ISSN 1021-0296

REVISTA NICARAGUENSE DE ENTOMOLOGIA

N° 233 Mayo 2021

MANUAL DEL MANEJO DE CRIANZA DE ZOPHOBAS

Milton Úbeda & Jean-Michel Maes

PUBLICACIÓN DEL MUSEO ENTOMOLÓGICO

LEÓN - - - NICARAGUA

La Revista Nicaragüense de Entomología (ISSN 1021-0296) es una publicación reconocida en la Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (Red ALyC). Todos los artículos que en ella se publican son sometidos a un sistema de doble arbitraje por especialistas en el tema.

The Revista Nicaragüense de Entomología (ISSN 1021-0296) is a journal listed in the Latin-American Index of Scientific Journals. Two independent specialists referee all published papers.

Consejo Editorial

Jean Michel Maes
Editor General
Museo Entomológico
Nicaragua

Fernando Hernández-Baz
Editor Asociado
Universidad Veracruzana
México

José Clavijo Albertos
Universidad Central de
Venezuela

Silvia A. Mazzucconi
Universidad de Buenos Aires
Argentina

Weston Opitz
Kansas Wesleyan University
United States of America

Don Windsor
Smithsonian Tropical Research
Institute, Panama

Fernando Fernández
Universidad Nacional de
Colombia

Jack Schuster
Universidad del Valle de
Guatemala

Julieta Ledezma
Museo de Historia Natural “Noel
Kempf”
Bolivia

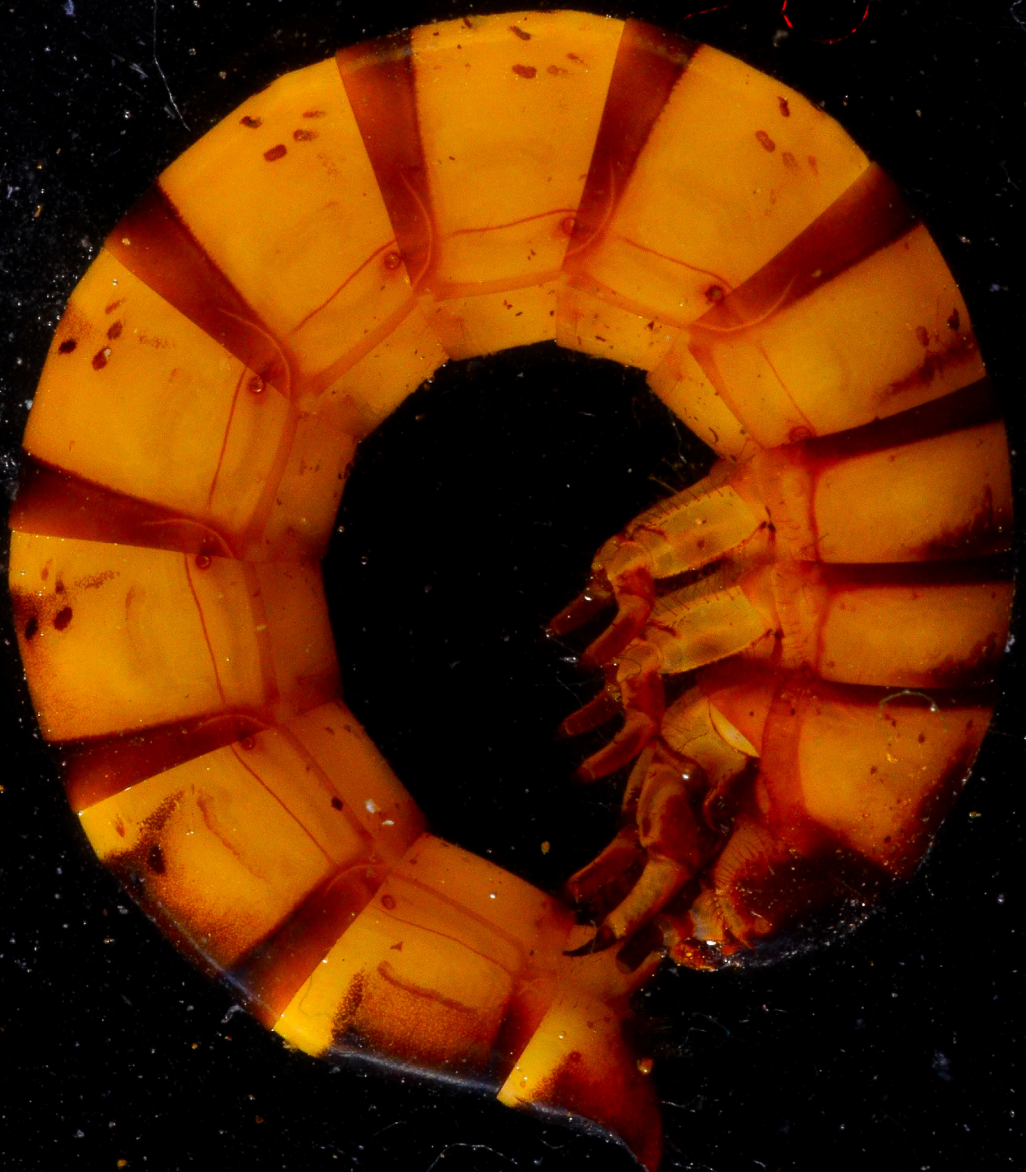
Olaf Hermann Hendrik Mielke
Universidade Federal do
Paraná, Brasil

Foto de la portada: Instalaciones del Centro URKU (Perú) para el desarrollo del Sistema de Crianza de ***Zophobas*** (foto: Milton Úbeda).

MANUAL

DEL MANEJO DE

CRIANZA DE ZOPHOBAS



Manual del manejo de crianza de *Zophobas*

Mayo 2021

Autores:

Milton Francisco Úbeda Olivas
milton.ubeda@gmail.com

Jean-Michel Maes
jmmaes@bio-nica.info

Colaboradores:

Gena del Carmen Abarca
genatortuga@gmail.com

José David Quiroz
josequiroz75@hotmail.com

Alejandra Martínez
martinez.almar0@gmail.com

Gabriela Díaz Juárez
gabdj24@hotmail.com

Daniel Vecco Giove
carvec2@gmail.com

Copyright © Urku Estudios Amazónicos
Jr. Saposoa No 181-Tarapoto, Perú.
Correo electronoco: info@estudiosamazonicos.com
Página web: www.estudiosamazonicos.com

Edición y fotografía:

Milton Francisco Úbeda Olivas

Se autoriza la reproducción parcial de esta publicación consignando la fuente de donde fue obtenida y las referencias originales aludidas en los casos que corresponda.

Portada: Prepupa de *(Zophobas* sp.) fotografiada en el laboratorio del Zoocriadero de Reptiles de la UNAN-Managua, Nicaragua.

Otras colaboraciones

Marlon Díaz Facultad de Ciencias e Ingenierías de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN, Managua).

Esta publicación ha sido posible gracias al apoyo del Departamento de Biología y la Facultad de Ciencias e Ingenierías de la UNAN-Managua, Nicaragua.

La edición ha sido financiada por Urku Estudios Amazónicos Tarapoto, Perú en el marco del proyecto: Desarrollo de tecnologías de producción de alimentos vivos de alta eficiencia para el levante y "destete" de post-larvas de paiche, gamitana y doncella en la Amazonia Peruana. PNIPA –ACU-SIADE-PP-000054.

DOI: 10.5281/zenodo.5338765

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA

UNAN - MANAGUA

PROGRAMA NACIONAL DE INNOVACION EN PESCA Y ACUICULTURA

Museo entomológico de León

INTRODUCCIÓN

La prolificidad es el factor al cual responde el grupo de los insectos, sobrepasando cualquier expectativa, concibiéndole gracias a ello como el grupo más numeroso del planeta (Del Toro *et al.,* 2012). Gracias a la cualidad antes mencionada los insectos apuntan a una alternativa ideal para suplir la demanda de proteína del entorno social en que se vive en la actualidad. Los insectos tienen la capacidad de convertir la ingesta en 50% de harina, mientras que otras alternativas requieren un 80% más para producir 10% de la ingesta (FAO, 2013). Los insectos son una fuente importante de proteínas, en su mayoría los porcentajes superan el 50%. Son ricos en fósforo y proveen numerosos aminoácidos importantes para la síntesis de proteínas y homeostasis de hormonas que participan en procesos vitales (Zanuya & Hawkins, 2007).

De forma tradicional la demanda de insectos se suple gracias a la recolección en la naturaleza, sin embargo la cría de insectos como mini ganadería ofrece una oportunidad para aumentar las ofertas sin poner en riesgo las poblaciones silvestres (FAO, 2013).

La crianza de insectos, en especial los del genero *Zophobas* (Coleoptera :Tenebrionidae) es una actividad que surgió en 1976 para alimentación de animales insectívoros delicados que fueron introducidos a zoológicos para su exhibición (Friedrich y Volland, 1983). Luego se logra producir *Zophobas* para alimentar reptiles (Otero, 1996; Shulte ,1996) y para la alimentación de ranas.

Zophobas sp. tiene la cualidad de ser una especie de ciclo de vida corto y con un periodo de postura relativamente largo. Después de la metamorfosis la hembra copula con los machos disponibles para luego realizar la oviposición de los huevos en un sustrato que permita la alimentación de las larvas. En condiciones de laboratorio las larvas tardan aproximadamente 80 días para alcanzar la etapa óptima de desarrollo. A partir de ese periodo las larvas pueden inducirse a metamorfosis para luego cumplir con su ciclo de vida (Ubeda *et al*., 2020). Las hembras llegan a depositar un gran número de huevos para garantizar la supervivencia de sus crías, debido a que son un potencial alimento para una gran variedad de animales.

La distribución geográfica de las especies de *Zophobas* ha sido alterada debido a su potencial como alimento vivo en zoocriaderos y sistemas de crianza de animales (Schulte, 1996). En la actualidad se promueve su uso con fines de entomofagía y comercialización, por su fácil manejo y alta productividad (Tschinkel & Wilson, 1971).

Las especies de mayor uso en crianza de alimento vivo son *Zophobas morio* (Fabricius, 1775) y *Zophobas atratus* (Fabricius, 1776). Ferrer (2011) menciona que estos dos taxones son dos especies que dan lugar a híbridos (Ferrer, 2011; Tschinkel, 1984). Las sinonimias han dado origen a confusiones. Por ejemplo: *Z. rugipes* (Kirsch) y *Z. atratus* son consideradas especies diferentes. Sin embargo, Tschinkel (1984), considera que son poblaciones de la misma especie

Los *Zophobas* tienen utilidad como alimento vivo para reptiles, artrópodos, mamíferos y aves por su alto contenido proteico, equilibrada composición de nutrientes y buena elegibilidad (Jabir *et al*., 2012; Park *et al*., 2013).

Los imagos de *Zophobas* se caracterizan por presentar antenas gradualmente engrosadas hacia su extremo; miden de 2,5 cm a 3 cm de longitud, presentan color castaño oscuro de aspecto mate o aterciopelado. Se presentan con manchas o color uniforme de un negro profundo. Algunas especies presentan dimorfismo sexual. El género, según Ferrer (2011), se divide en dos subgéneros; *Macrozophobas* (Pic, 1913) y *Zophobas* (Dejean, 1834).

Gracias al apoyo de organizaciones como Urku- Estudios Amazónicos, Museo Entomológico de León y la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua se logró consolidar luego de tres años este documento técnico de uso popular que tiene como objetivo mostrar los mecanismos de manejo para crianza de una de las especies más utilizadas como alimento vivo en la actualidad.

El documento se divide en partes y capítulos de acuerdo a las fases de trabajo y manejo de la especie, así como un orden cronológico del desarrollo de las actividades para facilitar el aprendizaje del lector.

CONTENIDO

Introducción

PARTE I
Biología de *Zophobas*

Capítulo. 1

Introduciéndonos a la biología de *Zophbas*

¿Qué son las *Zophobas*?.....1

Ciclo de vida de *Zophobas*.....1

Hábitat en estado natural.....2

Distribución.....2

PARTE II
Introducción al manejo de *Zophobas* spp.

Capítulo. 2

¿Por qué usar *Zophobas* como alimento vivo?

Ventajas de *Zophobas* como alimento vivo.....4

Desventajas de la especie como elección de alimento vivo.....3

Inconvenientes desde el punto de vista de manejo de la crianza de *Zophobas*.....5

Opinión y experiencias de productores de especies similares.....7

Experiencia de crianza de *Zophobas* en el Centro Urku, Perú.....9

PARTE III
¿Cómo manejar un criadero de *Zophobas?*

Capítulo. 3

¿Que necesitas para empezar a criar *Zophobas*?

Condiciones de crianza para *Zophobas*.....12

Elección del sistema de producción..... 13

Sistema de crianza intensivo.....13

Unidades de producción del sistema intensivo de *Zophobas*.....13

Materiales para empezar una crianza intensiva 14

Sistema de crianza semi-intensivo.....15

Materiales para empezar una crianza semi-intensiva de *Zophobas*.....16

Descripción de materiales elementales de un sistema de crianza 16

Capítulo. 4

Primeros pasos en la crianza de *Zophobas*

Selección del sustrato.....

Humedad y condiciones de crianza 20

Seguridad de la crianza de larvas.....21

Temperaturas del sustrato.....21

Cuidados importantes.....22

Capítulo. 5

Manejo de progenitores

Descripción del proceso de manejo de progenitores....23
Materiales necesarios....24
Selección de pie de cría....24
Técnicas de sexado y relación óptima de hembras y machos....24
Descripción del sexado....25
Período de maduración de imagos....27
Periodo de postura....27
Recambio de unidades de producción y cuidados importantes....28
Rotulacion y registro de otras variables importantes 29
Rendimientos óptimos del stock....29
Alimentación y humedad....30
Recomendaciones....30

Capítulo. 6

Manejo de larvas

Manejo de larvas....31
Pre-engorde y engorde....31
Suministro de humedad al sistema....31
Alimentación y cuidados....32
Elección de alimentos....33
Plan de alimentación en las primeras seis semanas....33
Estudio de los métodos de alimentación y rendimientos 34
Alimentación y cuidados....34
Enfermedades y otras complicaciones de la crianza de Zophobas en climas tropicales....36

Capítulo. 7

Engorde

Descripción del proceso....39
Cuidados....39
Plan de alimentación....39
Aprovechamiento de larvas y edad óptima 41
Conteo de larvas....41

Capítulo. 8

Proceso de inducción de metamorfosis para obtener una nueva generación

Descripción del proceso....42
Materiales necesarios 42
Procedimiento para inducir la metamorfosis 42
Técnica de inducción de metamorfosis.... 44
Sexado de las pupas....46

PARTE I

Biología de *Zophobas*

CAPÍTULO 1
Introducción a la Biología de *Zophobas*

¿QUÉ SON LAS *ZOPHOBAS*?

Zophobas son insectos del orden Coleoptera. Es el orden más grande de la clase Insecta y representa un tercio de las especies de insectos conocidos. Es importante saber que las *Zophobas* no son chinches como erróneamente se les llama por su apariencia y olor. Todas las *Zophobas* pertenecen a una familia de insectos llamada Tenebrionidae, por tal razón en algunas fuentes bibliográficas se les menciona como tenebrios. Los adultos tienen un tamaño promedio de 2,4 cm para los machos y 2,6 cm las hembras.

Presentan estadíos a lo largo de su vida, por ende, en este documento se habla de larvas y escarabajos ocasionalmente. Los estadíos o fases son obligatorios en el ciclo biológico de esta especie, sin embargo en cautiverio es importante inducir alguno de ellos.

FOTO 1 Espécimen de *Zophobas* en estado de pupa.

FOTO 1-2 Especímenes de *Zophobas* en estadío final o imago.

CICLO DE VIDA DE *ZOPHOBAS*

El ciclo de vida de las *Zophobas* cuenta con cinco etapas; huevo, larva, pupa e imago. El ciclo comienza cuando un saco de huevos es depositado por una hembra en un sustrato óptimo. Los huevos empiezan a eclosionar una semana después de haber sido depositados. De los sacos de huevos surgen larvas que miden escasamente 5 a 6 milímetros de longitud.

A partir de este momento las larvas comienzan su etapa de engorde, se alimentan de frutas, vegetales, granos secos, carne y en ocasiones canibalizan, debido a que en este lapso la larva necesita ganar peso y tamaño.

Cuando la larva alcanza los 60 días o bien los 4 a 4,5 cm de longitud mínima entran a la madurez, momento que indica que la larva esta lista para iniciar el proceso de metamorfosis que consiste en buscar un lugar seco y seguro donde se alojará para empupar.

Posterior a los 4 días de aislamiento se inmovilizan y aumentan de grosor; etapa llamada pre-pupa. De 8-12 días de haber alcanzado la etapa prepupal se convierten en pupas (**FOTO 1**). Las pupas son de color blanco y a medida que pasa el tiempo se tornan color café. Las pupas permanecen en este estadío durante un periodo aproximado de 10 a 12 días para despúes convertirse en un escarabajo joven de color blanco que va adquiriendo lentamente un color marrón claro indicando el final de la metamorfosis. Al escarabajo en esta etapa se le llama imago o adulto. La metamorfosis demora de 16 a 24 días (Úbeda *et al*., 2020). Posterior a la metamorfosis los adultos comienzan a morir paulatinamente durante los meses que siguen.

Para mayor detalle ver **FIGURA 1-1**, posteriormente en el capítulo 8 se explica con mayor detalle los aspectos de la metamorfosis.

FIGURA 1-1 Ciclo de vida de las *Zophobas* en sistemas de producción. (1) Sacos de huevos adheridos a la esponja. **(2)** Larva de *Zophobas* de una semana de edad. **(3)** Grupo de larvas de 30 días de edad iniciando el periodo de engorde. **(4)** Estado pupal del ciclo. **(5)** Imago o última fase del ciclo de vida de *Zophobas*.

HÁBITAT EN ESTADO NATURAL

Los escarabajos del género *Zophobas* comúnmente habitan bajo la corteza de árboles o en cúmulos de madera podrida (Otero, 1997). También pueden encontrarse en el guano de murciélago y basura orgánica (Tschinkel, 1984) y, en casos particulares se suelen avistar algunos especímenes adultos en bodegas de almacenamiento de granos, principalmente maíz (Tschinkel, 1984). Este animal por su naturaleza prefiere sitios oscuros y frescos. Su mayor actividad la presenta en la noche.

DISTRIBUCIÓN

Al ser especies comunes de la familia Tenebrionidae es posible que hayan colonizado una gran diversidad de hábitat y ecosistemas naturales en muchos países (Tschinkel, 1984). La clasificación de este grupo taxonómico resulta ser confusa hasta el punto de considerarse una súper-especie, o una especie en vía de especiación, compuesta de un gran número de poblaciones de la misma especie, pero con cierta variación en forma, tamaño y color (Endler, 1977). La distribución actual de *Zophobas* ha sido alterada por la acción humana (Ferrer, 2000) por ello y la falta de estudios de fundamentos filogenéticos se limita a tratarlas como *Zophobas* sp. sin definir especies.

Hoy en día esta especie está ampliamente distribuida por los trópicos, desde México, Belice, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica hasta Sudamérica y parte de la India (Tschinkel, 1984).

FOTO 1-3 Grupo de individuos de *Zophobas* en ambiente natural .

PARTE II

Introducción al manejo de *Zophobas*

CAPÍTULO 2

¿Por qué usar *Zophobas* como alimento vivo?

