

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



TESIS

CICLO BIOLÓGICO DE LA BROCA DEL CAFÉ

(Hypothenemus hampei (Ferrari 1867)), **EN CONDICIONES DE**

LABORATORIO EN TINGO MARÍA

Para obtener el título profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

Elaborado por

ESCARLIN PAOLA ARIAS TORRES

TINGO MARÍA – PERÚ

2018



"Año del dialogo y la Reconciliación Nacional"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 031-2018-FA-UNAS

BACHILLER : **Escarlín Paola ARIAS TORRES**

TÍTULO : "CICLO BIOLÓGICO DE LA BROCA DEL CAFÉ
(*Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867)), EN CONDICIONES
DE LABORATORIO EN TINGO MARIA

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Ing. M.Sc. MIGUEL E. ANTEPARRA PAREDES
VOCAL : Ing. MANUEL VIERA HUIMAN
VOCAL : Ing. JORGE CERÓN CHÁVEZ

ASESOR : Blgo. M.Sc. JOSE L. GIL BACILIO
CO ASESOR : Ing. M.Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 06 de diciembre del 2018

HORA DE SUSTENTACIÓN : 3: 00 p.m.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA DE AUDIOVISUALES DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA

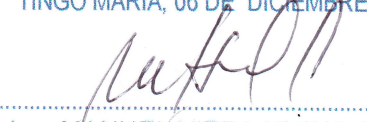
CALIFICATIVO : MUY BUENO

RESULTADO : APROBADO

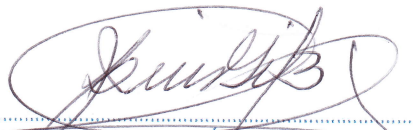
OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 06 DE DICIEMBRE DE 2018.


.....
Ing. M.Sc. MIGUEL E. ANTEPARRA PAREDES
PRESIDENTE


.....
Ing. MANUEL VIERA HUIMAN
VOCAL


.....
Ing. JORGE CERÓN CHÁVEZ
VOCAL


.....
Blgo. M.Sc. JOSÉ L. GIL BACILIO
ASESOR


.....
Ing. M.Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP
CO ASESOR

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita misericordia, bondad y amor.

A mí adorado padre **JULIO ARIAS CUEVA**: Por sus ejemplos divertidos de ver la vida, su perseverancia y paciencia que lo caracterizan, por el valor que me ha mostrado para salir adelante y por su amor incondicional.

A mí querida madre **PAULA TORRES ARBILDO**: Por brindarme su apoyo incondicional, su amor, confianza, comprensión y paciencia que es mi motivo más grande para seguir adelante.

A mi única hermana **LIZ**:

Por ser mi cómplice en todo, por sus ejemplos que siempre me brinda, por su amor y paciencia.

A mi sobrina **ITSAYANA**:

Por ser mi motivación de salir adelante para darle lo mejor.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Agronomía que contribuyeron en mi formación profesional y personal.
- Al Laboratorio de Certificación de Semillas de la Escuela Profesional de Ingeniería en los Recursos Naturales Renovables, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva por permitirme realizar mi trabajo de investigación en su laboratorio.
- Al Blgo. M. Sc. José Luis Gil Bacilio, asesor de la tesis por su orientación en la instalación y ejecución del trabajo.
- Al Ing. M. Sc. Giannfranco Egoavil Jump, co-asesor de la tesis por su orientación en la redacción del informe.
- A los miembros del jurado M. Sc. Miguel Eduardo Anteparra Paredes, Ing. Manuel Tito Viera Huiman y Jorge Cerón Chávez, por su contribución y su análisis crítico en las correcciones del informe.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	14
II. REVISIÓN DE LITERATURA	15
2.1. El café en el Perú.....	15
2.2. Aspectos generales del cultivo de café (<i>Coffea arabica</i> L.).....	17
2.2.1. Taxonomía y origen del café	17
2.2.2. Descripción morfológica del café	18
2.2.3. Variedades resistentes a la broca.....	21
2.2.4. Insectos perjudiciales al café.....	22
2.3. Broca del café " <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867)"	22
2.3.1. Distribución en el Perú.....	22
2.3.2. Clasificación taxonómica	24
2.3.3. Ecología de la broca	25
2.3.4. Daño e importancia económica	25
2.3.5. Manejo y control de la broca.....	26
2.3.6. Morfología de los estadios biológicos de la broca	28
2.3.7. Ciclo biológico y habita del insecto.....	31
2.4. Temperatura en los insectos	32
2.4.1. El calor en los insectos.....	32
2.4.2. Efectos del calor en los organismos de los insectos.....	33
2.5. Efecto de la temperatura en la actividad de los insectos.....	33
2.5.1. Dureza al frío	33
2.5.2. Dureza al calor.....	35

2.5.3. Modelización de desarrollo en grados y días.....	36
2.6. Tablas de vida horizontal	36
2.6.1. Parámetros poblacionales	38
2.7. Influencia del cambio climático.....	39
2.7.1. Los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad	39
2.7.2. Efectos de la biodiversidad sobre el clima.....	40
III. MATERIALES Y MÉTODOS	41
3.1. Lugar y fecha de ejecución	41
3.2. Ecología de la zona de estudio	42
3.3. Análisis estadístico.....	42
3.4. Materiales, herramientas y equipos.....	42
3.4.1. Materiales y material biológico.....	42
3.4.2. Herramientas, equipos e insumos	42
3.5. Metodología	43
3.5.1. Obtención del material biológico e instalación	43
3.5.2. Características biológicas del estado de huevo.....	44
3.5.3. Porcentaje de viabilidad de huevos	45
3.5.4. Características biológicas de los estadios larvales, pre pupa y pupa.....	46
3.5.5. Características biológicas de los adultos.....	47
3.5.6. Determinación del período de oviposición	48
3.6. Elaboración de la tabla de vida de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867).....	48
3.7. Influencia en algunos parametros de la biología de la broca del café.....	48

IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1.	Ciclo biológico de la broca	42
4.1.1.	Del estado huevo.....	42
4.1.2.	Del estado de larva.....	53
4.1.3.	Del estado de pre-pupa	61
4.1.4.	Del estado de pupa.....	67
4.1.5.	Del estado de adulto.....	72
4.1.6.	Duración total del ciclo biológico de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867), bajo condiciones de laboratorio.	79
4.2.	Influencia del cambio climático en algunos parametros biológicos de la broca.....	81
4.2.1.	La temperatura y la humedad relativa	81
4.2.2.	Incubación del huevo.....	82
4.2.3.	Estado larval.....	83
4.2.4.	Estado pre-pupal	84
4.2.5.	Estado de pupa.....	84
4.3.	Tabla de vida de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867) “broca del café”	85
V.	CONCLUSIONES	88
VI.	RECOMENDACIONES.....	89
VII.	RESUMEN.....	90
	ABSTRACT.....	901
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	92
IX.	ANEXO	98

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Plagas del café.....	22
2. Ciclo biológico de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867) en días, realizado en diferentes años por diferentes autores.....	32
3. Promedio de duración en días del estado huevo de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867).....	42
4. Porcentaje de viabilidad de los huevos de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867).....	50
5. Oviposición de las hembras adultas de la broca.....	51
6. Número de posturas y cantidad de huevos ovipositados.....	52
7. Promedio de duración en días del estado larval de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867).....	53
8. Promedio de longitud y ancho del estado huevo recién ovipositados de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867).....	55
9. Porcentaje de mortandad del estado larval de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867).....	56
10. Biometría al inicio de la eclosión y al final del desarrollo del estado larval de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867).....	59
11. Biometría del primer estadio larval de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867).....	60
12. Biometría del segundo instar larval de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867).....	61

13.	Promedio de duración en días del estado pre-pupa de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867).....	62
14.	Porcentaje de mortalidad del estado pre-pupal de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867).....	63
15.	Promedio de longitud, de la cápsula cefálica del estado pre-pupa de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867).....	65
16.	Promedio de longitud, ancho y ancho de la cápsula cefálica del estado pre-pupa de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867).....	66
17.	Promedio de duración en días del estado de pupa de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867).....	67
18.	Promedio del porcentaje de mortalidad del estado de pupa de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867).....	68
19.	Promedio de longitud y ancho del estado de pupa de las hembras <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867).....	71
20.	Promedio de longitud y ancho del estado de pupa de los machos de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867).....	72
21.	Promedio de duración en días y porcentaje de mortalidad del estado adulto de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867).....	73
22.	Promedio de longitud, ancho y ancho de la cápsula cefálica del macho adulto de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867).....	78
23.	Promedio de longitud, ancho y ancho de la cápsula cefálica de la hembra adulto de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867).....	78
24.	Ciclo biológico de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867), bajo condiciones de laboratorio en Tingo María – Huánuco.....	79

25. Registro de temperatura y humedad relativa en el laboratorio.	81
26. Registro de temperatura y humedad relativa del medio ambiente...	82
27. Tabla de vida horizontal de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867) en Tingo María – Huánuco, elaborado a partir de una cohorte de 205 huevos.	87
28. Registro de temperatura y humedad relativa del mes de enero y febrero.	99
29. Registro de temperatura y humedad relativa del mes de marzo y abril.....	100
30. Registro de la temperatura y humedad relativa del mes de mayo. ..	101
31. Registro individual de duración en días, longitud y ancho de huevos recién ovipositados y antes de la eclosión de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867). Primera evaluación	102
32. Registro individual de duración en días, longitud, ancho y ancho de la capsula cefálica de las larvas al inicio y al final del desarrollo de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867). Primera evaluación	103
33. Registro individual de duración en días, longitud, ancho, ancho de la cápsula cefálica del periodo de pre-pupa y pupal de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867). Primera evaluación	104
34. Registro individual de medida de longitud, ancho y ancho de la capsula cefálica del estadio adulto de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867). Primera evaluación	105

35. Registro individual de duración en días, longitud y ancho de huevos recién ovipositados y antes de la eclosión de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867). Segunda evaluación	106
36. Registro individual de duración en días, longitud, ancho y ancho de la capsula cefálica de las larvas al inicio y al final del desarrollo de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867). Segunda evaluación.....	107
37. Registro individual de duración en días, longitud, ancho, ancho de la cápsula cefálica del periodo de pre-pupa y pupal de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867). Segunda evaluación.....	108
38. Registro individual de medida de longitud, ancho y ancho de la cápsula cefálica del estadio adulto de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867). Segunda evaluación	109
39. Registro individual de duración en días, longitud y ancho de huevos recién ovipositados y antes de la eclosión de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867). Tercera evaluación	110
40. Registro individual de duración en días, longitud, ancho y ancho de la cápsula cefálica de las larvas al inicio y al final del desarrollo de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867). Tercera evaluación.....	112
41. Registro individual de duración en días, longitud, ancho, ancho de la cápsula cefálica del periodo de pre-pupa y pupal de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867). Tercera evaluación.....	113
42. Registro individual de medida de longitud, ancho y ancho de la cápsula cefálica del estadio adulto de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867). Tercera evaluación	115

43. Registro individual de duración en días, longitud y ancho de huevos recién ovipositados y antes de la eclosión de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867). Tercera evaluación	117
44. Registro individual de duración en días, longitud, ancho y ancho de la cápsula cefálica de las larvas al inicio y al final del desarrollo de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867). Cuarta evaluación	119
45. Registro individual de duración en días, longitud, ancho, ancho de la cápsula cefálica del periodo de pre-pupa de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867). Cuarta evaluación	121
46. Registro individual de duración en días, longitud, ancho del periodo pupal de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867). Cuarta evaluación	123
47. Registro individual de medida de longitud, ancho y ancho de la cápsula cefálica del estadio adulto de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867). Cuarta evaluación	125

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Área sembrada de café en 16 regiones del Perú.....	15
2. Tallo del café.	19
3. Desarrollo del fruto del café.....	21
4. Distribución de la broca del café en el Perú.	24
5. Lugar de ejecución en la facultad de Recursos Naturales Renovables.....	41
6. Granos de café desinfectados.	43
7. Granos de café infestados con brocas.	44
8. Huevos de la broca instalados en la placa Petri.	45
9. Larvas de las brocas instaladas.....	46
10. Instalación de los adultos emergidos de la broca.	47
11. Huevos de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867): (a) modo de postura; (b) huevo recién ovipositado; (c, d, e) desarrollo embrionario; (f) larva próximo a eclosionar.....	54
12. Larvas de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867): (a) larva recién eclosionada instar 1; (b) larva en desarrollo; (c) larva instar 2; (f) larva próximo a empupar.	58
13. Pre-pupa de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867): (a) vista lateral; (b) vista ventral; (c) vista dorsal; (d) próxima a pupar.	64
14. Pupas de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867): (a) pupa recién transformada; (b, c, d) desarrollo y esclerotización de los apéndices.	69

15. Pupas de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867): (a) pupa hembra, (b) pupa macho.....	70
16. Broca recién emergida (a), proceso de esclerotización del exoesqueleto de la broca adulta (b, c).....	74
17. Posición ventral y lateral de la broca adulta (a, b).	76
18. Alas membranosas de la broca adulta hembra.	76
19. Posición dorsal de la broca adulta hembra y macho (a, b).	77
20. Ciclo biológico de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867) en días, bajo condiciones de laboratorio en Tingo María – Huánuco.....	80
21. Duración en días de la incubación del huevo en comparación con la temperatura.....	83
22. Duración en días del estado larval en comparación con la temperatura.	84
23. Duración en días del estado de pupa en comparación con la temperatura.	85

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del café (*Coffea arabica* L.) es uno de los principales cultivos de nuestro país, siendo uno de los productos agrícolas más importantes para la exportación. En el 2017 nuestra región llegó a exportar 9427.0 toneladas de café grano alcanzándose a nivel nacional 240058.389 toneladas esto equivale a los U\$ 694 millones a un precio promedio de U\$ 2.89 el kilo (INEI, 2017).

El calentamiento global producido por la elevada concentración de los Gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono y el metano, retiene el calor subiendo gradualmente la temperatura de 0.3 y 4.8 °C en este siglo, produciendo cambios en los sistemas naturales (IPCC, 2007, citado por URITE y AVILA *et al.*, 2015). El cambio climático está ocurriendo en el Perú, con más inundaciones provocadas por el Fenómeno del Niño, sequías en la Sierra, así como huaicos y deslizamientos en la Costa, Sierra y Selva.

El estudio del ciclo biológico de la broca del café fue desarrollado por primera vez de Enero a Abril de 1980 en nuestra localidad de Tingo María (RODRÍGUEZ, 1980); después de 38 años se vuelve a realizar el ciclo biológico de este Curculionidae, bajo nuevas condiciones meteorológicas como consecuencia del cambio climático en el planeta, el mismo que viene alterando en gran medida los ciclos de vida de los organismos terrestres, en este caso el de la “broca del café”.

Con el presente trabajo se busca estimar en qué manera el cambio climático viene alterando verdaderamente el ciclo de desarrollo de esta plaga en sus diferentes fases biológicas. Estos estudios son básicos para planificar y

adaptar estrategias de manejo integrado de esta plaga en zonas cafetaleras, donde el cambio climático hace sentir sus efectos en los diferentes ecosistemas de nuestra Amazonía.

Debido a lo manifestado en el presente trabajo de investigación, se ha planteado los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Estudiar la biología de la “broca del café” *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867) y la influencia del cambio climático en el ciclo biológico de este insecto en condiciones ambientales de Tingo María.

Objetivos específicos:

- a. Conocer la duración del ciclo biológico de la “Broca del café” *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867).
- b. Estimar la Influencia del cambio climático en algunos parámetros biológicos de la broca.
- c. Elaborar tablas de vida horizontal para los diferentes estadios biológicos del insecto.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El café en el Perú

Según el anuario agrícola elaborado por el SIEA (2016), el cultivo de café está instalado en 16 regiones, abarcando una superficie sembrada de 383.973 ha, lo cual representa el 6 % del área agrícola nacional. En la Figura 1 se muestran las principales regiones donde se produce café pergamino.

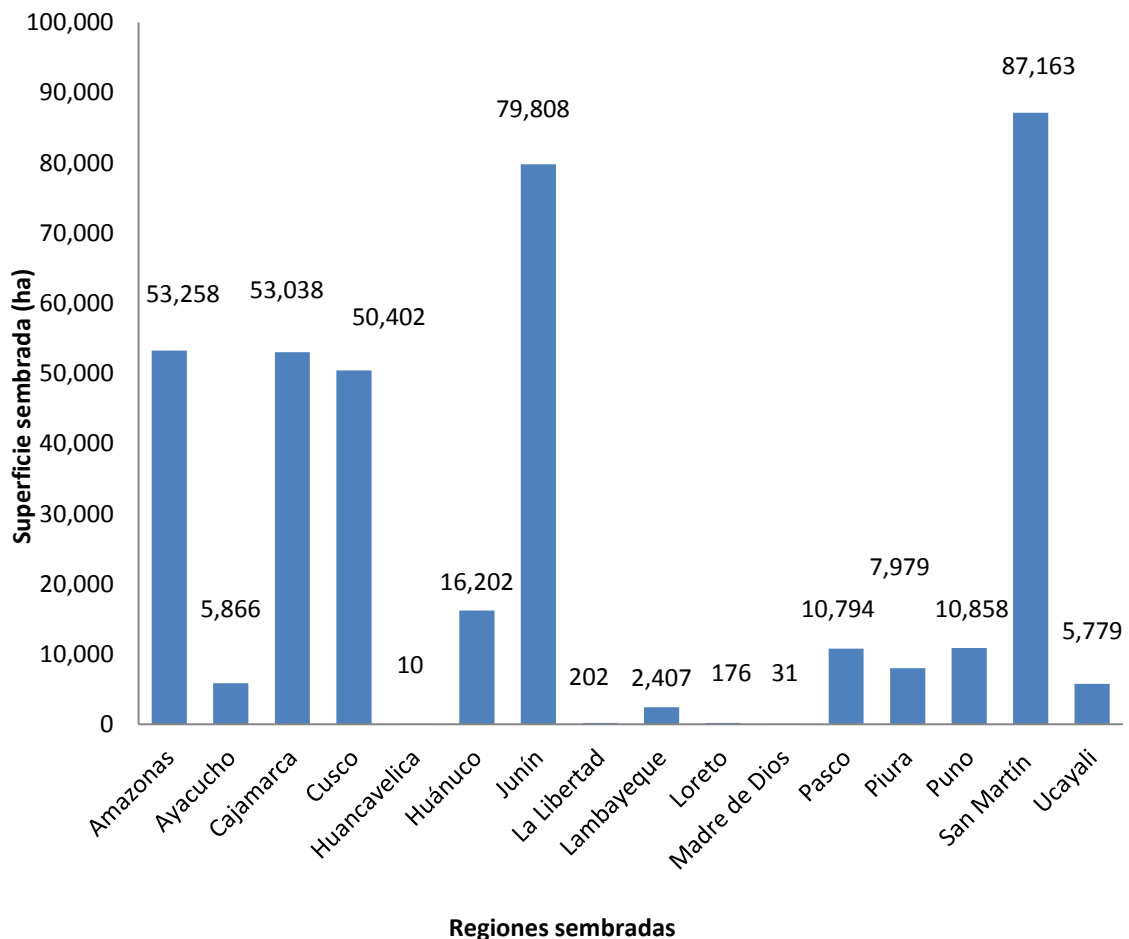


Figura 1. Área sembrada de café en 16 regiones del Perú.

