de 19 especies de mariposas diurnas (Lepidoptera) en Loreto, Perú. *Revista peruana de biología* 24(1): 035 - 042 (Abril 2017). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v24i1.13109>.
- Villacorta Vasquez, Jorge Clever. 2005. Ciclo biológico de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidade) en tres híbridos comerciales de maíz; PM 104, PM 212 y PM 702. Tesis Ing. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria la Molina.

Zapata N, Budia F, Silva G, Viñuela E, Medina P, 2006. Actividad antialimentaria de *Maytenus boaria* Mol., *Peumusboldus* Mol. y *Quillaja saponaria* Mol. sobre *Spodoptera littoralis* Boisd. Chile. *Bol. San. Veg. Plagas*, 32:125-135, 2006.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Fotografías tomadas durante el experimento de la crianza de *Spodoptera ochrea* en las dos generaciones.









Anexo 2. Valores obtenidos de la primera generación y segunda generación alimentadas con hojas de higuera, capulí y camote

Planta de Higuera

Primera generación		
Peso de pupa mg	Alimento Ingerido mg	Excreta mg
291.8	2892.22	284.9
270.6	2900.33	248.6
301	2863.81	236.7
286.5	2789.57	168.9
243	2741.77	424.1
311.1	3038.64	286.7
248.1	2350.24	268.1
304.2	2942.33	322.2
244.9	2622.85	219
244.3	2137.93	354.1
264.8	2893.33	278.4
281.4	2635.78	267.2
301.8	2918.10	302.3
281.5	2580.51	203.9
218.6	2222.11	197.2
283.8	2933.23	175
248.3	2241.41	204.3
274.4	2523.93	252.5
335.8	3120.14	284.3
259.7	3080.99	233.2
307.2	3276.03	305
328.1	3013.64	304
311.3	2761.10	275.6
269.4	2510.77	287.2
282.2	3041.71	270.1
347.1	3260.36	252.2
267.1	2731.23	225.3
280.9	2732.04	234.2
270.3	2099.74	177.1
327.3	3180.60	188
318.7	3294.14	287.2

Segunda generación		
Peso de pupa mg	Alimento mg	Excreta mg
232	2306.53	210.8
292.8	2705.63	361
267	2589.07	303.9
275.6	1336.15	289.5
201.5	2466.61	282.3
293.1	3054.12	350.5
208.3	2146.44	198.2
251.2	2241.39	235.9
265.9	2325.06	259
226	1848.51	254.8
201.1	2110.75	230.2
267.5	1961.57	246.3
220.8	1883.75	245.3
230.9	2340.23	215.3
222.9	2578.72	247.5
286.3	2965.00	310.8
259	2841.76	287.8
197.8	2612.59	384.5
262.2	2635.92	271.7
170.5	2248.93	230.5
243.2	2201.71	263.2
199.8	2346.29	262.1
299.6	2671.44	346.5
244	2810.48	234
257.9	2747.23	344.9
250.6	2175.46	257.3
292.1	2844.31	292.3

Planta de Capulí

Primera generación		
Peso de pupa mg	Alimento ingerido mg	Excreta mg
325	3435	182
198	2655	129
340	3656	161
320	2967	202
277	3163	154
320	3346	138
309	3457	212
265	3706	101
336	4841	160
301	3444	162
238	2231	137
261	3718	175
178	2599	136
201	2537	98
273	2868	158
308	4420	139
359	3794	147
266	3114	146
285	3268	152
265	3267	138
344	4572	174
244	3383	152
331	3054	159
261	3085	98
260	3727	153
270	2769	165
319	4293	153
306	4171	164
299	4160	176
276	3609	164
258	3155	151
227	3709	220

Segunda generación		
Peso de pupa mg	Alimento ingerido mg	Excreta mg
261	2583	199
260	3518	202
219	2908	205
238	1653	165
238	3784	253
300	2733	216
237	3279	185
213	2339	159
264	3874	228
292	3692	187
209	1964	167
240	2332	152
229	3291	217
260	3420	218
204	3721	184
206	3073	181
253	3538	131
208	2714	185
271	2872	169
255	3085	155
186	3352	230
258	3217	233
241	4044	135
287	3288	169
191	2723	141
225	2860	219
262	2981	264

Planta de Camote

Primera generación		
Peso de pupa mg	Alimento ingerido mg	Excretas mg
223.7	4953.62	495.4
253.1	4632.72	481.7
192.4	3386.07	379.4
174.2	4544.53	379.4
207	3861.22	402.6
183.2	4110.85	379.4
265.5	4696.19	447.7
189.8	3567.59	409.6
176	3881.61	374.4
214.6	4986.99	392
189.4	3705.44	368.8
188.9	3919.84	465.5
224	5067.76	535.3
171.3	3301.76	354.7
170.5	3136.41	341.3
227.2	5058.71	557.5
220.5	4821.73	398.9
168.7	5457.13	522.9
196.3	5323.35	450.1
277.9	4854.89	501.2
195.6	3836.92	366
263.5	5549.11	555.2
142.2	2794.49	261.3
207.4	4714.83	351.4
167.2	3248.50	378.9
170.6	3173.13	325.6
209.5	4753.41	466.8
210.8	4909.45	416
230.1	4308.29	444.4
204.6	4631.10	413
170.3	3578.91	459
245.2	4349.81	424.3

Segunda generación		
Peso de pupa mg	Alimento Ingerido mg	Peso de excreta mg
199.7	1755.3	352.4
164.5	2371.7	339.8
276.5	3120.1	336.6
250.1	4195.0	379.1
194.1	1561.8	396.7
165.4	2071.1	270.7
189	1983.4	332.2
181.6	1844.3	280.1
266.3	3208.3	343.7
210.5	1922.2	308.3
201.2	2278.5	303.3
233.2	2501.1	371.5
227.1	2341.4	379.9
239.4	2169.9	310.5
155.9	2062.6	298.9
163.6	2211.5	255.9
177.4	2872.1	324.9
223.4	2830.6	317.4
179.9	2110.4	313.4
251.2	1830.4	428.6
193.4	2428.2	309.6
227.8	3767.4	390
195.2	3669.6	337.3
180.5	2774.8	284.1
232.5	4248.1	401.9
179.2	1539.6	291.5
121.1	2152.6	271
230.9	2268.6	377.4
155.6	1405.8	389.8
176	2006.0	281.7
205.3	3068.6	340.4

Anexo 3. Datos convertidos en los índices nutricionales de las dietas de Higuierilla, Capulí y Camote de las dos generaciones.

Dieta con Higuierilla primera generación.

