



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS**

**“DETERMINACIÓN ETÁREA EN *HELIOTHIS ZEA* (BODDIE) A
TRAVÉS DE LA MEDICIÓN DE LAS SETAS FRONTALES: UNA
HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN DE RECURSOS AGRÍCOLAS”**

por

Alfredo Hernán Zúñiga Álvarez

Tesis presentada a la
Facultad de Recursos Naturales de la Universidad Católica de Temuco
Para optar al grado de Licenciado en Recursos Naturales

-Temuco, 2005-

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

COMISIÓN EXAMEN DE GRADO

Este Examen de Grado ha sido realizado en la Escuela de Ciencias Biológicas y Químicas

Presidente Comisión

Sr. Marco Fernández Navarrete
Decano Facultad de Recursos Naturales

Profesor Patrocinante

María Elisa Navarro
Profesora Ciencias Biológicas

Profesor Co-Patrocinante

Andrés Angulo Ormeño
Doctor en Ciencias Biológicas

Profesor Informante

Pamela Sánchez Pérez
Magíster en Ciencias, mención Ecología

Secretaria Escuela

Teresa Rueda Leyton
Biólogo Marino.

Coordinador de Tesis

Santiago Peredo Faure
Master in Biology

Soy dueño de la rueda
y del viejo azadón,
pero según mi escuela
soy más que emperador.

Silvio Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

A todos, quienes en este paso han apoyado, colaborado, influido o simplemente han estado presentes, y por cuanto ha sido de la más cierta significancia, y considerando que con éste se inicia un pequeño avizoramiento hacia el futuro, quiero poder manifestar del modo más singular y trascendente mis agradecimientos.

Proyecto DIP 2003-TP-05, de la Dirección de Investigación de la Universidad Católica de Temuco, que ha hecho posible la materialización de este trabajo.

Profesora María Elisa Navarro, quien ha sido mi principal apoyo en el curso de este proceso.

Profesor Andrés Angulo, por la inspiración, el apoyo y la paciencia surgida a lo largo de este tiempo.

Profesor Jaime Luna, por su disposición y sentido crítico frente a la temática del trabajo por realizarse.

Profesor Mario Vásquez, del Laboratorio de Computación de la Facultad de Ciencias de la Universidad Católica de Temuco.

Mis compañeros: Jaime Mendoza, Alfredo Tello y Gustavo Henríquez, quienes me ayudaron en variados elementos del escrito.

A mi familia: Nolia Álvarez, mi madre, por su paciencia e incondicional apoyo. A Paula y Lisette, a Pedro y Nacho; A mi abuela Susana; mis tías, Cecilia y Rose Marie.

Mis compañeros de carrera y mis amigos, Rodolfo Sandoval, Andrés Fierro, Sergio Altamirano, Francisco Chávez, Diego Maldonado, Osvaldo Almendra, por su disposición y apoyo.

INDICE

INDICE DE CONTENIDOSi
INDICE DE TABLASii
INDICE DE FIGURAS..... iii
INDICE DE FOTOGRAFÍASiv
RESUMEN.....vi
ABSTRACTvii

INDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN 1
1.1 Conceptualización Agroecológica 1
1.2 Conceptualización Entomológica..... 3
1.3 HIPÓTESIS.....9
 Objetivo General 10
 Objetivos Específicos..... 10
2. MATERIAL Y MÉTODOS..... 11
2.1 Obtención de las larvas 11
2.2 Preparación de las larvas..... 11
2.3 Preparación para Microscopía Electrónica..... 12
2.4 Medición de la larva – ancho cápsula cefálica y distancia setas frontales..... 12
2.5 Análisis estadístico de las mediciones. 13
3. RESULTADOS..... 18

3.1 Representación externa	18
3.2 Determinación de frecuencias	24
3.3 Definición de estadíos larvales.....	26
3.4 Análisis para diferencias significativas entre localidades	30
3.5 Regresión entre variables	30
3.6 Regresión entre estadíos larvales	32
4. DISCUSIÓN	34
4.1 Aproximación hacia la comprensión de los estadíos larvales.....	34
4.2. Análisis morfológico de la larva – Representación de estadíos larvales	36
4.3 La metodología como una herramienta para la gestión de recursos agrícolas.....	44
5. CONCLUSIONES	47
6. BIBLIOGRAFÍA	49

INDICE DE TABLAS

Tabla

1 Estadíos larvarios de <i>Heliothis zea</i> de acuerdo a la distancia de separación entre setas frontales de la cápsula cefálica obtenidos de localidades de la Primera Región	27
2 Estadíos larvarios de <i>Heliothis zea</i> de acuerdo al ancho de la cápsula cefálica obtenidos de localidades de la Primera Región.....	27
3 Estadíos larvarios de <i>Heliothis zea</i> de acuerdo a la distancia de separación entre setas frontales de la cápsula cefálica obtenidos de localidades de la Séptima Región	28
4 Estadíos larvarios de <i>Heliothis zea</i> de acuerdo al ancho de la cápsula cefálica obtenidos de localidades de la Séptima Región	28

5	Estadíos larvarios de <i>Heliothis zea</i> de acuerdo a la distancia de separación entre setas frontales de la cápsula cefálica obtenidos de localidades de la Novena Región.....	29
6	Estadíos larvarios de <i>Heliothis zea</i> de acuerdo al ancho de la cápsula cefálica obtenidos de localidades de la Novena Región.....	29
7	Análisis Kruskal-Wallis para diferencias significativas en las distintas poblaciones para el caracter ancho de cápsula cefálica.....	30
8	Análisis Kruskal-Wallis para diferencias significativas en las distintas poblaciones para el caracter distancia de setas cefálicas.....	30
9	Análisis de regresión de las variables distancia intersetal/ancho de cápsula cefálica para cada estadio de <i>Heliothis zea</i> , población de la primera región	32
10	Análisis de regresión de las variables distancia intersetal/ancho de cápsula cefálica para cada estadio de <i>Heliothis zea</i> , población de la séptima región	33
11	Análisis de regresión de las variables distancia intersetal/ancho de cápsula cefálica para cada estadio de <i>Heliothis zea</i> , población de la novena región	33

INDICE DE FIGURAS

Figura

1	Localidades de muestreo, Primera Región.....	15
2	Localidades de muestreo, Séptima Región	16
3	Localidades de muestreo, Novena Región.....	17
4	Representación en plano general de ejemplares de <i>Heliothis zea</i> en diferentes estadíos	18

5 Representación en plano general de ejemplares de <i>Heliothis zea</i> en diferentes estadíos.....	19
6 Representación esquemática de la cápsula cefálica de una larva de Lepidoptera (<i>sensu</i> Podoler & Klein, 1978).....	19
7 Representación en plano general de cápsula cefálica de <i>Heliothis zea</i>	20
8 Representación en plano general de cápsula cefálica de <i>Heliothis zea</i>	20
9 Microfotografía electrónica de cápsula cefálica de <i>Heliothis zea</i>	21
10 Microfotografía electrónica de cápsula cefálica de <i>Heliothis zea</i>	21
11 Microfotografía electrónica de cápsula cefálica de <i>Heliothis zea</i>	22
12 Microfotografía electrónica de cápsula cefálica de <i>Heliothis zea</i>	22
13 Microfotografía electrónica de cápsula cefálica de <i>Heliothis zea</i>	23
14 Microfotografía electrónica de cápsula cefálica de <i>Heliothis zea</i>	23
15 Distribución de frecuencias para longitudes de distancia de separación entre setas frontales en <i>Heliothis zea</i> obtenidos en localidades de la Primera Región.....	24
16 Distribución de frecuencias para longitudes del ancho de la cápsula cefálica en <i>Heliothis zea</i> obtenidos en localidades de la Primera Región.....	24
17 Distribución de frecuencias para longitudes de distancia de separación entre setas frontales en <i>Heliothis zea</i> obtenidos en localidades de la Séptima Región	25
18 Distribución de frecuencias para longitudes del ancho de la cápsula cefálica en <i>Heliothis zea</i> obtenidos en localidades de la Séptima Región.....	25
19 Distribución de frecuencias para longitudes de distancia de separación entre setas frontales en <i>Heliothis zea</i> obtenidos en localidades de la Novena Región	26
20 Distribución de frecuencias para longitudes del ancho de la cápsula cefálica en <i>Heliothis zea</i> obtenidos en localidades de la Novena Región.....	26

21 Regresión lineal de la distancia entre setas frontales y ancho de la cápsula cefálica en <i>Heliothis zea</i> , para la población de la Primera Región	31
22 Regresión lineal de la distancia entre setas frontales y ancho de la cápsula cefálica en <i>Heliothis zea</i> , para la población de la Séptima Región.....	31
23 Regresión lineal de la distancia entre setas frontales y ancho de la cápsula cefálica en <i>Heliothis zea</i> , para la población de la Novena Región.....	32

RESUMEN

Heliothis zea (Boddie) “gusano del choclo o del maíz” es una plaga bastante común en los cultivos agrícolas, por lo que su control requiere del conocimiento de su ciclo biológico, de tal manera que cualquier investigación en este marco es de sumo interés. Se postula por medio de la regla de Dyar (1890) que las partes esclerotizadas de un insecto crecen en proporción geométrica en relación con un estadio larval particular, con la consiguiente aplicación hacia los estadios que resultan ser dañinos en la especie. No obstante, esta metodología es criticable por el grado de error que representa. De esta manera, se amplía el concepto de la regla por medio de Podoler & Klein (1978), la que incluye el carácter de las setas cefálicas como un parámetro más preciso de indicador de un estadio específico. Se obtienen poblaciones de larvas de *Heliothis zea* (Boddie) de distintas latitudes, comprendiendo Norte (Arica), Centro (Talca) y Sur (Angol) de Chile, con el propósito de realizar mediciones en torno al ancho de la cápsula cefálica y la distancia de las setas frontales. Los resultados establecen una tendencia coherente en la relación longitud y estadios específicos, presentando una precisión mayor en la variable distancia de setas cefálicas, respecto a la anterior variable, debido a la condición colapsable que éste presenta. La correspondencia de mediciones por medio de esta metodología, sugiere una herramienta útil frente al control de esta especie, no obstante los datos obtenidos como consecuencia del muestreo no evidenciaron la presencia de los primeros estadios, constituyendo una problemática estacional. Se sugiere en consecuencia establecer como proyección la medición de las larvas obtenidas bajo crianza, las cuales podrán garantizar una representación general de los estadios a evaluar.

ABSTRACT

Heliothis zea (Boddie) (“corn earworm”) is an enough common pest for farming crops, for which his control requires a knowledge for its biological cycle, for further biological control. In this way, through Dyar’s rule (1890) establishes that sclerotized parts of a insects grow in geometric proportion in relation to a particular instar. However, this method is subject to criticism due the error degree that shows it. Similarly, it’s applied the concept of the rule through Podoler & Klein (1978) who includes the distance between frontal setae (DFS) as a preciser parameter for indicating a specific instar. Larvae populations of *H. zea* are obtained from different chilean latitudes, northern (Arica), central (San Clemente), and southern (Angol) Chile, with the purpose of making measurements for width of head capsule and the DFS. The results established a coherent bias in the relation length-specific instars, showing a greater precision for DFS like a character measurable due to the collapsable condition that shows it. The relationship of measurement through this methodology, suggests it like an useful tool for the control of the pest, nevertheless the data obtained for outcome of the sample don’t evidence the first instars, meaning a seasonal issue. It’s possible therefore as a projection establish the measurements of the larva under rearing, it which will ensure the general presence for instars for assessment.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Conceptualización Agroecológica

En los campos de producción agrícola, la exposición y las concentraciones de especies de un solo cultivo generan la vía hacia la infestación por plagas, fundamentándose principalmente en la concentración de recursos y en la uniformidad de condiciones físicas que estimulan la invasión de insectos (Root, 1973). Esto se cumple generalmente en los casos cuyas producciones agrícolas se basan en un cultivo específico, extendiéndose sobre importantes áreas, afectando de esta manera el equilibrio ecosistémico del lugar, tendiendo mediante la uniformidad del sector hacia una pobre capacidad autorreguladora de sí misma. De esta manera, se consideran dos hipótesis, por medio de las cuales se argumenta esta condición de desequilibrio, (Root, *op. cit.*; Altieri & Doll, 1978; Bach, 1980; Risch, 1983; Altieri & Liebman, 1986; Liebman, 1988) y que por medio de éstas se establecería el equilibrio en un agroecosistema: En primer lugar, se comprende mediante la hipótesis de los enemigos naturales, la cual establece una mayor mortalidad de plagas de insectos generalistas y especialistas en policultivos -la condición inversa-, lo cual tendría como fundamento una condición de mayor sobrevivencia de los policultivos, reflejable en una mayor cantidad de fuentes de alimento y polen (que pueden atraer a enemigos naturales y aumentar el potencial reproductivo), en un aumento de la cubierta del suelo (condición favorable para algunos depredadores, ejemplo familia Carabidae: Coleoptera), además de aumentar la diversidad de los insectos herbívoros (fuente de alimento alternativo para enemigos

naturales, disminuyendo la probabilidad de que los insectos benéficos dejen los campos cuando las especies principales sean escasas); la segunda hipótesis está referida con la concentración de recursos del agroecosistema, la cual predice que las plagas especializadas de insectos serán menos abundantes en los policultivos cuando las combinaciones existentes se componen de cultivos hospedadores y no receptivos, lo que confiere una menor probabilidad de ubicación, permanencia y reproducción en sus principales plantas huésped, cuando éstos están más dispersos en el espacio y generando diversos mecanismos de distracción, entre los cuales se encuentran estímulos visuales y químicos emanados de los cultivos asociados no potencialmente atacables, produciendo confusión, y en consecuencia, una menor afección y una mayor viabilidad de los cultivos en el tiempo. Precisamente, son las condiciones que en su generalidad no se comprenden en los cultivos agrícolas tradicionales, por cuanto invariablemente están sometidas a una diversidad de insectos-plaga que hacen uso de los recursos disponibles y aventajados por la ausencia de controladores de sí mismos, es que generan importantes perjuicios sobre los cultivos, expresados como un daño sistemático sobre éstos y una eventual pérdida de tipo económica debido a su imposibilidad de comercialización.