FIGURA 2-1 Comparación de los dos tipos de alimento vivos de uso cosmopolita. A la izquierda gusano molinero en estado larvario y a la derecha larvas del súper gusano rey o *Zophobas*.

VENTAJAS DE *ZOPHOBAS* COMO ALIMENTO VIVO

Es de gran importancia utilizar alimentos vivos con altos valores de proteína y humedad en los ciclos de crianza de animales con dieta a base de insectos. Estos alimentos suplen las necesidades nutricionales de los animales insectívoros en un Zoocriadero, aunque sean dependientes de otras dietas. Ejemplo, en el zoocriadero de Reptiles de la UNAN-Managua se crían tortugas e iguanas verdes. Sin embargo, aunque estas especies no sean principalmente insectívoras, semanalmente se le proporciona *Zophobas* como complemento nutricional. Sin duda en un sistema de crianza es mejor criar *Zophobas* que *Tenebrio molitor* u otras especies similares, debido a que la producción es acelerada, las larvas son ricas en grasas y humedad; aunque estas contengan altas concentraciones de quitina las hacen casi indigeribles, pero en concentraciones racionadas es un alimento excelente (Botanical -Online.SL, 2015).

Otras ventajas conocidas de usar este alimento es que tiene buena movilidad y altos valores de proteínas que oscilan en 49,11% (Ramos-Elorduy *et al.*,2010). El alto contenido en fósforo de las larvas ingeridas estimula el metabolismo, disminuyendo la mortalidad en recién nacidos; su elevada proporción de proteína promueve la formación de anticuerpos y la rápida cicatrización de heridas; posee una significativa digestibilidad proteínica; combate el "estrés" y aburrimiento de los comensales.

Los insectos poseen larvas muy limpias debido a su alimentación y método de producción, por ello no portan enfermedades, es decir son inocuas y en síntesis, se pueden utilizar como el alimento ideal (Ramos-Elorduy *et al*., 2010).

El ciclo biológico largo y oviposición diaria hacen posible un manejo sin riesgo de disminución de las producciones a largo plazo, asegurando así una producción diaria de larvas en función de la necesidad de los animales que se pretenden alimentar, pudiendo así diseñar un tamaño de cultivo según los requerimientos.

DESVENTAJAS DE LA ESPECIE COMO ELECCIÓN DE ALIMENTO VIVO

El "Zophobas o súper gusano rey" como es comúnmente conocido no puede constituir el cien por ciento de la dieta de un sistema de crianza; por su alto contenido de grasa, quitina y mala relación calcio-fósforo (Botanical -Online SL, 2015). A largo plazo, su uso continuo puede ocasionar problemas de digestión y obesidad en los animales alimentados.

Las larvas de esta especie cuando son irritadas como respuesta liberan un líquido blanco amarillento que a menudo es apestoso y desagradable para los depredadores, lo cual puede afectar su elegibilidad.

El imago de *Zophobas* no tiene ninguna utilidad debido a su cuerpo duro y quitinoso, por tanto, resulta desagradable para los animales que intentan devorarlo.

Por esta razón se recomienda alimentar con las larvas, pero si los comensales prefieran presas muertas se les puede alimentar con pupas.

Otro inconveniente que presentan las *Zophobas* es que poseen mandíbulas grandes, que usualmente causan daño a los comensales. Ante tal desventaja se recomienda cortar las cabezas de las larvas antes de suministrarlas. Es muy útil esta práctica cuando se alimentan ranas, pero no resulta operativa cuando la ración de larvas es grande.

Las larvas de *Zophobas* suelen canibalizar en condiciones sub-óptimas de densidad, temperatura, humedad y alimentación, por ello se recomienda hacer desdobles; estos consisten en dividir el grupo de larvas de la unidad de producción en partes de menor densidad para evitar pérdidas

Súper Gusano Rey
Zophobas Spp.

Gusano Molinero
Tenebrio molitor

FIGURA 1-2 Cualidades de las larvas de *Tenebrio* y *Zophobas*. Muchas características desventajosas de una especie pueden ser retribuidas por la otra. Los neonatos o especies insectívoras pequeñas suelen tener dificultad para ingerir larvas de *Zophobas*; algunos anfibios pueden ser lacerados por las fuertes mandíbulas de las larvas de *Zophobas*. La alimentación de peces, ranas y neonatos de iguanas y tortugas dulceacuícolas con larvas de *Tenebrio molitor* puede resultar más eficiente.

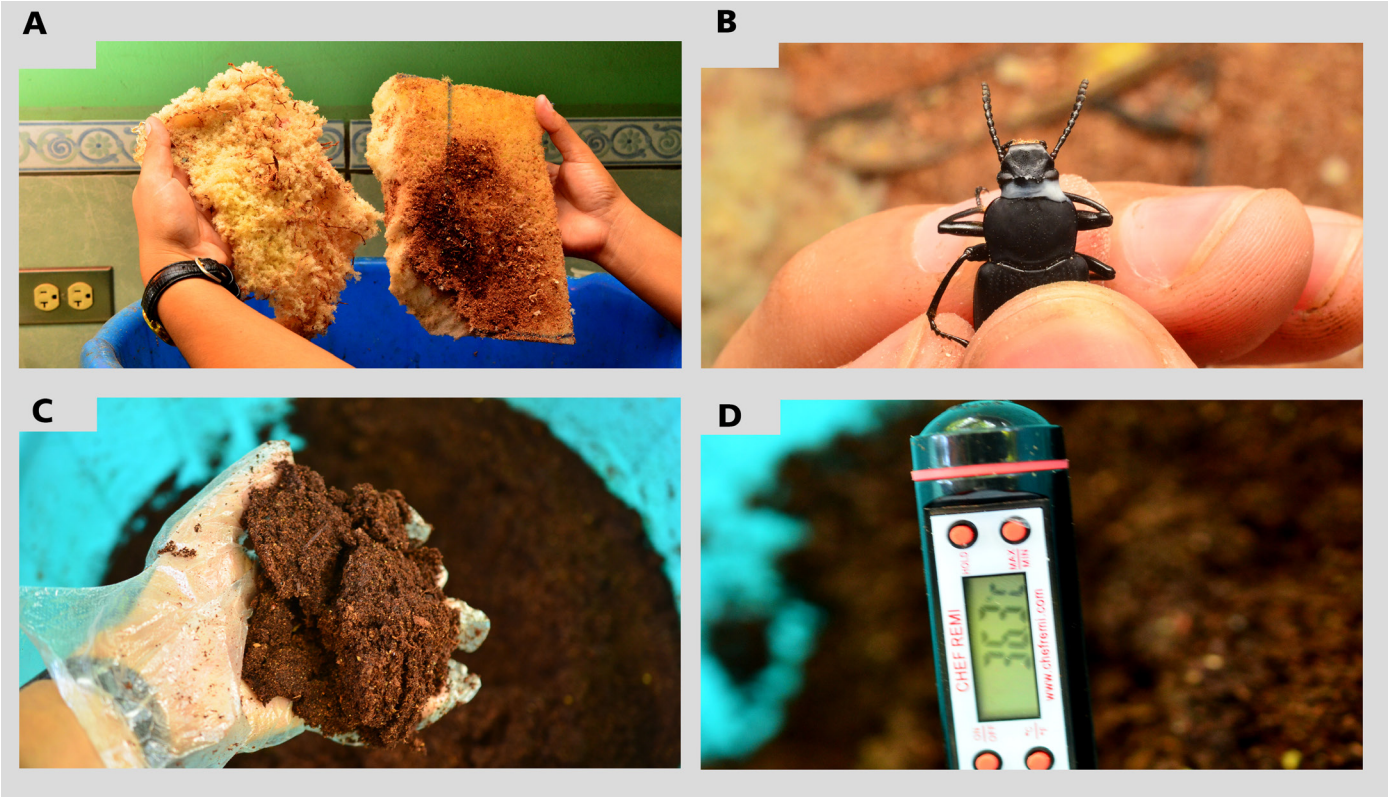


FIGURA 1-3 Inconvenientes que suele presentar el manejo sistemas de crianza de *Zophobas*. (A) En condiciones de crianza las larvas de *Zophobas* sp. se alimentan de materiales sintéticos. **(B)** Líquido que exudan los adultos de las especies del género *Zophobas* que resulta cáustico y además emana olor fuerte y característico. **(C)** Uno de los problemas frecuentes con los sustratos es la solidificación. **(D)** la saturación de líquido en el sustrato genera aumento gradual de la temperatura por efectos de la fermentación.

INCONVENIENTES DESDE DEL PUNTO DE VISTA DEL MANEJO DE LA CRIANZA DE *ZOPHOBAS*

En este capítulo se abordaran algunos de los inconvenientes frecuentes, pero que requieren mayor atención por parte del criador, principlamente enfocados al manejo del criadero y a los problemas que se generan por una mala alimentación, un mal manejo de la humedad en el sistema y/o una pésima elección de los materiales.

Las *Zophobas* cuando están inmersas en un sustrato a base de celulosa (aserrín) son demandantes de mucho alimento después de las 6 semanas de edad. Posterior a los 36 días de edad se tornan animales devoradores de casi todo lo que se les proporciona como alimento e inclusive algunos de los materiales que se usan para suministrarles agua pasan a ser parte de su dieta. Esto es una desventaja, pero la puedes convertir en una ventaja cuando se tiene excedentes de alimentos en la cocina, que sin duda pueden ser usados para alimentar las hambrientas larvas.

Se debe tener especial precaución cuando se suministra agua a las esponjas y esta se acumula en el fondo, provocando así, un exceso de agua. Además, podría llegar a solidificar el sustrato e interrumpir la aireación.

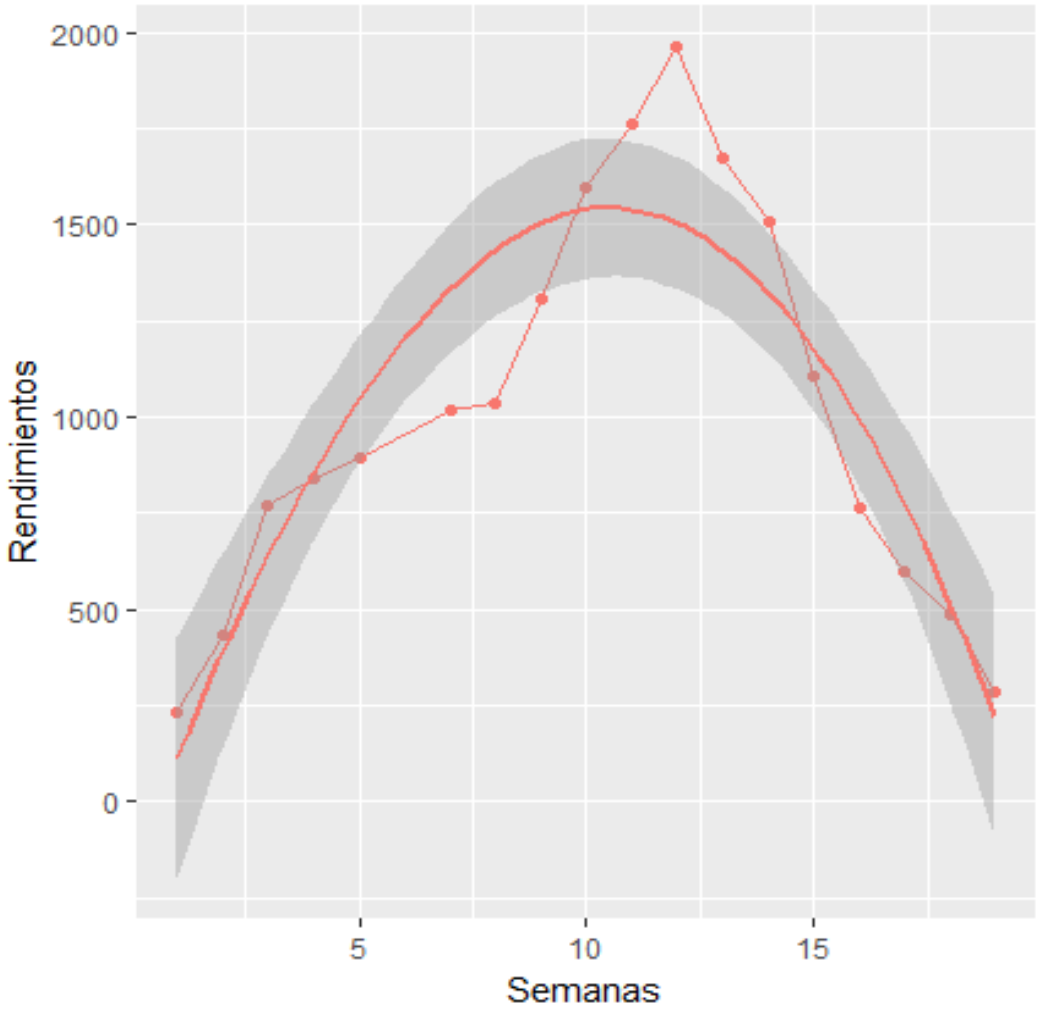
Esta condición se da cuando muchos alimentos con alto contenido de humedad se descomponen liberando lixiviados al sustrato. Otra razón por la cual se debe tener mucha precaución al alimentar a las larvas con alimentos húmedos, es porque estos atraen con frecuencia a las moscas y otros vectores que posteriormente ponen sus huevos en el sustrato o la fruta en descomposición. Este problema es incómodo, pero se puede evitar proporcionando dietas a base de alimentos secos como concentrados.

También se puede identificar e impedir este problema haciendo inspecciones del sustrato de manera periódica y controlar la humedad agregando más sustrato a la unidad de producción.

Requiere especial atención el tipo de sustrato que se va utilizar en la crianza, cuando el sustrato proviene de aserraderos es recomendable cerciorarse que este no provenga de maderas tóxicas o muy resinosas.

Nunca se debe usar sustrato que provenga de plantas coníferas, debido a que la resina afecta los huevos, provocando que el rendimiento sea mínimo.

En cuanto a los progenitores, siempre se debe estar pendiente de la edad, debido que estos reducen su vitalidad después de 12 semanas de ovoposición (Otero, 1997). Por lo tanto se debe renovar constantemetne el plantel de progenitores. Lo anterior podría resultar contraproducente debido a que la obtención de progenitores es un proceso lento que requiere mucha atención, pero que es necesario. En los próximos capítulos se aborda la temática con más detalle.



NOTA Recuerda que los valores de rendimientos pueden variar en dependencia de la proporción de progenitores, la calidad y disponibilidad de alimento suministrado. El desgaste empieza a partir de las semanas 10 a 15 aproximadamente.

NOTA La parte oscura del gráfico muestra la tendencia del desgaste. La línea roja continua, muestra las desviaciones estándares de los valores medios del experimento.

FIGURA 1.4 Rendimiento promedio de los progenitores medido en cantidad de larvas por unidad de producción. El stock de escarabajos progenitores decrece el rendimientos de ovoposición a partir de la semana 12 a 15 de vida. Estos valores pueden variar en dependencia de la calidad y disponibilidad de alimentos, sin embargo, el espectro de los rendimientos seguirá la misma tendencia. Estos valores se obtuvieron de una muestra de 75 escarabajos entre ellos 40 hembras y 30 machos.

OPINIONES Y EXPERIENCIAS DE OTROS CRIADORES DE LARVAS

Es importante mencionar que los criadores desarrollan y modifican los sistemas para obtener mejores rendimientos de producción adaptados a las necesidades que se requieran suplir o mejorar, por ello constantemente los sistemas son objeto de modificaciones e integración de técnicas adecuadas a cada región, espacio y demandas, dando lugar a un proceso de innovación aislado. No sería extraño que cada sistema de crianza de la región sea diferente a la idea original planteada en este documento.

Esta sección tiene el objeto de mostrar y documentar el conocimiento basado en la experiencia de otros criadores de larvas que han logrado crear sistemas que se consideran modelos y de esa manera aportar al diseño de un sistema integral y efectivo de crianza para todas las partes interesadas.

Por ejemplo: el doctor Sacasa (Fundador y Director del Zoológico Nacional de Nicaragua) diseñó cajones de madera forrados con lámina metálica, que sin duda son de los mejores diseñados para criar larvas. El sistema de repisas permite ahorrar espacio y facilitar actividades tales como alimentación y extracción. La lámina metálica evita la fuga de larvas y mejora la durabilidad de la unidad de producción.

FOTO 1-4 Unidad de producción intensiva del Zoológico Nacional de Nicaragua. Se aprecia el sedazo protector.

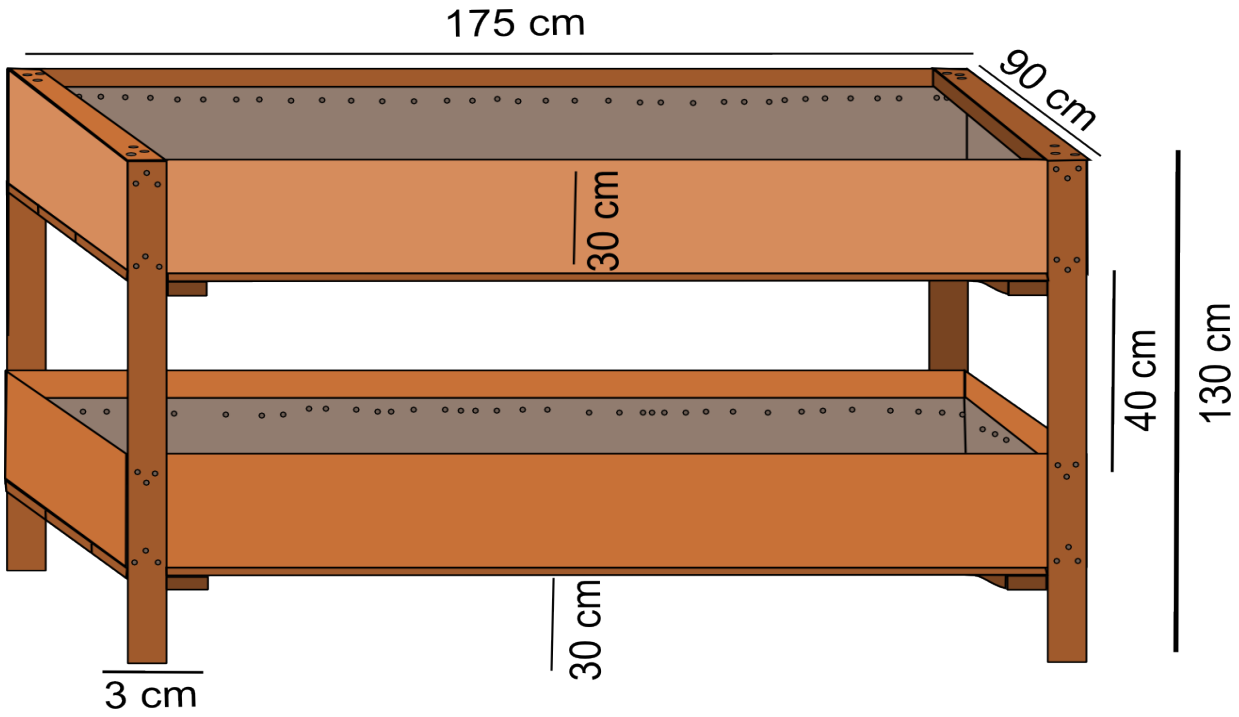


FIGURA 1-5 Unidad de producción Intensiva del Zoológico Nacional de Nicaragua. Este es el diseño de una unidad de producción del Zoológico Nacional y que genera excelentes resultados en términos de producción. Esta unidad aprovecha muy bien el espacio vertical, facilitando actividades tales como el suministro de alimento y revisión. Se reconoce que el diseño fue elaborado por el Doctor Sacasa director del Zoológico Nacional.