Placa	Tiempo de alimentación	Media Geométrica	Tasa relativa de crecimiento	Tasa relativa de consumo	Eficiencia de conversión de Alimento ingerido	Eficiencia de conversión de Alimento Digerido	Digestibilidad Aproximada
Placa	T	Pg	TRcr	TRCo	ECI	ECD	DA
HL1	28	4.18	2.49	24.69	10.09	11.19	90.15
HL2	28	4.03	2.40	25.71	9.33	10.20	91.43
HL3	31	4.25	2.28	21.74	10.51	11.46	91.73
HL4	28	4.15	2.47	24.03	10.27	10.93	93.95
HL5	36	3.82	1.77	19.95	8.86	10.48	84.53
HL6	31	4.32	2.32	22.69	10.24	11.30	90.56
HL7	28	3.86	2.30	21.76	10.55	11.91	88.59
HL8	28	4.27	2.54	24.60	10.34	11.61	89.05
HL9	31	3.83	2.06	22.07	9.33	10.19	91.65
HL10	28	3.83	2.28	19.94	11.42	13.69	83.44
HL11	28	3.99	2.37	25.92	9.15	10.12	90.38
HL12	28	4.11	2.45	22.91	10.67	11.88	89.86
HL13	31	4.26	2.29	22.12	10.34	11.54	89.64
HL14	31	4.11	2.21	20.25	10.91	11.84	92.10
HL15	31	3.62	1.95	19.79	9.83	10.79	91.13
HL16	28	4.13	2.46	25.39	9.67	10.29	94.03
HL17	28	3.86	2.30	20.74	11.08	12.19	90.89
HL18	31	4.06	2.18	20.07	10.87	12.08	90.00
HL19	31	4.49	2.41	22.42	10.76	11.84	90.89
HL20	28	3.95	2.35	27.88	8.43	9.12	92.43
HL21	28	4.29	2.56	27.25	9.38	10.34	90.69
HL22	31	4.44	2.38	21.91	10.89	12.11	89.91
HL23	31	4.32	2.32	20.61	11.27	12.52	90.02
HL24	28	4.02	2.39	22.30	10.73	12.11	88.56
HL25	31	4.11	2.21	23.85	9.28	10.18	91.12
HL26	31	4.56	2.45	23.05	10.64	11.54	92.26
HL27	28	4.00	2.38	24.37	9.78	10.66	91.75
HL28	31	4.11	2.21	21.47	10.28	11.24	91.43
HL29	31	4.03	2.16	16.82	12.87	14.06	91.57
HL30	31	4.43	2.38	23.15	10.29	10.93	94.09
HL31	31	4.37	2.35	24.30	9.67	10.60	91.28

Dieta con Higuierilla segunda generación.

Placa	Tiempo de alimentación	Media Geométrica	Tasa relativa de crecimiento	Tasa relativa de consumo	Eficiencia de conversión de Alimento ingerido	Eficiencia de conversión de Alimento Digerido	Digestibilidad Aproximada
Placa	T	Pg	TRcr	TRCo	ECI	ECD	DA
HL1	37	3.73	1.68	16.71	10.06	11.07	90.86
HL2	41	4.19	1.70	15.74	10.82	12.49	86.66
HL3	41	4.00	1.63	15.78	10.31	11.68	88.26
HL4	37	4.07	1.83	8.88	20.62	26.33	78.33
HL5	41	3.48	1.41	17.30	8.17	9.22	88.56
HL6	39	4.19	1.79	18.67	9.59	10.84	88.52
HL7	35	3.54	1.68	17.35	9.70	10.69	90.77
HL8	35	3.88	1.85	16.50	11.20	12.52	89.48
HL9	39	3.99	1.71	14.93	11.43	12.87	88.86
HL10	41	3.68	1.50	12.24	12.22	14.18	86.22
HL11	39	3.47	1.48	15.58	9.52	10.69	89.09
HL12	41	4.01	1.63	11.94	13.63	15.59	87.44
HL13	-	-	-	-	-	-	-
HL14	-	-	-	-	-	-	-
HL15	39	3.64	1.56	13.27	11.72	13.47	86.98
HL16	39	3.72	1.59	16.12	9.86	10.86	90.80
HL17	-	-	-	-	-	-	-
HL18	39	3.66	1.56	18.08	8.64	9.56	90.40
HL19	41	4.14	1.68	17.45	9.65	10.78	89.52
HL20	39	3.94	1.68	18.48	9.11	10.14	89.87
HL21	41	3.44	1.40	18.50	7.57	8.87	85.28
HL22	41	3.97	1.61	16.21	9.94	11.09	89.69
HL23	39	3.20	1.37	18.03	7.58	8.44	89.75
HL24	39	3.82	1.63	14.78	11.04	12.54	88.05
HL25	39	3.46	1.48	17.38	8.51	9.58	88.83
HL26	39	4.24	1.81	16.16	11.21	12.88	87.03
HL27	39	3.83	1.63	18.83	8.68	9.47	91.67
HL28	39	3.93	1.68	17.91	9.39	10.73	87.45
HL29	-	-	-	-	-	-	-
HL30	39	3.88	1.66	14.39	11.52	13.06	88.17
HL31	39	4.19	1.79	17.42	10.27	11.44	89.72

Dieta con Capulí primera generación.

Placa	Tiempo de Alimentación	Media Geométrica	Tasa relativa de crecimiento	Tasa relativa de consumo	Eficiencia de conversión de Alimento ingerido	Eficiencia de conversión de Alimento Digerido	Digestibilidad Aproximada
Placa	T	Pg	TRcr	TRCo	ECI	ECD	DA
NL1	22	3.48	2.63	33.18	7.93	8.25	96.13
NL2	26	4.05	2.59	27.25	9.52	10.08	94.51
NL3	24	4.30	2.99	42.82	6.97	7.20	96.85
NL4	26	4.64	2.98	31.43	9.47	9.85	96.13
NL5	26	4.46	2.86	26.36	10.83	11.42	94.80
NL6	24	3.95	2.75	32.51	8.45	8.72	96.84
NL7	26	3.95	2.53	36.28	6.98	7.28	95.91
NL8	24	3.69	2.56	41.88	6.12	6.50	94.08
NL9	26	3.99	2.56	30.01	8.52	8.94	95.31
NL10	26	4.13	2.65	30.40	8.72	9.14	95.34
NL11	24	3.98	2.77	34.18	8.09	8.45	95.79
NL12	24	4.54	3.15	41.92	7.53	7.82	96.19
NL13	24	3.82	2.66	36.86	7.20	7.54	95.51
NL14	24	3.27	2.27	33.12	6.85	7.23	94.77
NL15	25	4.25	2.83	32.40	8.75	9.18	95.30
NL16	22	3.78	2.86	26.86	10.65	11.35	93.86
NL17	24	3.95	2.75	39.17	7.01	7.35	95.31
NL18	24	3.93	2.73	33.43	8.16	8.57	95.21
NL19	24	4.49	3.12	44.90	6.95	7.18	96.70
NL20	24	4.02	2.79	28.67	9.75	10.37	94.03
NL21	25	4.37	2.91	39.28	7.42	7.69	96.43
NL22	24	4.07	2.82	36.96	7.64	8.00	95.46
NL23	25	4.23	2.82	39.32	7.18	7.49	95.77
NL24	22	3.44	2.61	35.05	7.44	7.82	95.16
NL25	24	3.99	2.77	38.71	7.16	7.36	97.28
NL26	24	4.29	2.98	40.54	7.34	7.64	96.06
NL27	24	4.08	2.83	32.33	8.75	9.20	95.13
NL28	26	4.31	2.76	30.88	8.94	9.52	93.86
NL29	26	4.41	2.83	29.94	9.44	9.97	94.70
NL30	24	4.38	3.04	28.23	10.77	11.56	93.19
NL31	24	4.38	3.04	31.84	9.55	9.96	95.89

Dieta con Capulí segunda generación.