Frente a la postura del control de la plaga, en el estadio comprendido dentro su ciclo que es el generador de daño, debe considerarse la eventualidad de la acción por medio del criterio del umbral de daño económico generable, y de la abstención de controlar los insectos pasado éste. Por lo demás, debe considerarse si habrán plagas suficientes para justificar el manejo, la duración de la plaga, y si las poblaciones de éstas serían tan altas como para bajar el rendimiento (Altieri, 1997).

1.2. Conceptualización Entomológica

Es necesario asociar el principio agroecológico en el tratamiento de la cuncunilla del maíz *Heliothis zea* (Boddie)(Lepidoptera: Noctuidae), ésta es la familia más extensa de este orden, en la cual los adultos varían mucho en tamaño, forma y color; los caracteres estructurales son asimismo diversos, de modo que una conjunción de caracteres críticos puede distinguir esta familia de sus afines (Ross, 1965). Se caracterizan además porque los adultos tienen colores apagados, de tamaño mediano y cuerpo densamente velludo, con las alas anteriores generalmente de tono gris o castaño, y el segundo par de alas es generalmente claro, a veces blanco brillante, con un sombreado oscuro en el borde anal del ala; se caracterizan además por desarrollar el vuelo sobre la vegetación a partir del anochecer y durante la noche, presentando un fuerte fototropismo positivo, por lo que es fácil observarlos volando alrededor de las luces durante la noche, y al amanecer disminuyen su actividad y se refugian en el follaje hasta el siguiente atardecer (Artigas, 1994). Las larvas son generalmente comedoras de hojas o taladradoras de raíces; de esta manera, desde el punto de vista de la agricultura es una familia importante, debido a la amplia variedad de cereales, cultivos hortícolas y extensivos que resultan ser afectados. Éstas, desde el punto de vista morfológico, son del tipo eruciformes, es decir, se caracterizan por tener un cuerpo cilíndrico, la cabeza bien desarrollada, pero con antenas cortas, y con patas torácicas y abdominales (Angulo & Weigert,1975). Se reconocen alrededor de 20000 especies en el mundo (Artigas, *op. cit.*), sin embargo, las especies de nóctuidos representan aproximadamente endemismo equivalente a un 12% de especies y un 14% de géneros, con lo cual la adaptación de claves construídas para otros países es poco útil; en este sentido, es menester analizar caracteres críticos que servirán de base a

su correcta identificación (Angulo & Weigert 1975). La larva de esta especie se caracteriza por presentar a lo más un par de arcos submedianos, son cuncunillas lisas, sin reticulación en la cabeza y sin banda genal (Angulo & Weigert, 1976).

Dentro del complejo que comprenden especies cuyas larvas se asocian al maíz, se circunscribe el grupo *zea*, que consiste en ocho especies distribuidas en el Viejo y Nuevo Mundo (Hardwick, 1965). En el caso de *Heliothis zea*, ésta tiene una distribución en el país que comprende desde Tarapacá a Puerto Montt, comprendiendo entre sus plantas hospederas, arroz, avena, trigo, maíz, repollo, pimiento, tomates, papas, tabaco, alfalfa, vid, fréjol, lino, cebolla y maravilla (Angulo *et. al.*, 1990). Es así como esta especie es considerada el más destructivo enemigo del maíz (Philips, 1931).

Se caracteriza fundamentalmente por ser el estadio de larva el que se alimenta de las plantas hospederas, y por consiguiente, el estadio dañino en ellas. A pesar de que las polillas (adultos) depositan sus huevos en cualquier parte de la planta, prefieren los estigmas, “pelos del choclo” para este propósito. El principal daño ocurre cuando las larvas alcanzan las mazorcas, donde los granos son destruidos mientras están suaves. En el proceso de su endurecimiento, las larvas las escarban, alimentándose de las partes germinales; este tipo de daño es importante, pues los granos dejan de participar en el desarrollo, y llegan a ser una pérdida total. Pueden considerarse casos en que la pérdida por estas causas varían entre un 1 a un 11%, y en el peor de los casos (condiciones muy desfavorables) hasta un 50% (Philips, 1931). En Chile es posible encontrarse un promedio de 5 a 7% de pérdidas por daño, y su control se hace de difícil práctica, justificable en casos de uso como consumo fresco (Faiguenbaum, 1987). El daño además

puede originar pérdidas de tipo indirecto, los cuales pueden llegar a ser tan importantes como el directo. De esta manera la presencia de mohos, los cuales no pudieran entrar de otro modo a la mazorca, ingresan por los intersticios dejados por las larvas, además de ser la lluvia un agente para su ingreso. Dentro de la mazorca, los mohos se reproducen dentro de las masas de excremento dejadas por las propias larvas, o granos dañados, con lo que destruyen el resto del grano; esto ya lo hace peligroso para su consumo. Otros insectos, como escarabajos de grano o gorgojos, los cuales asimismo son incapaces de penetrar en las mazorcas en circunstancias normales, a veces ingresan en éstas a través de las vainas dañadas por las larvas.

En términos descriptivos, la larva comprendería su desarrollo en estadios con una variación de cinco a siete mudas (Hardwick, 1965), con una relación dependiente de la localidad donde se presente, expresada además como la temperatura involucrada en su desarrollo (Podoler & Klein, 1978). considerando para efectos de su relación devastadora sobre los cultivos, los estadios comprendidos entre el orden segundo y cuarto (Angulo, com. pers.). Se caracteriza por ser blanquecina y de crecimiento rápido, pudiendo alcanzar su máximo tamaño entre 13 y 28 días (Philips, 1931). El periodo de crecimiento se realiza en el intervalo entre mudas, y de esta manera cada dos a cinco días la vieja piel es separada y desechada, donde la larva expande su tamaño. Cada muda es precedida de un periodo inactivo, en el cual la larva está indefensa. Al término de su crecimiento, su longitud es de aproximadamente 37.5 mm., y la larva es muy robusta. En términos de coloración, ésta puede presentar muchas variaciones (Philips, *op. cit.*; Hardwick, *op. cit.*; Artigas, 1994), lo que genera distintos nombres y sinónimos. Estas generalmente comprenden un patrón de colores rojizos, marrones, anaranjados y verdes, hasta negros.

Sobre el dorso poseen una línea oscura muy destacada. A los costados presenta una franja en el área supraespiracular, la cual está cortada por pequeñas franjas, blancas o amarillentas; entre el espacio entre la línea dorsal y la banda lateral, existen dos tubérculos más oscuros en cada segmento del cuerpo, y la parte ventral no presenta marcas destacadas (Artigas, *op.cit.*). Posteriormente al momento de alcanzar su máximo crecimiento, la larva deja de alimentarse, deja la mazorca y baja al suelo comenzando la otra fase dentro de su ciclo, la pupación (Philips, *op. cit.*). Esta familia se caracteriza por presentar un tipo de pupa denominado obtecta, en la cual los apéndices y el cuerpo están unidos en forma compacta por una cubierta endurecida, y estos apéndices a pesar de ser distintos (notables) no pueden moverse libremente; esta pupa es especializada, con forma lisa y redondeada con sólo el 4°, 5° y 6° segmento abdominal libres, y los apéndices y el cuerpo están fusionados pero distintos (Angulo & Weigert, 1975). Esta larva llega al suelo tan pronto sea posible, y haciendo un túnel con una profundidad aproximada de 20 cms., forma una celda, iniciando la proceso fisiológico de transición hacia el estado adulto o imago. Este estadio, además involucra una condición pasiva de parte de la pupa, asociada a un letargo en que pueda tener la factibilidad de emerger cuando las condiciones climáticas sean favorables, y por lo tanto la factibilidad de generar progenie; esta misma condición la hace asimismo indefensa, y puede ser presa de muchas especies depredadoras, inclusive actividades agrícolas mecánicas como el arado.

El adulto puede tener una envergadura de 25 a 42 mm., con coloraciones café claro ferrugíneas con ligeros tintes verdosos, de manera uniforme. Tiene la particularidad de no ser fuertemente atraído por la luz, y tienen una abundancia asociada al periodo de

verano. Su actividad se acentúa en el atardecer, alimentándose del néctar de varias flores, en conjunto con la búsqueda de plantas potencialmente factibles de ovipositarse. De esta manera, al tener lugar el apareamiento, la postura comienza, depositando los huevos en un orden aleatorio en una planta determinada, en forma individual, y en partes de la planta no visitadas con anterioridad. Estos adultos viven 12 días, y pueden depositar en promedio 1000 huevos, con una variación entre 400 y 3000. Por otra parte, estas polillas son muy activas, fuertes voladoras, considerando que pueden volar grandes distancias en búsqueda de plantas adecuadas para poner sus huevos (Philips, 1931).

Este ciclo vital además está condicionado por las variaciones estacionales producidas durante el año (Philips, 1931). De esta manera, bajo ciertos límites, las longitudes de los periodos de los estadios de huevo, larva y pupa varían con la temperatura, siendo más pequeñas en los climas más cálidos; si fueran situados en condiciones óptimas, este ciclo se realizaría en un mes, pudiendo generar en el mejor de los casos hasta siete generaciones en un año (Philips, *op. cit.*). Sin embargo, en condiciones extremas, puede generarse una generación por año. En este sentido, es factible asociar el caso de Ontario, Canadá, donde la especie es una de la más importantes plagas sobre el maíz de estación tardía, la cual, sometida a las condiciones ambientales, se ve forzada a migrar hacia el sur, además de mantener su estadio pupal en un prolongado letargo, el cual afecta su abundancia a lo largo del año (Hagerman, 1995).

En relación a acciones preventivas respecto al daño de la especie, se ha mencionado la aplicación de controles de tipo químico y no químico (Delahaut & Wedberg, 1996). Éstas deben estar asociadas a los estados potenciales de afección (huevo y larva) lo que

en definitiva, demandará antecedentes y conocimiento acerca de la detección de estos estadios, en terreno y protocolares para efectos de interpretaciones futuras. Estos serán uno de los desafíos a incorporar para abordar con eficacia este problema de gestión agroecológica.

1.3. HIPÓTESIS

Fundamentación: la implementación de una metodología para reconocer los estadios larvales en *Heliothis zea* (Boddie), tendrá una directa relación interpretativa respecto de la afección en determinados cultivos, en términos de la dinámica poblacional existente, podrá permitir establecer medidas de control adecuadas y de carácter preventivo frente a la plaga.

Hipótesis 1 : La regla de Dyar se cumple en las larvas de *Heliothis zea* (Boddie).

Hipótesis alternativa 1 : La regla de Dyar no se cumple en las larvas de *Heliothis zea* (Boddie).

Hipótesis 2: La distancia de las setas frontales es una medida más exacta que la medida del ancho de la cápsula cefálica larval.

Hipótesis alternativa 2: La distancia de las setas frontales no es una medida más exacta que la medida del ancho de la cápsula cefálica larval.