2.2. Aspectos generales del cultivo de café (*Coffea arabica* L.)

2.2.1. Taxonomía y origen del café

a. Taxonomía

Según ITIS (2018a), la clasificación taxonómica del cultivo de café es la siguiente:

Reino:	Plantae
Sub reino:	Viridiplantae
Infra Reino:	Streptophyta
Super división:	Embryophyta
División:	Traqueophyta
Sub división:	Spermatophytina
Clase:	Magnoliopsida
Super orden:	Asteranae
Orden:	Gentianales
Familia:	Rubiaceae
Género:	<i>Coffea</i> L.
Especies:	<i>Coffea arabica</i> L.

b. Origen

Las plantas de café son originarias de la antigua Etiopia en la República de Yemen; pero la costumbre más antigua de tomar café proviene de Arabia. Sin embargo, la leyenda más aceptada acerca del descubrimiento del café es del pastor llamado Kaldi. Esta leyenda dice que un día Kaldi se dio cuenta del extraño comportamiento de sus cabras después comer la fruta y las

hojas de cierto arbusto, las cabras estaban saltando alrededor muy excitadas, llenas de energía, entonces fue cuando Kaldi decidió probar las hojas del arbusto y un rato más tarde se sintió lleno de energía. Recogió algunos frutos, ramas de ese arbusto y los llevo al monasterio. Estando en el monasterio le contó al abad la historia de las cabras y de cómo se había sentido después de haber comido las hojas. El abad decidió cocinar las ramas y las cerezas; el resultado fue una bebida muy amarga que él tiró de inmediato al fuego. Cuando las cerezas cayeron en las brasas del fuego empezaron a hervir, es entonces donde las arvejas verdes que tenían en su interior produjeron un delicioso aroma a café tostado, naciendo de esta manera la bebida de café (ZAMORANO, 2009).

2.2.2. Descripción morfológica del café

La especie de café cultivada en el Perú es el *Coffea arabica*, las variedades que se cultivan son principalmente Caturra, Típica, Pache, Bourbon, Geisha y Catimor. De acuerdo con las tendencias del mercado, los productores trabajan en la producción de café orgánico y especial, reconocidos por su perfil de taza y atributos como: acidez, cuerpo y aroma balanceado (CAC-Divisoria, 2010, citado por CARRANZA, 2018)

a. Raíces

La planta de café adulto mayor de dos años, tiene una raíz pivotante central muy fuerte, que rara vez se extiende más allá de 45 cm de profundidad. De las cuales, da origen cuatro a ocho raíces axiales que penetran verticalmente hasta 2 o 3 m de profundidad (ARCILLA, 2004).

b. Tallo

El tallo se genera a partir de las células meristemáticas ubicadas en el ápice del tallo y las ramas (yemas apicales) y en las axilas de las hojas (yemas laterales, yemas axilares y yemas seriadas). A partir de meristemos de las yemas se desarrollan los primordios de nudos, hojas, brotes, ramas y flores (Figura 2). El ápice del tallo es el responsable del crecimiento en altura de la planta (crecimiento ortotrópico) y el ápice de las ramas de la expansión lateral de la planta (crecimiento plagiotrópico) (ARCILLA, 2004).

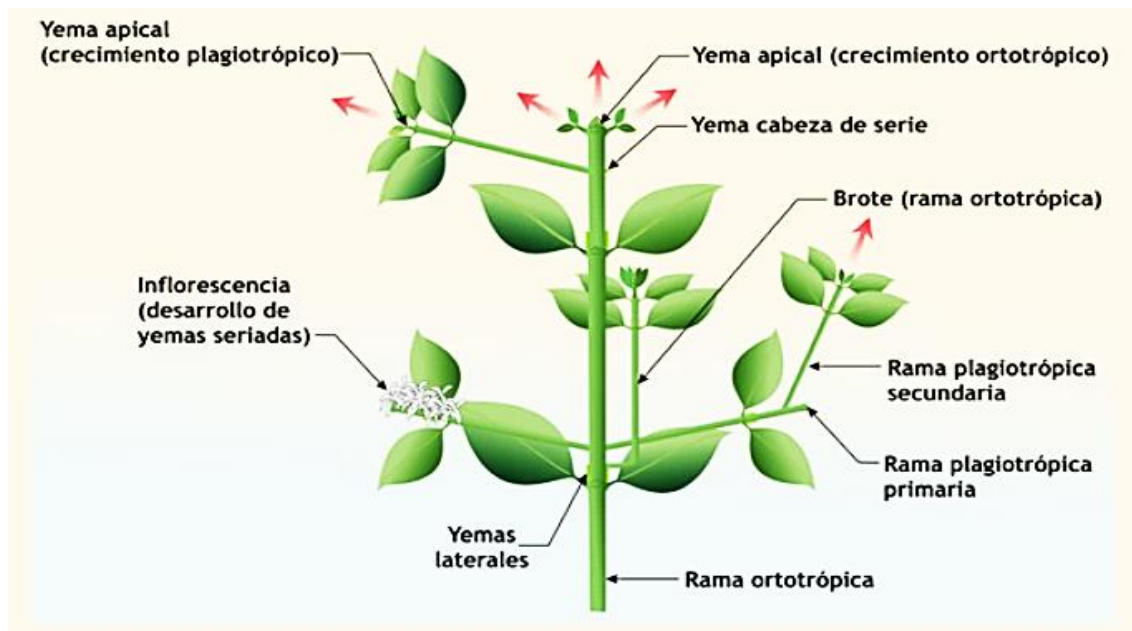


Figura 2. Tallo del café.

c. Hoja

Las hojas son órganos en los cuales se realizan los tres procesos fisiológicos más importantes para el crecimiento, desarrollo vegetativo y reproductivo de una planta, las cuales son: la fotosíntesis, la respiración y la transpiración. Las hojas son elípticas, levemente coriáceas, con los márgenes un poco onduladas, de color verde claro cuando son jóvenes y verde oscuro cuando completan su desarrollo (ARCILLA, 2004).

d. Flores

La floración es un evento asociado estrechamente con la lluvia y la altitud (MINAGRI, 2003). La flor se autofecunda, llegando al 90 % de fecundación; la flor posee estructuras de una flor completa y perfecta como el cáliz, la corola (estructuras estériles), los carpelos (ovario – estilo - estigma) y los estambres (estructuras fértiles), formándose en las yemas ubicadas en las axilas foliares y en los nudos de las ramas. Cada nudo de una rama tiene dos axilas foliares opuestas y en cada axila se forman de tres a cuatro yemas o inflorescencias y en cada una de ellas, entre cuatro a cinco flores. Es decir, en un nudo existen potencialmente entre 24 y 32 botones florales (ARCILLA, 2004).

e. Fruto

Desde el momento de la floración hasta la maduración del fruto transcurren en promedio 32 semanas. El desarrollo del fruto del café está relacionada con el ataque de la broca, aunque esta prefiere atacar frutos maduros también atacan frutos verdes cuando tienen más del 20% de peso seco (ARCILLA, 2004); es decir cuando la semilla o almendra completa su desarrollo, adquiere consistencia sólida y gana peso, lo cual ocurre entre los 120 y 150 días después de la floración (Figura 3). Si la broca ataca frutos menores a 90 días, el 23 y 50 % de éstos caen, y aquellos frutos que quedan en el árbol, más del 60 % de las brocas los abandonan o mueren por causas naturales y no dañan la almendra. Un porcentaje de las brocas vivas, se quedan en el canal de penetración esperando a que la almendra alcance la consistencia óptima para iniciar la puesta de huevos (ARCILA, 2011).

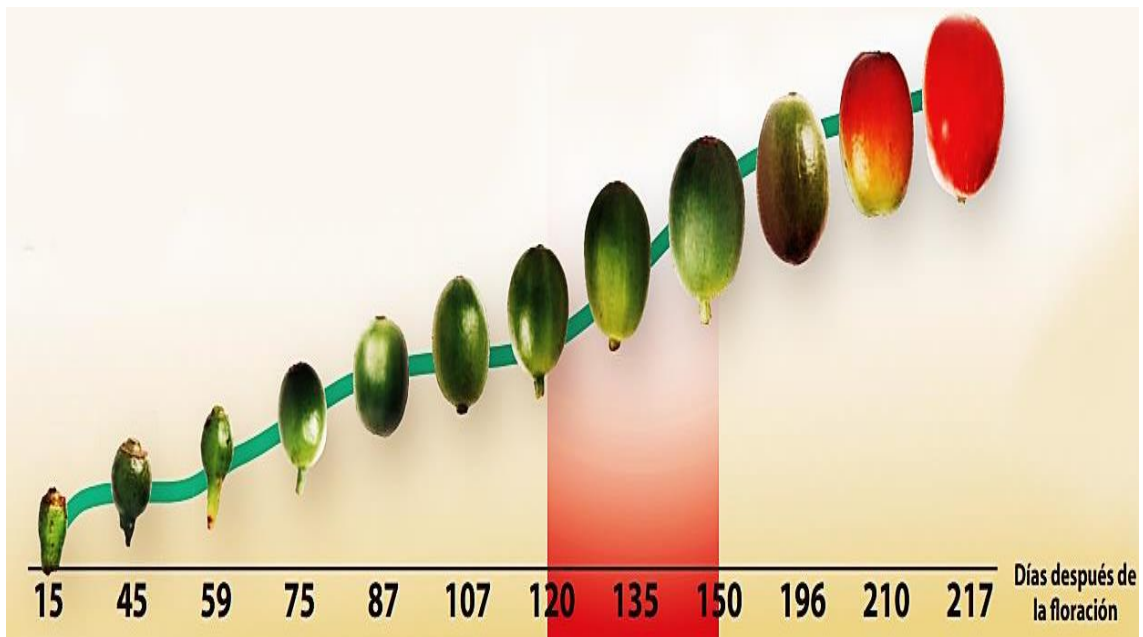


Figura 3. Desarrollo del fruto del café.

2.2.3. Variedades resistentes a la broca

Todas las variedades de la especie *Coffea arabica* son atacadas por la broca; sin embargo, existe un amplio germoplasma de café para buscar e identificar genotipos resistentes o menos susceptibles (ROMERO y CORTINA, 2004). La especie *Coffea kapakata* es resistente al ataque de esta plaga, la cual se distingue por la presencia de estrías en sus frutos; sin embargo, el inconveniente que presenta esta especie es su baja calidad en tasa (PORTILLO y AGUILAR, 2010). La variedad Catimor es el resultado del cruce realizado en Portugal, en 1959, entre el caturra rojo y el híbrido de Timor; tiene una productividad relativamente alta, muestra un comportamiento favorable con respecto a la enfermedad de la roya, tolerante a zonas medias y altas (600-1600 msnm), de porte bajo con una copa vigorosa y compacta, medianamente resistente a la broca del café (Figuroa *et al.*, 1996, ICAFE-MAG, 1995 y CAC-Divisoria, 2010, citados por CARRANZA, 2018).

2.2.4. Insectos perjudiciales al café

El cultivo de café está sujeto al ataque de diferentes insectos que afectan de manera negativa los rendimientos y la producción (Cuadro 1); sin embargo la plaga más importante es la broca por el daño directo que causa a los granos que se cosecha; en comparación, de otros insectos que no son de mucha importancia económica, debido a la estabilidad de los ecosistema cafetaleros (OLÓRTEGUI, 2012).

Cuadro 1. Plagas del café.

Nº	Nombre común	Nombre científico
1	Broca del fruto del cafeto	<i>Hypothenemus hampei</i>
2	Minador de la hoja del cafeto	<i>Leucoptera coffella</i>
3	Escamas o queresas	<i>Coccus viridis</i>
4	Hormiga arriera	<i>Atta cephalotes</i>

2.3. Broca del café (*Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867))

2.3.1. Distribución en el Perú

Según DE INGUNZA (1964), en aquellos años nuestras normas fitosanitarias prohibieron el ingreso de granos al país, sin embargo este coleóptero se encontró en uno de nuestros mejores valles cafetaleros “Satipo”, este ingreso de granos infestados, se produjo desde Campiñas, Estado de Sao Paulo, Brasil, por personas inescrupulosas. El ingreso se produjo probablemente entre 1959 y 1960, pero fue recién en setiembre de 1962, que

los agricultores alarmados, llamaron la atención de los técnicos del Ministerio de Agricultura y de la Universidad Nacional Agraria de La Molina. Después de confirmar que se trataba de la broca de café "*Hypothenemus hampei*". Se formó una comisión de técnicos del Ministerio de Agricultura y de la Universidad Agraria, que viajaron a Satipo, comprobando que la plaga se había dispersado a casi todo el valle y teniendo como foco principal, la zona de Río Negro cercana al pueblo de Satipo (Figura 4). Se tomaron las más estrictas medidas de cuarentena que comprendía:

- La prohibición de movilización de granos.
- La fumigación obligatoria de los granos a la salida del valle.
- La fumigación de sacos vacíos en Lima, antes de ser

devueltos a las zonas cafetaleras, etc.

El 31 de diciembre de 1962, se liberó en la zona de Satipo "avispa de Uganda" *Prorops nasuta*, con fin de controlar, pero a inicios de enero de 1963 se encontró un pequeño foco que comprendía unas pocas plantas, en el valle de Chanchamayo. Ese foco se debió a insectos que escaparon desde granos no fumigados provenientes de Satipo estas plantas fueron eliminados inmediatamente. En diciembre de 1966, el valle de Satipo tenía 8.000 ha de brocas infestadas, el valle de Chanchamayo, con unas 10.000 ha; el departamento de Ayacucho, con aproximadamente 500 ha y en el departamento de San Martín, unas 3.000 ha en las zonas de Tarapoto y Lamas en junio de 1967 (DE INGUNZA, 1966).



Figura 4. Distribución de la broca del café en el Perú.

2.3.2. Clasificación taxonómica

Según ITIS (2018b), la clasificación taxonómica de la broca del café es la siguiente:

Reino:	Animal
Phylum:	Arthropoda
Clase:	Insecta
Orden:	Coleoptera
Familia:	Curculionidae
Subfamilia:	Scolytinae
Género:	<i>Hypothenemus</i>
Especies:	<i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari, 1867).

2.3.3. Ecología de la broca

La broca es atraída al fruto por su olor, color y forma, también por los desechos de frutos brocados, como las heces de las mismas brocas, su mayor actividad de dispersión ocurre en la tarde, entre las 14 y 18 horas, algunas hembras pueden volar hasta 375 m, aunque la mayoría vuelan menos de 50 m. Las brocas son más activas en ambientes sombríos y alta humedad pero en condiciones de baja humedad (menor a 50 % HR) la mortalidad aumenta (PÁLIZ y MENDOZA, 1993). La broca afecta la plantación en forma localizada es decir en focos, pero dentro de la planta el tercio medio es más afectada, este insecto se desarrolla bien en altitudes de 400 a 1300 msnm logrando tener muchas generaciones al año (SÁNCHEZ, 2018). Esta plaga es exclusiva del café por lo tanto no posee hospedantes alternantes; sin embargo de una campaña a otra la broca permanece refugiada en el interior de los frutos caídos o los que no fueron cosechados, encontrándose una población considerable por grano (más de 50 por fruto en el suelo), que emergen con el inicio de las lluvias para afectar la nueva cosecha (COLONIA, 2012).

2.3.4. Daño e importancia económica

En las zonas húmedas, donde hay lluvias bien distribuidas a lo largo de todo el año, la floración es casi continua, por tanto, hay frutos disponibles para ser atacados por la broca, favoreciendo el aumento de la población, la broca daña directamente el producto que se desea cosechar, estos daños son causados por la hembra adulta, la cual penetra por la corona del fruto hasta llegar al endospermo, lugar de alimento de las larvas y adultos, generalmente sólo un endospermo es dañado (PÁLIZ y MENDOZA, 1993).

Los frutos brocados reducen su peso entre un 5 a 42 % dependiendo del tipo de daño que causó en el fruto, el daño económico de la broca es alto, una infestación del 27 % produce 8.4 % de pérdidas en el ingreso potencial de las familias cafetaleras (CAMILO, 2014).

2.3.5. Manejo y control de la broca

La broca del café se controla de manera más eficiente haciendo uso de diversas formas de control de forma integrada (COLONIA, 2012).

a. Control cultural

El control cultural son labores agrícolas, de campo, que ayudan a reducir la población del coleóptero y son las siguientes: recolección manual de los frutos caídos, manteniendo los cafetales sin frutos maduros, sobre maduros y secos, mediante recolecciones oportunas y repases permanentes, eliminación de malezas, fertilización, para floraciones más uniforme, eliminación de cafetales decadentes o abandonados, regulación de sombra para más entrada de luz.

b. Control biológico

La broca del café (*Hypothenemus hampei*), al igual que otros insectos es atacada por diferentes especies de enemigos naturales, como parasitoides y hongos entomopatógenos, los cuales son los siguientes:

- ***Cephalonomia stephanoderis* Betrem**

Es uno de los insectos más usados en el control biológico de la broca por su buena capacidad de búsqueda, se establece en todos los

lugares donde se libera llegando a recorrer 4.2 km de distancia; su establecimiento depende de las densidades de la población de la broca y la altura donde se encuentra la plantación, cuando aumenta la altura sobre el nivel del mar el parasitismo es menor, a 1.630 msnm con 19 °C, se encontraron niveles máximos de parasitismo de 29 % y a 1.080 msnm con 23.4 °C, alcanzaron hasta un 65 %. Esto nos explica que en los sitios más cálidos el desarrollo de la broca es más rápido y alcanza mayores poblaciones, su acción parasítica de la avispa ejerce una acción depredadora bastante eficiente sobre los adultos de broca (93.8 %) que permanecen en el interior de los frutos, teniendo una acción total sobre la población de todos los estados de la broca, en la cual se estimó una mortalidad del 94.8 %. Su acción sola no es suficiente para reducir las poblaciones de broca a niveles que no causen daño económico mayor 5% (BENAVIDES *et al.*, 1994).

- ***Prorops nasuta* Waterston**

Estudios realizados en Colombia y Brasil demostraron que pequeñas cantidades liberadas registran parasitismo de 1.5 a 3.8 % en zonas ubicadas entre 1.380 y 1.750 msnm, esto se debe a su alta capacidad de depredación (BACCA, 1999).

- ***Beauveria bassiana* (*Balsamo*) *Vuillemin***

Este hongo actúa como un enemigo natural permanente, sin embargo sólo es efectivo cuando la broca entra en contacto con las esporas del hongo, al tratar de penetrar la cereza; si el insecto ya entró a la cereza es difícil que el hongo lo pueda afectar (BUSTILLO, 2005).

c. Control químico

El control químico solo es usado cuando los niveles de infestación y el daño económico son altos (5 %); se usan productos a base de Endosulfan (Thiodan) y Thiamethoxan (Voliam flexi), que son insecticidas más eficientes. El inconveniente que existe es que no hay otros químicos que controlen broca, lo cual puede inducir resistencia con el uso de los mismos insecticidas (OLÓRTEGUI, 2012).

2.3.6. Morfología de los estadios biológicos de la broca

a. Huevo

Según RUBIO (2009), menciona que los huevos son de color blanco brillante, con el corión transparente y de superficie lisa, con un ancho de 0.32 mm y una longitud de 0.64 mm en promedio; CÁRDENAS *et al.* (2007), añaden que los huevos son depositados en grupos, con forma ovalada, color blanquecino y con una longitud promedio de 0.67 mm; a medida que se acerca la eclosión se observaron dos puntos rojizos que correspondían a los ojos de la larva. Por otro lado FERNÁNDEZ y CORDERO (2007), describe que los huevos recién puestos son de color blanco, luego toman un color marrón claro y arrugado externamente al acercarse a la eclosión. En una investigación se encontró que de quince hembras adultas únicamente ocho ovipositaron partenogenéticamente un promedio de 16 huevos por hembra (mínimo 4 y máximo 41). La viabilidad de estos huevos fue de 80 %. De estos huevos obtuvo una segunda generación de hembras adultas de las que unas pocas ovipositaron partenogenéticamente pero los huevos fueron infértiles (IICA, 1989). Estos resultados demuestran que la broca del fruto del cafeto es capaz

de reproducirse partenogénicamente y dar progenie fértil. También es cierto que bajo las condiciones en que se realizó la crianza no todas las hembras adultas fueron capaces de reproducirse sin ser apareadas con el macho y las que lo hicieron sus huevos no presentaron alta viabilidad, pero esta viabilidad pudo ser afectada por el manipuleo continuo de los diferentes estados de desarrollo del insecto, bajo condiciones de laboratorio (IICA, 1989).

b. Larva

La larva presenta un tamaño longitudinal de 0.63 ± 0.014 mm y diámetro de 0.26 ± 0.005 mm; el cuerpo de la larva es blando de textura suave, color blanco crema, apoda, vermiforme y cubierta por setas erguidas; la cabeza es del tipo hipognata; el tórax está compuesto de tres segmentos, siendo el protorácico cerca de 2.5 veces más largo que los segmentos meso y metatorácicos; el abdomen, se distinguen diez segmentos, el último, generalmente reducido y difícil de diferenciar; el aparato bucal de la larva es muy desarrollado y esclerotizado, lo cual, le permite morder y masticar el endospermo duro del café; las mandíbulas son estructuras esclerotizadas, articuladas dorsolateralmente, situadas en la región anterior de la cabeza y muestra dos regiones: una anterior, la que posee tres dientes incisivos, diseñados para cortar y la región dorsal, donde existe un molar amplio, que facilita la trituración del material alimenticio (RUBIO, 2009).

c. Pupa

La pupa de la broca es del tipo exarata de color blanco recién transformada y poco a poco se van oscureciendo sus apéndices tomando un color marrón claro, antes de pasar al estado adulto (CÁRDENAS *et al.*, 2007).

