



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

“Manejo en cautiverio de *Tenebrio molitor* (Coleoptera Tenebrionidae)
usando cinco tipos de harina”

TESIS
PARA OBTENER EL GRADO DE

Licenciada en Manejo De Recursos Naturales

PRESENTA

Saida Gianela Arana Escalante

DIRECTOR DE TESIS

M.C. Juan Antonio Rodríguez Garza

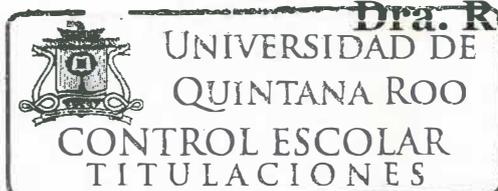
ASESORES

Biól. Heiner Darío Suárez Vázquez

M.C. Benito Prezas Hernández

Ing. Jhibrán Ferral Piña

Dra. Roberta Castillo Martínez



CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, DICIEMBRE DE 2018



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

TRABAJO DE TESIS TITULADO
"Manejo en cautiverio de *Tenebrio molitor* (coleoptera tenebrionidae)
usando cinco tipos de harina"

ELABORADO POR
Saida Gianela Arana Escalante

BAJO SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA Y APROBADO COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

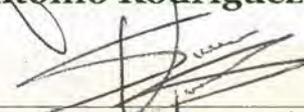
CARRERA

COMITÉ DE TESIS

DIRECTOR:


M.C. Juan Antonio Rodríguez Garza

ASESOR:


Biól. Heiner Darío Suárez Vázquez

ASESOR:

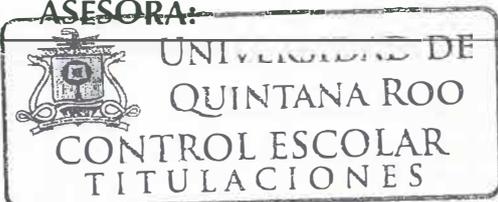

M.C. Benito Prezas Hernández

ASESOR:


Ing. Jhibrán Ferral Piña

ASESORA:


Dra. Roberta Castillo Martínez



CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, DICIEMBRE DE 2018

CONTENIDO

Dedicatoria -----	i
Agradecimiento -----	ii
Lista de tablas -----	iii
Lista de Figuras -----	iv

CAPÍTULO 1 ASPECTOS GENERALES

1. Introducción-----	1
1.1 Justificación -----	2
1.2 Objetivo general-----	3
1.3 Objetivos específicos -----	3
1.4 Hipótesis -----	4
1.5 Antecedentes -----	5
1.5.1 Morfología de <i>Tenebrio molitor</i> -----	5
1.5.2 Reproducción de <i>Tenebrio molitor</i> -----	6
1.5.3 Determinación de sexo -----	9
1.5.4 Utilización de larvas como alimento vivo -----	10
1.5.5 Hongos que afectan el desarrollo de <i>Tenebrio molitor</i> -----	11

CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA

2.1 Obtención de pie de cría-----	12
2.2 Preparación de cama -----	13
2.3 Criterio de separación de muestra -----	14
2.4 Toma de datos -----	14
2.4.1 Peso húmedo -----	15
2.4.2 Peso seco-----	15
2.5 Resolución y prevención de problemas con plagas -----	15
2.5.1 Control de plagas de pie de cría a temperatura ambiente de laboratorio para hormigas <i>Trichomyrmex destructor</i> -----	16
2.5.1.1 Otra plaga para el control de la hormiga <i>Trichomyrmex destructor</i> -----	16
2.5.2 Control de plaga de Geckos de pie de cría a temperatura ambiente de laboratorio -----	17
2.5.3 Control de La hormiga <i>Trichomyrmex destructor</i> en la incubadora-----	17

CAPÍTULO 3 RESULTADOS

3.1 Problemas comunes en el establecimiento de pie de cría de <i>T. molitor</i> bajo condiciones de laboratorio -----	18
3.1.1 Presencia de hongo -----	18
3.1.2 Producción de huevecillos -----	19
3.1.3 Temperatura -----	19
3.1.3.1 Ambiente natural de laboratorio -----	19
3.1.3.1.1 Características observadas en el pie de cría -----	21
3.1.3.2 Uso de Incubadora -----	23
3.2 Resultado de obtención de peso seco -----	25

CAPÍTULO 4 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión -----	30
4.2 Conclusiones -----	32
Literatura consultada-----	33

CAPÍTULO 5 ANEXOS

A. Tabla de materiales y equipos-----	36
B. Variaciones de temperaturas en el primer pie de cría-----	37
C. Variaciones de temperaturas en el segundo pie de cría-----	37
D. Variaciones de temperaturas en el tercer pie de cría-----	38
E. Variaciones de temperaturas en el sexto pie de cría-----	38
F. Temperaturas media de los meses de los cuales se obtuvieron las muestras-----	39
G. Diagrama de flujo de resultados de muestras-----	39
H. Diagrama de obtención de muestra para biomasa de diferentes tipos de harinas-----	40

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo a las personas que me apoyaron en esta etapa de mi vida y que concluyo con gran satisfacción y esfuerzo:

Mi mamá, Saida Escalante Jiménez, que me apoyó y me orientó a lo largo de toda mi vida y a la que no hay palabras para decirle cuánto la amo día con día.

Mi papá, José Armando Arana Esquivel, por ser duro conmigo, ya que eso medio fuerza para ver que la vida no es sencilla y que hay que luchar por lo que uno quiere a pesar de las adversidades.

Mi mamita, (así le digo a mi abuelita con cariño), María del Socorro Jiménez Carrero, a quien admiro y quiero, por ser una persona ejemplar, dulce, responsable, honesta y perseverante. Ella me enseñó valores y me decía que hay que guiarse por lo correcto a pesar de las tentaciones.

Mi tío, Ricardo Armando Escalante Jiménez, por ser una persona paciente conmigo y quien me dió su apoyo en todo momento.

Agradecimientos

Quiero agradecer primero a Dios, por permitirme vida y salud, para que pudiera concluir mi carrera, también por brindarme una familia estricta y amorosa, que me sigue enseñando los valores que se están perdiendo en la sociedad y que me guían en cada paso que doy.

Deseo agradecer a mi hermosa mamá, que es y seguirá siendo, mi apoyo incondicional, la luz de mi vida, la persona en la que siempre puedo confiar. Gracias mamá por inculcarme que, sin importar los fracasos, se debe ser siempre una persona correcta.

A mis compañeros de licenciatura, Carlos May Salvador y Arturo Ambros Pérez, que fueron mis incondicionales y coadyubaron en mi desarrollo profesional.

A mi profesor, Juan Antonio Rodríguez Garza, por ser un ejemplo de dedicación y profesionalismo, quien fue mi guía durante este proceso y me tuvo una infinita paciencia.

A mis asesores de tesis, Benito Prezas Hernández y Bio. Heiner Darío Suárez Vázquez, por sus acertadas sugerencias que permitieron mejorar el presente escrito.

Al Dr. Jhibrán Ferral Piña y a la Dra. Roberta Castillo Martínez, por su participación en el comité.

A mi amigo Alan, que me auxilió cuando yo dudaba de mis capacidades para un idioma y a quien le deseo lo mejor en su vida.

A mi amigo Axel, por su apoyo moral a su debido tiempo.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Porcentajes de nutrientes presentes en la larva y el adulto de <i>T. molitor</i> -----	11
Tabla 2 Esquema de distribución de las etapas de <i>T molitor</i> .-----	13
Tabla 3. Rangos de temperaturas para el establecimiento del primer pie de cría.-----	20
Tabla 4. Rangos de temperaturas para el establecimiento del segundo pie de cría. -----	20
Tabla 5. Rangos de temperaturas para el establecimiento del tercer pie de cría.-----	22
Tabla 6. Rangos de temperaturas para el establecimiento del sexto pie de cría.-----	22
Tabla 7. Comparación de obtención de cama de cría. -----	24
Tabla 8. Primera repetición -----	25
Tabla 9. Segunda repetición-----	26
Tabla 10. Tercera repetición-----	26
Tabla 11. Cuarta repetición-----	27
Tabla 12. Quinta repetición-----	27
Tabla 13. Sexta repetición-----	28
Cuadro 14. Tabla comparativa de biomasa de los diferentes tipos harinas con sus respectivas repeticiones-----	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fase inmadura: larva A y pupa B de <i>Tenebrio molitor</i> . -----	5
Figura 2. Etapa adulta de <i>T. molitor</i> . -----	6
Figura 3. Ciclo de vida de <i>Tenebrio molitor</i> . -----	7
Figuras 4A y 4B. Tapas de refrescos para emplear como recipiente.-----	16
Figura 5. Seguro del desodorante como base para controlador de las hormigas <i>Trichomyrmex destructor</i> .-- -----	17
Figura 6. Método de control de plaga para la hormiga <i>Trichomyrmex destructor</i> .-----	21
Figura 7. Incubadora-----	21
Figura 8. Contenedor 3 en la incubadora para obtención de pie de cría.-----	23

CAPÍTULO 1

ASPECTOS GENERALES

1. Introducción

El coleóptero *Tenebrio molitor* es un insecto que tiene potencial como alimento vivo en la cría de otras especies, su alimentación es a base de harina y no requiere grandes espacios para su desarrollo. Ante la carencia de información sobre la cría de *T. molitor* para la alimentación de diferentes especies con este insecto, hubo la necesidad de investigar para obtener datos y poder compararlos con los existentes de otras partes del mundo; además de esto, existió la inquietud de comparar el desarrollo de los *T. molitor* con diferentes sustratos, tales como: harinas de trigo, de arroz, de soya, de maíz y de ramón. Los datos que aquí se muestran son interesantes, especialmente en lo referente a la harina de ramón, ya que este alimento no es muy común y se considera como una innovación en la península de Yucatán, puesto que posee un alto contenido proteínico; del mismo modo, la harina de soya, que tampoco es muy común, arrojó resultados positivos, aunque su precio no es muy accesible.