OBJETIVOS

Objetivo General

-Establecer una metodología de identificación de los estadios larvales en poblaciones naturales de *Heliothis zea* (Boddie)

Objetivos Específicos

1. Desarrollar protocolos de preparación de cápsulas cefálicas para la posterior medición de éstas y de sus setas frontales.
2. Interpretar los patrones morfométricos estadísticamente de tal manera de correlacionar y dar sentido a tales variables.
3. Incorporar las categorías de medición en torno a los estadios larvales, en carácter complementario de identificación.
4. Establecer los criterios de medición de larvas como indicador de la dinámica poblacional en un cultivo.
5. Relacionar las diferencias obtenidas entre poblaciones con atributos de localidades específicas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Obtención de las larvas

Un total de 317 larvas son utilizadas, con el objeto de su medición, las cuales, fueron obtenidas del Norte, Centro y Sur de Chile, teniendo la siguiente procedencia:

24 larvas: Camiña, I. Región, Chile. Adquirido en el terminal agropecuario de Arica, I Región; Mayo 2003. D. Bobadilla & H.A. Vargas coll (Figura 1).

17 larvas: Socoroma, I Región, Chile, 2.300 msnm en maíz. D. Bobadilla & H.A. Vargas coll. Abril 2003 (Figura 1).

13 larvas: Azapa, I Región, Chile, en maíz, Mayo 2003, R. Mendoza, H.A. Vargas coll (Figura 1).

198 larvas: San Clemente, VII Región, en maíz, Abril 2004. A. Zúñiga coll (Figura 2).

65 larvas: Angol, IX Región, Chile, en maíz, Febrero-Marzo 2004. A. Zúñiga. Coll (Figura 3).

Posteriormente estas larvas son fijadas en alcohol 70 % w/v, con lo que de esta manera son enviadas a la Universidad Católica de Temuco para su posterior preparación y observación.

2.2. Preparación de las larvas

Una vez dispuestas las larvas, se hace la preparación de las cápsulas cefálicas, realizadas a partir de la separación de éstas por medio de un bisturí, lo que facilita su operabilidad. A continuación se incluyen éstas en KOH 10% w/v para la disolución de los tejidos circundantes, lo que permite su aclaración y transparentación, facilitando su posibilidad de visualización. Estas se dejan un día en la solución, o se somete el KOH a baño maría por 15 a 30 minutos, con lo que posteriormente se obtienen las cápsulas en condiciones factibles de su visualización en microscopio.

2.3. Preparación para Microscopía Electrónica

En forma paralela al preparado en Microscopía óptica, se realiza en forma selectiva el conjunto de muestras de cápsulas cefálicas que permitirán una visualización más nítida de sus estructuras, y por ende, de la apreciación de éstas a través de los sucesivos estadios, por medio de la metodología de Microscopía electrónica de barrido (MEB), de acuerdo a los principios de esta técnica (Locquin & Langeron, 1985). Ésta se consigue por medio del montaje de las muestras, por medio de la adhesión de éstas en unos pequeños portamuestras de cobre, de 8 a 10 mm. de diámetro; posteriormente, se procede a la metalización de éstas, a través de la depositación de una capa muy delgada de oro sobre la muestra, para a continuación disponerla para su visualización, aumento y fotografiado por medio de un Microscopio electrónico de barrido ETEC Autoscan, del Laboratorio de Microscopía Electrónica de la Universidad de Concepción.

2.4. Medición de las larvas – ancho cápsula cefálica y distancia de setas frontales

La medición del ancho de la cápsulas cefálicas y de la distancia de las setas frontales se realiza previa preparación de éstas en un portaobjetos, luego se hace la observación bajo microscopio óptico adaptado con un ocular graduado, el que va a permitir hacer las mediciones en líneas absolutas; posteriormente éstas se convierten a escala de milímetros por medio del factor correspondiente al aumento del objetivo utilizado.

2.5. Análisis Estadístico de las Mediciones

Una vez obtenidas las variables de medición de setas frontales y ancho de la cápsula cefálica, se obtiene el conjunto de datos que va a dar la significancia requerida en términos de la aplicabilidad técnica de los datos obtenidos.

En un primer acercamiento, y en cada una de las dos variables, esto es, longitud de setas frontales y ancho de la cápsula cefálica, se procede al ordenamiento de los datos, de manera de obtener agrupamientos por medio de distribución de frecuencias (Parra & Hadad, 1989). De esta manera se obtienen intervalos que obtendrán la significancia de categorías que a su vez, definirán estadios larvales, las cuales son reflejadas en relación a los piques de frecuencias que se vayan manifestando a lo largo de la dimensión del crecimiento,.En consecuencia, estas categorías se establecen en tablas definidas en razón de la Estadística descriptiva. A partir de estas categorías, se establece su coeficiente de crecimiento, el cual se establece por medio de las longitudes de dos estadios larvales sucesivos.

Se obtiene la correlación entre éstas, por medio de un análisis de regresión lineal, en búsqueda de la comprobación de que la variación del ancho cefálico (variable dependiente) están en relación con la distancia intersetal (variable independiente).

Para establecer comparaciones entre las distintas localidades evaluadas, se realiza el análisis de Kruskal-Wallis ($\alpha=0.05$), con la consiguiente obtención de diferencias de significancia (Canavos, 2001).

Para la verificación y el modo de crecimiento de las larvas, se obtiene la razón de las longitudes entre un estadio larval y el inmediato, el que debe definirse en base al patrón geométrico establecido por Dyar (1890).

En términos de evaluación de la significancia del rango de sobreposición de los rangos establecidos, en cada rango de la variable ancho de la cápsula cefálica se seleccionan los valores entre máximo y mínimo, valor de dos estadio sucesivos, se subdividen estos rangos en intervalos de clase; y este análisis se realiza mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov para dos grupos (Canavos, 2001).

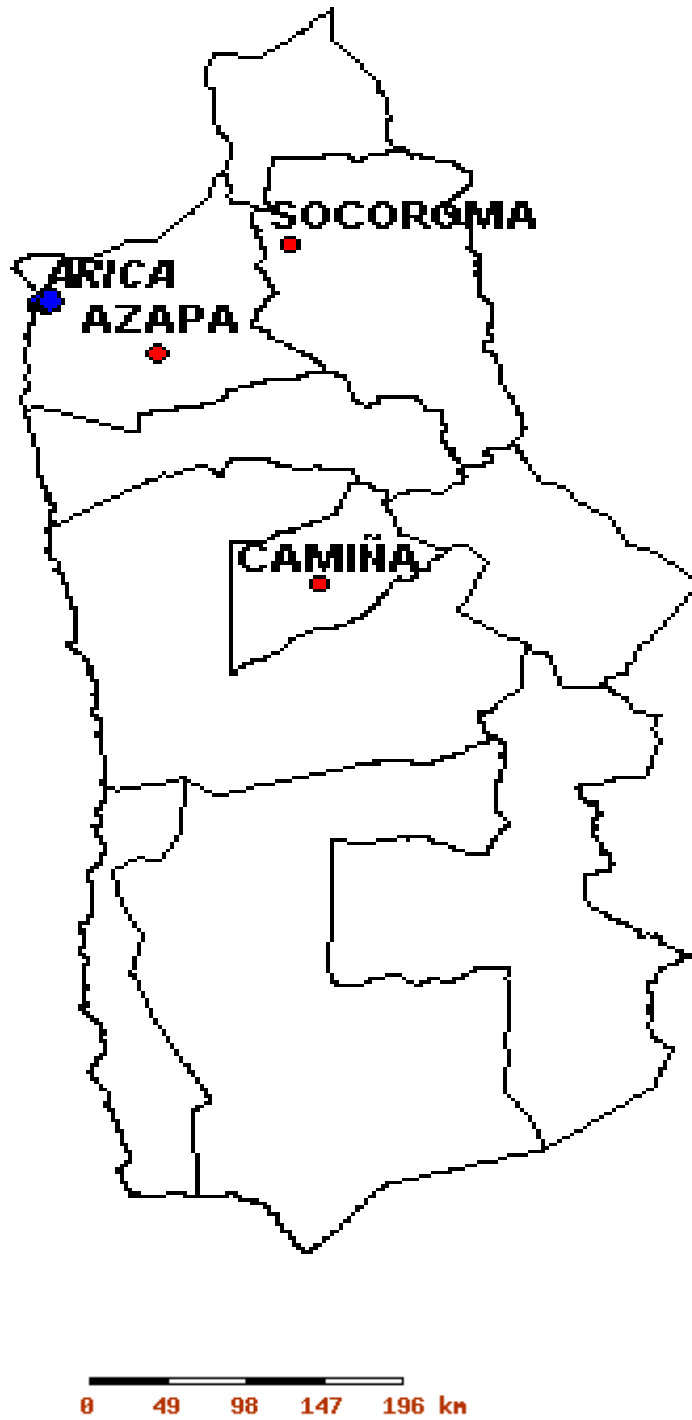


Figura 1. Localidades de muestreo, Primera Región, Chile.

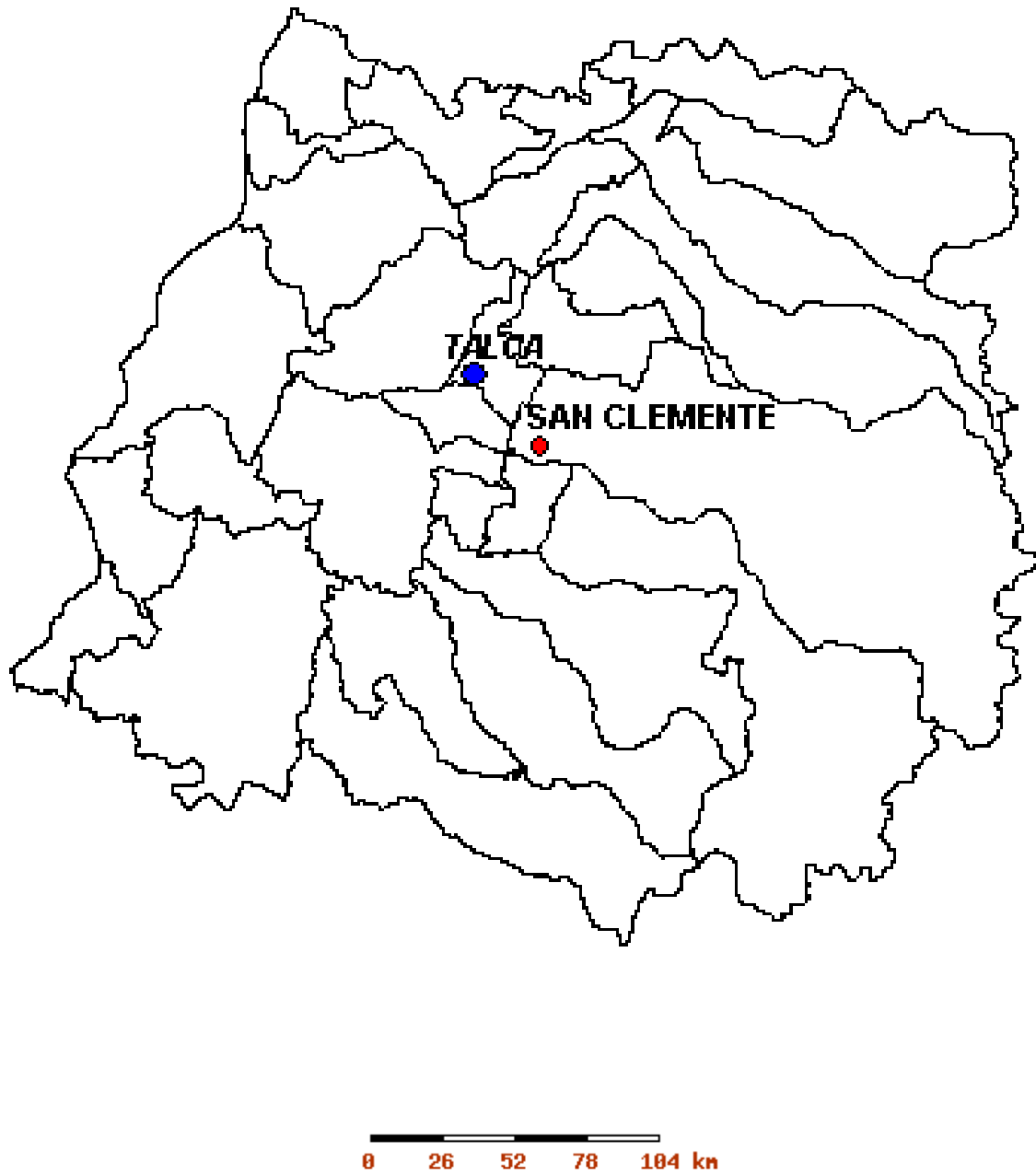


Figura 2. Localidades de Muestreo, Séptima Región, Chile.

