

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

---

Escuela de Agricultura



**Tesis Monográfica Sobre el Gusano Barrenador  
del Ganado *Cochliomyia hominivorax*  
(Coquerel)**

---

**T E S I S**

Que para obtener el título de :

**Ingeniero Agrónomo**

**p r e s e n t a :**

**JOSE FRANCISCO ALAVEZ RAMIREZ**

---

Guadalajara, Jal.

1975

A mis padres.

Francisco Alavez Rojas.

Guadalupe Ramírez Herrera.

Quienes sin medir esfuerzos me  
dieron formación profesional.

A mis hermanos.

A mis familiares, amigos y compañeros.

A mi escuela.

A todas las personas que colaboraron con sus sugerencias y orientaciones para la elaboración del presente trabajo.

Mi agradecimiento al Dr. Raymond C. Busland.  
Director del Laboratorio de investigaciones sobre  
el gusano barrenador en Mission, Texas, U.S.D.A.-  
por la valiosísima literatura que me proporcionó-  
para la realización de la presente monografía.

Agradezco la colaboración y orientación-  
prestada por el Ing. Eleno Félix Fregoso.  
Director de Tesis.

A mis asesores Técnicos:

Ing. Antonio Alvarez González.

Ing. Juan Pulido Rodríguez.

# I N D I C E .

		Pág.
CAP.-	I.- INTRODUCCION.	1
CAP.-	II.- ANTECEDENTES.	3
CAP.-	III.- REVISION DE LITERATURA.	6
	III.- 1.- Taxonomía.	6
	III.- 2.- Origen y Distribución.	7
	III.- 3.- Descripción y Ciclo Biológico.	7
	III.- 4.- Ecología.	16
	III.- 4.1 Hospederos y daño.	18
	III.- 4.2 Hábitos de copulación.	19
	III.- 4.3 Longevidad y Dispersión.	21
	III.- 4.4 Formas de alimentación.	22
	III.- 4.4.1 Larvas.	22
	III.- 4.4.2 Adultos.	22
	III.- 4.5 Fluctuación de la Población.	22
	III.- 4.6 Atrayentes.	31
	III.- 4.7 Marcaciones genegéticas.	33
CAP.-	IV.- CONTROL	37
	IV.- 1 Profilaxis.	37
	IV.- 2 Químico.	38
	IV.- 3 Esterilización por radiaciones.	41
	IV.- 4 Químioesterilizantes.	47
CAP.-	V.- PRODUCCION Y LIBERACION MASIVA DE MOSCAS ESTERILES.	53
CAP.-	VI.- IMPACTO DE LA TECNICA DE MACHOS ESTERILES.	61
CAP.-	VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	64
CAP.-	VIII.- BIBLIOGRAFIA.	68

CAPITULO I.  
I N T R O D U C C I O N .

En la República Mexicana el gusano barrenador del ganado - *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel ) es una plaga de importancia económica que causa pérdidas considerables estimadas en 350 millones de pesos anuales a la ganadería del país por concepto de:

- a).- Desperdicio de proteína de origen animal en los animales - agusanados; por lo que se refiere a muertes y disminución en la producción de carne y leche.
- b).- Lesiones temporales o permanentes, deteiorización de pieles, disminución en la producción de lana e infecciones secundarias.
- c).- Gastos indirectos que a veces pasan desapercibidos como la utilización de horas hombre, para la localización y cura - de los animales afectados, compra de insecticidas y medicamentos para el tratamiento de las heridas y de las enfermedades secundarias, la vigilancia constante de los animales en un rancho y en la movilización a otras regiones, incluyendo también la restricción estacional para las operaciones de marca, castración, descorne, hesquila, herraaje, etc.

Los ganaderos del país con el objeto de evitar daños a sus animales por este insecto se ven obligados constantemente a vigilar y curar las heridas con diversos productos químicos; sin embargo esta medida resulta demasiado laboriosa y al mismo tiempo costosa, además que únicamente se reduce la incidencia de la plaga, ya que el insecto continúa reproduciéndose en hatos malcuidados o en animales salvajes en los cuales no se tiene ningún control por lo que el insecto, representa una amenaza constante en la ganadería.

Por lo expuesto anteriormente; la técnica de liberación de machos estériles para abatir o erradicar las poblaciones salvajes es un método que resulta altamente efectivo para el control

del gusano barrenador del ganado.

Ante la oportunidad que se presentó de colaborar en el programa de investigaciones sobre este parásito en el Estado de Veracruz, me motivó a realizar el presente trabajo monográfico en el cual se incluyen los diferentes aspectos que se han investigado sobre este insecto, destacando en lugar primordial la técnica de control mediante la liberación de moscas sexualmente estériles, utilizando la energía atómica.

Este nuevo método para destruir insectos puede considerarse como un ejemplo relevante del uso pacífico de la energía nuclear que contribuirá a aliviar la carencia de alimentación para la creciente población mundial.

CAPITULO II.  
A N T E C E D E N T E S .

En el año de 1965 los ganaderos del país a través de la Confederación Nacional Ganadera (C.N.G.) pidieron al gobierno mexicano la extensión de la campaña contra el gusano barrenador del ganado que se estaba efectuando en una franja del territorio nacional en la frontera con los Estados Unidos; basándose en el éxito obtenido en la erradicación de dicha plaga en algunas zonas de los EE.UU. donde el insecto causa pérdidas más cuantiosas que en nuestro país en el cual se estaba utilizando un novedoso y efectivo método de control de insectos consistente en liberaciones masivas continuas de moscas sexualmente estériles por radiaciones gama de cobalto 60, que al competir por la oportunidad del apareamiento con las moscas nativas se abatían las poblaciones e incluso se habían logrado erradicar. Así como apoyadas en la experiencia satisfactoria de los ganaderos de los estados del norte en los que a partir de 1962 se habían estado liberando moscas estériles en un programa que incluía la barrera protectora de reinfestaciones a las zonas de EE.UU. en que se había erradicado dicha plaga; pero que por las continuas reinfestaciones provenientes de México se optó por establecer la barrera que comprende todo lo largo de la frontera norte del país y de 200-300 millas (482.79 Km.) hacia el interior que abarca los Estados de: Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Nuevo León, Tamaulipas y Norte de Veracruz. En estos mismos Estados se continúa en la actualidad con los trabajos de inspección y dispersión de moscas estériles en una área de un millón de kilómetros cuadrados la cual representa más del 50 % de nuestra extensión territorial. En dichos estados los ganaderos durante tres años notaron la disminución de las gusaneras en sus animales comprobando la eficacia del mencionado método de control.

Debido a que las pérdidas causadas por dicho parásito son de consideración tanto para los EE.UU. como para México; el 11 -

de junio de 1965 se firmó una declaración conjunta entre los representantes de los ganaderos de ambos países en la cual se comprometían a gestionar ante sus respectivos gobiernos la formación de la comisión México-Americana para la erradicación del gusano barrenador y extenderse el programa al resto del país.

Posteriormente el 28 de agosto de 1972 se firmó el acuerdo entre los secretarios de agricultura de los dos países en el que se comprometieron a extender el programa de erradicación a todo el país, para lo cual se invertirán 500 millones de pesos, cantidad de la cual EE.UU. aportará el 80% y México únicamente el 20% para llevar a cabo dicha campaña, se construye actualmente una planta de cría y esterilización masiva de moscas que tendrá una capacidad de producción de 300 millones de moscas semanales. Esta planta se localiza en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Además para la liberación de moscas en todo el país se contarán con centros de distribución que se establecerán en Guadalajara, Querétaro y Salina Cruz.

El programa de erradicación en México también incluye el establecimiento de una barrera protectora de reinfestaciones que se localizará en el Istmo de Tehuantepec, con el fin de proteger al país, de infestaciones de los países al Sur de México.

Al correr la barrera protectora del norte del país hacia el Istmo de Tehuantepec, formada por una estrecha faja de terreno, se liberará la mayor parte del país del gusano barrenador y se alejará el peligro de reinfestaciones en E.E.U.U. Por otra parte el costo de mantener la barrera de protección será mucho menor en el estrecho Istmo (200-325 Km. de ancho) que en la barrera que se extienda a lo largo de la frontera norte que mide cerca de 3,000 Km. de largo.

Al mismo tiempo en el Istmo será fácil de controlar el tránsito de ganado ya que bastará únicamente una vigilancia constan-



te sobre una vía de ferrocarril y dos carreteras costeras.

La erradicación del parásito en toda la parte restante del país al norte del Istmo, redundará en grandes beneficios para miles de ganaderos que varias veces a la semana se ven obligados a examinar sus animales y curar heridas para evitar infestaciones.

Es importante señalar que México cuenta con un clima favorable que permite al insecto sobrevivir durante todo el año, aunque las infestaciones disminuyan en ciertas épocas. La erradicación del parásito permitirá a los ganaderos mexicanos dedicarle más atención a otros problemas de importancia ganadera.

Es indudable además que con la erradicación de esta plaga, México mejorará su fauna silvestre, pues es imposible la vigilancia de los animales salvajes como puede hacerse con los domésticos. Ya que la infestación originada por el parásito en todo animal de sangre caliente causa la muerte en un alto porcentaje.

CAPITULO III.  
REVISION DE LITERATURA.

III. I.- TAXONOMIA.

Reino . . . . .	Animal
Rama (Phyllum) . . . . .	Antrópoda
Clase . . . . .	Hexápoda o insecta.
Orden . . . . .	Díptera.
Familia . . . . .	Calliphoridae
Género . . . . .	Cochliomyia.
Especie . . . . .	hominivorax.
Clasificador. . . . .	(Coquerel)
Nombres comunes . . . . .	Gusano barrenador del ganado, Screw worm, gusaneras o mia-- sis.

El gusano barrenador fue nominado en múltiples ocasiones en diversos géneros y especies, como a continuación se expone:

<u>Chrysomya alia.</u>	1830.
<u>Chrysomya affinis.</u>	1830.
<u>Chrysomya lherminieri</u>	1830.
<u>Chrysomya caerulescens.</u>	1830.
<u>Chrysomya placi.</u>	1830.
<u>Lucilia hominivorax</u>	1858.
<u>Calliphora infesta</u>	1861.
<u>Calliphora antropophaga</u>	1878
<u>Chrysomya macellaria.</u>	1879.
<u>Somomya fulroubarbata.</u>	1887.
<u>Cochliomyia macellaria</u>	1896.
<u>Compsomya homicida.</u>	1899.
<u>Cochliomyia macellaria.</u>	1926.
<u>Callitroga americana.</u>	1933.

Se suponía que *C. hominivorax* y *C. macellaria* eran la misma

especie y que las pequeñas diferencias que presentaban, se debían al medio alimenticio y a la ecología. Finalmente fueron diferenciadas y se dió la importancia debida a cada una de las especies.

El término *C. hominivorax* describe al gusano barrenador como devorador de hombres lo cual indica que los primeros registros formales se hicieron a partir de casos de infestaciones en el hombre. Por supuesto que ya se conocían mucho antes las gusaneras en el ganado; sin embargo se suponía que el causante era un insecto distinto. Marco Antonio Villaseñor (S/F) y Maurice T. James --- (1947).

### III. 2.- Origen y Distribución.

Insecto originario del continente Americano se le encuentra distribuido desde el Sur de Canadá, Estados Unidos de América, México, Costa Rica, Islas Vírgenes, Trinidad, Colombia, Venezuela, Guayanas Británicas y Francesa, Brasil, Uruguay, Chile y Argentina. Maurice T. James (1947) y Anónimo (1969).

### III. 3.- Descripción y Ciclo Biológico.

Este insecto es de metamorfosis completa pasando por cuatro estados de desarrollo que son: Huevo, Larva, Pupa y Adulto.(Fig.1)

El adulto es una mosca sumbadora de color azul oscuro con reflejos metálicos de aproximadamente 17 mm. de longitud. Frente occipucio y ojos de color ocre rojizo, pelos en la frente de color amarillo oro. El tórax con sus tres porciones bien delimitadas, presentando tres bandas longitudinales de color negro que lo recorren en toda su longitud siendo la de enmedio menor que las laterales. Entre la banda mediana y las laterales, existe una línea igualmente negra que se esfuma sin alcanzar el borde posterior. El escudete es redondeado y romo, sin bandas longitudinales. Numerosos pelos negros y largos se distribuyen por su superficie. (Fig. 2)

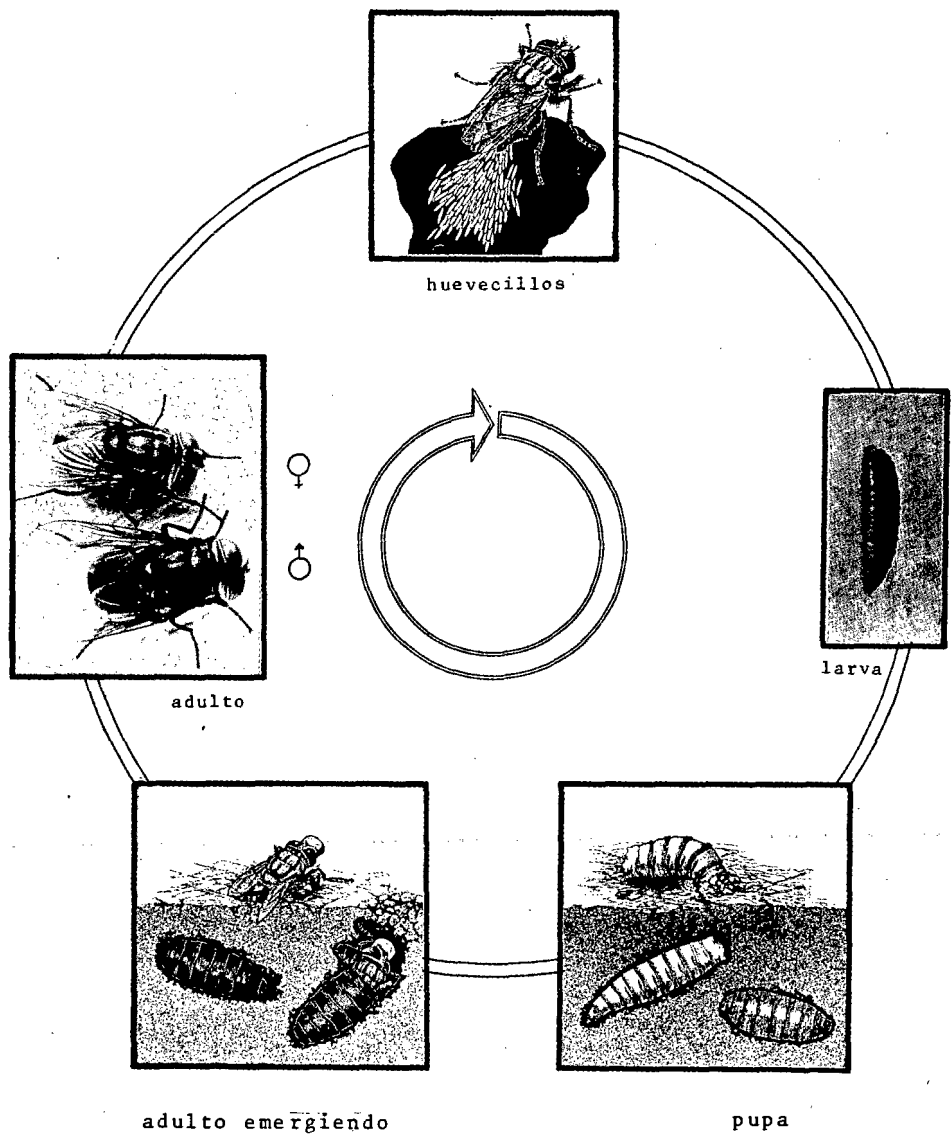


Fig. 1.- CICLO BIOLÓGICO DEL GUSANO BARRENADOR DEL GANADO.  
*Cochliomyia hominivorax* (Coqrl)