En este trabajo, se demuestra que los factores ambientales son un fuerte determinante en el comportamiento de los individuos; cabe destacar, que el agua no pueden tomarla directamente, por lo que existe la necesidad de proporcionárselas por medio de la fruta. Fue bastante evidente su fobia a la luz a pesar de ser diurnos. Al mantener una población bajo control es posible observar que existen interacciones inter e intra específica, los cuales son parte de los problemas que hay que resolver y que representan la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos en la carrera.

En esta tesis, se podrá apreciar cuál de los 5 tipos de sustratos que se emplearon fue mejor para la obtención de biomasa del *Tenebrio molitor* y las preferencias de alimentación de éstos.

1.1 Justificación

Existen muchas especies en cautiverio, tanto terrestres como acuáticas, sin embargo, al estar en un ambiente controlado por el hombre, se debe tener conocimiento de su ciclo de vida del animal para poder manipularlos y no le afecte. En México existen zoológicos que están acondicionados para hacer una réplica exacta de su hábitat natural, donde se proporciona una fuente de alimento según sus hábitos, sin embargo, el hombre aun sabiendo ¿cuál es la base de alimentación de dicha especie? No cuenta con el suficiente recurso para proporcionarle el alimento que necesita, ante ese suceso, se ve en la necesidad de adoptar otras alternativas que le facilite a cumplir dicha tarea, no obstante, se encuentra en una carencia de información de alternativas. Esto ocurre con el *T molitor* es considerado una plaga en algunas partes de mundo porque afecta económicamente a agricultores de maíz en su sustento familiar.

Los beneficios del *T molitor* es que se puede emplear como fuente proteico para alguna especie que se encuentra en zoológico o en casas como mascotas, pero la falta de culturalización no nos deja ver que esta especie se puede criar en cautiverio a un precio accesible, por ello surgió la inquietud actual de comparar el desarrollo de los *Tenebrios molitor* con diferentes sustratos, tales como: harina de trigo, de arroz, de soya, de maíz y de ramón, con la intención de conocer cuál de ella es óptima para obtener mayor biomasa en menor tiempo y es óptima para obtener mayor biomasa en menor tiempo, es por lo que se realizó esta investigación, al igual modo, al mantener una población bajo control es posible observar que existen interacciones inter e intra específicas que afectan a estas especies; que no pueden tomar agua directamente, por lo que es preciso suministrárselas por medio de fruta; que le tienen fobia a la luz, a pesar ser diurnos y que tienen preferencia de alimentación.

1.2 Objetivo General

Conocer el ciclo de vida de *Tenebrio molitor* bajo condiciones de cautiverio y alimentado con cinco diferentes harinas, tales como: soya, ramón, arroz, maíz, y trigo, en el laboratorio de la Universidad de Quintana Roo y obtener conocimiento para su manejo.

1.3 Objetivos específicos

- Obtener conocimientos del manejo del ciclo de vida de *T. molitor*.
- Crianza de larvas de *T. molitor* en condiciones de laboratorio.
- Establecer poblaciones para la obtención de todas las etapas de vida de *T. molitor*.
- Evaluar las dietas en la producción de biomasa. Mediante la comparación de peso.
- Húmedo y seco en las dietas de *T. molitor*.

1.4 Hipótesis

Las dietas de harinas en *T. molitor* producen diferencias en la biomasa durante el desarrollo de las larvas.

Las dietas de harinas en *T. molitor* no producen diferencias en la biomasa durante el desarrollo de las larvas.

1.5 Antecedentes

El *Tenebrio molitor* es un insecto comúnmente conocido como gusano amarillo de las harinas y gorgojo negro, es considerado como una plaga secundaria, por alimentarse de granos y semillas que ya han sido dañados con anterioridad por plagas primarias (Argueta y Ramírez, 2013). Asimismo, se considera cosmopolita, pertenece a la orden coleóptera de la familia tenebrionidae que posee como característica, alimentarse de restos o derivados vegetales al igual que algunas especies como *Tribolium*, *Gnathocerus*, *Palorus*, *Tenebrios*, etc., además, el *Tenebrio molitor*, es de hábito nocturno (Intriago S., Valencia Y., 2014). La morfología y las fases de desarrollo se muestran en la figura 1.

1.5.1 Morfología de *Tenebrio molitor* (Intriago 2014)

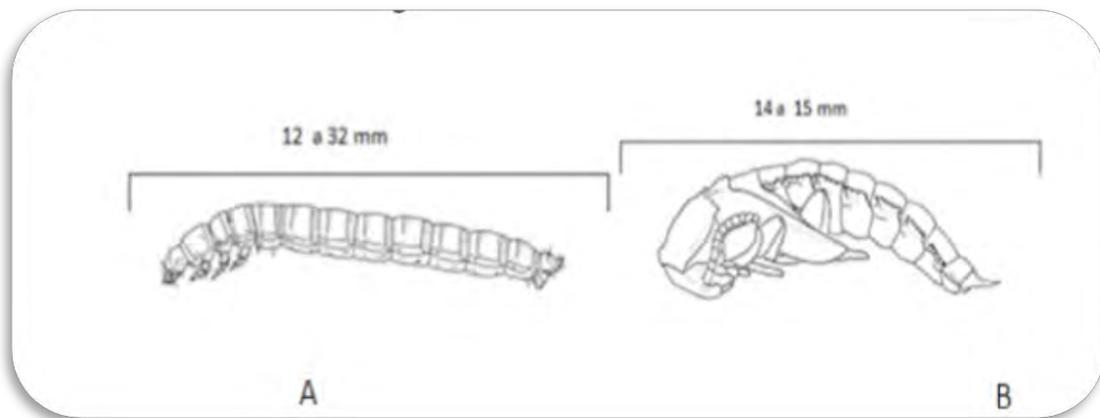


Figura 1. Fase inmadura: larva A y pupa B de *Tenebrio molitor* (tomado de Spilman, 1991)



Figura 2. Etapa adulta de *T. molitor* (tomado de Mondragón, 2015).

1.5.2 Reproducción de *T. molitor*

Cuando la hembra es fecundada por más de un macho existe competencia de espermatozoides y sesga la paternidad del macho. El macho del escarabajo de harina (*T. molitor*) transfiere un espermátóforo a la hembra durante la cópula, pero el esperma es liberado y almacenado después. El intervalo entre dos apareamientos con diferentes machos afecta la procedencia de los espermatozoides variando el intervalo entre las cópulas. Cuando el macho dura más tiempo copulando tiene mayor probabilidad que deje más espermatozoides. (Drnevich, Haves y Rutowski, 1988).

Asimismo, mencionan Palomino J, Rodríguez M. y Cuerda D (1994), que la forma por la cual los machos compiten por aparearse va a depender de la dispersión de las hembras y de la competencia de esperma. La competencia de esperma incluye la competencia existente entre machos por prevenir fecundaciones posteriores y desplazar fecundaciones anteriores mediante distintos comportamientos: a) desplazamiento del esperma de macho anterior antes de copular con la hembra; b) cerrar la cloaca de la hembra con una sustancia pegajosa después de la cópula; c) impregnar a la hembra de una feromona que impida el acercamiento de otro macho; o más frecuentemente, d) sujetar a la hembra y no dejarla. Generalmente en el aparato genital de la hembra cuando existe apareamiento múltiple: el eyaculado del último macho en copular fertiliza la

mayoría de los huevos de la hembra, por lo que los machos competirán intentando ser el último en copular o retardando todo lo posible la cópula del siguiente macho.

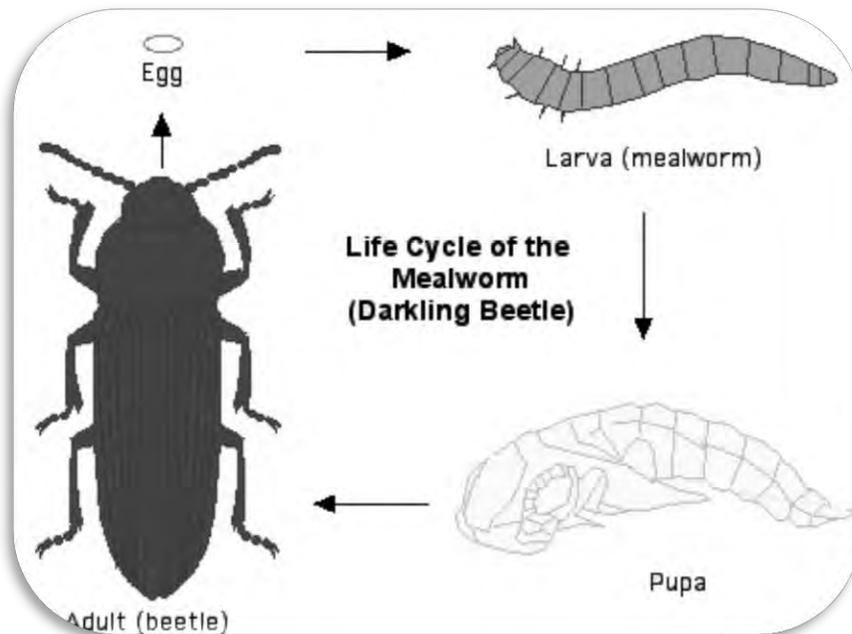


Figura 3. Ciclo de vida de *Tenebrio molitor* (Díaz G. ,2014)

Según Díaz G., (2014), las hembras suelen depositar de 250 a 1,000 huevos ovalados de color blanco y arriñonados, aisladamente o en racimo en los materiales alimenticios, se incuban en un lapso de 4 a 18 días, dando lugar a larvas blancas que van adquiriendo un color amarillento a medida que crecen, cuando están desarrolladas miden de 2.5 a 3.75 cm de largo, a los tres meses las larvas ya están desarrolladas, su ciclo biológico puede durar entre 9 y 23 meses, este tiempo es variable en vida silvestre mientras que, en criaderos con parámetros adecuados de temperatura, humedad e iluminación, este ciclo puede reducirse hasta 2.5 meses. La temperatura óptima para su desarrollo es entre 25 °C a 27 °C, y no llega a completar su ciclo si es mayor a 30°C, la mayor ovoposición ocurre en los 26 °C.