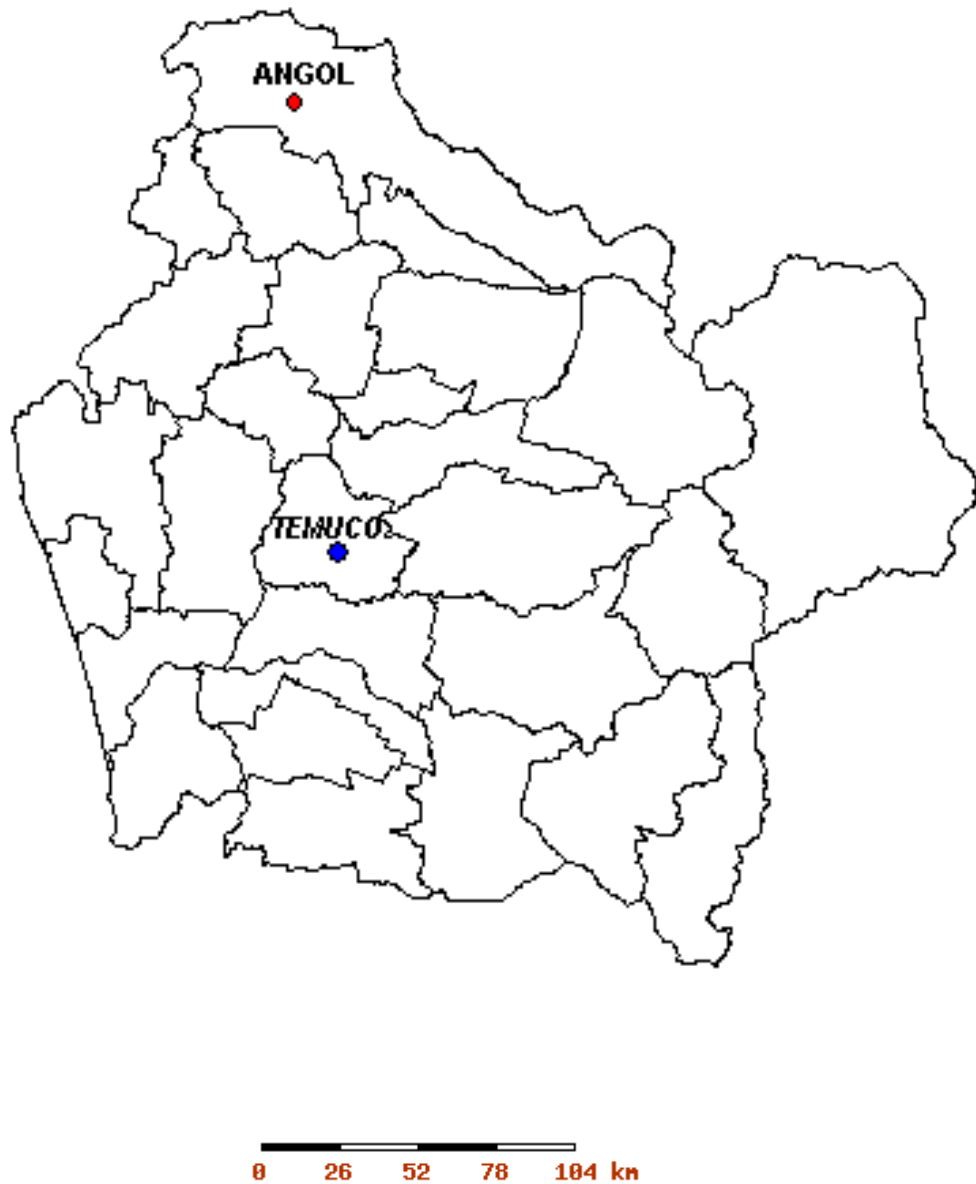


Figura 3. Localidades de Muestreo, Novena Región, Chile.

3. RESULTADOS

3.1. *Representación Externa.*

Las larvas de *Heliothis zea* dispuestas para el preparado y eventual análisis denotan una representación multiforme en lo referente a la frecuencia de longitudes, como asimismo una diversidad de variaciones pigmentarias (Fotografías 1 y 2). De igual manera, las cápsulas cefálicas denotan una frecuencia de tamaños muy significativa, con una disposición de similares tendencias en los caracteres que ella representa (Fotografías 3 y 4; Fotografías 5-10).



Figura 4. Representación en plano general de ejemplares de *Heliothis zea* en diferentes estadios.



Figura 5. Representación en plano general de ejemplares de *Heliothis zea* en diferentes estadios.

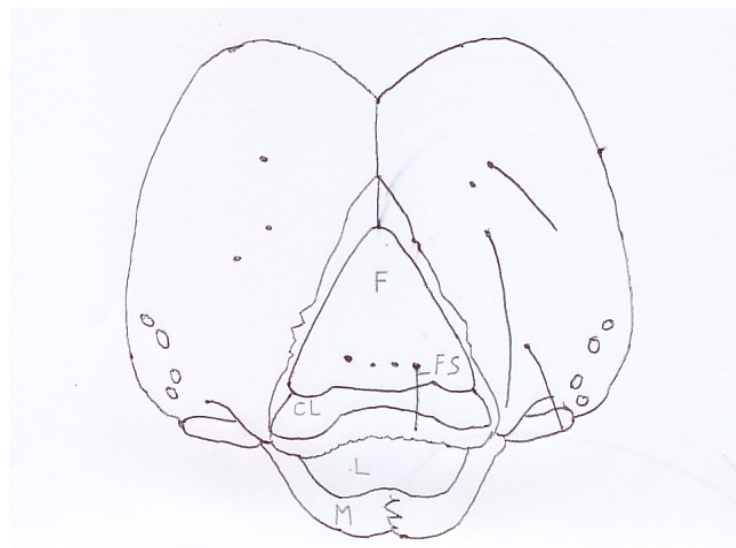


Figura 6. Representación esquemática de la cápsula cefálica de una larva de Lepidoptera (*sensu* Podoler & Klein, 1978). F: Frente;

F.S.: Setas Frontales; CL: Clipeo; L: Labro; M: Mandíbula.



Figura 7. Representación en plano general de cápsula cefálica de *Heliothis zea*.

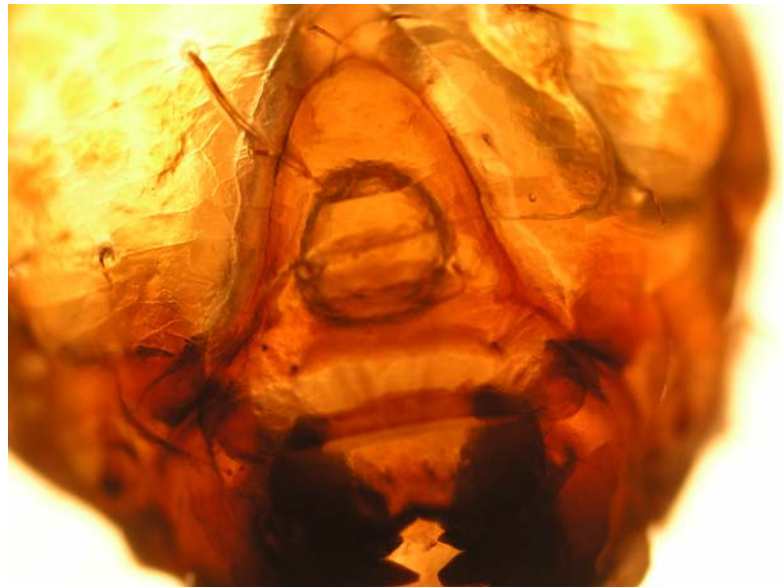


Figura 8. Representación en plano general de cápsula cefálica de *Heliothis zea*.



Figura 9. Microfotografía electrónica de cápsula cefálica de *Heliothis zea*

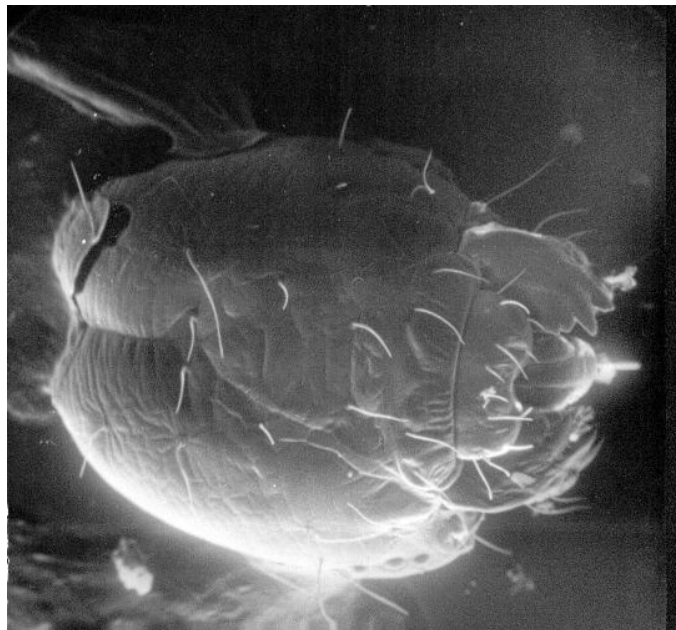


Figura 10. Microfotografía electrónica de cápsula cefálica de *Heliothis zea*

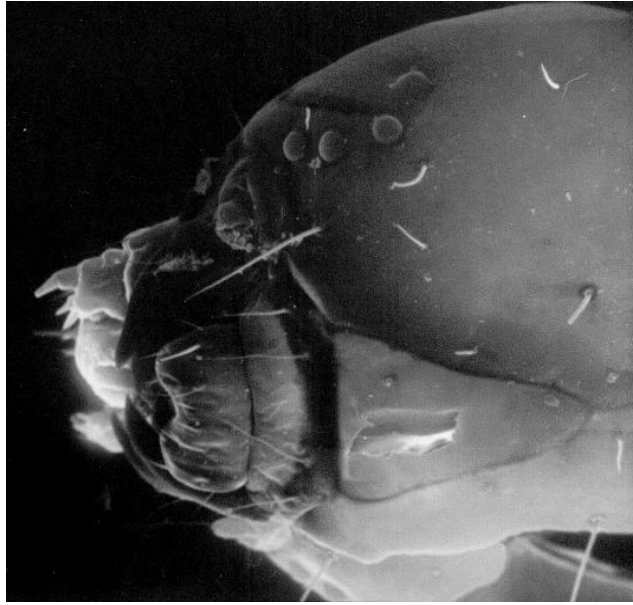


Figura 11. Microfotografía electrónica de cápsula cefálica de *Heliothis zea*

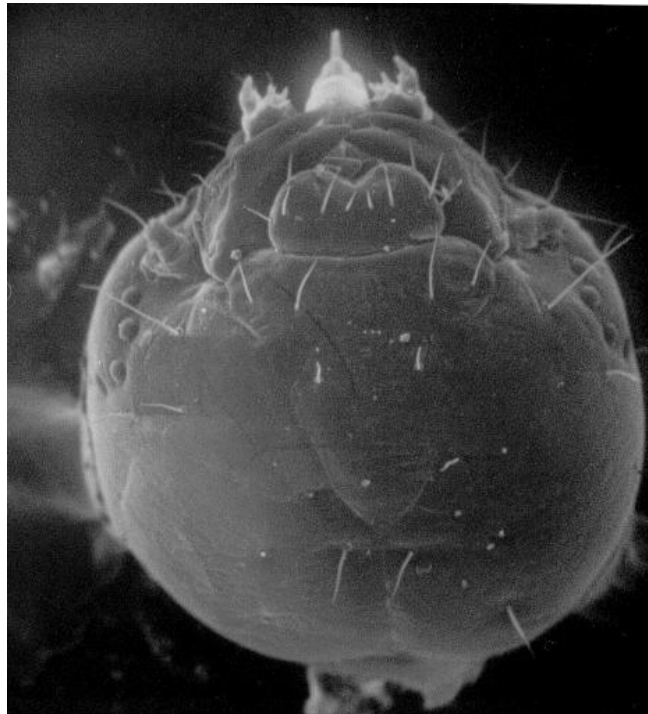


Figura 12. Microfotografía electrónica de cápsula cefálica de *Heliothis zea*



Figura 13. Microfotografía electrónica de cápsula cefálica de *Heliothis zea*

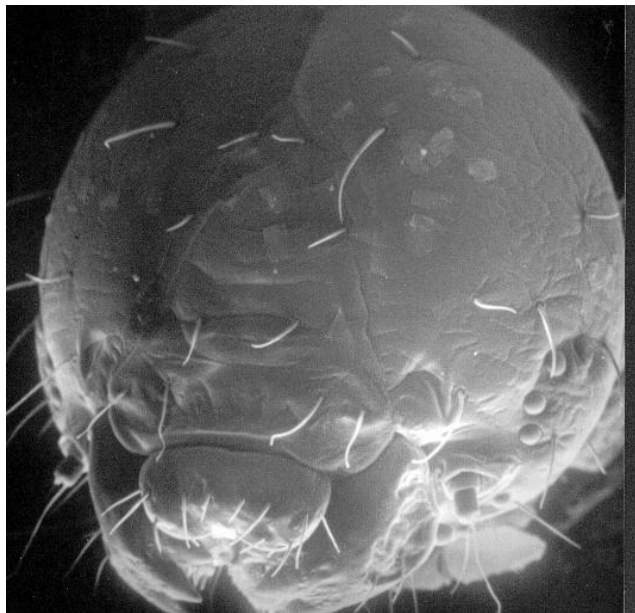


Figura 14. Microfotografía electrónica de cápsula cefálica de *Heliothis zea*

3.2. Determinación de Frecuencias.

A partir de las mediciones obtenidas para las dos variables analizadas en *Heliothis zea*, se configuran las siguientes distribuciones de frecuencias, las que definirán en consecuencia los estadios larvales correspondientes a cada localidad (Figuras 5-10). De la misma manera, puede apreciarse una tendencia hacia la variabilidad, en base a las distintas localidades en que se realizó la evaluación.