Placa	Tiempo de Alimentación	Media Geométrica	Tasa relativa de crecimiento	Tasa relativa de consumo	Eficiencia de conversión de Alimento ingerido	Eficiencia de conversión de Alimento Digerido	Digestibilidad Aproximada
Placa	T	Pg	TRcr	TRCo	ECI	ECD	DA
NL1	34	3.96	1.94	19.19	10.11	10.95	92.31
NL2	34	3.95	1.93	26.22	7.38	7.82	94.27
NL3	34	3.62	1.78	23.61	7.52	8.09	92.95
NL4	34	3.78	1.85	12.87	14.37	15.97	90.00
NL5	37	3.78	1.70	27.05	6.30	6.75	93.32
NL6	37	4.24	1.91	17.42	10.96	11.90	92.09
NL7	34	3.77	1.85	25.56	7.23	7.67	94.35
NL8	39	3.57	1.53	16.80	9.08	9.75	93.19
NL9	34	3.98	1.95	28.61	6.82	7.25	94.13
NL10	37	4.19	1.89	23.83	7.91	8.34	94.93
NL11	30	3.54	1.97	18.49	10.64	11.63	91.48
NL12	39	3.79	1.62	15.76	10.28	11.00	93.49
NL13	37	3.71	1.67	24.01	6.95	7.44	93.40
NL14	33	3.95	2.00	26.23	7.61	8.12	93.63
NL15	37	3.50	1.58	28.75	5.48	5.76	95.06
NL16	34	3.52	1.72	25.69	6.71	7.13	94.13
NL17	39	3.89	1.66	23.30	7.14	7.41	96.29
NL18	33	3.54	1.79	23.26	7.68	8.24	93.18
NL19	-	-	-	-	-	-	-
NL20	-	-	-	-	-	-	-
NL21	39	4.03	1.72	18.27	9.42	10.01	94.13
NL22	39	3.91	1.67	20.23	8.26	8.69	94.97
NL23	39	3.34	1.43	25.72	5.55	5.96	93.14
NL24	37	3.93	1.77	22.12	8.01	8.63	92.77
NL25	34	3.80	1.86	31.28	5.96	6.16	96.66
NL26	34	4.15	2.03	23.32	8.71	9.19	94.86
NL27	31	3.38	1.82	25.97	7.00	7.38	94.82
NL28	-	-	-	-	-	-	-
NL29	33	3.68	1.86	23.58	7.87	8.52	92.36
NL30	37	3.97	1.79	20.31	8.79	9.65	91.14
NL31	-	-	-	-	-	-	-

Dieta con Camote primera generación.

Placa	Tiempo de alimentación	Media Geométrica	Tasa relativa de crecimiento	Tasa relativa de consumo	Eficiencia de conversión de Alimento ingerido	Eficiencia de conversión de Alimento Digerido	Digestibilidad Aproximada
Placa	T	Pg	TRcr	TRCo	ECI	ECD	DA
CL1	46	3.66	1.33	29.39	4.51	5.02	90.00
CL2	46	3.90	1.41	25.84	5.46	6.10	89.60
CL3	42	3.40	1.35	23.73	5.68	6.40	88.80
CL4	46	3.23	1.17	30.56	3.83	4.18	91.65
CL5	39	3.52	1.51	28.09	5.36	5.98	89.57
CL6	44	3.32	1.26	28.18	4.46	4.91	90.77
CL7	46	3.99	1.45	25.58	5.65	6.25	90.47
CL8	39	3.37	1.44	27.11	5.32	6.01	88.52
CL9	44	3.25	1.23	27.15	4.53	5.02	90.35
CL10	46	3.59	1.30	30.21	4.30	4.67	92.14
CL11	39	3.37	1.44	28.18	5.11	5.67	90.05
CL12	44	3.37	1.27	26.46	4.82	5.47	88.12
CL13	46	3.67	1.33	30.05	4.42	4.94	89.44
CL14	39	3.21	1.37	26.41	5.19	5.81	89.26
CL15	39	3.20	1.37	25.14	5.43	6.10	89.12
CL16	46	3.69	1.34	29.79	4.49	5.05	88.98
CL17	46	3.64	1.32	28.82	4.57	4.98	91.73
CL18	46	3.18	1.15	37.29	3.09	3.42	90.42
CL19	46	3.43	1.24	33.72	3.69	4.03	91.54
CL20	46	4.08	1.48	25.85	5.72	6.38	89.68
CL21	44	3.43	1.30	25.45	5.10	5.63	90.46
CL22	46	3.98	1.44	30.34	4.75	5.28	89.99
CL23	42	2.92	1.16	22.78	5.09	5.61	90.65
CL24	46	3.53	1.28	29.06	4.40	4.75	92.55
CL25	39	3.20	1.37	25.43	5.37	5.99	89.74
CL26	46	3.55	1.28	29.15	4.41	4.89	90.18
CL27	46	3.56	1.29	30.01	4.29	4.69	91.53
CL28	46	3.72	1.35	25.21	5.34	5.95	89.69
CL29	46	3.50	1.27	28.73	4.42	4.85	91.08
CL30	42	3.20	1.27	26.66	4.76	5.46	87.17
CL31	46	3.84	1.39	24.65	5.64	6.24	90.25

