

# Evaluación de cuatro tipos de leche en la dieta larvaria de *Cochliomyia hominivorax* (coquerel)

Andrés Álvarez Jiménez\* / Marcela Ortiz Bolaños\*\*  
Germán Rodríguez Martínez\*\*\*

## RESUMEN

La Comisión México Americana para la Erradicación del Gusano Barrenador del Ganado produce actualmente un promedio de 100 millones de moscas estériles a la semana, para ser enviadas a los centros de dispersión de Panamá, Aruba y Jamaica, en los cuales se espera erradicar al Gusano Barrenador del Ganado (GBG). Por esto, y pensando en los países que en un futuro requieran de estas moscas estériles para la erradicación del GBG, la Comisión México Americana se encuentra en una constante búsqueda de mejoras en el proceso de producción. Para lograr este objetivo cuenta con una unidad de investigación en el departamento de desarrollo de métodos, donde se encargan de mantener la cepa de la mosca y de realizar diferentes tipos de pruebas que buscan mejorar la producción masiva de moscas estériles del GBG. La comisión recibió de la compañía Purina cuatro muestras de sustituto de leche en polvo para su uso en la dieta del Gusano Barrenador (Nodricina 200, Nodricina Premium 20/20, Nodricina Plus 20-20 y sustituto

de leche para becerros), estas se evaluaron en una prueba completa para determinar la existencia de diferencias significativas en el desempeño de la larva en dietas que incluyan a estos componentes. Se realizaron cinco réplicas, con tres charolas de 16 L por tratamiento para un total de 15 charolas por réplica. Midiendo y evaluando los parámetros de la cepa Jamaica 03 del Gusano Barrenador del Ganado para determinar el comportamiento de estos sustitutos en la dieta larvaria, y evaluar la posible utilización de los mismos.

**Palabras clave:** Gusano Barrenador del Ganado (*Cochliomyia hominivorax*), Comisión México Americana para la Erradicación del Gusano Barrenador del Ganado, dieta larvaria, moscas estériles, sustitutos de leche.

\* Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Autónoma de Nuevo León. Asistente departamento del desarrollo de métodos de la Comisión México Americana para la Erradicación del Gusano Barrenador del Ganado.

\*\* Médica Veterinaria Universidad de La Salle. Correo electrónico: marcelaortizvet@yahoo.com

\*\*\* Médico Veterinario Zootecnista Universidad Nacional de Colombia. Correo electrónico: grodriguez@lasalle.edu.co

Fecha de recepción: 1 de abril de 2005.

Fecha de aprobación: 25 de octubre de 2005.

9J 5@ 5H-CB C: : CI F ? -B8G C: A =@?`  
G 6GHH H9G: CF Hk9 @5FJ 5F =9 8=9H C: `.  
7C7<@-CA M5 <CA =B=J CF5L flCEI 9F 9@k

## 56GF57H

The Mexican-American Commission for the Eradication of Screwworm, it is currently producing an average of 100 million sterile flies per week to be sent to dispersal centers in Panama, Aruba and Jamaica, expecting to eradicate the screwworm. For this reason, and thinking of the countries that in a future will require sterile flies to eradicate the screwworm, the Mexican-American Commission is in a constant search of improvements in the production process. To achieve this objective, the commission counts with a research unit in the Methods Development Department, in charge of maintaining the strain of the fly and doing the different tests, looking for the improve of massive production of sterile screwworm flies. The commission received from Purina Company four substitute powdered milk samples to be

used in the screwworm diet (Nodricina 200, Nodricina Premium 20/20, Nodricina plus 20 - 20 and milk substitute for calves), they were evaluated in a complete test to determine the existence of significant differences in the development larvae in diets that include these components. Five replicas were made, with three trays containing 16 liters per treatment, with a total of 15 trays per replica. Measuring and evaluating the parameters of the Jamaica 03 screwworm strain to determine the behavior of these substitutes in the larvae diet, and to evaluate the possible use of them.

**Key Words:** Screwworm (*Cochliomyia hominivorax*), Mexican-American Commission for the Eradication of screwworm, larvae diet, sterile flies, milk substitutes.

## Mejoras en la producción masiva de moscas estériles

La etapa de larva es la más crítica en el ciclo de vida del Gusano Barrenador en el proceso de producción masiva. La calidad de las moscas producidas se determina en forma primaria por la dieta y los cuidados que se dan durante estas etapas donde la mayoría de los productos consumibles, mano de obra, energía e instalaciones que se emplean en la producción en masa, se utilizan para la crianza de las larvas.

Las mejoras en la tecnología de crianza de larvas ofrece las mayores oportunidades para mejorar la calidad de la producción en masa y reducir el costo de manera notoria. Se realizan una serie cambios en la dieta larvaria, desde una dieta inicial de carne, pasando a una dieta de carne más aditivos dietéticos y luego una dieta artificial alternativa llamada dieta hidropónica. Todo esto, con el fin de mejorar el producto final (moscas estériles) asegurando una producción adecuada que cumpla con los parámetros deseados, y que garantice el éxito del programa de erradicación en los países que lo han requerido a través de los años y de los que aún hacen parte de este; así como los países que próximamente se unirán a la iniciativa de erradicación. Es de gran importancia que la mosca liberada se comporte adecuadamente en campo y para esto, es indispensable asegurar una dieta larvaria óptima y cada vez mejor, que le permita desarrollarse adecuadamente en el momento de su liberación.

