

## PLANTA DE CRIA Y ESTERILIZACION DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO “ING. JORGE GUTIERREZ SAMPERIO”



La planta de producción (Planta Moscamed) esta localizada en Metapa de Domínguez, Chiapas. Expertos del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) participaron en su diseño. Su construcción finalizó en 1979 y por 23 años fue líder mundial en la producción de un promedio semanal de 500 millones de pupas de la mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* Wied., de cepa bisexual (50% machos y 50% hembras).

En los primeros años de la década de 1990 el OIEA desarrolló en sus laboratorios de Seibersdorf una cepa TSL (de Sensibilidad Letal a la Temperatura, por sus siglas en inglés) de *C. capitata* Wied., producto del sexado genético, con la que es factible producir únicamente machos. Son los machos estériles los agentes inductores de esterilidad en campo, las hembras estériles no cumplen ninguna función en este sentido. En 1994 es transferida a Guatemala una cepa TSL para su producción masiva y utilización dentro del Programa Regional Moscamed (EE.UU-Guatemala-México). Con el propósito de también producir solo machos en la Planta Moscamed se determinó importar diariamente, desde noviembre del 2002 y hasta la fecha, huevos de dicha cepa procedentes de la colonia localizada en la Planta El Pino de Guatemala, y de esta forma criar las larvas y obtener semanalmente 500 millones de pupas-macho.

Paralelamente a la implementación de la cría masiva de TSL en la Planta Moscamed, debieron solventarse numerosas y diversas observaciones derivadas de una auditoría ambiental voluntaria requerida por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente de México (**PROFEPA**). El 14 de diciembre de 2009 la PROFEPA otorgó a la Planta Moscamed, dependiente del **SENASICA**, el certificado de “**INDUSTRIA LIMPIA**” con vigencia y refrendo cada dos años, mientras la Planta Moscamed cumpla con la normatividad ambiental vigente. Actualmente se está en espera del tercer refrendo.





### ***Proyecto del SENASICA para construcción de una planta con tecnología actual para producir 1,000 millones de pupas macho de mosca del Mediterráneo cepa TSL***

Un proyecto plurianual del SENASICA tiene como finalidad contar con una planta completa, con capacidad para producir semanalmente 1,000 millones de pupas-macho. Esto es, una planta con su propia colonia de adultos TSL para obtener los huevos necesarios para la producción de machos, en instalaciones apropiadas, modernas, equipadas, construidas bajo la normatividad ambiental vigente, con la que se garantizará la efectividad y eficiencia de la Técnica del Insecto Estéril, que es la base para que la misión del PROGRAMA MOSCAMED continúe con el éxito de impedir que en México se establezca la temible mosca del Mediterráneo.

Con 1,000 millones de pupas-macho por semana se puede contribuir tanto al sostenimiento de la barrera de contención fronteriza Mexico-Guatemala (a densidades de liberación de 1,000 moscas/ha.), mantenida con carácter permanente dada la afluencia migratoria y comercial propia de fronteras abiertas; así como al avance en territorio guatemalteco de un plan gradual de erradicación (2,000-5,000 moscas/ha.) para alejar la plaga de las fronteras mexicanas. Con dicha producción semanal SENASICA también tendrá la autosuficiencia del material estéril requerido para que, en casos de eventos de la naturaleza que desequilibren la actual barrera de contención, se pueda hacer frente a la implementación de planes de contingencia que atiendan la erradicación de brotes de la plaga en el norte de Chiapas, en Tabasco y Campeche, como ocurrió en 1998. Así mismo se cubrirían las necesidades del Dispositivo Nacional de Emergencia para la erradicación de brotes en otros estados de la República Mexicana, tal como el que se presentó en 2004 en Tijuana B.C.

### ***Estatus de la Producción de la cepa TSL en Planta Moscamed***

#### **Transporte a Metapa de huevos de la Planta El Pino, Guatemala**

Desde enero del 2013 la Planta El Pino provee a la Planta Moscamed Metapa 70 litros de huevo por semana (101.5 litros semanales hasta 2012) para la producción semanal de 500 millones de pupas-macho de mosca del Mediterráneo estériles. Los huevos son recibidos diariamente a una temperatura promedio de 14°C dentro de recipientes térmicos (hieleras) con gel refrigerante, contenidos dentro de bolsas de plástico tipo Zip-Lock en una solución ácida.

Desde que se cambió a la producción de únicamente machos, en noviembre del 2002, se han presentado alteraciones del recorrido normal del vehículo que traslada los huevos debido a que el transporte vía terrestre es fácilmente afectado por fenómenos climatológicos y sociales. Los costos del transporte del huevo y de importación del mismo, así como la logística para transportarlos e importarlos diariamente desaparecerían al contar con una colonia de adultos TSL propia (Proyecto del SENASICA para la producción de 1,000 millones semanales de pupas-macho).