Dieta con Camote segunda generación

Placa	Tiempo de alimentación	Media Geométrica	Tasa relativa de crecimiento	Tasa relativa de consumo	Eficiencia de conversión de Alimento ingerido	Eficiencia de conversión de Alimento Digerido	Digestibilidad Aproximada
Placa	T	Pg	TRcr	TRCo	ECI	ECD	DA
CL1	41	3.46	1.40	12.37	11.37	14.23	79.92
CL2	41	3.14	1.27	18.41	6.93	8.09	85.67
CL3	46	4.07	1.47	16.65	8.86	9.93	89.21
CL4	46	3.87	1.40	23.54	5.96	6.55	90.96
CL5	41	3.41	1.38	11.16	12.42	16.65	74.60
CL6	39	3.15	1.34	16.86	7.98	9.18	86.93
CL7	41	3.37	1.36	14.37	9.53	11.44	83.25
CL8	41	3.30	1.34	13.63	9.84	11.61	84.81
CL9	46	4.00	1.45	17.45	8.30	9.29	89.29
CL10	41	3.55	1.44	13.19	10.95	13.04	83.96
CL11	41	3.47	1.41	15.99	8.83	10.18	86.69
CL12	44	3.74	1.41	15.20	9.32	10.95	85.15
CL13	41	3.69	1.50	15.47	9.70	11.57	83.77
CL14	41	3.79	1.54	13.96	11.03	12.87	85.69
CL15	41	3.06	1.24	16.45	7.56	8.84	85.51
CL16	39	3.13	1.33	18.10	7.40	8.36	88.43
CL17	46	3.26	1.18	19.14	6.17	6.96	88.69
CL18	41	3.66	1.48	18.86	7.89	8.89	88.79
CL19	41	3.29	1.33	15.67	8.52	10.01	85.15
CL20	41	3.88	1.57	11.50	13.72	17.92	76.58
CL21	46	3.41	1.23	15.50	7.96	9.13	87.25
CL22	46	3.70	1.34	22.15	6.04	6.74	89.65
CL23	49	3.42	1.16	21.88	5.32	5.86	90.81
CL24	39	3.29	1.40	21.62	6.50	7.24	89.76
CL25	49	3.73	1.27	23.21	5.47	6.04	90.54
CL26	41	3.28	1.33	11.45	11.64	14.35	81.07
CL27	39	2.70	1.15	20.48	5.62	6.43	87.41
CL28	41	3.72	1.51	14.87	10.18	12.21	83.36
CL29	39	3.06	1.30	11.80	11.06	15.31	72.27
CL30	41	3.25	1.32	15.06	8.77	10.20	85.96
CL31	44	3.51	1.33	19.87	6.69	7.52	88.91

Anexo 4. Temperatura y humedad relativa registradas dentro del laboratorio en las generaciones de *Spodoptera ochrea* en dietas de higuera, capulí y camote.

Primera generación de *Spodoptera ochrea*

Día/mes/año	Primera Generación		
	Temperatura (°C)		Humedad (%)
	Max	Min	
2/06/2017	21.82	20.14	79.38
3/06/2017	21.77	19.71	78.54
4/06/2017	22.16	19.90	79.75
5/06/2017	21.29	19.47	85.08
6/06/2017	20.76	19.37	86.92
7/06/2017	22.54	19.71	78.89
8/06/2017	20.76	19.61	85.06
9/06/2017	21.24	19.66	84.78
10/06/2017	20.76	19.52	84.21
11/06/2017	20.96	19.13	84.33
12/06/2017	22.35	19.04	81.08
13/06/2017	22.54	19.13	79
14/06/2017	22.73	19.47	79.25
15/06/2017	22.49	19.23	80.14
16/06/2017	21.92	19.42	79
17/06/2017	20.48	19.08	79.96
18/06/2017	21.44	19.42	76.29
19/06/2017	22.49	18.94	78.71
20/06/2017	22.16	19.61	79.25
21/06/2017	22.78	19.66	77
22/06/2017	22.16	18.80	78.88
23/06/2017	22.78	18.99	76.42
24/06/2017	22.06	18.75	77.58
25/06/2017	22.68	18.17	77.54
26/06/2017	20.86	17.98	81.92
27/06/2017	21.10	19.66	80.88
28/06/2017	21.58	19.47	79.25
29/06/2017	21.24	19.47	81.21
30/06/2017	21.05	19.37	81.13

Día/mes/año	Primera Generación		
	Temperatura (°C)		Humedad (%)
	Max	Min	
1/07/2017	21.44	19.18	79.42
2/07/2017	22.20	19.18	79.58
3/07/2017	21.68	19.52	76.54
4/07/2017	22.73	19.13	74.67
5/07/2017	22.11	19.52	79.29
6/07/2017	22.11	18.65	77.08
7/07/2017	21.87	19.18	79.17
8/07/2017	20.72	19.47	78.46
9/07/2017	21.24	18.75	77.67
10/07/2017	20.81	19.42	81.63
11/07/2017	20.96	19.32	84.33
12/07/2017	21.48	19.08	76.71
13/07/2017	21.29	19.23	77.48
14/07/2017	22.06	19.37	75.21
15/07/2017	22.06	18.99	77.75
16/07/2017	21.39	19.32	77.25
17/07/2017	21.96	19.32	75.46
18/07/2017	21.96	19.18	77.21
19/07/2017	19.80	18.70	84.13
20/07/2017	21.20	18.56	82.42
21/07/2017	21.58	18.94	76.21
22/07/2017	22.20	17.60	78.33
23/07/2017	22.92	18.75	75.67
24/07/2017	20.00	18.89	84.63
25/07/2017	21.87	18.89	78.96
26/07/2017	20.81	19.08	79.71
27/07/2017	21.34	18.89	78.88
28/07/2017	21.48	18.94	77.21
29/07/2017	20.48	17.98	80.33
30/07/2017	22.54	17.98	74.38
31/07/2017	22.40	18.08	78.63

Segunda generación de *Spodoptera ochrea*

Día/mes/año	Segunda Generación		
	Temperatura (°C)		Humedad (%)
	Max	Min	
2/08/2017	21.53	18.89	81.63
3/08/2017	21.48	18.80	82.08
4/08/2017	21.58	18.80	81.58
5/08/2017	20.28	18.65	85.25
6/08/2017	20.19	18.80	84.54
7/08/2017	21.77	18.75	79.04
8/08/2017	21.10	18.32	82.5
9/08/2017	22.01	18.75	76.92
10/08/2017	19.80	18.80	85.42
11/08/2017	20.67	18.65	82
12/08/2017	21.68	17.21	78.29
13/08/2017	21.44	17.55	77.38
14/08/2017	21.39	18.89	77.58
15/08/2017	21.44	18.41	78.33
16/08/2017	21.24	18.27	82.13
17/08/2017	21.63	18.27	80.79
18/08/2017	20.86	17.84	83.25
19/08/2017	21.87	18.17	80.42
20/08/2017	19.04	18.41	87.58
21/08/2017	21.63	17.79	84.46
22/08/2017	21.82	17.93	80.21
23/08/2017	19.95	18.75	84.25
24/08/2017	20.14	18.32	85.54
25/08/2017	21.48	18.75	78.5
26/08/2017	21.72	18.08	78.54
27/08/2017	22.30	18.03	82.38
28/08/2017	21.44	17.84	83.38
29/08/2017	19.95	18.60	84.42
30/08/2017	21.34	18.60	78.92
31/08/2017	21.58	17.84	82.21