La pupa de los machos es más pequeña que de las hembras con longitud de 0.88 ± 0.03 mm y diámetro de 0.33 ± 0.007 mm; mientras que el tamaño de las hembras es 1.18 ± 0.022 mm de longitud y su diámetro es 0.38 ± 0.014 mm, en promedio. En esta etapa, se observa claramente el dimorfismo sexual que, básicamente, se relaciona con el tamaño, la pupa no exhibe ninguna estructura que pueda aportar movilidad (RUBIO, 2009).

d. Adulto

Los adultos de la broca son de color marrón claro recién salidos de la pupa, luego se van oscureciendo hasta llegar a ser completamente negros y duros (CÁRDENAS *et al.*, 2007). El protórax es jorobado de forma semiesférica; la cabeza es globular no es visible, los ojos son planos y no convexos; la tibia tiene espinas fuertes las cuales ayudan en actividades tales como el barrenado de túneles de las ceras de café y a la expulsión de la excreta (FRANQUI y MEDINA, 2003). Las antenas tienen forma de codo con apariencia de maso compuesto de 5 segmentos; los élitros presentan estrías longitudinales, son convexos y están cubiertos por setas cortas y planas que crecen hacia atrás; el segundo par de alas membranosas está presente solo en las hembras y tiene en su base tres venas longitudinales, estando desarrolladas para el vuelo, en los machos las alas están atrofiadas, por lo que éstos no pueden volar (CEDICAFE, 2015). La relación entre el macho y hembra es de 10:1 las hembras una vez fertilizadas permanecen en el grano madre, por tres o cuatro días, cada macho puede fertilizar dos hembras diariamente, hasta un máximo de 30 durante su vida adulta (Waterhouse, 1998, citado por FRANQUI y MEDINA, 2003).

2.3.7. Ciclo biológico y habita del insecto

La reproducción de *Hypothenemus hampei* presenta una alta endogamia, en la que la broca da lugar a una progenie de muchas hembras y pocos machos (BUSTILLO, 2006). El periodo de incubación de los huevos dura en promedio de tres a nueve días, dependiendo de la temperatura y condiciones ambientales (FRANQUI y MEDINA, 1997). El periodo larval tiene una duración de 35 días, el período de larva se alarga, debido a las condiciones climáticas ocurridas por las altas precipitaciones y temperaturas muy bajas (20.4 °C) (CÁRDENAS *et al.*, 2007). La larva macho completa sus dos etapas larvales en un promedio de 15 días mientras que la larva hembra completa sus tres estadios larvales en alrededor de 19 días (Bergamín, 1943, citado por FRANQUI y MEDINA, 2003).

La etapa de pre-pupa tiene una duración de dos días y la pupa de 6.4 días a una temperatura de 25.8 °C en condiciones de laboratorio (Ruiz, 1996, citado por BUSTILLO, 2006). El promedio de vida de la hembra es de 156 días como máximo de 282 días y los machos 40 días aproximadamente (FRANQUI y MEDINA, 2003).

a. Ciclo total de desarrollo

El ciclo de vida de la broca ha sido estudiado por diferentes autores como Bergamín (1943), Rodríguez (1980), Alonso (1984) y Fernández y Cordero (2007) (Cuadro 2). Existiendo considerables diferencias en la información sobre la duración de sus estadios biológicos, pero esto se debe fundamentalmente a diferencias de las condiciones ambientales de los diversos estudios, especialmente a la temperatura (BUSTILLO, 2006).

Cuadro 2. Ciclo biológico de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867) en días, realizado en diferentes años por diferentes autores.

Autores	Bergamín (1943)	Rodríguez (1980)	Alonso (1984)	Fernández y Cordero (2007)
País	Brasil	Perú	Guatemala	Venezuela
Temperatura	-	21.1 °C	20 – 30 °C	27.1 °C
HR	-	85.08 %	36 - 72 %	65.3 %
Huevo	6 – 7	7.00	7.00	4.21
Larva	13 - 8	13.5	10 - 26	11.15
Pre pupa	2.00	2.50	1.00	2.66
Pupa	5.00	6.00	4 - 9	5.29
Adulto	31.0	25 - 34	20 - 37	103.3
Total	26 - 27	30.00	22 - 43	28.41

2.4. Temperatura en los insectos

2.4.1. El calor en los insectos

Efectos del calor en el ambiente, el calor es una forma de energía, del cual se pueden reconocer los factores ecológicos importantes: (a) el factor intensidad que es igual a la temperatura; (b) el factor capacidad que es la capacidad calor. La temperatura es medida en grados, la capacidad de calor es definida como la cantidad de calor tomada para elevar la temperatura de una substancia en un grado centígrado. La caloría, es la cantidad de calor requerida para alzar 1 gm de agua desde 15 a 16 °C; esta es una caloría – gramo y representa una cantidad de calor relativamente pequeña, cuando están involucradas grandes cantidades de energía, se usa la caloría - kilogramo (SORIA, 1969).

2.4.2. Efectos del calor en los organismos de los insectos

La relación de los animales con la temperatura ofrece otra división ecológica básica, aquella entre los animales cuya temperatura del cuerpo se aproxima a la temperatura del medio ambiente (animales poiquilotérmicos), en contraste con los así llamados animales de sangre caliente, los pájaros y los mamíferos (animales homoitérmico). Los animales poiquilotérmicos terrestres, especialmente insectos, pueden tener la temperatura del cuerpo un poquito arriba del aire circundante, como resultado de la actividad o insolación. Los insectos sociables, notablemente las abejas en los "racimos invernantes", son mucho más independiente es de la temperatura ambiental. Dicho racimo puede mantener una temperatura decididamente más alta que la del medio que le rodea, todo como un resultado del calor producido por los músculos de las alas vibrantes y aún más, como resultado del aislamiento proveído por la cobertura en capas. Por otra parte, a temperaturas altas, las abejas son capaces de bajar su temperatura ligeramente, probablemente incrementando la evaporación. Tales insectos sociables muestran un control parcial sobre su microclima inmediato, y han llegado a ser homoiotérmicos facultativos como un resultado de actividades sociales (SORIA, 1969).

2.5. Efecto de la temperatura en la actividad de los insectos

2.5.1. Dureza al frío

Cuando se aproxima el invierno, los insectos de las copas de los árboles u otros lugares expuestos, migran una distancia corta hacia nichos menos expuestos, donde se esconden de una exposición total al frío. La hibernación de los insectos ha sido bastante estudiada por los ecólogos y los

fisiólogos donde dieron a conocer que ocurre una serie de procesos adaptativos a la baja temperatura:

- a. La actividad de los insectos decrece
- b. La producción de agua metabólica decrece
- c. El porcentaje de sales y coloides en los líquidos del cuerpo incrementa.

Como resultado de la integración de comportamiento insectil con procesos biofísicos y bioquímicos, la mayoría de los insectos pasan el invierno sin ser congelados, aun cuando estuvieron viviendo en un clima temperado - continental (más frío). Las relaciones de temperatura de insectos en climas continentales (más fríos). El fenómeno del súper enfriamiento aparentemente juega un rol importante en la dureza al frío de los insectos. La temperatura del cuerpo de un insecto joven o adulto (o de los huevos) baja, con la temperatura del ambiente, a un punto crítico en el cual la temperatura resurge hasta un breve equilibrio entre el calor de fusión y la radiación del calor en el ambiente inmediato, y permanece ahí hasta que el calor liberado por el congelamiento se disipa; entonces la temperatura baja de nuevo hasta alcanzar equilibrio con el medio (igual muerte). La temperatura de congelamiento en los cuerpos de los insectos no está estrechamente relacionada a con el límite de líquido en sobre enfriamiento, ni con lo que es algunas veces llamada temperatura de rebote. En los insectos, el sobre enfriamiento previo de la formación de hielo comienza dentro del cuerpo y baja desde unos pocos grados bajo cero hasta 40 o 50 °C (SORIA, 1969).

2.5.2. Dureza al calor

El principio donde quiera y cuando quiera que las condiciones se acerquen a un pésimo, los números de seres vivos se reducen, más mientras más se acercan a los límites de tolerancia. Se ha puesto atención en dureza al calor para diferenciar de muerte por calor. Procesos adaptativos que ayudan a la dureza al calor incluyen:

- a. Evaporación de agua de la piel o de los pulmones.
- b. Evaporación de agua de los nidos de abejas sociables.
- c. Estivación en un estado más o menos completamente quieto

El metabolismo incrementa cerca de los límites superiores de temperatura en los cuales dicho organismo está normalmente activo. La posibilidad de que tales aceleraciones ecológicas son fundamentalmente similares al efecto del calor sobre la velocidad de reacciones químicas y físicas ha atraído mucho la atención. Las reacciones químicas en tubos de ensayo y reacciones de comportamiento de organismos vivos son acelerados con temperaturas más altas. Estos resultados son más evidentes en animales poiquilotérmicos que homeotérmicos. Un número de fórmulas matemáticas se han usado intentando expresar exactamente la relación de la temperatura con la velocidad de dos procesos biológicos. "La ley de acción nasal" afirma que la velocidad en la cual cualquier reacción química tiene lugar, está directamente proporcional a la concentración de sustancias tomando parte activa en la reacción. De acuerdo con esta ley, las influencias de temperatura pueden ser expresadas por una curva exponencial de temperatura efectiva, lo cual, en cambio, significa que el efecto de un incremento de un grado en temperatura difiere, dependiendo de la localización del incremento en la escala de temperatura (SORIA, 1969).

2.5.3. Modelización de desarrollo en grados y días

Al igual que otros organismos vivos, los insectos son capaces de sobrevivir únicamente dentro de ciertos límites marcados por factores ambientales como la temperatura, la humedad relativa o el fotoperiodo, estos factores influyen a su vez sobre el nivel de respuesta de actividades tales como la alimentación, la dispersión, la puesta o el desarrollo. En los últimos años, muchos investigadores se han interesado en la posibilidad de predecir los sucesivos eventos que tienen lugar a lo largo del ciclo de vida de los insectos. De todos los factores ambientales, el que ejerce un efecto mayor sobre el desarrollo de los insectos es, probablemente, la temperatura, debido principalmente a su importante incidencia sobre los procesos bioquímicos, al ser organismos poiquiloterms (MARCO, 2001).

2.6. Tablas de vida horizontal

Según MARTELLA (2012), las tablas de vida se construyen siguiendo el proceso de mortalidad que experimenta una cohorte. Una cohorte es un grupo de individuos de la misma edad (generalmente se comienza con la menor edad o estadio o etapa: por ejemplo huevo o semilla). A partir del número de sobrevivientes que van quedando a lo largo del tiempo (tiempo durante el cual la cohorte avanza en edad y/o estadio de su ciclo vital), se calculan diversos estadísticos vitales, los cuales se definen a continuación:

- N_x : Cantidad de individuos de edad x que se registran.
- N_0 : Cantidad de individuos de edad inicial (recién nacidos, semillas, propágulos, etc.).

- l_x : Supervivencia específica por edad, es la proporción de la cohorte original que sobrevive, alcanzando la edad x .

$$l_x = \frac{N_x}{N_0}$$

- p_x : Tasa de transición es la proporción de la edad x que sobrevive, pasando a la edad $x+1$.

$$p_x = \frac{N_{x+1}}{N_x} \quad p_x = \frac{l_{x+1}}{l_x}$$

- d_x : Proporción de la cohorte original que muere durante la edad x . También se lo puede definir como número estandarizado de muertes durante la edad x o número relativo de muertes durante la edad x . Esta tercera definición, permite diferenciar claramente este estadístico de D_x (ya que éste hace referencia al número absoluto).

$$d_x = l_x - l_{x-1}$$

- D_x : Número absoluto de individuos muertos en la edad x . Considérese que diferentes fuentes bibliográficas usan distintas notaciones para referirse al número de muertes. Por ejemplo, algunos textos definen al número de muertes (definido en este curso como D_x), como d_x .

- q_x : Mortalidad específica por edades. Representa a d_x como una fracción de l_x .

$$q_x = \frac{d_x}{l_x}$$

- k_x : Valor k ; potencia de mortalidad que experimenta la edad x .

$$k_x = \log_{10} N_x - \log_{10} N_{x-1}$$

Tanto q_x como k_x reflejan la intensidad o tasa de mortalidad. Sin embargo, los valores k de diferentes edades pueden sumarse y así obtener una idea de la mortalidad global de toda una etapa del ciclo vital o de un grupo de edades, procedimiento que no puede realizarse con q_x .

2.6.1. Parámetros poblacionales

Según RABINOVICH (1980), los parámetros poblacionales, son importantes herramientas en el estudio de la dinámica poblacional, que se derivan y calculan en base a los calendarios de supervivencia y fecundidad, los cuales son los siguientes:

a. Tasa neta de reproducción (R_0)

Refleja el número promedio de progenie hembra que es capaz de producir cada hembra de la población durante toda su vida, en caso de poblaciones discretas, R_0 representa la cantidad exacta por la cual una población se incrementara en número en cada generación, permitiendo obtener las tasas de crecimiento poblacional, para calcular la tasa neta de reproducción (R_0), se usa la siguiente formula:

$$R_0 = \sum l_x m_x$$

Cuando el valor R_0 , es igual a 1, entonces la población se reemplazara a si misma de manera precisa de generación en generación; si $R_0 > 1$ la población estará en un estado de crecimiento, si $R_0 < 1$ la población estará decreciendo.

b. Tiempo generacional (T)

Es el tiempo promedio entre dos generaciones sucesivas, esta manera de evaluar el tiempo generacional, sólo tiene sentido operativo en el

caso de poblaciones que tienen un régimen de reproducción total discreto y cuya reproducción suele estar fuertemente sincronizada con algún factor del ambiente.

$$T = \frac{\sum x l_x m_x}{l_x m_x}$$

c. Tasa intrínseca de incremento natural (r_m)

Una vez conocidos la tasa neta de reproducción y el tiempo generacional, se estima la tasa efectiva de incremento (r_m). En condiciones naturales de campo, este parámetro puede variar constantemente de valor (de positivo a negativo) debido a variaciones en la estructura de la población por cambios en los factores ambientales, pero si esta tasa se estima en condiciones óptimas de temperatura, humedad relativa, luminosidad. En donde el espacio y el alimento no son limitantes, entonces la tasa calculada recibe el nombre de Tasa Intrínseca de Incremento Natural se calcula con la siguiente fórmula:

$$r_m = \frac{\ln R_0}{T}$$

2.7. Influencia del cambio climático

2.7.1. Los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad

Se prevé que el cambio climático tendrá efectos directos sobre los organismos individuales, sobre las poblaciones y sobre los ecosistemas. En cuanto a los individuos, se ha encontrado que el cambio climático podría afectar su desarrollo, fisiología y sus comportamientos durante las fases de crecimiento, reproducción y migración. Por otra parte, es probable también que la modificación en los patrones de precipitación y el aumento de la temperatura

afecten la distribución, tamaño, estructura y abundancia de las poblaciones de algunas especies. Lo anterior, sumado a los efectos del cambio climático sobre el ciclo hidrológico, podría afectar las interacciones entre las especies, los ciclos de nutrientes y el funcionamiento, estructura y distribución misma de los ecosistemas. Esto, traería como consecuencia la alteración en los flujos y calidad de los servicios ambientales que prestan los ecosistemas (IPCC 2007, citado por URITE y AVILA *et al.*, 2015).

2.7.2. Efectos de la biodiversidad sobre el clima

Entre la biodiversidad y el cambio climático existen varias interacciones. De una parte, como se ha dicho, el cambio climático se constituye en una amenaza para los individuos las especies y los ecosistemas; de otra parte las afectaciones de la biodiversidad pueden alterar la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, y las interacciones de estos con los ciclos biológicos, geoquímicos e hidrológicos. Esto es particularmente importante en extensas regiones cubiertas de bosques como la cuenca Amazonía, en donde al menos el 50 % de la precipitación tiene su origen en la evapotranspiración proveniente de la misma cuenca. En esta región, el impacto del cambio climático sobre los ecosistemas podría llevar a una reducción del 20 % de la precipitación y a un aumento de 2 °C de la temperatura de la superficie (IPCC, 2007, citado por URITE Y AVILA *et al.*, 2015). El aumento de las emisiones y de la temperatura pueden conducir a mayores tasas de evapotranspiración en los humedades reduciendo su humedad del suelo, lo cual afecta su extensión ocasionando que se emitan grandes cantidades de gases de efecto invernadero como consecuencia del cambio climático todo ello contribuiría a exacerbar el problema del cambio climático (IPCC, 2013).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de ejecución

El presente trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Certificación de Semillas de la Escuela Profesional de Ingeniería en los Recursos Naturales Renovables, en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, localizada en la región Huánuco, provincia de Leoncio Prado, distrito de Rupa Rupa, entre los meses de enero y abril del 2018 (Figura 5). El lugar de estudio tiene las siguientes coordenadas UTM 0390294m E 8970760m, una altitud de 646msnm con una Latitud 9°18'32.6" y longitud 75°59'51.9".



Figura 5. Lugar de ejecución en la facultad de Recursos Naturales Renovables.

3.2. Ecología de la zona de estudio

El distrito de Rupa Rupa, el lugar donde se realizó trabajo de investigación tiene como zona de vida: Bosque húmedo tropical (Bh-t) según el mapa ecológico del Perú, con temperatura media anual máxima de 31 °C y media anual mínima de 22 °C, con precipitación anual de 2000 a 3042 mm.

3.3. Análisis estadístico

El trabajo de investigación es de tipo descriptiva donde cada una de las variables de estudio evaluadas se analizó por medio del análisis descriptivo utilizando medias, desviación típica, coeficiente de variación, los valores de máximos y mínimos. Los datos obtenidos se procesaron en el software estadístico de Microsoft Excel.

3.4. Materiales, herramientas y equipos

3.4.1. Materiales y material biológico

Para el estudio se utilizaron placas Petri de vidrio, envases de plástico transparente, tela organza, algodón, papel toalla, pincel, estilete, pinzas, bisturí, cinta masking tape y tijera. Entre el material biológico se utilizó: (a) cerezas verdes fisiológicamente maduras de café, *Coffea arabica* Var Catimor (b) hembras adultas de la “broca del café”, *Hypothenemus hampei*.

3.4.2. Herramientas, equipos e insumos

Las herramientas y equipos utilizados en el estudio fueron: estereoscopio zeiss modelo Stemi 2000-C, laptop, termohigrómetro digital modelo RS Pro, cámara digital. Los insumos fueron: alcohol de 96 °C, cloro al 2.5 % de concentración y petróleo.

3.5. Metodología

3.5.1. Obtención del material biológico e instalación

Se recolectó del campo granos de café brocado y granos sanos verdes maduros fisiológicamente; una vez en el laboratorio se trató con una solución de Benomyl (benzimidazol), en una dosis de un gramo por litro por inmersión durante dos minutos, luego se depositaron sobre papel toalla para su secado, separándolos entre maduros, verdes y pintones (Figura 6).



Figura 6. Granos de café desinfectados.

Las brocas adultas se separaron de los granos brocados utilizando un pincel de manera delicada, luego se pasó a infestar los granos sanos de café verde fisiológicamente maduros en los criaderos, en una relación de 2:1 dos brocas por una cereza de café. En cada criadero se puso 20 cerezas de café sano y se infestó con 40 brocas adultas (Figura 7); llegando a tener un total de 20 criaderos instalados.