## **Formulación de dieta con texturizante de triturado de estructuras secas de plantas de maíz con mazorcas (olotes y granos) y salvado de trigo**

Debido a algunos inconvenientes técnicos que presentaba la dieta larvaria que se utilizaba desde que se implementó la cría de solo machos, formulada con bagazo de caña seco y picado, fraccionado de olote de maíz y salvado de trigo como texturizantes de la dieta, desde el 2007 se realizaron evaluaciones preliminares de otros agentes texturizantes de origen nacional con miras a reemplazar los dos primeros, que eran insumos de importación.

Como resultado de dichas evaluaciones se determinó una nueva formulación de dieta larvaria empleando triturado de estructuras secas de plantas de maíz con mazorcas (olotes y granos), que por su granulometría específica y baja generación de calor, combinado con salvado de trigo, demostró la factibilidad de sostener un buen desarrollo de las larvas de mosca del Mediterráneo para la obtención de pupas de al menos calidad similar a las producidas en ese entonces. La formulación inicial de esta dieta a base de plantas secas de maíz (PSM) ha sido ajustada desde el 2009 para lograr una producción semanal promedio de 500 millones de pupas-macho con una preparación semanal promedio de **39.9 Tons.** de dieta con la siguiente formulación a la fecha: (% en peso): triturado de plantas secas de maíz (**21%**), salvado de trigo (**10%**), azúcar (**12.41%**), Levadura torula (**8%**), ácido cítrico (**1.91%**), nipagín (**0.23%**), benzoato de sodio (**0.34%**) y agua (**46.11%**).

El empleo de esta formulación más fría que la basada en bagazo de caña/fraccionado de olotes/salvado de trigo, conjuntamente con el empleo de charolas plásticas con ventilación en sus cuatro costados, ha permitido mejorar la calidad del insecto producido (ver Control de Calidad).

## **Descripción de los procesos realizados en las diferentes salas de producción**

### **Área de Dietas (Temperatura Ambiente)**



En esta sala se preparan diariamente **5.7 toneladas** de dieta con un pH inicial de 4.0 para cubrir las metas de producción establecidas. La formulación arriba indicada proporciona a las larvas los nutrientes necesarios para su desarrollo.

### **Sala de incubación, preparación y desinfección de huevecillos (25° C – 27° C)**

Los huevecillos tratados térmicamente provenientes de Guatemala son recibidos en planta antes del medio día. En esta sala son desempacados, lavados y dosificados en una proporción determinada, con agua, dentro de botellones plásticos para recibir aireación (incubación) por unas horas, antes de ser sembrados en la dieta a la densidad deseada, en la tarde del mismo día de su recepción.



### Recepción de Dietas (23° C – 25° C)

La dieta recién preparada es recibida en charolas de plástico (5 kilos por charola) y sembrada su superficie con un número promedio determinado de huevecillos por charola. Una vez sembradas, las charolas con dieta se apilan en plataformas rodantes y se cubren con tela de algodón (cubre-pila) y una bolsa plástica para minimizar la infestación por moscas del vinagre *Drosophila* spp. que compiten por el alimento de las larvas de *C. capitata*, y para mantener dentro de cada pila de charolas una humedad relativa alta que evite la desecación de los huevecillos sembrados. Las pilas de charolas así acondicionadas son trasladadas al área de iniciación larvaria.



### Iniciación Larvaria (26°C±1.; 95% H.R.)

Las pilas de charolas con dieta se mantienen durante 48 hrs en esta sala, que provee una condición apropiada para que los huevecillos eclosionen completamente y las larvas neonatas se alimenten adecuadamente durante las primeras horas. Entre 24 y 48 hrs después de ingresar en esta sala, a las pilas se les retiran las bolsas plásticas, dejándoles únicamente la cubre-pila, misma que se retira cuando la dieta alcanza una temperatura determinada, no mayor a 30°C. Al cumplirse 48 horas las pilas son trasladadas a la sala de Maduración Larvaria 1.



### **Maduración Larvaria 1 (24°C±1.; 80 - 90% H. R.)**

La estancia de las pilas de charolas en esta sala es de 24 horas. Cuando pasan a ella prácticamente todos los cubre-pilas han sido retirados. Las larvas en la dieta se mantienen en constante alimentación y crecimiento a una temperatura que ayuda a disipar el calor metabólico que ellas generan. La dieta contiene suficiente agua para permitir que los nutrientes estén disponibles a las larvas. Si es necesario humedecer la dieta para lograr este propósito, se irriga con una solución de 0.05% de benzoato de sodio en agua.



### **Maduración Larvaria 2 (23°C±1; 80-90% H.R.)**

Las pilas de charolas permanecen 24 horas en esta sala para promover el desarrollo larvario. Conforme a la temperatura de la dieta, la distancia entre las pilas de charolas es mayor o menor, regulando de esta forma la disipación del calor que se genera en la dieta. Con el fin de mantener un contenido de humedad suficiente y uniforme en la dieta que permita a las larvas seguir alimentándose adecuadamente, la dieta recibe hidratación con la solución de benzoato de sodio al 0.05 % en agua.