El Zoológico Nacional de Nicaragua es uno de los lugares donde se ha logrado obtener mayor experiencia en el manejo de *Zophobas* en el país. En este sitio se suple la demanda de alimento de muchas especies de aves y algunos mamíferos de hábitos insectívoros que se encuentran en cautiverio.

A pesar de que las bases de la experiencia se obtuvieron del zoocriadero de la UNAN-Managua, se ha optado por un sistema diferente de crianza. Este sistema de cría se clasifica como intensivo y presenta algunas modificaciones a la idea general que se plantea en este documento.

La encargada de la sección de alimento vivo mantiene a los progenitores en bandejas con tapas, donde estos depositan sus huevos durante 8 a 10 días, posteriormente se espera que las larvas eclosionen y crezcan unos milímetros y para después trasladarlas junto con el sustrato a los cajones donde será su posición final.

En los cajones se desarrollan las larvas hasta el final del ciclo de producción. Esta técnica es también usada por otros lugares y da muy buenos resultados, así como mejor control de la longevidad y productividad del stock de progenitores.

La Licenciada María José Méndez ha trabajado por más de 13 años para el Zoológico Nacional. Desde el 2011 fue la responsable de producción de alimento vivo, especialmente larvas de *Zophobas*.

María José afirma que criar larvas para un gran número de animales del zoológico es un trabajo duro, que requiere conocimiento, atención y dedicación. "Los criaderos no se pueden descuidar por mucho tiempo, descuidar la crianza y la humedad y otros factores propicia altas tasas de mortalidad que se manifiesta en pérdidas cuantiosas".

Bajo su cargo, el criadero de larvas del Zoológico Nacional hasta el momento no tuvo mortalidad causada por algún agente patógeno infeccioso y afirmó que los mayores enemigos de las producciones de larvas son las ratas y ratones de bodega que se devoran todo a su paso, por tal razón los cajones deben de estar siempre protegidos con cedazo o malla fina (Com. Pers.).

Datos tomados de entrevista realizada el 28 enero del 2018.

FIGURA 2-2 Vista ventral y dorsal de *Zophobas* criadas en el Centro Urku en la ciudad de Tarapoto 2019. Todas las especies criadas en cautiverio muestran mucha similitud.

EXPERIENCIA DE CRIANZA DE *ZOPHOBAS* EN CENTRO URKU, PERÚ

La FAO recomienda el consumo y la producción de insectos como alternativa razonable para conservar la naturaleza, debido a que la demanda sin la recolección de especies en estado silvestre es un reto. Ante esta situación se vio la necesidad de diseñar un sistema de crianza en condiciones controladas, puesto que, criar insectos es sencillo y trae consigo muchas ventajas con respecto a la crianza de otros grupos de animales. El Centro Urku pretende llevar a cabo esta práctica para provisionar como alimento vivo a especies de peces de acuario y probar su eficiencia como súper alimento para la alimentación de fauna silvestre en cautiverio, considerando modelos matemáticos y tecnológicos para controlar la producitividad de las crianzas bajo condiciones controladas.

FOTO 2-1 Sistema de crianza de insectos del Centro URKU. Voluntarios realizando el pesaje de las larvas.

FOTO 2-2 Instalaciones del Centro URKU para el desarrollo del Sistema de crianza de *Zophobas*. Las condiciones del sistema se basan en las características climáticas de la Amazonía peruana. Las unidades de producción son cajas plásticas habilitadas con tapas cubiertas de malla o tela de red para evitar la proliferación de otras especies de insectos colonizadores.

FOTO 2-3 Desinfección de unidades de producción. Después de cada uso las unidades de producción deben ser lavadas con agua caliente para desinfectarlas y evitar la presencia de ácaros.

FOTO 2-4 Sistema de crianza de *Zophobas* sp. instalado en clima amazónico. Sistema de crianza instalado en la en la zona periurbana de la ciudad de Tarapoto, Perú.

FOTO 2-5 Sistema de crianza de *Zophobas*. instalado en clima amazónico. Sistema de crianza instalado en el Centro Urku ubicado en la Zona de Amortiguamiento del Área de Conservación Regional Cordillera Escalera ubicada en la ciudad de Tarapoto.

PARTE III

¿Cómo manejar un criadero de *Zophobas*?

CAPÍTULO 3

¿Qué necesitas para empezar a criar *Zophobas*?

CONDICIONES PARA HACER LA CRIANZA DE *ZOPHOBAS*

Uno de los aspectos importantes por considerar en un criadero de *Zophobas* es la temperatura. Para la crianza de este insecto es necesario garantizar condiciones que oscilen en un rango de 24 a 34 grados centígrados (°C) y una humedad relativa del 54 al 70 % (Botanica-Online.SL, 2015). En el Zoocriadero de Reptiles de la UNAN-Managua se crían *Zophobas* a una temperatura de 29 °C a 32 °C y una humedad del 60%. Hasta el momento, este criadero ha funcionado perfectamente bajo estas condiciones.

Para criar *Zophobas* es suficiente contar con un espacio, materiales de producción, aislamiento de la lluvia y depredadores. También es importante controlar las condiciones ambientales, las cuales pueden fluctuar dentro de un rango recomendado para así, garantizar una crianza con buenos resultados.

Durante el proceso de crianza de *Zophobas*, la exposición a la lluvia, el viento y a fluctuaciones drásticas de temperatura suelen provocar problemas en la producción. Por ejemplo, el exceso de humedad es uno de los enemigos principales de las larvas de *Zophobas*, pues los hongos e insectos atraídos por el exceso de líquido de los alimentos húmedos pueden causar mortalidad en las larvas.

También es muy importante proteger a las larvas e imagos de *Zophobas*, ya que son atractivos para los depredadores, como aves, ratas, ratones, lagartijas e incluso otros insectos. Suele ocurrir que las aves depredan los progenitores y grandes cantidades de larvas, por ello se recomienda siempre mantener las crianzas bajo techo y protegido con malla o cedazo.

FOTO 3-1 Sistema semi-intensivo en interiores. Sistema de crianza en la selva amazónica peruana, Tarapoto 2019.

NOTA: El forro de plástico negro impermeabiliza la madera. Evita la fuga larvas y progenitores por las ranuras y espacios entre las tablas.

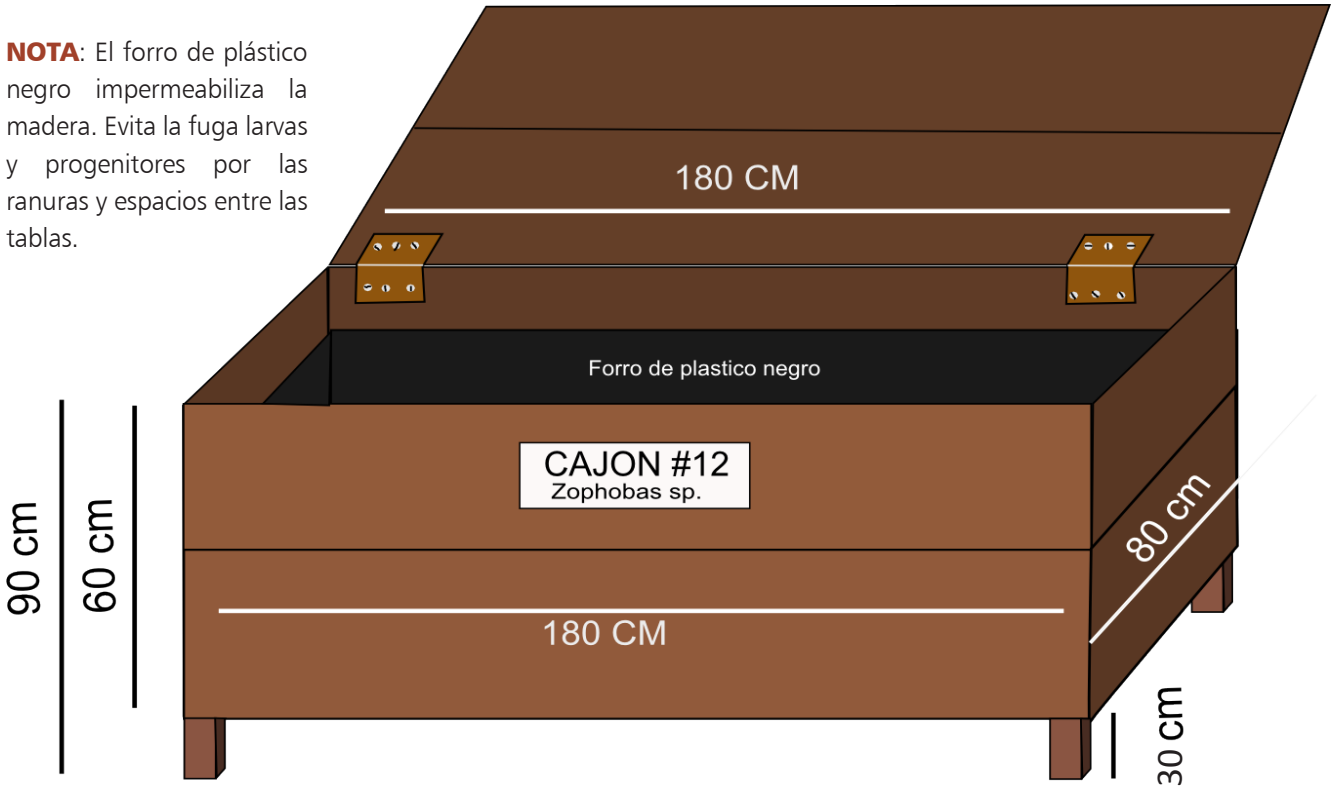


FIGURA 3-1 Unidad de producción intensiva. Esta es una alternativa que ha sido probada en el Zoocriadero de la UNAN -Managua, dando excelentes resultados en términos de producción. Por la superficie aprovechable se puede obtener siete veces más larvas que en una unidad de producción convencional del sistema semi-intensivo.

ELECCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN INDICADO

En este manual se presentan instrucciones para el montaje de sistemas de producción de larvas de *Zophobas* en condiciones óptimas, además se facilitan todas herramientas técnicas de manejo para que el productor pueda diseñar su propio sistema. Cuando se conoce la forma de manejar, criar, reproducir larvas es muy sencillo integrar nuevas ideas a los sistemas de producción en función de las necesidades.

¿Cómo saber qué sistema de crianza se puede adaptar a tus necesidades? Pues sencillo, se calcula la cantidad de alimento que se desea suplir o el espacio disponible, y de esa manera se opta por el sistema de crianza más conveniente.

En este capítulo se proponen dos sistemas de crianza basados en experiencia de producción. Estos sistemas de crianza son similares técnicamente, pero difieren en costos de inversión inicial y el tamaño de las unidades de producción. Es claro que los dos métodos son sustentables y funcionales, pero dependerán del espacio disponible y recursos económicos designados.

A continuación, se describen los sistemas propuestos: sistema intensivo y sistema semi-intensivo.

SISTEMA DE CRIANZA INTENSIVO

Sistema intensivo: es un sistema de mayor dimensión, planificado para obtener gran cantidad de producción a mediano y corto plazo. El sistema intensivo adopta una técnica de manejo que genera mejores resultados cuando las necesidades son grandes y los presupuestos disponibles son de igual proporción. Este sistema de crianza se caracteriza por producciones numerosas que requieren mucho espacio y los costos de inversión son altos y la unidad de trabajo es mayor; sin embargo, los beneficios se manifiestan en altos volúmenes de producción que sustentan sistemas de crianzas demandantes.

UNIDADES DE PRODUCCIÓN DEL SISTEMA INTENSIVO

Las unidades de producción son la infraestructura que se utiliza durante la actividad de producción. Es de mucha

importancia condicionarlas antes de empezar los procedimientos de producción. En cuanto a las dimensiones, en este caso especial, son cajas de madera **FIGURA 3-3**, aunque pueden ser barriles plásticos cortados horizontalmente.

En el sistema intensivo cambian las dimensiones de las unidades, pero se deben de tener las mismas consideraciones de manejo que se brindan en el capítulo anterior; sobre todo la protección de la crianza, la cual debe estar en un lugar fresco y poco húmedo protegido de depredadores.

Las cajas o unidades de producción se pueden ajustar a las especificaciones que se muestran en la **FIGURA 3-1**. Este Sistema requiere una capa de sustrato de 10 cm en cada unidad de producción . Se debe procurar separar del suelo las cajas para protegerlas de las hormigas y otros depredadores.

En conclusión, muchas veces se diseñan sistemas de producción complejos y gigantescos, pero estos terminan produciendo la misma cantidad de larvas que muchos sistemas de producción convencionales, por ello es importante concentrarse en el manejo y el fortalecimiento de los conocimientos de crianza, ya que estos determinan el éxito y facilitan la solución de problemas durante el proceso de producción.

FIGURA 3-2 Disposición de las unidades de producción en un espacio pequeño.

En este capítulo se detallan todos los materiales que se necesitan para empezar una crianza de *Zophobas*. Muchos de los materiales que se describen a continuación pueden ser remplazados de acuerdo a las capacidades de inversión y accesibilidad del criador para obtenerlos.

CUADRO DE MATERIALES QUE NECESITAS PARA EMPEZAR UNA CRIANZA DE ZOPHOBAS EN UN SISTEMA INTENSIVO

n	Material	Cantidad	Unidad	Figura	Prioridad
1	Pie de cría (Larvas)	2,000	Unidades	3-4 A	Alta
2	Recipientes de 2 onzas	1,000	Unidades	3-4 C	Alta
3	Mesas soportes	2	Unidades	3-4 B	Alta
4	Esponja 3 pulgadas	3	Metros	3-4 D	Alta
5	Cajones	6	Unidades	3-1	Alta
6	Palanganas	10	Unidades	5-1	Media
7	Barreras de protección	6	Unidades	3-5 A	Media
8	Balanza (gramera)	1	Unidad	3-5 B	Media
9	Zaranda o colador	1	Unidad	3-5 C	Alta
10	Aserrín	8	Sacos	3-6 B	Alta
11	Guantes	2	Docenas	3-4 E	Alta
12	Mascarillas	6	Unidades		Alta
14	Marcador permanente	2	Unidades	3-5 D	Media
15	Cinta adhesiva	2	Unidades	3-6 A	Baja
16	Bomba de fumigar 5 litros	1	Unidad		Alta
17	Aguja de jeringa	1	Unidad	3- 6 D	Baja
18	Alimento	1	50 kg.		Alta

TABLA 3.1 Lista de materiales que se requieren para montar un sistema de crianza intensivo. Se muestran las cantidades y el grado de prioridad.

NOTA Muchos de los materiales mostrados en la tabla se pueden sustituir, es decir no son de uso reglamentario. Algunos de ellos podrían ser difíciles de conseguir por ello es válido sustituirlos por otros que cumplan la función requerida.

FIGURA 3-3 Revisión del funcionamiento de una unidad de producción intensiva de Zophobas. En esta imagen se muestra el cajón confeccionado con madera y plástico. El interior fue forrado con plástico negro para evitar que la humedad dañe la madera y evitar que puedan escapar las larvas o progenitores .

SISTEMA DE CRIANZA SEMI- INTENSIVO

El sistema semi-intensivo es un sistema de menor dimensión y que permite mayor control de las unidades de producción. Este sistema es indicado cuando las necesidades son menores, así como los presupuestos disponibles.

Este sistema de crianza se caracteriza por no requerir mucho espacio, los costos de inversión son bajos y la unidad de trabajo es menor, sin embargo, los beneficios se manifiestan en satisfactorios volúmenes de producción.

En el sistema semi-intensivo se optimizan recursos como: alimento, espacio y dinero, por ello este sistema es diseñado para zoocriaderos pequeños o donde las necesidades se suplen de diferentes maneras, es decir con otros alimentos vivos ejemplo: grillos, cucarachas, larvas de moscas... Este sistema como se mencionó anteriormente, es más controlado y se usa a menudo para pruebas pilotos o experimentos, aunque cuando aumentas la cantidad de unidades de producción se puede lograr producciones numerosas que pueden suplir cualquier demanda.

FOTO 3-2 Se muestra cómo funciona el sistema semi-intensivo.

FOTO 3-3 Se muestra la disposición de las unidades de producción de un sistema semi-intensivo.

CUADRO DE MATERIALES QUE NECESITAS PARA EMPEZAR UNA CRIANZA DE *ZOPHOBAS* EN UN SISTEMA SEMI-INTENSIVO

n	Material	Cantidad	Unidad	Figura	Prioridad
1	Pie de cría (larvas)	1	Libra	3-4 A	Alta
2	Recipientes de 2 onzas	200	Unidad	3-4 C	Alta
3	Estantes	2	Unida d	3-4 B	Alta
4	Esponja 3 pulgadas	3	Metros	3-4 D	Alta
5	Cajas plásticas con tapa	25-40	Unidades	3-2	Alta
6	Palanganas	10	Unidades	5-1	Media
7	Barreras de protección	20-40	Unidades	3-5 A	Media
8	Balanza (gramera)	1	Unidad	3-5 B	Media
9	Zaranda o colador	1	Unidad	3-5 C	Alta
10	Aserrín	3	sacos	3-6 B	Alta
11	Guantes	1	Docena	3-4 E	Alta
12	Mascarillas	6	Unidades		Alta
14	Marcador permanente	2	Unidades	3-5 D	Media
15	Cinta adhesiva	1	Unidad	3-6 A	Baja
16	Bomba atomizadora	1	Unidad	3-6 C	Alta
17	Aguja de jeringa	1	Unida	3-6 D	Baja
18	Alimento	20	kg.		Alta

TABLA 3.2 Lista de materiales que se necesarias para montar un sistema de crianza semi-intensivo. Se demuestran las cantidades y el grado de prioridad.

NOTA Con el sistema semi-intensivo se ahorra mucho alimento y recursos, por ser un sistema más controlado.

DESCRIPCIÓN DE MATERIALES ELEMENTALES PARA INICIAR UN SISTEMA DE CRIANZA DE *ZOPHOBAS*

Cajas plásticas con tapa (panas plásticas)

Las cajas plásticas que se utilizan en un sistema de producción semi-intensivo son de bajo costo. Las propuestas en este manual tienen una dimensión de 40 cm de largo por 30 cm de ancho. Se pueden adquirir en cualquier sitio donde se venda plástico.

No estrictamente tienen que ser iguales a las mostradas en la foto. Tener en consideración la dimensión y la altura, pero incluso pueden ser redondas. Lo más importante al elegir es el tamaño de superficie, ya que se deben acondicionar como minino 4-10 cm de aserrín a cada contenedor (caja plástica).

Pie de cría

Se le llama pie de cría al conjunto de animales que se usan como progenitores o padrotes para iniciar la crianza de *Zophobas*. Habitualmente se consigue en forma de larvas porque de esa manera se comercializa, no obstante, a veces los ofrecen en forma de adultos, pero no se recomienda adquirirlos en este estadio, porque podrían ser longevos y los rendimientos producción podrían ser bajos.