Después de los tres días de infestación se procedió a recoger los huevos recién ovipositados; en la primera evaluación se obtuvieron 15 huevos, en la segunda 30 huevos, en la tercera 60 huevos y en la cuarta evaluación 100 huevos.



Figura 7. Granos de café infestados con brocas.

3.5.2. Características biológicas del estado de huevo

Una vez obtenida los huevos recién ovipositados, fueron instalados y acondicionados en placas Petri (100 x 15 mm) (Figura 8), debidamente identificadas con el fin de observar algunas características externas del huevo como la forma, el color; estas observaciones se hicieron diariamente hasta la eclosión.

Durante las cuatro evaluaciones se registraron 205 muestras de huevos, tomándose datos de duración, medidas de longitud y ancho en milímetros en el momento de la oviposición y antes de la eclosión, utilizando un estereoscopio con ocular micrométrico de 5x.



Figura 8. Huevos de la broca instalados en la placa Petri.

3.5.3. Porcentaje de viabilidad de huevos

La viabilidad de los huevos, se obtuvieron en cada evaluación donde fueron observados diariamente hasta que se produzca la eclosión, se cuantifico el número de larvas emergidas y no emergidas para hallar el porcentaje de viabilidad de los huevos (P.V.).

3.5.4. Características biológicas de los estadios larvales, pre pupa y pupa

Cuando las larvas eclosionaron se pasó al estereoscopio, se tomaron fotos para su evaluación, luego se hizo una pequeña perforación al grano de café verde para colocar la larva, en una relación de 1:1 una larva por grano, al segundo día de la infestación se destruye el grano del café cuidadosamente, para extraer la larva y evaluarla nuevamente; este proceso se realizó hasta que la larva llegase a estado de pre-pupa. Las observaciones y evaluaciones se realizaron inter diariamente hasta los 15 días y después fueron todos los días. Los estadios larvales, pre pupa y pupas se acondicionaron en una placa Petri (100 x 15 mm) debidamente identificadas para su evaluación (Figura 9).

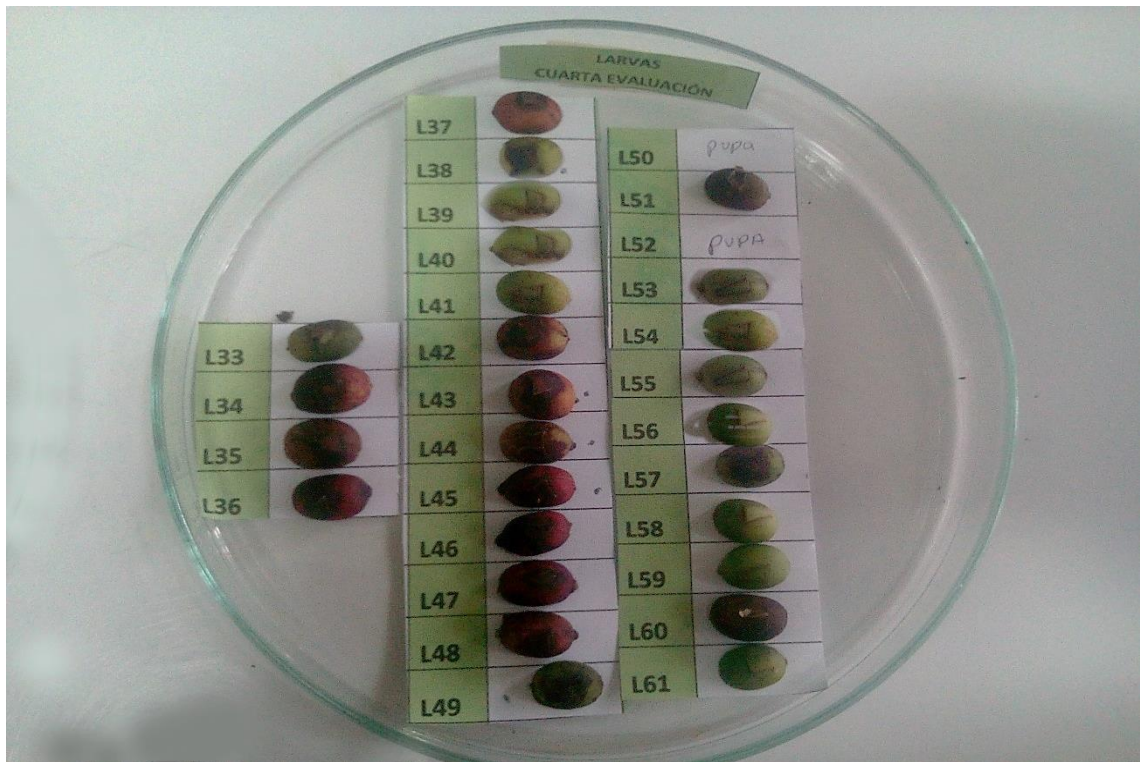


Figura 9. Larvas de las brocas instaladas.

A las larvas se les tomó las medidas de longitud y ancho corporal y ancho de la capsula cefálica, así como la duración en días; en la Pre Pupa y Pupa también se tomó la medida de longitud y ancho en milímetros, la duración en días como también la identificación del macho y la hembra.

3.5.5. Características biológicas de los adultos

Una vez que emergieron los adultos, se tomaron fotos con el estereoscopio a todas las brocas recién emergidas, para determinar algunas características morfológicas y biometría como longitud, ancho corporal y ancho de la cabeza del adulto; luego fueron acondicionados individualmente en placas Petri (60 x 15 mm) con granos de café verde fisiológicamente maduros (Figura 10). Se registró la longevidad de los adultos hembras y machos, con las brocas adultas aisladas pudimos observar su comportamiento, contar el número de posturas y la cantidad de huevos ovipositados por cada hembra.



Figura 10. Instalación de los adultos emergidos de la broca.

3.5.6. Determinación del período de oviposición

Se observó inter diariamente a las brocas adultas para ver el periodo de oviposición, con la ayuda del bisturí y la pinza se destruyó el grano con mucho cuidado para no dañar a la broca y se buscó en las galerías huevos recién ovipositados, al encontrarlos se contaba el grano y se aislaban; la broca nuevamente se introducía en el grano haciendo un agujero con el bisturí, esta metodología se siguió hasta no encontrar ningún huevo, o hasta la senescencia del adulto.

3.6. Elaboración de la tabla de vida de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867)

Una tabla de vida es una síntesis de las estadísticas de mortalidad, supervivencia y fecundidad por edad de una población. En la presente tabla de vida se estudia un grupo de individuos nacidos dentro de un mismo intervalo de tiempo, desde su nacimiento hasta la muerte del último individuo. Para su realización se empezó de una cohorte de 205 huevos.

3.7. Influencia en algunos parámetros de la biología de la broca del café

Para analizar la influencia del cambio climático se registró la temperatura y la humedad relativa del lugar de estudio (laboratorio) con el termohigrómetro digital modelo RS Pro, cuya función fue tomar medidas de temperatura en grados centígrados y la humedad relativa en porcentaje. Se obtuvieron los datos registrados del medio ambiente de la estación meteorológica de la facultad de Recursos Naturales Renovables. Se comparó con los datos registrados de los años 1980; lo cual no ayudara a determinar algún cambio climático y por consecuencia la influencia en el desarrollo de algunos estadios biológicos de la broca.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Ciclo biológico de la broca

4.1.1. Del estado huevo

a. Periodo de incubación

La duración del período de la incubación fue 5.61 días a temperatura de 25.6 y humedad relativa de 74 % (Cuadro 3), resultado inferior a lo obtenido por RODRÍGUEZ (1980), quien menciona una duración de 7 días a 21 °C y 85 % de humedad relativa, de la misma manera CÁRDENAS *et al.*, (2007), quienes registraron una duración de 12 días a una temperatura de 20.40 °C y 84.40 % de humedad relativa; pero superior a lo descrito por FERNÁNDEZ y CORDERO (2007), quienes registraron 4.21 días a una temperatura de 28.2 °C y humedad relativa de 65 %, esto nos indica que a mayor temperatura la duración del periodo de incubación disminuye.

Cuadro 3. Promedio de duración en días del estado huevo de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867).

Evaluación	n	Duración (días)			
		Max	Min	Media ± D.E	C.V
1	14	5.00	4.00	4.57 ± 0.51	0.111
2	28	7.00	4.00	5.43 ± 0.63	0.116
3	55	8.00	2.00	6.87 ± 1.31	0.191
4	93	8.00	3.00	5.56 ± 1.67	0.301
Total	190	-	-	-	-
Promedio	-	7.00	3.25	5.61 ± 1.03	0.180

n = Número de huevos

D.E = Desviación estándar

C.V = Coeficiente de variación

b. Porcentaje de viabilidad

Del total de 205 huevos obtenidos (Cuadro 4), 190 huevos llegaron a eclosionar, teniendo un porcentaje alto de 92.83 % de viabilidad, estos resultados son muy parecidos a lo mencionado por IICA (1989), quien encontró una viabilidad del 80 % en la primera generación. La viabilidad de los huevos a partir de la segunda generación fue muy baja llegando a ser infértiles, debido a que la broca es capaz de reproducirse partenogénicamente, coincidiendo con el mismo autor, quien indica que bajo condiciones de laboratorio, en que se realizó la crianza, no todas las hembras adultas fueron capaces de reproducirse sin ser apareadas con el macho y las que lo hicieron sus huevos no presentaron alta viabilidad, proceso que pudo ser afectado por el manipuleo continuo de los diferentes estados de desarrollo del insecto.

Cuadro 4. Porcentaje de viabilidad de los huevos de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867).

Evaluación	n	N° de huevos		Porcentaje de viabilidad (%)
		Ec.	N. Ec	
1	15	14	1	93.33
2	30	28	2	93.33
3	60	55	5	91.67
4	100	93	7	93.00
Total	205	190	15	-
Promedio	-	-	-	92.83

n= Número de huevos Ec.= Eclosionados N. Ec = No eclosionados

c. Capacidad de oviposición

Los huevos de *Hypothenemus hampei* son ovipositados en grupos de hasta 18 huevos, la oviposición lo hacen en varias posturas con diferentes cantidades de huevos (Cuadro 5), de un total de 45 hembras obtenidas en la primera crianza solo 30 hembras ovipositaron partenogenéticamente y 15 no ovipositaron, esto nos estaría indicando que no todas las hembras son capaces de reproducirse sin ser apareadas con el macho, resultados similares a los obtenidos por IICA (1989), quien obtuvo un 53 % de oviposición en su crianza a partir de la segunda generación.

Cuadro 5. Oviposición de las hembras adultas de la broca.

Numero de hembras observadas	Hembras que ovipositaron	Hembras que No ovipositaron
45	30	15

De las 30 hembras que ovipositaron, en la primera postura se obtuvo un promedio de 5 huevos (mínimo 1 y máximo 18); para la segunda postura solo 16 hembras volvieron a ovipositar, llegando a tener un promedio de 10.38 huevos, en la tercera postura solo tres hembras volvieron ovipositar, teniendo un promedio de 16.33 huevos (Cuadro 6), esto nos indica que una hembra produce varias descendencias consecutivas por las diferentes posturas, corroborando lo mencionado por CÁRDENAS *et al.* (2007), quienes señalan que las hembras construyen las cámaras de oviposición y van depositando sus huevos en diferentes posturas.

Cuadro 6. Número de posturas y cantidad de huevos ovipositados.

Posturas	Número de hembras	Número de huevos			
		Max	Min	Media ± D.E	C.V
1	30	18	1	5.00 ± 4.21	0.84
2	16	20	1	10.38 ± 6.14	0.59
3	3	32	2	16.33 ± 15.04	0.92

D.E = Desviación estándar

C.V = Coeficiente de variación

d. Características morfológicas y biométricas

Según la Figura 11, los huevos recién ovipositados son de color blanco brillante de forma oblonga y de superficie lisa; el corion y la membrana vitelina son transparentes (a, b); una vez ovipositados empieza el desarrollo embrionario, primero se diferencia el núcleo del citoplasma (c), luego el corion se va alongando y opacado (d), a pocas horas de la eclosión el huevo reduce su tamaño y se torna de color marrón claro de aspecto arrugado (f), coincidiendo con FERNÁNDEZ y CORDERO (2007), RUBIO (2009), sin embargo a medida que se acerca la eclosión se observa dos puntos marrones que vendrían a ser las mandíbulas de la futura larva (e), resultado diferente a lo mencionado por CÁRDENAS *et al.* (2007), quienes señalan que los dos puntos rojizos, corresponderían a los ojos de la larva; esto no concuerda ya que la futura larva no posee ojos compuestos. La longitud y ancho promedio del estado de huevo fue 0.47 y 0.24 mm respectivamente a una temperatura de 25.6 °C y humedad relativa de 74 % (Cuadro 7), valores distintos a los obtenidos por CÁRDENAS *et al.* (2007), quienes registraron una longitud de 0.67 mm a una temperatura 20.4 °C y 84.4 % de humedad relativa, de la misma manera RODRÍGUEZ (1980), registró una longitud de 0.62 mm a 21 °C y 85 % de

humedad relativa. Al respecto URITE y AVILA (2015), mencionan que la precipitación y el aumento de la temperatura afectan al tamaño, estructura y abundancia de las poblaciones de algunas especies; contradiciendo lo descrito por INON SCHARF (2016), quien señala que no detectó ningún cambio en el tamaño, cuando se midieron más de 4000 especímenes de 29 especies de escarabajos.

4.1.2. Del estado de larva

a. Duración del periodo larval

La duración del periodo larval fue en promedio 15.88 días temperatura de 25.6 °C y humedad relativa de 74 % (Cuadro 8), resultado superior a los obtenido por FERNÁNDEZ y CORDERO (2007), quienes registran una duración de 11.15 días a 27.1 °C de temperatura y 65.3 % de humedad relativa, estos resultados nos indican que posiblemente a mayor temperatura la duración del estado larval disminuye.

Cuadro 7. Promedio de duración en días del estado larval de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867).

Evaluación	n	Duración (días)			
		Máximo	Mínimo	Media ± D.E	C.V
1	14	13	12	12.93 ± 0.2673	0.0207
2	23	20	13	18.52 ± 1.5917	0.0859
3	47	22	11	16.89 ± 2.1593	0.1278
4	91	23	13	18.87 ± 2.6634	0.1411
Total	175	-	-	-	-
Promedio	-	19.5	12.25	15.88 ± 1.6617	0.0939

n = Número de larvas evaluadas D.E = Desviación estándar C.V = Coeficiente de variación

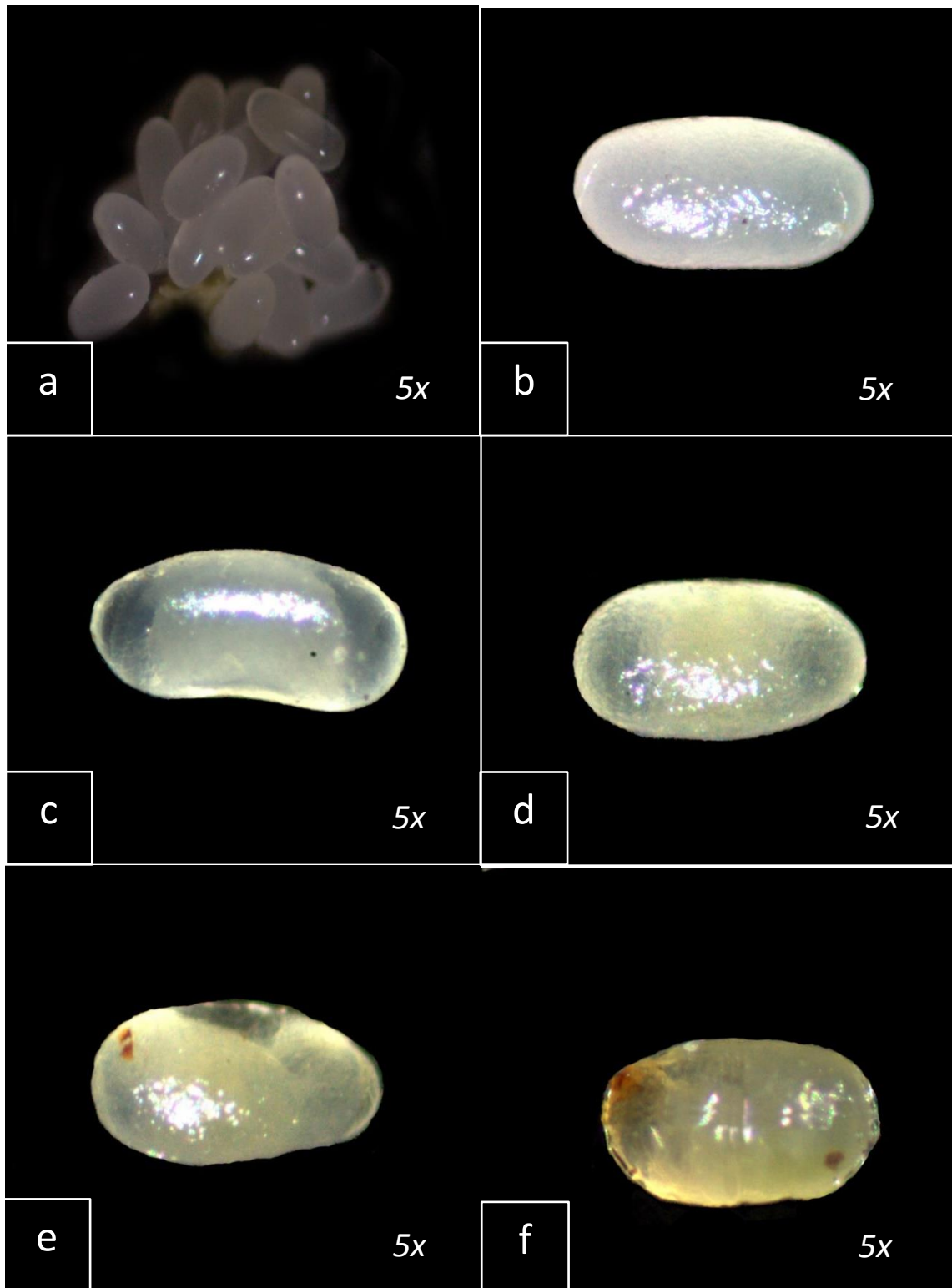


Figura 11. Huevos de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867): (a) modo de postura; (b) huevo recién ovipositado; (c, d, e) desarrollo embrionario; (f) larva próximo a eclosionar.

Cuadro 8. Promedio de longitud y ancho del estado huevo recién ovipositados de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867).

Evaluación	n	Medidas							
		Longitud				Ancho			
		Max	Min	Media ± D.E	C.V	Max	Min	Media ± D.E	C.V
1	15	0.52	0.45	0.48 ± 0.0194	0.0404	0.25	0.23	0.24 ± 0.0074	0.0308
2	30	0.49	0.39	0.45 ± 0.0264	0.0587	0.25	0.22	0.24 ± 0.0097	0.0404
3	60	0.53	0.44	0.48 ± 0.0217	0.0452	0.26	0.20	0.23 ± 0.0106	0.0461
4	100	0.53	0.29	0.47 ± 0.0333	0.0709	0.28	0.17	0.24 ± 0.0146	0.0608
Total	205	-	-	-	-	-	-	-	-
Promedio	-	0.52	0.39	0.47 ± 0.0260	0.0553	0.26	0.21	0.24 ± 0.0106	0.0442

n = Número de huevos evaluadas

D.E = Desviación estándar

C.V = Coeficiente de variación

b. Porcentaje de mortandad

Para obtener el porcentaje de mortalidad se observaron un total de 190 larvas de las cuales 175 completaron su desarrollo larval y 15 murieron, llegando a tener en promedio 8.64 % de mortalidad (Cuadro 9), resultado inferior a lo obtenido por FERNÁNDEZ y CORDERO (2007), quienes registran 13.8 % de mortalidad en fase larval. Esto posiblemente se debió al manipuleo continuo de las larvas, así como también a la humedad del endospermo del café utilizado en la alimentación, ya que no se tomaron en cuenta, coincidiendo lo señalado por ALVARES *et al.* (2001), quienes indican que la humedad del grano afecta el desarrollo biológico de la broca y esta no debe ser inferior al 20 % ni superior al 65 % de humedad.