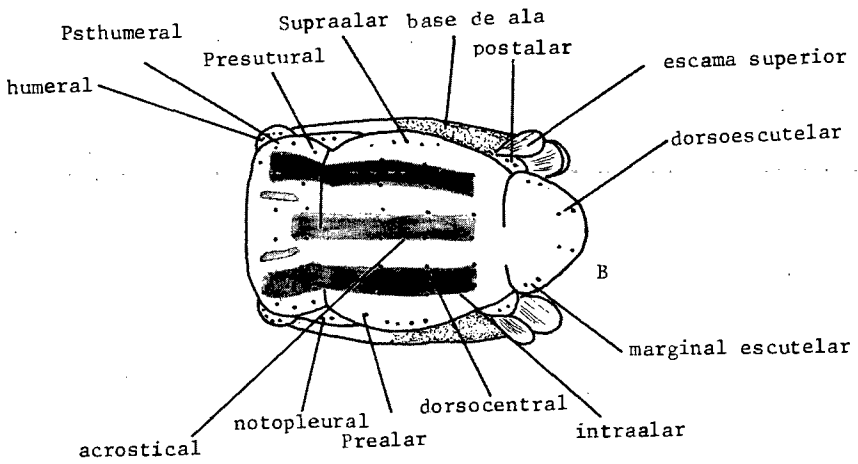
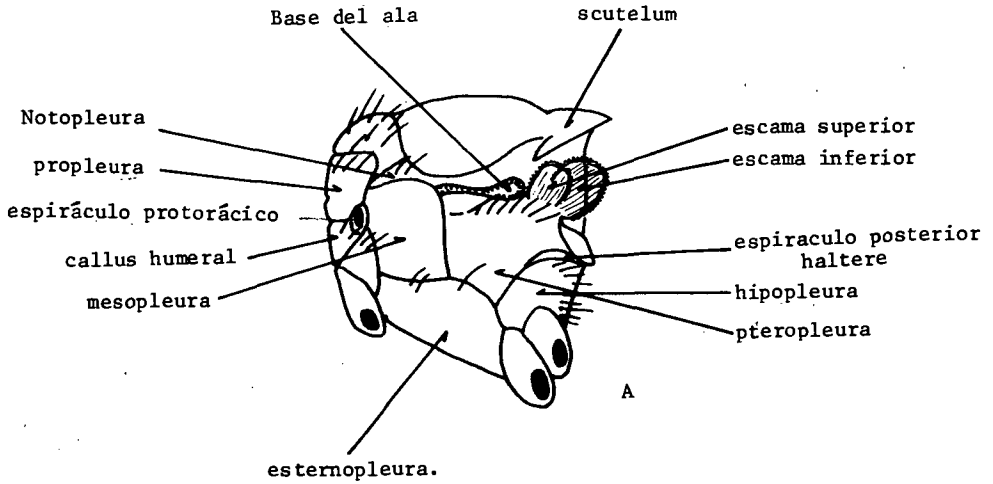


Fig. 2.- TORAX DE *C. hominivorax*; (A) VISTA LATERAL; (B) VISTA DORSAL.

Los machos se distinguen perfectamente de las hembras por-- que tienen los ojos casi juntos en el vertex de la cabeza. Tarra-- cena F. y Quiroz Romero (1972).

Las hembras fecundadas ovipositan masas de 200-500 hueveci-- llos en cada postura sobre los bordes de las heridas u orificios naturales de los animales, llegando a ovipositar hasta 3,000 hue-- vecillos. Baumhover (1966).

Los huevecillos son de color blanco brillante de forma elíp-- tica con los extremos redondeados, midiendo 1.04 mm. de longitud por 0.22 mm. de ancho. Laake et al (1936). El extremo anterior -- lleva el opérculo, a ambos lados y en toda su longitud se observa el rafe o línea de sutura que a nivel del polo opercular se -- bifurca en herradura. El período de incubación de los hueveci-- llos es de 11-21 hrs. a una temperatura media ambiente de 35°C.

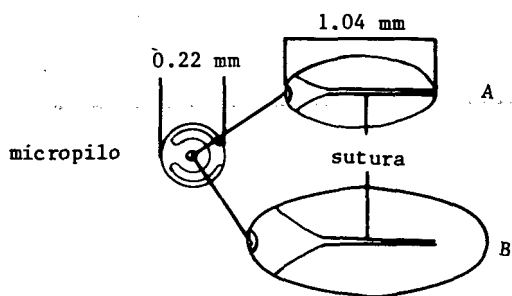
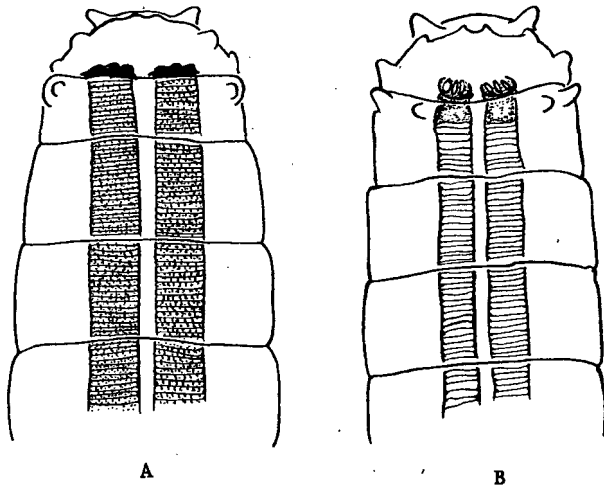
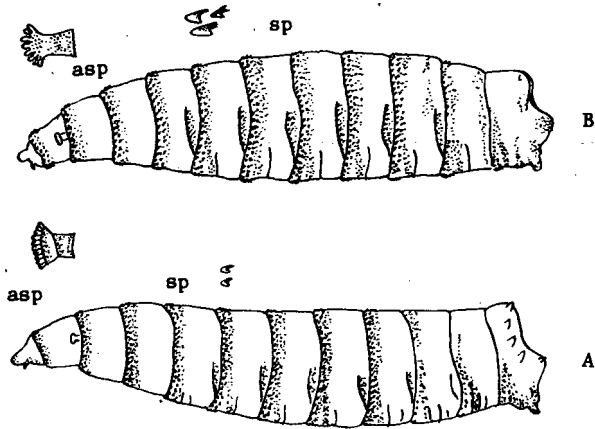


FIG. 3.- HUEVECILLOS (A) *C. hominivorax*, (B) *C. macellaria*.

Las larvas son de forma típica de las moscas (Fig. 4) tienen el cuerpo dividido en doce segmentos, su forma es cónica, - con el extremo posterior truncado. Cada segmento está provisto - de varias coronas de espinas pequeñas con puntas únicas, bífidas y a veces trifidas; estas espinas se disponen formando varios círculos en tal forma que la larva da la apariencia de un tornillo de donde el nombre en Inglés de "Screw-Worm". M.T. James (1947) reporta una longitud de las espinas de 20 micras en el primer instar; 55 en el segundo y 130 micras en el tercero.



VISTA DORSAL



VISTA LATERAL

FIG. 4.- LARVAS DEL TERCER ESTADIO, (A) *C. macellaria*; (B) *C. hominivorax*.



En el extremo posterior truncado de la larva y en el fondo de una depresión se encuentran los estigmas respiratorios (Fig. 5) están constituidos por un anillo quintinoso grueso y pigmentado. Desde esta zona y en forma divergente se desarrollan -- las tres hendiduras espiraculares rectilíneas, una mediana y dos laterales. Terracena F. y Quiroz R. (1972).



FIG. 5.- ESPIRACULO POSTERIOR DE LARVA DEL TERCER ESTADIO DE *C. hominivorax* (Coqrl).

Las larvas de *C. hominivorax* pueden diferenciarse de *Cochliomyia macellaria* porque; los troncos traqueales que parten de cada placa estigmática posterior están pigmentadas a lo largo de tres o más segmentos abdominales de la pared dorsal; mientras -- que *C. Macellaria*. Sólo lo están en una pequeña extensión.

Son biontófagas y para el efecto tienen un esqueleto cefalo faríngeo sumamente fuerte. Ríos Rosillo (1970) Anónimo (S/F).



FIG. 6.- ESQUELETO CEFALOFARINGEO, LÁRVAS DEL TERCER ESTADIO;  
(A) *C. hominivorax*, (B) *C. macellaria* .

La larva pasa por tres estadios midiendo 1.1 mm. cuando recién nacida y 17 mm. cuando está completamente desarrollada. Laa ke et al (1936).

Al finalizar el estado larvatorio cae al suelo enterrándose 2 cm. o más para transformarse al estado de pupa, caracterizado por elementos inmóviles en forma de barril de color castaño oscuro que muestra aún la segmentación del tegumento con sus círculos espinosos. Tarracena F. y Quiroz R. (1972).

Laake et al (1936) y camino M. (1969) reportan una longitud pupal de 10.2 mm.; al finalizar este estado emergen los adultos y por regla general en las primeras horas de la mañana, mostrándose muy vivaces y activos. Alcanzando su madurez sexual a los 3-5 días de la emergencia pupal.

Camino M. (1968) en estudios de biología de este insecto en Cotaxtla, Veracruz, reporta la duración de los diversos estados biológicos en el siguiente cuadro.

TIEMPOS DE LOS CICLOS BIOLÓGICOS DEL GUSANO BARRENADOR NATIVOS, EN EL CAPO COTAXTLA, VER. COMPARADOS CON LOS TIEMPOS REPORTADOS POR OTROS INVESTIGADORES.

Fechas de prueba. Localidad y Poblaciones	TIEMPO (días)							
	Tiempo de oviposición a Eclosión (hr)	como larva	como Pupa	Emergencia a Copulación	Copulación a la primera oviposición.	Copulación a la última oviposición	Primera Emergencia de adulto hasta la última muerte	Tiempo mínimo de huevecillo a huevecillo.
Dic. 1966-Jun. 1967								
EN VERACRUZ.								
Jaula 1 (30)	12	7	12	5	15	25	33	39
Jaula 2 (40)	12	7	12	5	15	25	33	39
Jun-Feb. 1967								
Jaula 1 (150)	10	7	12	5	11	19	30	35
Jaula 2 (130)	10	7	12	5	11	19	30	35
Feb-Mar. 1967								
Jaula 1 (450)	8	7	12	4	10	20	30	33
Jaula 2 (440)	8	7	12	4	10	20	30	33
Insectorio (50)	10	7	9	4	16	26	33	36
Mrzo. 1967								
Insectorio (100)	8	7	9	4	16	26	33	36
OTROS INVESTIGADORES.								
1936 Texas (En Naturaleza)								
Laake et al 1936. 11-21	3-10	7-54	5-10					
1960 Florida (Laboratorio)								
Smith 1960 12-14	6-8	7-9		6	2			24a72°F
1966 Florida (Laboratorio)								
Baumhover 1966 16	4-9	dentro de 8		2-3	4-5			

El mismo autor menciona que el ciclo biológico del gusano - barrenador nativo de las planicies costeras de Veracruz difiere de las líneas de Texas y Florida, solo en el mayor tiempo entre la cópula y la primera oviposición. Sin embargo ambos retardos - los atribuyó al tiempo frío y vientos fuertes que se presentaron durante el estudio en invierno.

### III. 4.- Ecología.

Los estudios ecológicos sobre este insecto se consideran de mucha importancia para el buen éxito de la erradicación de esta plaga. Por lo que se han hecho estudios de las poblaciones tanto de las moscas nativas como de las liberadas y criadas en medios de cultivo, relacionados con la vegetación, terreno condiciones ambientales, abastecimientos de agua y concentraciones de ganado. Graham y Baumhover (1968).

Para dichos estudios se han utilizado trampas especiales cebadas con hígado, de res y animales vivos heridos artificialmente (generalmente borregos).

Trampeos realizados después de liberaciones masivas de moscas previamente esterilizadas y marcadas con anilinas solubles en acetona, fósforo radioactivo polvos fluorescentes y marcaciones genéticas son usadas para obtener información sobre la distribución local, fluctuación y movimientos de las moscas. Hightower -- (1969).

En trabajos realizados por el mismo autor (1962, 1965 y --- 1969) reporta que las moscas prefieren para su actividad zonas con vegetación, agua y concentraciones de ganado. También indica que las bajas temperaturas, períodos secos y calientes, exceso de lluvias y vientos de alta velocidad son factores limitantes que abaten considerablemente no solamente la actividad de las moscas; sino también sus poblaciones.

Hightower y Adams (1965, 1969) reportan resultados de liberaciones masivas en las fronteras de Texas y en el Norte de México en una área con diferentes condiciones ecológicas, observaron que se capturó un mayor número de moscas en lugares que tienen temperaturas mayores de 16°C. que en aquellos lugares con temperaturas menores y que el período de vida se prolonga más en lugares con vegetación que en lugares desérticos o semi desérticos.

Hightower (1969) reporta también que las moscas liberadas tienden a congregarse a lo largo de los arroyos en clima cálido y seco; pero que estas concentraciones son transitorias.

Hightower y Adams (1965, 1969) Indican que bajo condiciones favorables de temperatura, humedad y vegetación las moscas encuentran un medio favorable para su dispersión.

Lindquist y Barret (1945) menciona que las poblaciones de gusano barrenador no sobreviven en el invierno en zonas donde la temperatura media diaria es por abajo de los 9.4°C. por tres meses consecutivos.

Denoier (1946) menciona que durante el tiempo caliente y seco las moscas de gusano barrenador se concentran en áreas sombreadas y húmedas.

Información Adicional sobre la distribución local de las moscas liberadas ha sido obtenida marcando las moscas con polvos fluorescentes y detectadas en la noche con la luz ultravioleta, observando que alrededor del 90% de las moscas fueron encontradas reposando sobre ramitas sin hojas a poca altura sobre el nivel del suelo 1.21- 1.52 mts. y que las moscas de ambos sexos fueron a establecerse cerca de los animales y corrales de ganado. Hightower (1969).

El mismo autor (1963, 1969) en liberaciones efectuadas en-

invierno encontró que el patrón de distribución local de las moscas es similar al de los meses cálidos.

Actualmente la National Aeronautics and Space Administration (NASA) efectúa estudios en México de percepción remota mediante el uso de satélites artificiales con el propósito de determinar los habitats favorables para el desarrollo de este insecto y delimitar en un momento dado áreas potenciales de infestación para su inmediata atención y tratamiento. Anónimo (S/F).

### III. 4. 1.- Hospederos y Daño.

Se consideran como hospederos los animales de sangre caliente incluyendo al hombre. Metcalf y Flint (1966).

La presencia de larvas de moscas en los cuerpos vivos del hombre y otros animales es conocido como miasis: las cuales pueden ser; cutáneas, nasales, frontales o vaginales.