Se recomienda que el peso de las larvas para este propósito oscile entre 0,8 a un 1 g de peso con una talla entre los 5 - 6 cm y una edad de 80 a 100 días.

FIGURA 3-4 Materiales necesarios para empezar una crianza de Zophobas. (A) Pie de cria **(B).** Estantes metálicos con las especificaciones que se recomiendan en este documento. **(C)** Recipientes plásticos necesarios para empupar **(D)** Esponjas sintéticas de 3 cm de grosor.

Recipientes para empupar

Son contenedores plásticos que tienen una capacidad de 2 oz y son fáciles de adquirir. Se usan para inducir a las larvas a que cambien de fase larvaria a pupa: procedimiento llamado "inducción de metamorfosis" que consiste en introducir cada larva en un recipiente. Comprar los contenedores es una prioridad por que se utilizan para pasar el pie de cría en estadio larvario a adultos reproductores. Se detalla en capítulos próximos.

Estantes y/o mesas de soporte.

Ya sea cultivo intensivo (mesas de soporte) o semi-intensivo (estantes) estas son las estructuras donde se ubican las unidades de producción. La improvisación es válida.

Los cajones o panas a veces se pueden ubicar de forma alternada formando pirámides, pero esto no se recomienda en sitios al aire libre porque son propensas a que depredadores las derriben, por ello es mejor construir estantes o mesas. Las medidas de los estantes que se muestran en la fotografía **3-4 B** son 210 cm largo cm x 120 cm alto y 58 cm de ancho, pueden ser de madera o metálicos.

Esponjas

Las esponjas es un material que se debe de estar comprando de manera periódica. La esponja se humedece para proveer agua a los escarabajos y a las larvas jóvenes. Este material se puede adquirir en los mercados. Las medidas usuales son de 3 cm de grosor. Dependiendo del tamaño del cultivo, será la longitud en metros que se requiera de esponja.

Guantes

Se deben de comprar al menos una docena de guantes de plástico o látex. Estos se usan para manipular los progenitores debido a que estos pueden exudar substancias irritantes y nauseabundas como mecanismo de defensa.

FIGURA 3-5 Materiales necesarios para empezar una crianza de *Zophobas.* (A) Barreras de protección. **(B)** Balanza digital. **(C)** Zaranda o colador. **(D)** Marcador permanente.

Barreras de protección

Las barreras de protección son una confección un poco costosa que se usa para cultivos al aire libre, estas se pueden fabricar de cartón, gypsum o rejilla de acero con un marco de madera. En el caso de las fabricadas de lámina de gypsum se recomienda perforar agujeros para ventilar el interior de las tinas o cajones. El propósito de fabricar barreras o tapas es para evitar que los pájaros depreden las larvas y/o evitar la proliferación de moscas que se reproducen en sustrato húmedo.

Zaranda o colador

Permite separar las *Zophobas* del sustrato. Esta herramienta consiste en una malla metálica o de plástico que usualmente tiene de 5 mm de luz de malla, sostenida en un marco de madera.

Balanza digital

La balanza digital es un instrumento de pesaje que permite calcular con mucha precisión raciones pequeñas de alimento o el peso de las larvas. Este instrumento permite racionar alimento, pesar las producciones de larvas y estimar la cantidad de larvas producidas por unidad de producción, así como llevar mejor control de la cantidad de alimento ingerido y de la producción larvaria. El control del insumo alimento permite tener una mejor relación costo-beneficio. Por ello es necesario desarrollar un plan de alimentación.

Marcador permanente

Se utiliza para etiquetar las panas e incluso para rotular los alimentos. Este se puede conseguir en cualquier librería.

FIGURA 3-6 Materiales necesarios para empezar una crianza de *Zophobas*. **(A)** Cinta adhesiva . **(B)** Aserrín. **(C)** Bomba atomizadora. **(D)** Agujas o pinchos para perforar las tapas de los recipientes usados para la metamorfosis.

Cinta adhesiva transparente

Este material es de alta prioridad porque se usa en los cajones para impermeabilizarlos, además sirve para evitar que las larvas escalen y escapen. Para ello se coloca una cinta completa alrededor del cajón y las larvas no pueden atravesar en forma vertical. Es imprescindible el uso de cinta adhesiva.

Aserrín

El aserrín es el sustrato en que se desarrollan las larvas. Este material vegetal está compuesto por celulosa de madera que sobra en los aserraderos. Se recomienda tener precaución a la hora de adquirir este insumo , ya que puede proceder de maderas toxicas. Se recomienda siempre hacer una pequeña prueba con larvas de 1 a 2 cm para probar la naturaleza del sustrato.

Mascarillas

Las mascarillas se compran como un medio de protección, debido a que cuando se separan las larvas del sustrato se libera un polvo volátil que resulta de la descomposición de la celulosa en las panas contenedoras de larvas. Este polvo es fino, suele irritar la nariz y es peligroso porque puede llegar hasta los pulmones.

Bomba atomizadora

Es un recipiente con un dispositivo especial que sirve para pulverizar el líquido que contiene. Se usa para rociar agua sobre las esponjas e integrar agua a los sistemas de producción semi-intensivo. Para los sistemas intensivos se usa una bomba de fumigar o se hace mediante el goteo fijo.

La bomba atomizadora es habitualmente de un litro, aunque se puede usar de mayor tamaño.

Agujas o pincho

Desde hace mucho tiempo las agujas se han utilizado para perforar las tapas de los frascos que se usan para la inducción. Son excelentes porque estas dejan orificios de una medida ideal para que entre el aire.

CAPÍTULO 4
Primeros pasos en la crianza de *Zophobas*

FIGURA 4-1 Tipos de granulometría usuales en el aserrín. **(A)** Aserrín fino; **(B)** se le conoce coloquialmente como aserrín con virutas. Estos se pueden conseguir en un aserradero o en la carpintería más cercana.

ELECCIÓN DEL SUSTRATO

El medio físico que se acondiciona a los progenitores para que se apareen y depositen los huevos se le llama sustrato; además es propicio para la eclosión y desarrollo de las larvas en cautiverio. El sustrato está constituido principalmente por celulosa; elemento principal de los sustratos de origen vegetal, mismo que se puede conseguir en cualquier aserradero o carpintería. El sustrato puede variar en cuanto a su naturaleza y granulometría, es decir, los gránulos pueden ser finos y otros no; muchos hasta resultan venenosos. Es imperativo elegir un sustrato adecuado porque se ha probado que el sustrato es determinante en el desarrollo y sobrevivencia de las larvas.

En el Zoocriadero de Reptiles (UNAN-Managua) se probó la viabilidad de algunos tipos de sustrato con granulometrías diferentes. Estas pruebas cuestionaron los rendimientos del aserrín fino, grueso y reciclado. Este último resulta del excedente de cada ciclo de producción *Zophobas*. Al hacer los análisis se probó que el sustrato que mejores resultados arroja es el aserrín fino y posteriormente el grueso con virutas el cual destaca por acondicionar mejor a las larvas en sus primeras semanas. En cuanto al aserrín reciclado funcionó bien por los excedentes de alimento que contenía, pero al humedecerse era más propenso a emanar malos olores y atraer moscas, que podrían infectar el cultivo al depositar sus huevos en el sustrato.

Al seleccionar el sustrato, siempre es necesario conocer el origen; debido a que hay reportes que indican que las larvas mueren por el exceso de resina del sustrato e inclusive, en ocasiones los sustratos se pueden encontrar impregnados de combustibles fósiles que los convierten en no propicios para la crianza.

Se recomienda tener cuidado con el aserrín de carpintería porque a menudo contiene residuos de tinte, barniz, disolventes y hasta tornillos o clavos.

CONDICIONES DE HUMEDAD

La humedad del sistema de crianza se debe de manejar cuidadosamente y requiere especial atención, porque un descontrol en esta condición puede significar pérdida total de la producción.

Es usual que un exceso de humedad provoque cambios en la turgencia de los huevos o se generen afectaciones fúngicas, dando como resultado que los huevos no eclosionen.

Los valores óptimos de humedad relativa en el ambiente son tolerables desde 54% de humedad relativa, hasta los 85 %, aunque hay cultivos que funcionan muy bien con una humedad superior a los 90%, pero con cuidados rigurosos. El exceso de humedad en el sustrato es una condición que puede ser provista por la inmoderada cantidad agua suministrada en el sistema de producción, la descomposición de alimentos húmedos, como frutas, algunos vegetales y de manera incidental, cuando la lluvia alcanza las unidades de producción.

FOTO 4-1 Suministro de humedad al sistema con ayuda de frutas húmedas.

Para evitar complicaciones,es recomendable humedecer el sistema mediante el uso de trozos de esponjas, las cuales absorben agua y la liberan lentamente ajustando un medio acuoso idóneo, del cual las larvas pueden obtener el agua que necesitan. Este procedimiento se lleva a cabo agregando agua a las esponjas con la bomba atomizadora o una bomba de fumigar o bien, tres veces por semana antes de agregar comida a los contenedores o cajones.

FOTO 4-2 Se muestra la forma correcta para el suministro de humedad con ayuda de una bomba atomizadora.

SEGURIDAD DE LA CRIANZA DE LARVAS

Resulta desconcertante ver que las unidades de producción cada día tienen menos larvas o en el peor de los casos, encuentras una bandada de pájaros alimentándose; suena genial si el propósito fuese engordar o criar aves (**FOTO 4-3**). Un descuido como este puede ocasionar pérdidas sustanciales y más aún cuando los afectados son los progenitores. Por ello, la seguridad de la crianza es un aspecto que todo criador de larvas debe mantener.

La primera medida para evitar algún percance es montar el sistema de producción en un espacio cerrado y aislado. En el caso contrario, para mantener los criaderos de larvas a salvo se recomienda usar cajas plásticas con tapas, que se pueden encontrar en cualquier mercado. Cuando los criaderos están dentro de un espacio cerrado, no es necesario colocar en ellos protección, porque la incidencia de algún depredador es poco probable.

Si en algún momento, dentro de las unidades de producción se llegan a observar hormigas, moscas o larvas, estás se deberán eliminar a la brevedad.

FOTO 4-3 Sistema de tapas de gypsun en panas de engorde final.

TEMPERATURAS DEL SUSTRATO

La temperatura es un factor externo que muchas veces es determinado por el medio ambiente. Sin embargo, en el sustrato se acondicionan temperaturas por efectos de humedad y de la descomposición de la materia fecal de las larvas. La temperatura en el sustrato oscila entre los 32 a 36 °C, aunque se han registrado temperaturas de hasta 43 °C.

En países tropicales la temperatura no se debe acondicionar, solo basta con ubicar las larvas en un lugar con buena ventilación.

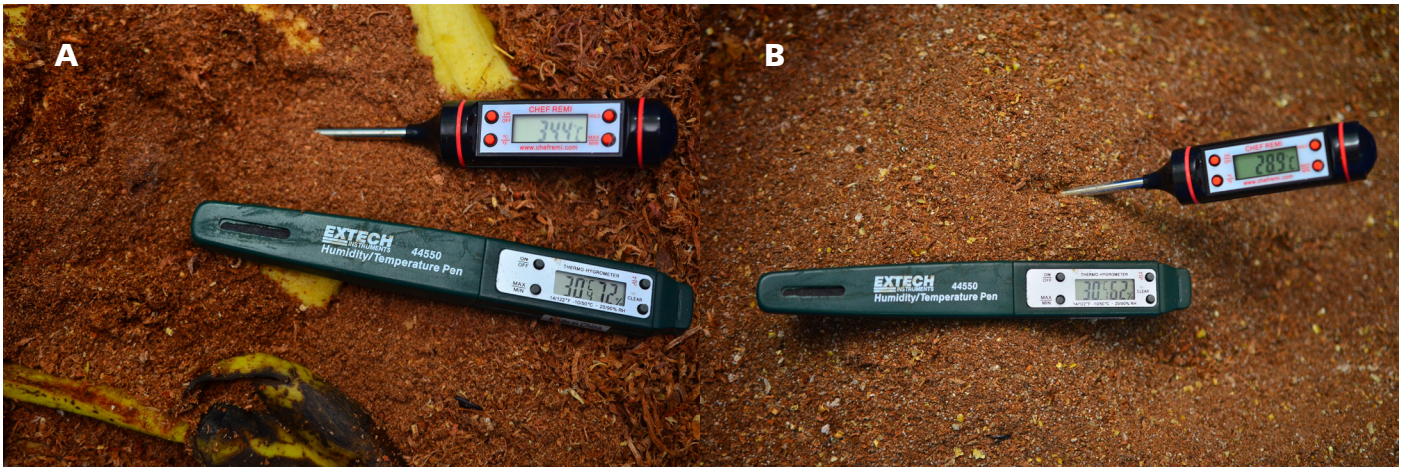


FIGURA 4-2 Aumento gradual de la temperatura por el suministro de alimentos húmedos. (A) se puede ver como la temperatura presenta valores diferentes por la presencia de alimentos húmedos **(B)** en ausencia de alimentos húmedos la temperatura disminuye a su valor mínimo.

CUIDADOS IMPORTANTES

- Al elegir el sustrato siempre se debe verificar el origen y evitar usar aquellos resinosos o que emanan olores fuertes.
- Tener siempre la precaución de prevenir la solidificación del sustrato debajo de las esponjas.
- Si alimentas a las larvas con frutas se debe procurar evitar que proliferen gusanos.
- Revisar frecuentemente la presencia de moscas, hormigas y otros insectos en las panas o en los cajones.
- Evitar agregar demasiada agua a las esponjas.
- Retirar alimentos de origen vegetal después de una semana de haber sido aprovisionados.
- Si el cultivo esta al aire libre siempre usar una barrera de protección

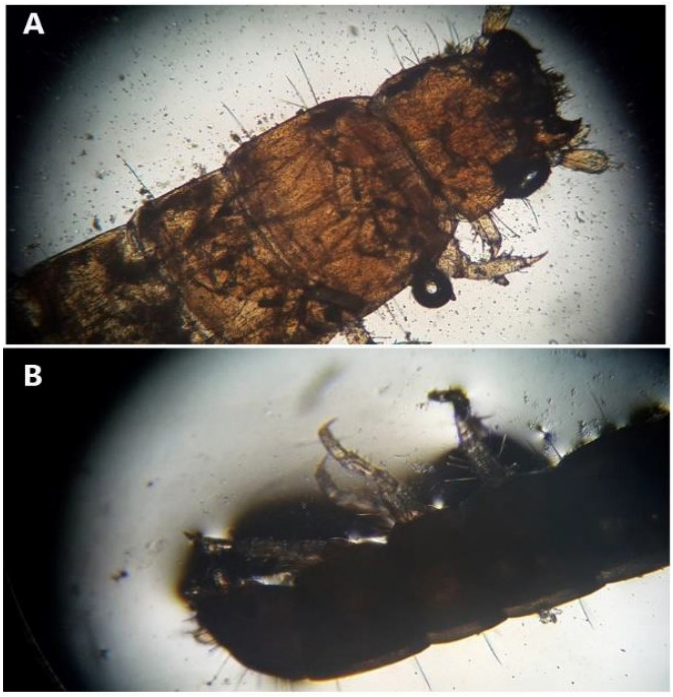


FOTO 4-4 A), B)- De esta manera lucen las larvas de una semana de vida.

FOTO 4-3 Un salta-piñuelas atacando un sistema de crianza al aire libre (*Campylorhynchus rufinucha*).

CAPÍTULO 5

Manejo de progenitores de una crianza de *Zophobas*

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MANEJO DE PROGENITORES

El manejo de progenitores, es quizás el proceso más sencillo que implica el trabajo con *Zophobas* en cautiverio. Este proceso ocurre en la etapa final de los estadios de la especie, es decir, en etapa adulta; desde que el individuo sale de la pupa, hasta que muere y es descartado.

El proceso inicia escogiendo el plantel de individuos que formarán el pie de cría. De ellos depende la productividad de la crianza, por esto, es necesario establecer algunos criterios.

Una vez seleccionados los escarabajos que formaran el stock, estos se ubican previamente sexados (**FIGURA 5.2**) en los contenedores provistos con 10 cm de sustrato, colocando una esponja sintética húmeda sobre la superficie. Se debe tener en cuenta una óptima relación hembra y macho. Usualmente se prioriza que una proporción 2:1; es decir, un macho por cada 2 hembras. Por ejemplo: en un stock de 150 individuos se ubican 100 hembras y 50 machos.

A cada stock se le deja un lapso de una semana en cada unidad de producción antes de ser trasladados a otra unidad. Es importante no mezclar los individuos con otros stocks o generaciones.

Al haber transcurrido una semana los huevos depositados por la hembras, estaran cercanos a la eclosión.

MATERIALES NECESARIOS EN EL MANEJO DE PROGENITORES

Los materiales que necesitan en este proceso son: guantes de látex (que se deben usar para trasladar a los progenitores de contenedor y en el sexado de estos). Se requiere suficientes contenedores, abundante sustrato y esponja (la cual se corta en forma de rectángulo de 20 x 10 cm para luego humedecer).

SELECCIÓN DEL PIE DE CRÍA

Este es el primer paso del manejo de *Zophobas*. Este capítulo está dedicado a dejar claro que una selección adecuada del pie de cría es importante para tener éxito en el proyecto y en gran medida, del éxito de la producción.

Entrando en detalles, muchas veces las producciones no cumplen las expectativas y los criadores no encuentran las causas, por ello es necesario establecer algunos criterios que permitan tener mejores resultados en términos de producción de larvas.

Los criterios más usuales están asociados a características como el tamaño y salud de los animales que constituirán el stock de progenitores. Seleccionar animales de una misma generación garantiza tener control de la longevidad del stock. Los animales con buena movilidad representan salud en términos generales, aunque este último criterio es un indicador subjetivo, sin embargo, termina siendo útil, ya que, muchos *Zophobas* adultos antes de morir muestran signos muy claros de pérdida de actividad. Existe un número de adultos (5% -10 %) que emergen de la pupa con signos claros de mala formación (**FIGURA 5.2**). Estos deben ser separadores y excluidos del proceso de reproducción.

Otro criterio es excluir animales mutilados o muy pequeños; esto nos garantiza mejor actividad reproductiva y mayores porcentajes de ovoposición.

FOTO 5-1 Selección rigurosa de los individuos que formarán el nuevo stock de progenitores.

TÉCNICAS DE SEXADO Y RELACIÓN ÓPTIMA DE HEMBRAS Y MACHOS

En este manual se proponen tres métodos de sexado. El primer método consiste en hacer presión en la parte abdominal del escarabajo recién emergido de la pupa cuando este todavía se encuentra blando (**FOTO 5-3**). Al hacer presión quedaran expuestas dos estructuras anatómicas (**FIGURA 5.1**) que ayudarán a diferenciar a la hembra del macho. (Otero, 1996). El segundo método se realiza mediante la observación de la cabeza de los imagos (**FIGURA 5.2**) y tercero consiste en sexar a los individuos basándose en dos estructuras anatómicas diferenciadas del exoesqueleto en la parte abdominal apical de la pupa (**FOTO 8-9**).

Después del sexado resultan dos grupos de adultos, los machos y las hembras. Ahora, necesitas saber en qué proporción es óptimo ubicar a cada grupo en los contenedores.

