

Biología de *Diatraea saccharalis* Fabr. [Lepidoptera: pyralidae] alimentado con dos tipos de *Zea mays* (L.)

Biology of *Diatraea saccharalis* Fabr. [Lepidoptera:pyralidae] fed with two types of *Zea Mays* (L.)

Luis Licerias Zárate¹, Lucas Valladares Rodríguez²,
Rocío Reyna Espinoza³, Hernán Escudra Vergaray⁴

RESUMEN

Se estudió la biología del “cañero” o “borer de la caña” (*Diatraea saccharalis* Fabr.) en el Insectario de la Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ciencias Agrarias; en Trujillo, La Libertad, Perú (25 m.s.n.m., 26 °C y 85% de humedad relativa (HR) en promedio). Allí se realizó la crianza masal del insecto, utilizando mazorcas de maíz (maíz amiláceo y maíz amarillo duro) como sustrato de alimentación. Se estudió la duración de su ciclo biológico, observando y registrando los correspondientes procesos de desarrollo. El desarrollo del ciclo biológico de las larvas de *D. saccharalis* alimentadas con maíz amiláceo fue: a) Período oviposicional, 2,60 días; colocando 9,16 masas de huevos por hembra; b) Período de incubación, completado en un promedio de 7,92 días; c) El período larval ocurrió en seis estadios (I: 3,12 días; II: 3,84 días; III: 3,96 días; IV: 4,12 días; V: 4,20 días y el VI: 4,32 días; haciendo un total de 23,56 días); d) El período pupal duró 11,12 días; e) El período del adulto duró 2,75 días para el macho y 3,80 días para la hembra; f) Los adultos machos tienen una expansión alar de 21;62 mm, y 26,82 mm las hembras; g) El ciclo biológico del huevo, hasta la fase adulta, fue de 45;35 días para los machos y 46;40 días para las hembras, en condiciones de laboratorio. El sex ratio promedio fue de 1:3,29 (macho:hembra), favorable a las hembras. El ciclo biológico de las larvas de *D. saccharalis* alimentadas con maíz amarillo duro fue: a) Período oviposicional; 2,80 días; un promedio de 7,12 masas de huevos por hembra; b) El período de incubación de los huevos se completó en un período de 8,28 días; c) El período larval pasó a través de seis estadios (I: 3,08 días; II: 4,04 días; III: 5,12 días; IV: 5,16 días; V: 5,24 días y el VI: 6,16 días, lo que significó un total de 28,80 días); d) El período pupal se llevó a cabo en 11,08 días. La longevidad del adulto varió con el sexo: 2,95 días para los machos y 3,95 días para las hembras; e) Los machos tienen una expansión alar de 21,08 mm y 25,70 mm las hembras; g) El ciclo biológico completo, desde la fase del huevo hasta adulto, fue de 51,11 días para los machos y 52,11 días para las hembras, en condiciones de laboratorio. El sex ratio fue de 1,31:1 (macho:hembra), favorable para los machos.

Palabras clave: Biología, *Diatraea saccharalis*, maíz amiláceo, maíz amarillo duro, sex ratio.

1 Ingeniero Agrónomo. Profesor Principal de la Universidad Privada Antenor Orrego. liceras@ec-red.com

2 Ingeniero Agrónomo. Investigador Agrario.

3 Ingeniero Agrónomo. Jefe del Insectario de la Universidad Privada Antenor Orrego. ipicib@hotmail.com

4 Ingeniero Agrónomo. Investigador Agrario. Hescuadra@hotmail.com

ABSTRACT

The biology of the “sugar cane borer” (*Diatraea saccharalis* Fabr.) was studied. Research was carried out at the Insectario de la Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ciencias Agrarias, Trujillo, La Libertad, Peru (25 m.a.s.l., 26 °C and 85% RH, average). A masal raising, using green corncobs (Amylaceous and yellow hard maize) as feeding sustrate was considered. The time of the biological cycle for both guests was measured, observing and registering all the insect developmental processes. The biological cycle of the *D. saccharalis* larvae fed with amylaceous maize was: a) Ovipositional period: 2,60 days, making the oviposition in 9,16 masses of eggs per female; b) Incubation period was completed in an average of 7,92 days; c) The larval period passes by six stages (I: 3,12 days; II: 3,84 days; III: 3,96 days; IV: 4,12 days; V: 4,20 days and the VI: 4,32 days) taken a total of 23,56 days; d) The pupal period took 11,12 days; e) The adult period was 2,75 days for males and 3,80 days for females; f) The adult males have a wing expansion of 21,62 mm wings, and 26,82 mm the females; g) The complete biology period, from the egg phase to adult was 45,35 days for males and 46,40 days for females in laboratory conditions. The average sex ratio was 1:3,29 (males:females), favoring to females. The biological cycle for the *D. saccharalis* larvae fed with yellow hard maize was: a) Ovipositional period: 2,80 days, making the oviposition in 7,12 masses of eggs per female; b) The incubation period was completed in an average of 8,28 days; c) The larval period passes through six stages (I: 3,08 days; II: 4,04 days; III: 5,12 days; IV: 5,16 days; V: 5,24 days and VI: 6,16 days) and lasted a total of 28,80 days; d) The pupal period lasted 11,08 days; e) The adult period was 2,95 days male and 3,95 days female; f) The adult males have a wing expansion of 21,08 mm and 25,70 mm the females wings; g) The complete biology period from the egg phase to adult was 51,11 days for males and 52,11 days for females in laboratory conditions. The sex ratio was 1,31:1 (males : females), favoring to males.