Actualmente, se producen en promedio 100 millones de moscas estériles a la semana para ser enviadas a los centros de dispersión de Panamá, Aruba y Jamaica, en donde se espera erradicar al GBG (Gusano Barrenador del Ganado, ver Figura 1). Por esto y pensando en los países que en un futuro requieran de estas moscas estériles para la erradicación del GBG, la Comisión México Americana se encuentra en una constante búsqueda de

mejoras en el proceso de producción, e igualmente en la disminución de costos para poder prestar este servicio a la salud humana y animal sin afectar la calidad de la mosca estéril, que finalmente competirá con las moscas fértiles en campo. Para lograr este objetivo cuenta con una unidad de investigación en el departamento de desarrollo de métodos, que se encarga de mantener la cepa de la mosca y de realizar diferentes tipos de pruebas que buscan mejorar la producción.

En este departamento, se prueban los nuevos ingredientes o procesos que se piensan introducir para ser evaluados a menor escala determinando si estos benefician la producción, sin afectar los parámetros establecidos y disminuyendo de igual forma los costos.

Este tipo de procedimientos se realizan cada vez que se quiere implementar un producto y/o procedimiento nuevo en la dieta larvaria o del adulto como papel triturado, fibra de celulosa, gel en polvo, azúcar, miel, sangre fresca, etc. De igual forma, para probar la respuesta del insecto a los cambios nutricionales de la dieta y determinar si los cambios son necesarios o no y si estos se deben realizar para mejorar o para tenerlos en cuenta en un futuro en caso de llegar a presentarse un problema con los actuales proveedores; ya que el proceso de producción no puede verse truncado por un inconveniente de esta índole; debido a que se requiere cumplir con un determinado número de envíos diarios a los diferentes países que así lo necesitan. Pueden existir complicaciones que requieren el cambio de la dieta, entendiendo las necesidades nutricionales del insecto y buscando de igual forma disminuir los costos de producción. La dieta larvaria para la producción masiva de moscas estériles consta de un 6% de harina de sangre, 4% de harina de huevo, 4% de sustituto de leche en polvo, 1,7% de gel en polvo, 0,12% de formol, y un porcentaje restante correspondiente a agua.

Estos ingredientes representan el costo más elevado para la producción larvaria. Es por esta razón que constantemente se reciben muestras de diferentes proveedores para probar productos nuevos.

La comisión recibió de la compañía Purina cuatro muestras de sustituto de leche en polvo para su uso en la dieta del Gusano Barrenador (Nodricina 200, Nodricina Premium 20/20, Nodricina Plus 20-20 y sustituto de leche para becerros). Como existen varios tipos de leche disponibles en el mercado que pueden ser usados en la dieta larvaria, se evaluaron en una prueba completa para determinar la existencia de diferencias significativas en el desempeño de la larva en dietas que incluyan estos componentes. Así como para determinar las diferencias significativas de cada uno de estos parámetros y la importancia de los mismos en el desarrollo de la larva.

El desarrollo de esta prueba le permitió a la Comisión México Americana probar si todos o algunos de los cuatro sustitutos de leche son adecuados o no como ingrediente de la dieta larvaria, al obtener resultados mejores o similares al tratamiento testigo utilizado actualmente (*Calva Fly*), para utilizarlos en un futuro o para ser tenidos en cuenta en la lista de posibles proveedores si se llegara a presentar un problema con el proveedor actual. Si los resultados arrojados en la prueba son aceptables para todos o algunos de los tratamientos, este será tenido en cuenta así no disminuyan los costos de producción. Con el fin de asegurar una óptima producción sin arriesgar la calidad del producto final (moscas del GBG estériles) y buscando así una mejoría del mismo, para cumplir con el objetivo de la Comisión México Americana de erradicar el Gusano Barrenador del Ganado.

A 5F7C H9ÖF=7C'

El término miasis fue utilizado por primera vez en 1840 para referirse a una enfermedad producida por larvas de dípteros que afectaban a los humanos. Definida también como la infestación de animales vertebrados vivos con larvas de dípteros, las cuales viven cierto tiempo en los tejidos y pueden alimentarse de tejido vivo, tejido muerto o líquidos corporales. Se cree que el primer reporte del Gusano Barrenador del Ganado (GBG) se dio en 1825 en Estados Unidos; pero fue descrito hasta 1858 (Coquerel) en una infestación en humanos (Hall, 1991).