En cambio, para Soto H. (s/a), la hembra pone alrededor de 200 a 300 huevos para conseguir un nivel adecuado de multiplicación a una velocidad suficiente, la

temperatura debe oscilar aproximadamente entre 20° C y no más de 30° C. el ciclo de vida puede durar 4 a 5 meses a una temperatura de 28 °C:

1ª etapa: Huevos: 10 días la incubación.

2ª etapa: Larvas: 2 a 3 meses el periodo larval, creciendo hasta la madurez y mudando.

3ª etapa: Pupa exarada dura 20 días, esta es endurecida de forma triangular, curvada y prácticamente inmóvil.

4ª etapa: Escarabajos: viven aproximadamente de 2 a 3 meses, su color es marfil y de 2 a 3 días se tornan de negro a marrón. Son sexualmente maduros a los 10, 11 o 12 días y la ovoposición empieza a los 10 días, lo que da un total entre 4 a 5 meses para completarse un ciclo de vida.

Argueta y Ramírez (2013), mencionan que las hembras oviponen alrededor de 580 huevos durante su vida; el período de ovoposición es variable, dependiente de las condiciones del medio y el alimento, fluctuando, entre 25 y 140 días. Los huevos son dispuestos en grupos, éstos son blancos, de forma ligeramente arriñonada, semejante de 1.8 mm de largo, cubiertos de una sustancia pegajosa a la cual se adhiere el sustrato. Las larvas recién eclosionadas son activas, consumen harina y se desplazan libremente; adquieren su máximo desarrollo entre los 89 y 100 días, después de mudar entre 9 y 18 veces; en este estado permanecen activas consumiendo sustrato hasta mediados de primavera, cuando pupan libremente entre el sustrato, en este estado permanecen entre 12 y 16 días, luego emergen como adultos se produce hasta fines de primavera. El ciclo completo de huevo a huevo toma entre 300 y 350 días según las condiciones ambientales; pero en criadero el ciclo completo dura aproximadamente de 70 a 84 días.

De igual forma Gadzama N. y Hap G.,(1974), señalan que la duración del ciclo de vida del *T. molitor* varía dependiendo de las condiciones ambientales, teniendo como óptima una temperatura de 25 °C a 27 °C y una humedad relativa de 70 % al 80%, en general, requieren un promedio de 200 días para completarlo, es un insecto holometábolo, por lo tanto pasa por un estado de desarrollo denominado: huevo, larva, pupa y adulto; la hembra deposita de 250 a 1000 huevos, aisladamente o en racimos en los materiales alimenticios, los cuales son cubiertos por una secreción pegajosa que los

adhiera al alimento, las ovoposiciones se realizan en forma continua aproximadamente durante 3 semanas, llegando incluso a realizar esta actividad durante 2 meses.

Los huevecillos son ovales de color blanco lechoso y brillantes, de más o menos 1.4 mm. de longitud y 0.66 mm. a 0.69 mm de ancho, se incuban en un lapso de 4 a 18 días, las larvas recién nacidas son delgadas y blancas cambiando gradualmente a un tono color amarillo en la medida que crecen, para realizar este cambio requieren de 6 a 9 meses, mudan frecuentemente y cuando están completamente desarrolladas, miden de 2.5 a 3.75 cm de largo. La pupa es blanca, pero a medida que pasa el tiempo esta coloración cambia a café amarillento, este período tiene una duración de 6 a 98 días, una vez completada la pupación es desechada la cutícula pupal, apareciendo el adulto cuya longevidad es de dos meses aproximadamente.

García S., Espinosa C. y Bergvinson D., (2007), mencionan que el gusano está dividido en 4 etapas, huevo, larva, pupa y escarabajo. El ciclo de vida completo del gusano de harina (larva) varía de 19 a 31 semanas.

1.5.3 Determinación de sexo

La determinación de sexo en cualquier ser vivo ha tenido controversia, ya que hay muchas teorías sobre qué provoca que sea macho o hembra, según Delgado E. (s/a), en todas las disciplinas podemos distinguir dos hipótesis generales que, en cierta forma, define dos diferentes programas de investigación:

- a) El sexo de los individuos estaría determinado en el cigoto desde el momento de la fecundación, ya fueran por el citoplasma de la célula huevo, ya por algún componente del núcleo.
- b) El sexo del individuo dependería de los factores ambientales actuante durante la fecundación y/o desarrollo embrionario o postembrionario. Los factores ambientales más influyentes serían la temperatura y la disponibilidad de alimento

En opinión de Oliván V. (2010), existe un mecanismo de determinación sexual, el cual es un sistema biológico que determina el desarrollo de las características sexuales en un organismo. De acuerdo con Stevens Nettie (s/a), podemos sintetizar estos enfoques –de acuerdo con Maienschein (1984)- de las siguientes maneras:

- a) Enfoque “externalista” o “ambientalista”: el sexo de los individuos está determinado por factores ambientales que actúan sobre el huevo o el embrión en desarrollo determinando qué sexo llegará a tener el individuo.

- b) Enfoque “internalista”: la determinación del sexo se encuentra en factores internos del huevo. Se consideran dos grupos de internalistas: a) Embriólogos: estudiaron el citoplasma de la célula huevo y los cambios fisiológicos del desarrollo embrionario en el contexto de la “embriología experimental” b) Citólogos: realizaron estudios morfológicos de las células sexuales, el proceso de fecundación, la célula huevo y el desarrollo embrionario, utilizando las técnicas experimentales y microscópicas que dieron lugar al nacimiento de la citología.

- c) Enfoque “hereditarista” o “mendeliano”: el sexo se determina en la fecundación y por la fecundación. No acepta que el organismo sea inicialmente flexible o sexualmente indeterminado, sino que considera que los huevos son dimórficos desde el mismo momento de la fecundación.

1.5.4 Utilización de larvas como alimento vivo

Los insectos son una fuente de proteína para distintas especies animales, tanto en vida silvestre como en cautiverio, lo cual supone se pueden desarrollar alimentos a partir de esta fuente. Actualmente se están realizando pruebas para desarrollar a partir de harinas procedentes de insectos que se adecuen a la fisiología digestiva de los peces. (Balcázar C., Barboa, J., 2014). Las larvas se utilizan como alimento vivo de mascotas: peces tropicales, aves, reptiles, y pequeños mamíferos insectívoros (Intriago S. y Valencia B., (2014), esto se da cuando las larvas han mudado recientemente (Damborsky Miryam P. - Sandrigo-Ybran Tatiana - Bar, María E. - Oscherov, Elena, s/a, pág. 1).

Para Aullah, M. (1993), el tenebrio es un complemento alimenticio de alto valor nutritivo, pero no puede ser considerado como una alimentación completa, por el contenido nutricional que a continuación se describe: (Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de nutrientes presentes en la larva y el adulto de *T. molitor* de acuerdo con Díaz- Gámez, (2014).

NUTRIENTES	ADULTO%	LARVAS%
Material seca parcial	32.05	33.60
Cenizas	5.69	3.95
Extracto etéreo	10.79	26.39
Extracto libre de nitrógeno	-----	95.60
Proteína cruda	71.62	60.14
Fibra cruda	18.67	7.76

De igual forma Chávez, *et al.* (2014), demostraron con base en estudios, cuánto contiene de porcentaje de proteína en base seca encontrado en las larvas de *Tenebrio molitor*. En larvas alimentadas con diferentes sustratos fue de: 65.3 % \pm 0.55 para tortilla-salvado, 61.5 % \pm 0.68 para tortilla-avena, 56.4 % \pm 0.43 salvado, 50.3 % \pm 0.45 avena y tortilla \pm 0.5 %. Entre los sustratos utilizados y el contenido proteico existió diferencia significativa ($P < 0.01$).

1.5.5 Hongos que afectan el desarrollo de *Tenebrio molitor*

Los hongos entomopatógenos (HE) pueden infectar a los insectos a través de la penetración de su cutícula, mediante múltiples mecanismos de acción, lo que les confiere una alta capacidad para evitar que el hospedero desarrolle resistencia. El hongo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill (Hypocreales: Cordycipitaceae), es una de las especies más estudiadas y usadas en el mundo, y puede infectar a más de 200 especies en nueve órdenes de insectos y evitar que el hospedero desarrolle resistencia. (Montesinos Matías *et al.* (2011).

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

Este trabajo se llevó a cabo en el estado de Quintana Roo, en la ciudad de Chetumal, en el laboratorio de la Universidad de Quintana Roo (UQROO), el clima de la región es del tipo AW y en los días más fríos fue necesario usar una incubadora cuando la temperatura fue inferior a los 28 °C. El intervalo de investigación fue de 18 de agosto de 2016 a 18 de agosto de 2017 para obtención de pie de cría.

Los métodos de cría sugeridos antes de este trabajo fueron por Argueta-Reyes *et al.* (2013) y Soto (s/a), partir de esto se hicieron algunas modificaciones de acuerdo a las necesidades de la investigación.