Cuadro 9. Porcentaje de mortandad del estado larval de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867).

Evaluación	n	Número de larvas		Porcentaje de mortalidad (%)
		L.M	L.V	
1	14	0	14	0.00
2	28	5	23	17.86
3	55	8	47	14.55
4	93	2	91	2.15
Total	190	15	175	-
Promedio	-	-	-	8.64

n = Número de larvas evaluadas L.M= Larvas muertas L.V= Larvas vivas

c. Características morfológicas y biométricas

Las larvas son apodas (eucéfala) no poseen ningún tipo de apéndice que le permita tener movilidad, también poseen una cabeza o cápsula

cefálica tipo hipognata pero no suelen ver, con el aparato bucal masticador de mandíbulas esclerotizadas de color marrón, con el cuerpo en forma curvada de tipo curculioniforme, también son robustas y de aspecto grasoso coincidiendo con RUBIO (2009), quien señala que el aparato bucal de la larva es muy desarrollado y esclerotizado, lo cual, le permite morder y masticar el endospermo duro del café.

Cuando la larva eclosiona deja una exuvia transparente y brillante; en su primer estadio son curvados con el cuerpo de color blanco cremoso y la cápsula cefálica de color marrón claro (a); a medida que se va desarrollando la larva se torna de color blanco brillante y la cápsula cefálica es más redonda pero mantiene su color marrón (b), en el segundo estadio el cuerpo de la larva se torna de color blanco cremoso con manchas marrones, manteniendo su forma curvada (c), cuando llega a completar su desarrollo el cuerpo se curva más, se torna de color de blanco cremoso brillante, pero la cápsula cefálica se mantiene del mismo color (d), cabe mencionar que el cuerpo de la larva está cubierto de setas o pelos en todo el desarrollo (Figura 12), descripción que coincide con la referida por CÁRDENAS *et al.* (2007).

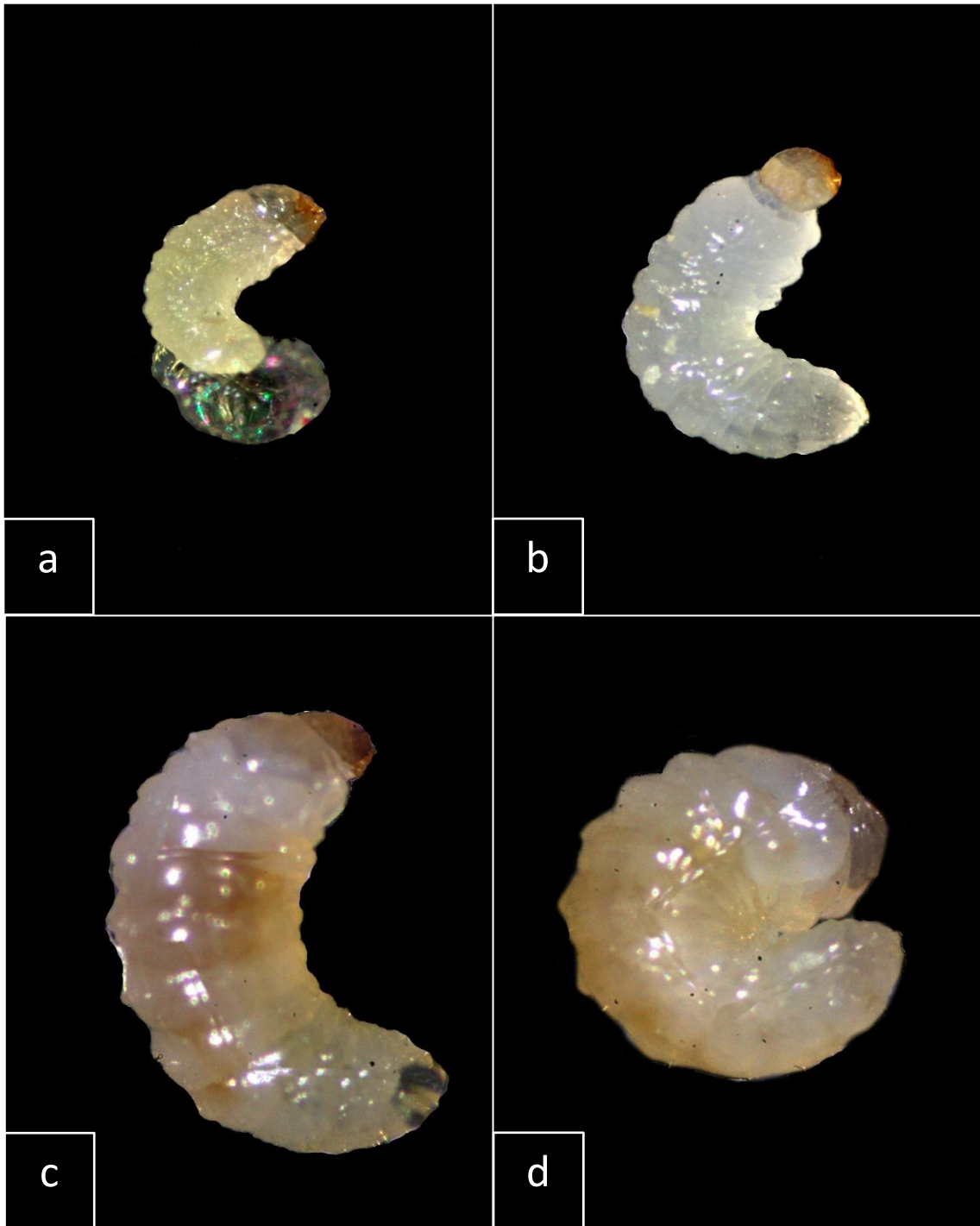


Figura 12. Larvas de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867): (a) larva recién eclosionada instar 1; (b) larva en desarrollo; (c) larva instar 2; (f) larva próximo a empupar.

La larva recién eclosionada tiene una medida de longitud promedio de 0.57 mm y ancho de 0.19 mm, la cápsula cefálica mide 0.18 mm de ancho (Cuadro 10), estos resultados son inferiores a los obtenidos por RODRÍGUEZ (1980), quien registra una medida de longitud de 0.85 mm en la larva recién eclosionada. De la misma manera al final del desarrollo cuando la larva esta por empupar se obtuvo una longitud promedio de 1.43 mm y ancho de 0.50 mm, la cápsula cefálica mide 0.36 mm de ancho, estos resultados no coinciden con RODRÍGUEZ (1980), quien obtuvo una medida de longitud de 2.04 mm, estas diferencias puede deberse a los diferentes tipos de estereoscopios y al micrómetro usado al momento de tomar las medidas.

Cuadro 10. Biometría al inicio de la eclosión y al final del desarrollo del estado larval de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867).

Evaluación	n	Longitud (mm)		Ancho (mm)		Ancho de la cápsula cefálica (mm)	
		I.E	F.D	I.E	F.D	I.E	F.D
1	14	0.47	1.22	0.17	0.59	0.15	0.29
2	23	0.61	1.52	0.19	0.54	0.19	0.54
3	47	0.59	1.45	0.22	0.37	0.22	0.32
4	91	0.60	1.54	0.19	0.50	0.16	0.27
Total	175	-	-	-	-	-	-
Promedio	-	0.57	1.43	0.19	0.50	0.18	0.36

n = Número de larvas evaluadas I.E= Inicio de la eclosión F.D= Final del desarrollo

Las larvas del primer estadio presentan una longitud promedio de 0.65 mm y ancho de 0.21 mm, la cápsula cefálica mide 0.20 mm de ancho (Cuadro 11), datos similares a los obtenidos por RUBIO (2009), quien reporta una longitud y ancho de 0.63 y 0.26 mm respectivamente; la cápsula cefálica mide 0.20 mm de ancho, resultado inferior a lo reportado por FERNÁNDEZ y CORDERO (2007), quienes señalan que la capsula cefálica mide 0.33 mm de ancho.

Cuadro 11. Biometría del primer estadio larval de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867).

Evaluación	n	Parámetros evaluados		
		Longitud (mm)	Ancho (mm)	Ancho de la cápsula cefálica (mm)
1	14	0.58	0.19	0.17
2	23	0.72	0.23	0.23
3	47	0.68	0.24	0.24
4	91	0.60	0.19	0.16
Total	175	-	-	-
Promedio	-	0.65	0.21	0.20

n = Número de larvas evaluadas

Las larvas del segundo estadio tienen una longitud promedio de 1.18 mm y ancho de 0.38 mm, la cápsula cefálica mide 0.30 mm de ancho (Cuadro 12), datos inferiores a los obtenidos por RUBIO (2009), quien registra una longitud y ancho de 1.39 y 0.56 mm, respectivamente; la medida de la cápsula cefálica es 0.30 mm, siendo inferior a los resultados obtenidos por FERNÁNDEZ y CORDERO (2007), quienes señalan que la cápsula cefálica mide 0.44 mm.

Cuadro 12. Biometría del segundo instar larval de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867).

Evaluación	n	Parámetros evaluados (mm)		
		Longitud	Ancho	Ancho de la cápsula cefálica
1	14	0.95	0.34	0.20
2	23	1.30	0.42	0.42
3	47	1.18	0.37	0.34
4	91	1.28	0.40	0.24
Total	175	-	-	-
Promedio	-	1.18	0.38	0.30

n = Número de larvas evaluadas

4.1.3. Del estado de pre-pupa

a. Duración del estado pre-pupal

El período pre-pupal obtuvo una duración de 1.18 días con una mínima de 1 día y una máxima de 2 días, a temperatura de 25.6 °C y humedad relativa de 74 % (Cuadro 13), resultado inferior a lo obtenido por RODRÍGUEZ (1980), quien reporta una duración promedio de 2.5 días, con un máximo de 3 días y un mínimo de 2 días; de la misma manera WATERHOUSE (1998), refiere una duración de 2 días aproximadamente.

Cuadro 13. Promedio de duración en días del estado pre-pupa de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867).

Evaluación	n	Duración (días)			
		Máximo	Mínimo	Media ± D.E	C.V
1	14	2	1	1.14 ± 0.3631	0.3185
2	23	2	1	1.17 + 0.3876	0.3313
3	47	2	1	1.12 ± 0.3373	0.3012
4	89	2	1	1.30 ± 0.6623	0.5950
Total	173	-	-	-	-
Promedio	-	2	1	1.18 ± 0.4376	0.3708

n = Número de larvas evaluadas D.E = Desviación estándar C.V = Coeficiente de variación

b. Porcentaje de mortalidad

El porcentaje de mortalidad se obtuvo, del total de 175 pre-pupas, 173 completaron y llegaron a pupa, dos murieron, llegando a tener en promedio de 0.55 % mortalidad (Cuadro 14), esto nos indica que existe poca mortalidad en este estado, tal como mencionan FERNÁNDEZ y CORDERO (2007), quienes señalan que la tasa de mortalidad desciende paulatinamente a medida que avanza el desarrollo del insecto siendo baja en las fases de pre-pupa y pupa. Las dos pre pupas muertas podrían ser causas de las lesiones durante el proceso de manipulación en el laboratorio.

Cuadro 14. Porcentaje de mortalidad del estado pre-pupal de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867).

Evaluación	n	Número de pre-pupas		Porcentaje de mortalidad (%)
		P.P.M	P.P.V	
1	14	0	14	0.00
2	23	0	23	0.00
3	47	0	47	0.00
4	91	2	89	2.20
Total	175	2	173	-
Promedio	-	0	0	0.55

n = N° de pre-pupas evaluadas P.P.M= Pre-pupas muertas P.P.V= Pre-pupas vivas

c. Características morfológicas y biométricas

Este periodo es el estado intermedio entre la larva y la pupa, una fase fisiológica en el cual la larva detiene su alimentación y madura fisiológicamente para convertirse en pupa (FERNÁNDEZ y CORDERO, 2007); la larva presenta cuerpo liso de color blanco brillante, el tórax tiene 3 anillos gruesos (b) que los diferencian del abdomen, el abdomen tiene 9 segmentos en la parte posterior, su capsula cefálica es marrón claro con fuerte esclerotización en las piezas bucales (a, b, c), coincidiendo con RODRÍGUEZ (1980) y RUBIO (2009), quienes observaron un color blanco crema, liso y delicado. Al terminar su proceso empieza a mudar abriendo la exuvia desde la cabeza hacia el abdomen hasta quedarse como una pupa (d) (Figura 13).

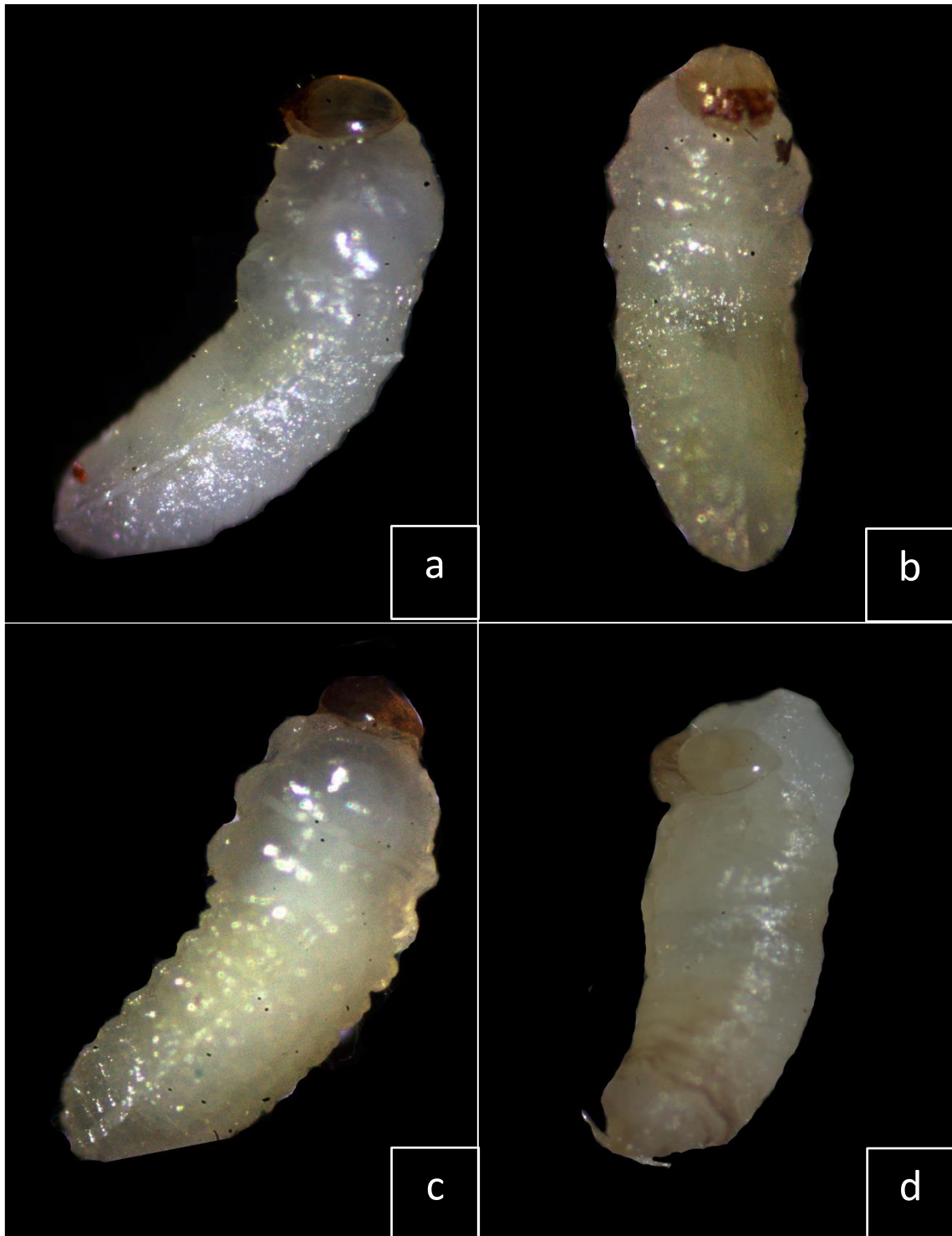


Figura 13. Pre-pupa de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867): (a) vista lateral; (b) vista ventral; (c) vista dorsal; (d) próxima a pupar.

La pre-pupa presentó una longitud promedio de 1.40 mm y ancho de 0.51 mm, la cápsula cefálica mide 0.28 mm (Cuadro 15 y 16), resultados muy diferentes a los obtenidos por FERNÁNDEZ y CORDERO (2007), quienes registraron una longitud promedio de 2.01 mm de las pre-pupas. Estas diferencias de medida posiblemente se debieron a la diferenciación sexual, ya que en esta etapa no se realizó dicha diferenciación, sin embargo RODRÍGUEZ (1980), logro diferenciar entre macho y hembra de acuerdo a su tamaño, encontrando al macho con medida de 1.21 mm y la hembra 1.74 mm de longitud.

Cuadro 15. Promedio de longitud, de la cápsula cefálica del estado pre-pupa de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867).

Evaluación	n	Medidas			
		Longitud			Coeficiente de variación
		Max	Min	Media ± D.E	
1	14	1.65	1.03	1.29 ± 0.1605	0.12
2	23	1.67	1.25	1.46 ± 0.1330	0.09
3	47	1.65	1.21	1.38 ± 0.1131	0.08
4	91	1.91	0.95	1.46 ± 0.1378	0.09
Total	175	-	-	-	-
Promedio	-	1.72	1.11	1.40 ± 0.1361	0.10

n =Número de pre-pupas evaluadas

D.E = Desviación estándar

Cuadro 16. Promedio de longitud, ancho y ancho de la cápsula cefálica del estado pre-pupa de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867).

Evaluación	n	Medidas							
		Ancho				Ancho de la cápsula cefálica			
		Max	Min	Media ± D.E	C.V	Max	Min	Media ± D.E	C.V
1	14	0.6	0.38	0.49 ± 0.0698	0.14	0.57	0.20	0.27 ± 0.0912	0.34
2	23	0.6	0.41	0.52 ± 0.0416	0.08	0.33	0.20	0.27 ± 0.0329	0.12
3	47	0.6	0.38	0.51 ± 0.0557	0.11	0.57	0.20	0.28 ± 0.0559	0.20
4	91	0.6	0.37	0.51 ± 0.0593	0.12	0.34	0.21	0.29 ± 0.0303	0.10
Total	175	-	-	-	-	-	-	-	-
Promedio	-	0.60	0.39	0.51 ± 0.0566	0.11	0.45	0.20	0.28 ± 0.0526	0.19

n = Número de pre-pupas evaluadas

D.E = Desviación estándar

C.V = Coeficiente de variación

4.1.4. Del estado de pupa

a. Duración del estado pupal

El tiempo de duración promedio del periodo pupal fue 5.74 días con un máximo de 8.25 días y mínimo de 3.50 días, a temperatura de 25.6 °C y humedad relativa de 74 % (Cuadro 17), estos resultados son similares a los señalados por RODRÍGUEZ (1980), quien difiere en promedio de 6 días, estando en el rango de 4 a 9 días mencionado por WATERHOUSE (1998).

Cuadro 17. Promedio de duración en días del estado de pupa de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867).

Evaluación	n	Duración (días)		
		Máximo	Mínimo	Media ± D.E
1	14	7.00	5.00	5.79 ± 0.8081
2	19	7.00	3.00	5.11 ± 1.4868
3	43	9.00	3.00	6.14 ± 1.4401
4	85	10.0	3.00	5.93 ± 1.4783
Total	163	-	-	-
Promedio	-	8.25	3.50	5.74 ± 1.3033

n = Número de pupas evaluadas

D.E=Desviación estándar

b. Porcentaje de mortalidad

El porcentaje de mortalidad de la pupa se obtuvo de 173 pupas de las cuales 163 llegaron al estadio adulto y 10 murieron, registrándose un promedio de 6.54 % de mortalidad (Cuadro 18), esto nos confirma lo reportado por FERNÁNDEZ y CORDERO (2007), quienes difieren que la tasa de mortalidad desciende paulatinamente en las fases de pre-pupa y pupa, y que las 10 pupas muertas podrían ser causas de las lesiones ocasionadas durante el proceso de manipulación.