Fuente: <<http://www.copeg.org>>

El Gusano Barrenador del Ganado es la larva de una mosca cuyo nombre científico es *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel, 1858). Este parásito es perjudicial en términos de producción y mortalidad para todos los animales de sangre caliente, entendiéndose como tales al ganado vacuno, porcino, ovino, equino, animales silvestres y mascotas; inclusive, el ser humano no se escapa del ataque de este insecto. Es un parásito obligatorio nativo del nuevo mundo que se alimenta de tejido vivo expuesto de los animales, y se encuentra

únicamente en los climas cálidos de América. Aunque en 1988 se encontró en Libia (Norte de África). Este insecto pertenece a la familia *Calliphoridae*, a la que también pertenece la *Cochliomyia macellaria*, (muy abundante en la carroña o tejido muerto), lo que la clasifica como

una especie secundaria que causa menor daño que el GBG. La identificación de estas dos especies es muy importante, ya que suelen ser muy similares. La clasificación taxonómica de *Cochliomyia hominivorax* es la siguiente:

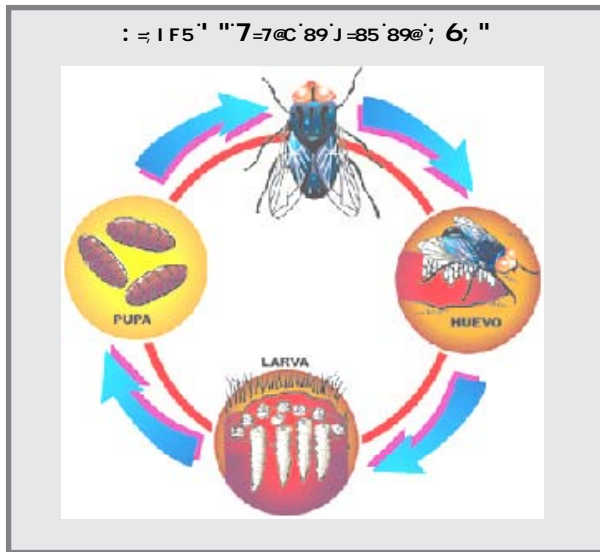
H6@5 %" 7@5G: =757-0B`H5LCBÖA =75"		
<b>REINO</b>	Animal	
<b>FILO</b>	Artrópoda	En este grupo se encuentran los vertebrados con extremidades articuladas.
<b>CLASE</b>	Insecta	Incluye todos los artrópodos con tres pares de patas.
<b>SUB-CLASE</b>	Pter y gota	Insectos con alas.
<b>ORDEN</b>	Díptera	Insectos con un par de alas y otro par modificado que sirve como estabilizador de vuelo (halterios). A este orden pertenecen las moscas y zancudos.
<b>DIVISIÓN</b>	Endopter y gota	Insecto con formación de alas interna. La formación de las alas se inicia en la fase larvaria internamente y se manifiesta completamente en la fase adulta.
<b>FAMILIA</b>	Calliphoridae	Moscas que producen miasis. La mayoría se alimenta de tejido muerto, exceptuando a <i>C. hominivorax</i> , que se alimenta de tejido vivo.
<b>GÉNERO</b>	Cochliomyia	<i>Cochlio</i> (Latín): En forma de espiral o tornillo <i>Myia</i> (Latín): Mosca.
<b>ESPECIE</b>	<i>Hominivorax</i>	Del Latín, devoradora de hombres.

Al igual que otros insectos, tiene cuatro fases o etapas en su ciclo de vida: adulto, huevos, larva y pupa. Los adultos son de color azul verdoso brillante (metálico), ojos de color rojizo anaranjado (ver Figura 2) y en el caso del macho, están unidos (holópticos); en la hembra existe una separación entre ambos ojos (dicópticos). Los machos son

sexualmente activos y pueden copular varias veces en el transcurso de su vida adulta. Mientras que las hembras copulan una sola vez durante su vida y cuando ovipositan pueden poner entre 10 y 1600 huevos (3000 en algunos casos) en tres o cuatro grupos de 10-400 cada uno.



El ciclo de vida de la mosca *Cochliomyia hominivorax* se inicia con el apareo de dos moscas adultas y fértiles (macho y hembra), después de un corto período la mosca hembra comienza a buscar una herida fresca para depositar sus huevos, en los bordes de las heridas, donde se incuban por 12 a 24 horas.



Fuente: <<http://www.copeg.org>>

La larva de primer estadio está lista para salir entre 11-21 horas después de la postura, y se in-

troduce en la herida. Posee dos espiráculos, cada uno con uno o dos orificios respiratorios ovalados extremadamente cercanos entre sí hacia la parte inferior, viéndose en forma de «V». En esta etapa (larva 1) el peritrema no es visible, por lo que es más confiable el uso del esqueleto cefalofaríngeo para su identificación y diferenciación con otras especies. La larva 3 cae al suelo, donde se entierra (pupa), y se convierte en adulta en un período de 5 a 7 días.

La pupa es de color pardo rojizo, tiene forma cilíndrica, redondeada en ambos extremos y mide aproximadamente 10,2 mm de largo por 4,3 mm de ancho.



Existen registros de presos afectados en 1858 en la Guyana Francesa; por este mismo año el Francés Charles Coquerel le da el primer nombre de *Lucilla hominivorax*, para luego ser llamada *Cochliomyia hominivorax*.<sup>1</sup> Melvin y Bushland desarrollaron en 1937 la teoría autocida de supresión de la población del Gusano Barrenador. Los científicos del

<sup>1</sup> Video Conmemorativo 30 Aniversario Comisión México Americana para la Erradicación del Gusano Barrenador del Ganado. 2002.

departamento de agricultura de los Estados Unidos empezaron a trabajar en la solución para erradicar este insecto, y es así como en 1937 el Dr. Edward Knipling propuso que la mosca se podría exterminar introduciendo en la población nativa un gran número de machos estériles.