Key words: Biology, *Diatraea saccharalis*, amylaceous maize, yellow hard maize, sex ratio

INTRODUCCIÓN

Diatraea saccharalis Fabr., comúnmente llamado “cañero”, “borer de la caña” o “taladro de la caña de azúcar”, es una especie de plaga del más amplio rango de distribución en América. Se extiende desde los Estados Unidos hasta Río de La Plata (Argentina), incluyendo las Antillas, y es la única plaga insectil de la caña de azúcar que puede considerarse como de importancia económica. La *Diatraea saccharalis* Fabricius es una especie natural de la costa del Perú (Box, 1950); según las investigaciones de Ayquipa y Angulo (1980) y Risco (1960), citados por Rodríguez (2003), refieren que en un sector de la Cooperativa Casa Grande, de 43,5 has de caña cultivar H32 - 8560, con un promedio de 8,1% de ataque, se tuvo una pérdida de 1,709 toneladas (0,025 t/ha) de azúcar. Se calcula que con 1 % de entrenudos atacados se produce una pérdida de 0,025 kg de azúcar por tonelada de caña; mientras que Pollack (1994) estimó pérdidas de 55,8 y 122 kg de azúcar/ha, cuando existen 10,6 y 21,5% de entrenudos perforados respectivamente. Asimismo, Martorell y

Bangdiwala (1954) mencionan que el principal efecto de la infestación del barrenador es la reducción de la sacarosa disponible en caña, siendo mayor su efecto en el centro del tallo, de estos estudios fue estimada una pérdida de 0,03549% de sacarosa disponible por cada 1% de infestación; también se puede esperar pérdidas indirectas y sin cuantificar, debido a que abre camino a la infección de organismos de la pudrición como hongos y bacterias que interfieren en la elaboración del azúcar.

En nuestro país hasta el momento ningún producto insecticida ha sido aplicado con éxito, debido a que es imposible aplicar cualquier insecticida por la biología del insecto y la fenología del cultivo, que no lo permiten. Por ello la industria azucarera viene usando el control biológico, desde 1952, como el arma más efectiva en su lucha contra esta plaga, obligando a utilizar el manejo integrado de plagas (MIP); su importancia en condiciones de laboratorio radica en ser un hospedero de varios insectos benéficos, principalmente de los parasitoides *Trichogramma* spp. y el díptero taquínido *Parat-*

heresia claripalpis, que son las principales represoras de esta plaga.

La presente investigación buscó estudiar la biología y las diferencias que se producen en la crianza masal de larvas de *D. saccharalis*, utilizando dietas naturales en laboratorio de manera artesanal y dando la oportunidad a que los laboratorios que no puedan trabajar con dietas artificiales adopten esta metodología.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Miskimen (1962) menciona que los insectos que viven en tejidos vivientes de la planta son de difícil manipulación en el laboratorio; y la biología del barrenador de la caña de azúcar se altera en el laboratorio, presentando alargamiento en el ciclo, fallas en la reproducción, resistencia al ser alimentados y muchas veces la incidencia en el medio de hongos y bacterias. Si bien en condiciones naturales prefiere la caña de azúcar como alimento primordial, sin embargo, alimentado con plantas de maíz tiene más éxito, es más grande, más robusto y produce más huevos. Ferrer y Guedez (1990) señalan que los costos de producción de laboratorio se hacen cada vez más elevados, por lo que es necesario sistematizar la producción utilizando otras alternativas, como ingredientes de fácil adquisición en el mercado, y lograr una producción óptima y económica. Para la cría de larvas de *D. saccharalis*, varios autores citan diversas fórmulas; la orientación que se está llevando en los laboratorios es la utilización de una dieta basada en harina de hojas de gramíneas, harina de soya, germen de trigo, levadura y otros ingredientes.