2.1 Obtención de pie de cría

Las 300 larvas de *T. molitor* fueron colocadas en un contenedor de plástico (contenedor 1), que es la etapa 2, el cual tenía dos pliegos de periódico cubriendo la superficie, posteriormente, se agregó aserrín con los cinco tipos de harina mezclándolos. Por último, se agregaron unos trozos de manzana verde (proporción de agua) sobre un pedazo de papel y se colocó un tul negro encima del contenedor, el cual estaba sujeto con ganchos para proporcionarles sombra.

Las larvas de *T. molitor* pasaron a su tercera y cuarta etapa para ponerlos en otro contenedor de plástico (contenedor 2), aplicando el mismo proceso que en el contenedor 1.

Cada martes y viernes se extraían los pedazos de manzana del contenedor 2 para depositarlos en el contenedor 1 y en la incubadora (contenedor 3), respectivamente.

Cabe mencionar, que los contenedores 1 y 2 están en ambiente natural y, el contenedor 3, en ambiente controlado (Tabla 2).

Tabla 2 Esquema de distribución de las etapas de *T molitor* .

CONTENEDOR	AMBIENTE	ETAPA	HARINA
1	Laboratorio	Etapa 1 Huevecillos.	Trigo Soya Arroz Maíz Ramón
		Etapa 2 Larvas.	
2	Laboratorio	Etapa 3 Pupa.	
		Etapa Escarabajo.	
3	Laboratorio	Huevecillos, larvas, pupa y escarabajo.	

2.2 Preparación de camas

Preparación de la “cama” para la incubadora. La cama se preparó en un contenedor de plástico (contenedor 3), siguiendo el mismo proceso del contenedor 1 y 2 que se empleó para la obtención de pie de cría con la diferencia de que se envolvió el contenedor 3 con cartulina negra, para brindarle sombra, posteriormente, se añadieron de los contenedores 1 y 2 los *T. molitor*. También, como en los demás procesos, se agregaron pedazos de manzanas cada martes y viernes, asegurándolo con tul negro en los extremos del contenedor dejando un aproximado de 30% sin cubrir.

En la parte inferior de la incubadora se agregó un pedazo de estopa húmeda en un recipiente de aluminio, para mantener la temperatura a 28°C y humedad constante de 70%. Se agregó en la parte exterior de la incubadora una bandeja con agua, después se colocó encima tres pequeños contenedores vacíos para sostener la incubadora, posteriormente con una cinta aislante se encinto el cable de la electricidad, por último, se sumergió en el agua para evitar que las hormigas lo tomaran como puente. Se cambió el agua para evitar contaminación.

Preparación de la “cama” para muestras de *T. molitor*. Se depositó en un contenedor de plástico 129.554 g harina de soya, pesado previamente en la balanza analítica del laboratorio, posteriormente se introdujo 36 larvas obtenidas del pie de cría y se agregó un pedazo de manzana. Se sustituyó la manzana por otro pedazo los días martes y viernes.

Cada lunes se verificó si el contenedor con los 36 tenebrios se encontraba en óptimas condiciones de higiene, no siendo así, se sustituía el contenedor por uno igual con la misma cantidad de harina. Este mismo procedimiento se realizó con las demás harinas restantes, de trigo, arroz, ramón y maíz (se ejecutó 6 repeticiones con la misma preparación de cama con sus respectivas harinas).

2.3 Criterios de separación de muestras

Proceso de obtención de muestras de *Tenebrio molitor*. Se realizó un proceso de tamizado del contenedor 1 a otro contenedor, utilizando tul blanco para la obtención de las *T. molitor*. Las larvas que no lograron pasar, se devolvieron al contenedor original (contenedor 1). Las larvas que sí lograron pasar por el tul blanco se tamizaron nuevamente hasta extraer todas las larvas de un mismo tamaño.

2.4 Toma de datos

Del tamizado se obtuvieron varias muestras de 36 individuos para colocarlos en los contenedores con sus respectivos tipos de harina (maíz, ramón, soya, arroz y trigo). Después, se pesaron en la balanza analítica del laboratorio, obteniendo los datos del peso actual. Este procedimiento se realizó 5 veces. Por último, se cubrieron con tul negro los contenedores con la muestra ya preparada y se aseguró con los ganchos. (Anexo H)

2.4.1 Peso húmedo

Cada muestra contuvo 36 tenebrios, de los cuales se esperó que al menos 5 de las 36 larvas pasaran a su tercera etapa de ciclo de vida (pupa). Posteriormente, se extrajo las larvas que estaba en alimento de los contenedores que puparon, para luego pesarlos en la balanza analítica (modelo XT320 marca precisa), por último, se registraron en una base de datos en Excel. (se realizó para todas las repeticiones).

2.4.2 Peso seco

Las muestras que tuvieron 5 pupas de las 36 larvas de los diferentes tipos de harina obtenidas del peso húmedo, se depositaron encima de una hoja blanca limpia, luego se colocó un refractario de vidrio bocabajo quedando en medio las larvas, después, se instaló un foco de 60 W en la parte exterior para el secado, durante seis horas. Posteriormente se pesó en la balanza analítica y por último se registraron los datos del peso seco en una tabla de Excel (se realizó para todas las repeticiones).

2.5 Resolución y prevención de problemas con plagas

Existen factores bióticos que impiden el crecimiento normal de cualquier población de organismos, los conocemos como plagas, en este trabajo las principales plagas fueron la hormiga *Trichomyrmex destructor* y las iguanas Geckos (Gekkonidae), cabe mencionar, que también aparecieron los hongos y los ácaros, pero no se consideraron como plaga puesto que no causaron problemas de relevancia. En el caso de los hongos, estos aparecen cuando hay exceso de humedad.

2.5.1 Control de plaga de pie de cría a temperatura ambiente de laboratorio para las hormigas *Trichomyrmex destructor*.

a) Se utilizaron tapas de botella de refrescos y agua.

b) Cada tapa fue perforada, luego se invirtió para formar un tipo de recipiente, el cual se colocó sobre una bandeja con agua para posteriormente verter agua con cloro; por último, se colocó encima del contenedor (figuras 4A y 4B).



Figuras 4A Y 4B tapa de refresco para emplear como recipiente.

c) Las tapas y bandejas se verificaron y se llenaron cada dos días, y si éstas se doblaban se cambiaban por otras.

2.5.1.1 Otra práctica usada para el control de la hormiga *Trichomyrmex destructor*.

Se añadió agua con cloro a la bandeja, luego, se introdujo doce tapas de desodorantes de manera que quedaran situadas de tres tapas encimadas por los cuatro extremos de contenedor para formar un soporte para éste y evitar que las hormigas suban al contenedor (figura 5).



Figura 5. Seguro del desodorante como base para controlador de las hormigas *Trichomyrmex destructor*.

2.5.2 Control de plaga de Geckos de pie de cría a temperatura ambiente de laboratorio.

Se colocó tul negro encima del contenedor de pie de cría y de las muestras, el cual estaba sujeto con ganchos en los extremos formando una tapa para evitar el acceso, impidiendo de esta manera que se comieran las larvas de *T. molitor*.

2.5.3 Control de la hormiga *Trichomyrmex destructor* en la incubadora

a) La incubadora fue puesta sobre una bandeja de agua para impedir que lleguen las hormigas y se colocó sobre recipientes de plástico de 6cm de diámetro cada uno para sostener la incubadora; posteriormente, con cinta aislante se encinto el cable de la electricidad; por último, se sumergió éste en el agua para evitar que las hormigas lo tomaran como puente. (figura 6)

b) El agua de la bandeja se cambió cada dos días para evitar que agarre malos olores.



Figura 6. Método de control de plaga para la hormiga *Trichomyrmex destructor*.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS

Los resultados que aquí se describen son los obtenidos de julio de 2016 a octubre de 2017. Se presentan en dos partes: La problemática observada en el establecimiento del pie de cría y el desarrollo de las larvas una vez establecido el pie de cría.

3.1 Problemas comunes en el establecimiento de pie de cría de *T. molitor* bajo condiciones de laboratorio

Al manejar cualquier tipo de organismo vivo en ambiente de laboratorio, existen problemas de diferente índole, en este caso, se darán a conocer algunos de ellos y cómo se solucionaron conforme fueron presentándose al manejar la especie de *T. molitor*.

3.1.1 Presencia de hongos

El primer problema, fue la presencia de hongos en el contenedor uno al introducir el pedazo de papel con el trozo de manzana roja la cual presento putrefacción con rapidez por el calor y la humedad, propiciando de esta manera, un hábitat apto para el crecimiento del hongo, se solucionó cambiando la manzana roja por la verde ya que se observó que la manzana verde solo se secaba y quedaba pegajosa a pesar del estado del tiempo.

Posteriormente, se colocó manzana verde en el contenedor 2 pero se percibió otra vez la presencia de hongos, se debió a que los trozos de manzana al ser colocados quedaban pegados a las pupas, no obstante, se solucionó guardando la distancia y cambiando el sustrato de ambos contenedores.

3.1.2 Producción de huevecillos

El segundo problema fue que al tratar de establecer el pie de cría no se percibió que los escarabajos *T. molitor* colocaban sus huevecillos en la manzana.

a) Primero: se observó el cartón de huevo, el cual, no contenía nada, del que se notó que el escarabajo simplemente lo ocupaba para protegerse ya que el *T. molitor* no toleraba la luz.

b) Segundo: se revisaron con el microscopio los diferentes tipos de sustratos y se observó que en ningún tipo de harina había huevecillos.

c) Tercero: se examinó la manzana seca y se observó que contenía unos pequeños huevecillos esférico de color blanco que brillaban por la luz del microscopio.

Las manzanas secas que se quitaban y se arrojaban al basurero se colocaron en el contenedor (1) según su ciclo de vida.