En 1950, el Dr. Raymond Bushland descubrió que la energía atómica en forma de rayos gama, podría destruir el desarrollo de la gónada de la pupa del Gusano Barrenador. En 1954 una prueba de campo demostró los principios de la erradicación autocida, basándose en el hecho de que en invierno los gusanos barrenadores morían y llegaban hasta el sur de Texas y Florida, se desarrolló la idea de que el programa de erradicación del Gusano Barrenador podría basarse en la técnica de la mosca estéril. (Wyiss, 2002). Debido a la migración de moscas del norte de México a Estados Unidos, se creó en 1972 el acuerdo de *La Comisión México Americana para la Erradicación del Gusano Barrenador del Ganado*, la cual inició como un esfuerzo binacional para erradicar el gusano en territorio mexicano, desde la frontera con Estados Unidos hasta la región del istmo de Tehuantepec.

La planta inició sus actividades en 1976 con una capacidad de producción de 500 millones de moscas estériles, declarando a México libre del Gusano Barrenador el 25 de febrero de 1991.

La cronología de la erradicación del Gusano Barrenador hasta este momento es la siguiente:

- ◆ 1954 Curazao.
- ◆ 1959 este de Estados Unidos de América.
- ◆ 1966 sureste de Estados Unidos de América.
- ◆ 1975 Puerto Rico.
- ◆ 1984 México hasta Tehuantepec.
- ◆ 1991 México hasta la frontera con Guatemala.
- ◆ 1991 Libia.

Luego vino la segunda etapa de la erradicación del GBG en Centroamérica, erradicando Belice y Guatemala el 22 de mayo del 1994. Para continuar con El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá, países que ya han sido declarados libres, a excepción de Panamá, país que es tenido en cuenta como barrera biológica natural, continuando con algunos casos en esta zona de barrera.

Actualmente, la planta productora de moscas estériles del GBG en Chiapas, México, envía pupa al centro de dispersión de Panamá (Comisión Panamá-Estados Unidos para la erradicación y prevención del Gusano Barrenador del Ganado), a Jamaica y a Aruba.

Para que Panamá sea declarado oficialmente libre de Gusano Barrenador a través de la Dirección Nacional de Salud Animal del MIDA se firmó un memorando de entendimiento con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), en el 2003 con el propósito de establecer y ejecutar medidas sanitarias para controlar y/o erradicar enfermedades de animales y gestionar la ejecución de la dispersión de moscas estériles 20 millas náuticas hacia territorio colombiano, con el propósito de concluir la fase de erradicación de este insecto en la República de Panamá, iniciada en 1998. Para ello se incorporaron nuevos vuelos a la dispersión permanente, que se mantiene para el área este de Panamá, que involucra los municipios de Acandí, Unguía, Riosucio y Juradó del Departamento Chocó de la República de Colombia. La cantidad semanal de moscas a liberar, en 8 vuelos, es de aproximadamente 33,3 millones de moscas estériles, de las cuales 28 millones de insectos estériles corresponden a Panamá y 5,3 a Colombia. Se conoce que en Colombia, la mosca del Gusano Barrenador es una especie de amplia distribución, que afecta animales de todas las especies, especialmente los bovinos, pero no existen estudios que cuantifiquen su impacto en la producción animal (costos directos e indirectos).

Actualmente el ICA trabaja en el proyecto titulado: establecimiento y mantenimiento de una zona libre de Gusano Barrenador del Ganado en un área de 200 km desde la frontera con Panamá; con el fin de ampliar la zona de dispersión, motivados por los buenos resultados obtenidos en la zona de frontera donde se dispersan moscas actualmente, proyectado para cinco años. La región a erradicar el Gusano Barrenador del Ganado incluye un área de 5.498km<sup>2</sup> que posee 549.766 hectáreas y tiene 76 municipios en 3 departamentos (41 municipios de Antioquia, 20 de Córdoba y 15 del Chocó). La distancia mínima desde la frontera con Panamá es de 190 km y la máxima es de 265 km en línea recta.

### 9) C@ 7-0B `89`@5`8-9+5`@5FJ 5F=5

La dieta larvaria del GBG, es una modificación de la dieta líquida hidropónica desarrollada por Gingrich (1971) y modificada por Brown y Snow en 1979, donde se manejaron los siguientes porcentajes: harina de sangre 7%, harina de huevo 3%, de leche en polvo sin grasa 3%, y formol al 0,1%, para evitar la descomposición. En 1992, los ingredientes de la dieta tenían un costo aproximado de 80.000 dólares a la semana, para una producción de 250 millones de moscas estériles. Luego de un estudio realizado ese mismo año para reemplazar la leche en polvo por sustituto de leche, hubo una disminución notable en los costos de producción, de unos 6.500 dólares en la semana (39,3%); utilizando el producto *Calva fly*, el cual se continua utilizando actualmente (Friesse, 1992).