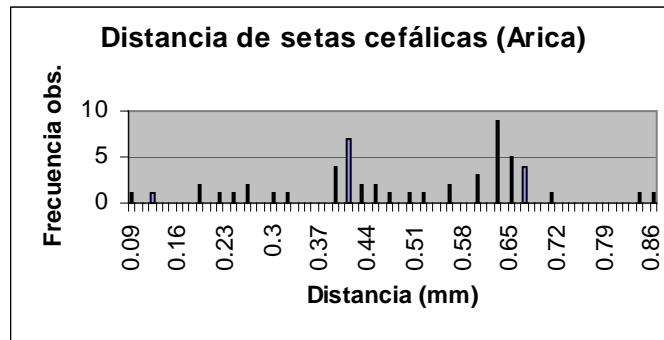


Figura 15. Distribución de frecuencias para longitudes de distancia de separación entre setas frontales en *Heliothis zea* obtenidos en localidades de la Primera Región.

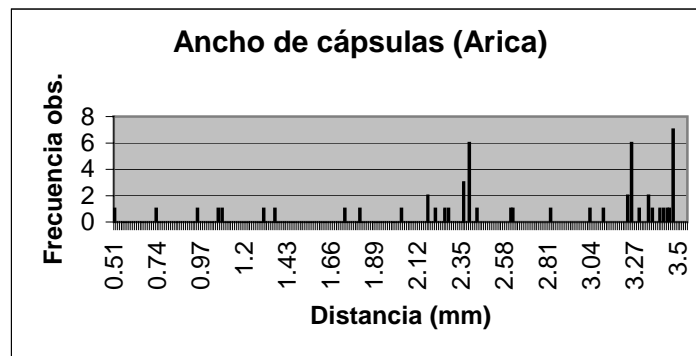


Figura 16. Distribución de frecuencias para longitudes del ancho de la cápsula cefálica en *Heliothis zea* obtenidos en localidades de la Primera Región.

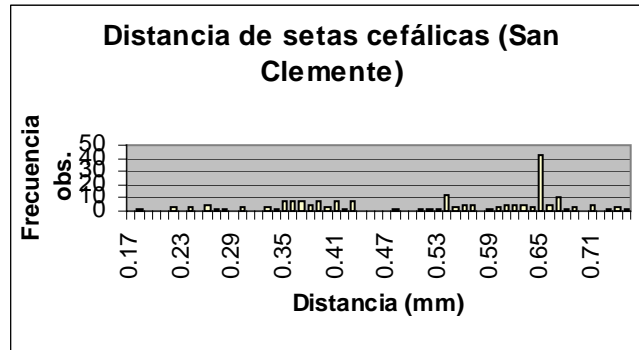


Figura 17. Distribución de frecuencias para longitudes de distancia de separación entre setas frontales en *Heliothis zea* obtenidos en localidades de la Séptima Región.

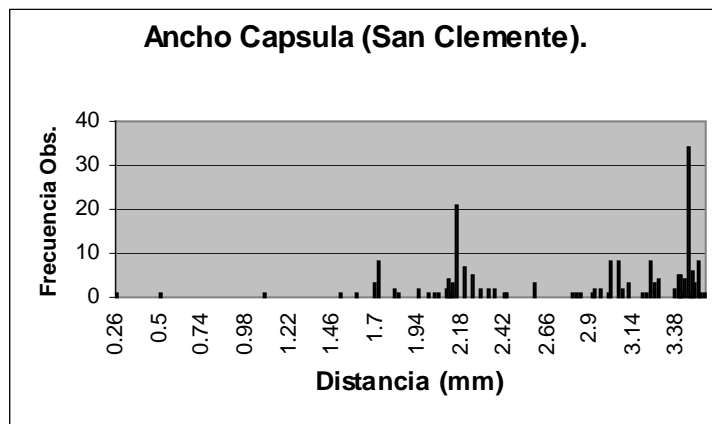


Figura 18. Distribución de frecuencias para longitudes del ancho de la cápsula cefálica en *Heliothis zea* obtenidos en localidades de la Séptima Región.

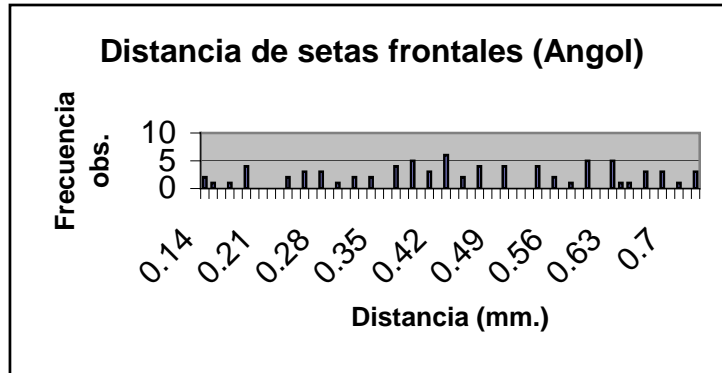


Figura 19. Distribución de frecuencias para longitudes de distancia de separación entre setas frontales en *Heliothis zea* obtenidos en localidades de la Novena Región.

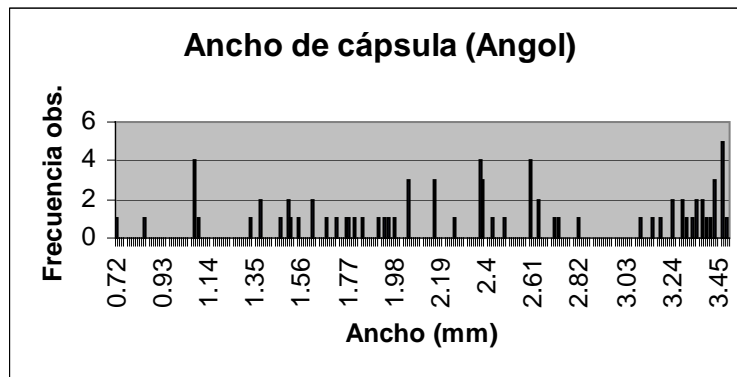


Figura 20. Distribución de frecuencias para longitudes del ancho de la cápsula cefálica en *Heliothis zea* obtenidos en localidades de la Novena Región.

3.3. Definición de Estadios larvales.

De acuerdo a las distribuciones resultantes para cada variable y cada localidad específica, son definidos estadios larvales específicos con cierto grado de variabilidad,

correspondiente a la magnitud del tamaño de muestreo (Tablas 1-6). Ambos caracteres definen con relativa precisión el estadio, siendo el carácter de distancia de setas cefálicas quien mejor define un estadio larval en particular.

Tabla 1. Estadios larvarios de *Heliothis zea* de acuerdo a la distancia de separación entre setas frontales obtenidos de localidades de la Primera Región.

Estadio larval	N	Rango de la distancia intersetal (mm)	Media	Desviación estándar	Coficiente Dyar
I			0.044		
II			0.065		1.47
III	2	0.08-0.11	0.095	0.021	1.46
IV	6	0.19-0.26	0.226	0.032	2.37
V	2	0.3-0.32	0.310	0.014	1.37
VI	18	0.39-0.52	0.426	0.037	1.37
VII	24	0.56-0.71	0.634	0.034	1.48
VIII	2	0.84-0.86	0.850	0.014	1.34

Tabla 2. Estadios larvarios de *Heliothis zea* de acuerdo al ancho de la cápsula cefálica obtenidos de localidades de la Primera Región.

Estadio larval	N	Rango del ancho de la cápsula cefálica (mm)	Media	Desviación estándar	Coficiente Dyar
I			0.292		
II			0.470		1.61
III	2	0.5-0.73	0.615	0.162	1.31
IV	6	0.95-1.73	1.246	0.282	2.02
V	2	1.81-2.03	1.920	0.155	1.54
VI	18	2.16-2.81	2.390	0.162	1.54
VII	24	3.02-3.46	3.320	0.125	1.38
VIII	2	3.46-3.52	3.50	0.056	1.05

Tabla 3. Estadíos larvarios de *Heliothis zea* de acuerdo a la distancia de separación entre setas frontales obtenidos de localidades de la Séptima Región.

Estadío larval	N	Rango de la distancia intersetal (mm)	Media	Desviación estándar	Coefficiente Dyar
I			0.056		
II			0.082		1.46
III			0.119		1.45
IV	1	0.1728	0.172		1.45
V	13	0.216-0.280	0.246	0.021	1.42
VI	62	0.3024-0.4032	0.377	0.035	1.52
VII	31	0.4752-0.5724	0.542	0.027	1.43
VIII	91	0.582-0.776	0.655	0.034	1.2

Tabla 4. Estadíos larvarios de *Heliothis zea* de acuerdo al ancho de la cápsula cefálica obtenidos de localidades de la Séptima Región.

Estadío larval	N	Rango del ancho de la cápsula cefálica (mm)	Media	Desviación estándar	Coefficiente Dyar
I			0.320		
II			0.480		1.5
III			0.720		1.5
IV	1	1.08	1.080		1.43
V	13	1.1-1.728	1.554	0.359	1.38
VI	62	1.728-2.59	2.154	0.153	1.38
VII	31	2.59-3.11	2.984	0.130	1.38
VIII	91	3.11-3.78	3.410	0.104	1.14

Tabla 5. Estadios larvarios de *Heliothis zea* de acuerdo a la distancia de separación entre setas frontales obtenidos de localidades de la Novena Región.

Estadio larval	N	Rango de la distancia intersetal (mm)	Media	Desviación estándar	Coefficiente Dyar
I			0.054		
II			0.079		1.45
III			0.115		1.45
IV	8	0.13-0.19	0.167	0.027	1.45
V	13	0.24-0.34	0.286	0.035	1.71
VI	28	0.37-0.5	0.429	0.043	1.5
VII	29	0.54-0.73	0.630	0.060	1.46

Tabla 6. Estadios larvarios de *Heliothis zea* de acuerdo al ancho de la cápsula cefálica obtenidos de localidades de la Novena Región.

Estadio larval	N	Rango del ancho de la cápsula cefálica (mm)	Media	Desviación estándar	Coefficiente Dyar
I			0.300		
II			0.440		1.45
III			0.660		1.50
IV	8	0.72-1.34	1.040	0.183	1.57
V	13	1.38-1.78	1.578	0.134	1.51
VI	28	1.81-2.63	2.267	0.257	1.43
VII	29	2.7-3.5	3.297	0.219	1.45

3.4. *Análisis para Diferencias Significativas entre Localidades.*

A partir del análisis de Kruskal-Wallis empleado en el estudio consecuencia de la distribución no paramétrica de los datos, se puede apreciar un constrate significativo entre el valor observado y el valor crítico en las dos variables, lo que en consecuencia implica diferencias significativas entre las poblaciones evaluadas (Tablas 7 y 8).

Tabla 7. Análisis Kruskal-Wallis para diferencias significativas en las distintas poblacionales para el caracter Ancho de Cápsula Cefálica.

Valor observado de H	12.426
Valor crítico de H	5.991
Grados de libertad	2
Valor de p	0.002
α	0.05

Tabla 8. Análisis Kruskal-Wallis para diferencias significativas en las distintas poblaciones para el caracter Distancia de Setas Cefálicas.