Es normal que después de hacer inducción de metamorfosis se obtenga mayor número de machos, es por esta razón que se recomienda inducir en grandes cantidades, así se aumenta la probabilidad de tener hembras en los stocks. En la sección de alimento vivo del Zoocriadero de reptiles-UNAN se probó la proporción sexual que da mejores resultados. La primera fue 1:1 es decir una hembra por cada macho, la segunda 1:2 una hembra y dos machos y la tercera 2:1 que consistía en dos hembras por un macho. El mejor resultado fue la proporción sexual de dos hembras por un macho. Es importante saber que en muchos zoocriaderos y criaderos particulares no se suele sexar a los progenitores. Sin embargo, ellos aseguran tener buenos resultados.

FOTO 5-2 Imago de *Zophobas* para descarte.

Ind. Hembra

Ind. Macho

FIGURA 5.1 Diferencias en las estructuras anatómicas que determinan el sexo de los individuos de *Zophobas*. ***Fuente:*** Foto extraída y modificada de la página web UNIPROT (http://www.uniprot.org/taxonomy/7074) Link http://entnemdept.ufl.edu/teneb/*Zophobas_atratus*.jpg.

NOTA: Esta técnica de sexado fue mencionada en la metodología para la reproducción de *Zophobas* publicado en 1996 por Cesar Otero.

DESCRIPCION DEL PROCESO DE SEXADO

Una vez seleccionado el adulto, se procede a hacer presión en la parte abdominal. A medida que se aplica presión, se visualizan las estructuras anatómicas que diferencian la hembra del macho. Esta práctica es traumática y por ello en este manual se plantea como opcional, ya que existe otra técnica de determinación sexual más sencilla y menos invasiva.

Para realizar un sexado exitoso es necesario el uso de un estereoscopio o lupa. Es obvio que al principio el metodo es engorroso, pero a medida que se realiza, se vuelve más sencilla y la necesidad del uso de equipos es menor. Se proponen dos técnicas de sexado.

Macho Hembra

FIGURA 5.2 Diferencias en las estructuras anatómicas entre sexos en las especies de *Zophobas*.

NOTA. Esta técnica es la más efectiva para determinar el sexo de individuos adultos de ***Zophobas*** es sencilla y confiable.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE SEXADO

Una vez seleccionado el animal se procede a sujetarlo de la parte abdominal. Con ayuda de una lupa o bien a simple vista se puede notar en la parte superior de la cabeza un tipo de hendidura característica de los machos. En el caso de las hembras el borde es liso. Para realizar sexado es necesario el uso de guantes y si es posible una lupa.

PERIODO DE MADURACIÓN DE IMAGOS

Un problema que se presenta con frecuencia en los sistemas de crianza de *Zophobas* consiste en que los contenedores donde se ubican a los adultos durante las primeras dos semanas, muestran baja densidad de larvas por unidad de espacio. Este fenómeno resulta ser evidente después de tres semanas, cuando los huevos eclosionan.

En el Zoocriadero de la UNAN-Managua se logró demostrar que este problema está relacionado al periodo de postura del stock. Se descubrió que los adultos después que finalizanla metamorfosis, mostraban volúmenes y frecuencias de ovoposición bajos, por ello, se diseñó una estrategia que consiste en ubicar los adultos hembras y machos por separado en una palangana hasta que estos maduren y estén preparados para reproducirse. Ese periodo está comprendido por 10 días después de que estos finalizan su metamorfosis, pero se presenta un pequeño inconveniente que consiste en que las pupas no terminaban uniformemente la metamorfosis, entonces se toma como referencia la última pupa que finaliza la metamorfosis. A partir de ese momento se cuentan 10 días y cuando estos cumplan con el periodo, se colocan hembras y machos para comenzar a reproducir.

Nota: Después de una revisión de los imagos se procede a ubicar (hembras y machos por separado) en sus respectivos recipientes, con mucho alimento, una esponja con agua y con una fina capa de aserrín.

PERÍODO DE POSTURA

Este procedimiento consiste en ubicar los adultos en las unidades de producción para que copulen y posteriormente ovipositen en el sustrato. La efectividad del periodo de postura está relacionada a la vida fértil del stock de progenitores.

Para aprovechar mejor la vida útil de los adultos de *Zophobas* se deben ubicar en una unidad de producción previamente preparada, durante una semana -para cultivos semi-intensivos- y dos semanas en cultivos intensivos. El tiempo es diferente según el sistema elegido, dado a que la superficie del sustrato varía y la capacidad de carga de sistemas intensivos, por ejemplo, supera los estándares del cultivo semi-intensivos.

Cuando el período de una o dos semanas se cumple, el criador debe proceder a cambiar los escarabajos a otra unidad de producción de igual forma preparada y con anticipación.

FOTO 5-3 Los escarabajos que recientemente finalizaron el proceso de metamorfosis son de color blanco.

FOTO 5-4 Cópula y postura de huevos se da en la esponja por lo que no se debe descartar.

FIGURA 5.2 Escarabajos para descarte. (A), Lesión permanente en segmentos abdominales **(B)**, mal formación de élitro y estructura alar **(C)** mal formación de élitros y (**D**) pérdida total de élitro y ala membranosa.

NOTA. Es normal que muchos individuos emerjan de la pupa con algunas malformaciones del exoesqueleto tal que muchos parecen estar mutilados, pero en realidad el problema trasciende lo incidental. La causa de este fenómeno aún es desconocida, por ello no se hace énfasis. Todo animal que presente esta condición es objeto inmediato de descarte.

RECAMBIO DE UNIDADES DE PRODUCCIÓN Y CUIDADOS IMPORTANTES

El cambio de pana es muy sencillo y es continuación del proceso descrito en el capítulo anterior.

Para hacer cambio de UP (unidades de producción) se debe preparar una pana agregándole sustrato y una esponja húmeda. Se toman los adultos de la unidad de producción anterior y se trasladan a una nueva unidad, que previamente se preparó. Es importante revisar si hay exoesqueletos de escarabajos o algún otro indicador de mortalidad en el stock, ya que, podría ser evidencia del desgaste en el stock o que se necesita de una reposición, en el caso de que haya muerto una hembra.

FOTO 5-5 La sustancia blanca fétida exudada por los imagos adultos pueden ocasionar lesiones similares a las causadas por contacto térmico.

FOTO 5-6 Estudiante de biología trasladando un stock de progenitores a otro contenedor.

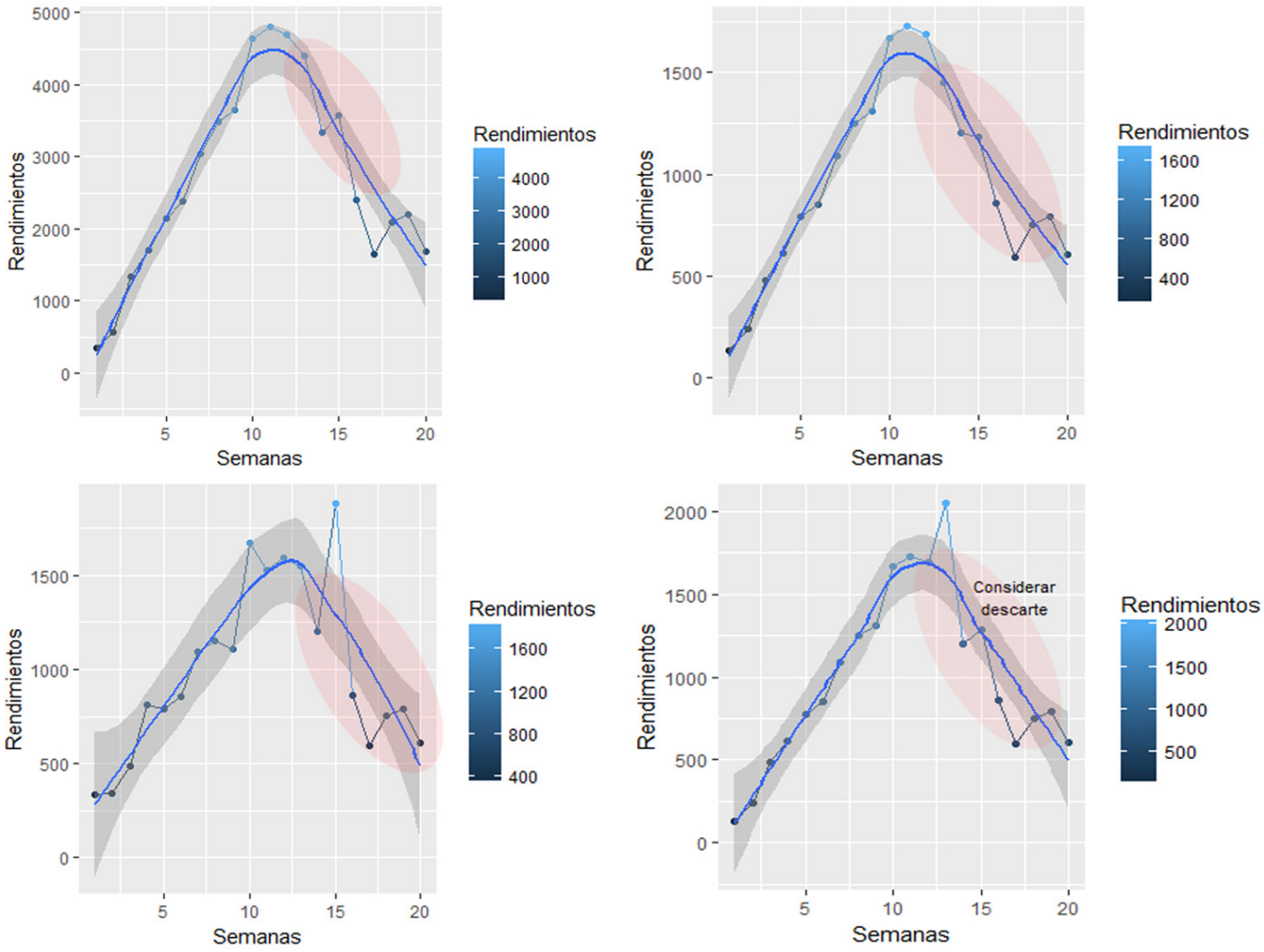


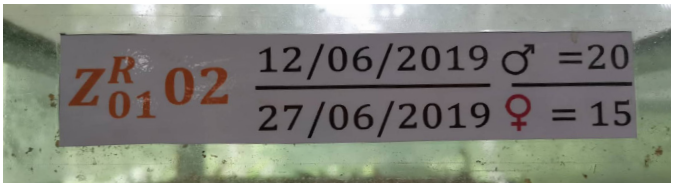
FIGURA 5-3 Rendimientos de oviposición por semana de cuatro stocks de progenitores. Atención, a partir de la doceava semana de edad (señalado con color rosado) comienzan a mostrar caida del vigor. Estos stocks están constituidos por diferentes cantidades de individuos, por ello en cada uno, presenta diferentes valores.

ROTULACIÓN DE PANAS Y VARIABLES IMPORTANTES

Para tener un mejor control del crecimiento y poder predecir parámetros sobre la producción, es necesario siempre registrar las fechas en que se efectúa el cambio de panas. Esto permite también saber la edad y el desgaste del stock para cambiarlo cuando esté longevo.

Las variables que se deben registrar son:

- Identidad del stock (ZR).
- Fecha.
- Número del stock.
- Cantidad de individuos del stock.
- Proporción de sexos (sex-ratio).



RENDIMIENTOS ÓPTIMOS DEL STOCK

Cuando se habla de rendimientos del stock se refiere la vida útil de un grupo de progenitores. Un grupo de 130 progenitores de *Zophobas* puede producir hasta 8 kg de larvas en un sistema semi-intensivo en 12 semanas, pero estos rendimientos caen cuando los animales alcanzan el final de su vida útil. Es decir, cuando estos comienzan a bajar las tasas de oviposición y se convierten en sujetos de descarte.

Cuando los progenitores alcanzan su vida útil no resulta viable mantenerlos, debido a que los resultados son bajos.

¿Que influye en el rendimiento del stock?

Lo primero es la densidad de hembras; esta variable suele ser importante porque son ellas quienes depositan los huevos, pero también

los machos juegan un papel sustancial, por tanto, se debe colocar una óptima proporción de sexos.

Otro aspecto es la comodidad y las condiciones brindadas los progenitores. Cuando a estos animales se les garantiza agua, alimentos y un ambiente aislado, sin duda suelen dar mejores resultados, que se manifiestan en altas densidad de larvas.

Hacer una óptima elección de las larvas para empezar un nuevo pie de cría (stock) es un parámetro que define la calidad de producción, por lo tanto, se recomienda siempre elegir larvas grandes y robustas para obtener pupas robustas y a su vez escarabajos con tallas excelentes.

En la **Figura 5-3** se demuestra el desgaste de oviposición de los progenitores en función del tiempo.

ALIMENTACIÓN Y HUMEDAD

La alimentación del stock de progenitores se hace tres veces por semana. La dieta consiste en frutas, cereales integrales y se les puede alimentar hasta con carne, pero no es recomendable porque atrae moscas que podrían depositar sus huevos en el sustrato húmedo.

Es importante alimentarlos con fruta fresca y que contengan líquido sin exceso, de esa manera se suministra humedad al sistema. Sin embargo, la mejor formar de mantener húmedo el sistema es proveer de agua a los progenitores haciendo uso de la esponja y la bomba atomizadora.

RECOMENDACIONES

No olvides usar siempre guantes de látex cuando se trabaje con escarabajos adultos, debido a que estos liberan una sustancia blanquecina fétida que suele afectar las manos causando manchas rojizas en la superficie de la piel (**FOTO 5-5**).

FOTO 5-7 Los residuos de cocina pueden formar parte de la variedad de alimentos que se pueden suministrar a los progenitores. Estos alimentos son recomendables por que no liberan líquidos. Además aportan humedad controlada al sistema de crianza.

CAPÍTULO 6

Manejo de larvas

FOTO 6-1 Larvas de *Zophobas* después de haber sido separadas del sustrato. Estas larvas ya están listas para utilizarse como alimento.

DESCRIPCION DEL PROCESO DE MANEJO DE LARVAS

El manejo de larvas está comprendido desde que los huevos eclosionan y surgen las larvas, hasta que estas son inducidas a metamorfosis. Este estadio es considerado como la fase larga de la vida de *Zophobas,* el cual puede durar hasta 1 año. El manejo de larvas abarca dos momentos importantes: el pre-enorde y el engorde.

PRE-ENGORDE Y ENGORDE

El pre-engorde es el periodo de manejo que va desde la eclosión de las larvas hasta que estas alcanzan 3 cm de longitud en la sexta semana del desarrollo. En este periodo las larvas no demandan mucho alimento porque lo pueden obtener del sustrato, ya que ahí se encuentran depositados residuos de alimentos que los progenitores no lograron ingerir.

El engorde empieza cuando los animales tienen 3 cm o más de longitud total y finaliza cuando las larvas miden entre 5 a 6 cm de longitud total sin expansión. En estos dos periodos importantes la larva demanda cuidados diferentes, así como alimento en proporciones diferentes, lo que permite un ahorro sustancial si se maneja adecuadamente el sistema.

SUMINISTRO DE HUMEDAD AL SISTEMA

El periodo de "pre-engorde" se caracteriza por la demanda de agua y la cantidad que se le debe suministrar a los sistemas, debido a que la larva en este periodo demanda mucha humedad para su desarrollo.

El método de hidratación a través de la esponja, es el más eficaz, confiable y seguro para suministra agua lentamente al sistema y de igual manera ser absorbida por las larvas sin causar mayores complicaciones. Es importante

mantener un control de la humedad, ya que un exceso podría causar complicaciones severas, entre ellas un aumento de hasta 45 grados en la temperatura del sustrato por la fermentación del mismo o incluso provocar un descarte del contenedor por la mortalidad total de las larvas.

En el periodo de "engorde" hay dos maneras de suministrar agua al sistema y está depende del tipo de crianza que optemos. En el primer sistema de crianza (semi-intensivo) se hace de la manera convencional, que consiste en humedecer las esponjas con agua utilizando una bomba atomizadora. En el sistema intensivo se hace mediante una botella plástica que gotea agua a la esponja que se localiza en la pana por debajo del nivel medio del sustrato.

Algunas experiencias muestran que quitar la esponja en la etapa final del pre-engorde es viable, ya que así ahorramos este preciado material. La humedad requerida se obtiene suministrando alimentos húmedos como tomates y frutas con alto contenido de agua.

FOTO 6-2 Las larvas en periodo de pre-engorde necesitan de mucha agua y esta es la mejor manera de suministrarla.

ALIMENTACIÓN Y CUIDADOS

Hay muchos sitios web donde se dice que las larvas de *Zophobas* pueden comer casi de todo, pero se ha probado técnicamente que es peligroso suministrarles cualquier tipo de alimento. Es importante respetar las dietas y los requerimientos. Las dietas más exitosas claramente están basadas en alimentos destinados a la crianza de animales de corral, los cuales son ricos en proteínas y grasas, pero lo más importante de todo es que sean alimentos secos, que no sean atrayentes de otros insectos, especialmente moscas de la fruta y mosca común, quienes se vuelven una molestia.

La dieta de las larvas puede estar constituida por frutas dulces, vegetales o legumbres, bastante apetecidos por estos animales. Una ventaja de estos alimentos es que no es necesario suministrar agua después de racionar, por que la humedad que necesitan la obtienen del alimento suministrado.

Existe una reducida lista de alimentos que las larvas de *Zophobas* no pueden consumir, como son los alimentos fritos, nunca se debe de alimentar a las *Zophobas* con alimentos fritos o que liberen aceite. Un ejemplo por experiencia personal, sucedió cuando suministramos arroz frito a un cajón de larvas. El sustrato, por causas desconocidas se endureció y aumento su temperatura.

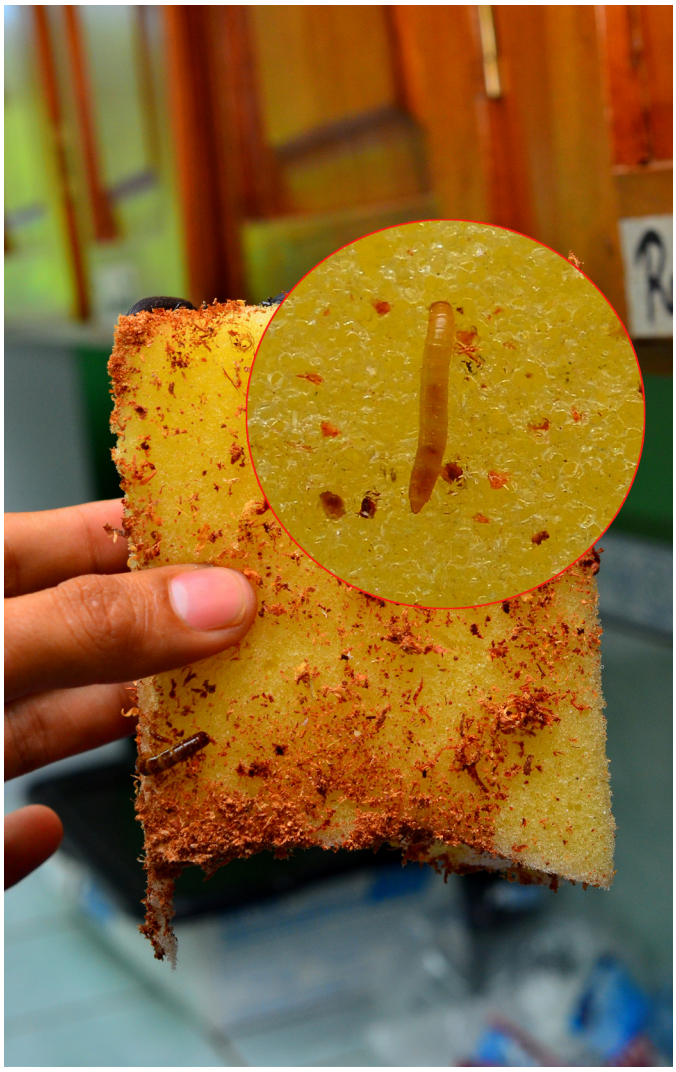


FOTO 6-3 El periodo de pre-engorde empieza cuando aún las larvas están muy pequeñas.