Las larvas de este insecto son parásitos primarios estando dirigido su ataque principalmente al ganado, animales domésticos y silvestres y aún a vaqueros o individuos alcoholizados que permanecen tirados al aire libre en las horas más calurosas del día en zonas altamente infestadas.

Son biotófagas y para el efecto tienen el esqueleto cefalofaríngeo sumamente fuerte, que le permite a la larva desgarrar los tejidos, aún los más duros para poder nutrirse; así como órganos de fijación. Ríos Rosillo (1970) Metcalf y Flint (1966).

Las larvas parasitan heridas y orificios naturales que atraen a la hembra para ovipositar; éstas lo hacen en los bordes secos de los orificios naturales o heridas de los animales; tales como: cortadas por alambres de púas, rasguños de peleas, manchas de sangre en donde las garrapatas u otros animales han mordido al animal, las marcas, intervenciones quirúrgicas, ojos enfermos y heridas por descornado, castración, etc.

Los ombligos de los recién nacidos parecen atraer más a -- las moscas y de todas las infestaciones es la que ofrece mayores posibilidades de causar la muerte del animal. Metcalf y Flint -- (1966) y Anónimo (S/F).

Las larvas empiezan a alimentarse de las secreciones de los tejidos muertos de las heridas, pero pronto invaden a tejido sano rasgándolos con sus ganchos bucales, segregan continuamente -- una substancia que evita que sane la herida, promoviendo así la contaminación, lo que resulta en heridas de muy mal olor que segregan pus. El olor de la herida infestada atrae a otras moscas que ovipositan y cientos de larvas, causan una herida terrible, que puede dejar mutilado al animal o entorpecer su crecimiento. Los animales infestados rehusan a comer, bajan de peso debilitándose y quedando propensos a enfermedades, incluso mueren si no se les atiende luego la herida.

Si la infestación es en los ojos o en los pasajes nasales -- o sigue al descornado; una meningitis frecuentemente se presenta y mata al animal. Las infestaciones en el ombligo causan peritonitis y la muerte. An (S/F), Metcalf y Flint (1966).

En México, el mayor índice de muertes se deben a infestaciones en el ombligo de los becerros. Confederación Nacional Ganadera (C.N.G.) (1972).

### III. 4. 2.- Hábitos de Copulación.

Las moscas alcanzan su madurez sexual al cuarto día de la -- emergencia pupal en meses cálidos y al quinto día en meses fríos pudiendo ser fecundadas por el macho, el cual copula y es acepta do por la hembra una sola vez. Los machos pueden seguir fecundando otras hembras. Se ha observado bajo condiciones de laboratorio que pueden aparearse hasta 21 veces. Sin embargo las moscas fecun dadas no pierden su atractivo sexual por lo que los machos insis ten en aparearse. Hightower y Graham (1968).

Crystal (1971) reporta que un mayor porcentaje de apareamientos (75%) ocurre en las mañanas (8 A.M.), y que este porcentaje decrece en las siguientes horas del día volviendo a notarse un incremento al atardecer (5-6 P.M.), siendo el porcentaje menor que el de día.

Alley y Hightower (1966) observaron una duración de la copulación de  $179 \pm 37$  segundos para moscas de una línea de Florida considerada como adaptada, y una duración de  $197 \pm 18$  para -- una línea de moscas mexicanas consideradas con características inherentes a las salvajes.

Crystal y Meyners (1965) efectuaron estudios sobre la influencia del apareamiento en la oviposición. Confinaron en jau las hembras vírgenes y hembras apareadas, observaron que el -- 88% de las segundas ovipositaron y solo el 66% de las hembras vírgenes; y que la producción de huevecillos en ambos grupos -- fue igual; pero las hembras apareadas ovipositaron dos veces -- más rápido.

Alley y Hightower (1966) realizaron estudios sobre la influencia de las diferencias de líneas y tamaño de las moscas -- sobre el comportamiento del apareamiento. Dichos estudios se -- llevaron a cabo con una línea reciente de moscas mexicanas y -- una de Florida considerada como adaptada al laboratorio. Reportan que las diferencias de tamaño de moscas machos parece afectar su habilidad para aparearse exitosamente con hembras grandes; sin importar el grado de adaptabilidad al laboratorio. La evidencia disponible indica que los machos grandes tendrían -- una ventaja sobre los menores en competir con las hembras nativas.

Los mismos autores (1966) indican que las moscas criadas -- en medios de cultivo y sangre son de mayor tamaño y con una mayor potencia sexual que las criadas en otros medios.



### III. 4. 3.- Longevidad y Dispersión.

Crystal (1967) en estudios de laboratorio para determinar la longevidad de adultos del gusano barrenador, confinando poblaciones de moscas en jaulas determinó una longevidad media de 22- a 29 días para grupos de moscas machos y hembras respectivamente; para poblaciones mixtas, determinó una longevidad media de 18 -- días para ambos sexos. Concluyó que esto es indicativo de los efectos adversos sobre la longevidad que fueron producidos por la interacción de sexos. Para moscas solitarias encontró una longevidad media de 28 días para machos y de 32 días para hembras.

De la Paz (1970, 1971) en pruebas de comportamiento de moscas estériles en condiciones de Trópico en la parte central de Veracruz, reporta que el período máximo de longevidad bajo condiciones de campo fluctuó entre 10 a 16 días.

Hightower et al (1963) en estudios en gran escala sobre la dispersión de moscas estériles a lo largo de los ríos Colorado y Conchos en Texas, demostraron que éstas pueden volar a una distancia máxima de dispersión de 180 millas (290 Km.) del punto de liberación y que esta distancia fue cubierta en menos de dos semanas, pero que las recapturas decrecen en función de la distancia del punto de liberación. Los mismos autores indican que bajo condiciones favorables de humedad y vegetación las moscas encuentran un medio favorable para su dispersión.

Knipling (1963) investigó sobre la capacidad de dispersión de las moscas nativas de gusano barrenador las cuales si las condiciones ambientales eran favorables podían dispersarse 30 millas (48.28 Km.) por semana.

Graham y Baumhover (1965) mencionan que en liberaciones hechas en regiones caracterizadas por tener pequeños arroyos las moscas se concentraron a lo largo del arroyo más cercano al punto de liberación y que la dispersión de las moscas de una corriente

te a otra ocurrió por algunos días, pero después raramente se les encontró en el área comprendida entre los arroyos.

Los mismos autores reportan que en liberaciones efectuadas en invierno indican que la dispersión de las moscas es lenta, pero que el patrón de distribución es similar al de primavera y verano.

De la Paz (1970 y 1971) reporta que en condiciones de Trópico en la parte central de Veracruz las moscas no emigran distancias (6 Km) promedio y que un elevado porcentaje permaneció en lugares cercanos al punto de liberación, decreciendo su actividad en función inversa a la distancia del centro de liberación.

#### III. 4. 4.- Formas de Alimentación.

Larvas.- Estas son parásitos biontófagos por lo que para su alimentación requieren de tejidos vivos. Por lo tanto únicamente parasitan heridas de animales vivos. Metcalf y Flint (1966).

En condiciones de laboratorios se logran criar larvas en una mezcla de carne magra molida, sangre y agua; usando como preservativo formaldehído, siempre y cuando esta mezcla se encuentre a una temperatura de 37°C. pues lo contrario las larvas mueren. Anónimo (S/F).

Los adultos en condiciones naturales se alimentan de las secreciones azucaradas de las flores silvestres y del exudado de las heridas de los animales, en condiciones del laboratorio se les alimenta con miel de abeja y agua R.C. Bushland (1960).

#### III. 4. 5.- Fluctuación de la Población.

La estimación de la relativa abundancia y actividad de las poblaciones salvajes es obtenida por medio de trampeos y regis-

tro de incidencia de casos.

El criterio para determinar niveles de infestación es el siguiente:

Leve.- Menos de 1 caso por cada 100 animales examinados.

Media.- De 1 a 2 casos por cada 100 animales examinados.

Severa.- Cuando hay más de 2 casos por cada 100 animales examinados. Carlos Perea G. et al (1969).

Captura de moscas en poblaciones no perturbadas por liberaciones de moscas estériles varían como máximo de 15 a 20 hembras por trampa y por día; en grandes concentraciones de moscas y capturas de 1 mosca por trampa y por día se consideran relativamente bajas poblaciones. Hightower (1969).

Observaciones preliminares indican la presencia de este insecto en toda la República Mexicana resintiéndose los daños más considerables en el Norte del País.

Durante (1963) Hightower et al elaboraron un mapa en el que agrupan las zonas de actividad estacional del gusano barrenador, en el norte de México (Fig. 7) para la agrupación de dichas zonas. En la primera zona poblaciones dispersas fueron notadas desde abril, con poblaciones máximas en julio y octubre.

En la segunda zona la actividad normal del gusano barrenador estaba limitada a los períodos siguientes a las lluvias. Los patrones de actividad en la tercera zona fueron similares a los de la primera pero los ciclos de temporada fueron diferentes. La zona cuarta y quinta muestran un punto máximo de actividad a finales de verano.

Por lo que respecta a los estudios de dinámica de las poblaciones de adultos en otras zonas de la República únicamente se han efectuado en Veracruz y Tabasco por Hightower y Fletcher ---

(1965) y (1966), reportan que en Veracruz la población es alta - durante todo el año y que tiende a disminuir en los meses de --- agosto, septiembre, octubre y noviembre.

En Tabasco la población es baja todo el año y poblaciones - ligeramente altas se presentan en forma esporádica en cualquier época del año. Las poblaciones que se presentan en Veracruz son tres o cuatro veces más altas que en Tabasco.

Durante 1965 a 1966 se efectuó un estudio de incidencia de - casos en la zona VII Fig. (8) dicho estudio se inició en sep--- tiembre de 1965 quedando los resultados de incidencia en la for--- ma siguiente:

Septiembre de 1965.- Las costas del pacífico y del Atlánti- co, el Altiplano, Sur de Durango y San Luis Potosí.

- Octubre de 1965.- Las dos costas, el altiplano y las Huaste cas (parte de los estados de Veracruz, Tamaulipas y San --- Luis Potosí).

- Noviembre de 1965.- Las dos costas y San Luis Potosí.

- Diciembre de 1965.- Las dos costas y lugares como Puebla -- y San Miguel Allende.

- Enero de 1966.- Disminuye mucho en el centro del país, si-- gue en las costas y aún se encuentran en lugares cercanos a Puebla.

- Febrero de 1966.- Bastante en las costas, en el centro si-- gue disminuyendo, pero se presentan casos en lugares tan -- fríos como Fresnillo y Melchor Ocampo en Zacatecas.

- Marzo de 1966.- Se nota un aumento en las costas, casos en- el sur de Zacatecas, San Miguel Allende, Guanajuato y Toli-

mán, Querétaro.

- Abril de 1966.- Aumento en la Huasteca, en el Bajío, el sur de Zacatecas y las costas.
- Mayo de 1966.- Sigue aumentando en Durango, El Bajío, la Cuenca del Balsas el sur de Zacatecas y las costas.
- Junio de 1966.- En casi todo Durango hay infestaciones, un aumento en la cuenca del Balsas, el Bajío en casi todo el estado de Zacatecas, la Huasteca y las costas.
- Julio de 1966.- Infestaciones diseminadas por todo el país.
- Agosto y Septiembre.- Diseminadas por todo el país.

Conforme este estudio se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1.- El insecto se encuentra durante todo el año en más o menos la mitad del Territorio Mexicano.
- 2.- El insecto es más abundante y persistente en las zonas costeras, salvo en el extremo noroeste de México, donde el calor y la aridez afectan en forma adversa durante la mayor parte del año.
- 3.- Al parecer las sequías originan mayores reducciones en la población del gusano barrenador que el frío, por lo contrario las intensas precipitaciones pluviales causan aumentos inmediatos en las regiones infestadas por el insecto.
- 4.- En regiones que se encuentran lejos de las costas y en el sur de Durango, el frío y la aridez que prevalecen desde Noviembre hasta Mayo abaten al insecto pero no lo eliminan totalmente.

5.- Las dos regiones de la zona VII con mayores concentraciones del parásito bajo circunstancias favorables son:

a).- El Estado de Sinaloa.

b).- La porción del Estado de Veracruz al este y al sur de Jalapa.

6.- Existen tres regiones relativamente pequeñas que, para fines prácticos están libres del gusano barrenador del ganado durante todo el año. El frío no parece afectar en forma decisiva esta situación.

Estas zonas son:

a) El Valle de México, al Estado de Tlaxcala y algunas regiones de Puebla, Hidalgo y México.

b) La zona que abarca el sur de Coahuila y parte de San Luis Potosí y Zacatecas.

c) Algunos lugares del estado de Baja California y el rincón Noroeste de Sonora.

7.- El estudio indicó que no más de la tercera parte del territorio de México contiene aproximadamente el 80% de todos los casos de infestación.

8.- En las regiones infestadas de México en dos épocas se alcanza la máxima incidencia; siendo generalmente en la primavera y en el otoño, aunque estas máximas no ocurren exactamente en forma simultánea en todas las regiones.

9.- La única época en que una baja incidencia se presenta en forma simultánea en todas las regiones es en enero y febrero.

10.- La incidencia máxima en toda la república en septiembre y -

octubre es el triple, en comparación a la mínima de enero y febrero. La incidencia máxima de la primavera que ocurre en todo el país durante Mayo y Junio es el doble de la mínima en invierno.

- 11.- Se ha encontrado e identificado el insecto a alturas tan grandes como 2,500 Mts. y en algunas ocasiones durante temperaturas frías. Una investigación minuciosa no reveló que dichas infestaciones hayan sido causadas por movimientos de ganado.
- 12.- No se encontraron barreras naturales, excepto en el golgo de California.
- 13.- Las poblaciones del gusano barrenador por Km. cuadrado en la zona de estudio, probablemente son menores a las que se encontraron normalmente en Texas (Zona II) y Florida (Zona I) debido a que el ganadero mexicano suele examinar y curar a sus animales con más frecuencia. Anónimo (1970).