Cueto (1951) refiere que un número pequeño de larvas del borer se puede criar alimentándose con nudos de caña fresca o canutos de maíz; la frescura de la caña de azúcar, como la del maíz, es susceptible a ataques de bacterias y hongos haciendo necesario transferir los borer periódicamente; lo que ocasiona una gran labor y una mortalidad sustancial, principalmente cuando los gusanos son muy jóvenes.

Sánchez y Vergara (1992) mencionan que la *D. saccharalis*, en su fase de adulto, sus alas anteriores oscilan de un color marrón amarillento a pajizo, siendo en los machos más oscuros; además, poseen una hilera diagonal de puntos color marrón más o menos marcados en las alas anteriores, y en reposo pliegan las alas a manera de techo a dos aguas, con una expansión alar de 30 mm.; también mencionan que los huevos son de color verde amarillento y de forma oval, achatada y cuasi transparente, ovipositados en grupos y, generalmente, entre 10 y 60 huevos con los márgenes parcialmente superpuestos en forma de

tejado. La larva es blanco-cremosa, cabeza y escudo protorácico marrón rojizo y en el cuerpo presenta numerosos tubérculos sectíferos pálidos, marrón pálido, provistos de pelos, y miden hasta 30 mm de longitud; describe también a la pupa de color marrón oscuro, la cual posee dos protuberancias a manera de cuernos en la cabeza, con varias espinas en forma de dientes en el cremaster, y mide 22 mm de longitud.

Walker (1965) indica que el macho no copula por segunda vez en la misma noche; pero sin embargo, puede hacerlo en la siguiente noche. El período de duración de la cópula varía entre media hora a dos horas, con un promedio de una hora.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación fue realizado en las instalaciones de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, ubicado en el distrito y provincia de Trujillo, región La Libertad (25 m.s.n.m., 26 °C y 85% de HR en promedio), Perú; y el periodo de estudio abarcó los meses de marzo a mayo del 2005.

Metodología

Acondicionamiento del material biológico: La metodología utilizada consistió en realizar previamente una crianza masal de *D. saccharalis*, iniciándose con el acondicionamiento de posturas en laboratorio en una sala desinfectada con una solución de Dodigen al 0,1% y acondicionada con temperatura y humedad relativa controlados (unidades de crianza); el material biológico fue proporcionado por el Laboratorio de Producción de Insectos Benéficos de la Empresa Agroindustrial Casa Grande S.A.A., ubicada a 44 Kilómetros al norte de Trujillo. Cuando las posturas se tornaron de color negro, fueron acondicionadas entre las brácteas de los choclos de los dos tipos de maíz (maíz amiláceo, grano grande, y el maíz amarillo duro, grano pequeño) para mantener la humedad necesaria y esperar la eclosión de los huevos, colocando los choclos en tapers rectangulares. Se registraron la fecha de instalación y las observaciones realizadas diariamente.

Alimentación de las larvas: El alimento de las larvas consistió en mazorcas de maíz fresco (choclos), las cuales fueron cambiadas cuando era necesario para evitar la proliferación de hongos y otros agentes patógenos. El acondicionamiento de los tapers fue por cada tipo de maíz.

Acondicionamiento de las pupas: Al empupar las larvas, éstas fueron colocadas en una placa petri previamente tapizada con papel filtro humedecido, teniendo cuida-

do de que no perdieran humedad; luego fueron colocadas en un balde de un galón de capacidad cual fue forrado con papel kraft, hasta esperar la emergencia de los adultos.

Alimentación de los adultos: Al emerger los adultos dentro del balde se le colocó su alimento que consistió en una solución de agua más miel de abeja en proporción 1:5, cambiado diariamente para evitar la presencia de patógenos.

Estudio de la biología: Para estudiar la biología se acondicionaron, para cada tipo de maíz, 25 parejas de adultos en un balde de un litro de capacidad, forrado con papel kraft; y también un “acordeón” de este papel para la oviposición, colocándoseles alimento (miel de abeja más agua). Se acondicionaron 50 larvas del 1er. estadio en tapers descartables redondos, 25 alimentados con maíz amiláceo y 25 con maíz amarillo duro, con el alimento trozado, las cuales se renovaron a medida que se fueron deteriorando; de esta manera se observaron todos los procesos de desarrollo de la biología del insecto.

Descripción morfológica: La descripción morfológica del insecto se realizó en especímenes a partir de un día de emergidos, con la ayuda de un microscopio estereoscópico, registrándose los siguientes datos: Huevos; número, dimensiones, forma, color, período de incubación (larva, pupa y adulto); dimensiones (ancho cefálico, longitud del cuerpo), dimorfismo sexual, expansión alar de ambos sexos y el sex ratio.