Cuadro 18. Promedio del porcentaje de mortalidad del estado de pupa de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867).

Evaluación	n	Número de pupas		Porcentaje de mortandad (%)
		P.M	P.V	
1	14	0	14	0.00
2	23	4	19	17.39
3	47	2	45	4.26
4	89	4	85	4.49
Total	173	10	163	-
Promedio	-	-	-	6.54

n = N° de pupas evaluadas

P.M= Pupas muertas

P.V= Pupas vivas

c. Características morfológicas y biométricas

En este periodo de pupa o crisálida el insecto pasa por diferentes procesos biológicos, deja de alimentarse y de moverse aunque la pupa de la broca presenta cierto movimiento abdominal al momento de ser perturbadas; el tipo de pupa que tiene la broca del café es exarata porque sus apéndices externos se encuentran libres como las antenas, patas y las alas, tal como lo menciona RUBIO (2009). El color de la pupa recién transformada es de color blanco con una cabeza formada sin ocelos, las alas y patas están bien definidas con un abdomen desarrollado de 9 segmentos (a), a medida que pasan los días lo primero que cambian son los ojos compuestos y las piezas bucales, estos se van oscureciendo tornándose de color marrón (b), poco después las alas se ponen de color negro (c), resultado similar a lo obtenido por FERNÁNDEZ y CORDERO (2007), RUBIO (2009), quienes mencionan que inicialmente es de color blanco crema y se tornaron marrones a medida que se forman los apéndices externos (Figura 14).



Figura 14. Pupas de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867): (a) pupa recién transformada; (b, c, d) desarrollo y esclerotización de los apéndices.

En esta etapa se puede diferenciar claramente el dimorfismo sexual por el tamaño de la pupa, la pupa del macho es pequeña (a) y la pupa de la hembra es más grande (b) (Figura 15), coincidiendo con RUBIO (2009), quien observó claramente el dimorfismo sexual relacionado con el tamaño, siendo la pupa macho más pequeña que las hembras. Antes de pasar al estado adulto, se esclerotizan sus patas y toda la pupa se torna de color marrón claro, manteniendo su color negro en las alas, coincidiendo con CÁRDENAS *et al.* (2007), quienes mencionan que la pupa toma un color marrón antes de pasar al estado adulto.

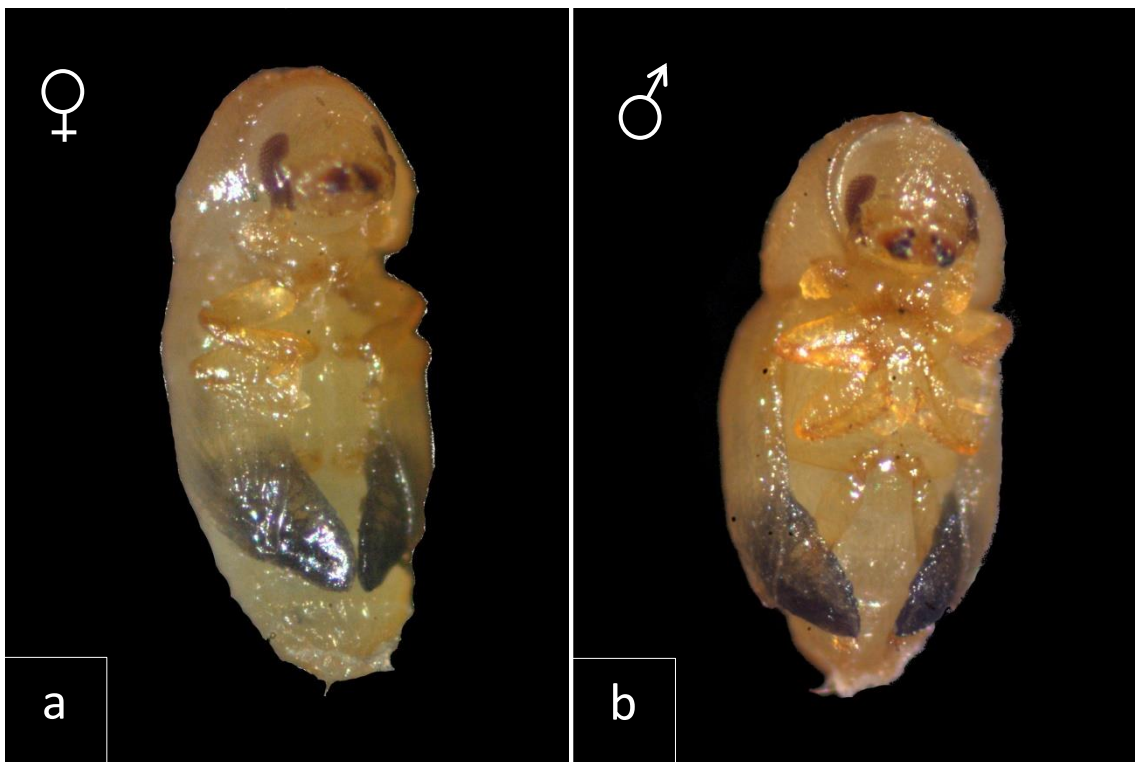


Figura 15. Pupas de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867): (a) pupa hembra, (b) pupa macho.

El tamaño de las pupas es de acuerdo al sexo de cada broca, se encontró en promedio de longitud 1.33 mm y ancho 0.55 mm en las brocas hembras (Cuadro 19), resultado inferior a lo obtenido por RODRÍGUEZ (1980), FERNÁNDEZ y CORDERO (2007), quienes obtuvieron una medida de 1.74 y 1.89 mm; sin embargo el tamaño promedio de longitud de los machos es 0.89 mm y de ancho 0.41 mm, siendo más pequeño que la hembra por el dimorfismo sexual (Cuadro 20), resultado similar a lo mencionado por RUBIO (2009), quien registra una longitud de 0.88 mm y diámetro de 0.33 mm; pero diferente a la longitud obtenida por RODRÍGUEZ (1980), FERNÁNDEZ y CORDERO (2007), quienes citan un tamaño de 1.74 y 1.89 mm, respectivamente.

Cuadro 19. Promedio de longitud y ancho del estado de pupa de las hembras *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867).

Evaluación	n	Longitud				Ancho			
		Max	Min	Media ±	D.E	Max	Min	Media ±	D.E
1	14	1.34	1.19	1.26 ±	0.0551	0.61	0.51	0.54 ±	0.0276
2	19	1.42	1.24	1.37 ±	0.0432	0.62	0.47	0.56 ±	0.0363
3	45	1.42	1.25	1.34 ±	0.0420	0.58	0.48	0.54 ±	0.0224
4	89	1.47	1.05	1.34 ±	0.0720	0.67	0.47	0.56 ±	0.0333
Promedio	167	1.41	1.18	1.33 ±	0.0531	0.62	0.48	0.55 ±	0.0299

n = Número de pupas evaluadas

D.E = Desviación estándar

Cuadro 20. Promedio de longitud y ancho del estado de pupa de los machos de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867).

Pupa	Longitud	Ancho
P1	0.88	0.40
P2	0.90	0.42
Promedio	0.89	0.41
Desviación estándar	0.0141	0.0141

Fuente: Propia

4.1.5. Del estado de adulto

El estado adulto tuvo una duración promedio de 19 días y una máxima de 25 días (Cuadro 21), resultado similar al señalado por RODRÍGUEZ (1980), quien registro una duración de 29.5 días del estado adulto, pero muy distinto a los obtenidos por PÁLIZ y MENDOZA (1993), WATERHOUSE (1998), quienes obtuvieron una duración de 103 y 156 días respectivamente en las hembras adultas y para los machos entre 40 a 60 días. Sin embargo se observó que pueden llegar a vivir periodos más largo, si le damos las condiciones necesarias a la broca adulta, como nuevos granos de café fisiológicamente maduros ya que no toleran granos lechosos. La mortalidad llega al 100 % a los 25 días de vida de la broca adulta esto fue debido a la disminución de la humedad del grano, y con el pasar los días, siendo más difícil su alimentación, por lo que disminuye su longevidad.

Cuadro 21. Promedio de duración en días y porcentaje de mortalidad del estado adulto de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867).

Duración (días) y mortalidad				
Repetición	n	Días	N° Brocas muertas	Mortandad (%)
		1	0	0
1	142	11	112	78.87
		22	28	19.72
		25	2	1.41
		Total	142	-
Promedio	-	19	-	-

n = Número de brocas evaluadas

a. Características morfológicas y biométricas

Al llegar a esta etapa, la broca completó su desarrollo pos embrionario pasando a ser un insecto adulto, la broca adulta recién emergida es inmóvil, de color marrón claro, con un exoesqueleto frágil y con la exuvia transparente y brillante (a), luego aparecen unas manchas negras de la parte posterior del cuerpo (b), que se va oscureciendo desde el abdomen hacia la cabeza (c), tardándose unos 4 o 5 días hasta llegar a ser totalmente negros y duros, es allí donde la broca comienza a perforar el grano, corroborando lo mencionado por FERNÁNDEZ y CORDERO (2007), CÁRDENAS *et al.* (2007), quienes mencionan que el adulto recién emergido es de color marrón pero a medida que madura fisiológicamente se torna de color negro, de la misma manera PADILLA (1984), señala que al igual que la mayoría de los insectos al momento de su emergencia presenta el exoesqueleto muy frágil endureciéndose después de 3 o 4 días (Figura 16).

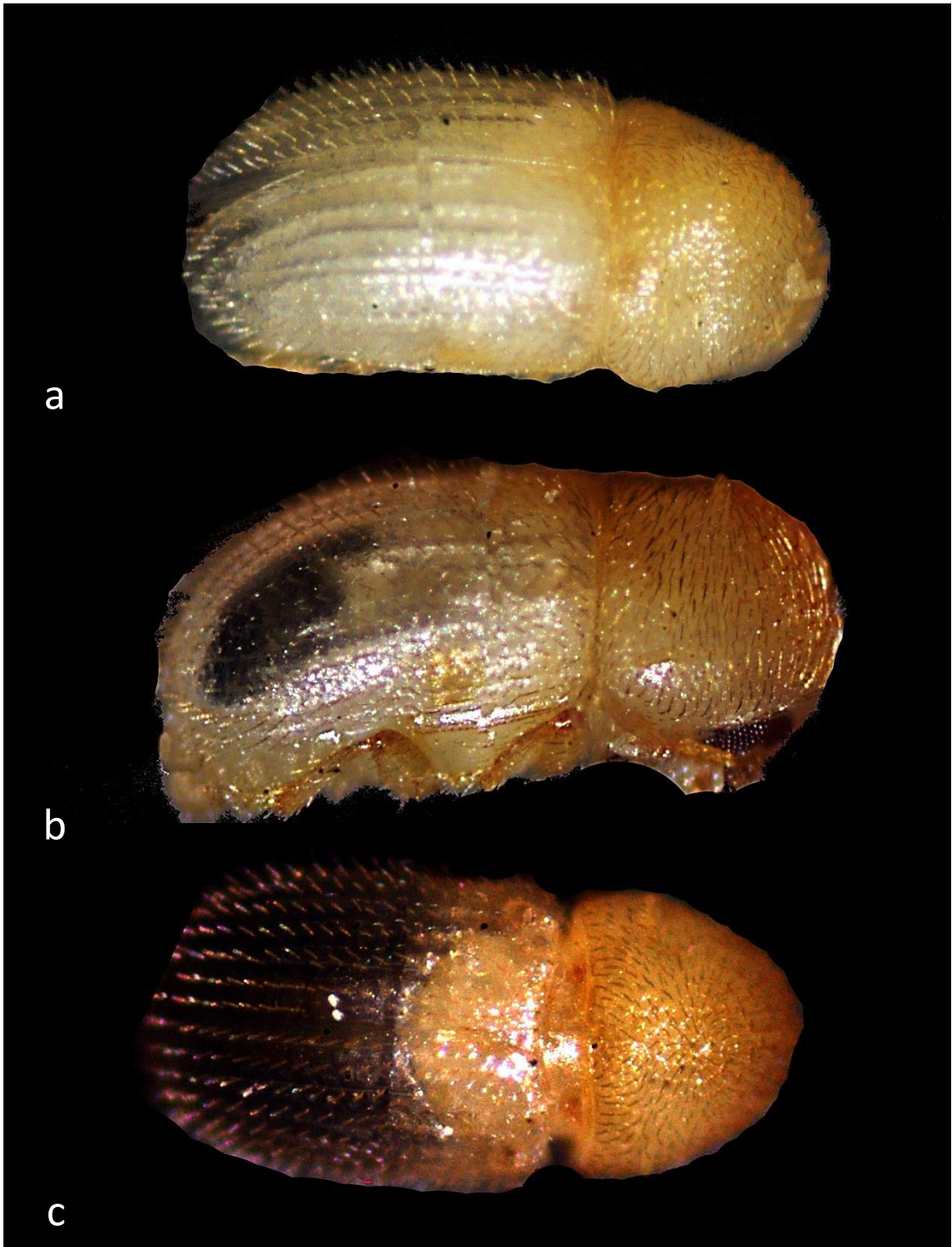


Figura 16. Broca recién emergida (a), proceso de esclerotización del exoesqueleto de la broca adulta (b, c).

La cabeza de la broca es de tipo hipognata, debido a que las piezas bucales se dirigen hacia abajo, es de forma redonda o globular escondida en el protórax, en la cabeza podemos observar los ojos compuestos y la ausencia de los ocelos (b), presenta un par de antenas tipo capitada, color marrón claro, con el flagelo engrosado de tres segmentos cubiertos por setas o pelos, el aparato bucal tipo masticador bien esclerotizado (a), coincidiendo con PÁLIZ y MENDOZA (1993), quienes describen que la cabeza es globular, escondida dentro del protórax, de manera diferente PADILLA (1984), señala que la parte apical de las antenas presentan 5 segmentos. El protórax es de forma semi ovalada donde podemos observar el primer par de patas, de color marrón, la tibia y el tarso con setas o pelos (a) coincidiendo con FRANQUI y MEDINA (2003), quienes indican que la tibia tiene espinas fuertes, las cuales ayudan en actividades tales como el barrenado de túneles en la pulpa de las cerezas de café y la expulsión de la excreta (Figura 17). Las brocas hembras poseen dos pares de alas, el primero que son los élitros que posee pelos con presencia de unas líneas (a, b); y la segunda las membranosas son de color crema con las venas bien marcadas de color marrón, el margen dorsal de las alas es liso sin embargo el margen externo e interno presenta pelos o flecos cortos (Figura 18), lo cual permite volar a las hembras; por otro lado los machos no poseen estas alas, por lo tanto no tienen la capacidad de volar, coincidiendo con PÁLIZ y MENDOZA (1993), quienes informan que el primer par son los élitros y el segundo son alas membranosas, que sirven para realizar el vuelo y los machos carecen de alas membranosas y por tanto están incapacitados para volar.



Figura 17. Posición ventral y lateral de la broca adulta (a, b).



Figura 18. Alas membranosas de la broca adulta hembra.

Los adultos presentan dimorfismo sexual en el tamaño, siendo la hembra más grandes que el macho (Figura 19), coincidiendo con BUSTILLO *et al.* (1998), quienes indica que el adulto macho de la broca es de menor tamaño, y se encuentra siempre en el interior de los frutos; se registró una longitud de 1.25 ± 0.1066 mm y ancho de 0.53 ± 0.0344 mm, la cabeza mide 0.48 ± 0.0470 en las hembras (Cuadro 22), mientras que los machos tiene una longitud de 0.81 ± 0.0707 mm y de ancho 0.38 ± 0.0141 mm, la cabeza mide 0.32 ± 0.0707 (Cuadro 23), resultado inferior a lo obtenido por FERNÁNDEZ y CORDERO (2007), quienes registraron el tamaño promedio de los adultos fue de 1.08 mm para los machos y 1.64 mm para las hembras, de la misma manera RODRÍGUEZ (1980), cita una longitud de 1.61 para las hembras y 1.14 para los machos.



Figura 19. Posición dorsal de la broca adulta hembra y macho (a, b).

Cuadro 22. Promedio de longitud, ancho y ancho de la cápsula cefálica del macho adulto de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867).

Medidas			
Broca	Longitud	Ancho	Ancho de la cápsula cefálica
B1	0.76	0.37	0.27
B2	0.86	0.39	0.37
Promedio	0.81	0.38	0.32
Desviación estándar	0.0707	0.0141	0.0707

Cuadro 23. Promedio de longitud, ancho y ancho de la cápsula cefálica de la hembra adulto de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867).

Evaluación	n	Medidas								
		Longitud			Ancho			Ancho de la cápsula cefálica		
		Max	Min	Media ± D.E	Max	Min	Media ± D.E	Max	Min	Media ± D.E
1	14	1.4	1.01	1.23 ± 0.0918	0.57	0.52	0.54 ± 0.0156	0.55	0.46	0.51 ± 0.0230
2	19	1.45	1.16	1.26 ± 0.0827	0.59	0.52	0.54 ± 0.0174	0.55	0.44	0.52 ± 0.0234
3	40	1.45	1.07	1.28 ± 0.0824	0.59	0.43	0.53 ± 0.0282	0.55	0.30	0.49 ± 0.0459
4	39	1.48	1.07	1.26 ± 0.0949	0.62	0.45	0.54 ± 0.0330	0.56	0.37	0.49 ± 0.0409
Promedio	112	1.45	1.08	1.26 ± 0.0880	0.59	0.48	0.54 ± 0.0236	0.55	0.39	0.50 ± 0.0333

n = Número de brocas evaluadas

D.E = Desviación estándar

4.1.6. Duración total del ciclo biológico de *Hypothenemus hampei*

(Ferrari 1867), **bajo condiciones de laboratorio**

La duración promedio de los estados biológicos de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867) para completar el ciclo, desde la oviposición hasta la muerte de los adulto fue de 47.41 días (Cuadro 24 y Figura 20).

Cuadro 24. Ciclo biológico de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867), bajo condiciones de laboratorio en Tingo María – Huánuco.