La dieta en polvo utilizada por Gingrich, consistía en: harina de sangre, huevo en polvo, leche en polvo y queso *cottage* en polvo, suplementado con sucrosa, en una base de fibra de algodón como soporte. Cuando se modificó en 1979, se buscaba eliminar el queso *cottage* de la dieta, aumentando el porcentaje de harina de sangre. Al realizar este cambio,

durante la fase de experimentación no se tuvo en cuenta nada más que el peso de larva, y aunque la experiencia práctica indicaba que era la dieta óptima, en 1988 David Taylor realizó un estudio, para determinar los mejores porcentajes a utilizar. En este estudio, se determinó que los parámetros que más se afectaban por las diferentes concentraciones de sangre, huevo y leche son: el peso de pupa, supervivencia y fecundidad, pues son los parámetros más críticos de la producción masiva de GBG. Se concluyó que la mejor formulación era: 6% de sangre, 5% huevo y 1,3% de leche (1988). Estos valores han cambiado mucho, conforme han cambiado las necesidades de la dieta y la larva. En 1971, Gingrich afirmó que la leche no puede ser sustituida por huevo, debido a su alto contenido de carbohidratos. El peso de la pupa es un importante criterio en la evaluación de las dietas para la larva (Gingrich 1971; Taylor y Mangan, 1987).

Hoy en día, la dieta larvaria se prepara utilizando gel dietético. Los materiales gelificantes utilizados, sin embargo son muy costosos y notoriamente bioinestables, el desperdicio de la dieta se puede acumular en el medio ambiente y es por esto que recientemente se realizaron estudios que utilizan papel periódico reciclado pulverizado para sustituir el papel periódico de la dieta; estudio que arrojó excelentes resultados en la alimentación de la dieta larvaria. Por otro lado, se logró sustituir la costosa carne de caballo de la dieta de los adultos, manejando dietas con miel que facilitan el manejo y almacenamiento y que recientemente se cambió por azúcar.

Actualmente, la dieta larvaria para la producción masiva de moscas estériles consta de un 6% de harina de sangre, 4% de harina de huevo, 4% de sustituto de leche en polvo, 1,7% de gel en polvo, 0,12% de formol y un porcentaje restante correspondiente a agua.



Desde sus inicios hace 32 años, la planta cuenta con un laboratorio de *Agricultural Research Service* (ARS) quienes trabajan conjuntamente con el departamento de desarrollo de métodos, para realizar las modificaciones necesarias y pertinentes a la dieta en pequeña escala para luego ser introducidas al área de producción masiva. Ejemplo de ello son los estudios realizados en el laboratorio de ARS con la finalidad de reemplazar el costoso gel por fibra de celulosa, que además de ser más económico, es más biodegradable; de igual forma, se ha venido trabajando en la utilización de células sanguíneas animales en vez de harina de sangre, las cuales contienen el 92% de proteína, con lo cual se podrían ahorrar 615 dólares a la semana, sugerido por los entomólogos de ARS, Steven Skoda y Denis R. Berkeville, en Lincon Nebraska. (Mc Graw Hill, 2001)



A 948000; 15

Los cuatro sustitutos de leche (Nodricina 200, Nodricina Premium 20/20, Nodricina Plus 20-20 y sustituto de leche para becerros) fueron probados en aproximadamente 30 litros de moscas de la cepa Jamaica 03.

Debido a que el bioensayo se realizó en un medio controlado, los parámetros de temperatura y humedad están estandarizados para semejar el

medio ideal para el crecimiento de la mosca en condiciones artificiales así:

- ◆ Colonia 75 ° F x 50% HR
- ◆ Oviposición 80 ° F x 80% HR
- ◆ Iniciación 102 ° F x 75% HR
- ◆ Piso I 96 ° F x 60% HR
- ◆ Piso II 90 ° F x 70% HR

El trabajo se realizó en la planta productora de moscas estériles del Gusano Barrenador del Ganado (Comisión México Americana para la Erradicación del Gusano Barrenador del Ganado), ubicada en el municipio de Chiapa de Corzo; Chiapas, a 15 minutos de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, capital del Estado de Chiapas, México; a la orilla del río Grijalva, con una temperatura promedio de 35°C a 40°C entre los meses de marzo a julio, de 25°C a 30°C entre agosto, septiembre y octubre y de 18°C a 27°C entre noviembre y enero. Con una humedad relativa variable de 70% a 88%. La investigación se realizó en el laboratorio de investigación del departamento de desarrollo de métodos de dicha comisión.

Como prueba, se usaron 4 tipos de leche en dieta mezclada individualmente: 1) Nodricina 200; 2) Nodricina premium; 3) Nodricina plus 20-20; 4) Sustituto de leche para becerro Purina; 20-20 y 5) Calva como testigo.

Se realizaron cinco réplicas por tratamiento. Cada réplica consistió de tres charolas de 16 L de cada tipo de leche para un total de 15 charolas por réplica.

La mezcla de la dieta siguió los procedimientos estándar usando leche a una concentración de 4% y gel AQ-400 a lo establecido, junto con los otros ingredientes de la dieta, mezclando cada tipo de dieta por 10 minutos.

Se utilizó el programa de 3 alimentaciones con 2 L a la incubación, 6 L a las 40 horas y 8 L a las 64 horas. Se determinó la viscosidad de la dieta con una muestra por cada tiempo de alimentación y por cada tratamiento.