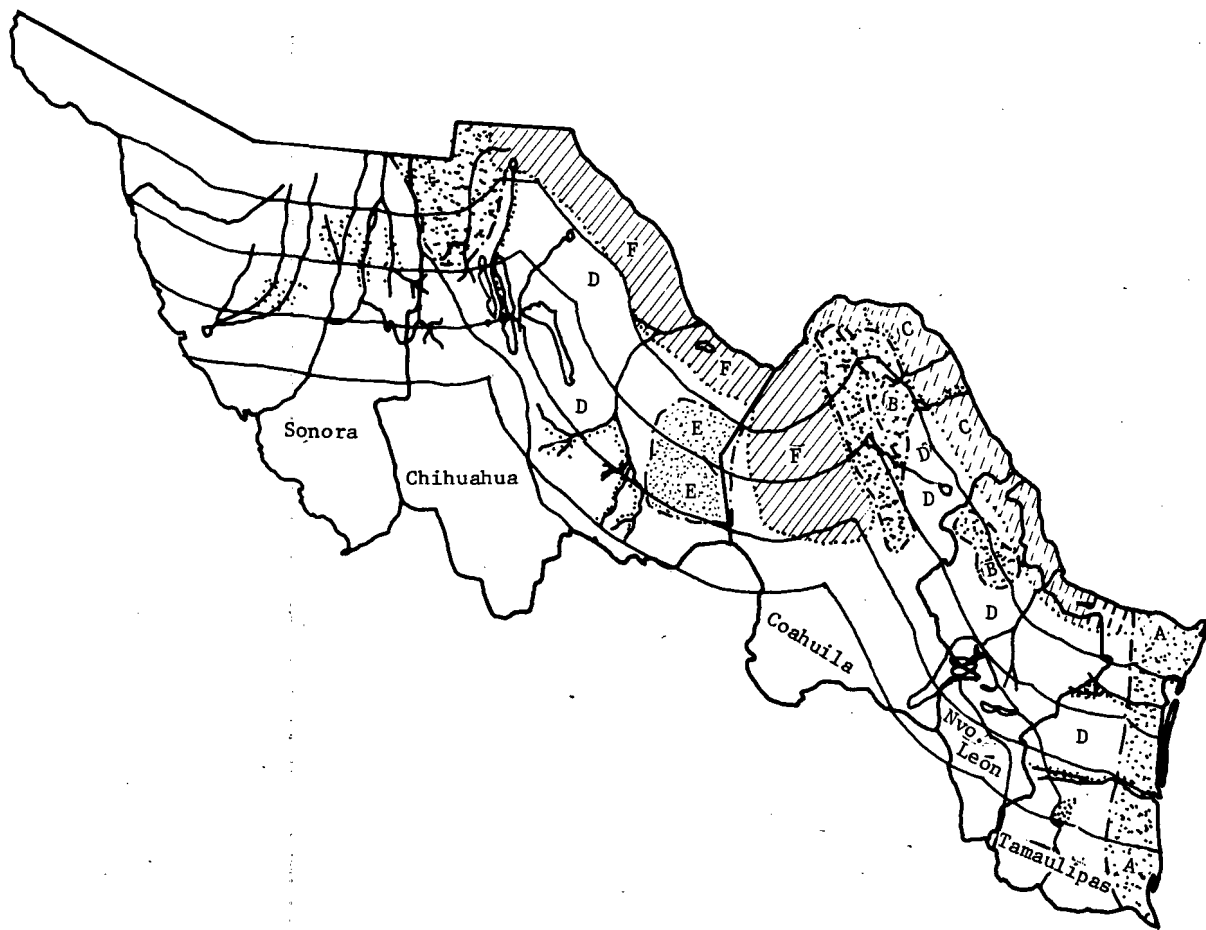


FIG. 7.- ZONAS DE ACTIVIDAD ESTACIONAL DEL GUSANO BARRENADOR EN EL NORTE DE MÉXICO



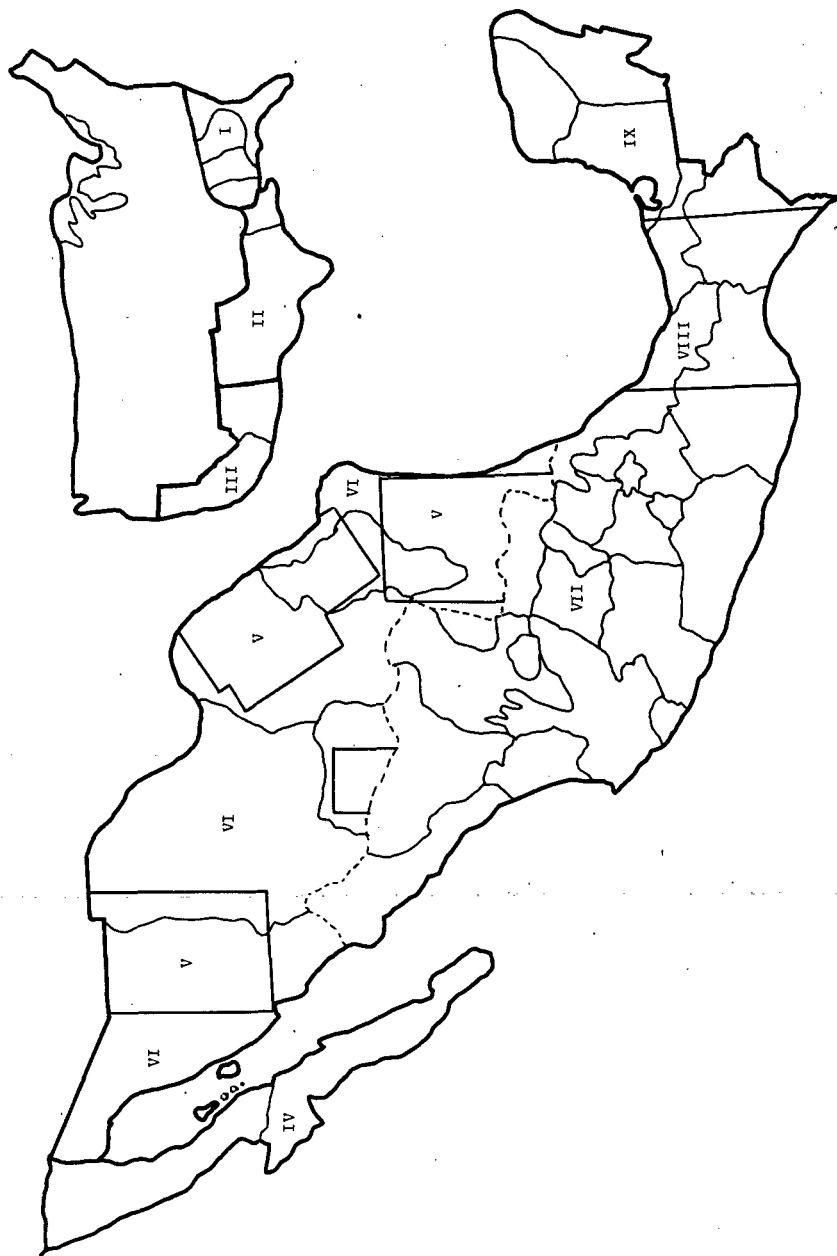


FIG. 8.- ZONAS DE OPERACION EN LA LUCHA  
CONTRA EL GUSANO BARRENADOR DEL GANADO.

DESCRIPCION DE LAS ZONAS DE OPERACION EN LA LUCHA CONTRA EL GUSANO BARRENADOR.

- Zona I.- Parte sureste de los Estados Unidos. Se erradicó el gusano barrenador del ganado en esta región en 1959.
- Zona II.- Parte suroeste de los Estados Unidos. En 1964 se hizo la declaración oficial de que esta zona se había liberado de la plaga.
- Zona III.- Parte oeste de los Estados Unidos (Arizona y California.) El insecto se eliminó en 1965.
- Zona IV.- Baja California. La población del gusano barrenador en esta región se encuentra aislada de otras de su especie en el territorio mexicano.
- Zona V.- Area de la barrera de protección en el norte de México- donde actualmente se liberan moscas estériles.
- Zona VI.- Parte de la barrera de protección del norte de México- donde funciona el sistema para descubrir focos de infestación durante todo el año.
- Zona VII.- Región que abarcará la ampliación propuesta para la erradicación del gusano barrenador.
- Zona VIII.- Area que comprenderá la barrera de protección en el Istmo de Tehuantepec.
- Zona IX.- La porción del territorio mexicano que se encuentra al este de la zona VIII, que comprendería la segunda fase de cualquier extensión en la lucha contra el gusano barrenador.

### III. 4. 6.- Atrayentes.

Desde los primeros trabajos de liberaciones de machos estériles del gusano barrenador se ha tenido la necesidad de evaluar la densidad de fluctuación de las poblaciones naturales y también la efectividad e intensidad de las liberaciones de moscas estériles y sus efectos en la reducción de las poblaciones silvestres de adultos del gusano barrenador. En estos estudios se ha usado como único método de evaluación trampas cebadas con hígado de res y animales vivos heridos artificialmente. Bushland (1960).

Baumhover (1966) considera que el hígado de res no es específico en el efecto de atracción ya que se capturan miles de otros dípteros por cada hembra de barrenador y que además no hay respuesta de los machos a este material; y el uso de animales vivos heridos artificialmente resulta demasiado costoso.

Lo anterior dió bases para considerar la importancia que tiene la obtención de una sustancia que supere al hígado, así como el estudio de los diversos factores que influyen en la acción de los atrayentes.

Crystal M.M. (1963), realizó pruebas de laboratorio con diversos atrayentes para observar la influencia de la luz, la edad y el sexo en la respuesta de los adultos del barrenador y encontró; que en trampas sin cebar, se capturaron vinticinco veces más moscas en la luz que en la obscuridad. En trampas que contenían únicamente agua a diferentes temperaturas se capturaron 3 veces más moscas en temperaturas que variaron entre 30°C. y 45°C. El número más grande de masas de huevecillos fueron depositadas a los 40°C. + 14.4°C. En trampas cebadas con diversas substancias biológicas y químicas, muy pocas moscas de 1-2 días fueron capturadas entre moscas de 1-7 días de edad que fueron las utilizadas

en la prueba. La mayor atracción fue ejercida en moscas de 3 a 4 días de edad. Entre las moscas de 6 a 8 días de edad que se utilizaron en la prueba de atracción de hígado y sangre, alrededor de cinco veces más hembras que machos fueron capturadas.

Fletcher et al (1965) extrajeron una sustancia volátil --- (Pheromona) de machos sin aparearse de adultos de barrenador y fue presentada a hembras vírgenes de diferentes días de edad --- (1-8) y observaron que se produjo en ellas un movimiento característico de respuesta; provocando inmediatamente un aumento de actividad, manifestándose con vuelo agitado. Posteriormente iniciaron movimientos exploratorios minuciosos y éstos se intensificaron hasta que corporalmente se pusieron en contacto asumiendo -- una posición de apareamiento con el macho. En las hembras de 6 días de edad se observó una mayor respuesta que en las más jóvenes o en las más viejas. Las hembras fecundadas y los machos sin aparearse no fueron afectados por la sustancia, los cuales al parecer se activaron sexualmente.

Velasco et al (1967) evaluaron la efectividad de diversos atrayentes bajo condiciones de Trópico; en Veracruz y Tabasco, probando tres tipos de atrayentes: químico (Iso-Valeraldehyde), (Esthyl-Iso valerate), sexual (Pheromona) y orgánico (hígado de res en proceso de descomposición); resultando que el hígado de res fue superior a los demás productos probados y concluyeron -- que lo anterior pudo deberse a que en el Trópico existe vegetación abundante que expelle olores que diluyen el olor del atrayente y que además por la abundancia de flores y alta humedad, las moscas pueden proveerse fácilmente de alimento y agua, por lo -- que difícilmente perciben el olor del atrayente. Los mismos autores (1967 y 1969) en trabajos que llevaron a cabo en la parte -- central de Veracruz, para probar la atracción del hígado de res en diferentes condiciones de luz (luz total, sombra total, media luz) y a diferentes horas del día 8 y 11 A.M. 2 y 6 P.M.) obtu--

vieron como resultado que el hígado en completa luz del sol y a las 2 p.m. capturaron un mayor número de adultos de barrenador - que en la sombra parcial total. Atribuyendo esto a que el hígado en completa luz y calor del día sufre mayor descomposición que - el colocado en la sombra y que el medio día es la hora de mayor actividad de las moscas en esta área del trópico.

En general se han probado diversas sustancias tanto de origen biológico como químico, siendo éstas de menor poder y efectividad que el hígado de res.

### III. 4. 7.- Marcaciones genéticas.

Uno de los más grandes triunfos en el programa de investigación en el gusano barrenador ha sido el desarrollo de los rasgos genéticos de identificación que puedan servir para separar rápida y eficazmente las moscas criadas en laboratorio de las moscas salvajes en los programas de investigación y liberaciones masivas.

Las dificultades en marcaciones masivas con anilinas solubles en acetona o polvos fluorescentes, al tratar adultos del gusano barrenador para su liberación y posterior recaptura e identificación en los estudios ecológicos o al separar poblaciones - nativas de las liberadas, así como para poder determinar fácilmente en una zona de erradicación si la presencia de casos podía -- ser debida a moscas que hubiesen logrado escapar de la planta de cría o a infestaciones de moscas nativas, sugirieron la necesidad de desarrollar marcaciones genéticas tanto para adultos como para larvas (Baumhover (1966)).

Las marcaciones en larvas se consideran necesarias debido a lo anteriormente expuesto, así como también a que las larvas - que se colectan en el campo, son sometidas a agentes mortales -

para su posterior identificación. De tal manera que una marca genética en adultos no tendría validez para determinar si escapes de la planta de cría serían los responsables de una determinada infestación. Por esta razón se vió la necesidad de obtener mutantes genéticos y usarlos como marcas tanto para adultos como para larvas ya sea para utilizarlas en forma aislada o de manera combinada, que sería lo más conveniente.

Baumhover (1966) menciona que en un programa intensivo para encontrar marcaciones genéticas, se aislaron numerosas marcas, - incluyendo 15 rasgos en adultos, la mayoría de los cuales son -- variaciones en las venas de las alas, color del cuerpo ("b" negro) color de los ojos ("X" amarillos). Estas razas han sido probadas en el campo. Desafortunadamente las capturas de las moscas en trameos fueron desalentadoras. Debido a que la mayoría de estos rasgos genéticos fueron perniciosas ya que afectaron el vuelo, la visión, el vigor sexual o la longevidad.

Hightower (1969) menciona que en las capturas de campo, de moscas liberadas y previamente marcadas con anilinas en estudios ecológicos, las trampas pueden contener moscas sin marcas provenientes de tres fuentes; moscas nativas, moscas estériles recientemente liberadas y moscas estériles marcadas que no retuvieron cantidades detectables de tinte. Contribuyendo esto a que la información obtenida no sea muy precisa.

De lo anterior se vió la necesidad de evaluar la durabilidad en condiciones de campo de las anilinas que se utilizan en las marcaciones de las moscas. Por lo que el mismo autor (1969) utilizó una línea marcada genéticamente para un estudio de durabilidad de la tinte. La marca genética empleada se manifestaba en las alas de los adultos en forma de manchitas oscuras en la porción apical. En esta prueba utilizó anilinas solubles en acetona de diferentes colores (roja, negra, azul y verde) así como-

polvo fluorescente amarillo. Determinó una durabilidad de di--  
chas anilinas de 5 días incluyendo también el polvo fluorescente.

Se han descubierto también rasgos genéticos en el estado --  
larvarió. Fletcher (1966) encontró dos mutaciones dominantes lar  
vales. En una el número de hendiduras en los espiráculos poste--  
riores del tercer estadio es reducido de 3 a 2 que denominó mu--  
tante "S" (Fig. 9). En otro, la larva tiene una completa banda -  
anterior de espinas en el dorso del 11<sup>o</sup> segmento en lugar de la  
banda interrumpida usualmente presente en larvas de tipo salvaje.  
A esta mutación se le denominó mutación "C" (Fig. 10).



FIG. 9.- ESPIRACULO POSTERIOR, MUTANTE (S) DE LARVA DEL TERCER  
ESTADIO DE *C. hominivorax*, PRESENTANDO SOLAMENTE DOS  
HENDIDURAS.

Las marcaciones genéticas se han utilizado también para la determinación de áreas homólogas en la larva y adulto. Estas áreas fueron establecidas por mutaciones manifestadas por pérdidas de espinas en los segmentos de la larva que se reflejaron en algunas características en el adulto.

Las marcaciones genéticas han sido especialmente útiles en trabajos de investigación, sin embargo en el programa de crianza y liberación masiva se han tenido pocos logros.