Valor observado de H	8.359
Valor crítico de H	5.991
Grados de libertad	2
Valor de p	0.014
α	0.05

3.5. *Regresión entre Variables.*

El análisis de regresión entre ancho de cápsula cefálica (variable dependiente) con la distancia de setas frontales (variable independiente) significó una tendencia significativamente positiva, lo que determina un alto valor predictivo en las dos variables para estadios larvales específicos, con independencia de la localidad involucrada en el análisis (Figuras 11-13).

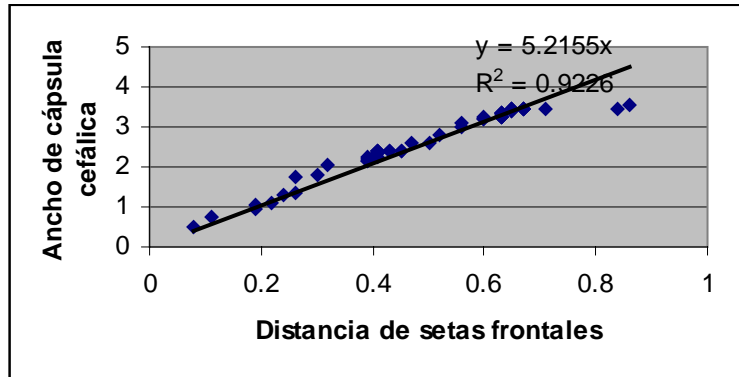


Figura 21. Regresión lineal de la distancia entre setas frontales y ancho de la cápsula cefálica en *Heliothis zea*, para la población de la Primera Región.

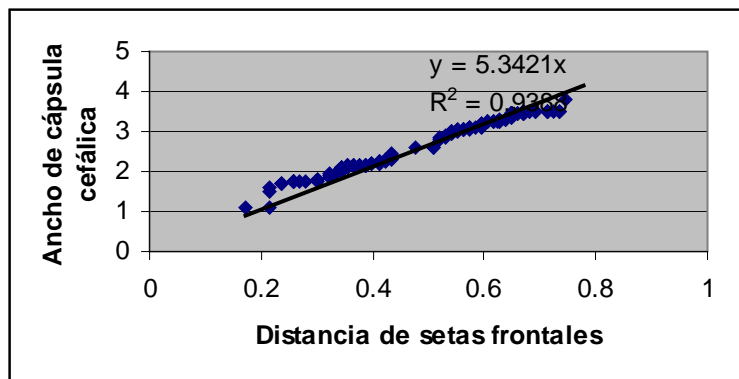


Figura 22. Regresión lineal de la distancia entre setas frontales y ancho de la cápsula cefálica en *Heliothis zea*, para la población de la Séptima Región.

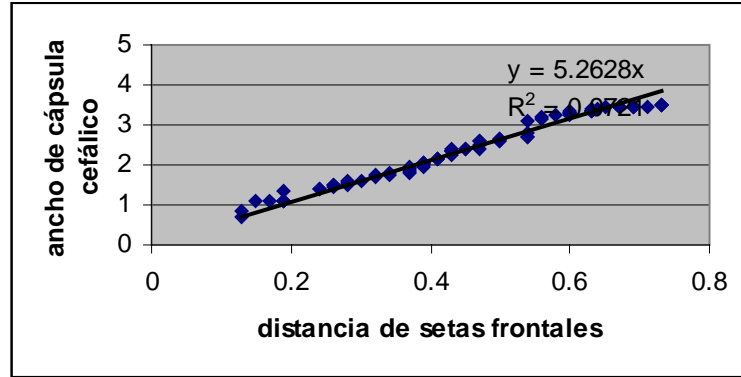


Figura 23. Regresión lineal de la distancia entre setas frontales y ancho de la cápsula cefálica en *Heliothis zea*, para la población de la Novena Región.

3.6. Regresión entre Estadíos Larvales.

Un análisis de regresión entre las medidas correspondientes a estadíos larvales específicos, denotan una relación positiva entre éstos, no obstante presentando diferencias a nivel de localidades específicas, las que asimismo se manifiestan a través de estadíos larvales específicos (Tablas 9-11).

Tabla 9. Análisis de regresión de las variables distancia intersetal/ancho cápsula para cada estadío de *Heliothis zea*, población de la Primera Región (r=coeficiente de correlación)

Estadíos	r
III	0.976
IV	0.697
V	0.809
VI	0.882
VII	0.835
VIII	0.999

Tabla 10. Análisis de regresión de las variables distancia intersetal/ancho cápsula para cada estadio de *Heliothis zea*, población de la Séptima Región.

Estadíos	r
V	0.413
VI	0.597
VII	0.747
VIII	0.908

Tabla 11. Análisis de regresión de las variables distancia intersetal/ancho cápsula para cada estadio de *Heliothis zea*, población de la Novena Región.

Estadíos	r.s.
IV	0.6377
V	0.749
VI	0.925
VII	0.369

4. DISCUSIÓN

4.1. *Aproximación hacia la comprensión de los estadios larvales.*

Los estudios biológicos y ecológicos a menudo requieren metodologías confiables, rápidas y convenientes para distinguir los estadios larvales de una especie en particular. La importancia de esto reside en la factibilidad de construcción de tablas de vida y análisis cuantitativo de factores de mortalidad que afectan la densidad poblacional. En este contexto, los parámetros en común incluyen conceptualizaciones tales como el ancho de la cápsula cefálica larval (Tostowaryk, 1971), el tamaño de las fecas (Sardesai, 1969), e inclusive una combinación de mediciones morfológicas, sin embargo no siempre es factible metodológicamente, debido a la gran variabilidad existente debido a parámetros mal definidos (Podoler & Klein, 1978). De la misma manera, surge la probabilidad de la evaluación a través del análisis de las longitudes totales de las larvas de una población dada, no obstante esta tendencia presenta asimismo diversas inexactitudes en torno a las diferencias individuales, las cuales pueden ser afectadas por la naturaleza flexible del cuerpo de la larva en razón de la multiplicidad de variables externas bajo las cuales se ve sometida.

El principio teórico en que se basan estas metodologías residen en la “regla de Dyar” (Dyar, 1890), asociada a los mecanismos de desarrollo derivados en el transcurso del estadio de la larva. Este concepto se enmarca en el crecimiento que ocurre en cada etapa de los estadios larvales, con lo que se induce el hecho de un crecimiento larval con una

tendencia de tipo lineal (crecimiento morfométricamente más continuo) como consecuencia de la flexibilidad de la cutícula, y la turgencia corporal.

El crecimiento y consiguiente definición de los estadios en la larva es particularmente manifestable en la cápsula cefálica. De esta manera, se establece que en los sucesivos estadios del desarrollo larval, el ancho de la cápsula cefálica sigue una progresión de tipo geométrica (Dyar, 1890). El problema se asocia con la realidad de poder ajustar este concepto a muchas situaciones, esto porque que el crecimiento depende de muchas variables, como por ejemplo la temperatura y la latitud, e inclusive puede variar entre especies. Además, muchas veces reside en la variabilidad resultante entre mediciones en un mismo estadio larval, situación que puede incrementarse debido a las mediciones tomadas por personas distintas, pudiendo enmascarar el efecto de los tratamientos efectuados, lo que puede conllevar a equivocaciones al establecer los estadios larvales correctos (Podoler & Klein, 1978). En términos más particulares, la cápsula cefálica en Lepidoptera presenta varios escleritos separados por suturas notables (Angulo & Weigert, 1975), las cuales contienen además setas y poros (Figura 4), configurando el entramado morfológico de la cápsula cefálica (Stehr, 1987). Además, son claramente definibles en una visualización preliminar, lo que les confiere como un conjunto de caracteres de fácil evaluación y por lo tanto, de su eventual medición (Fotografías 3 y 4). Estas se manifiestan como características taxonómicas a nivel de familia, y con una variabilidad de la disposición de éstas a partir de su orientación en el plano vertical y horizontal de la cápsula (Stehr, *op. cit.*). Estas setas responden en proporción directa al proceso del crecimiento, así como las demás partes esclerotizadas, en razones semejantes (Agrawal & Pati, 2002), con la particularidad que su tamaño es lo

suficientemente pequeño en relación con las otras estructuras esclerotizadas para ser afectadas su tasa de crecimiento por medio de alguna influencia del medio ambiente.

Bajo la conceptualización de la regla de Dyar se permite en consecuencia definir patrones de desarrollo larval en Insecta, con la consiguiente aplicabilidad de determinar control para las poblaciones evaluadas en los márgenes establecidos en las longitudes de cada estadio (Centella *et al.*, 1996; Fernández & Álvarez, 1988; Giustolin *et al.*, 2002). No obstante, la interpretación es precisa sólo en directa relación con la afinidad taxonómica del grupo de la evaluación original, esto es Lepidoptera (Dyar, 1890). De esta manera, frente a la disimilitud taxonómica se obtienen aproximaciones que son de carácter referencial en base a su desarrollo, debido a la asincronía que se manifiestan en relación a Lepidoptera (Taylor, 1931; Beck, 1950). Estas evaluaciones pueden ser basadas en otras estructuras esclerotizadas, las que permiten inferir a través de una razón semejante a la establecida (Dyar, 1890; Agrawal & Pati, 2002) un estadio específico, teniendo en cuenta las limitaciones vinculadas con la biología de los grupos estudiados (Giraldo-Vanegas & García, 1992; Rocha *et al.*, 2004).

4.2. Análisis morfológico de la larva – Representación de estadios larvales.

En relación a la representación de las larvas de *Heliothis zea* para efectos de su medición, se obtiene que la apariencia externa de las cápsulas cefálicas de ésta se asocia a una coloración en términos generales marrón, con matices amarillentos, que tienden hacia las tonalidades oscuras en conformidad con el crecimiento (Fotografías 1 y 2). Hardwick (1965) menciona en su descripción externa coloraciones que varían entre el

marrón y el naranja, con tonalidades negruzcas. El abdomen presenta múltiples variaciones en relación a la coloración, tanto entre individuos de distinta población, como entre individuos de la misma, variación interpretable como una adaptación morfológica frente a la diversos cultivos posibles de afectar (Angulo *et. al.*, 1990). Además, teniendo en consideración la variedad de especies afines a los mismos cultivos (Angulo & Weigert, 1975), este caracter no puede interpretarse como diagnóstico en términos de las distintas especies, poniendo en énfasis la dinámica de la situación entre las especies presentes en un cultivo definido (Podoler & Klein, 1978).

Los rangos de las longitudes obtenidas para la variable ancho de la cápsula cefálica en *Heliothis zea* son superiores en un pequeño margen a las obtenidas por Hardwick (1965), lo que puede ser interpretado en primer lugar, como una consecuencia de la condición colapsable de esta estructura, con una consiguiente vulnerabilidad en relación a la modificación de sus dimensiones; de esta manera, a partir de los histogramas puede desprenderse la gran variabilidad de valores sujetos a estadios larvales específicos, confirmando de esta manera el relativo margen de confianza para definirlos (Figuras 6, 8 y 10). En segundo lugar, esto puede ser interpretable como consecuencia de la influencia medioambiental, circunstancia en la cual, la disponibilidad de alimento presente pareciera ser un factor determinante en el crecimiento de los insectos (Scriber & Slansky Jr., 1981). Esta afirmación es de real trascendencia, puesto que el estado de larva es donde se realiza la mayor parte de la actividad digestiva, en la historia de vida de un insecto (Chu, 1949). Este tipo de condicionantes ambientales deberán ser consideradas en el futuro para establecer correspondencias directas para las diversas afecciones a las cuales se ve sometida la larvas en las latitudes a analizar.

La variable distancia de las setas cefálicas mostró una importante relación hacia la definición de estadios larvales específicos, de acuerdo a lo establecido por Podoler & Klein (1978); de esta manera, al disponer estas frecuencias por medio de un histograma, se obtienen categorías con un grado de precisión que les permiten asociarles como estadios concretos (Figuras 5, 7 y 9). Tendencias similares son observables por Centella *et al.*, (1996), quienes utilizan esta variable como criterio de predictibilidad para señalar un estadio larval particular. Estas estructuras presentan una disposición en la cápsula cefálica que les permite una menor influencia mecánica que la cápsula propiamente tal, lo que le significaría una mayor correspondencia con el crecimiento real de la larva (Fotografías 5-10). No obstante, es posible que las divergencias en la tendencia esperada en el coeficiente de los primeros estadios de la población evaluada en la Primera Región, situación asimismo reflejada en *Omaguacua longibursae* (Beeche *et al.*, 1987), explicable tal vez por un complejo de situaciones ambientales combinada con una problemática de la representatividad del tamaño muestral. En términos cuantitativos, estos valores muestran una similitud obtenida por Podoler & Klein (*op. cit.*) para *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae), considerable debido a su afinidad taxonómica.