Se incubaron 3 charolas por cada tratamiento, con 1,0 gr de huevos. Cada charola se colocó en un anaquel modificado para realizar las colectas, realizando 5 réplicas. En la etapa de huevo se determinó el porcentaje de eclosión (1 muestra de 250 huevos por cada tratamiento), el peso de larva de 56 horas postincubación (1 muestra de 100 larvas por cada tratamiento), se colectó la caída larvaria por tratamiento cada 8 horas. Se registraron los pesos y volúmenes totales de larva colectada, y el peso promedio individual de cada larva.

Para pupación se colocó la cantidad de larvas colectadas en aserrín, después de 24 horas, se determinaron los pesos y volúmenes totales de pupa de 24 horas y peso promedio individual de pupas de 24 horas. Después se procedió a cernir la pupa para ser colocada en mallas para esperar la maduración por 5,5 días. Luego se determinó el rendimiento biológico por cada tratamiento, se registraron los pesos y volúmenes totales de pupa de 5,5 días, y el peso promedio individual.

El porcentaje de emergencia de pupa a adulto se determinó, montando una caja de los grupos 5, 8 y 11 de colecta por cada tratamiento separado, contando el número de moscas emergidas y no emergidas.



Los parámetros de larva y pupa fueron analizados con ANOVA y la prueba Tukey's HSD. Utilizando el programa SAS versión 6.1 para Windows.



**H6@5`&`"J -G7CG-858`89`@5`8-9H`@5FJ5F=5**

Tratamiento	INC. (cp)	40 horas (cp)	64 horas (cp)	PROM(cp)*
<b>Nodricina 200</b>	3900,00	4040,00	3940,00	<b>3960,00</b>
<b>Nodricita Premium</b>	3680,00	3840,00	3700,00	<b>3740,00</b>
<b>Nodricina Plus 20-20</b>	4150,00	4290,00	3920,00	<b>4120,00</b>
<b>Sustituto de leche para becerro</b>	5490,00	5690,00	4860,00	<b>5346,67</b>
<b>Calva</b>	4560,00	4800,00	3820,00	<b>4393,33</b>

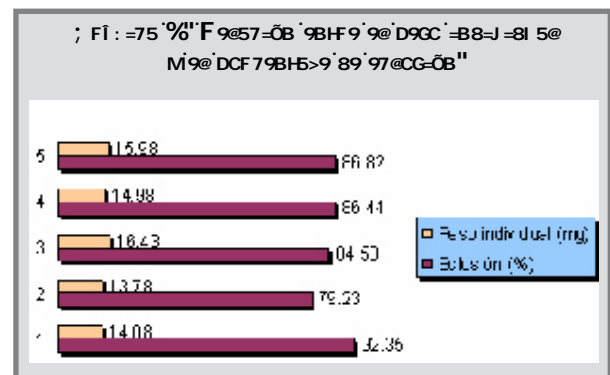
Al medir la viscosidad de la dieta larvaria y promediar los valores de las tres alimentaciones, el tratamiento que registró una mínima viscosidad fue

Nodricina Premium con 3740,0cp y la máxima fue de 5346.6cp para la dieta con sustituto de leche para becerro Purina.

**H6@5`" "DCF79BH5>9`89`97@CG=0B"**

Tratamiento	Eclósión	No Eclósión	Total	(%)
<b>Nodricina 200</b>	<b>292</b>	<b>24</b>	<b>316</b>	<b>92.35</b>
<b>Nodricina Premium</b>	282	74	356	<b>79.23</b>
<b>Nodricina Plus 20-20</b>	313	57	370	<b>84.53</b>
<b>Sustituto de leche para Becerro</b>	303	48	351	<b>86.44</b>
<b>Calva</b>	310	47	357	<b>86.82</b>

El porcentaje de eclósión de huevos, medido por el conteo de huevos eclosionados en una muestra tomada al azar, arrojó el porcentaje más bajo para el tratamiento Nodricina Premium con 79,23%, mientras que el más alto fue para el tratamiento Nodricina 200 con 92,35%.



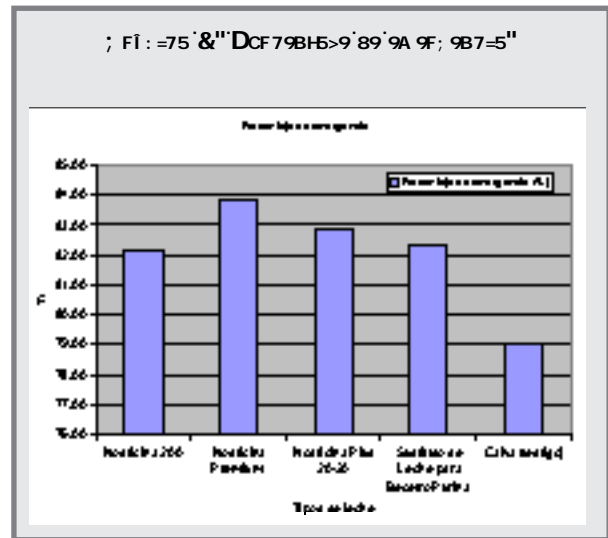
El valor máximo de peso promedio individual para las primeras 56 horas de desarrollo, fue para el tratamiento Nodricina plus 20-20 con un promedio de

16,43mg y un valor mínimo para Nodricina Premium, con 13,78mg de peso promedio individual.