Estudio de hábitos de vida: Adultos: proceso de muda, alimentación (cómo se efectúa), apareamiento (cómo se realiza) y oviposición (preferencia en cuanto a lugar y tiempo, acto exploratorio, como se efectúa, cómo son ovipositados los huevos, capacidad de oviposición total). Estado larval: emergencia (como se efectúa), manera de actuar de las larvas recién emergidas, alimentación y proceso de muda. Estado pupal: emergencia, cómo se realiza, duración del proceso, modo de actuar de los adultos recién emergidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los huevos son colocados en masas de 17,60 a 26,96 huevos/masa, y son de superficie lisa, de forma oval, achatados, de color blanco amarillento (cuasi transparentes) cuando son recién ovipositados; presentan variaciones en el color durante el desarrollo del embrión (Cuadro 6). En el primer y segundo día, el huevo presenta una coloración blanco - cremoso homogénea; en el tercer día toma un color amarillento; en el cuarto se aprecia de una coloración amarillo intenso (o anaranjado); al quinto presenta una coloración negruzca y, al someterlo al lente del estereoscopio, se aprecia la cápsula cefálica de la larva y los segmentos de su cuerpo. En el sexto día el embrión se observa claramente, como si estuviera encorvado en los polos del huevo; en uno de los polos está situada la cabeza y en el otro el abdomen. Al sétimo día la cabeza ocupa gran espacio en el huevo; se distinguen los ojos y cuerpo larval; en cualquier momento se produce la eclosión de los huevos; al octavo día la larva realiza una incisión o abertura en el huevo y emerge, proceso que dura 30 minutos.

Los huevos tenían una longitud de 0,99 a 1,06 mm y 0,85 mm de ancho (Cuadro 1). El periodo de incubación de los huevos tuvo, para maíz amiláceo, una duración de $7,92 \pm 0,40$ días y, para maíz amarillo duro, de $8,28 \pm 0,45$ días. Según Pollack (1994), el período de incubación varía entre de 6 a 16 días; Zenner *et al.* (1965), mencionan que en tiempos extremadamente cálidos puede requerir sólo de 5 días la incubación.

La eclosión de los huevos se observó claramente con el estereoscopio, en donde la larva rompe el corium con ayuda de sus mandíbulas, dejándolo blanco y encogido; saliendo primero la estructura cefálica, que se observa bastante grande en relación al cuerpo, seguido del resto del cuerpo. Se desprende la larva y pasado un corto tiempo, comienza a caminar lentamente, para luego buscar alimento inmediatamente; las larvas recién emergidas presentan un cuerpo muy delicado, de color cremoso (cuasi transparente).

Cuadro 1

DIMENSIONES DE LOS HUEVOS DE *D. saccharalis*, ALIMENTADO CON DOS TIPOS DE MAÍZ, BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO. LA LIBERTAD, 2005

Tipo de maíz	Longitud del huevo (mm)		Ancho del huevo (mm)	
	Promedio	D. S.	Promedio	D. S.
Amiláceo	1,06	0,12	0,85	0,07
Amarillo duro	0,99	0,06	0,85	0,05

Muestra = 25 especímenes/Tipo de maíz, D. S. = Desviación estándar.

Cuadro 2
DIMENSIONES DE LOS ESTADÍOS LARVALES DE *D. saccharalis*, ALIMENTADO CON DOS TIPOS DE MAÍZ, BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO. LA LIBERTAD, 2005

Estadio	Longitud de la larva (mm)				Ancho Cefálico de la larva (mm)			
	Promedio		D. S.		Promedio		D. S.	
	MA	MAD	MA	MAD	MA	MAD	MA	MAD
Larva I	1,14	1,07	0,14	0,09	0,29	0,28	0,02	0,05
Larva II	3,26	2,78	0,43	0,25	1,48	1,40	0,04	0,14
Larva III	8,14	6,84	0,70	0,75	3,68	2,58	0,45	0,19
Larva IV	17,84	13,16	0,89	0,69	4,86	3,32	0,09	0,24
Larva V	20,54	15,92	1,90	0,79	5,30	4,22	0,25	0,25
Larva VI	24,78	20,24	0,66	0,52	5,40	5,12	0,20	0,33

Muestra = 25 especímenes/Tipo de maíz, MA = Maíz amiláceo, MAD = Maíz amarillo duro, D. S. = Desviación estándar.