3.1.3 Temperatura

El tercer problema fue la temperatura, observándose que ésta determina la cantidad o número de crías. Además, influye en la determinación de sexo. Las temperaturas bajas aletargan su ciclo de vida, prolongando el lapso y también ocasiona que perezcan algunos *tenebrios* durante sus diferentes etapas; por ello, se emplearon dos métodos: Establecimiento de pie de cría en ambiente natural de laboratorio y establecimiento de pie de cría en incubadora en el laboratorio.

3.1.3.1 Ambiente natural del laboratorio

Se observó que, al establecer un pie de cría de 300 larvas, no todas llegaron a desarrollarse hasta la etapa adulta, sin embargo, los *T. molitor* que sí llegaron y cumplieron su ciclo de vida, produjeron 600 individuos en un periodo de 2 meses con 29 días del 20 de julio al 18 de octubre de 2016 (Tabla 3). Pudo ser que la cantidad de individuos que se empleó para establecer el primer pie de cría fue excesiva y dio más probabilidad a que nacieran más o que encontraron las condiciones óptimas para producirse en menor tiempo.

Tabla 3. Rangos de temperaturas para el establecimiento del primer pie de cría

Mes	Temperatura	
	Máxima	Mínima
Julio	35.4 °C	22.0 °C
Agosto	37.3 °C	22.5 °C
Septiembre	36.9 °C	22.0 °C
Octubre	35.7 °C	21.2 °C

Sin embargo 420 individuos de los 600 *T. molitor* obtenidos en el periodo antes mencionado, se emplearon para continuar el segundo pie de cría; cabe mencionar, que por no cumplir con el tamaño establecido para las muestras de obtención de biomasa de diferentes harinas, se reintrodujeron nuevamente al contenedor. Los 180 que cumplieron con el tamaño establecido se emplearon para 5 muestras de diferentes harinas (trigo, arroz, ramón, maíz y soya), es decir, 36 individuos por cada tipo. El proceso se repitió en 5 ocasiones obteniendo diferentes tipos de pesos.

En el segundo pie de cría fueron 420 individuos, donde se seleccionaron 72 para dos muestras de 36 en un periodo de 26 días, del 18 de octubre al 12 de noviembre de 2016 (Tabla 4).

Tabla 4. Rangos de temperaturas para el establecimiento del segundo pie de cría.

Meses	Temperatura	
	Máxima	Mínima
Octubre	35.9 °C	19.0 °C
Noviembre	33.9 °C	19.9 °C

3.1.3.1 .1 Características observadas en la merma del pie de cría

- Las larvas muertas presentaban coloración oscura y al poco tiempo comenzaban a desmoronarse.
- Disminución de población de pie de cría de las 2 etapa.
- En el caso de la tercera etapa, que es la pupa, ocurrió lo mismo que en el punto uno y esto ocasionó la disminución de la población de pie de cría.
- Los escarabajos no presentaron ninguna anomalía.
- Se observó que, en el caso de los escarabajos, el sexo se determinaba por la temperatura, porque solo se apreció que él 82 % son machos.
- El factor clima influyo para prolongar su ciclo de vida (letargo).

Debido a estas características se decidió emplear una incubadora para no perder la producción del segundo pie de cría. Se dividieron los pocos *T. molitor* que quedaba en el segundo pie de cría formando una tercera cama de pie de cría (contenedor 3) como se muestra en la figura 7.



Figura 7. Incubadora.

En el tercer pie de cría se obtuvieron 36 individuos en el contenedor 1 que se encontraba en el ambiente natural, en un periodo de 4 meses con 3 días, que comprende del 12 noviembre de 2016 al 16 de marzo de 2017

Tabla 5. Rangos de temperaturas para el establecimiento del tercer pie de cría.

Meses	Temperatura	
	Máxima	Mínima
nov-16	33.9 °C	17.0 °C
dic-16	33.8 °C	19.0 °C
ene-17	33.6 °C	11.7 °C
feb-17	35.2 °C	18.0 °C
mar-17	34.6 °C	14.9 °C

Se continuaron empleando algunos de los *tenebrios* que quedaron de los 420 obtenidos en el segundo pie de cría. Se observó que solo se obtuvo una muestra, tal vez se debió a que, en el segundo pie de cría, aumento la mortandad, causando una disminución de la población de larvas y pupas para continuar con la producción.

El cuarto y el quinto pie de cría se obtuvieron de la incubadora, ya que fue un ambiente controlado, como se explicará más adelante.

En el sexto pie de cría se obtuvo un total 216 larvas del mismo tamaño obtenidos del contenedor (2), en un periodo de 6 meses y 25 días, comprendidos del 12 de noviembre 2016 al 6 de junio de 2017 (Nota: 21 de marzo se agregó 27 individuos obtenidos en la incubadora, por el descenso drástico de individuos en el ambiente natural).

Tabla 6. Rangos de temperaturas para el establecimiento del sexto pie de cría.

Meses	Temperatura	
	Máxima	Mínima
nov-16	33.9 °C	17.0°C
dic-16	33.8°C	19.0°C
ene-17	33.6°C	11.7°C
feb-17	35.2°C	18.0°C
mar-17	34.6°C	14.9°C
abr-17	35.0°C	19.8°C

mayo-17	35.9°C	19.5°C
jun-17	34.4°C	26.0°C

3.1.3.2 Uso de Incubadora

En el cuarto pie de cría (incubadora) se obtuvo un total de 270 individuos en un periodo de 4 meses y 10 días que abarca del 12 de noviembre de 2016 al 21 de marzo de 2017, con una temperatura constante de 28°C y con humedad de 60%. Cabe mencionar, que a la incubadora se le agrego una cartulina negra para evitar luz, provocando un aumento de temperatura por la falta de ventilación

De los 270 individuos, 216 *T. molitor* se emplearon para las muestras de obtención de biomasa, los 54 individuos restantes, se dividieron en dos partes iguales de 27 individuos para continuar el siguiente pie de cría (5to) en la incubadora y en ambiente natural de laboratorio (6to) respectivamente. Para determinar el periodo del cuarto pie de cría se tomó la fecha del segundo pie de cría para emplearlo en la incubadora, siendo ésta del 18 de octubre al 12 de noviembre de 2016.

En el quinto pie de cría (incubadora) se obtuvo un total de 252 larvas del mismo tamaño en el contenedor (3), en un periodo de 5 meses y 23 días, el cual es del 12 de noviembre de 2016 al 4 de mayo de 2017, con temperatura constante de 28 °C y humedad de 60%. Cabe hacer mención, que en este último proceso no se contaron las larvas que no cumplieron con lo establecido solo se introdujeron nuevamente en el mismo contenedor.



Figura 8. Contenedor 3 en la incubadora para obtención de pie de cría.

Un problema que se presentó en la incubadora fue la presencia de una plaga de hormigas *Trichomyrmex destructor* haciendo que disminuyera la cantidad de *T. molitor*, solucionando esta situación de acuerdo a la metodología 2.5.3

En la tabla 7, se pueden apreciar de manera general los procesos de la obtención de muestras en las diferentes camas de cría, con sus periodos respectivos y las variaciones de temperatura.

Tabla 7 Comparación de obtención de cama de cría

MÉTODO	PIE DE CRÍA	NÚMERO DE INDIVIDUO PARA MUESTRA	NÚMERO DE MUESTRAS	TEMPERATURA	PERIODO
Ambiente natural	1	180	5	Temperatura máxima: 37.3 °C Temperatura mínima: 22.5°C	2 meses 29 días
	2	72	2	Temperatura máxima de 33.9 °C Temperatura mínimo de 19.9 °C	3 meses 25 días
	3	36	1	Temperatura máximo de 33.8 °C Temperatura mínima de 19.3 °C	4 meses 3 días
Incubadora	4	288	8	28 °C	4 meses y 10 días
	5	216	6	28 °C	5 meses 23 días
Ambiente natural	6	180	5	Temperatura máximo de 33.9 °C Temperatura mínima de 17 °C	6 meses 25 días
Total	-----	972	27	-----	-----

3.2 Resultados de obtención de peso seco

De acuerdo a la metodología establecida se pesaron 36 individuos de *T molitor* por cada muestra, los cuales presentaron diferentes tipos de peso húmedo, porque solo se tomaron en cuenta los individuos que pasaron en el tul cuando se estaba tamizando.

Como se puede ver, en la tabla 8 se reflejó que las 5 muestras, en la primera repetición de diferentes tipos de harina, no hubo ganancia de peso, ya que los *T molitor* en lugar de aumentar su biomasa fueron disminuyéndola, lo que significa que la diferencia de ganancia fuera negativa en las 5 muestras.

Los *T. molitor* que se encontraban en la harina de maíz fueron los que presentaron mayor pérdida en peso, siendo un 84.62 %, a diferencia de los que estaban en la harina de soya, que tuvieron menor pérdida de peso con 26.39%; esto se debió, a que los individuos en la harina de soya pasaron más tiempo alimentándose en comparación de los demás (Tabla 8).

Tabla 8. Primera repetición.

Primera Repetición					
Harinas	Trigo	Arroz	Ramón	Maíz	Soya
Peso Húmedo(gr)	0.186	0.133	0.16	0.195	0.538
Peso seco (gr)	0.05	0.05	0.036	0.03	0.396
Diferencia	-0.136	-0.083	-0.124	-0.165	-0.142
Porcentaje%	73.12	62.41	77.50	84.62	26.39
Fecha de inicio	18-oct-2016	18-oct-16	18-oct-16	19-oct-16	20-oct-16
Fecha final	01-ene-18	03-may-17	25-abr-17	01-feb-17	11-ene-18
Año	1 año 2 meses 15 día	----	----	----	1 año 3 meses
Meses	14 meses 15 días	6 mes 17 días	6 meses 9 días	3 mese 14 días	14 meses 23 días
Días	441 días	198 días	190 días	102 días	456 días

En la segunda repetición se pudo apreciar que los *T. molitor* de la harina de trigo fueron los que obtuvieron mayor ganancia de peso con 479.51% con más tiempo; en cambio, los que tuvieron menor ganancia de peso fueron los de la muestra de harina de arroz con 5.51% (Tabla 9).