ELECCIÓN DE ALIMENTOS

Cuadro de elección de alimentos

TIPO	ALIMENTO
FRUTAS Y VEGETALES	Banano (*Musa aradisiaca*)
	Mango (*Mangifera indica*)
	Pitahaya (*Hylocereus* sp.)
	Melocotones (*Averrhoa* sp.)
	Repollo (*Brassica* o. capitata)
	Cascara de papas (*Solanum* sp.)
	Marañón (*Anacardium occidentale*)
	Residuos vegetales mixtos de cocina
ALIMENTOS PROCESADOS	Purina
	Salvado de trigo
	Semolina
	Iniciarina para pollos
	Afrecho
	Alimento para ponedoras

TABLA 6-1 En la tabla se detallan los tipos de alimentos que se le pueden dar de alimentar a las larvas en el periodo de engorde. Todos dan excelentes resultados.

PLAN DE ALIMENTACIÓN EN LAS PRIMERAS SEIS SEMANAS DE EDAD LARVAL

Semana	Densidad promedio	Cantidad de alimento por ración.
1	1500	9.1 gramos
2		22.4 gramos
3		37.8 gramos
4		62.8 gramos
5		80 gramos

TABLA 6-2 En la tabla se detalla la cantidad de alimento por ración para una densidad aproximada de 1500 larvas por unidad de producción.

NOTA 1: Para el buen uso del plan de alimentación es necesario considerar que la cantidad de alimento sugerida en la tabla es por ración, es decir 27.3 gramos en la primera semana considerando que se decide hacer 3 raciones. **NOTA 2:** Es importante conocer la densidad promedio de larvas en una unidad de producción. Este dato se consigue promediando la cantidad de larvas producidas al final de cada ciclo de unidades de producción con similar número de progenitores.

FOTO 6-4 Alimentación de larvas con alimento procesado.

Un método de alimentación que fue probado y generó buenos resultados, consistió en integrar alimento en el sustrato.

En una unidad de producción semi-intensiva se requieren 450 gramos de sustrato. Por cada 100 gramos de sustrato integrado a la unidad de producción se agregan 90 gramos de alimento seco, el cual es suficiente para alimentar a 1500 larvas aproximadamente por 5 a 6 semanas, mientras demora la etapa de desarrollo larval inicial.

Las larvas alcanzan mayor tamaño en menor tiempo, debido a la disponibilidad de alimento que se les proporciona con este método.

ESTUDIO DE LOS MÉTODOS DE ALIMENTACIÓN Y RENDIMIENTOS

La determinación de la calidad del alimento en un sistema de crianza de animales se manifiesta en el crecimiento medio semanal. Para brindar recursos técnicos en este documento se consideró probar el rendimiento, técnica y rentabilidad de tres tipos de alimentos en el periodo de pre-engorde.

En el laboratorio del Zoocriadero de Reptiles se procedió a seleccionar 900 larvas de *Zophobas* de 2 semanas de edad y con un peso promedio de 0.012 gramos. Después de seleccionar las larvas estas fueron temporalmente ubicadas en platos Petri hasta la ubicación final en los tratamientos establecidos, para los cuales se prepararon 9 palanganas que contenían 400 gramos de sustrato. Se ubicaron 100 larvas en cada tratamiento, mismas que serían pesadas y medidas al final de los experimentos.

En tres de las nueve palanganas se vertió aserrín fino de 1 mm de granulometría (tamaño de las partículas), aserrín rizado de 1-1.5 de granulometría y sustrato residual. A continuación se integró 30 % del peso del sustrato en alimento que equivale a 120 gramos.

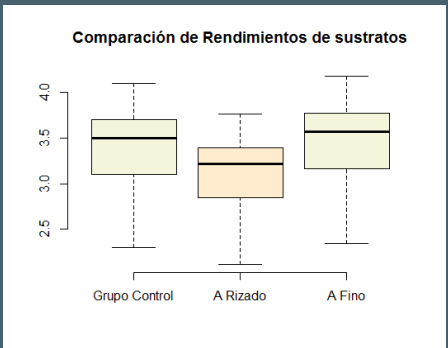
Los alimentos consistían en avena, alimento procesado (crecimiento y engorde) y purina.

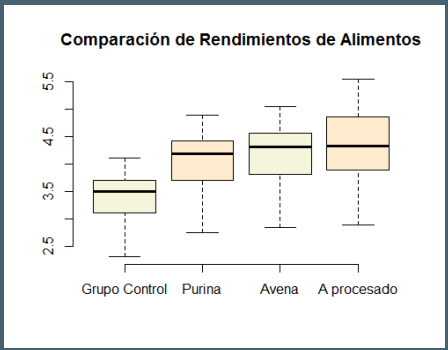
La eficacia de los métodos propuestos se contrastó con dos grupos control que se prepararon de la misma manera, con la excepción de que se les aplicaba el alimento de manera tradicional en función de la ganancia de peso.

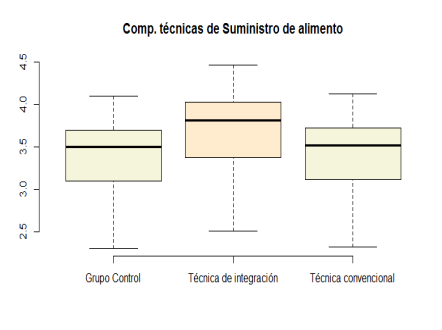
Los resultados de los experimentos mostraron que la integración de alimento en sustrato es lo mejor en términos costo/beneficio, porque permite invertir en alimento una vez cada seis semanas. Los alimentos granulados tienen excelentes resultados en los sustratos finos y los alimentos finos o triturados tienen mejor resultados en los sustratos granulados.

El crecimiento de las larvas fue más uniforme en tratamientos con alimento integrado en el sustrato.

La integración del alimento en el sustrato mejora la disponibilidad, por ello el crecimiento semanal de las larvas es más uniforme en toda la población.







NOTA: Gráficos de los resultados obtenidos en los experimentos.

ALIMENTACIÓN Y CUIDADOS

- Planificar el suministro de agua semanal para no saturar el sustrato con agua.
- Evitar el exceso de humedad en las primeras 2 semanas de edad de las larvas.
- Revisar periódicamente el sustrato para evitar que este se solidifique.
- Retirar el excedente de alimentos húmedos después de unas semanas.
- Revisar el sustrato semanalmente para cerciorarse de la presencia de gusanos u otros insectos.
- No sumergir la esponja en agua ya que en ellas se suelen alojar algunas larvas.

FOTO 6-5 Procedimiento de mezclado de sustrato con alimento.

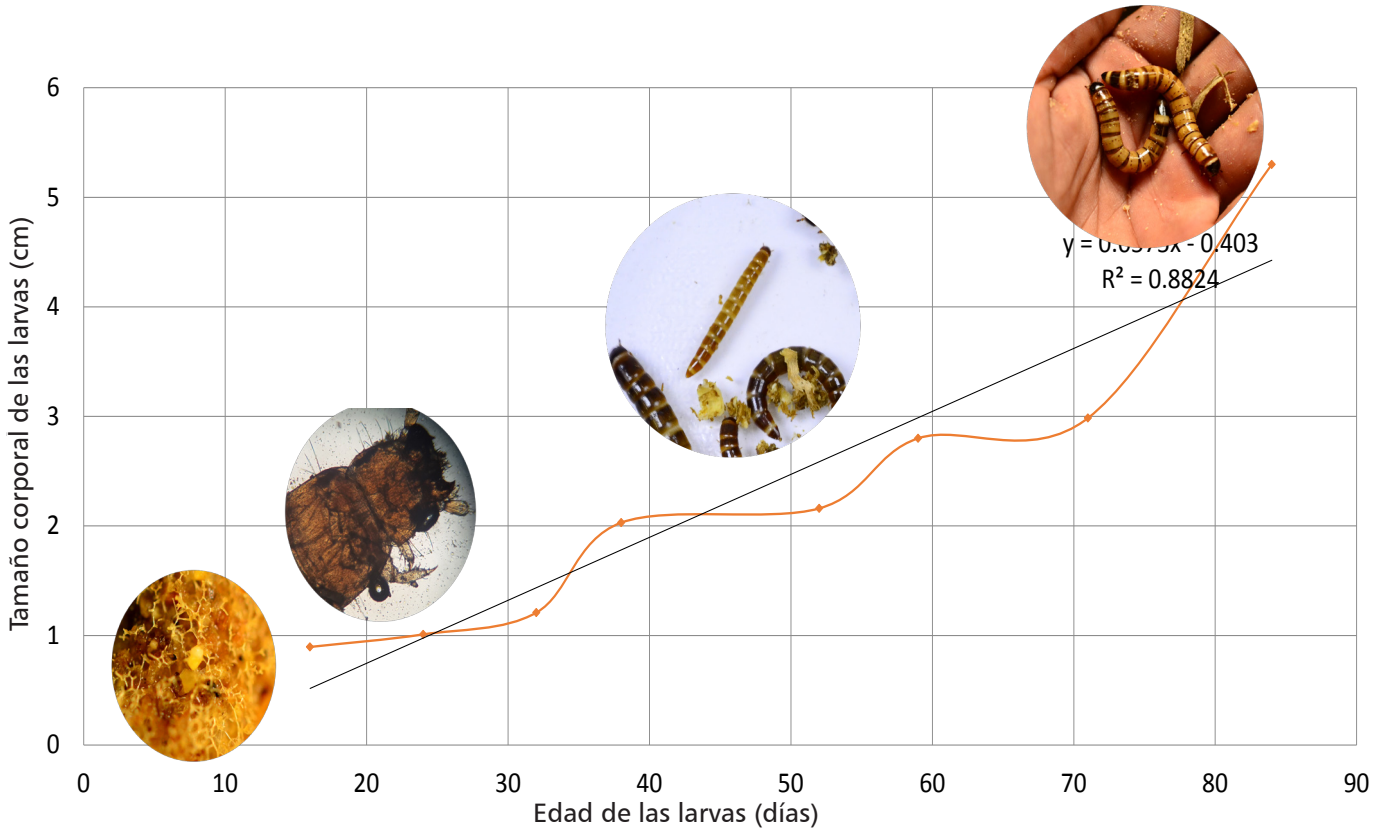


FIGURA 6-1 Crecimiento medio de las larvas de una unidad de producción convencional en el Zoocriadero de la UNAN- Managua. En la parte inferior se observan la edad de las larvas expresada en días y en la parte superior izquierda se presenta el tamaño de la larva expresada en centímetros.

NOTA Es importante saber que estos valores pueden cambiar en dependencia de la calidad, tipo y cantidad de alimento que se les suministre a las larvas. Estos datos fueron tomados en el año 2015 en el laboratorio del Zoocriadero de la UNAN-Managua.

Se muestra esta gráfica para entender mejor el proceso de crecimiento. Los huevos a partir de las dos semanas de edad comienzan a eclosionar de los sacos, posteriormente las larvas emergen y comienzan a ganar peso y tamaño. En las primeras semanas es inusual ver que las larvas devoran el alimento suministrado, pero es sabido que, se alimentan de residuos que fueron suministrados a los progenitores semanas antes. A las larvas se les ve alimentándose después de las 5 semanas de edad o bien 2 cm de longitud.

A partir de los seis semanas o bien 48 días las larvas entran a una nueva fase de manejo, etapa que se le denominó como engorde, a pesar que la larva sigue creciendo. En esta etapa de manejo se le debe dar prioridad a la ganancia de peso, suministrándole alimentos de calidad y en raciones robustas.

Si se aplica un buen plan de alimentación, las larvas comienzan a alcanzar su tamaño aprovechable cuando estas tienen 80 a 90 días de edad o bien 4- 4.5 cm de longitud. El crecimiento larval esta descrito en la figura **FIGURA 6-1.**

ENFERMEDADES Y OTRAS COMPLICACIONES DE LA CRIANZA DE *ZOPHOBAS* EN CLIMAS TROPICALES

Hasta hace unos años no se conocía enfermedades causantes de muerte masiva en las crianzas de *Zophobas*. Las amenazas de este tipo siempre se consideraron no muy importantes de tratar, debido a que se podía contrarrestar si se practicaba un buen manejo del criadero, profilaxis y control de las variables del ambiente en los sistemas de crianza.

En trabajos de investigación recientes se han descubierto algunos patógenos que causan muerte masiva de la crianza de *Zophobas* y eso significa un riego que debe ser considerado en todo sistema de crianza en cualquier región o país. Vergara *et al*. (2018) descubrieron que *Pseudomonas aeruginosa* es un patógeno que aprovecha las heridas causadas por el canibalismo larval para penetrar en la hemolinfa de las larvas causando muerte de las mismas.

Un evento o situación similar se observó en agosto del año 2019 en la ciudad de Tarapoto en San Martín – Perú, donde se asesoró el montaje de un sistema de crianza de alimento vivo. Después de establecer el sistema y de dividir una colonia de larvas en tres grupos por tamaño, estas comenzaron a comerse entre sí, y posteriormente sufrieron una muerte generalizada. Los síntomas parecían coincidir con los reportados por Vergara *et al.* (2018).

El primer síntoma que se logró percibir fue la perdida de movilidad de las larvas, mientras estas se tornaban de color marrón oscuro. Dos semanas después, se observó la muerte paulatina de toda la unidad de producción.La afección no está restringida a una sola especie de Tenebrionido, ya que se mostró el mismo patrón de síntomas en *Tenebrio molitor* **FIGURA 6-2**.

FIGURA 6-2 Larvas presuntamente infestadas por una bacteria. Se puede notar en las fotografías que la infestación provoca que las larvas mueran de forma masiva, además se muestra el color que se tornan las larvas posterior a la infestación.

Las medidas tomadas en este caso tan particular, fue el aislamiento de la colonia infestada.

Para hacer la identificación del patógeno se colectaron larvas y se llevaron al laboratorio de microbiología de la Universidad de San Martin, Perú donde se corroboro que se trataba de una bacteria gram negativo.

En la sección de crianza del Centro Urku en Tarapoto, Perú se realizaron una serie de pruebas para determinar y corroborar el medio de contagio. Se colocaron larvas y se atomizaron con agua contaminada de caldo de larvas infestadas. Solo aquellas larvas a las cuales se les amputo alguna de sus patas se vieron afectadas por la patología. En medios muy infestados se prevé que las larvas pueden contagiarse a través de los traqueolos y heridas causadas por el canibalismo como sugiere Vergara *et al*. (2018).

Para prevenir las infecciones se realizó la esterilización de los materiales y herramientas que se utilizan dentro del sistema de producción **FOTO 6-6**.

FOTO 6-6 Procedimiento de mezclado de sustrato con alimento.

Infestación por ácaros

Una de las infestaciones más comunes es la causada por diminutos ácaros. Las infestaciones por ácaros es un severo problema que es difícil erradicar y causa pérdidas cuantiosas en la productividad de los sistemas de crianza.

Los ácaros atacan los huevos y las larvas en sus primeros estadios. Los huevos pierden viabilidad. Según Morote y Vasquez (2014) "el huevo dañado pierde turgencia, cambia su coloración de blanco a crema oscuro y no eclosiona".

"La especie de ácaro más abundante en sistemas de crianza en climas tropicales identificados por el Dr. Víctor Iraola, es *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank, 1781) (Astigmata : Acaridae) (Morote & Vasquez, 2014).

Otros ácaros depredadores observados con mínima frecuencia son: *Kleemania (Ameroseius) cf. plumigera* Oudemans, 1930 (Mesostigmata : Ameroseiidae) y *Blattisocius keegani* (Fox, 1947) (Mesostigmata : Blattisociidae)

Las *Zophobas* muestran su mayor grado de vulnerabilidad cuando estas se encuentran en estado pupal. Muchas pupas mueren por diversos factores, pero el más común está asociado a la aparición de una mancha oscura que luego se esparce por toda la pupa hasta que esta muere. No se sabe con certeza si esto es causado por alguna bacteria u otro patógeno.

FOTO 6-7 se muestra una fotografía donde se puede apreciar un ácaro del genero *Tyrophagus.* Es la especie de acaro que frecuenta las unidades de produccion del Centro Urku, Peru.

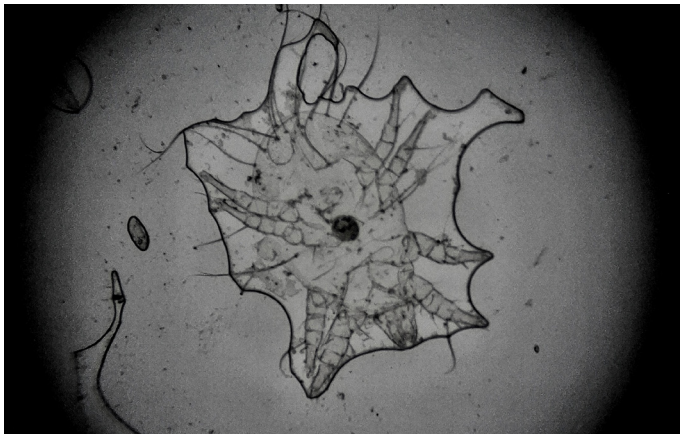


FOTO 6-7 Se observó a través del microscopio óptico un acaro extraído del exoesqueleto de una larva de *Zophobas.*

Muerte generalizada de una unidad de producción de *Zophobas* causada por un agente patógeno.

CAPÍTULO 7
Engorde

FIGURA 7-1 Así luce una porción de larvas que han alcanzado los 3 cm le longitud en 52 días. Larvas con esta edad y tamaño están listas para la etapa de engorde.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ENGORDE

El proceso de engorde consiste en el suministro periódico y planificado de alimento. Se debe considerar la calidad de alimento, cantidad y los requerimientos de la etapa que atraviesan las larvas. El engorde es el periodo donde el criador le debe dar prioridad a la ganancia de peso y tamaño de sus larvas. Este periodo está comprendido desde la sexta semana de haber nacido, hasta que las larvas alcanzan los 80 días de edad. Muchas larvas siguen creciendo hasta los 130 días.

CUIDADOS

Los cuidados que se deben tener en este periodo de vida de las larvas consisten en cerciorarse de la demanda de alimento y de la temperatura que adquiere el sustrato conforme al tipo de alimento que se suministre.

Es importante verificar sistemáticamente la humedad, porque esta condiciona en el sustrato puede propiciar el inicio de un proceso de descomposición y fermentación que propensa daños irreversibles en la unidad de producción. La fermentación del sustrato, además ocasiona estrés en las larvas que se manifiesta en inquietud y pérdida de apetito

Cuando el suministro de alimento no cumple las expectativas, las larvas comienzan a mostrar un comportamiento caníbal, devorándose unas a otras (Thinkel,1981), cuando esto ocurre las densidades caen de manera considerable.