La variable ancho de la cápsula cefálica no demuestra grados de sobreposición en los valores de los estadios larvales analizados para las tres poblaciones, tendencia que contrasta con lo observado por Centella *et al.* (1996), lo cual es una condición que constituye un factor de imprecisión para la predictibilidad de estadios larvales específicos, tendencia que no obstante tendería a variar en relación a los distintos

estadios específicos, y en relación a las distintas poblaciones. De la misma manera, Rodríguez-Quiroz *et al.*, (2000) respecto a la misma situación, atribuye este fenómeno a una variabilidad que es inherente dentro de cada estadio. Las razones por las cuales no haya sido posible observar esta tendencia estarían implicadas en la representatividad del estadio específico en el muestreo realizado; a la vez, es posible que las condiciones físicas a las cuales hayan estado sometido las larvas en las tres localidades no presentaran la suficiente intensidad para que vulnerara las dimensiones de la cápsula cefálica en un margen mayor que el establecido para cada uno de los estadios. En este sentido, es posible considerar esta situación como consecuencia de la condición colapsable de esta estructura, la que estaría influenciada por factores de tipo mecánico y endógeno (alimentación, temperatura) (Francisco & Prado, 2001; Slansky Jr., & Rodríguez, 1987). A pesar de esta limitación, esta variable presenta cierto margen de correspondencia entre sucesivos estadios, estableciendo una correspondencia de acuerdo a su incremento en tamaño establecido como coeficiente de crecimiento geométrico (Dyar, 1890), el que se presenta en la mayoría de los casos. En este escenario, es posible determinar de acuerdo a la variabilidad existente en los distintos estadios una probabilidad, expresada como el número de individuos con posibilidad de ser clasificados en ambos estadios, esto es, respecto al precedente, constituyendo en definitiva un error en la estimación (Centella *et al.*, 1996; Rodríguez-Quiroz *et al.*, 2000).

Al observar la distribución de frecuencias y la consiguiente categorización de estadios para las tres poblaciones (Tablas 1-6), es posible señalar que existe una divergencia en términos del número de estadios larvales encontrados y los propuestos por Hardwick

(1965), lo cual supone una importante correspondencia de este fenómeno con la latitud del cultivo donde se evalúe el modelo etáreo de esta especie; así queda demostrado a partir del análisis de Kruskal-Wallis (Tablas 7 y 8), el cual asume diferencias significativas para las poblaciones analizadas (Canavos, 2001). Bajo esta concepción, se puede apreciar una divergencia entre los estadios larvales determinados para la Primera y Séptima Región, y los estadios larvales posibles de definir para la Novena Región. Esta situación puede interpretarse en relación al complejo de condiciones ambientales y ecológicas presentes en esta evaluación; en este contexto, se han establecido diferencias en relación a la maleza existente entre cultivos (Murúa & Virla, 2004), los que pueden ejercer un efecto considerable relación con ésta y las distintas latitudes de cultivo; como por la relación existente entre la latitud de las localidades muestreadas y su adecuación para el cultivo de *Zea mays* (Faiguenbaum, 1987). La fenomenología de los estadios larvales observados puede asimismo contrastarse con el número de estadios obtenidos por Artigas (1972; 1974), los cuales se dirigen en términos generales a los sectores asociados al muestreo, debido a su distancia de la depresión intermedia, y en consecuencia, de los sectores agrónomicamente importantes, que potencien el desarrollo larval. Este fenómeno no tiene una explicación precisa, pero estaría dirigido en primer orden a los factores medioambientales en los cuales las larvas de *Heliothis zea* están sometidas. De esta manera, se indica en primer lugar la influencia de la temperatura en el crecimiento y en la determinación de los estadios larvales (Angulo, com. pers.). No obstante, de acuerdo a Podoler & Klein (1978), para el caso particular de *Spodoptera littoralis*, se presentan en forma independiente a través de los rangos de temperatura analizados, seis y siete estadios larvales. Es posible que este factor deba conjugarse con otra variable medioambiental que permita determinar con mayor énfasis esta tendencia.

En segundo lugar, el factor nutricional tiene una relevante significancia en este proceso (Scriber & Slansky Jr., 1981), el cual puede reflejarse en una reducción en el crecimiento de la larva, lo que en consecuencia deberá incrementar el número de estadios para completar su desarrollo. Similar tendencia podría ser interpretable en la Primera Región, sin embargo significaría asumir una limitación en el cultivo, de acuerdo con las características particulares de la especie (*Zea mays*) presentan en esta latitud (Faiguenbaum, 1987), permitiendo afirmar, por consiguiente, que se trataría de un ambiente subóptimo para *Heliothis zea* en términos de adecuación nutricional (Slansky Jr. & Rodríguez, 1987).

Bajo la misma perspectiva, es posible dirigir el modelo de crecimiento propuesto por Dyar hacia circunstancias que tienden a hacia la variabilidad de estos patrones, los que asimismo se manifiestan como una imprecisa distribución de frecuencias. En este sentido, puede considerarse como un elemento vinculado la resistencia adquirida de ciertas variedades cultivables (Giustolin *et al.*, 2002), las que pueden expresarse en la larva como un aumento de longitudes particulares de los estadios, lo que se asocia en consecuencia como alargamiento del estado, y por ende, una reducción en la viabilidad de ésta (Giustolin & Vendramin, 1994). Esta variante en el modelo puede tener una causa afín por medio de circunstancias patógenas (Niño de Gualdrón & Notz, 2000), la que manifiesta una tendencia de sobreposición de longitud entre estadios, con piques irregulares en las frecuencias de las longitudes, para la determinación de los estadios. De manera que, en términos generales, puede vincularse una imprecisa determinación métrica en el crecimiento como un complejo de variables, de distinta naturaleza, que en consecuencia alterarán el normal proceder fisiológico de la larva. Esta argumentación

tendría cabida para la situación del último estadio en la población de la Séptima Región, la cual extiende su último estadio en torno a una amplitud de los valores expresados en la frecuencia de ambos caracteres morfológicos (Parra & Hadad, 1989), y en base al coeficiente de Dyar, que corrobora la anómala situación. Es posible relacionar este fenómeno con la importancia del cultivo de la planta hospedada a nivel regional (Faiguenbaum, 1987), condición que precisaría medidas de control determinantes para evitar daños económicos significativos.

El análisis de regresión de los dos caracteres morfológicos afirman una relación directamente proporcional entre si, afirmando una correspondencia progresiva de estos caracteres en relación al crecimiento larval (Figuras 11-13), significando además una instancia de predictibilidad de estadios, a partir de la distancia de las setas frontales (Centella *et al.*, 1996). No obstante, es posible encontrar tendencias de variabilidad en relación al análisis de regresión en cada uno de los estadios (Tablas 9-11), situación registrada asimismo por Centella (*op. cit.*), manteniendo distintas tendencias de acuerdo a las poblaciones analizadas, las que pueden tener como referente común el impacto del complejo medioambiental, asociado en los distintos contextos latitudinales, sobre la variabilidad en las estructuras esclerotizadas en *Heliothis zea*.

De esta manera, la tendencia morfométrica se ajusta a la proposición de Dyar (1890), a pesar de que el principal elemento observado en factor de variación, se sitúa en la variable ancho de cápsula cefálica, denotado por su mayor valor de desviación estándar. Es así como se representa la manifestación del modelo sugerido Podoler & Klein (1978), que sitúa este carácter, a pesar de su correspondencia métrica como indicador de

crecimiento, y por ende, de los estadios larvales particulares, se presenta como una estructura que otorga una relativa precisión en la predicción de los estadios larvales específicos, debido a la fácil vulnerabilidad a presiones de tipo ambientales, y por ende, susceptible de ocasionar distorsión en los valores durante la medición.

Las diferencias encontradas en las frecuencias obtenidas en los histogramas, las que a través de las localidades tuvieron distinto grado de significancia, tienen su causa en el momento específico de la realización del muestreo. Bajo esta circunstancia, puede ser una fragmentación de la tendencia poblacional bajo un punto concreto de la dinámica anual de la especie (Artigas, 1972), lo que en consecuencia refleja una parcialidad de la situación, el que tener situaciones específicas en torno a la latitud de la localidad muestreada y fluctuante en relación a la dinámica poblacional de un año al siguiente (Dicke, 1939). No obstante, las frecuencias obtenidas se sitúan dentro de los rangos de crecimiento establecidos de acuerdo a la proposición de Dyar (1890), lo que en definitiva no alterará el comportamiento morfométrico.

En el contexto de la definición de los estadios larvales, es posible afirmar que la tendencia refleja un segmento parcial de la dinámica poblacional, debiendo considerarse que el primer estadio se inicia en los pelos de choclo, correspondiendo con la puesta del huevo de las polillas, antes de comenzar su migración hacia la mazorca (Angulo, com. pers.). Esta problemática es presentada en diversas situaciones muestrales en términos de la estacionalidad de ésta (Alvan-Aguilar & Hamada, 2003) como por causalidades externas. En este escenario, es posible inferir los demás estadios utilizando el primer instar registrado, utilizando el factor de Dyar (1.4) para obtener los restantes, hacia el

primer estadio definido por Hardwick (1965). De todas maneras, este tendrá un carácter referencial, y estará sujeto a las variaciones particulares de la latitud específica a tratar.

4.3. La metodología como una herramienta para la gestión de recursos agrícolas.

En relación a la gestión agrícola aplicable de acuerdo a los resultados obtenidos, ésta se manifiesta por medio del conocimiento en terreno del estado de las poblaciones plaga, realizando una cuantificación de la representación de los estadios larvales presentes en ésta en el área de cultivo. Este procedimiento se puede efectuar a través de la recolección tanto de las larvas presentes, como de mudas que se encuentren en las cercanías de la planta huésped, donde en la mayoría de los casos es necesario recurrir a ellos para poder realizar alguna evaluación del estado específico dentro del desarrollo larval (Kishi, 1971). Esto es afirmable para la tendencia general de la familia Noctuidae, la cual presenta esta fenomenología (Artigas & Angulo, 1973). No obstante, en términos prácticos, esta tendencia parece no ser generalizable, debido a que algunas especies mezclan restos de la muda con heces, masa de heces y restos de la planta afectada, haciendo más imprecisa la evaluación (Gamboa & Notz, 1990).

Esta aproximación a la dinámica poblacional puede obtenerse a través de muestreos efectuados en las parcelas de cultivo, las que deben realizarse de acuerdo al nivel crítico de éste, el que, en términos generales, se vincula con la estacionalidad (época de siembra), y latitud en que éste se lleva a cabo.

Las acciones a efectuar para el control de *Heliothis zea*, bajo este contexto, pueden tomarse como referente el utilizado para el caso de *Spodoptera frugiperda*, para el cual el uso de parasitoides es ampliamente requerido en la biorregulación de las poblaciones de la plaga. Bajo esta consideración, las características de esta interacción para una especie particular, se comprenden de acuerdo a atributos tales como hábitos de conducta, efectividad en el parasitismo y capacidad de búsqueda, asociadas además con detalles sobre su biología, conducta, hábitos alimenticios, con el fin de la permanencia del insecto plaga (el hospedero), en términos de sus características, para la prevalencia de la efectividad de éste en condiciones de campo (Pérez Montesbravo, s.f.). El marco protocolar ha referido al parasitoide *Telenomus sp.* (Hymenoptera: Scelionidae), como uno de las principales especies controladoras de *Heliothis zea*. Sin embargo, su distribución latitudinal, vinculada al contexto particular de los enemigos naturales presentes en el país (Artigas, 1994), hace necesario la aplicación de especies con mayor afinidad, como los de la familia Tachnidae (Diptera) (Angulo, com. pers.). Sus mecanismo de parasitismo lo relacionan muy directamente con las especies del Orden Lepidoptera, y los adultos son activos durante el día y se dirigen con frecuencia en torno a las plantas huésped en las inflorescencias; adicionado a estos rasgos se agrega sus condiciones larvíparas, el cual con un potencial reproductivo que permite un eficaz control de la plaga (Stireman, s.f.).