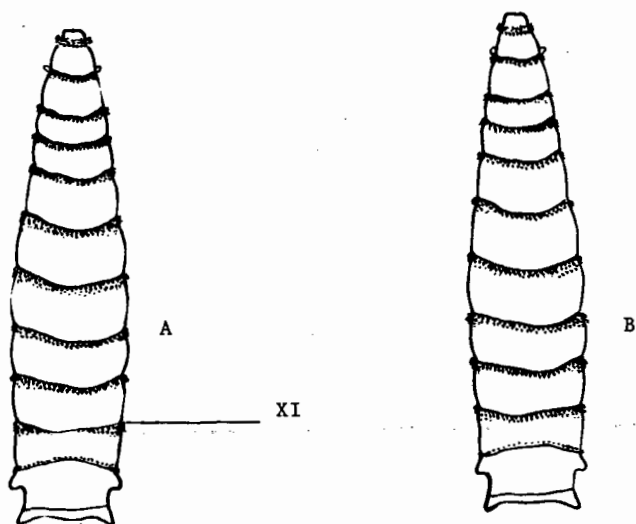


FIG. 10.- VISTA DORSAL DE LARVAS DEL TERCER ESTADIO DE *C. hominivorax*, (A) MUTANTE C, CON LA BANDA DE ESPINAS INTERRUPTA EN EL SEGMENTO XI; (B) LARVA NORMAL DEL TIPO SALVAJE.



## CAPITULO IV.

### C O N T R O L .

El control del gusano barrenador inicialmente fue mediante productos químicos aplicados a las heridas infestadas o a todo el cuerpo del animal, así como por prácticas de profilaxis y manejo de ganado. Sin embargo estas medidas únicamente redujeron un poco el índice de casos, debido a que no se tiene ningún control en animales salvajes infestados y animales que pastan en grandes extensiones de terreno, que no es posible revisar constantemente. Posteriormente se descubrió la técnica de machos estériles por medio de radiaciones y se vieron grandes posibilidades de control de este insecto mediante la aplicación de esta técnica, por lo que le fue dada gran importancia a este tipo de estudios, debido a las grandes perspectivas de éxito. En lo que respecta a los otros tipos de control conocidos para los insectos como son: el biológico por medio de predadores o parásitos y otros métodos; se les ha dado menos importancia para ser utilizados contra este insecto, y poco se ha investigado en este aspecto.

Por lo anteriormente mencionado se expone lo referente a la profilaxis y control químico, por tener gran importancia como auxiliares para el buen éxito y mejor control mediante la técnica de machos estériles, dando especial énfasis a la esterilización sexual de dicho insecto que es en donde se han obtenido los mejores logros.

#### IV. 1.- Profilaxis.

La profilaxia se considera una forma muy efectiva que ayuda al mayor éxito en el control del gusano barrenador mediante la técnica de machos estériles. Así como se previenen infestaciones y daños en los animales causados por dicho insecto.

A continuación se exponen las recomendaciones que se tienen al respecto.

- A.- Se recomienda intensificar el cuidado del ganado en los períodos posteriores a las lluvias, ya que coinciden con la abundancia de este insecto. C.N.G. (1972) se deben tratar y cuidar las heridas, así como: procurar que la castración, esquila, herraje, y descornado, coincidan con las épocas más frías. Dado que las moscas gustan de ovipositar en heridas frescas de 2 a 10 días, no deben descuidarse éstas. Mantener libres los animales de garrapatas ya que aún las picaduras de éstas atraen a las moscas.
- B.- Quemar los cadáveres y revisar el ganado dos veces por semana.
- C.- En especial se recomienda el tratamiento de el ombligo de los animales recién nacidos.  
Así como tratar también las vulvas de las hembras recién paridas.
- D.- Se aconseja además que al transportar animales se deben revisar cuidadosamente con el propósito de descubrir heridas y tratarlas para evitar infestaciones a lugares en los que posiblemente no se tengan problemas con esta plaga. Garner et al (S/F), Metcalf y Flint (1966).  
Para mayor seguridad se recomienda bañar o asperjar a los animales con los insecticidas indicados antes de transportarlos. Anónimo (S/F).

#### IV. 2.- Químico.

El control químico es importante para prevenir pérdidas causadas por este insecto. Las probabilidades de éxito son mayores para el programa de liberaciones masivas de moscas estériles, --

ayudando a prevenir infestaciones y tratando heridas infestadas con productos químicos para eliminar las larvas y acelerar la cicatrización.

Para el tratamiento de heridas infestadas se recomiendan varios insecticidas ya sean mezclados y usados como ungentos o solos, en aspersiones aplicándolos directamente a las heridas o a todo el cuerpo del animal.

Metcalt y Flint (1966) recomiendan los siguientes ungentos para tratar las heridas.

UNGUENTO EQ. 335

Partes por peso

Lindano ----- 3  
Aceite de pino.----- 35  
Aceite mineral ----- 40.0  
Emulsificante ----- 8-12  
Aerogel de sílice--- 8-12

UNGUENTO 62

Partes por peso.

Difenilamina-----3.5  
Benceno-----3.5  
Aceite de ricino sulfo-  
nado-----1  
Negro de humo-----2

Estos ungentos se pueden aplicar con una brocha, cubriendo completamente la herida y llevando el material a las bolsas profundas hechas por las larvas. El tratamiento se debe dar dos veces la primera semana y después una vez por semana hasta que la herida sane.

El mismo autor (1966) recomienda aspersiones a las heridas o mojando el cuerpo entero del animal con Co-ral (Coumaphos) o Ronnel al 0.5%, sin embargo en invierno estas aplicaciones pueden causar problemas para la salud de los animales. Villaseñor - (S/F).

Ríos Rosillo (1970) y An (1972) recomiendan aplicaciones de Negasunt polvo, Matagusano (a base de Diazinon) o Cupertex -

(a base de toxafeno). Espolvoreando las heridas y sus bordes en una capa delgada, y solo en heridas profundas y de boca angosta conviene aplicar más polvo procurando que penetre bien en ellas.

De la Paz y Velasco (1971-1972) efectuaron pruebas con dos insecticidas en Cotaxtla, Ver. Los productos que probaron fueron: Rabond líquido al 24% y Coumaphos polvo al 5% (ambos del grupo de los organofosforados). Hicieron aplicaciones de un litro de solución de Rabond al .25% y al 0.5% (10.5 cc. y 21 cc. de Rabond al 24% por litro de agua y por borrego) y Coumaphos polvo 2.5 gramos por heridas artificial hechas en los borregos, aplicado solo y -- mezclado con manteca de cacao.

Realizaron observaciones sobre mortalidad de larvas a 24, -- 48 y 72 horas. Así como en adultos confinados sobre las heridas a los 5 y 10 días.

Concluyeron que Rabond tiene una acción residual limitada, no obstante ser muy efectivo al ser aplicado, obteniéndose una mortalidad total a las 24 hrs. con la dosis baja y de 1 hora -- con la dosis alta. La mortalidad de adultos fue de (15-17%) a -- los 5 días y de (0.5%) a los 10 días respectivamente.

Coumaphos demostró que una sola aplicación basta para proteger a la herida hasta la cicatrización (aproximadamente 12 -- días) obtuvieron una mortalidad total de larvas antes de 24 horas. Los adultos confinados murieron en su totalidad a los cinco días. De lo anterior concluyeron que es necesario realizar -- dos aplicaciones de Rabond para proteger la herida hasta la cicatrización y en el caso de Coumaphos una sola aplicación. Sin embargo observaron que Coumaphos polvo es susceptible de caerse por lo que recomiendan mejor la mezcla con manteca de cacao, ya que se adhiere y tapona la herida, impidiendo que escurra san-- gre y a la vez afecta la respiración de la larva, aumentando -- con esto su efectividad.

Hasta la fecha los productos antes mencionados, son los que se recomiendan para el tratamiento de las heridas. Se hace la observación que en el medio rural se tiene generalizado el uso de Kreolina como larvicida, sin embargo, este producto a pesar de su notable efecto inicial, tiene la desventaja de ser súmamente cáustico quemando los tejidos e irritando partes donde escurre, provocando llagas que serán muy propensas a nuevas infestaciones, por lo tanto; no es recomendable el uso de dicho producto, ni de cualquier otro que produzca quemaduras en los tejidos.

#### IV. 3.- Esterilización por radiaciones.

Esta es una de las formas de control del gusano barrenador de mayor importancia, ya que mediante la técnica de machos esterilizados sexualmente se ha logrado a través de liberaciones masivas de moscas estériles, abatir considerablemente las poblaciones salvajes e incluso se ha podido erradicarlas.

Bushlan (1960) menciona que el primer investigador que observó que los insectos podían ser esterilizados fue G.A. Runner, quien estableció que el carcinoma del tabaco *Lasioderma serricorne* (F) sometidos a grandes dosis de rayos X fueron incapaces de reproducirse o murieron.

Los descubrimientos de Runner en 1916 permanecieron inadvertidos y no fue sino hasta 1927 cuando Muller estableció que las mutaciones podían ser inducidas en *Drosophila*; por radiaciones de Rayos X, y desde esa fecha los biólogos comenzaron los estudios intensivos sobre los efectos de las radiaciones.

Dichos trabajos fueron realizados por genetistas y citólogos. Estas investigaciones fueron encaminadas fundamentalmente sobre los mecanismos de la herencia y evolución.

En general, los genetistas estuvieron de acuerdo que las mu

taciones podían ser inducidas por rayos Beta, Ultravioleta, Rayos X, y Gama. Así como por la ingestión de alimentos conteniendo fósforo radioactivo.

Sin embargo, los rayos ultravioleta y Beta tienen poco poder de penetración y no son eficientes para la esterilización de insectos.

Se han efectuado trabajos en inducción de mutaciones en insectos por ingestión de soluciones de ácido radiofosfórico, originadas por las radiaciones dentro del cuerpo del insecto y posiblemente dentro del núcleo de las células afectadas. Pero la mayoría de los adultos tienen los espermatozoides ya formados a la hora de empezar a alimentarse y existe un pobre intercambio de iones dentro del sistema reproductivo del macho, así que el fósforo radioactivo no es práctico para la esterilización.

Por esta razón los rayos X y Gama son utilizados como instrumentos prácticos para la esterilización de insectos.

Sin embargo los rayos X han sido ampliamente desplazados -- por los rayos Gama debido a que el equipo es menos costoso y más simple de operar.

Los rayos Gama provenientes de fuentes de radio, fueron primeramente utilizados para inducir mutaciones pero hoy el radio -- ha sido sustituido por el cobalto 60 como fuente de radiaciones Gama.

Aunque los rayos Gama son más poderosos que los Rayos X, su efecto biológico es similar por lo que para fines de investigación se pueden utilizar cualquiera de las radiaciones..

Los rayos X y los Gama son fotones y por lo tanto no tienen carga, tienen gran poder de penetración. Cuando la materia irra-

diada absorbe los rayos X o Gama, parte de la energía es transformada en una carga eléctrica negativa, la cual origina un cambio químico en la molécula.

Existe un cambio directo físico y químico en los genes y cromosomas que resultan inmediatos a la irradiación. También existen efectos de radiación posteriores que se manifiestan pocas horas después del tratamiento, como resultado de la aparición en el citoplasma de nuevos compuestos inestables, los cuales producen efectos secundarios de mutación genética química.

También las enzimas dentro de la célula pueden ser inactivadas y su pérdida puede alterar la fisiología normal de la división de la célula. Sin embargo, la mayoría del efecto de la mutación genética se considera instantáneo, como resultado de los cambios químicos en el D.N.A. dentro de los cromosomas.

Por lo tanto cualquier rearrreglo químico cambia el gene y este cambio es perpetuado cuando la célula se divide originando un cambio en la herencia.

Cuando las células que se están dividiendo son irradiadas fuertemente los efectos físicos y químicos son tan pronunciados que la célula degenera.

Si un gran número de células de tejidos vitales son así tratados el insecto muere.

Las células que no están sufriendo división tienen el material cromático difundido a través del núcleo y ambos el citoplasma y el núcleo son bastante resistentes a la irradiación. Sin embargo cuando las células se están dividiendo el material cromático está concentrado dentro de bien definidos cromosomas y estos están más sujetos a los efectos dañinos de la radiación.

En los adultos jóvenes o pupas en estado tardío donde el desarrollo del insecto está casi completo la división de células - procede lentamente en tejidos somáticos y es solamente en las gónadas que la mitosis y meiosis están procediendo rápidamente. Así una dosis de radiación para las células somáticas en este --- tiempo produce selectivamente mutaciones en las células germinales. Si esta dosis es pequeña (unos cuantos cientos de roetgens) se producen varias mutaciones pero el insecto no será totalmente esterilizado, en cambio si la dosis es suficiente se producirán mutaciones letales que impiden el desarrollo del embrión.

Al tiempo que las pupas o adultos jóvenes son irradiados la espermatogénesis no solo está en proceso, sino que algunos espermatozoides móviles pueden estar ya formados. El material cromático dentro de la cabeza del espermatozoide es suficientemente cambiado para inducir mutaciones letales dominantes.

Cuando a un insecto macho se le ha tratado como adulto joven o pupa con una dosis de radiación esterilizadora, al ocurrir el apareamiento con una hembra normal el esperma irradiado es depositado en la vagina en forma semejante con el esperma normal. Cuando la hembra oviposita cada huevo es penetrado por un espermatozoide y el huevo queda fertilizado. Los cromosomas aportados por el espermatozoide pudieron haber tenido algún cambio que hace que la heredabilidad de cigoto sea inadecuada para una igual y completa división celular. Usualmente se efectúan muchas divisiones de células, pero el cigoto muere algún tiempo después durante el desarrollo embrionario, por lo tanto los huevecillos no eclosionan.

Los tratamientos similares que causan esterilidad en las células germinales del macho tienen un efecto parecido en las hembras. Pero cuando una pupa macho tiene ya formado el espermatozoide en los testículos al tiempo de la radiación la oogénesis -



no procede tan rápido como la espermatogénesis y los ovarios de las pupas no contienen bien desarrollados los huevos. El desarrollo de los huevos parece que sigue a la emergencia del adulto y una dosis de radiación puede afectar la oogonia y la hembra es incapaz de producir huevos. Así, que la hembra es verdaderamente más esterilizada que el macho, ya que ella no produce huevos que estén sujetos a la fertilización.

La técnica de irradiación parece aplicable a adultos o pupas en las cuales los órganos vitales están ya formados. Si se aplican dosis de irradiación a estados inmaduros la mitosis está procediendo en la diferenciación y crecimiento de los tejidos somáticos. Estas células somáticas se están dividiendo rápidamente y son justamente propensas a los efectos de la radiación como lo están las células germinales durante su rápida división.

Por lo tanto una dosis de radiación esterilizadora es tolerada por los tejidos somáticos en el adulto y letal en los estados tempranos.

Los estudios sobre los efectos de las radiaciones se han realizado en la mosca del vinagre *Drosophila melanogaster*, y con respecto al gusano barrenador. Baumhover (1966) menciona -- que fue Knipling en 1937 quien propuso por primera vez la erradicación del gusano barrenador mediante la liberación de machos sexualmente estériles basándose en estudios biológicos, pues observó que las hembras se aparean sólo una vez y que al liberar en el campo machos criados e irradiados en el laboratorio competirían con los machos nativos por la oportunidad del apareamiento resultando así un decremento en las poblaciones salvajes y la posible erradicación mediante liberaciones continuas, así como con la integración de buenas prácticas de manejo de ganado.