Parámetros (datos de larva)	Tratamiento *				
	Nodricina 200	Nodricina Premium	Nodricina Plus 20-20	Sustituto de leche	Calva
<b>Peso total de larva (kg)</b>	1840.7 ± 114.2 <sup>a</sup>	1669.1 ± 218.3 <sup>a</sup>	1895.5 ± 165.4 <sup>a</sup>	1943.9 ± 160.3 <sup>a</sup>	2100 ± 100.2 <sup>a</sup>
<b>Volumen total de larva (lts)</b>	3118.8 ± 190.0 <sup>ab</sup>	2518.4 ± 289.7 <sup>b</sup>	3071.4 ± 211.7 <sup>ab</sup>	3286.6 ± 241.8 <sup>ab</sup>	3634 ± 170.4 <sup>a</sup>
<b>Rendimiento biológico (%)</b>	48.2 <sup>a1</sup>	47.4 <sup>a1</sup>	53.9 <sup>a1</sup>	53.7 <sup>a1</sup>	57.6 <sup>a1</sup>
<b>Peso promedio individual</b>	52.8 ± 0.3 <sup>a</sup>	53.0 ± 0.8 <sup>a</sup>	55.0 ± 1.0 <sup>a</sup>	54.8 ± 0.4 <sup>a</sup>	55.0 ± 0.5 <sup>a</sup>

Los parámetros de larva (ver Tabla 6) se comportaron así: el valor mínimo de peso total de larvas colectadas por anaquel fue para el tratamiento Nodricina Premium con 1669.1 ± 218.3 kg y un valor máximo para el tratamiento testigo (calva Fly) con 2100 ± 100.2 Kg. No se presentaron diferencias significativas en estos parámetros. El parámetro volumen de larva mostró diferencias significativas para los tratamientos Nodricina 200, Nodricina Plus 20 - 20 y sustituto de leche para becerro.

Los parámetros de pupa de 24 hrs. y de 5,5 días de maduración no presentaron diferencias significativas.



El porcentaje de emergencia más bajo fue para el tratamiento testigo con 72,94%, mientras que el más alto fue para el tratamiento Nodricina Premium con 81,22%.

## 8-G7I G-ÖB

El tratamiento que mayor viscosidad presentó fue sustituto de leche para becerro, con muy buenos parámetros de larva y pupa, así como un rendimiento biológico y porcentaje de eclosión, que más se acercaban al tratamiento testigo.

Es posible que los tratamientos con viscosidades menores se vean más afectados por el mayor gasto energético al que se ve sometida la larva para mantenerse en un medio más líquido. Las viscosidades más altas no afectan tanto su desarrollo, según los resultados encontrados en esta prueba. Tratamientos con menor viscosidad mostraron una eclosión más baja, como es el caso del tratamiento Nodricina Premium con la menor viscosidad, porcentaje de eclosión bajo y rendimiento biológico bajo.

Es probable que una alta eclosión no garantice el desarrollo adecuado de las larvas; en esta prueba se dieron tratamientos con altos porcentajes de eclosión y pesos de larva, pero pesos promedio individual muy bajos, por esto sería bueno buscar porcentajes de eclosión intermedios y no muy altos; ya que al presentarse una mayor eclosión se genera mayor competencia por alimento y espacio, disminuyendo el peso individual de las larvas.

El parámetro de peso promedio individual de larva no presentó diferencias significativas para los cinco tratamientos evaluados. Al relacionar el peso promedio individual de larva con el peso total, los tratamientos más eficientes en este sentido fueron: el sustituto de leche para becerro y el testigo, ya que cuentan con pesos totales altos y pesos individuales aceptables, mientras que los tratamientos Nodricina 200 y Nodricina Premium muestran pesos totales altos o aceptables pero con pesos promedio individual más bajos. Los parámetros de larva no presentaron diferencias significativas, a excepción del volumen de larva, por ser este un valor

subjetivo, como ya se dijo. En los parámetros de pupa de 5,5 días de maduración y 24 horas, no se presentaron diferencias significativas.

El efecto de la proteína y la grasa en la viscosidad, eclosión y diferentes parámetros de larva y pupa no fue muy claro, aunque se podría decir que en esta prueba la proteína tiene un efecto más claro en la viscosidad, donde al aumentar el nivel de proteína posiblemente aumente un poco la viscosidad de la dieta.

El tratamiento sustituto de leche para becerro con la relación grasa-proteína (10%-12%) obtuvo resultados más eficaces en comparación con los demás tratamientos, siendo el tratamiento con el porcentaje de proteína más bajo, que se mantuvo en un nivel bueno y aceptable, inclusive muy cercano al testigo y a otros tratamientos que manejaron niveles de proteína más altos, por lo cual se podría decir que es un tratamiento más eficiente y se podría sugerir la posibilidad de disminuir los niveles de proteína elevados para producir con los parámetros deseados.

Es probable que la colina juegue un papel importante en el rendimiento biológico de la larva como se vio en los tratamientos que la contenían, en esta prueba.

El tratamiento testigo presentó la emergencia más baja, probablemente por algún proceso de descomposición de la dieta larvaria del testigo, por bacterias que ya se adaptaron a ésta sin afectar los demás tratamientos, repercutiendo en la emergencia de pupa, ya que en este estadio se alimenta de las reservas del periodo larvario.