Estado	n	Duración en días			Mortalidad (%)
		Máximo	Mínimo	Promedio	
Huevo	190	7.00	3.25	5.61	7.17
Larva	173	19.5	12.25	15.88	8.64
Pre pupa	173	2.00	1.00	1.18	1.14
Pupa	163	8.25	3.50	5.74	6.54
Adulto	119	25	11	19	-
Hembra	117	-	-	-	-
Macho	2	-	-	-	-
Total	-	61.75	31.00	47.41	5.87

n = Cantidades evaluadas

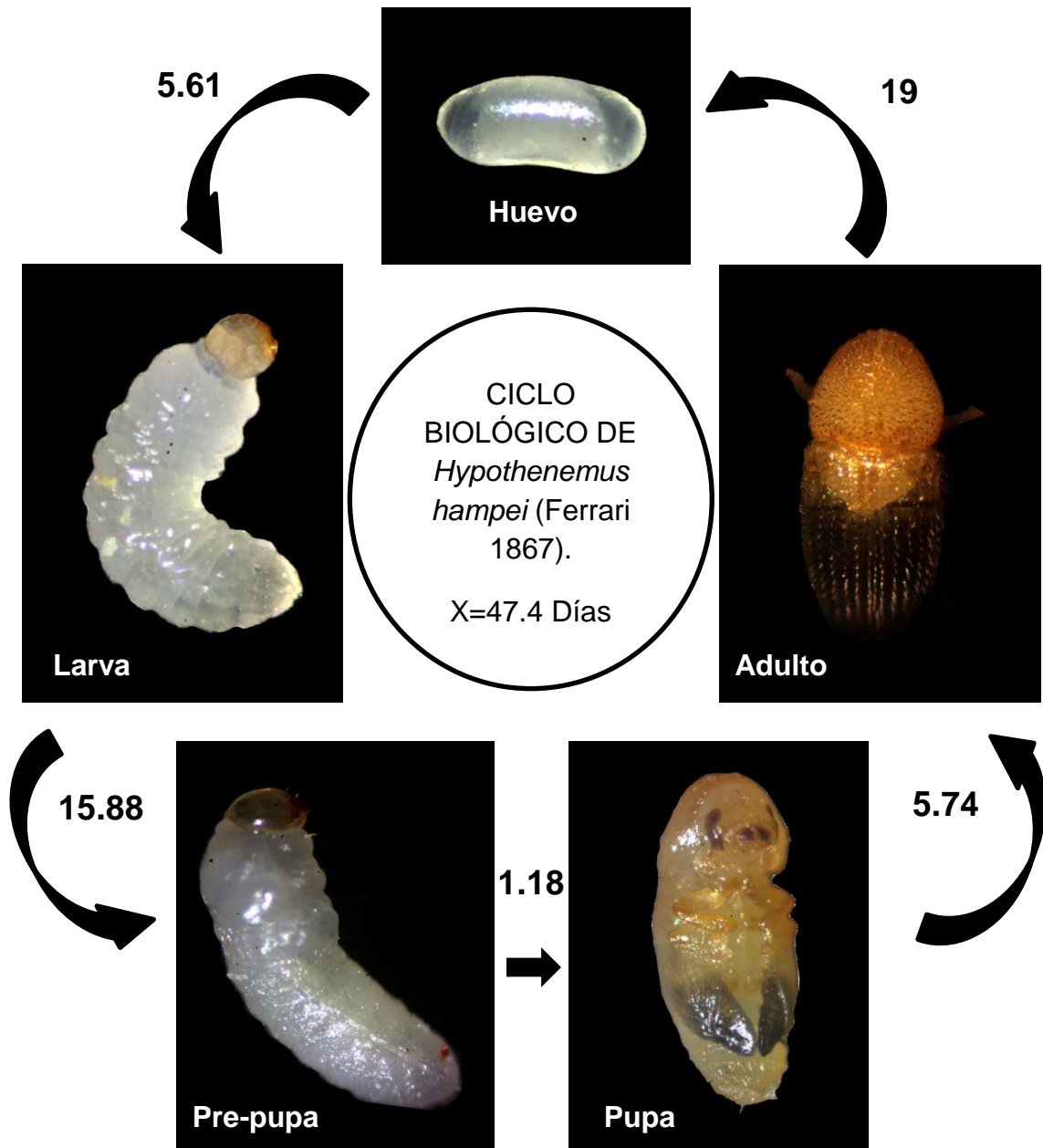


Figura 20. Ciclo biológico de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867) en días, bajo condiciones de laboratorio en Tingo María – Huánuco.

4.2. Influencia del cambio climático en algunos parámetros biológicos de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867)

4.2.1. La temperatura y la humedad relativa

La temperatura registrada del laboratorio en el año 1980, fue de 21.11 °C y la humedad relativa de 85.08 %, en la actualidad se registró una temperatura de 25.54 °C y una humedad relativa de 73.67 %, aumentando la temperatura 4.42 °C y disminuyendo 11.41 % de la humedad relativa en 38 años (Cuadro 25).

Cuadro 25. Registro de temperatura y humedad relativa en el laboratorio.

Meses	Temperatura °C		Humedad relativa %	
	1980	2018	1980	2018
Enero	21.05	25.59	85.35	69.24
Febrero	21.35	25.90	85.00	73.30
Marzo	20.95	25.15	84.95	77.10
Abril	21.10	25.50	85.00	75.03
Promedio	21.11	25.54	85.08	73.67

Fuente: Propio

De la misma manera la temperatura ambiental aumento de 1980 hasta agosto del 2018, en 0.8 °C y la humedad relativa ha disminuido en 4 % (Cuadro 26). Este aumento de temperatura y la disminución de la humedad relativa fue debido al calentamiento global como consecuencia del efecto invernadero, los datos de temperatura de la superficie terrestre y oceánica, muestran un calentamiento de 0.85 °C (0.65 a 1.06 °C), durante el período 1880-2012 (IPCC, 2007, citado por URITE y AVILA., 2015).

Cuadro 26. Registro de temperatura y humedad relativa del medio ambiente.

Años	Temperatura °C			HR %
	Máximo	Mínimo	Media	
1980	29.6	24.4	24.4	88
1990	29.2	24.5	24.5	81
2000	29.3	24.6	24.6	83
2010	30.3	25.4	25.4	86
2018	30.1	25.2	25.2	84

Fuente: SENHAMI (2018).

4.2.2. Incubación del huevo

Desde 1980 al 2018 la temperatura ha aumentado, disminuyendo el período de incubación 1.39 días en comparación con RODRÍGUEZ (1980), posiblemente se debió a la variación de la temperatura que fluctuó desde 21 °C hasta 25.6 °C, coincidiendo con MARCO (2001), quien menciona que la temperatura ejerce un efecto mayor sobre el desarrollo de los insectos debido a su incidencia sobre los procesos bioquímicos, por ser organismos poiquilotermos; así mismo INON SCHARF (2016), señala que los insectos crecen más rápido a temperaturas más altas, y el aumento de las temperaturas permite el incremento poblacional de los insectos e invadir hábitats que actualmente no son adecuados para el establecimiento de sus poblaciones (Figura 21).

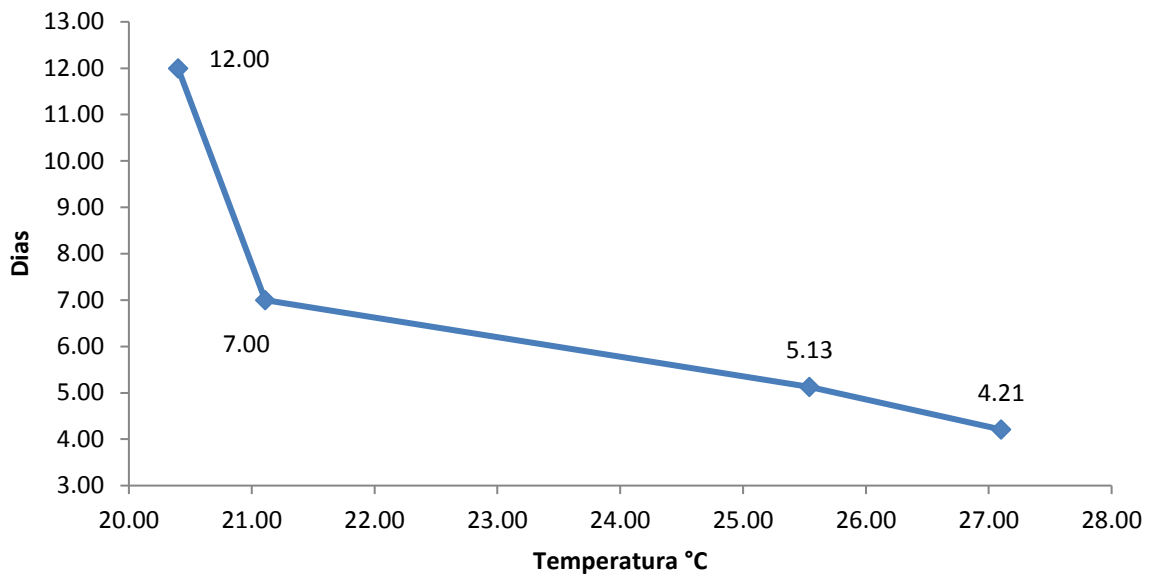


Figura 21. Duración en días de la incubación del huevo en comparación con la temperatura.

4.2.3. Estado larval

La duración del estadio larval se prolongó en 2.73 días en comparación con RODRÍGUEZ (1980); sin embargo comparando los resultados con Ruiz, 1996, citado por BUSTILLO, (2006), FERNÁNDEZ y CORDERO (2007), CÁRDENAS *et al.* (2007); se puede determinar que a mayor temperatura los días de duración disminuyen (Figura 22), tal como menciona MARCO (2001), que la temperatura ejerce un efecto mayor sobre el desarrollo de los insectos, debido principalmente a su importante incidencia sobre los procesos bioquímicos, al ser organismos poiquilotermos. Por otro lado, FARONI y GARCÍA (1992), mencionan que el desarrollo de huevos, larvas y pupa de *Rhyzopertha dominica*, es más largo a medida que disminuye la temperatura.

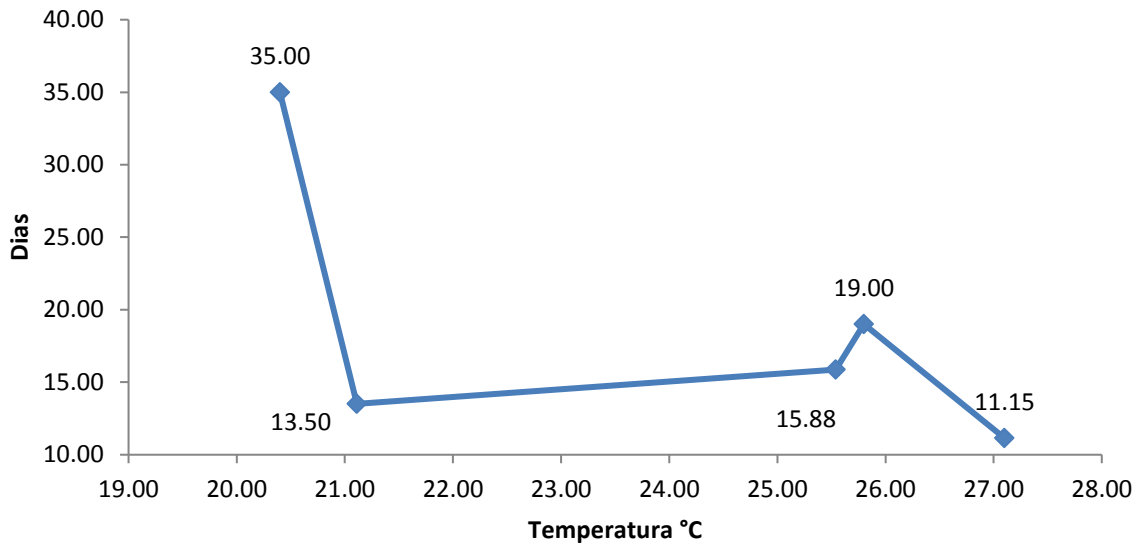


Figura 22. Duración en días del estado larval en comparación con la temperatura.

4.2.4. Estado pre-pupal

La disminución de período pre-pupal fue de 1.32 días en comparación con RODRÍGUEZ (1980), posiblemente se debió a la variación de la temperatura que fluctuó desde 21 hasta 25.6 °C, debido a que el aumento de temperatura acelera el proceso biológico como menciona MARCO (2001).

4.2.5. Estado de pupa

La duración de la pupa fue de 5.7 días, acortándose la fase en 0.26 días en comparación con RODRÍGUEZ (1980); en la Figura 23, podemos comparar con diferentes autores como Ruiz, 1996, citado por BUSTILLO, (2006), FERNÁNDEZ y CORDERO (2007) y CÁRDENAS *et al.* (2007), que nos ayudan a determinar que la temperatura influye en el desarrollo biológico de la pupa, donde encontrar que a 20 °C de temperatura la duración es de 10 días y que a 27 °C de temperatura la duración es de 5.29 días, llegando a concluir que a mayor temperatura los días de duración disminuyen (Figura 23).

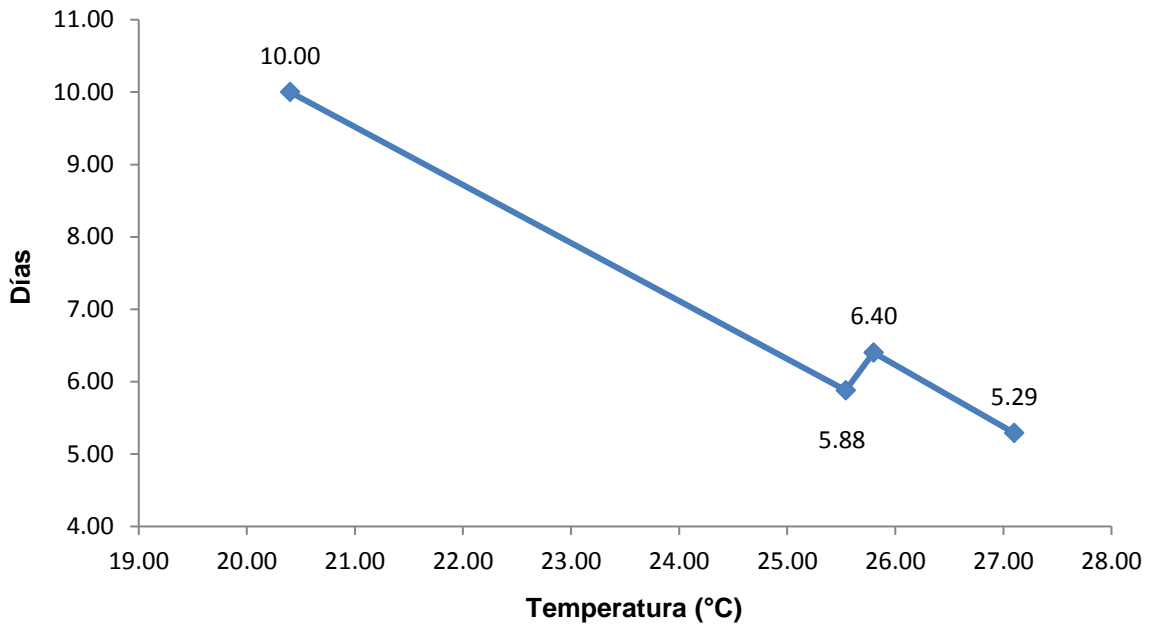


Figura 23. Duración en días del estado de pupa en comparación con la temperatura.

4.3. Tabla de vida de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867) “broca del café”

La tabla de vida de la broca, se empezó con una cohorte de 205 huevos, entre los parámetros poblacionales registrados, muestran que la tasa de mortalidad específica (q_x) es mayor en el estado de larval (0.079); y menor en el estado de pre pupa (0.011), de la misma manera la intensidad de la mortalidad (k) es mayor en estadio larval ($k = 0,036$) y al igual que q_x presenta un valor muy bajo en el estado de pre pupa ($k = 0.005$), la sobrevivencia obtenida durante el desarrollo es elevada superando el 75%, la tasa de reproducción neta (R_0) de las hembras fue de 12.722 mayor que 1, esto nos indica que la población está creciendo debido a su alta capacidad reproductiva, la tasa intrínseca de crecimiento (r_m) fue de 0.589, lo cual indica que su capacidad de potencial de multiplicación es alta por lo tanto es una plaga principal, que en los últimos años viene incrementando sus poblaciones

generando serios daños en los cafetales del territorio nacional y de manera en tingo maría.

La baja mortalidad, alta fecundidad ($m_x = 16 \text{ h/ } \text{♀}$) y una tasa neta de reproducción ($R_0 = 12.722$) son parámetros que hacen de *Hypothenemus hampei* Ferrari una plaga agresiva en el cultivo de café (Cuadro 27). Pero estos datos obtenidos en la tabla no pueden ser aplicados directamente en una población en condiciones de campo, debido que el estudio en el laboratorio constituyen valores relativos, ya que la broca se ha criado bajo situaciones ideales en ausencia de enemigos naturales, ni competencias y el efecto de los factores ambientales en condiciones naturales.

Cuadro 27. Tabla de vida horizontal de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867) en Tingo María – Huánuco, elaborado a partir de una cohorte de 205 huevos.

Estado	x	N _x	l _x	d _x	q _x	k	F _x	m _x	R ₀	L _x	T _x	e _x	r _m
Huevo	5.6	205	1	15	0.0732	0.033	-	-	-	0.963	4.317	4.317	-
Larva	15.8	190	0.927	15	0.0789	0.036	-	-	-	0.890	3.354	3.618	-
Pre-pupa	1.2	175	0.854	2	0.0114	0.005	-	-	-	0.849	2.463	2.886	-
Pupa	5.7	173	0.844	10	0.0578	0.026	-	-	-	0.820	1.615	1.913	-
Adulto	19	163	0.795	-	-	-	2608	16	12.722	0.795	0.795	1	0.589

N_x: Número de individuos observados al inicio de cada estado. l_x: Probabilidad de supervivencia. d_x: Número de individuos muertos en el transcurso de cada estado. q_x: Tasa de mortalidad. K: Fuerza de mortalidad. m_x: Número promedio de huevos/hembra. F_x: Número total de huevos producidos en el estado adulto. R₀: Tasa neta de reproducción. L_x: Probabilidad de sobrevivir entre dos estadíos consecutivos. T_x: Número de días que quedan por vivir a los sobrevivientes. e_x: Esperanza de vida. r_m: Tasa intrínseca de incremento.

V. CONCLUSIONES

1. El periodo de incubación de los huevos tiene una duración de 5.6 días, con una viabilidad de 92.83 %, el estadio larval, pre-pupal, pupal y adulto tienen una duración promedio de 15.8, 1,18, 5.7 y 19 días, con un porcentaje de mortalidad de 8.64, 0.55, 6.54 % respectivamente. La duración del ciclo biológico de la broca, desde la oviposición hasta la muerte de los adultos, fluctúa entre 31 y 61.75 días, con una media de 47.41 días.
2. La temperatura aumentó en 4.42 °C y la humedad relativa disminuyó en 11.41 % desde el año 1980 hasta la actualidad, este cambio causó un efecto de disminución en la duración del desarrollo de los estadios biológicos, el estadio de huevo, pre-pupa, pupa y adulto disminuyeron en 1.39, 1.32, 0.26 y 10.89 días respectivamente, sin embargo el estadio larval se prolongó en 2.73 días, la duración del ciclo biológico de la broca, desde la oviposición hasta la muerte de los adultos desde 1980 hasta abril del 2018 disminuyó en 11.04 días.
3. La mayor tasa de mortalidad se presentó en el estado larval con 7.9 % y la menor en el estado de pupa con 1.1 %. La tasa neta de reproducción fue de 12.722, en tanto que el valor de la tasa intrínseca de incremento fue de 0.589.

VI. RECOMENDACIONES

1. Estudiar el ciclo biológico de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867), aspectos de la biología y fluctuación poblacional en condiciones de campo.
2. Estudiar la influencia del cambio climático en la biología y comportamiento de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867) durante un año de investigación.
3. Calcular las pérdidas que ocasionan *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867) en los cafetales bajo nuevas condiciones ambientales.

VII. RESUMEN

Los huevos son de color blanco brillante a marrón claro de apariencia arrugada, con una medida de 0.47 mm de largo y 0.24 mm de ancho, la duración del periodo de incubación fue de 5.6 días con una viabilidad de 92.83 %. Las larvas recién eclosionadas miden 0.57 mm de longitud con 0.19 mm de ancho y 0.18 mm de ancho de la cápsula cefálica, al final del desarrollo larval tiene una medida de longitud de 1.43 mm y ancho de 0.50 mm, la capsula cefálica mide 0.36 mm de ancho, con una duración promedio de 15.8 días. La pre pupa es de cuerpo liso, color blanco brillante, mide 1.40 mm de longitud, 0.51 mm de ancho y 0.28 mm de ancho de la capsula cefálica, su duración es de 1.18 días. Las pupas hembras miden 1.33 mm de longitud y 0.55 mm de ancho, mientras que los machos miden 0.89 mm de longitud y 0.41 mm, con una duración de 5.7 días. Las hembras poseen élitros y alas membranosas, en los granos pueden durar 19 días aproximadamente dependiendo del porcentaje de humedad del grano y las condiciones brindadas en el laboratorio, la broca hembra mide 1.25 mm de longitud, 0.53 mm de ancho, la cabeza mide 0.48 de ancho y los machos tiene longitud de 0.81 mm, ancho 0.38 mm, y la cabeza mide 0.32 mm de ancho. La tabla de vida, muestra que la tasa de mortalidad específica, es mayor en el estadio larval y menor en el estadio de pre pupa; la sobrevivencia en todo el desarrollo es de 75 %, la fecundidad es de 16 huevos por hembras; esto hace de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867) una plaga agresiva en el cultivo de café. El ciclo biológico de la broca dura en promedio 47.41 días, disminuyendo en 11.09 días en relación al año 1980.