El mismo autor reporta que tentativas tempranas de esterilización química fallaron; sin embargo, en 1951 Bushland y Hopkins esterilizaron exitosamente el gusano barrenador con 5 K.V. de rayos X o Gama de cobalto 60 administrados a pupas de 5 días de edad.

En trabajos realizados por Bushland (1960) con diferentes dosis de radiaciones encontró que el gusano barrenador del ganado fue más fácilmente esterilizado por irradiación de pupas que habían sido mantenidas a una temperatura constante de 80°F --- (26.6°C) por 5 días. Los machos, fueron esterilizados con una dosis de 2,500 roetgens y las hembras con 5000 roetgens. Las hembras tratadas con esta dosis no ovipositaron o produjeron masas anormales de menos de 50 huevecillos, mientras que las moscas normales criadas en las mismas condiciones ovipositaron alrededor de 200 huevecillos por masa. A dosis de 7,500 roetgens o más previnieron la producción de huevecillos y tanto los machos como las hembras toleraron dosis tan altas como 20,000 --- roetgens, también como la dosis de esterilización de hembras de 5,000 r. Los adultos emergieron de las pupas irradiadas al igual que los testigos pero las moscas irradiadas no vivieron por --- igual tiempo.

Bushland (1960) reporta también que cuando moscas machos - estériles y fértiles fueron confinados con hembras fértiles, el número de masas de huevecillos fértiles y estériles fueron casi en la misma proporción.

Eddy et al- (1953) en pruebas preliminares de campo en las Islas de Sanibel en Florida en 1962, liberando 100 machos por milla cuadrada y por semana, compitieron eficientemente por la oportunidad del apareamiento y redujo efectivamente las poblaciones nativas.

El primer trabajo de erradicación se llevó a cabo en la Is-

la de Curazo localizada a 59 Km. de Venezuela. Baumhover (1966) menciona que esa Isla tenía una alta infestación del gusano barrenador en ganado caprino. En este trabajo se obtuvo un gran éxito ya que liberando 800 moscas estériles (400 machos) por milla cuadrada y por semana, (solo bastaron 9 semanas para erradicar este insecto (100%) de esterilidad en las masas colectadas.)

Con estos trabajos quedó plenamente comprobada la teoría de Knippling sobre el control de insectos mediante la técnica de machos estériles.

#### IV. 4.- Químioesterilizantes.

Desde 1960 el interés de los esterilizantes químicos como agentes de control se ha incrementado rápidamente. Este interés ha sido estimulado por la erradicación lograda en Curazao del gusano barrenador y la comprobación de que varios insectos pueden ser esterilizados químicamente. Aunando a esto, que los productos químicos son más económicos que el empleo de radiaciones y permiten mayor movilidad y dispersión puesto que se pueden emplear directamente en el campo C.M. Castaños (1967).

Graham y Baumhover (1965) mencionan que aún cuando no parece viable que un químioesterilizante pudiera ser sustituido de las radiaciones gama en el programa de crianza masiva, existe una excelente posibilidad de que los químioesterilizantes lleguen a constituir un valioso aliado cuando una barrera permanente de moscas estériles sea establecida. Por ejemplo, si un buen químioesterilizante en combinación con un poderoso atrayente pudieran ser utilizados para esterilizar moscas salvajes en una área tal como en el Istmo de Tehuantepec, sin ser necesario liberar machos criados y esterilizados en el laboratorio se reducirían considerablemente los costos de radicación de este insecto.

Los esterilizantes químicos son productos capaces de producir esterilidad sexual pudiendo actuar en tres formas:

- a) Impidiendo la producción de espermatozoides u óvulos.
- b) Pueden causar la muerte a los espermatozoides u óvulos después de haber sido formados.
- c) Pueden producir mutaciones letales múltiples de carácter dominante o dañar severamente el material genético, en espermatozoides u óvulos.

De los productos químicos inicialmente en estudio para su empleo como esterilizantes, han sido las aziridinas, las que han mostrado ser más efectivas. De este grupo destacan el Tepa, Metepa, Afolato y Afamida. C.M. Castaños (1967).

Padilla (1970) menciona que hasta 1964 virtualmente todos los compuestos efectivos como esterilizantes de insectos eran agentes quimioterapéuticos empleados contra el cáncer o íntimamente asociados a ellos. Estos se agrupan en 5 categorías.

Agentes Alkylating, antimetabolitos, compuestos radiomiméticos, venenos mitóticos y agentes miscelaneos.

Agentes Alkylating.- Son excepcionales como esterilizantes de los machos y solubles en agua. En las hembras inhiben el desarrollo de los ovarios. Dentro de ellos se encuentran los derivados de la azidrina, el Tepa, La tetramina, el Afolato, el Metepa, el Afamide y otros.

Atimetabolitos.- La mayoría de estos compuestos solo afectan a las hembras en el estado adulto, impidiendo el desarrollo de los óvulos. Estas substancias comprenden la Purina, la Piriimidina y el ácido fólico.

Compuestos radiomiméticos.- Estos compuestos simulan los efectos biológicos causados por las radiaciones. Dichos efectos son citológicos, genéticos, bioquímicos, etc. Quedan comprendidos en estos los derivados de la S-triacina, la Triamidas fosfóricas, el Trifeniltin, la Urea y la Tiourea.

En general los esterilizantes químicos actúan eficientemente, tanto como para esterilizar únicamente hembras o machos como también para esterilizar a ambos sexos.

Con respecto al gusano barrenador del ganado, uno de los investigadores que más estudios ha efectuado con quimioesterilizantes sobre este insecto es Maxwell M. Crystal. Por lo que la mayoría de las citas aquí expuestas son de trabajos realizados por este científico, sobre diferentes factores que influyen en la efectividad de dichos compuestos y sus efectos sobre la vida del insecto.

Crystal (1965) reporta que el primer quiesterilizante eficiente para el gusano barrenador fue un derivado del aziridinil.

El mismo autor (1963) probó 29 antimetabolitos y agentes-Alkilating como esterilizantes del gusano barrenador. Los antimetabolitos incluyen análogos del ácido fólico, Glutamina, Purina, y Pirimidina. Los agentes Alkilating incluyeron mostazas de nitrógeno y derivados del Aziridinil.

Moscas menores de 24 horas de edad fueron tratadas localmente por cantidades microlíticas de soluciones de quimioesterilizantes a la cutícula u oralmente por provisión de alimentos conteniendo quimioesterilizantes. La efectividad de estos agentes de antifertilidad fue juzgada por el número y habilidad de eclosión de los huevecillos provenientes de moscas tratadas, en comparación con los huevecillos provenientes de moscas sin tratar.

Por la aplicación local de ambos sexos, doce compuestos esterilizaron moscas del gusano barrenador, estos compuestos fueron; una glutamina antagonista, dos mostazas de nitrógeno y nueve derivados del Aziridinil. Cuando los efectos separados de los tratamientos locales sobre cada sexo fueron probados, la glutamina antagonista y tres derivados del Aziridinil esterilizaron machos únicamente y dos mostazas de nitrógeno esterilizaron hembras solamente.

Otros derivados del Aziridinil eliminaron la fecundidad o habilidad del closión, cuando uno u otro sexo fue tratado.

De los quimioesterilizantes probados en estas series la tetramina esteriliza uno u otro sexo, independiente con bajos efectos tóxicos.

Por el tratamiento oral, 26 compuestos incorporados dentro de la dieta diaria durante una semana a ambos sexos, sí esterilizaron moscas del gusano barrenador.

Estos compuestos incluyeron 9 antimetabolitos, dos mostazas de nitrógeno y 15 derivados del Aziridinil, 14 de estos quimioesterilizantes fueron completamente efectivos, cuando moscas de ambos sexos comieron únicamente durante las primeras 24 horas siguientes a la emergencia. La tetramina fue estudiada posteriormente con respecto a los efectos de ingestión química en cada sexo.

Dos ácidos fólicos y dos pirimidinas antagonistas, esterilizaron machos, y cuatro de éstas esterilizaron hembras también.

Crystal (1967) al tratar moscas con un quimioesterilizante derivado del Aziridinil a las dosis de (0.01 - 05%) consideradas como bajas hasta la dosis más alta de 10%, notó que el porcenta-

je de esterilidad aumentó en forma curvilínea de 0-100% en relación con la dosis aplicada.

El mismo autor (1967) reporta que la efectividad del químico esterilizante es incrementada por las temperaturas extraóptimas. Al tratar moscas con un esterilizante químico (tetramina) y exponerlas a diferentes temperaturas 26°C. (Temperatura óptima), 35±5°C y menos 6±6°C. notó que la efectividad del quimioesterilizante a la concentración de 0.05% (concentración subesterilizado) incrementó su efectividad y obtuvo que a 26°C causó 67% de esterilidad, a 35°C. produjo 99% de esterilidad y a 6°C causó 93% de esterilidad.

Crystal (1968) en estudios sobre la influencia de la ruta de administración del esterilizante químico, trató moscas en diferentes estados del ciclo de vida del insecto con un derivado aziridinil. Reporta que las moscas no se pudieron esterilizar sexualmente por incorporación del quimioesterilizante en el alimento de la larva o por inmersión de la prepupa en una solución. Sin embargo las moscas si fueron esterilizadas exitosamente por inmersión de pupas. En adultos la esterilización fue inducida por todas las rutas de administración; aplicación local, tratamiento oral, contacto tarsal con una película residual e inyección. La administración oral en adultos redujo la supervivencia de las moscas tratadas a menos de la mitad, las otras rutas de administración no tuvieron efectos adversos sobre la supervivencia. Los machos esterilizados localmente fueron completamente competitivos sexualmente, pero los machos esterilizados por contacto tarsal o inoculación intratorácica, fueron menos competitivos que los machos normales.

El mismo autor (1969) determinó que existe un cambio de susceptibilidad de las moscas del gusano barrenador a los quimioesterilizantes con respecto a la hora del día en que son administrados. Al tratar moscas con un derivado del Aziridinil, notó que -

las moscas fueron menos susceptibles en la mañana y el medio día (8:30, 11:30 A.M. y 12:30 P.M.) y más susceptibles durante la tarde (3:30 P.M. y 4:00 P.M.) las causas de esta susceptibilidad no son conocidas.

Crystal (1969) reporta que la habilidad de apareamiento en machos tratados con un quimiosterilizante derivado del Aziridinil se incrementó, obteniendo (5.2) apareamientos en machos tratados y 2.5 en machos tratados únicamente con solvente (metanol). Estos resultados concordaron en pruebas de competitividad y apareamiento efectuadas anteriormente.

El mismo autor (1970) indica que al tratar moscas de diferentes edades, encontró que la sensibilidad de los oocitos a la mutagénesis química aumentó conforme el estado meiotico del núcleo avanzaba. Oocitos de 3 días de edad y espermatozoides maduros son casi iguales de susceptibles. Los oocitos de 6 y 0 días de edad son más o menos susceptibles respectivamente que los oocitos de 3 días de edad.

Crystal (1972) determinó que la temperatura modifica la acción del quimioesterilizante. Tratando moscas con una solución al 5% de quimioesterilizante (derivado de Aziridinil) y expuestas a diferentes temperaturas (15, 27 y 35°C.) encontró que a 15°C. o 35°C. se redujo la fertilidad de los machos tratados, más que los expuestos a 27°C y los tratados con agua únicamente redujeron su fertilidad a los 51°C. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por el mismo investigador en (1967) pero tratando las moscas con tetramina.

En general se han estudiado y probado diversos compuestos como esterilizantes químicos del gusano barrenador del ganado y los diferentes gactores que influyen en su efectividad para esterilizar dicho insecto, pero hasta la fecha no se cuenta con una sustancia química capaz de sustituir a las radiaciones como agentes esterilizantes.



## CAPITULO V.

### PRODUCCION Y LIBERACION MASIVA DE MOSCAS ESTERILES.

Producción.- La crianza masiva de moscas estériles es uno de los aspectos primordiales en los programas de erradicación de esta plaga ya que la producción de moscas con alta potencia sexual, eficiente capacidad de dispersión con buen vigor y longevidad, capaces de resistir condiciones desfavorables como inclemencias del tiempo y falta de alimentación, factores de los cuales dependen que las moscas liberadas sean eficientes o no en competir con las nativas en determinada área en que se pretenda erradicar o controlar dicha plaga.

Por lo anterior mencionado la producción masiva se inicia con la selección de las estirpes más resistentes y con mayores posibilidades de competir con las moscas salvajes.

El proceso de producción masiva comienza en la recolección de huevecillos de las colonias previamente seleccionadas en las que ya se ha efectuado el apareamiento y transcurrido el tiempo necesario para iniciar la oviposición (7 días). Durante este tiempo se mantienen en un cuarto oscuro y con calefacción.

Posteriormente se llevan las jaulas a otro cuarto y en cada una se coloca una charola que contiene una mezcla de carne y albúmina de sangre. Todo se mantiene a una temperatura de 35°C. -- cerca de esta mezcla ponen sus partidas de huevecillos, los cuales se recogen en un cuarto refrigerado a 0°C., ya que las bajas temperaturas inmovilizan a las moscas y así se evita su fuga.

Los huevecillos son recogidos pesados y colocados en pequeños recipientes de plástico, donde se meten a incubadoras a una temperatura de 37± 2°C. en donde al cabo de 12 horas eclosionan. Luego se ponen las larvas recién nacidas en unas charolas que --

contienen carne molida, sangre y agua, a la que se le agrega una pequeña proporción de formaldehído. Con reguladores especiales - de calefacción, todo se mantiene a una temperatura constante de 37.2°C. Las larvas alimentadas durante 5-6 días emigran de las - charolas hacia unos canales instalados a lo largo de éstas; para transportarlas a unas bandejas con aserrín en donde se transforman en pupas. Algunas larvas solo requieren 12 horas para trans--formarse.

Además de carne de caballo para la crianza de larvas se ha- utilizado también carne de ballena, de nutria y pulmones de puer- co. Así como medios líquidos consistentes en una mezcla de leche en polvo, queso (Cottage cheese), huevo en polvo y sangre seca.

Las bandejas con aserrín y pupas se vacían sobre un cernidor de banda móvil que tamiza el aserrín. Las crisálidas y las larvas que aún no se transforman pasan bajo una luz fluorescente. Las - larvas tienden a huir de la luz (fotofobia) y se recogen nuevamen- te para que completen su transformación en crisálidas.

Posteriormente las crisálidas se colocan en otras charolas, cada una de las cuales lleva anotada la fecha en que se transformaron. Estas se almacenan en un cuarto oscuro que se mantiene a 26.6°C., con cerca de 95% de humedad relativa durante un período de 5 días y medio. Tiempo en el cual alcanzan su madurez, mani-- festándose un cambio de coloración de la pupa de color rojizo a- castaño oscuro.

El siguiente paso es colocar las pupas en un cilindro de a- luminio con capacidad de cerca de 18,000 pupas. Por medio de un- dispositivo de transporte se manipula a control remoto para in-- troducirlo a la cámara de cobalto 60 y se exponen a 8 000+ 10% - de radiaciones gama. Se retira el cilindro y envía al cuarto de- empaque. La dosis aplicada de radiaciones produce esterilidad -- irreversible.