Día/mes/año	Segunda Generación		
	Temperatura (°C)		Humedad (%)
	Max	Min	
1/09/2017	20.81	18.51	83.88
2/09/2017	21.34	18.65	81.42
3/09/2017	21.15	18.51	83.21
4/09/2017	20.14	18.60	84.71
5/09/2017	22.11	18.32	79.63
6/09/2017	22.11	18.89	77.25
7/09/2017	22.25	18.99	77.38
8/09/2017	20.38	18.56	85.46
9/09/2017	19.80	18.56	86.71
10/09/2017	20.91	18.46	81.33
11/09/2017	19.76	18.36	86.63
12/09/2017	19.95	18.41	85.04
13/09/2017	20.09	18.56	86.38
14/09/2017	19.08	18.41	90.33
15/09/2017	19.76	18.12	87.21
16/09/2017	22.16	18.08	80.33
17/09/2017	22.83	18.12	78.29
18/09/2017	22.06	18.46	81.71
19/09/2017	20.48	18.89	83.42
20/09/2017	19.28	18.46	86.46
21/09/2017	19.56	18.27	84.96
22/09/2017	20.76	18.32	83.71
23/09/2017	21.77	18.46	82.25
24/09/2017	23.16	18.17	77.17
25/09/2017	22.16	18.22	81.05
26/09/2017	22.01	17.79	79.29
27/09/2017	21.96	17.60	80.58
28/09/2017	22.11	17.16	77.67
29/09/2017	22.83	18.03	79.29
30/09/2017	22.01	18.41	78.17

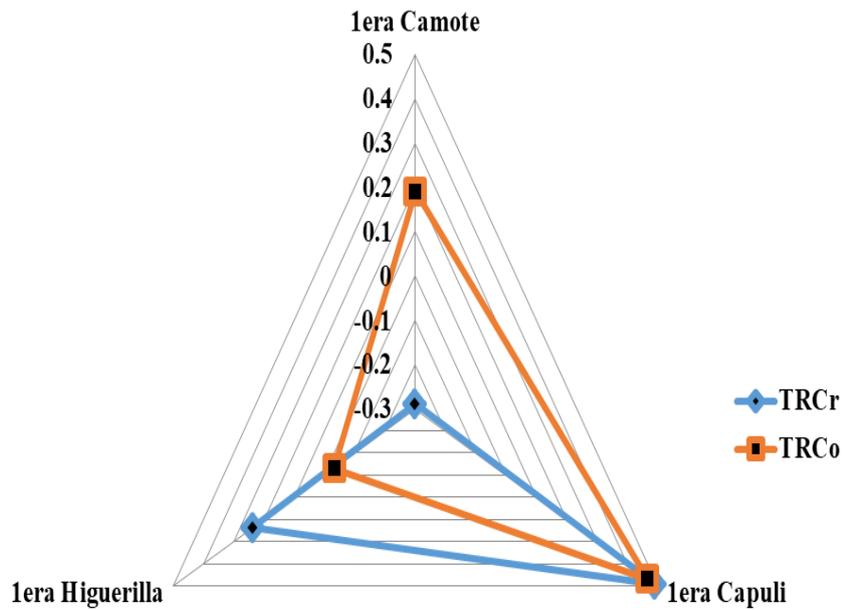
Día/mes/año	Segunda Generación		
	Temperatura (°C)		Humedad (%)
	Max	Min	
1/10/2017	22.59	17.93	74.04
2/10/2017	23.31	17.50	74.71
3/10/2017	22.78	18.12	77.83
4/10/2017	23.02	18.60	78.75
5/10/2017	22.16	18.70	78.5
6/10/2017	22.16	18.56	80.42
7/10/2017	22.59	18.56	80.17
8/10/2017	22.54	18.51	77.08
9/10/2017	21.48	17.88	81.04
10/10/2017	21.24	18.36	81.5
11/10/2017	21.44	18.17	80.67
12/10/2017	23.74	18.36	72.63
13/10/2017	23.55	18.46	72.33
14/10/2017	22.30	18.70	77.17
15/10/2017	22.97	18.70	77.29
16/10/2017	23.31	18.60	76.63
17/10/2017	22.25	18.22	81.25
18/10/2017	22.59	18.75	80.29
19/10/2017	21.58	18.60	79.63
20/10/2017	22.30	18.51	79.17
21/10/2017	23.02	18.36	75.42
22/10/2017	23.88	18.84	75.88
23/10/2017	23.98	19.13	76.88
24/10/2017	22.49	18.94	79.33
25/10/2017	22.16	18.80	79.25
26/10/2017	23.31	18.94	75.92
27/10/2017	22.25	18.41	80.29
28/10/2017	22.11	18.60	82.38
29/10/2017	23.16	18.80	80.46
30/10/2017	23.16	17.79	79
31/10/2017	22.35	17.45	79.29

Día/mes/año	Segunda Generación		
	Temperatura (°C)		Humedad (%)
	Max	Min	
2/11/2017	22.25183	18.84454	77.35
3/11/2017	21.57997	18.94052	79.46
4/11/2017	20.86012	18.84454	81.71
5/11/2017	22.49178	18.94052	73
6/11/2017	22.82771	17.45283	76.54
7/11/2017	21.72394	17.50082	78.46
8/11/2017	22.34781	17.35685	78.17
9/11/2017	22.49178	17.98072	75.83

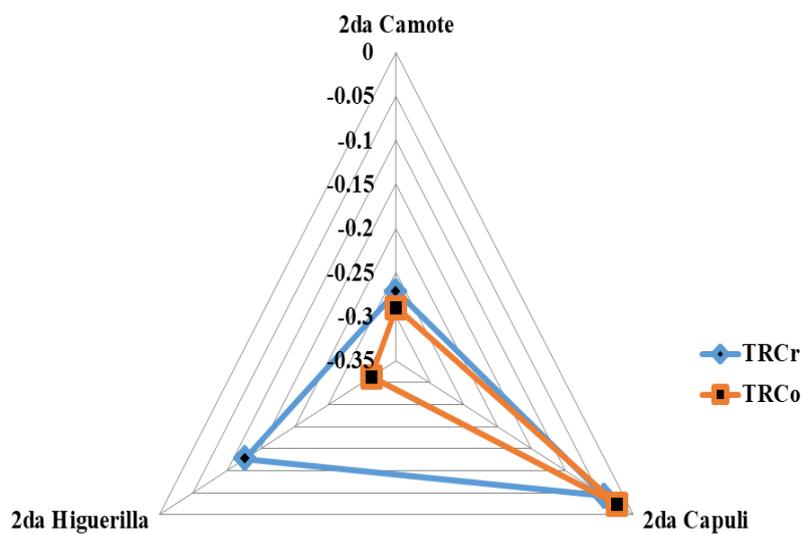
Anexo 5. La variación de los índices nutricionales de acuerdo a la dieta por dos generaciones continúa.

VARIABLES DE CRECIMIENTO: tasa relativa de crecimiento (TRCr); tasa relativa de consumo (TRCo).