De esta manera, se procede a realizar el muestreo cuando las plantas tienen de una a dos hojas en un total de 25 plantas por hectárea (Pérez Montesbravo, s. f.), el que se efectúa realizando recorridos a través de todo el cultivo, considerando para efectos de representatividad del esfuerzo de búsqueda, una distribución de estaciones con un

recorrido en diagonal del cultivo. Se considera un indicador de necesidad de aplicación de control cuando el 10% de las plantas estén infestadas con larvas del 1º y 2º estadio (Pérez Montesbravo, *op. cit.*), determinable a través del plan metodológico anteriormente descrito. Las acciones en terreno deberán tener una frecuencia asociada con la latitud en que este referida el cultivo, con la implicancia principal de las generaciones presentes y la sobreposición de estas (Dicke, 1939; Artigas, 1972). Este cuadro tiene un cierto grado de desestimación en lo relativo al cultivo del maíz en sus latitudes más meridionales, debido tanto a la gran sensibilidad de la especie a trastornos climáticos, como por su mayor influencia en los cultivos de maíz que es donde tienen mayor relevancia en términos agronómicos (Faiguenbaum, 1987), lo que requiere en forma necesaria hacer monitoreos periódicos sobre la base de las oviposiciones presentes en las espigas para controlar los estadios resultantes en relación a su eventual eclosión .

5. CONCLUSIONES

1.-El crecimiento larval en *Heliothis zea* sigue un patrón de tipo geométrico, presentando una directa relación con lo establecido en la regla de Dyar.

2.-El modelo de crecimiento manifiesta una directa relación con la latitud del cultivo asociado, generando patrones de variación locales.

3.-Los valores de regresión entre las dos variables evaluadas, ancho de cápsula cefálica y distancia de setas frontales, presentan un significativo valor de relación, lo que manifiesta un alto valor predictivo en base a un estadio específico.

4.-El carácter morfológico distancia de setas cefálicas presenta un amplio margen de precisión en relación con la variable ancho de cápsula cefálica, para la inferencia de estadios larvales específicos.

5.-Los valores de regresión obtenidos a partir de un mismo estadio mantienen una relación directamente proporcional, no obstante un relativo grado de significancia entre las localidades evaluadas.

6.-Se hace necesario la evaluación de individuos bajo crianza, para permitir la representatividad de todos los estadios presentes en un cultivo determinado.

7.-La representación de los diversos estadios de *Heliothis zea* en una latitud particular va a tener directa relación con la dinámica poblacional de ésta y con el periodo específico en que se manifieste el cultivo, lo que demandará en consecuencia esfuerzos de muestreo previos para obtener una evaluación más precisa en relación del control a aplicar.

8.-Los caracteres métricos establecidos presentan una directa relación con estadios larvales específicos, derivables en términos de aplicación como herramienta de control agroecológico.

6. BIBLIOGRAFÍA

AGRAWAL, A. & K. A. PATI 2002. Increment in the size of an inanimate object in the case of bagworm moth, *Eumeta crameri* Westwood (Lepidoptera: Psychidae) obeys Dyar's law. *Current Science* 83(1): 71-73pp.

ALTIERI, M. A. & J. D. DOLL. 1978. The potential of allelopathy as a tool for weed management in crop fields. *PANS* 24: 495-502pp.

ALTIERI, M. A. & M. Z. LIEBMAN. 1986. "Insect, weed and plant disease management in multiple cropping systems" in: *Multiple Cropping Systems*. C. A. Francis, ed. New York: MacMillan, 183-218pp.

ALTIERI, M. A. 1997. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan-Comunidad. Uruguay. 336 pp.

ALVAN-AGUILAR, M. & N. HAMADA. 2003. Larval Biometry of *Simulium rubithorax* (Diptera: Simuliidae) and Size Comparison between Populations in the States of Minas Gerais and Roraima, Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, Vol. 98(4):507-511pp.

ANGULO, A. & G. WEIGERT. 1975. Estados Inmaduros de Lepidópteros Noctuidos de Importancia Económica en Chile y Claves para su Determinación (Lepidoptera: Noctuidae) . Sociedad de Biología de Concepción. Publicación Especial N° 2. 153 pp.

ANGULO, A. & G. WEIGERT 1976. Cuncunillas. Clave Práctica para su reconocimiento en Chile. Sociedad de Biología de Concepción. Publicación Especial N° 3. 28 pp.

- ANGULO, A. ; C. JANA-SÁENZ, L. E. PARRA & E. CASTILLO. 1990. Lista de Lepidópteros Noctuidos asociados a algunos cultivos en Chile (Lepidoptera: Noctuidae): Status Sistemático Actual. *Gayana Zoología* 54 (1-2): 51-61 pp.
- ARTIGAS, J. N. 1972. Ritmos poblacionales en lepidópteros de interés agrícola para Chile. *Bol. Soc. Biol. de Concepción*. 45: 5-94pp.
- ARTIGAS, J. & ANGULO, A. 1973. *Copitarsa consueta* (Walker), Biología e importancia económica en el cultivo de raps (Lepidoptera, Noctuidae). *Bol. Soc. Biol. de Concepción*, tomo XLVI, 199-216pp.
- ARTIGAS, J. N. 1994. *Entomología Agrícola*. Ediciones Universidad de Concepción. Vol. 2. 848 pp.
- BACH, C. E. 1980. Effects of plant density and diversity on the population dynamics of specialist herbivore, the striper cucumber beetle, *Acalymma vittatum* (Fab.). *Ecology* 61: 1515-1530pp.
- BECK, S.D. 1950. Nutrition of the European corn borer, *Pyrausta nubilalis* (Hbn.) II. Some effects of diet on larval growth characteristics. *Physiol. Zool.* 23: 353-361pp.
- BEECHE, M., L. PARRA & L. CERDA. 1987. Descripción de los estados preimaginales y desarrollo biológico de *Omaguacua longibursae* Parra y Beeche, 1986 (Lepidoptera: Geometridae) *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Chile*. Tomo 58, 19-29pp.
- CANAVOS, G., 2001: *Probabilidad y Estadística. Aplicaciones y métodos*/George Canavos México: McGraw-Hill/Interamericana de México, 651pp.
- CENTELLA, C., C. URZÚA, J. CARO & V. JEREZ. 1996. Descripción etárea para los estadíos larvarios de *Rhyacionia buoliana* (Lepidoptera: Tortricidae) *Bosque* 17(1): 91-96 pp.

- CHU, H. F. 1949. The immature insects. WM. C. Brown Company Publishers. Iowa. 234 pp.
- DELAHAUT, K. A. & J. L. WEDBERG. 1996. The Corn Earworm. <http://cecommerce.uwex.edu/pdfs/A3655.PDF>
- DICKE, F. F. 1939. Seasonal abundance of the corn earworm. Journal of Agricultural Research 59(4):237-257pp.
- DYAR, H. G. 1890. The number of molts of Lepidopterous larvae. Psyche, Camb., 5: 420-422pp.
- FAIGUENBAUM, H. 1987. Producción de cultivos en Chile. Cereales, Leguminosas e Industriales. Publicitaria Torrelodones Ltda.. 332pp.
- FERNÁNDEZ, S. & C. ÁLVAREZ. 1998. Biología de Brassica oleraceae *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) polilla del repollo (*Brassica oleraceae* L.) en condiciones de laboratorio. Agronomía Tropical 38: (4-6)17-28pp.
- FRANCISCO, O. & A. PARDO. 2001. Characterization of the larval stages of *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) using head capsule width. Rev. Brasil. Biol., 61(1):125-131pp.
- GAMBOA, M. & A. NOTZ. 1990. Biología de *Phthorimaea opercutella* (Lepidoptera: Gelechiidae) en papa (*Solanum tuberosum*). Rev. Fac. Agron. (Maracay) 16:245-257pp.
- GIRALDO-VANEGAS, H. & J. L. GARCÍA. 1992. Determinación del número de instares de *Eiphosoma vitticole* (Cresson) (Hymenoptera: Ichneumonidae). Bol. Entomol. Venez. N. S. 7 (2) 133-137pp.
- GIUSTOLIN, T. A. & J. D. VENDRAMIN. 1994. Efeito de duas espécies do tomateiro na biología de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meryck). Anais da Sociedade Entomologica do Brasil. V.23, 511-517pp.

GIUSTOLIN, T. A., J. D. VENDRAMIN & J. R. POSTALI PARRA. 2002. Número de instares larvais de *Tuta absoluta* (Meryck) em genótipos de Tomateiro. Scientia Agrícola 56(2):393-396pp.

HAGERMAN, P. 1995. Corn Earworm. Ministry of Agriculture of Food. Ontario, Canada (wising://15/http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/crops/facts/95-065.htm)

HARDWICK, D. 1965. The Corn Earworm Coplex. Memoirs of the Entomological Society of Canada. 107-116 pp.

KISHI, Y. 1971. Reconsideration of the method to measure the larval instars by use of the frequency distribution of head capsul widths or lenghts. Canadian Entomol. 103: 1011-1015pp.

LIEBMAN, M. 1988. "Ecological suppression of weeds in intercropping systems: a reiew" In: Weed Management in Agroecosystems. Ecological Approaches. Altieri, M. A. And Liebman, eds. Florida: CRC Press.

LOCQUIN, M. & M. LANGERON. 1985. Manual de Microscopía. Editorial Labor, España. 373pp

MURÚA, G. & E. VIRLA. 2004. Population parameters of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lep.:Noctuidae) fed on corn and two predominant grasses in Tucuman (Argentina). Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 20(1):199-210pp.

NIÑO DE GUALDRÓN, L. & A. NOTZ. 2000. Development and sympatotomy of potato larvae tuber moth *Tecia solanivora* (Povolny) 1973 (Lepidoptera: Gelechiidae) infested with a local granulosis virus. Bol. Entomol. Venez. 15(1):29-38pp.

PARRA, J. R. P. & M. De L. HADAD. 1989. Determinação do Número de Ínstares de Insectos. FEALQ, Piracicaba, 49pp.

PARRA, J. R. P.; A. A. C. M. PRECETTI & P. KASTEN Jr..1977. Aspectos ecológicos de *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) (Lepidoptera: Noctuidae) em soja e algodoneiro. An. Soc. Entomol. Brasil., 6: 147-155pp.

PÉREZ MONTESBRAVO, E. s.f. Control biológico de *Spodoptera frugiperda* Smith en maíz. <http://www.aguascalientes.gob.mx/agro/produce/SPODOPTTE.htm>

PHILIPS, W. J. 1931. The Corn Earwon as an Enemy of Field Corn in the Eastern States. U.S. Departament of Agriculture. Farmer's Bulletin No. 1651. 17 pp.

PODOLER, H. & M. KLEIN. 1978. Distance between frontal setae: a new tool for determining caterpillar instars. J. Nat. Hist. 12 (3): 341-347 pp.

RISCH, S. J. 1983. Intercropping as a cultural pest control: prospects and limitations. Envir. Manage. 7(1): 9 14pp.

ROCHA, K. L., T. MANGUINE , E. J. HARRIS & P.O. LAWRENCE. 2004. Immature stages of *Fopius arisanus* (Hymenoptera: Braconidae) in *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae). Florida Entomologist 87(2):164-168 pp.

RODRÍGUEZ-QUIROZ, M., J. VALDEZ-CARRASCO ; , VERA-GRAZIANO & A. CASTILLO-MORALES. 2000. Identificación de Instares Larvales de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) mediante las dimensiones de sus cápsulas cefálicas. Agrociencia 34: 83-90 pp.

ROOT, R. B. 1973. Organization of a plant arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). Ecol. Monogr. 43: 95-124pp.

ROSS, H. 1965. Introducción a la Entomología. Ediciones Omega, España, 537pp.

SADESAI, J. B. 1969. Relationship of size of fecal pellets to larval molts in Lepidoptera. Ann. Ent. Soc. Am., 62: 662pp.

SCRIBER, J. M. & F. SLANSKY Jr. 1981, The nutritional ecology of immature insects. Ann. Rev. Entomol., 26:183-211pp.

SLANSKY Jr., F. & J. G. RODRÍGUEZ. 1987. Nutritional ecology of insects, mites and invertebrates: an overview. 69pp. In: Slansky Jr., & J. D. Rodríguez (eds.), Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates. John Wiley & Sons, New York.

STEHR, F. W. 1987. Inmature insects. Kendall/Hunt Publish Co. Iowa-Usa. 754 pp.

STIREMAN, J. O. III. 1996. The Evolution and Parasitic Habit of the Tachinidae (Diptera). <http://public.iastate.esu/~stireman/TACHINID.PDF>

TAYLOR, R. L. 1931. On “Dyar’s rule” and its application to sawfly larvae. Ann. Entomol. Soc. Am. 24:451-466pp.

TOSTOWARYK, W. 1971. Life history and behavior of *Podiscus modestus* (Hemiptera: Pentatomidae) in boreal forest in Quebec. Can. Ent., 103: 662-674 pp.