Con muestras de cada partida de crisálidas expuestas a las radiaciones, constantemente se está comprobando la calidad de -- las moscas y al mismo tiempo se está verificando su vigor sexual y vitalidad. También se comprueba la eficacia de las radiaciones para producir huevos infértiles.

En el cuarto de empaque de crisálidas se empacan a razón de 50 cajas de cartón por minuto.

Terminada esta operación se colocan en unas charolas y se -- ponen en gavetas de armazones portátiles que facilitan su trasla do a camiones o aviones especiales los cuales transportarán las moscas a los Centros de distribución.

La planta de producción masiva se localiza en Mission, Te-- xas, en lo que anteriormente era la base aérea Moore en la cual se producen 140 millones de moscas semanales, para lo cual se re quieren 100 toneladas de carne, 22,740 litros de sangre y 45,480 litros de agua.

Para el programa de erradicación en México se está constru-- yendo una planta de producción de moscas en Tuxtla. Gutiérrez, -- Chis., la que tendrá una capacidad de producción de 300.000 000-- de moscas a la semana.

La liberación sobre zonas infestadas se efectúa por medio -- de aviones en los que se distribuyen las moscas en líneas inva-- riables de vuelo o a lo largo de arroyos o ríos.

La dispersión de las moscas se hace en cajas de cartón de -- diferentes tamaños conteniendo de 400-2000 moscas, las cuales al ser soltadas del avión un mecanismo especial destapa las cajas -- al ser lanzadas al espacio.

## LIBERACIONES:

De la oportuna y suficiente liberación de moscas estériles dependerá que las poblaciones nativas sean controladas o erradicadas. Por lo que en esta operación es necesario contar con informaciones precisas de áreas infestadas y de la magnitud de las mismas, así como con datos bioecológicos que incluyen: longevidad, dispersión, fluctuación y comportamiento de las poblaciones tanto de las nativas como de las liberadas en los diferentes habitats de una zona determinada en que se pretendan efectuar liberaciones.

Con base en la información antes mencionada se determina el número de moscas que se tienen que liberar así como la estrategia a seguir, para así lograr un buen éxito de los programas de erradicación.

Baumhover (1965) reporta que fue Knippling en (1937) quien propuso por vez primera la erradicación del gusano barrenador mediante liberaciones continuas de moscas sexualmente estériles, que al competir por la oportunidad del apareamiento con las moscas nativas se suprimiría de esta manera el potencial reproductivo de la especie, logrando de esta forma erradicar las poblaciones.

Eddy et al (1953) en estudios preliminares en Sanibel y las Islas adyacentes en la Costa de Florida, observaron que liberando 100 machos estériles semanales y por milla cuadrada se redujeron notablemente las poblaciones nativas. En este trabajo no se pudo erradicar completamente la plaga debido a la cercanía con la costa de Florida de donde ocurrían reinfestaciones.

El primer trabajo de erradicación del gusano barrenador del ganado se llevó a cabo en la Isla de Curazao localizada a 59 Km.

al Norte de Venezuela. Baumhover (1966) menciona que liberando - 400 machos estériles por milla cuadrada y por semana en una área de 170 millas cuadradas solo bastaron nueve semanas para erradicar este insecto. Obteniendo 100% de esterilidad en las masas de huevecillos colectados.

Baumhover et al (1959) reporta que en liberaciones aéreas - realizadas en Florida en la proporción de 500 machos estériles - por semana y por milla cuadrada en una área de 2000 millas cua-- dradas obtuvo en un período de 3 meses 70% de esterilidad estima da sobre masas de huevecillos colectados sobre cabras heridas ar tificialmente y colocados en el área de liberación.

El porcentaje de esterilidad obtenido en esta prueba fue con siderado como satisfactorio ya que el área no estaba aislada, -- considerando esta prueba como concluyente para iniciar los traba jos de erradicación en el sureste de los EE.UU. En esta zona -- fue erradicada dicha plaga en (1959), posteriormente Texas y Nue vo México en (1964), Arizona y California en (1965).

Debido a que reinfestaciones periódicas provenientes de Mé- xico de zonas donde el insecto logra sobrevivir el invierno se - estableció una barrera protectora a lo largo de toda la frontera en una área de 1500 millas de longitud y de 200-300 millas hacia el interior del país. Sobre esta zona se han estado efectuando - liberaciones continuas, pero debido a que está más allá de la ca pacidad del programa, el hacer liberaciones simultáneas en toda- la zona de control, la prioridad para los tratamientos está basa da en las variaciones estacionales y regionales de las poblacio- nes.

La formulación de estas estimaciones requiere un conocimien to de los efectos del medio ambiente, prácticas de manejo de ga- nado y otros factores sobre la población local de moscas salva--

jes.

Otros factores los cuales deben ser considerados en estas estimaciones incluyen: la distribución local, patrones de dispersión, longevidad y comportamiento de ambas poblaciones de moscas salvajes y liberadas.

Las primeras moscas que se liberaron sobre México a lo largo del Río Bravo fue en diciembre de 1962 Anónimo (S/F).

La efectividad de las moscas liberadas es estimada sobre la base del porcentaje de masas estériles y fértiles que son colectadas en cabras o borregos heridos artificialmente y usados como sebo en las áreas de liberación y en la disminución de registro de casos.

De datos obtenidos en áreas fuertemente infestadas en Texas (con altas poblaciones de ganado por unidad de área) indican que 1000 moscas estériles por milla cuadrada y por semana liberadas sobre líneas de vuelo de 2 millas de separación fueron necesarias para obtener proporciones de más de 50% de esterilidad. En el suroeste de Texas donde las poblaciones de ganado por unidad de área son más bajas y los habitats favorables son más limitados, las liberaciones de 400 moscas estériles por milla cuadrada y por semana liberadas sobre líneas de vuelo de 2 millas de separación fueron necesarias para obtener proporciones de más de 50% de esterilidad. (Hightower (1969)).

Algunas pruebas de este tipo han sido efectuadas en México - a 200 millas abajo de la zona de control en el Estado de Veracruz.

Las guías para la dispersión y distribución local de las moscas del gusano barrenador, se han estudiado con relación al tiempo, terreno, vegetación, abastecimiento de agua y concentraciones

de ganado. Se ha demostrado que liberaciones a lo largo de corrientes de agua son más efectivas que una guía a escala y es un procedimiento altamente valioso especialmente durante períodos secos y de altas temperaturas. Graham y Baumhover (1965).

Se considera que proporciones de menos de 70% de esterilidad no son suficientes en el control del gusano barrenador durante estaciones favorables cuando se incrementan las poblaciones. Hightower (1969).

Davis et al (1968) efectuaron liberaciones de moscas estériles durante 1964 y 1965 en pruebas de campo en el norte de Veracruz, liberando 400 moscas por milla cuadrada y por semana en una área de 2000 millas. Para esto se usaron líneas invariables de vuelo de 8 y 12 millas de separación. Los efectos de estas liberaciones fueron evaluadas sobre la base del número de masas de huevecillos estériles y fértiles colectados a diferentes distancias (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 12 millas de la línea de vuelo y el centro de liberación).

Después de un período de 3 meses de liberaciones semanales, aunque se obtuvo que alrededor del 70% de las masas colectadas fueron estériles cuando las poblaciones de moscas nativas fueron bajas; las moscas estériles no fueron efectivas en prevenir el incremento de las poblaciones cuando las condiciones ambientales fueron favorables para su actividad. Tampoco pudo ser demostrado un control efectivo en centros con poblaciones persistentes, ni en poblaciones no aisladas. No se atribuyeron diferencias reales en los porcentajes de masas de huevecillos estériles colectadas -

en las diferentes distancias de los corrales con ovejas heridas, en relación con la línea de vuelo o el centro de la zona de liberación.

Las condiciones ambientales tuvieron un marcado efecto sobre la oviposición, tanto en las moscas liberadas como en las nativas; lluvias fuertes durante tiempo caluroso (25°C. mínima diaria), períodos fríos con una temperatura por abajo de 20°C. así como períodos de calor seco, causaron reducción en la oviposición, pero no causaron la muerte en ninguna de las poblaciones y éstas pudieron tener un período de vida prolongado en un medio ambiente tropical. Se consideraron además de las condiciones ambientales favorables para la actividad de las moscas, la llegada de moscas fértiles de fuera de la zona de liberación como factores importantes en los resultados obtenidos en estas pruebas.

Actualmente en la República Mexicana se siguen liberando moscas estériles en los Estados de Sonora, Chihuahua, Nuevo León, Tamaulipas y norte de Veracruz y se tiene programado iniciar las liberaciones en todo el país en el presente año.



## CAPITULO VI.

### IMPACTO DE LA TECNICA DE MACHOS ESTERILES.

El éxito alcanzado por el método de machos estériles en el control del gusano barrenador del ganado, ha originado que se investigue la posibilidad de aplicar esta técnica para combatir -- otras especies de insectos en los Estados Unidos y otras partes del mundo.

Para que la técnica pueda ser efectiva en el control de insectos, Knipling menciona las siguientes cinco condiciones:

- 1.- Un método posible de crianza masiva de insectos que pueda -- ser aprovechable.
- 2.- Debe ser obtenida una adecuada dispersión de los machos estériles liberados.
- 3.- El procedimiento de esterilización no debe tener efectos ad--versos en el comportamiento de apareamiento de los machos.
- 4.- Las hembras de los insectos a controlar deben normalmente aparearse solo una vez o si ocurren apareamientos más frecuentes, el esperma de machos irradiados debe competir con aquellos -- provenientes de machos fértiles..
- 5.- La densidad de la población de los insectos deben ser bajas-- o la población debe ser reducida por otros medios a un nivel en el cual sea económicamente posible liberar una población-- de machos estériles sobre un largo período de tiempo.

El mismo Knipling desarrolló una teoría matemática simple -- para estimar la proporción de liberación requerida para controlar

una población de insectos. El cálculo aritmético se presenta en la tabla siguiente:

Población Natural supuesta de hembras vírgenes en el área	No. de Machos estériles liberados en cada generación.	Proporción de machos estériles fértiles compitiendo por cada hembra virgen.	Porcentaje de hembras apareadas por machos estériles.	Población teórica de hembras fértiles cada subsecuente generación.
1,000 000	2,000 000	2:1	66.7	333,333
333,333	2,000 000	6:1	85.7	47,619
47,619	2,000 000	42:1	97.7	1,107
1,107	2,000 000	1807:1	99.95	menos de 1

El empleo de la técnica de machos estériles ha requerido de estudios bioecológicos de las especies que se trata de combatir. Muchos insectos son difíciles de criar en forma eficiente en el laboratorio. Hay que saber sus necesidades de alimentación, temperatura, luz y humedad durante las etapas inmaduras y adultas. Así como las condiciones para el apareamiento óptimo, oviposición y longevidad de adultos. Se tiene que controlar enfermedades, parásitos y predadores. Antes de dispersar los insectos esterilizados deben conocerse las densidades de las poblaciones, lugares de concentración y fluctuaciones estacionales.

Las siguientes especies de insectos en los cuales se ha investigado con este nuevo método se mencionan en seguida:

Mosca del melón	-	<i>Dacus cucurbitae</i> (Coquillet)
Mosca oriental	-	<i>Dacus dorsalis</i> (Hendel)
Mosca Mediterránea	-	<i>Anastrepha ludens</i> (Loew)
Mosca del olivo	-	<i>Dacus oleae</i> (Gmelin)
Gusano rosado del algodnero	-	<i>Pectinophora gossypiella</i> (Saunders)
Picudo del algodnero	-	<i>Antonomus gradis</i> (Boheman)
Barrenador de la Caña de Azúcar	-	<i>Diatraea saccharalis</i> (F)

Gusano barrenador del maíz	-	Ostrinia nubilalis (Hubner)
Mosca gitana	-	Porthetria dispar (L)
Mosca doméstica	-	Musca doméstica (L)
Mosca Tsetse	-	Glossina morsitans (Westwood)
Palomilla de la manzana	-	Carpocapsa panonella (L)

Entre los éxitos logrados se puede citar la erradicación de la mosca del melón en la isla de Rota y de la mosca oriental de la fruta de la isla de Guam; (del grupo de las marianas del pacífico).

Por fortuna la técnica de machos estériles puede sustituir el uso de insecticidas para la supresión en gran escala o erradicación de insectos específicos. Los insecticidas pueden ser ineficaces cuando el insecto desarrolla una resistencia a ellos o bien el continuo uso de los mismos puede presentar peligros ya que contaminan nuestro alimento y el medio ambiente.

El Dr. Knipling ha expresado que a medida que aumente la población humana y que se intensifique la competencia entre el hombre y los insectos por la obtención de alimentos, la erradicación de las principales plagas podrá convertirse en regla general y no la excepción.

A medida que adquiramos mayores conocimientos sobre la fisiología de insectos, su comportamiento, comunicación y respuesta al medio ambiente, seguramente podremos desarrollar nuevos métodos para el combate eficaz de los insectos.

## CAPITULO VII.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- 1.- En la República Mexicana el gusano barrenador del ganado es una plaga de importancia económica que causa pérdidas estimadas en 350 millones de pesos anuales. Resintiéndose los daños más severos en el norte del país.
- 2.- El insecto se encuentra presente en todo el país, desde las planicies costeras hasta alturas de 2,500 mts sobre el nivel del mar.
- 3.- México cuenta con un clima favorable que permite al insecto sobrevivir durante todo el año.
- 4.- Este parásito tiene como hospederas todos los animales de -- sangre caliente incluyendo al hombre.
- 5.- El índice mayor de muertes se debe a infestaciones en el ombligo de los animales recién nacidos.
- 6.- La biología del insecto ha sido bien estudiada resuntado que el ciclo biológico es similar al reportado en otros países - del hemisferio occidental.
- 7.- Los estudios ecológicos incluyendo; fluctuación de las poblaciones, factores climáticos que las afectan y los habitats - del insecto han sido ampliamente estudiados concluyendo que los climas cálidos y secos, bajas temperaturas, escasez de - humedad y vegetación (aridez), así como bajas concentraciones de ganado, limitan la actividad estacional y distribución de las poblaciones.
- 8.- La técnica de machos estériles para abatir o erradicar las -

poblaciones del gusano barrenador ha demostrado ser altamente efectiva.

- 9.- Se considera de mucha importancia para que la campaña de erradicación del gusano barrenador tenga mayor éxito, lograr la concientización y cooperación de los ganaderos del país, mediante una labor intensiva de divulgación.
- 10.- Las prácticas de manejo de ganado, la profilaxis y el tratamiento químico de las heridas; se consideran factores importantes para abatir las poblaciones así como para el buen éxito en los programas de erradicación mediante la técnica de liberaciones masivas de moscas sexualmente estériles.
- 11.- Se han probado diversas sustancias químicas como esterilizantes sexuales en el gusano barrenador del ganado, solo han destacado los derivados del Aziridinil con resultados exitosos; sin embargo, se consideran todavía poco prácticos para la esterilización masiva o para ser utilizados directamente en el campo. Otro aspecto a considerar en el uso de estas sustancias son los residuos tóxicos y la posibilidad de que los insectos desarrollen resistencia a los mismos como en el caso de los insecticidas.
- 12.- Se han probado también diversos atrayentes para adultos del gusano barrenador de origen químico y biológico, pero hasta la fecha no se cuenta con ninguna sustancia capaz que supere el hígado de res en proceso de descomposición; no obstante, se considera al hígado de res poco específico ya que ejerce atracción únicamente en hembras y atrae a una gran diversidad de otros dípteros.
- 13.- Se estima de mucha importancia la posibilidad de contar con una o varias sustancias efectivas como atrayentes y quimioes

terilizantes, los cuales en combinación podrían utilizarse directamente en el campo y sustituir a las radiaciones atómicas como esterilizantes sexuales, lo cual redundaría en una mayor economía en los programas de erradicación del gusano barrenador ya que se eliminarían las liberaciones permanentes y constantes en las barreras de moscas estériles de protección contra reinfestaciones a zonas libres del parásito. Además al contar con un atrayente altamente efectivo se podrían evaluar rápidamente la efectividad de las liberaciones así como detectar reinfestaciones y los estudios ecológicos serían más precisos y rápidos.