Primera generación

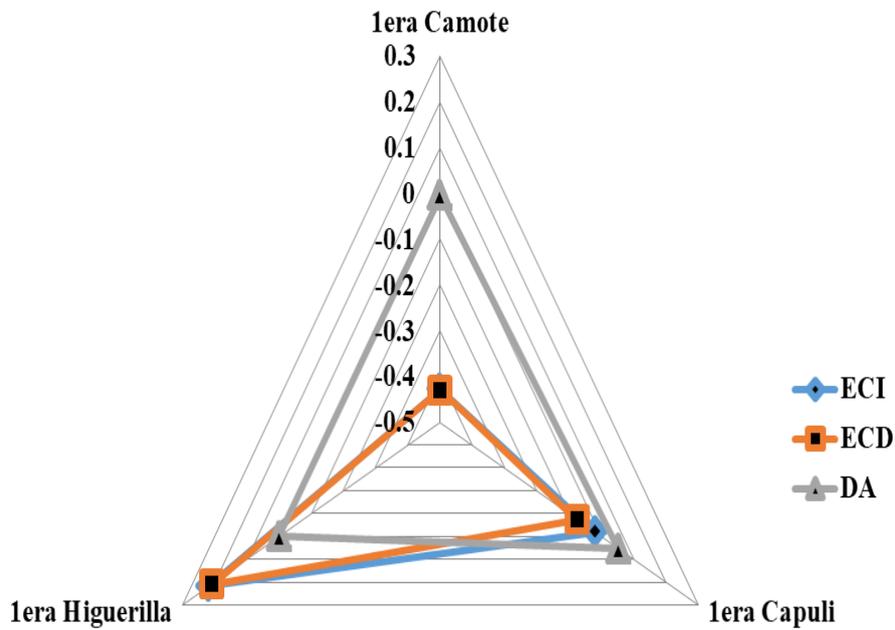


Segunda generación

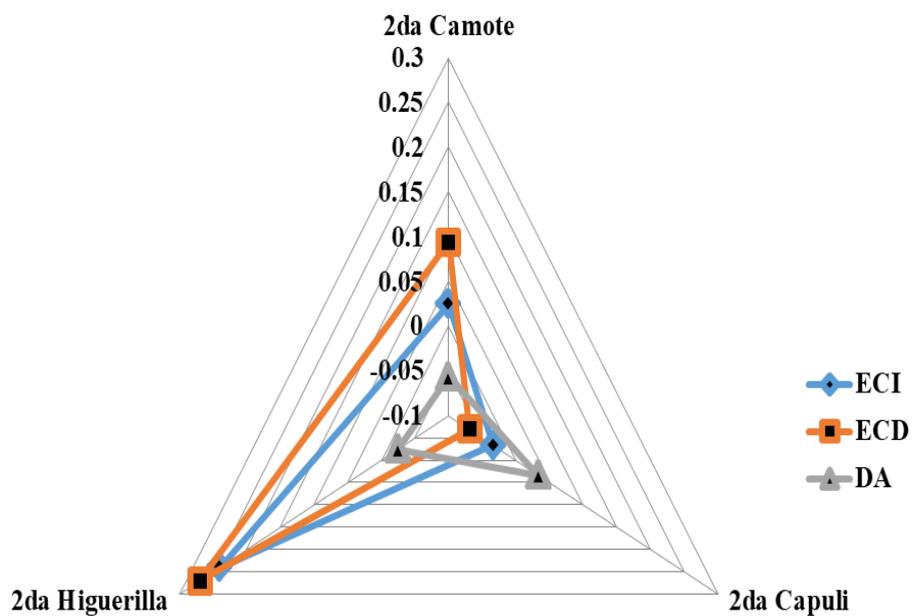


VARIABLES DE METABÓLICA EFICIENCIA DE CONVERSIÓN DE ALIMENTO INGERIDO (ECAI); EFICIENCIA DE CONVERSIÓN DE ALIMENTO DIGERIDO (ECAD); DIGESTIBILIDAD APROXIMADA (DA).

Primera generación

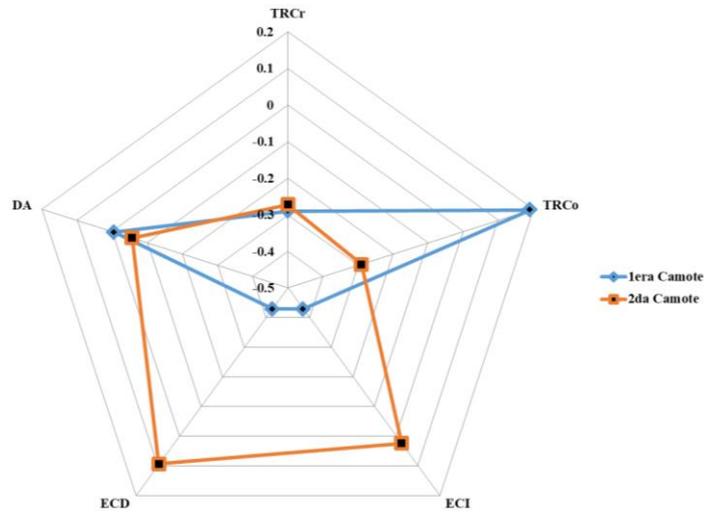


Segunda generación

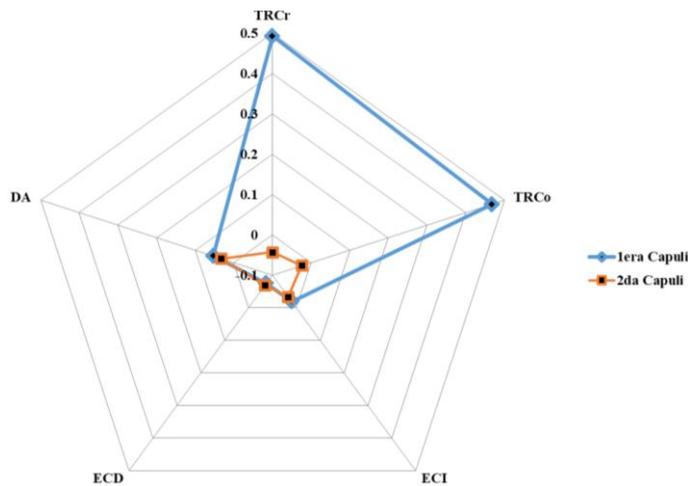


Variación de los índices nutricionales de acuerdo a la dieta por dos generaciones continúa. Tasa relativa de crecimiento (TrCr); tasa relativa de consumo (TrCo); eficiencia de conversión de alimento ingerido (ECI); eficiencia de conversión de alimento digerido (ECD); digestibilidad aproximada (DA).