Cuadro 3
DURACIÓN EN DÍAS DE LOS ESTADÍOS LARVALES DE *D. saccharalis*, ALIMENTADO CON DOS TIPOS DE MAÍZ, BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO. TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2005

Estadio	Duración (día)			
	Promedio		D. S.	
	MA	MAD	MA	MAD
Larva I	3,12	3,08	0,33	0,28
Larva II	3,84	4,04	0,37	0,35
Larva III	3,96	5,12	0,45	0,33
Larva IV	4,12	5,16	0,47	0,37
Larva V	4,20	5,24	0,41	0,41
Larva VI	4,32	6,16	0,56	0,37
Total	23,56	28,80	0,87	0,78

Muestra = 25 especímenes/Tipo de maíz, MA = Maíz amiláceo, MAD = Maíz amarillo duro, D. S. = Desviación estándar.

La larva es de tipo eruciforme, presenta tres pares de patas articuladas en el tórax y cuatro pares de pseudopatas abdominales; el cuerpo es de color cremoso (o castaño claro), con cápsula cefálica marrón oscura (cuasi negra); aparato bucal de tipo masticador, y a lo largo del cuerpo se observa como una especie de tubérculos laterales con pelos. Del segundo al sexto estadio son similares al primero, sólo se diferencian en el tamaño. Las larvas alimentadas con maíz amiláceo tuvieron una duración de 23,56 días, y las alimentadas con maíz amarillo duro, en 28,80 días en promedio en sus seis estadios (Cuadro 3). Según Pollack (1994), el período larval es de 24 a 50 días.

Después de alimentarse y alcanzar su desarrollo, las larvas realizan la primera muda, dejando de alimentarse e inmovilizándose; en la muda se produce una abertura longitudinal en el protórax y vértex de la cabeza, saliendo la larva en pocos minutos, sólo se aprecia la cápsula cefálica como resto de la cutícula o piel (ecdysis). Se ha observado que tienden a comerse su exuvia luego de haber pasado al siguiente estadio; después de haber emergido, la larva presenta una consistencia muy delicada, camina lentamente o permanece inmóvil al lado de la exuvia hasta tener mejor consistencia; en el sexto estadio llegan a medir hasta 30 mm, según menciones de Sanchez y Vergara (1992) y Pollack (1994); nosotros registramos medi-

das menores de 20,24 a 24,78 mm al sexto estadio (Cuadro 2).

Al término del último estadio, la larva deja de alimentarse, tornándose poco móvil, y comienza la llamada “fase de prepupa”, en la cual presenta un color crema lechoso, y se la observa engrosada y de consistencia pastosa; al poco tiempo se convierte en pupa, la cual es de tipo obtecta o momificada, y tiene movimientos en la parte caudal (abdominal), lo que nos indica que está viva. Inicialmente es de color amarillo o casi blanco, para luego pasar a castaño oscuro o caoba y, finalmente, marrón oscuro; cuenta con dos protuberancias cortas en la cabeza y espinas en forma de dientes en el cremáster; esta serie de espinas, por su forma y tamaño, tiene importancia en la identificación de especies (el sexado se realiza a nivel de pupas, ya que usualmente las pupas de los machos son más pequeñas que de las hembras, y, además, la apertura genital del macho está situada más cerca de la apertura anal, de lo que lo está en la hembra).

La fase de prepupa para los dos tratamientos (alimentación) duró 2 días; y el estado pupal, para las alimentadas con maíz amiláceo, duró $11,12 \pm 0,66$ días; mientras que las alimentadas con maíz amarillo duro fue de $11,08 \pm 0,76$ días. Los estudios de Pollack (1994)

reportan como período pupal 10 a 18 días; miden de 12,02 a 18,91 mm de longitud, y, según reportes de Sanchez y Vergara (1992), y Pollack (1994), la pupa puede medir hasta 22 mm. Nosotros registramos medidas menores (Cuadro 4).

El proceso de emergencia del adulto se inicia mediante el movimiento de la pupa, la cual comienza a rasgarse a partir de la cabeza; al mismo tiempo el cuerpo hace fuerza hacia afuera varias veces, y, al salir la mariposa, comienza a agitar sus alas con movimientos rápidos, para que la hemolinfa llegue a ellas y pueda empezar el despliegue, y luego secarse, para estar listas para el vuelo. Éstos son muy cortos. Una vez seco el sistema alar, pueden empezar a copular y por lo general, media hora después que emerge, lo cual coincide con lo indicado por Ratkovich (1953).

Para la cópula, la hembra en reposo recibe al macho con el abdomen un poco descubierto, ligeramente encorvado hacia arriba, sus alas rectas o verticalmente sobre el abdomen; el macho, con un movimiento rápido, junta sus órganos sexuales con los de la hembra, quedando ambos con la cabeza erguida hacia arriba y los ejes del cuerpo desalineados, de tal forma que el macho se coloca en un ángulo más o menos de 30° de la posición vertical

Cuadro 4
DIMENSIONES DE LAS PUPAS DE *D. saccharalis*, ALIMENTADO CON DOS TIPOS DE MAÍZ, BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO. LA LIBERTAD, 2005

Tipo de maíz	Pupa - macho (mm)		Pupa - hembra (mm)	
	Promedio	D. S.	Promedio	D. S.
Amiláceo	15,75	0,91	18,91	0,95
Amarillo duro	12,02	0,83	14,44	0,97

Muestra = 25 especímenes/Tipo de maíz, D. S. = Desviación estándar.