Tabla 9. Segunda repetición.

Segunda Repetición					
Harinas	Trigo	Arroz	Ramón	Maíz	Soya
Peso Húmedo(gr)	0.122	0.127	0.059	0.179	0.108
Peso seco (gr)	0.707	0.120	0.036	0.025	0.02
Diferencia	0.585	-0.007	-0.023	-0.154	-0.088
Porcentaje%	479.51	5.51	38.98	86.03	81.48
Fecha de inicio	21-mar-17	14-nov-16	21-mar-17	16-mar-17	14-nov-16
Fecha final	01-oct-17	03-may-17	25-oct-17	03-jun-17	03-may-17
Año	6 meses 12 días	5 meses 171 días	7 meses 6 días	2 meses 19 días	5 meses 20 días
Meses	195 días	171 días	219 días	80 días	171 días
Días	441 días	198 días	190 días	102 días	456 días

En la tercera repetición se reflejó que la harina de maíz es la mejor para la obtención de peso, ya que los individuos que se encontraban en ella consiguieron mayor peso con 402.78%, después le sigue la de arroz con 138.10%, siendo la harina deficiente para este propósito la de trigo con un 47.27%, tomando en cuenta que se llevó el mismo tiempo que la de maíz. (Tabla 10).

Tabla 10. Tercera repetición.

Tercera Repetición					
Harinas	Trigo	Arroz	Ramón	Maíz	soya
Peso Húmedo(gr)	0.055	0.147	0.33	0.108	0.046
Peso seco (gr)	0.029	0.35	0.067	0.543	0.006
Diferencia	-0.026	0.203	-0.263	0.435	-0.04
Porcentaje%	47.27	138.10	79.70	402.78	86.96
Fecha de inicio	21-mar-17	21-mar-17	04-may-17	21-mar-17	21-mar-17
Fecha final	28-ago-17	01-oct-17	01-oct-17	28-ago-17	01-oct-17
Año	5 meses 9 días	6 meses 12 días	4 meses 27 días	5 meses 9 días	6 meses 12 días
Meses	5 meses	6 meses	4 meses	5 meses	6 meses
Días	161 días	195 días	151 días	161 días	195 días

En la cuarta repetición, los datos mostraron que la mejor harina para obtener peso fue la de soya con 18.75 %, la peor de las harinas fue la de ramón con 83.75%. En la harina de arroz no se obtuvo datos debido a que desapareció la muestra en su totalidad. (Tabla 11).

Tabla 11. Cuarta repetición se puede observar diferencias en cuanto peso húmedo y seco

Cuarta Repetición					
Harinas	Trigo	Arroz	Ramón	Maíz	soya
Peso Húmedo(gr)	0.13	0.12	0.4	0.31	0.08
Peso seco (gr)	0.035	----	0.065	0.064	0.095
Diferencia	-0.095	----	-0.335	-0.246	0.015
Porcentaje%	- 73.07692308	----	-83.75	- 79.35483871	18.75
Fecha de inicio	04-may-17	04-may-17	04-may-17	04-may-17	04-may-17
Fecha final	01-oct-17	28-ago-17	01-oct-17	28-ago-17	01-oct-17
Año	4 meses 28 días	3 meses 25 días	4 meses 28 días	3 meses 25 días	4 meses 27 días
Meses	4 meses	3 meses	4 meses	3 meses	4 meses
Días	151 días	117 días	151 días	117 días	117 días

En la quinta repetición, se observó que la harina que sirvió para la ganancia de peso de los *T. molitor* fue la de trigo con 600.93%, pudiéndose apreciar que el resto de las harinas no fueron apropiadas para obtención de peso, demostrándose que la menos adecuada para este fin fue la de ramón con 99.85%. (Tabla 12).

Tabla 12. Quinta repetición se puede observar diferencias en cuanto peso húmedo y seco.

Cuarta Repetición					
Harinas	Trigo	Arroz	Ramón	Maíz	soya
Peso Húmedo(gr)	0.43	0.41	0.39	0.24	0.36
Peso seco (gr)	3.014	0.083	0.0006	0.062	0.175
Diferencia	2.584	-0.327	-0.3894	-0.178	0.185
Porcentaje%	600.93	-79.76	-99.85	-74.17	-51.39
Fecha de inicio	06-jun-17	06-jun-17	06-jun-17	06-jun-17	06-jun-17
Fecha final	28-ago-17	28-ago-17	28-ago-17	01-oct-17	28-ago-17
Año	2 meses 22 días	3 meses 22 días	3 meses 22 días	3 mese 25 días	3 meses 22 días
Meses	2 meses	3 meses	3 meses	3 meses	3 meses
Días	72 días	83 días	83 días	117 días	83 días

En la sexta repetición, se observó que la soya es la mejor harina para la obtención de peso de los *T. molitor*, puesto que consiguieron un 458.26% y que la de maíz fue la peor con -58.33%. (Tabla 13).

El motivo por el que no se obtuvieron muestras en la sexta repetición de las harinas de trigo, arroz y ramón, fue porque existieron factores como las plagas, temperatura, ventilación, humedad, etc., que afectaron a la población para la obtención de pie de cría.

Tabla 13. Sexta repetición se puede observar diferencias en cuanto peso húmedo y seco.

Sexta Repetición					
Harinas	Trigo	Arroz	Ramón	Maíz	soya
Peso Húmedo(gr)	----	----	----	0.24	0.23
Peso seco (gr)	----	----	----	0.1	1.284
Diferencia	----	----	----	-0.14	1.054
Porcentaje%	----	----	----	-58.33	458.26
Fecha de inicio	----	----	----	06-jun-17	06-jun-17
Fecha final	----	----	---	01-oct-17	28-ago-17
Año	----	----	----	3 meses 25 días	2 meses 22 días
Meses	----	----	----	117 días	83 días
Días	----	----	----	102 días	456 días

Los resultados que están en negativo en cada repetición de las muestras de diferentes tipos de harinas representan la pérdida de peso, ya que, el peso seco es menor que el peso húmedo, a pesar de que tuvieron la misma cantidad de alimento y que fue aplicada la misma metodología. Los que están en positivo son los que ganaron peso porque el peso seco es mayor que el peso húmedo. (Tabla14).

Las harinas que demostraron ganancia de peso son: el trigo, el arroz, el maíz, y la soya. Sin embargo, una destaco más que las otras, siendo la del trigo, ya que reflejó en dos repeticiones 2 y 5, mayor ganancia con 0.585 gr. y 2.584 gr respectivamente. La que represento pérdida en todas las repeticiones fue la harina de ramón, debido a que presentaban un letargo en su ciclo de vida larvario (Tabla 14).

También se observó que la repetición 6, no contiene información sobre la biomasa, porque de acuerdo a la metodología no se podía sacar muestra antes del 18 de agosto de 2017.

Cuadro 14. Tabla comparativa de biomasa de los diferentes tipos de harinas con sus respectivas repeticiones.

Harinas	Repeticiones					
	1	2	3	4	5	5
Trigo	-0.136	0.585	-0.026	-0.095	2.584	0.000
Arroz	-0.083	-0.007	0.203	0	-0.327	0.000
Ramón	-0.124	-0.023	-0.263	-0.335	-0.389	0.000
Maíz	-0.165	-0.154	0.435	-0.246	-0.178	-0.140
Soya	-0.142	-0.088	-0.040	0.015	-0.185	1.05

CAPÍTULO 4

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusiones

En relación a lo observado en la obtención de muestra en la cama de pie de cría, con base a los resultados, se observó que todos superan el tiempo que señala Díaz Gámez (2014), debido a que no cumplieron el ciclo de vida y que están iniciando su etapa larvaria a tres o cuatro mudas faltando para cumplir dos etapas de este.

Con respecto a Montesinos (2011), que señala la alta probabilidad de infección de los insectos por la penetración a través de cutícula, se constató el efecto de infección en la tercera etapa

De igual manera, se observó, que no existe similitud a lo que señalan Argueta Reyes y Ramos Meléndez (2013), en relación a que los huevecillos poseen una sustancia pegajosa, la cual se adhiere en el sustrato, puesto que el problema fue que las hembras ponían los huevecillos en la manzana y no en el sustrato previsto para este fin.

En cuanto a las ovoposiciones, depende de las condiciones del ambiente. Por lo tanto, en esta ocasión, sí se concuerda con los autores, puesto que, al obtener la muestra en las camas de cría, la temperatura era un factor determinante para la cantidad de crías. Otro factor que determina la cantidad de ovoposición fue la conducta de competencia reproductiva entre machos por la hembra, puesto que el macho quería desplazar al otro macho para quitarlo de encima de la hembra.

Por lo que se refiere a la determinación de sexo hay varias teorías y una de ellas es la ambientalista de Olivan Viguera (s/a), el cual se apega a lo que se observó en laboratorio, que los factores climatológicos determinaban que el 80% de individuos en

etapa adulta fueran machos. Aunado a esto, se mostró una conducta de competencia de machos hacia las hembras.

Sánchez y Valencia (s/a), dan hincapié en que el *T. molitor* posee preferencia de alimento, toda vez que se percibió que la harina de ramón solo la comían para mantenerse vivos, porque se veían bajos de peso y con un tono de piel oscuro marrón, apreciándose también la falta de movilidad.

4.2 Conclusiones

Existen diferentes factores ambientales que pueden afectar o favorecer a las especies y éstos pueden llegar a ver un desajuste sus etapas de vida para sobrevivir o permitir el letargo.