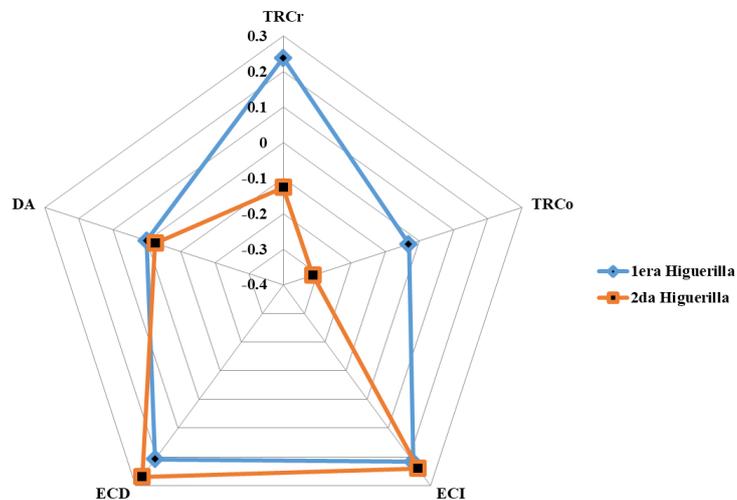
Dieta de camote:



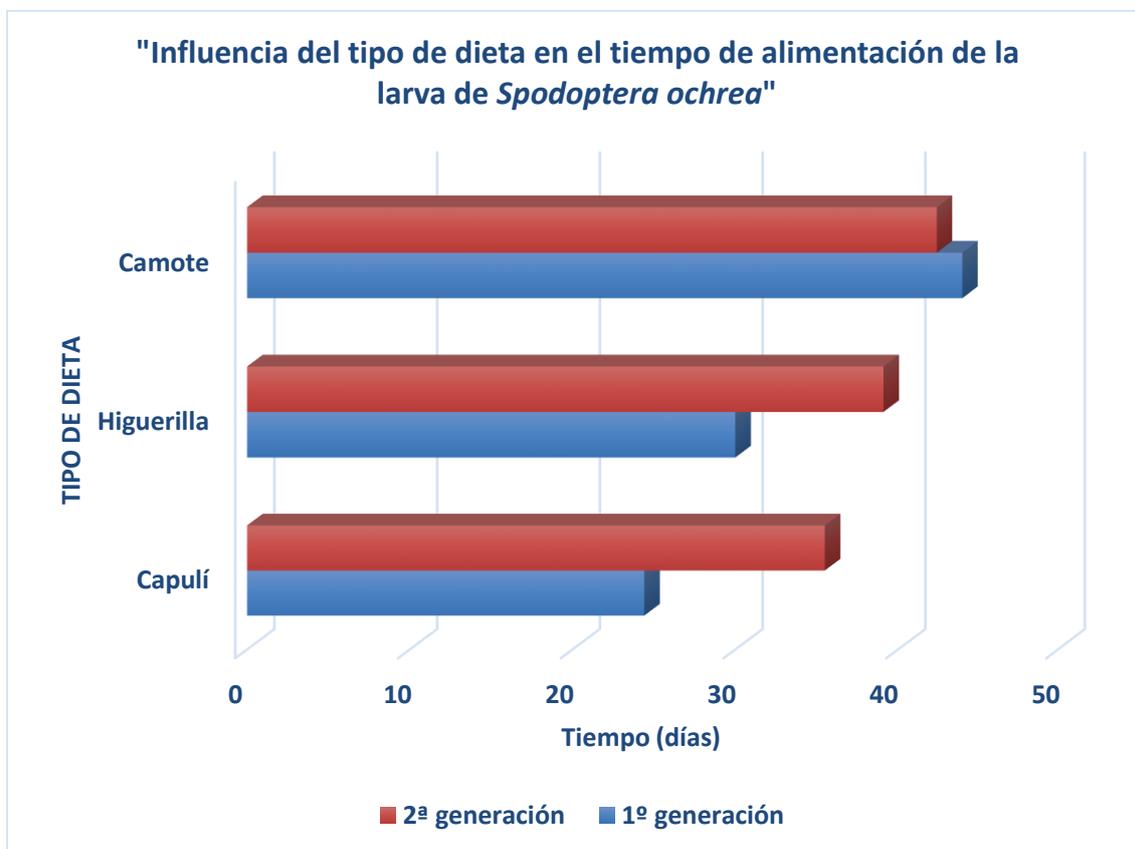
Dieta de higuera:



Dieta de capulí:

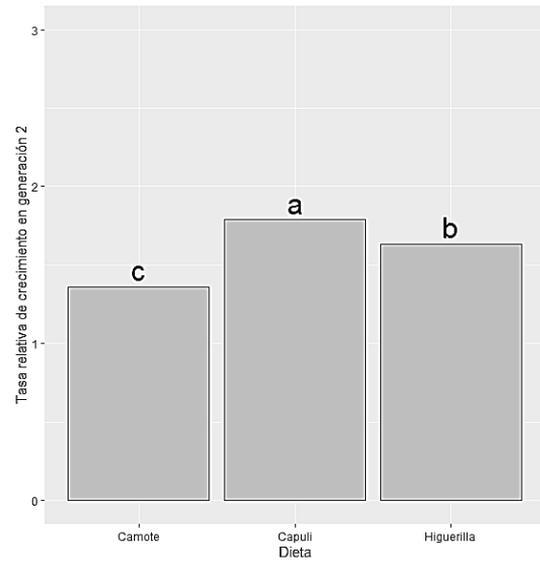
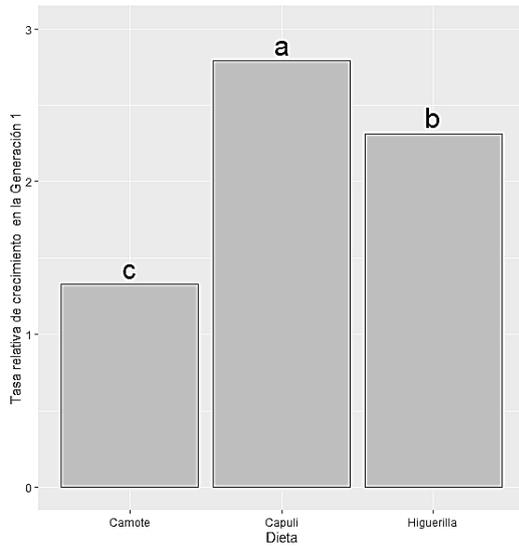


Influencia del tipo de dieta en el tiempo de alimentación de la larva de *Spodoptera ochrea*.