Cuadro 5
DIMENSIONES DEL ADULTO DE *D. saccharalis*, ALIMENTADO CON DOS TIPOS DE MAÍZ, BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO. LA LIBERTAD, 2005

Insecto	Macho (mm)				Hembra (mm)			
	Promedio		D. S.		Promedio		D. S.	
	MA	MAD	MA	MAD	MA	MAD	MA	MAD
Ancho cefálico	1,61	1,62	0,15	0,07	1,87	1,79	0,12	0,09
Expansión alar	21,62	21,08	1,20	0,91	26,82	25,70	2,18	1,51

Muestra = 50 especímenes (25c/sexo)/Tipo de maíz, MA = Maíz amiláceo, MAD = Maíz amarillo duro, D. S. = Desviación estándar.

Cuadro 6
DURACIÓN EN DÍAS DEL PERÍODO DE OVIPOSICIÓN DE *D. saccharalis*, Y LA CAPACIDAD DE OVIPOSICIÓN EN DOS TIPOS DE MAÍZ, BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO.

Insecto	Periodo de oviposición(día)		Capacidad de oviposición por hembra					
	Promedio	D. S.	Nº masas/hembra		Nº huevos/masa		Total de huevos	
			Promedio	D.S.	Promedio	D.S.	Promedio	D.S.
Amiláceo	2,60	0,59	9,16	2,46	26,96	13,60	243,12	143,50
Amarillo duro	2,80	0,41	7,12	1,66	17,60	4,75	117,84	54,44

Muestra = 25 especímenes /Tipo de maíz, D. S. = Desviación estándar.

Cuadro 7
PROPORCIÓN EN SEXO Y LONGEVIDAD DE *D. saccharalis*, ALIMENTADO CON DOS TIPOS DE MAÍZ, BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO. LA LIBERTAD, 2005

Maíz	Proporción / sexo			Longevidad del adulto (día)			
	Nº Machos	Nº Hembras	Sex Ratio	Machos		Hembras	
				Promedio	D. S.	Promedio	D. S.
Amiláceo	7	23	1 : 3,29	2,75	0,44	3,80	0,41
Amarillo duro	17	13	1,31 : 1	2,95	0,22	3,95	0,22

de la hembra, y, con la cabeza al lado derecho de ésta. La cópula dura aproximadamente una hora.

El período de preoviposición dura apenas horas, ya que la hembra empieza a depositar los huevos fértiles desde la noche de la eclosión y las mariposas no fecundas pueden depositar huevos infértiles. El período oviposicional (Cuadro 6) fue de $2,6 \pm 0,59$ días para el caso del maíz amiláceo y de $2,8 \pm 0,41$ días para el caso del maíz amarillo duro.

El adulto es una polilla de color pajizo. Por lo general los machos son ligeramente más oscuros que las hembras; tienen las alas anteriores de color entre pajizo y amarillo parduzco. Pollack (1994) menciona que tienen las alas anteriores marcadas con un diseño de puntos negros en forma de V. Las alas posteriores ligeramente amarillentas, mucho más claras que las anteriores, presentan una característica muy peculiar, que es plegar las alas a manera de techo a dos aguas; además, presenta un aparato bucal chupador tipo sifón, donde los palpos labiales se encuentran dirigidos hacia adelante, ésta es una característica de todas las especies pertenecientes a la familia Pyralidae. Presenta dimorfismo sexual marcado, donde el macho se distingue de la hembra principalmente por el tamaño (la hembra es más grande que el macho); ade-

más, se puede diferenciar también por el abdomen (la hembra lo presenta más redondeado y ancho que el macho, y el macho tiene un color amarillo parduzco y la hembra casi color marfil). La duración del ciclo de vida expresado en días, desde huevo hasta que muere el adulto, fue en promedio de $45,35 \pm 1,62$ días y $46,40 \pm 0,95$ días para machos y hembras, respectivamente, en el caso del maíz amiláceo; y en promedio de $51,11 \pm 1,78$ días y $52,11 \pm 1,37$ días para machos y hembras, respectivamente, en el caso del maíz amarillo duro (Cuadro 8).