- 14.- La erradicación de esta plaga del país, no solo beneficiará a la ganadería nacional, sino que también en beneficio de la fauna silvestre pues se han notado incrementos en especies salvajes en las zonas en que se han liberado moscas estériles.
- 15.- La erradicación del insecto traerá como consecuencia mayores ganancias para el ganadero y mayor producción de carne, leche, pieles y lana, para satisfacer tanto la demanda nacional como para la obtención de divisas a la nación. Al mismo tiempo al eliminarse esta plaga los ganaderos podrán dedicarse a resolver otros problemas de importancia ganadera.
- 16.- La aplicación de la técnica de machos estériles para el control de otros insectos requiere de estudios precisos de biología, fisiología, ecología, comportamiento sexual y medios para la crianza masiva.
- 17.- Se han logrado éxitos prometedores mediante el uso de radiaciones atómicas en algunas especies de insectos plaga de importancia médica, veterinaria y agrícola.

18.- La técnica de machos estériles se vislumbra como uno de los métodos más prometedores para el control de insectos en el futuro.

CAPITULO VIII.

B I B L I O G R A F I A .

- 1.- Anónimo (S/F) - Preguntas y respuestas sobre la lucha contra el gusano barrenador del ganado. Folleto Dir. Gral. de Sanidad Animal. S.A.G. México.
- 2.- Anónimo (S/F) - Southwest Screw-worm eradication program Public. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (U.S.D.A.)
- 3.- Anónimo (S/F) - The sterile Screw-worm Fly production plant. Mission, Texas. U.S.D.A.
- 4.- Anónimo (S/F) - Manual práctico del Hacendado. Bayer leverk~~u~~sen, Alemania. Depto. Veterinario.
- 5.- Anónimo 1959 - Report the Screw-worm in the South Western.- Unites States and North México A.R.S.- U.S.- D.A.- Sin publicar.
- 6.- Anónimo 1963 - Facts about screw-worm Eradication.- Boletín A.R.S., 91-39, U.S.D.A.
- 7.- Anónimo 1968 - Ganaderos y hombres de ciencia luchan contra el gusano barrenador. Folleto. Dir. Gral. de Sanidad Animal. S.A.G. y Depto de Agricultura de los Estados Unidos.
- 8.- Anónimo 1970 - Campaña Nacional contra el gusano barreandor del ganado. Proyecto. Tomo I. S.A.G., México.



- 9.- Anónimo 1972 - Memorandum del convenio para la erradicación del gusano barrenador. Comisión México-Americana. Sin publicar.
- 10.- Anónimo 1972 - Informe Técnico del departamento de Entomología. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Vol. 1, No. 2. México.
- 11.- Anónimo 1973 - Memorandum convenio No. VII. Percepción remota. Comisión México. Americana S.A.G. México. Sin publicar.
- 12.- Anónimo 1973 - XXXVII Asamblea general ordinaria. Confederación Nacional Ganadera (C.N.G.) México.
- 13.- Anónimo 1974 - Proyecto N.A.S.A. Comisión Nacional del espacio exterior (C.O.N.E.E.) sobre percepción remota, como ayuda al programa contra el gusano barrenador del ganado. Comisión México-Americana para la erradicación del gusano barrenador, S.A.G. Sanidad Animal. México. Sin publicar.
- 14.- Alley y Hightower 1966 - Mating Behavior of the screw-worm Fly as affected by differences in Strain and Size. Jour Econ. Ent. Vol. 59 No. 6, pp. 1499-1502.
- 15.- Baumhover et al 1959 - Field observation on the effects of releasing Sterile Screw-worm in Florida Jour -Econ. Ent. 52(6): 1202-1206.
- 16.- Baumhover A.H. 1965 - The Sterile fly plant production Mission, Texas. U.S.D.A.- Sin publicar.

- 17.- Baumhover A.H. 1965 - Artificial Selection of Adult screw-worm for extended survival without Food and Water. Jour Econ. Ent. Vol. 58, No.4 p.p. 645 - 649.
- 18.- Baumhover A.H. 1966 - Eradication of Screw-worm fly. Jour-Amer. Med. Assoc. 196 (3):240-248.
- 19.- Barrios Romero 1969 - Observaciones sobre los efectos de radiaciones gamma de Co.60 en la Mosca Mexicana de la Fruta. Boletín Fitofilo - No. 63 y 64. Dir. Gral Sanidad Vegetal.- S.A.G. México.
- 20.- Bushland 1960 - Male Sterilization for the control of insects Advances in pest control Research Vol. III-U.S.D.A.
- 21.- Bushland 1971 - Sterile principle for insecto control or -- eradication. International Atomic Energy Agency. Viena, Austria.
- 22.- Castaños C.M. 1967 - Nuevos conceptos sobre el combate de insectos y acaros. Bol. Fitofilo No. 54 Dir. Gral. Sanidad Vegetal. S.A.G. México.
- 23.- Charles L.S. 1960 - Mass production of Screw-worm (Callitroga hominivorax) for the Eradication program in the Southern States. Jour-Econ. Ent. Vol. 53 No. 6, p.p. 1110-1116.
- 24.- Crystal M.M. 1963 - The induction of Sexual Sterility in -- the Screw-worm fly by antimetabolites and - Al Kylating Agent. Jour. Econ.Ent.Vol.56, - No. 4, p.p. 458-473.

- 25.- Crystal M.M. 1964 - Observations on the Role of Light Temperature, Age and Sex in the Response of Screw-worm flies to attractants. Jour -- Econ. Ent. 57 (3) : 324-325
- 26.- Crystal M.M. 1965 - First efficient Chemosterilants against Screw-worm flies (Diptera: Calliphoridae) J. Med. Ent. Vol. 2 No. 3, p.p. 317-319.
- 27.- Crystal M.M. 1965 - Influence of Mating on oviposition by - Screw-worm flies J. Med. Ent. Vol.2 No. 3: 214-216.
- 28.- Crystal M.M. 1967 - Reproductive Behavior of laboratoy --- reared Screw-worm flies affected by laboratory Rearing. J. Econ. Ent. Vol. 4, No. 4 p.p. 443-450.
- 29.- Crystal M.M. 1967 - Longevity of Screw-worm flies Cochlio-- myia.hominivorax (Coquerel ) Efecto of sex and Grouping J. Med. Ent. Vol. 4, - No. 4 p.p. 479-482.
- 30.-Crystal M.M. 1967 - Chemosterilant Efecto of tetramine Enhanced in Screw-worm flies Exposed to Estra optimal temperaturas. Jour Econ. Ent. + Vol. 60. No. 3, p.p. 880-881.
- 31.- Crystal M.M. 1968 - Sexual Sterilization of Screw-worm --- flies by N.N. Tetramethylenebis (1-Aziridinecarboxamide): influence of Route of Administration. Jour. Econ. Ent. Vol.61 No. 1, p.p. 134-139.

- 32.- Crystal M.M. 1968 - Chemosterilization of Screw-worm, flies - *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel) (Diptera Calliphoridae): Influence of age at treatment and Mating, Effect on survival and Transfer of Chemosterilant by Contamination. J. Med. Ent. Vol. 5, No. 4: 439-445.
- 33.- Crystal M.M. 1969 - Changes in Susceptibility of Screw-worm flies to the Chemosterilant N.N. Tetramethylenebis (1-Aziridinecarboxamide) -- With time of administration. Jour. Econ. Ent. Vol. 62, No. 1 p.p. 275-276.
- 34.- Crystal M.M. 1969 - Sexual Sterilization of Screw-worm flies: Reliability of the Chemosterilant technique. Jour. of Econ. Ent. Vol. 62, No. 1 p.p. 136-139.
- 35.- Crystal M.M. 1969 - Chemosterilant Induced Increase in mating Ability of Male Screw-worm flies (Diptera Calliphoridae) J. Med. Ent. Vol. 6, No. 1 p.p. 90-91.
- 36.- Crystal M.M. 1970 - Dose Response Curves for Dominant lethal Mutations Induced in the Sperm and Oocytes of Screw-worm flies by N.N. Tetramethylenebis (1-Aziridinecarboxamide).
- 37.- Crystal M.M. 1971 - Diel periodicity of Mating in laboratory Adapted Screw-worm flies relative to Photoperiod J. Med. Ent. Vol. 8 No. 6, p.p. 747-748.

- 38.- Crystal M.M. 1972 - Chemosterilization of Screw-worm flies: Modification of action by temperature.- Agricultural Research service U.S.D.A.
- 39.- Charles L.S. 1960 - Mass productio of Screw-worms (*Callitro ga hominivorax*) for the Eradication pro gram in the Southern States. Jour. Econ. Ent. Vol. 53, No. 6, p.p. 1110-1116.
- 40.- Davis R. By M. Camino 1968 - Life Cycle of the Screw-worm- Reared in Out door Cages Ner Veracruz - City, Mexico, Jour. Econ. Ent. Vol. 61, No. 3, p.p. 824-827.
- 41.- Davis R.B. et al 1972. A. Device provideng continuos Stimu- lutus to oviposition for individual --- Screw-worm flies. Jour. Econ. Ent, Vol. 65, No. 4 p.p. 1214-1215.
- 42.- De la Paz G.S. 1971 - Comprtamiento de dos colonias de mos- cas estériles del gusano barrenador del del ganado *Cochliomyia hominivorax* (Co- querel ) en el Sureste de México Tesis- Profesional. Universidad de Guadalajara.
- 43.- Fletcher et al 1966 - A pheromone from Male Screw-worm flies Jour. Econ. Ent. Vol. 59, No. 1 p.p. -- 142-143.
- 44.- Fletcher L.W. 1966 - Two Genetic Markers for larvae of the- Screw-worm flg. Jour. Econ. Ent. Vol. - 59 No. 4 p.p. 877-880.

- 45.- Fletcher L.W. 1970 - Abdominal and Genetalic Homologies in-  
the Screw-worm, Cochliomyia hominivo--  
rax Established by a Genetic Marker --  
Annals of the Entomological Sceety of-  
America. Vol. 63 No. 2. p.p. 490-495.
- 46.- Garner C.Fetal (S/F) The Screw-worm an its control Bol. -  
Texas Agricultural Extension service.-  
College Station, Texas. U.S.A.
- 47.- Gingrich 1964 - Nutritional Studies on Screw-worm. Whith  
chemically Defined Media, Annals of the  
Entomological Society or America. Vol.-  
57, No. 3, p.p. 351-360.
- 48.- Gingrich et al 1971 - Media containing liquiedied Nutrients-  
for Mass-Rearing larvae of the Screw--  
worm Jour. Econ. Ent. Vol. 64 No. 3. -  
p.p. 678-683.
- 49.- Graham y Baumhover 1965 - Investigaciones sobre la erradica-  
tion de la queresa Bol. Medicina veteri  
naria y Zootecnia U.N.A.M. (México) ---  
Vol. 4 No. 1, p.p. 5-9.
- 50.- Hightower B.G. and D.A. Alley 1963 Local Distribution of Re  
leased laboratory Reared Screw-worm ---  
flies in relation to Water Sources, Jour  
Econ. Ent. Vol. 56 No. 6, p.p. 798-802.
- 51.- Hightower 1963.- Nocturnal Resting placed of the Screw-worm  
fly, Jour Econ. Ent. Vol. 56, No. 4, -  
p.p. 498-500.

- 52.- Hightower et al 1965 - Dispersal of Released Irradiated laboratory Reared Sterile Screw-worm-flies Jour Econ. Ent. 58(2):373-374
- 53.- Hightower et al 1966 - Seasonal abundance of the Screw-worm in Northern of Mexico. Jour Econ.Ent. Vol. 59, No. 2, p.p. 416-420.
- 54.- Hightower and O.H. Graham 1968 - Control of livestock insect pest by the Sterile-Male Technique - International Atomic Energy Agency -- Viena Austria.
- 55.- Hightower 1969 - Insect Ecology and the Sterile-Male technique. International Atomic energy - Agency. Viena Austria.
- 56.- Hightower B.G. y A.L. Adams 1969 - Dispersal and local distributions of laboratory Reared Sterile Screw-worm flies released in -- Winter Jour. Econ. Ent. 62(2): 259-261
- 57.- Hightower y Dawkins 1969. Use of a Genetically marked strain- to evaluate the retentions of marking Dyes by released Screw-worm flies --- Jour Econ. Ent. 62(4): 966-967.
- 58.- Hightower et al 1971 - Emergency Rhythms of adult Screw-worm. Jour Econ. Ent. Vol. 64, No. 6 p.p.- 1474-1477.
- 59.- Hightower et al 1972 - Ovipositional Behavior of Wild Type - and laboratory-adapted Strains of --- Screw-worm flies.

- 60.- James Maurice T. 1947 - The flies that cause myiasis in man. U.S.D.A. publication No. 631, Washington D.C.
- 61.- Laake et al 1936 - Biology of the primary Screw-worm fly -- Cochliomyia americana and a comparison of its Stages With those of C. macellaria U.S.D.A. Tech, Bul. 500, 24 p.
- 62.- Lindquist y Barret 1945 - Overwintering o Cochliomyia americana of Uvalde Texas. J. Econ. Ent. 38 (1): 77-83.
- 63.- Metcalf y Flint 1965 - Insectos destructivos e insectos útiles 4a. Edic. C.E.C.S.A. México, D.F.
- 64.- Padilla A.R. 1970 - Iniciacion a la Entomología. Apuntes - Esc. de Agric. Universidad de Guadalajara.
- 65.- Perea González Et al 1969 - Síntesis entomológica U.N.I.C. A.R.B. Comercial S.A., de C.V. México, D.F.
- 66.- Ríos Rosillo F. 1970 - Entomología Médica y Veterinaria Apuntes Esc. Nal. de Agricultura.- Chapin go, México.
- 67.- Rumann J.6 1967 - A. Cytological of radiations effects in - testes of Screw-worm fly Annals of Entomological Society of Americana Vol. 60, No. 2, p.p. 398-320.



- 68.- Taracena F, y Q Romero 1972 - Prácticas de parasitología Veterinaria 2a. parte apuntes Esc. de Medicina Veterinaria y Zoot. Ciudad Universitaria, D.F.
- 69.- Velasco et-al 1970 - El gusano barrenador del ganado en el sureste de México, Depto. Entomología I.N.I.A., S.A.G. Chapingo, México. Sin publicar.
- 70.- Villaseñor M.A. (S/F) Manual de laboratorio de Diagnóstico- No. 4. La mosca de las gusaneras.- Sanidad Animal. S.A.G. México.