Aunque no existen conclusiones categóricas, las observaciones detallan que no hay desventajas debido a su tamaño.

Aunque el ambiente este controlado o semicontrolado no sabemos cómo va a responder una especie a cambios de ambiente.

Las larvas con menor calidad aparentemente fueron las criadas en harina de ramón, estas larvas se tornaron rojizas y fueron las que menos peso ganaron y las que tardaron más tiempo en pupar. La población de *T. molitor* existe actualmente.

En esta investigación se apreciaron diferencias en el tamaño y coloración de las larvas, siendo la harina de maíz y trigo los sustratos que proporcionaron mejor apariencia. Sin embargo, los datos muestran que el trigo y la soya fueron los mejores en la obtención de biomasa.

La hipótesis no se cumplió, debido a que la cantidad de biomasa en las muestras presento diferentes resultados con el mismo tipo de harina.

En cuanto a los objetivos, se cumplieron en su totalidad, ya que se conoció el ciclo de vida del *Tenebrio molitor* bajo condiciones de cautiverio, alimentado con cinco diferentes harinas (soya, ramón, arroz, maíz y trigo) en el laboratorio de la Universidad de Quintana Roo y así obtener conocimiento para su manejo.

Literatura Consultada

Argueta, R. F., y Ramírez M. (2013). Contenido de proteína, grasa, calcio, fósforo en larvas de *Tenebrio molitor* L alimentadas con diferentes sustratos y fuentes de agua para ser utilizadas como alimentación de animales silvestres. (Tesis de licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia). Universidad de El Salvador, El Salvador.

Aullah, M., (1993) "Recopilación de noticias sobre insectos comestibles con comentarios personales y recetas culinarias". Editorial Graellsia, México, 1993, 226-237.

Balcázar, C.; Barboa, J. (2003) "Caracterización Química y Nutricional del insecto *Tenebrio molitor* L. en estado larval". Editorial Universidad de Sonora, México, 2003, 65-86.

Beukeboom L. y Nicolas P. (2014). Determinación del sexo, la sexualidad, un enigma evolutivo, *The evolution of sex determination*, pag. 91-95.

Chávez G., Cerón m., Olvera C. Y Salinas P. (2014). Contenido proteico en larvas de *Tenebrio molitor* L. alimentadas con diferentes sustratos. Universidad Tecnológica de Nayarit, México.

Damborsky M., Sandrigo Y., Bar M y Oscherov E. (1999). Ciclo de Vida de *Tenebrio molitor* (Coleoptera, Tenebrionidae) en Condiciones Experimentales. (3400) Corrientes, Argentina.

Delgado E. (2007). El descubrimiento de los cromosomas sexuales. Un hito en la historia de la Biología. ISBN 978-84-00-08514-8 <https://www.marcialpons.es/libros/el-descubrimiento-de-los-cromosomas-sexuales/9788400085148/>

Díaz G. (2014). uso de la larva de tenebrio (*Tenebrio molitor*) como aditivo proteico, en la alimentación de codornices (*Coturnix coturnix japonica*). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Ganzama N. M. y Hap G. M. (1974). The structure and evacuation of the spermatophore of *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). *Tissue & Cell* 6, Great Britain. 95-108

García S., Espinosa C. y Bergvinson D., (2007). Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternas para su manejo y control. México, D.F.: CIMMYT.

Gutiérrez, G. P. A. (2005). Los insectos: una materia prima alimenticia promisorio contra la hambruna. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(1), 33-37.

Instituto de Biología UNAM (s/a) Utilización potencial de la excreta del gusano amarillo de las harinas como abono orgánico. Recuperado de <http://www.socmexent.org/entomologia/revista/2008/BHN/301-307.pdf>

Intrigo T., Valencia Y. (2014). Determinación de antocianinas y valor nutricional de los tenebrios (*Tenebrio molitor*) alimentado con dietas enriquecidas con maíz morado (*Zea mays* L), Universidad politécnica salesiana sede Quito, Ecuador.

Mondragon I., Contreras P. (2015). Uso de los insectos *Tenebrio molitor*, *Tribolium castaneum* y *Palembus dermestoides* (Coleoptera, Tenebrionidae) como recurso didáctico en la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Revista de investigación*, vol 39, 255-270.

Montesinos R., Viniegra G., Alatorre R., Gallardo F. y Loera O. (2011) Variación de fenotipos de crecimiento y de virulencia en cepas mutantes de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. resistentes a 2-desoxi-D-glucosa. *Agrociencia*, vol 45, http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S14051952011000800006&script=sci_arttext

Oliván A. (2010). Mecanismos de Determinación Sexual. Recuperado de: <http://www.unizar.es/lagenbio/docencia/apuntesfundamentos/Mecanismos.pdf>

Palomino J, Rodríguez M. y Cuerda D. (1994). Comportamiento de copula y competición de esperma en *Tenebrio molitor*. *Dpto. Biología Animal y Ecología, Fae. Ciencias, Univ. Granada*, 4:19-26.

Ramos-Elorduy, J., González, E. A., Hernández, A. R., & Pino, J. M. (2002). Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) to recycle organic wastes and as feed for broiler chickens. *Journal of economic entomology*, 95(1), 214-220

Ramos-Elorduy, J. (1987). Los insectos como fuente de proteínas en el futuro. México: Editorial Limusa.

Soto H., (s/a). Gusanos de la harina (Larvas de *Tenebrio molitor*). Recuperado de:http://ornitouy.com/Gusanos_del_harina.pdf

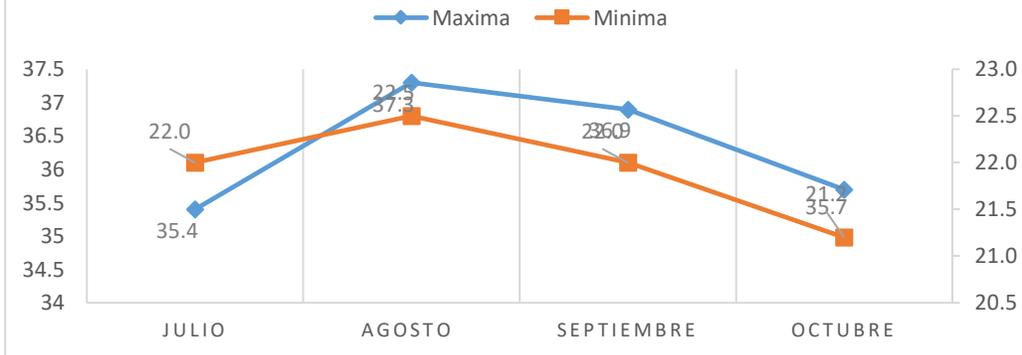
CAPÍTULO 5

ANEXOS

A. Materiales y equipo

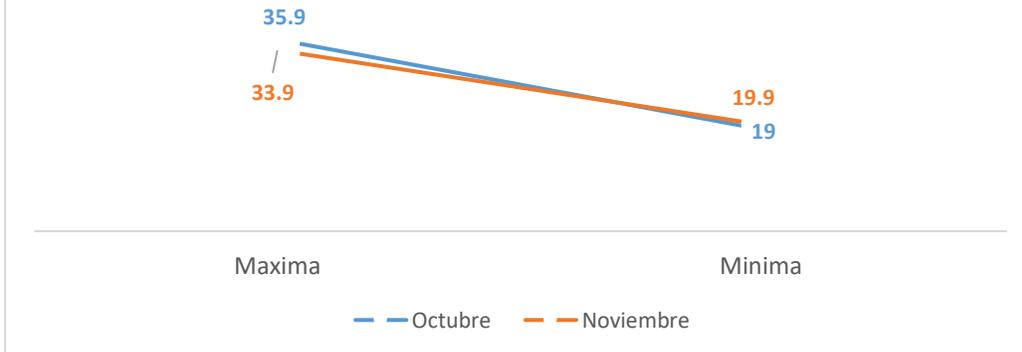
1	20 contenedores	20	Pluma negra
2	2 cartones para huevos	21	Jerga
3	250 gramos de aserrín	22	Incubadora
4	3 paquetes de periódico	23	Cuatro bandejas
5	1 cuchillo	24	Seguros de desodorante
6	300 larvas de <i>T. mólitor</i>	25	Dos refractarios de vidrio
7	2kg de cada uno de los diferentes tipos de harina (trigo, maíz, soya, ramón, arroz)	26	1 Piceta de 500 mililitros
8	2 kilos de manzana granni smith	27	Bata de laboratorio
9	1 caja Petri	28	Ganchos de ropa
10	3 l de alcohol etílico	29	Estopa
11	Microscopio estereoscopio	30	Tul negro y blanco
12	Báscula analítica	31	Clavos de media pulgada
13	Un frasco de mayonesa 250 kg	32	Martillo
14	lámpara de mesa	33	Tapas de refrescos y agua
15	1 cartulina de color negro	34	Libreta
16	3 botes de 20 mililitros	35	Pluma
17	Cinta canela	36	Calculadora
18	Lápiz	37	Cámara
19	Cinta aislante		