Los especímenes de *D. saccharalis*, que fueron alimentados con maíz amiláceo (MA), tuvieron huevos con mayor longitud, 1,06 mm (Cuadro 1). Las larvas (Cuadro 2) también alcanzaron un mayor tamaño (24,78 mm), y siendo en la fase de pupa aun más significativo el mayor tamaño, 15,75 mm en machos y 18,91 mm en las hembras con respecto al tratamiento con maíz amarillo duro, MAD (Cuadro 4) y completa su biología con adultos que presentan una mayor expansión alar, 21,62 y 26,82 mm en machos y hembras respectivamente (Cuadro 5); durante el desarrollo de los procesos del ciclo biológico de la plaga, los insectos alimentados con MA sobresalieron en sus dimensiones (tamaño), al ser comparados con las especies alimentadas con MAD, lo cual podría deber-

se a choclos de granos grandes semilechosos, que mantienen un mayor tiempo su frescura y suavidad, y son más apetecibles para las larvas, lo que permitiría a éstas alimentarse más de este hospedero obligatorio (MA) en laboratorio.

Bajo condiciones de temperatura y HR controladas e iguales, el tratamiento con MA presentó un menor período de incubación de 7,92 días, su fase larval fue de 23,56 días, significativamente más corto que las especies alimentadas con MAD (Cuadro 3). La fase pupal es ligeramente mayor (11,12 días); también registra un corto período oviposicional de 2,60 días (Cuadro 6), y una menor longevidad de los adultos, que llegan a completar su ciclo biológico en 45,35 y 46,40 días en promedio, para los machos y hembras respectivamente (Cuadros 7 y 8); los resultados más cortos en la duración de las fases del insecto son inversos a los tamaños alcanzados en sus diferentes etapas biológicas, resultados que posiblemente se deban a que los especímenes sometidos a la alimentación con MA se alimentaron con más naturalidad (que se semeja a condiciones de libertad), y no presentan rechazo a este alimento que origine alargamiento en el ciclo biológico, lo cual corroboraría la referencia de Miskimen (1962) de que la biología del “barreno” se altera en el laboratorio, con fallas en reproducción, resistencia a alimentarse y alargamiento del ciclo biológico.

El tratamiento de MA alcanzó una mayor cantidad de oviposición con 243,12 huevos totales/hembra y 26,96 huevos por masa (Cuadro 6), posiblemente debido a que estas polillas estuvieron más alimentadas, mejor nutridas y no presentaron resistencia a este alimento.

En el caso del sex ratio (Cuadro 7), el tratamiento de

MA originó una alta predominancia de hembras (1:3,29), a diferencia de las especies alimentadas con MAD, en que el sex ratio estuvo más balanceado (1,31:1). La gran cantidad de hembras obtenidas en el MA puede deberse a la diferencia de concentración de los aminoácidos y otros elementos nutritivos en los tipos de maíz (maíz amiláceo y maíz amarillo duro), que deben ser estudiados para su mejor aprovechamiento en el control etiológico, donde se utilizan hembras vírgenes para las trampas; asimismo, las larvas son grandes y robustas, lo cual se podría emplear para obtener hasta 2 moscas de *Paratheresia claripalpis* por cada larva. Para efectuar una crianza masal de *D. saccharalis*, es más ventajoso criar las larvas con MAD; con este tratamiento se obtiene un número proporcional entre machos y hembras, siendo más conveniente para la crianza que el sex ratio sea balanceado, puesto que las hembras, al no encontrar machos disponibles, colocan huevos infértiles (no conveniente para los fines productivos).

El tratamiento con MAD permaneció mayor tiempo sin malograrse, permitiendo, de esta manera, el desarrollo de las larvas sin problemas de incidencia de patógenos; y los cambios de los choclos se realizó en períodos más largos. En el tratamiento de MA, los choclos se malograron en períodos más cortos, y se tenía que cambiarlos para evitar que los patógenos generados perjudicaran a las larvas, ocasionando mermas en la crianza; además, originó incremento en el costo de producción al hacer mayor gasto de insumos (choclos). Estos problemas de deterioro del material alimentario no tuvieron incidencia significativa en la mortandad de los estadios larvales de la plaga en los tratamientos.