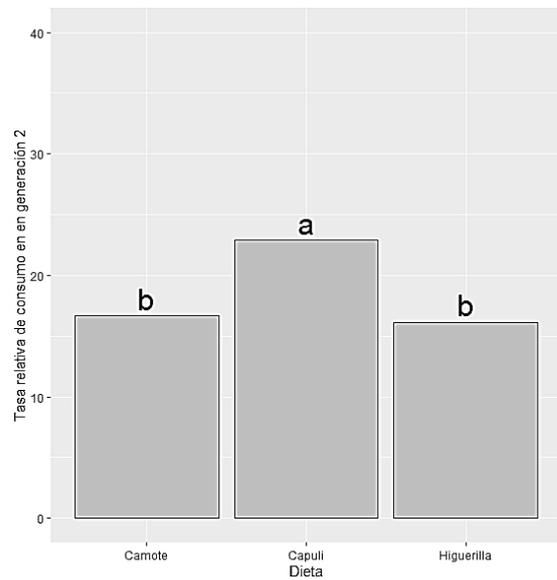
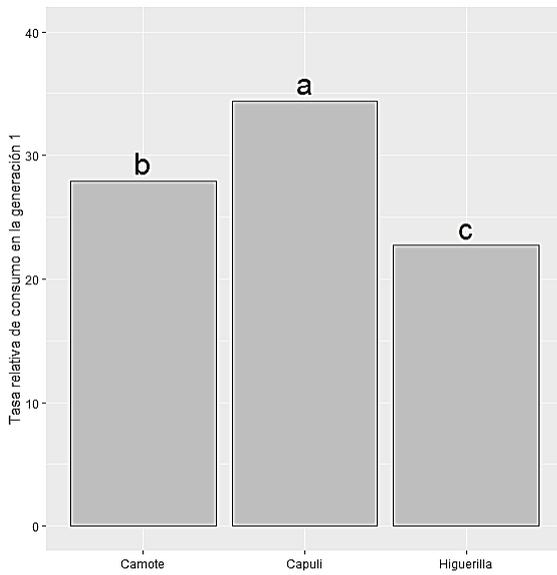


Anexo. 6. Diferencia significativas a prueba Tukey al 5%:

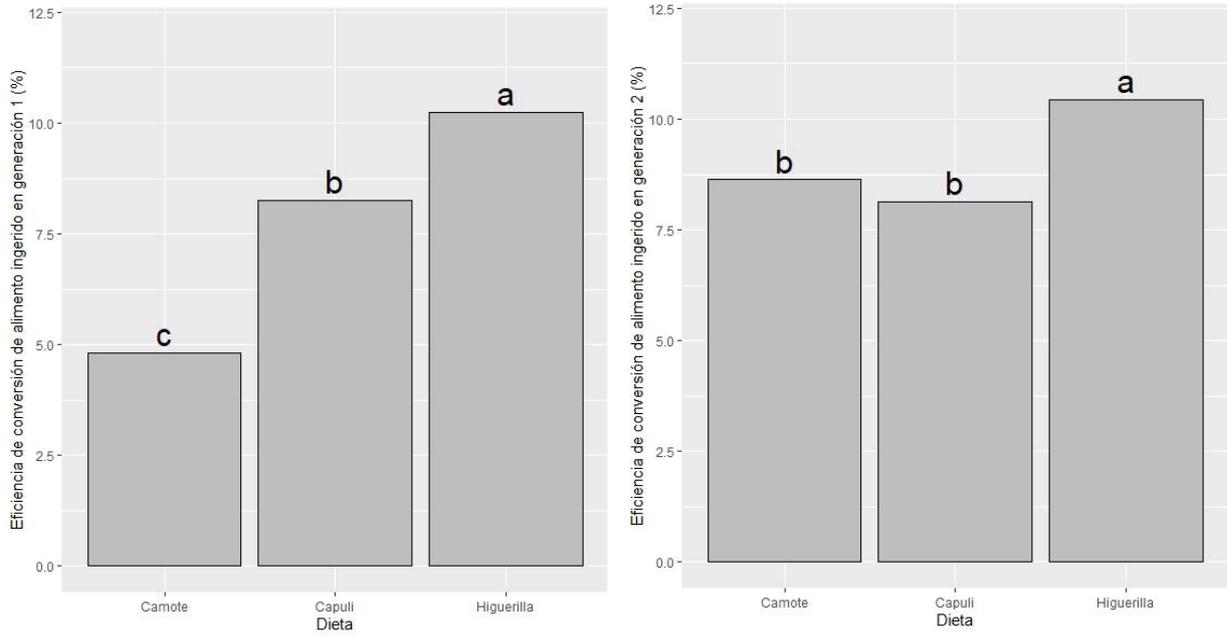
Tasa relativa de crecimiento en 2 generaciones continuas.



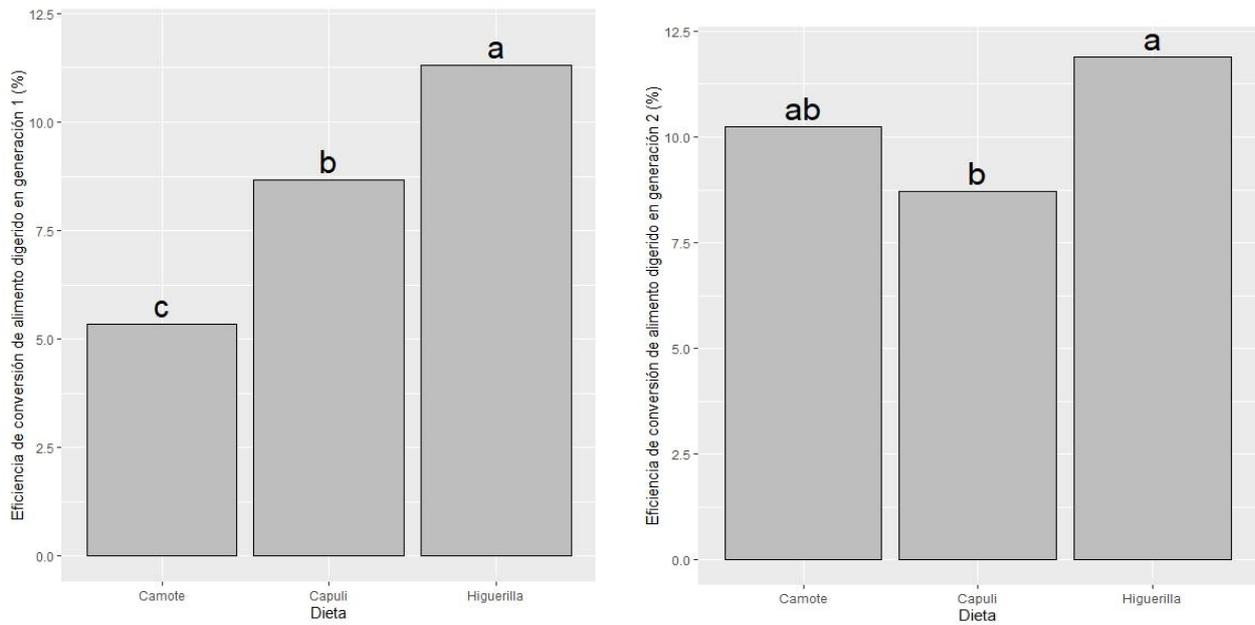
Tasa relativa de consumo en 2 generaciones continuas.



Eficiencia de conversión de alimento ingerido en 2 generaciones continuas.



Eficiencia de conversión de alimento digerido en 2 generaciones continuas.



Digestibilidad aproximada (DA) en 2 generaciones continuas.