### **Colecta Larvaria** ( $21^{\circ}\text{C}\pm 1$ ; 70 - 80% H.R.)

Las pilas de charolas procedentes de maduración larvaria son trasladadas hacia esta sala, donde son colocadas en anaqueles adecuados para que las larvas abandonen la dieta mediante el salto natural cuando han alcanzado su madurez fisiológica. Con el fin de que las larvas que aún no alcanzan la madurez continúen alimentándose, se realizan hidrataciones de la dieta con la solución de benzoato de sodio al 0.05 % en agua. Las larvas son colectadas en charolas con salvadillo de trigo. Los anaqueles permanecen 3 días en esta sala, tiempo durante el cual las larvas abandonan la dieta. La dieta rendida es desechada previo tratamiento con vapor para matar a las larvas residuales.



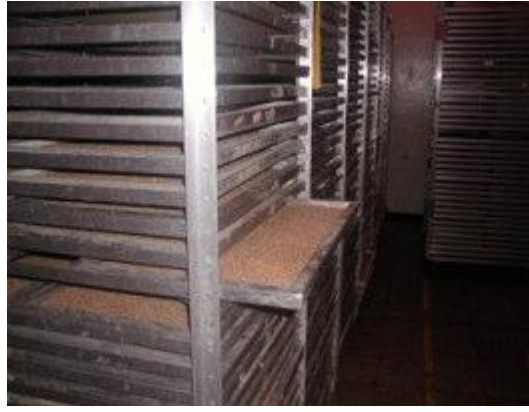
### **Tamizado de Larvas** ( $25^{\circ}\text{C}\pm 1$ )

Las larvas colectadas se tamizan con la ayuda de un equipo apropiado para eliminar el salvadillo de trigo, se pesan y distribuyen en cribas apropiadas para promover su transformación en pupas. Las cribas con larvas son colocadas en anaqueles adecuados que se trasladan a la sala de pupación.



### **Pupación** ( $20^{\circ}\text{C}\pm 1$ ; 60% H.R., Oscuridad)

En esta sala se proporciona a las larvas recién colectadas un ambiente favorable controlado para su transformación al desnudo en pupas. La sala debe permanecer en oscuridad para promover la transformación y reducir el salto y estrés de la larva. Los anaqueles que contienen el material biológico permanecen de 1 a 3 días en esta sala.



### Maduración de Pupas (23°C±1; 60% H.R.)

Los anaqueles con pupas permanecen normalmente de cinco a siete días en esta sala, tiempo en el cual el material biológico alcanza la madurez fisiológica apropiada para recibir la dosis de radiación esterilizante.



### Pintado y Envasado

En esta sala las pupas maduras son teñidas con un pigmento fluorescente que permitirá que las moscas que de ellas emerjan sean diferenciadas fácilmente de las silvestres cuando sean liberadas en el campo y atrapadas en la red de trapeo que opera el Programa. Ya teñidas, las pupas son colocadas en bolsas de plástico para lograr hipoxia (bajo nivel de oxígeno), y posteriormente son colocadas dentro de cajas de cartón (9 bolsas con pupa/caja), antes de ser trasladadas al área de irradiación.



## Irradiación

Las cajas de cartón con pupas teñidas son colocadas dentro de contenedores de aluminio, sobre un riel de rodillos giratorios, para ser empujados uno detrás de otro por pistones neumáticos hasta la sala donde se encuentra la fuente de radiación (cobalto 60) para recibir la dosis de radiación ionizante (125 Gy) aproximadamente 48 horas antes de la emergencia de adultos. Al término de este proceso las pupas estériles son trasladadas en un vehículo refrigerado al centro de empaque y emergencia cercano al aeropuerto internacional de Tapachula, donde emergerán los adultos para posteriormente ser enfriados (adormecidos por frío) y liberados en campo mediante avionetas o helicópteros, según sea el terreno sobre el cual serán liberados los adultos.



## Control de calidad

**Calidad de huevecillos:** Se mide la temperatura de la solución huevo-agua al momento de su recepción en Planta Moscamed y se determina la eclosión del huevo al momento de su recepción, de su siembra en dieta y máxima. Los parámetros de eclosión del huevo normalmente son: a la recepción 0%, al momento de la siembra 10-20% y máxima 45-55%

**Calidad de las larvas y pupas:** Los pesos promedio de larva oscilan en 9.5 - 10.0 mg y los correspondientes a peso de pupa en 7.0 - 7.5 mg.

**Calidad de las moscas emergidas y voladoras post-irradiación:** los valores promedio de emergencia oscilan en 85-90% y los de moscas voladoras en 80-85%. Los de mortalidad de adultos a las 48 horas en 5-25%. Los de tiempo de emergencia en 38-55 hr. y la longevidad en 55 -70 hrs.

**Calidad de los ingredientes de la dieta larvaria y del agua:** Se mide y verifica que los ingredientes de la dieta reúnan las especificaciones físico-químicas y microbiológicas.

**Calidad de la dieta larvaria:** Se verifica el pH, humedad, cargas microbianas al momento de la siembra y al cuarto día.