Cuadro 8
DURACIÓN DE CICLO BIOLÓGICO DE *D. saccharalis*, ALIMENTADO CON DOS TIPOS DE MAÍZ, BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO. LA LIBERTAD, 2005

Fase del insecto	Ciclo biológico (días)/Tipo de maíz	
	Maíz amiláceo	Maíz amarillo duro
Huevo	7,92	8,28
Larva (seis estadios)	23,56	28,80
Pupa	11,12	11,08
Adulto - macho	2,75	2,95
Adulto - hembra	3,80	3,95
Ciclo total del macho	45,35	51,11
Ciclo total de la hembra	46,40	52,11

CONCLUSIONES

1. Bajo condiciones de laboratorio, las larvas de *D. saccharalis*, que fueron alimentadas con maíz amiláceo, el ciclo biológico fue: Período oviposicional $2,60 \pm 0,59$ días; realizando la oviposición de huevos en $9,16 \pm 2,46$ masas por hembra durante todo el período, y completando el período de incubación en un promedio de $7,92 \pm 0,4$ días; el período larval pasa por los seis estadios y tuvo una duración total de $23,56 \pm 0,87$ días; el período pupal duró $11,12 \pm 0,66$ días; los adultos tienen una expansión alar de $21,62 \pm 1,2$ mm en los machos, y las hembras de $26,82 \pm 2,18$ mm.; la longevidad varió también con el sexo (siendo $2,75 \pm 0,44$ días en el macho y para la hembra $3,80 \pm 0,41$ días); completando la biología desde la fase de huevo a adulto en condiciones de laboratorio en $45,35 \pm 1,62$ días para los machos, y para las hembras, en $46,40 \pm 0,95$ días, y alcanzando un sex ratio de 1:3,29, favorable para las hembras.
2. Las larvas de *D. saccharalis* que fueron alimentadas con maíz amarillo duro, el ciclo biológico fue: Período oviposicional $2,80 \pm 0,41$ días, realizando la oviposición de huevos en $7,12 \pm 1,66$ masas por hembra durante el período oviposicional, y completando el período de incubación en un promedio de $8,28 \pm 0,45$ días; el período larval pasa por los seis estadios y tuvo una duración total de $28,80 \pm 0,78$ días; el período pupal duró $11,08 \pm 0,76$ días; los adultos tienen una expansión alar de $21,08 \pm 0,91$ mm en los machos, y las hembras de $25,70 \pm 1,51$ mm.; la longevidad varió también con el sexo (siendo $2,95 \pm 0,22$ días en el macho y para la hembra $3,95 \pm 0,22$ días); completando la biología desde la fase de huevo a adulto en con-

diciones de laboratorio en $51,11 \pm 1,78$ días para los machos, y para las hembras en $52,11 \pm 1,37$ días; y alcanzando un sex ratio de 1,31:1, favorable para los machos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Box, E. El barreno de la caña de azúcar. Observaciones sobre "el borer" o barreno de caña de azúcar (*Diatraea saccharalis*) y las perspectivas para su control permanente en el Perú. Comité de Productores de Azúcar. Sociedad Nacional Agraria. Lima, Perú. 25 p. 1950.
- Cueto, C. La crianza del borer o perforador de la caña de azúcar (*Diatraea saccharalis*) en el laboratorio. Asoc. Tec. Azucareños de Cuba. Mem. 259, pp. 41-49. 1951.
- Martorell, L. and Bangdiwala, I. Sucrose content of sugar cane pests of sugar cane. Lond. Elgv. Publ. Co. pp. 149-161. 1954.
- Miskimen, G. Laboratory rearing of the sugar cane borer. V.S.D.A. Research entomologist. pp. 1-4. 1962.
- Pollack, M. Manual de las plagas de azúcar. Red de Acción de Alternativas al Uso de Agroquímicos. Lima, Perú. 79 p. 1994.
- Ratkovich, M. Revista agraria del norte. Argentina 1 (1): 70. 1953.
- Rodríguez, L. Plagas de la caña de azúcar (*Saccharum* sp.) en las zonas de la costa y selva peruana. Trabajo de Titulación Profesional Extraordinaria para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Privada Antenor Orrego. Facultad de Ciencias Agrarias. Trujillo, Perú. 77 p. 2003.
- Sánchez, G. y Vergara, C. Manual de prácticas de entomología agrícola. Univ. Nac. Agraria La Molina. Departamento de Entomología. Lima, Perú. pp. 59-60. 1992.
- Walker, W. Bionomics of the sugarcane borer (*Diatraea saccharalis* Fabr.), I. A. Discertion of the noting be havier. (Lepidóptero: Crambidae). Proc. Ent. Soc. Wash. 67 (2): 80-83. 1965.
- Zenner, J.; Jaramillo, T. y García C. Determinación del parasitismo natural del *Diatraea* spp., en dos ingenios del valle geográfico del Río Cauca. Tesis de grado. Univ. Nac. De Colombia. Facultad de Agronomía. 100 p. 1965.
- Página Web:
Ferrer, F. y Guedez, E. [http // www. ceniap. gor. ve / digital / canal / cana0802 / texto / costo .htm](http://www.ceniap.gor.ve/digital/canal/cana0802/texto/costo.htm). 1990.