De acuerdo a los resultados arrojados el tratamiento que más se acercó al testigo fue el sustituto de leche para becerro, manteniéndose constante en los parámetros de larva y pupa y uno de los

tratamientos que más se alejó del testigo, fue Nodricina Premium. Por esto se puede decir que el sustituto de leche para becerro puede ser tenido en cuenta para ser utilizado en la dieta larvaria de *C. hominivorax*, ya que, además de acercarse mucho al testigo sin afectar la calidad de la mosca, es el tratamiento más económico de los cuatro sustitutos utilizados en esta prueba con un costo por kilo de \$2.806, mientras que el testigo tiene un costo de \$4.334 por kilo, lo cual le representaría un ahorro para la comisión.

### F 97CA 9B857=CB9G

Es probable que las viscosidades muy bajas afecten más el rendimiento biológico de la larva, mientras que viscosidades un poco altas no la afecten tanto, por esto sería importante hacer énfasis en este parámetro para evitar un retroceso en el proceso de producción. Sería bueno buscar porcentajes de eclosión intermedios y no muy altos, ya que al presentarse una mayor eclosión se genera mayor competencia por alimento y espacio, disminuyendo el peso individual de las larvas. Se podría sugerir la posibilidad de disminuir los niveles de proteína elevados para producir a un menor costo y con los parámetros.

Es probable que la colina juegue un papel importante en el rendimiento biológico de la larva como se vio en esta prueba; por lo tanto, se podrían buscar sustitutos que contengan este ingrediente o adicionarlo como lo postuló Gingrich en sus trabajos. Además, como se deduce de los resultados es

posible que algunas bacterias que ya se adaptaron a la dieta utilizada actualmente estén generando algún proceso de putrefacción, sin afectar los demás tratamientos, repercutiendo en la emergencia de pupa, ya que en este estadio, se alimenta de las reservas del periodo larvario. Por esto sería bueno evaluar la posibilidad de rotar por períodos los ingredientes de la dieta larvaria, para evitar o disminuir los procesos de adaptación de las bacterias así como la mejora de lavado de instalaciones, ya que estos ambientes son muy húmedos y propicios para el crecimiento bacteriano.

El sustituto de leche para becerro puede ser tenido en cuenta para ser utilizado en la dieta larvaria de *C. hominivorax*, ya que además de acercarse al tratamiento testigo sin afectar la calidad de la mosca, es el más económico de los cuatro sustitutos utilizados en esta prueba con un costo por kilo de \$2.806, mientras que el testigo tiene un costo de \$4.334 por kilo, lo cual le representaría un ahorro a la comisión.

Las posibilidades de erradicar el GBG en Colombia son muchas, teniendo en cuenta los buenos resultados obtenidos con la dispersión de moscas estériles en el departamento del Chocó y la posible expansión del área de dispersión, lo que permitirá obtener la experiencia necesaria para erradicar el resto del país, y colaborar para evitar la reinfestación de Panamá y Centroamérica.

6-6@C; F5: N5

- Clagreb, R. *Departamento de Agricultura de los Estados Unidos - USDA, ARS. Estudios Nutricionales: su relación con el desarrollo práctico de dietas para la producción del Gusano Barrenador del Ganado*. Texas: Kerville, 1972.
- Chaudhury, M. «Estrategia por un Mundo Libre de Plagas». *Jaque Mate. Simposium Internacional sobre el Gusano Barrenador del Ganado. 30 Aniversario*. Chiapas: Tuxtla, (2002): 50-52.
- Friesse, D. *Substitution of calf milk replaces for milk in the larval diet of the screw worm*. 1992.
- Gingrich, E. *Media Containing Liquefied Nutrients for Massrearing larvae of the Screwworm*. *Journal of Economic Entomology* 3. (1971): 678-683.
- Hall, M. «Moscas del Gusano Barrenador como agentes inductores de miasis». *Revista Mundial de Zootecnia FAO*. (1991): 18.
- Mc Graw. «USDA-ARS. Squeezing Out Screwworm». *Agricultura Research* 4. 2001.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. «Manual el Control de la mosca del Gusano Barrenador del Ganado». *Cochliomyia hominivorax (Coquerel)*. Volumen 2. *Guía Para la Identificación de las Moscas del Genero Cochliomyia (Diptera: Caliphoridae)*. Roma, (1993): 4-8.
- - -. *The New World Screwworm Eradication Programme. North Africa 1988-1992*. Roma, 1992.
- Rodríguez, G. y Welch, J. *Video Conmemorativo 30 Aniversario Comisión México Americana para la Erradicación del Gusano Barrenador del Ganado*. 2002.
- Spradbery J. *A manual for the diagnosis of screw-word fly*. Australia. (1991) 6-11.
- Wyiss, J., USDA, ARS. «La Historia de la Comisión México Americana para la Erradicación del Gusano Barrenador del Ganado». *Estrategia por un Mundo Libre de Plagas. Jaque Mate. Simposium Internacional sobre el Gusano Barrenador del Ganado. 30 Aniversario*. Chiapas (2002): 40-45.
- www. copeg. org. *Comisión Panamá Estados Unidos Para la Erradicación del GBG, abril de 2005*.