PLAN DE ALIMENTACIÓN

Las raciones están entre los 100 g en las semanas 6 y 7 y entre los 150 y 200 g por metro cuadrado de superficie en las semanas 8 y 9. De la semana 10 en adelante, 220 g es suficiente. Estas raciones se dan tres veces por semana habitualmente los lunes, miércoles y viernes. Estos pesos son de alimentos secos, pero funciona para frutas y verduras.

FOTO 7-2 En esta fotografía se observa una larva que parcialmente fue devorada en vida por otras larvas aun cuando esta estaba viva. Por esta razón se tiene que hacer desdobles para evitar considerables pérdidas en la producción.

Tabla de alimentos y sus cualidades

TIPO	ALIMENTO	DESCRIPCIÓN
FRUTAS	Bananos	Se deben dar maduros ya que son más apetecidos. La cascara tiene buena elegibilidad.
	Mangos	Los aceptan verdes, pero cuando estos están maduros es lo más idóneo.
	Cascara de Piña	La cascara de Piña es muy apetecida por las larvas grandes.
	Pitahaya	No es recomendable dar mucha porqué atrae muchas moscas.
	Papaya	La papaya es un alimento apetecido y de buena calidad.
	Carambola	Se deben de triturar o picar en trozos pequeños antes de suministrar.
	Marañones	Son excelentes, económicos y fáciles de conseguir.
VERDURAS	Plátanos	Cuando están maduros son excelentes.
	Papas	Se recomienda dar la cascara aunque el interior no lo desprecian.
	Calabazo	Solo cuando este está maduro es aceptable.
	Brócoli	Es un excelente alimento y suele rendir bien.
	Repollo	Es muy apetecido, pero pierde elegibilidad.
	Pepino	Se recomienda dar en pequeñas raciones.
	Lechuga	Es económica y funciona muy bien como suplemento.
	Engorde y crecimiento para pollos	Es genérico y económico pero no rinde.
ALIMENTOS PROCESADOS	Avena	Es excelente , pero es costosa.
	Salvado de trigo	En sustratos finos da buenos resultados además de ser económico.
	Semolina	Excelente.
	Iniciarina para pollos	Es buena pero no recibe aceptación siempre.
	Alimento para ponedoras	Es buena pero pierde elegibilidad, deja mucho residuo.
	Alimento para peces	Es bueno por la proteína que contienen, pero es difícil de conseguir.
	Afrecho de trigo o maíz	Es económica y funciona muy bien, aunque no es muy rico en nutrientes.

NOTA Los alimentos pueden variar de acuerdo a la zona y la estacionalidad de los mismos. Ejemplo los mangos: en Nicaragua hay una época en que se pueden conseguir muy baratos y en gran cantidad, mientras que hay épocas en que su precio es alto y difícil conseguirlos. Se debe tener en cuenta que la experimentación es válida en cuanto el tipo de alimento. En esta lista están lo que se han probado y han dado satisfactorios resultados.

APROVECHAMIENTO DE LARVAS Y EDAD ÓPTIMA

Antes de empezar con este acápite es necesario que te preguntes ¿Por qué es importante contar las larvas?

Contar las larvas nos permite conocer los rendimientos medios de producción de los progenitores, así como la eficiencia de los parámetros de manejo. La cantidad de larvas indica la eficacia del sistema de producción, costo de cada ciclo y ayuda a saber si es necesario aumentar las densidades y proporción de progenitores. Sin duda es el indicador clave.

El conteo de larvas se da en "*El saque de alimento*" actividad que consiste en dar de baja las larvas que cumplan con la medida (5 a 6 cm de longitud total) y peso estándar (0.8 g) **FOTO 7-5**. En esta etapa de peso y tamaño deben ser usadas como alimento o bien inducidas para obtener una nueva generación de progenitores.

El desarrollo del conteo está precedido por la selección de una unidad de producción que contenga larvas que cumplan con la talla (5 a 6 cm) y el peso requerido (0.8–l.0 g). Posteriormente, el sustrato del contenedores tamizado con ayuda de una zaranda, a continuación, las larvas quedan atrapadas entre las rejillas, mientras que el aserrín y material fecal es precipitado en el fondo del contenedor, donde es almacenado para otros fines.

Las larvas libres del sustrato se limpian. Es importante que después de la limpieza, las larvas se coloquen en un lugar seco y fresco. No es recomendable taparlas o privarles de buena ventilación.

CONTEO DE LARVAS

El conteo de larvas es un procedimiento sencillo, pero requiere de paciencia. El primer paso consiste en pesar con ayuda de la balanza, el total de larvas de la unidad de producción seleccionada. Posteriormente, el peso resultante se divide entre 200, que es el número estandar de larvas para obtener el peso promedio de cada larva.

Una vez que se obtuvo el peso promedio por larva, se realiza el segundo paso que consiste en pesar el total de las larvas de la unidad de producción y el peso resultante se divide entre el peso promedio por larva. De esa manera se obtiene la cantidad de larvas de la unidad de producción **TABLA 8-1.**

FOTO 7-4 Proceso de separación de las larvas del sustrato.

FOTO 7-5 Larvas de edad y talla adecuada para alimentación o comercio.

Peso total de las larvas de una unidad de producción	Peso de la muestra de (200 larvas)	Peso promedio de una larva (peso de muestra de 200 larvas / 200).	Peso total / Peso promedio de una larva	Total de larvas
970.6 gramos	184	184/200=0.92	970.6/0.92	1055
1389 gramos	192	192/200=0.96	1389/0.96	1446
692 gramos	174	174/200=0.87	692/0.87	795

TABLA 8-1 Ejemplos sobre el cálculo del número de larvas por unidad de producción. La precisión del método está en función del tamaño de la muestra. En unidades de producción grandes se recomienda aumentar el número de la muestra.

CAPÍTULO 8

Proceso de inducción de metamorfosis para obtener una nueva generación

FOTO 8-1 En esta fotografía se puede observar en detalle como luce una pupa de *Zophobas* momento después de haber culminado la metamorfosis de larva a pupa. Durante los primeros días presentan un color claro y a medida que pasan los días se tornan de color marrón.

RESUMEN DEL PROCESO

Este es el punto crítico del manejo de *Zophobas* que marca el fin del ciclo de la de vida de esta especie y da origen a una nueva generación de progenitores. El proceso de inducción de metamorfosis (empupamiento) es el mecanismo que se emplea en cautiverio para que les larvas de *Zophobas* se conviertan en pupas y posteriormente adultos aptos para la reproducción y postura de huevos.

MATERIALES NECESARIOS EN ESTE PROCESO

En este punto del manejo de *Zophobas*, es cuando se utilizan los recipientes de 2 oz y las agujas de jeringa. Estos son los materiales que se usan para llevar a cabo el proceso de inducción de metamorfosis.

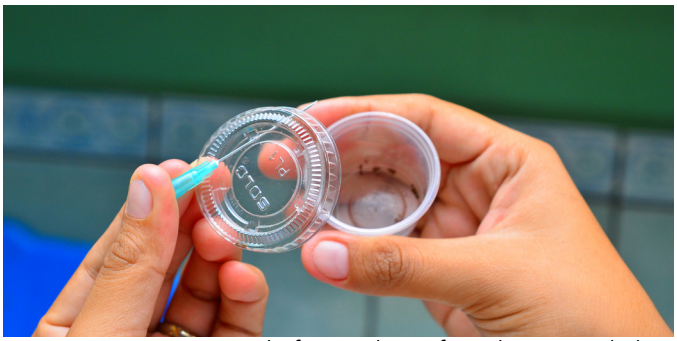


FOTO 8-2 Se muestra la forma de perforar las tapas de los recipientes de 2 onzas.

PROCEDIMIENTO PARA INDUCIR LA METAMORFOSIS

El procedimiento es sencillo. Primero se toman las tapas de los recipientes de 2 oz y se perforan con ayuda de la aguja de jeringa, es suficiente hacer dos o tres orificios **FOTO 8-2-3**.

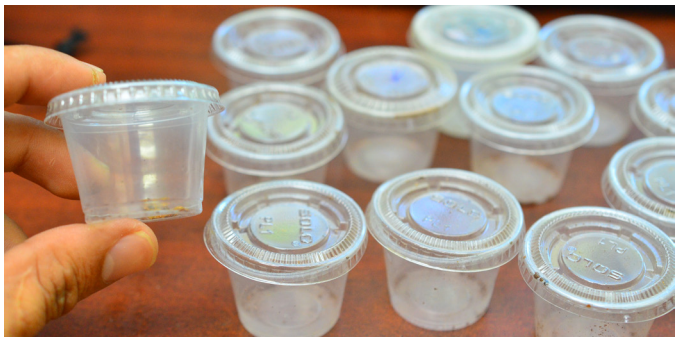


FOTO 8-3 Se muestran los recipientes de 2 onzas limpios y con sus tapas previamente perforadas.

Después de perforar las tapas, se seleccionan las larvas con una edad aproximada entre 80 a 120 días. La idea de seleccionar larvas que tengan considerable tamaño, es porque el tamaño de los progenitores está en función de la longitud total de las larvas. Sabiendo esto, es importante seleccionar larvas de más de 5 cm de longitud **FOTO 8-4**.

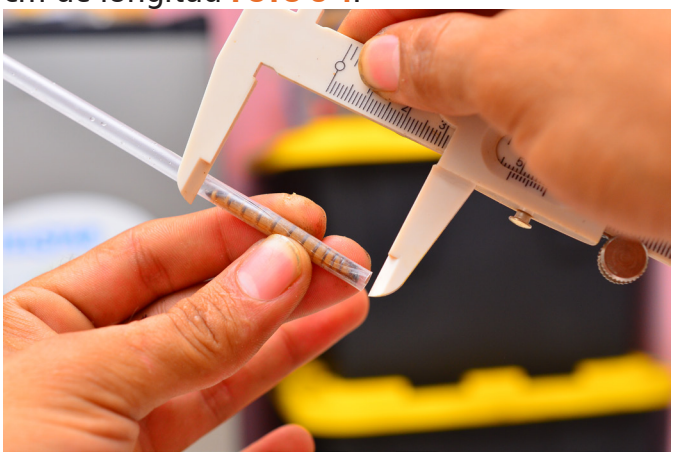


FOTO 8-4 Se muestra la forma más sencilla de medir las larvas cuando se requiere información sobre su tamaño.

UNA RECOMENDACIÓN MAS...

Hay muchos aspectos del manejo de larvas de *Zophobas* que debes saber para obtener un stock de progenitores que genere excelentes rendimientos, así como lograr que el proceso de metamorfosis se desarrolle de forma rápida y con bajos índices de mortalidad.

TÉCNICA DE INDUCCIÓN DE METAMORFOSIS

La inducción de la metamorfosis es un procedimiento de manejo que consiste en aislar los individuos de *Zophobas* en estadío larval. Se lleva a cabo ubicando larvas en recipientes contenedores de 2 onzas. Los frascos ya deben estar perforados para permitir la aeración dentro de los mismos. Es recomendable usar recipientes del mismo tamaño.

En este procedimiento es importante diferenciar cuando la influencia de un factor es positiva o negativa. Se considerarán positivas aquellas influencias de factores que hagan de la metamorfosis un proceso rápido y homogéneo.

Se ha demostrado que las larvas demoran más en terminar su metamorfosis cuando los recipientes estas aglomerados, por ello es se debe tener en cuenta la disposición de los recipientes. Se considera evitar lugares donde sean afectados por la vibración, por tal razón se recomienda sitios sólidos preferiblemente madera **FOTO 8-5**.

FOTO 8-5 Se puede apreciar la forma particular que opta una larva en etapa de prepupa.

La edad larval permisible para llevar a cabo este procedimiento es a partir de los 60 días, pero se recomienda usar larvas entre 80 a 120 días de edad, las cuales si han tenido buena alimentación pesarán entre 0.8 a 1 gramo o bien una longitud de 5. a 5.5 cm (Ubeda *et al.*, 2020). En diferentes experimentos se comprobó que larvas de 120 días de edad llevan a cabo su metamorfosis en 24 días a diferencia de las larvas de 80 días que finalizan su metamorfosis a los 28 días, y en la mayoría de los casos, los individuos demoran hasta 35 días, esto en condiciones 56% de humedad y temperatura ambiente correspondiente al rango 26°C–32°C (Úbeda *et al.*, 2020).

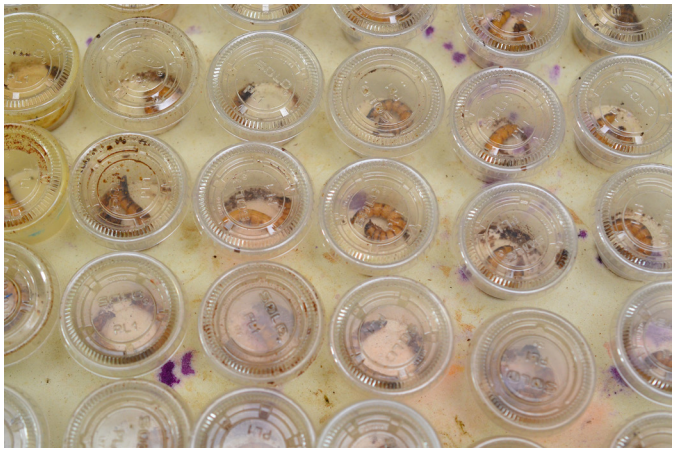


FOTO 8-6 Se muestra la forma correcta de ubicar los recipientes para llevar a cabo el proceso de metamorfosis.

El tamaño larval que se debe considerar para llevar a cabo inducción de metamorfosis es 5 cm hasta los 6.5 cm (Úbeda *et al.*, 2020). Está probado que larvas grandes finalizan más rápido la metamorfosis, además como se había mencionado anteriormente "resultan pupas más grandes y consecuentemente adultos de

mayor tamaño", tales que, generan mejores resultados de ovoposición que optimizan los rendimientos de producción.

Lo recomendable en cuanto a la temperatura a la cual deben estar las larvas para llevar a cabo la metamorfosis es entre 28°C a 32°C (temperaturas de 20°C a 26°C tienen como resultados metamorfosis muy irregulares).

Es imperativo llevar a cabo este procedimiento en lugares cálidos y donde la temperatura del ambiente se pueda mantener constante en el día y las noches.

FOTO 8-7 En el Zoocriadero de la UNAN-Managua se lleva a cabo el proceso de inducción de metamorfosis en una superficie alta y alejada de depredadores.

El efecto que tiene la temperatura no adecuada es el estrés en las larvas y por consecuencia puede repercutir en el atraso de la metamorfosis, resultando así un proceso de inducción tardadío y poco homogéneo (Ubeda *et al.*, 2020).

Se creía que las larvas necesitaban un sitio oscuro para que llevaran a cabo la metamorfosis, pero recientemente se demostró que la luz no tiene ningún efecto negativo sobre la metamorfosis (Ubeda *et al.*, 2020).

Está probado que las larvas toleran rangos de humedad entre 50% a 90 %, pero si se ubican los recipientes en sitios donde la humedad sobrepasa el 90% la metamorfosis se puede ver afectada evitando que algunos individuos se induzcan y mueran de inanición, por tal razón en la estación lluviosa se recomienda llevar a cabo el proceso en un lugar protegido de la lluvia.

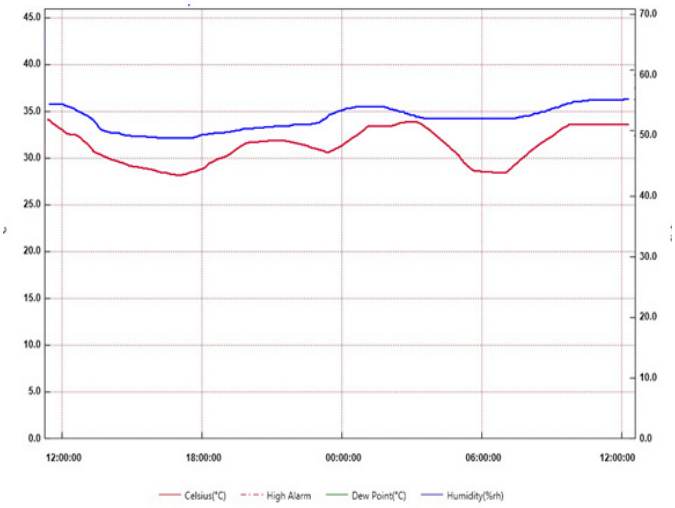


FIGURA 8-1 Intervalos de temperatura de un proceso de inducción. Los valores medios de la temperatura oscilan entre 28 y 32.5 °C.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE INDUCCIÓN DE METAMORFOSIS

Después que se toman las consideraciones mencionadas se debe dar seguimiento al proceso de inducción. A partir del día 4 es necesario revisar. Para entonces ya se puede observar que algunas larvas comienzan a aumentar de grosor y están en condición inmóvil. En algunas bibliografías se le llama estado pre-pupa. Este momento es cuando la larva empieza a transformarse lentamente y a partir de entonces le tomará de 4 a 6 días para convertirse en pupa o bien de 8 a 12 días a partir del día primero. Es importante considerar que este proceso no es siempre homogéneo y no todas las larvas siguen el patrón de tiempo establecido. Sin embargo, en las condiciones propuestas las larvas se apegan a los datos presentados.

Como se mencionó, a partir del día 4 las larvas que se inducen comienzan a atravesar el estado pre-pupa. Todas las larvas que fueron observadas en estado pre-pupario estarán para el día 8 o 12 en estado de pupa, en promedio a todas las larvas les toma 12 días para llegar a

convertirse en pupas, y a veces como máximo algunas les toma hasta 18 días. A partir de entonces empieza la fase puparia en la cual los individuos se vuelven muy resistentes y los puedes extraer de los recipientes y colocarlas en un sustrato humedecido. A las pupas les tomara de 12 a 14 días convertirse en escarabajos o imagos.

La técnica de extraer las pupas de los contenedores es usada en sitios donde se manejan grandes cantidades de larvas, y por lo tanto la extracción se lleva a cabo con el propósito de usar nuevamente los frascos lo antes posible, pero si las larvas se dejan en los frascos no genera ningún inconveniente debido a que la fase puparia se caracteriza por dos aspectos importante; el primero es que es homogénea y el segundo es que la pupa es resistente a cambios ligeros en el ambiente.

A partir del día 18 después de la inducción se comenzarán a ver los primeros escarabajos. Es normal que tengan un color claro al principio, pero este se tornara de color negro a medida que pase el tiempo.

De esta manera se describe el proceso de metamorfosis y se detalla la técnica adecuada que se debe llevar a cabo para obtener resultados satisfactorios. Los resultados que se muestran son promedios, por lo que algún cambio en las condiciones o tratamientos podría generar cambios sensibles o variaciones.

FIGURA 8-2 Etapas principales de la metamorfosis de *Zophobas*. La duración de las etapas y de la metamorfosis puede variar de acuerdo a la edad de la larva, tamaño y temperatura del ambiente.