TEMPERATURAS QUE INFLUYERON EN EL PRIMER PIE DE CRÍA

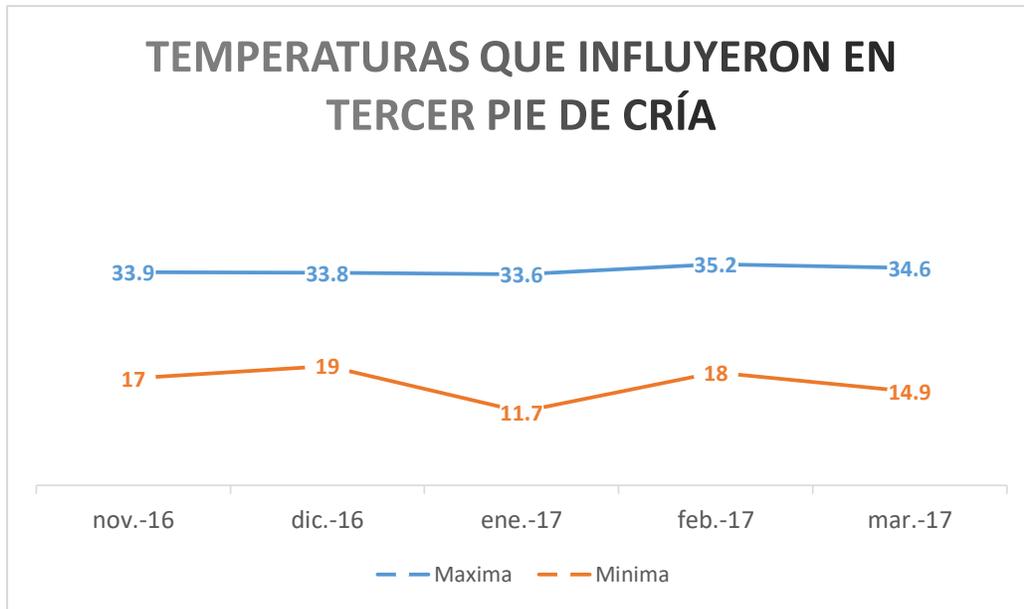


B Variaciones de temperaturas en el primer pie de cría

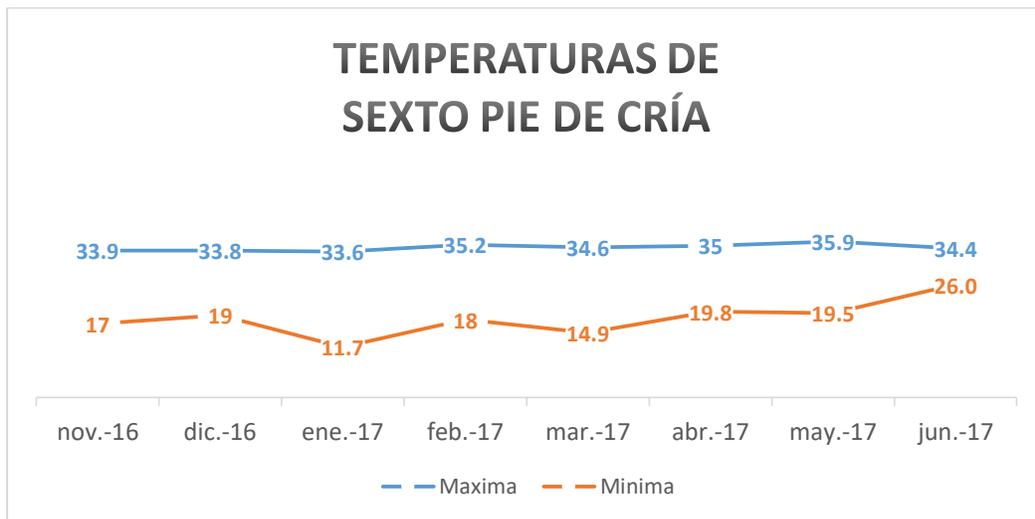
TEMPERATURAS QUE INFLUYERON EN EL SEGUNDO PIE DE CRÍA



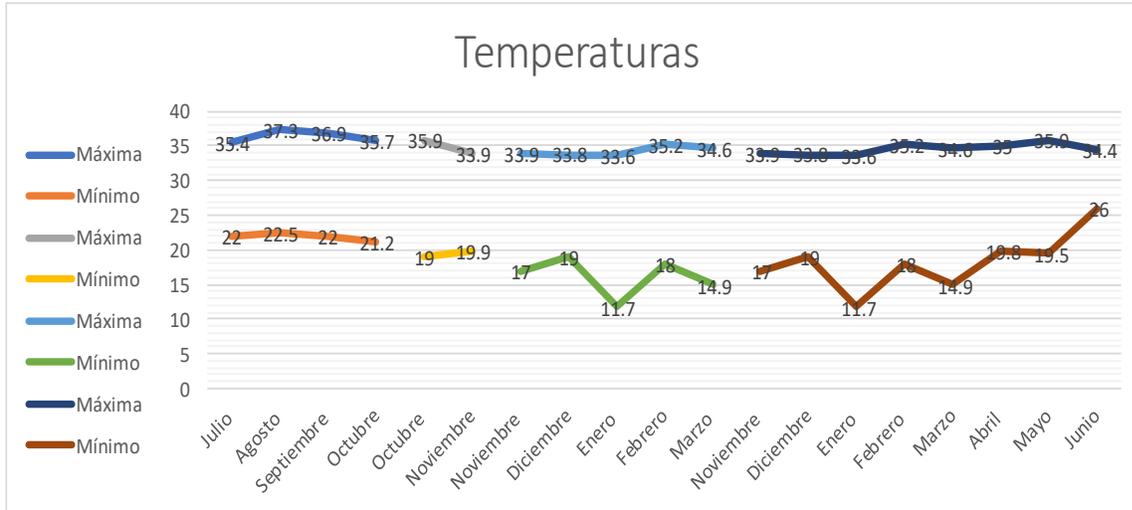
C Variaciones de temperaturas en el segundo pie de cría



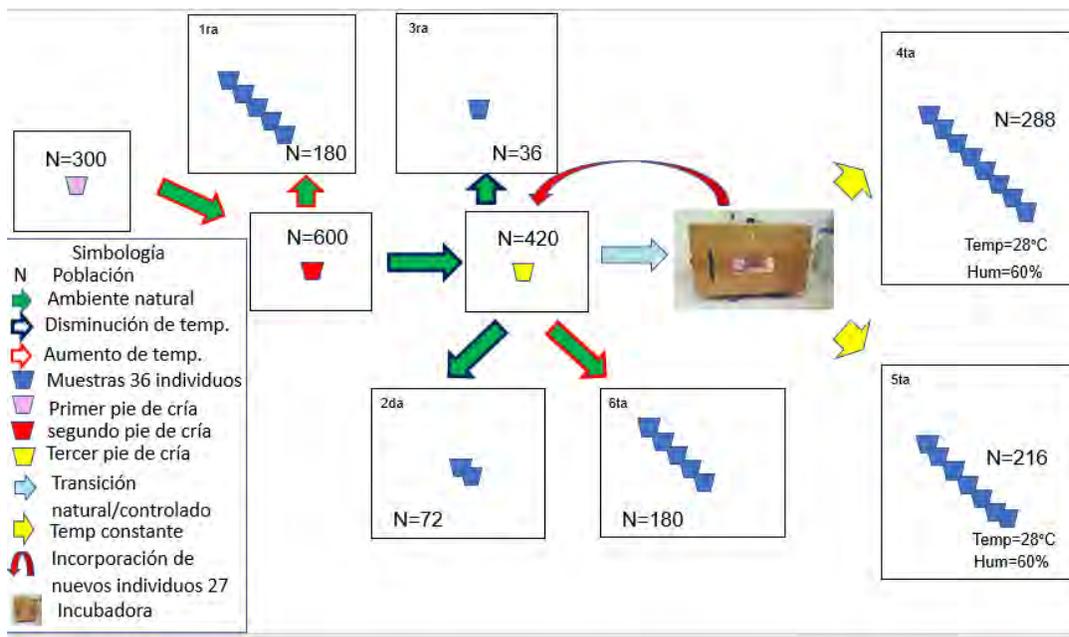
D Variaciones de temperaturas en el tercer pie de cría



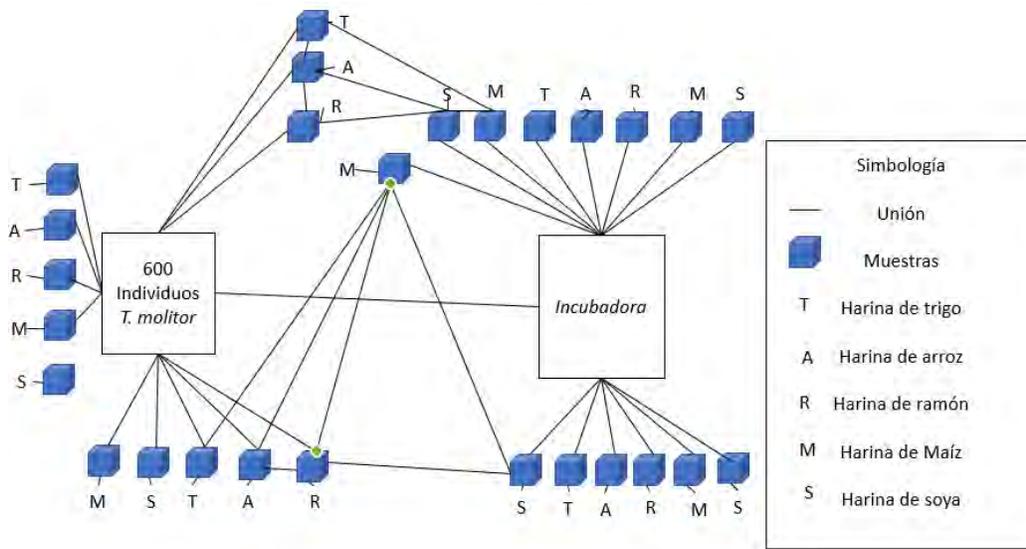
E. Variaciones de temperaturas en el sexto pie de cría



F. Temperaturas media de los meses de los cuales se obtuvieron las muestras



G. Diagrama de flujo de resultados de muestras



H. Diagrama de obtención de muestras para biomasa de diferentes tipos de harinas