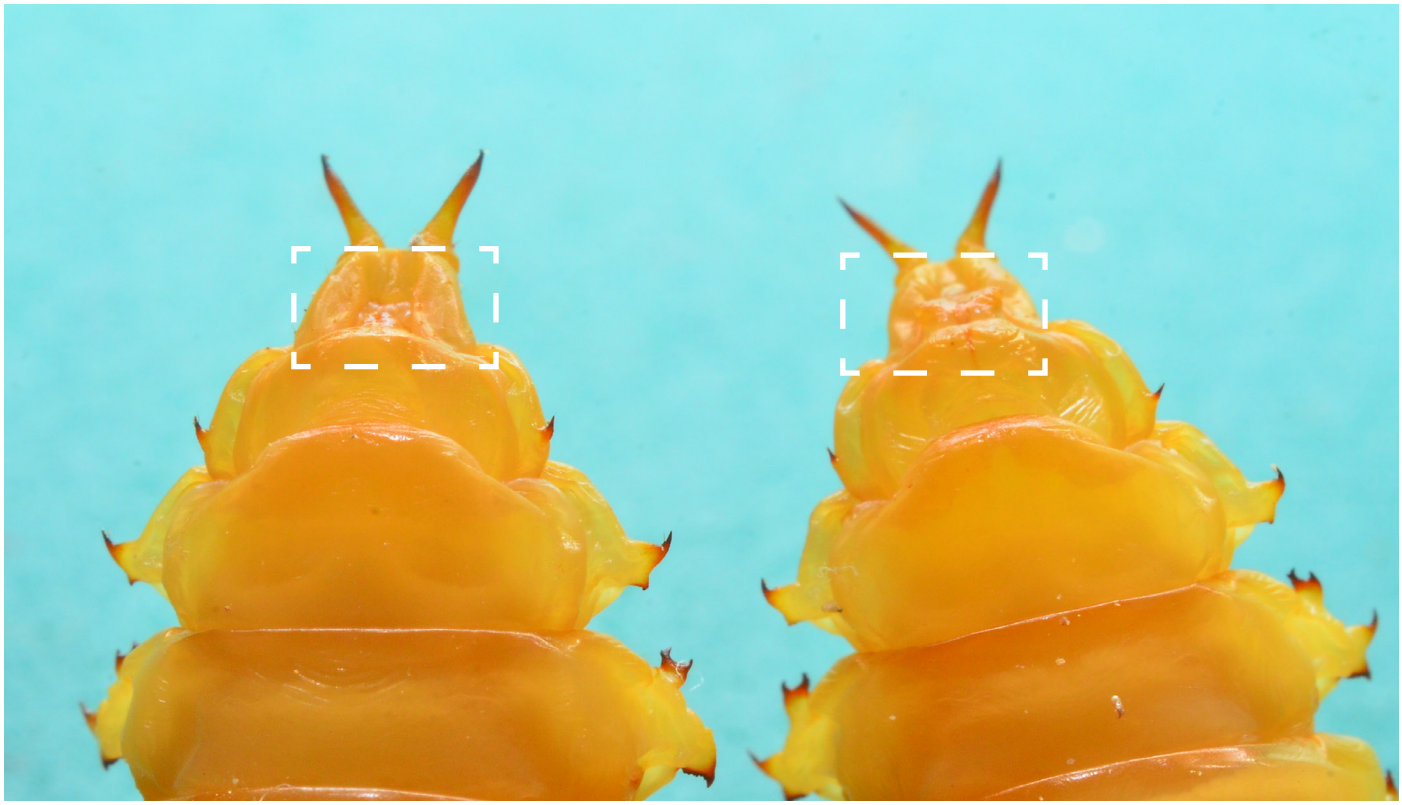


FOTO 8-9 Comparación de la forma apical inferior de las pupas *Zophobas* sp. En la foto se aprecian los dos tipos de formas de la parte apical de la pupa con las cuales realiza el sexado en pupa, cada sexo tiene su estructura que lo diferencia. En muchas pupas es difícil reconocer que tipo de forma que tiene, pero hay pupas que siguen el patrón y a medida que la pupa madura se hace más fácil la diferenciación.

SEXADO DE LAS PUPAS

El sexado en estadio pupal es una técnica nueva, por lo tanto continúa siendo probada. La técnica se basa en el reconocimiento de una estructura morfológica diferenciada de la parte apical inferior de la pupa **FOTO 8-9**. Esta técnica se fundamente en la existencia de dos grupos bien definidos. Basado en este precedente, en el laboratorio se ha logrado obtener un 83% de aciertos.

La técnica es relativamente efectiva y operativa en términos de manejo. Comparada con la técnica de presión de abdomen esta es menos traumática y no deja secuelas en los imagos.

La técnica convencional de sexado en imagos no genera más del 86% de aciertos, debido a la alta tasa de variación de la estructura que permite diferenciar el sexo **FIGURA 5-1**.

El sexado que se hace por medio de la diferenciación de la forma de la cabeza es el método más efectivo debido a que los machos de algunas especies del genero *Zophobas* presentan mimetismo sexual que consiste en la aparición de caracteres poco acentuados morfológicamente, apenas diferenciado de las hembras (Ferrer, 2011). La existencia de mimetismo sexual complica el sexado por presión de abdomen y lo convierte en un proceso ambiguo.

Se ha interpretado este fenómeno como una estrategia sexual, orientada a una "competencia fraudulenta": que en efecto, un macho de una especie gregaria (tendencia a agruparse) que parece una hembra, evita conflictos con otros machos, lo que le permite la aproximación cómoda a las hembras. Los machos feminoides producen una cierta desorientación en los machos concurrentes (Ferrer, 2011).

Esta aserción es evidente en cultivos de laboratorio, donde se observa hasta el 40 % de mortalidad de los machos concurrentes, los cuales mueren a causa de combates permitiendo, así a los feminoides acceso a hembras (Ferrer, 2011).

En la figura **FIGURA 8-4** se puede observar las variantes que presenta la estructura morfológica que ayuda a determinar el sexo. En ocasiones aparece bien diferenciado, pero en ciertos casos aparececonfuso, lo que dificulta el reconocimiento.

FIGURA 8-4 Algunas variaciones que suelen dificultar el proceso de sexado de imagos de *Zophobas*. Por esta razón esta técnica no resulta eficaz.

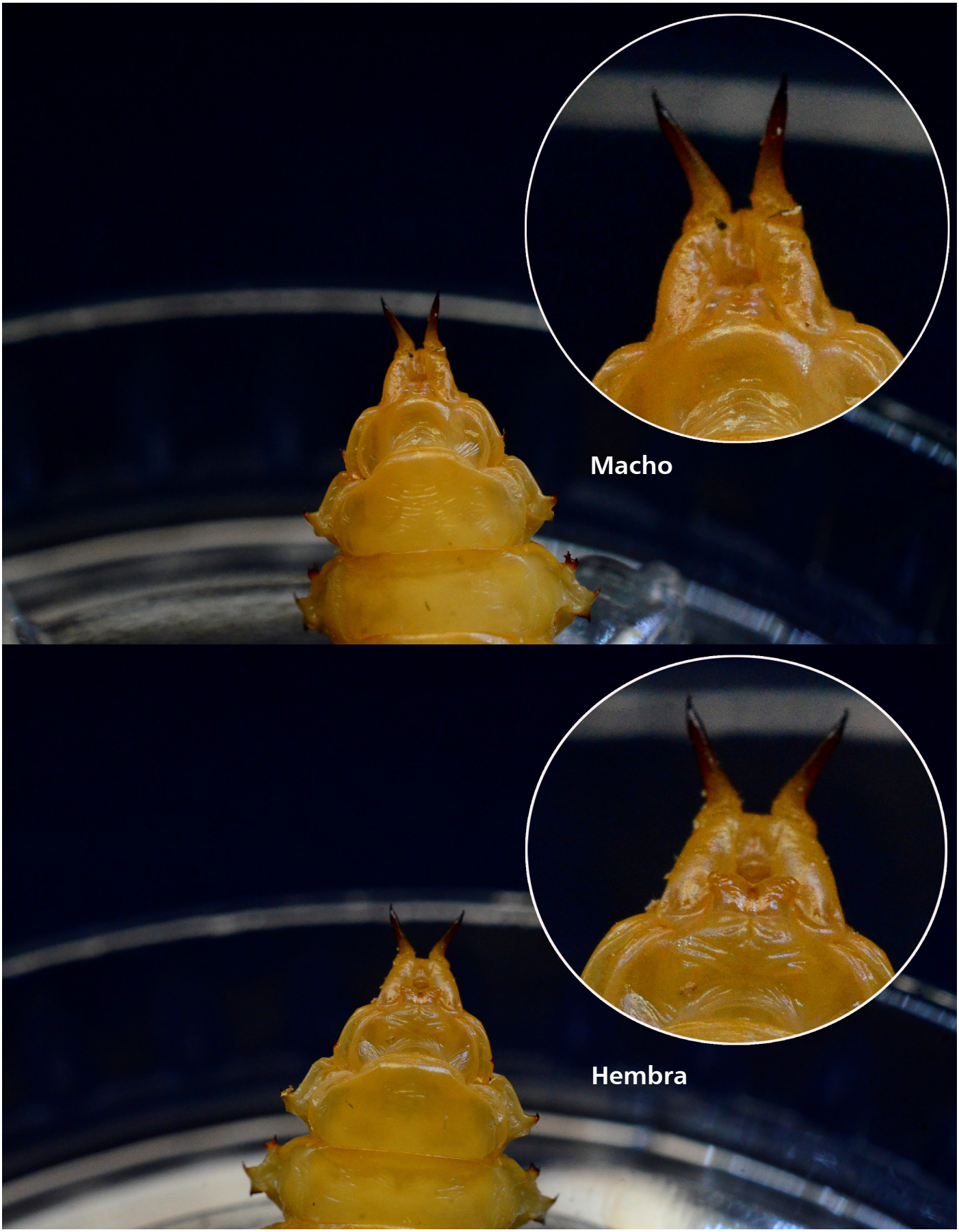


FIGURA 8-5 Morfología de pupas para la determinación del sexo en estadío pupario. En esta figura se pueden apreciar las variaciones en la estructura morfológica que ayudan a diferenciar el sexo en pupas de *Zophobas*.

GLOSARIO

A

Airación: acción y efecto de ventilar.

Animales mutilados: se refiere a aquellos animales que les falte alguna parte de su cuerpo. Pueden ser patas, alas, antenas u otra estructura visible

Aserrín reciclado: material útil y utilizable que resulta después de haber colado las larvas de una unidad de producción. Ese material está constituido por excrementos, alimento y residuos de madera.

B

Buena ventilación: se refiere a un sitio o lugar en el que haya entrada y salida del aire.

D

Depredador: es un animal que caza otros animales para alimentarse y subsistir.

Distribución: es el espacio geográfico donde una especie está presente e interectúa de forma efimera con otros elementos del ecosistema.

E

Exoesqueleto: es el esqueleto externo continuo que recubre, protege el cuerpo de un insecto.

Eclosionar: acción de abrirse o romperse un huevo al nacer el animal que se ha desarrollado en su interior.

Especiación: al proceso mediante el cual una población de una determinada especie evoluciona en otra especie.

Especie: conjunto de organismos o poblaciones naturales capaces de entrecruzarse y de producir descendencia fértil. Existen barreras físicas, morfológicas o conductuales que impiden el acoplamiento con miembros de otras especies

Estructuras anatómicas: conjunto de partes fundamentales de la anatomía de un organismo.

F

Familia de insectos: familia de insectos: En biología, es una unidad sistemática y una categoría taxonómica que alberga uno o muchos géneros. En la familia se agrupan géneros con características y rasgos similares.

Fermentación: es un proceso catabólico de oxidación incompleta, que no requiere oxígeno, y cuyo producto final es un compuesto orgánico. Según los productos finales, existen diversos tipos de fermentación.

G

Gekos: también conocidos como Guekos. Es un género de reptiles escamosos pertenecientes a la familia Gekkonidae.

Granulometría: es la distribución de los tamaños de las particulas de un agregado, tal como se determina por análisis de tamices, es decir la medición de los granos.

I

Imago: es un término entomológico para describir o llamar al último estadio del desarrollo de un insecto, es decir adulto.

Insectívoras: se denomina insectívoro o entomófago a cualquier organismo depredador de insectos.

M

Mandíbulas: Son estructuras anatómicas destinadas a triturar, separar y masticar el alimento.

Manejo: En nuestro caso, conjunto de técnicas dirigidas a la reproducción, rehabilitación y recuperación de especies en cautiverio.

Metamorfosis: : se llama metamorfosis a un proceso biológico por el cual un animal se desarrolla desde su nacimiento (pasado el desarrollo embrionario) hasta la madurez por medio de grandes cambios estructurales y fisiológicos.

Moho: es un hongo que se encuentra tanto al aire libre como en lugares húmedos y con baja luminosidad.

O

Oviposición: actividad que consiste en la postura de huevos.

P

Parte apical: el extremo superior o inferior (o punta) de cualquier órgano externo (terminal).

Prepupa: Un estado o fase de desarrollo del insecto entre la etapa larval y pupal.

Progenitores: conjunto de animales de sexos diferentes destinados a la reproducción.

Pupa: es el estado por el que pasan algunos insectos en el curso de la metamorfosis que los lleva del estado de larva al de imago o adulto.

Q

Quitina: es un material de origen biológico que compone el exoesqueleto de los insectos y otros invertebrados.

S

Sexar: determinar el sexo de un animal que no se puede conocer por su aspecto externo.

Sustrato: superficie (suelo artificial) en la que una planta o un animal vive. El sustrato puede incluir materiales bióticos o abióticos. Por ejemplo, las *Zophobas* viven en un sustrato a base de aserrín y los *Tenebrio* viven en un sustrato a base de avena.

V

Volúmenes de producción: cantidad neta de alimento producido por unidad de tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

ANDRB QUENNEDEY, N.A.-P (1995).Postembryonic Development of *Zophobas*.J. Insect Physiol, 155.

BOTANICAL-ONLINE.SL. (2015). Botanical online SL http://www.botanical online. com/animales/cria_zophobas_ morio.htm (consultado el 5 de mayo 2015)

Del Toro, I., Ribbons, R.R. & Pelini, S.L. (2012). The little things that run the world revisited: a review of ant-mediated ecosystem services and disservices (Hymenoptera:Formicidae). Myrmecological News, 17: 133–146.

FAO. (2013). La contribución de los insectos a la seguridad alimentaria, los medios de vida y el medio ambiente.

FERRER. J., (2000). Revisión del género *Zophobas* Dejean, 1834. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.), 287319.

FRIEDERICH, U. & VOLLAND, W. (1981), Futtertierzucht. Ulmer Verlag, stuttgart (Alemania). 168 pp.

HAROLDO TORO, E.C. (2003). La biología de los insectos. En E. C. Haroldo Toro, La biologia de los insectos (pág. 463). CHILE: Ediciones universitarias del Valparaiso.

RAMOS-ELORDUY-BLÁSQUEZ, J. M. M.C.-P . (2010). Análisis comparativo del valor nutritivo de *Zophobas morio*. UNAM-Mexico, 6.

M.N VALERO ZANUYA, F. H. (2007). Metabolismo, fuentes endógenas y exógenas de vitamina D. ELSEVIER, 63-84.

MAES J.M., MERKL O., CAMPBELL J.M. & FERRER J. (2012). Familia Tenebrionidae. Revista nicaraguense de entomologia. Leon-Nicaragua.

MOROTE D, KJ; VÁSQUEZ B, J. (2004). Estudio de escarabajo amazonico *Zophobas opacus* (Coleoptera: Tenebrionidae) para incluirlo como alimento vivo en sistemas de crianza de fauna silvestre en cautiverio, peces ornamentales y de consumo. Memorias: Manejo de fauna silvestre en amazonia y Latinoamérica: 695-205.

OTERO, C. (1997). Metodología de la reproduccion de en cautiverio del coleoptero *Zophobas* sp. Tesis de maestría, 29.

PARK, H.C., JUNG, B.H., HAN, T.M., LEE, Y.B., KIM, S.H. & KIM, N.J. (2013). Taxonomy of introduced commercial insect *Zophobas atratus* (Coleoptera: Tenebrionidae) and a comparision of DNA barcoding with similar tenebrionids, Promethis valgipes and *Tenebrio molitor* in Korea. J Seric Entomol Sci 51(2): 185-190.

PIC, M. (1913). Nouveautés diverses. Mélanges Exotico-ento-mologiques, Fasc. 6: 4-7.

PRICE, R.F. (2011). Insect ecology: behavior, populations and communities. Cambri- dge, New York: Cambridge University, Cambridge University Press.

SAHLBERG C. R. C. R. (1823). Periculi ento- mologici, species insectorum mondum descriptas proposituri fasciculis. Aboe, 83 pp. 4 pi.

SCHULTE, R. (1996). El manejo de *Zophobas morio* (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) en regiones tropicales. Folia amazónica, 29.

TSCHINKEL, W.R (1984). *Zophobas atratus* (Fab.) and Z. rugipes Kirsch (Coleoptera, Tenebrionidae) are the same species. The Coleopterist´s Bulletin, 38(4): 325-333

TSCHINKEL, W.R. & WILSON C.D. (1971) Inhibition of pupation due to crowding in sorne tenebrionid beetles. J. exp. Zool. 176, 137-146. Urs K. C. D. and Hopkins T. L. (1973) Effect of moisture on growth rate and development of two strains of *Tenebrio molitor* L.

TSCHINKEL, W.R. (1981). Larval dispersal and cannibalism in a natural population of *Zophobas atratus* (Coleoptera, Tenebrionidae). Animal Behaviour, 29: 990-996.

UBEDA, M., ABARCA, G.,QUIROZ, D & MAES J.(2020). Factores que influyen en el proceso de metamorfosis de *Zophobas* **spp. en sistemas de crianza. Revista nicaraguense de entomologia.N.188.**

VALERO- ZANUYA, M. , HAWKINS-C. (2007). Metabolism, endogenous and exogenous sources of vitamin D. Rev. Española "Enferm Metab Oseas. 16: 63-70.

WEISCHNER, M. (1989) Der GrösseSchwarzkäfer als Futterinsekt, *Zophobas morio***. Gefiederte Welt, 113(3): 89.**

WOLLASTON, T. V. (1870). The Coleoptera of Sainte Hélène. Annals and Magasin of Natural History, (4)5, p. 33.

La Revista Nicaragüense de Entomología (ISSN 1021-0296) es una publicación del Museo Entomológico de León, aperiódica, con numeración consecutiva. Publica trabajos de investigación originales e inéditos, síntesis o ensayos, notas científicas y revisiones de libros que traten sobre cualquier aspecto de la Entomología, Acarología y Aracnología en América, aunque también se aceptan trabajos comparativos con la fauna de otras partes del mundo. No tiene límites de extensión de páginas y puede incluir cuantas ilustraciones sean necesarias para el entendimiento más fácil del trabajo.

The Revista Nicaragüense de Entomología (ISSN 1021-0296) is a journal published by the Entomological Museum of Leon, in consecutive numeration, but not periodical. RNE publishes original research, monographs, and taxonomic revisions, of any length. RNE publishes original scientific research, review articles, brief communications, and book reviews on all matters of Entomology, Acarology and Arachnology in the Americas. Comparative faunistic works with fauna from other parts of the world are also considered. Color illustrations are welcome as a better way to understand the publication.

Todo manuscrito para RNE debe enviarse en versión electrónica a:
(Manuscripts must be submitted in electronic version to RNE editor):

Dr. Jean Michel Maes (Editor General, RNE)
Museo Entomológico de León
Apartado Postal 527, 21000 León, NICARAGUA
Teléfono (505) 2319-9327 / (505) 7791-2686
jmmaes@bio-nica.info
jmmaes@yahoo.com

Costos de publicación y sobretiros.

La publicación de un artículo es completamente gratis.

Los autores recibirán una versión pdf de su publicación para distribución.