ABSTRACT

The eggs are bright white to light brown with wrinkled appearance, measuring 0.47 mm long and 0.24 mm wide, the duration of the incubation period is 5.6 days with a viability of 92.83%. The larvae newly hatched they measure 0.57 mm in length, 0.19 mm wide and 0.18 mm wide of the cephalic capsule, at the end of the larval development has a measure of length of 1.43 mm and a width of 0.50 mm, the cephalic capsule measures 0.36 mm wide, with an average duration of 15.8 days. The prepupa is of smooth body, bright white color, measures 1.40 mm in length, 0.51 mm wide and 0.28 mm wide of the cephalic capsule, its duration is 1.18 days. The pupa is white and as the days go it starts becoming dark brown and the wings black, the size of the pupae is according to sex, the females are 1.33 mm in length and 0.55 mm in width , while the males measure 0.89 mm in length and 0.41 mm, with a duration of 5.7 days. The females possess two pairs of wings the first pair are the elytra and the second are membranous wings, in the grains they can last approximately 19 days but this depends on the percentage of humidity of the grain and the conditions that can be given in the laboratory, the borer female measures 1.25 mm in length, 0.53 mm in width, the head measures 0.48 in width and the males have a length of 0.81 mm, width 0.38 mm, and the head measures 0.32 mm in width. The life table shows that the specific mortality rate is higher in the larval stage and lower in the prepupa stage; survival in all development is 75%, fecundity is 16 eggs per females; this makes *Hypothenemus hampei* Ferrari an aggressive pest in the cultivation of coffee.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ALVARES, S.; CORTINA, G.; VILLEGAS, M. 2001. Métodos para evaluar antibiosis a *Hypothenemus hampei* bajo condiciones controladas. *Cenicafé*. Colombia. 52(3):205-214.
2. ARCILA, M. 2011. Período crítico del ataque de la broca del café. *Cenicafé*, Colombia. Folleto Brocarta n° 43. 1 p.
3. ARCILLA, P. 2004. Crecimiento y desarrollo de la planta de café. *Sistemas de producción de café en Colombia*. 40 p.
4. BACCA, R. 1999. Efecto del parasitoide *Prorops nasuta* Waterston (Hymenoptera: Bethyridae) sobre poblaciones de broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). Santafé de Bogotá, D.E. (Colombia). Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. 186 p.
5. BENAVIDES, P.; BUSTILLO, A.; MONTOYA, E. 1994. Avances sobre el uso del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* para el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei*. *Revista Colombiana de Entomología*, Colombia. 20 (4): 247-253.
6. BUSTILLO, A. 2006. Una revisión sobre la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, Colombia. 32(2): 101-116.
7. BUSTILLO, A.; CÁRDENAS, R.; VILLALBA, D.; BENAVIDES, P.; OROZCO, J.; POSADA F. 1998. Manejo integrado de la broca del

- café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. Cenicafé. Chinchiná, Colombia. 134 p.
8. BUSTILLO, P. 2005. El papel del control biológico en el manejo integrado de la broca del café, *Hypothenemus hampei*. (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). Revista Colombiana Ciencias, Colombia. 29 (110): 55-68.
 9. CAMILO, J. 2014. Impacto económico de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) en la caficultura de Jarabacoa. Clúster de café Jarabacoa - Santo Domingo. República Dominicana. 23 p.
 10. CÁRDENAS, M.; MARCANO, R.; GIRALDO, H.; AQUINO, A. 2007. Biología de la broca del café, *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) bajo condiciones de campo, en el estado Táchira, Venezuela. Entomotropica, Venezuela. 22(2): 49-55.
 11. CARRANZA, G. 2018. Efecto de la altitud y edad de la plantación como variedades determinantes en la incidencia de broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867) en la provincia de Rodríguez de Mendoza Amazonas. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Toribio de Mendoza. Amazonas. 110 p.
 12. COLONIA, C. 2012. Manejo integrado de plagas en el cultivo del café. Guía técnica. Agrobanco. Lima, Perú. 28 p.
 13. DE INGUNZA, A. 1964. La "Broca del Café" *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) en el Perú. Rev. per. de Ent, Perú. 7(1): 96-97 p.

14. DE INGUNZA, A. 1966. La "Broca del Café" (*Hypothenemus hampei* Ferr.): Importancia, distribución geográfica, forma de ataque y especies de cafeto que ataca e influencia de la altitud sobre el nivel del mar en el grado de ataque. Rev. per. de Ent. Perú. 9(1): 82-93.
15. FARONI, L. y GARCÍA, F. 1992. Influencia de la temperatura sobre los parámetros biológicos de *Rhyzopertha dominica*. Universidad Politécnica. Camino de Vera. Bol. San. Veg. Plagas. Valencia, España. 18: 455 - 467.
16. FERNÁNDEZ, S. y CORDERO, J. 2007. Biología de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en condiciones de laboratorio. Bioagro, Venezuela. 19(1): 35-40.
17. FRANQUI, R. y MEDINA, G. 2003. Broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari): Biología y aspectos básicos de control. Universidad de Puerto Rico. Estación experimental agrícola. Puerto Rico. 23 p.
18. FRANQUI, R. y MEDINA, G. 1997. Serie especial: plagas de posible introducción en Puerto Rico: La broca del café y sus efectos. Agrotemas, Puerto Rico. 8(11): 23-35.
19. IICA. 1989. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Tercer taller regional de broca. Guatemala. 67 p.
20. INEI. 2017. Avance económico y social departamental, diciembre 2017. [En línea]: <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicacionesdigitales/Est/Lib1518/index.htm>, (Documento, 18 abril del 2018).

21. INON SCHARF. 2016. El efecto del cambio climático esperado sobre el rendimiento de los insectos: fisiología, comportamiento e historia de la vida. Departamento de Zoología, Universidad de Tel Aviv. [En línea]: <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Efectos+del+Cambio+Climatico+en+la+agricultura.pdf/3b209fae-f078-4823-afa0-1679224a5e85> (Documento, 28 de abril del 2018).
22. IPCC. 2013. Cambio climático - bases físicas. Resumen para responsables de política. Unión europea Estados Unidos. 33 p.
23. ITIS. 2018a. Sistema integrado de información taxonómica. Taxonomic Serial No.: 35190 [En línea]: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=35190#null, (Documento, 21 noviembre del 2018).
24. ITIS. 2018b. Sistema integrado de información taxonómica. Taxonomic Serial, No.: 620441 [En línea]: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=620441#null (Documento, 21 noviembre del 2018).
25. MARCO, V. 2001. Modelización de la tasa de desarrollo de insectos en función de la temperatura. Aplicación al Manejo Integrado de Plagas mediante el método de grados-día. Sociedad Entomológica Aragonesa. Boletín técnico. España. nº 28. 3 p.
26. MARTELLA, B. 2012. Manual de ecología y poblaciones: demografía, crecimiento e interacciones. Reduca (Biología). Universidad Nacional de Córdoba. Serie Ecología. Argentina. 5 (1): 32-70.

27. OLÓRTEGUI, S. 2012. Manejo integrado de plagas del café. Guía técnica. Agrobanco. Lima Perú. 92 p.
28. PADILLA, F. 1984. El problema de la broca (*Hypothenemus hampei* Ferr.) y la caficultura. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Guatemala. 45 p.
29. PÁLIZ, V y MENDOZA, J.1993. Manual del cultivo del café. 130 p. [En línea]: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1619/1/Manual%20del%20cultivo%20de%20cafe.pdf><http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1619/1/Manual%20del%20cultivo%20de%20cafe.pdf>, (Documento, 28 de abril del 2018).
30. PORTILLO, O. y AGUILAR, D. 2010. Manual para el manejo integrado de las plagas en el cultivo de café. CARE. Suiza. 52 p.
31. RODRÍGUEZ, S. 1980. Biología de la “Broca” del café (*Hypothenemus hampei* Ferr.), en la zona de Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú. 93 p.
32. ROMERO, J. y CORTINA, G. 2004. Evaluación de germoplasma de café por antixenosis a *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en condiciones controladas. Cenicafé. Colombia. 55(4):341-346.
33. RUBIO, D. 2009. Morfología externa de los estados inmaduros de *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae). Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. Medellín, Colombia. 12 (2): 157-161.

34. SÁNCHEZ, L. 2018. Principales plagas del café y su control. IICA. República Dominicana. 52 p.
35. SIEA. 2016. Anuario estadístico de la producción agrícola y ganadera 2016. [En línea]: <http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario-agricolaganadera20162109170.pdf>, (Documento, 28 de abril del 2018).
36. SORIA, S. 1969. Ecología de los insectos. Biblioteca conmemorativa Orton. IICA. CEI. Turrialba, Costa Rica. 4 p.
37. URITE B. y AVILA R. 2015. El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago. 86 p.
38. ZAMORANO, I. 2009. Historia del café y economía del café en Colombia (Ensayo), ProQuest Ebook Central [En línea]: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliotecaunassp/detail.action?docID=3183142>, (Documento del 23 de abril del 2018).

IX. ANEXO

Cuadro 28. Registro de temperatura y humedad relativa del mes de enero y febrero.

Días	Temperatura (°C)		Humedad (%)		Días	Temperatura (°C)		Humedad (%)	
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
10/01/2018	25.3	24.6	74	73	01/02/2018	25.8	25.6	67	65
11/01/2018	25.6	25.4	69	68	02/02/2018	26.6	26.4	67	64
15/01/2018	25.5	24.5	72	70	05/02/2018	27.1	26.5	70	65
16/01/2018	28.4	28.3	61	57	06/02/2018	27.6	26.4	70	65
17/01/2018	25.0	24.6	76	73	07/02/2018	27.2	26.3	70	62
18/01/2018	26.5	25.8	76	68	08/02/2018	27.4	26.8	78	69
19/01/2018	23.9	23.8	74	73	09/02/2018	26.9	26.6	77	72
22/01/2018	24.3	24.3	73	65	12/02/2018	25.9	25.6	76	75
23/01/2018	24.6	24.6	75	65	13/02/2018	26.1	25.9	77	75
24/01/2018	24.6	25.6	75	65	14/02/2018	25.3	24.9	80	79
25/01/2018	25.9	25.3	72	67	15/02/2018	25.1	25.0	80	78
26/01/2018	25.6	26.4	70	69	19/02/2018	25.3	25.1	76	75
29/01/2018	26.9	26.9	64	63	20/02/2018	25.3	25.1	76	75
30/01/2018	26.9	25.9	68	62	21/02/2018	24.6	24.3	79	73
31/01/2018	26.8	25.9	75	65	23/02/2018	25.4	25.1	77	76
-	-	-	-	-	27/02/2018	25.3	24.9	80	78
Promedio	25.72	25.46	71.6	66.87	Promedio	26.06	25.66	75	71.63

Cuadro 29. Registro de temperatura y humedad relativa del mes de marzo y abril.

Días	Temperatura (°C)		Humedad (%)		Días	Temperatura (°C)		Humedad (%)	
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
01/03/2018	24.8	24.8	76	75	01/04/2018	27.1	26.5	65	62
05/03/2018	25.3	24.8	79	76	02/04/2018	24.3	24.0	81	80
06/03/2018	26.6	25.0	79	78	03/04/2018	25.5	23.9	80	78
07/03/2018	24.5	24.1	77	76	04/04/2018	24.9	24.9	82	79
08/03/2018	25.3	23.9	79	72	05/04/2018	26.5	25.1	78	77
10/03/2018	25.4	25.1	80	79	06/04/2018	25.6	24.9	81	76
12/03/2018	26.0	25.9	74	73	09/04/2018	25.1	24.6	78	77
13/03/2018	26.0	25.9	74	74	10/04/2018	24.9	24.8	78	77
15/03/2018	25.9	25.3	81	77	12/04/2018	27.6	26.9	78	77
16/03/2018	25.9	25.6	78	77	13/04/2018	25	24.9	75	74
19/03/2018	25.1	24.6	78	76	16/04/2018	24.9	24.5	79	72
20/03/2018	24.9	24.6	78	78	17/04/2018	25.9	25.6	67	66
21/03/2018	25.6	25.0	78	77	18/04/2018	26.1	25.9	73	70
22/03/2018	24.9	24.4	79	78	24/04/2018	28.6	25.3	75	63
23/03/2018	25.4	24.6	81	77	25/04/2018	25.6	25.1	78	76
26/03/2018	24.3	24.1	80	79	26/04/2018	25.4	25.1	78	76
28/03/2018	25.3	24.8	75	74	27/04/2018	25.4	24.9	75	73
					30/04/2018	26.6	26.1	74	73
Promedio	25.36	24.85	78	76.24	Promedio	25.83	25.17	76.39	73.67

Cuadro 30. Registro de la temperatura y humedad relativa del mes de mayo.

Día	Temperatura (°C)		Humedad (%)	
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
02/05/2018	26.00	25.80	77.00	75.00
03/05/2018	26.60	26.40	74.00	71.00
05/05/2018	25.90	25.80	73.00	70.00
10/05/2018	26.60	26.00	75.00	74.00
11/05/2018	25.50	25.30	76.00	75.00
15/05/2018	26.00	25.60	79.00	75.00
17/05/2018	26.80	25.50	74.00	70.00
22/05/2018	26.30	25.40	71.00	65.00
23/05/2018	26.30	25.50	73.00	71.00
28/05/2018	26.10	25.90	69.00	67.00
Promedio	26.21	25.72	74.10	71.30

Cuadro 31. Registro individual de duración en días, longitud y ancho de huevos recién ovipositados y antes de la eclosión de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867). Primera evaluación

Código de huevo	Duración (días)	Recién ovipositados		Antes de la eclosión	
		Longitud (mm)	Ancho (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)
H 1	4	0.48	0.23	0.30	0.16
H 2	4	0.49	0.23	0.31	0.16
H 3	4	0.48	0.23	0.3	0.16
H 4	4	0.48	0.25	0.43	0.25
H 5	4	0.45	0.25	0.44	0.24
H 6	4	0.47	0.24	0.43	0.24
H 7	5	0.52	0.23	0.45	0.23
H 8	5	0.45	0.23	0.47	0.24
H 9	-	0.5	0.23	-	-
H 10	5	0.45	0.23	0.46	0.21
H 11	5	0.49	0.24	0.43	0.24
H 12	5	0.49	0.24	0.43	0.24
H 13	5	0.49	0.24	0.45	0.23
H 14	5	0.49	0.24	0.47	0.24
H 15	5	0.48	0.23	0.47	0.2
Promedio	4.57	0.48	0.24	0.42	0.22
Desviación Estándar	0.51	0.02	0.01	0.06	0.03
Máximo	5.00	0.52	0.25	0.47	0.25
Mínimo	4.00	0.45	0.23	0.3	0.16

Cuadro 32. Registro individual de duración en días, longitud, ancho y ancho de la capsula cefálica de las larvas al inicio y al final del desarrollo de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867). Primera evaluación

Código	Duración (días)	longitud		Ancho		Ancho de la cápsula	
		IE	FD	IE	FD	IE	FD
L1	13	0.41	1.34	0.12	0.41	0.15	0.18
L2	13	0.57	1.04	0.2	0.45	0.16	0.27
L3	13	0.47	1.03	0.19	0.44	0.14	0.22
L4	13	0.52	1.22	0.22	0.43	0.16	0.22
L5	13	0.47	0.81	0.21	0.42	0.17	0.2
L6	13	0.59	1.08	0.21	0.42	0.15	0.29
L7	13	0.43	-	0.16	0.32	0.15	0.21
L8	12	0.33	1.27	0.17	0.55	0.16	0.24
L9	13	0.41	1.34	0.13	0.56	0.12	0.3
L10	13	0.44	1.33	0.17	0.48	0.16	0.25
L11	13	0.42	1.3	0.13	0.44	0.12	0.22
L12	13	0.5	1.48	0.17	0.53	0.15	0.25
L13	13	0.55	1.36	0.17	0.59	0.15	0.29
L14	13	0.42	-	0.18	0.65	0.15	0.2
Promedio	12.93	0.47	1.22	0.17	0.48	0.15	0.24
Desviación estándar	0.2673						
Máximo	13						
Mínimo	12						

Cuadro 33. Registro individual de duración en días, longitud, ancho, ancho de la cápsula cefálica del periodo de pre-pupa y pupal de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867). Primera evaluación

Código pre-pupas	Duración (días)	Longitud	Ancho	Cápsula cefálica	Código pupas	Duración (días)	Longitud	Ancho
PP1	1	1.17	0.38	0.25	P1	6	1.23	0.54
PP2	1	1.36	0.60	0.26	P2	6	1.21	0.52
PP3	1	1.21	0.53	0.28	P3	6	1.24	0.51
PP4	1	1.04	0.45	0.27	P4	6	1.23	0.54
PP5	1	1.03	0.44	0.22	P5	6	1.21	0.56
PP6	1	1.35	0.40	0.21	P6	7	1.26	0.53
PP7	2	1.23	0.50	0.20	P7	5	1.32	0.52
PP8	1	1.27	0.55	0.24	P8	5	1.31	0.54
PP9	1	1.65	0.54	0.22	P9	5	1.30	0.57
PP10	2	1.34	0.56	0.3	P10	5	1.19	0.53
PP11	1	1.45	0.55	0.25	P11	5	1.32	0.61
PP12	1	1.30	0.44	0.57	P12	7	1.33	0.58
PP13	1	1.25	0.48	0.23	P13	7	1.34	0.52
PP14	1	1.4	0.40	0.25	P14	5	1.19	0.54
Promedio	1.14	1.29	0.49	0.27	Promedio	5.79	1.26	0.54
Desviación estándar	0.363	0.1605	0.0698	0.0912	Desviación estándar	0.8018	0.0551	0.0276
Máximo	2	1.65	0.6	0.57	Máximo	7	1.34	0.61
Mínimo	1	1.03	0.38	0.2	Mínimo	5	1.19	0.51

Cuadro 34. Registro individual de medida de longitud, ancho y ancho de la capsula cefálica del estadio adulto de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867). Primera evaluación

Broca	Longitud	Ancho	Cápsula cefálica
BE 1	1.18	0.52	0.51
BE 2	1.01	0.54	0.46
BE 3	1.23	0.52	0.51
BE 4	1.28	0.52	0.50
BE 5	1.12	0.56	0.49
BE 6	1.20	0.55	0.52
BE 7	1.23	0.53	0.50
BE 8	1.28	0.55	0.53
BE 9	1.26	0.57	0.51
BE 10	1.31	0.54	0.54
BE 11	1.19	0.54	0.53
BE 12	1.25	0.52	0.55
BE 13	1.40	0.54	0.50
BE 14	1.28	0.54	0.53
	Promedio		1.23
Longitud	Desviación estándar		0.0918
	Máximo		1.40
	Mínimo		1.01
	Promedio		0.54
Ancho	Desviación estándar		0.0156
	Máximo		0.57
	Mínimo		0.52
	Promedio		0.51
Ancho de la capsula cefálica	Desviación estándar		0.0230
	Máximo		0.55
	Mínimo		0.46

Cuadro 35. Registro individual de duración en días, longitud y ancho de huevos recién ovipositados y antes de la eclosión de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867). Segunda evaluación

Código de huevo	Duración (días)	Recién ovipositados		Antes de la eclosión	
		Longitud (mm)	Ancho (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)
H 1	6	0.45	0.25	0.44	0.24
H 2	5	0.46	0.22	0.46	0.21
H 3	6	0.49	0.24	0.47	0.23
H 4	5	0.45	0.25	0.43	0.23
H 5	6	0.42	0.23	0.45	0.21
H 6	5	0.44	0.23	0.43	0.23
H 7	5	0.46	0.23	0.41	0.23
H 8	5	0.45	0.23	0.45	0.18
H 9	5	0.42	0.23	0.43	0.21
H 10	-	0.46	0.23	-	-
H 11	4	0.46	0.24	0.46	0.24
H 12	6	0.42	0.24	0.42	0.22
H 13	5	0.39	0.25	0.43	0.21
H 14	5	0.48	0.23	0.39	0.24
H 15	5	0.44	0.24	0.37	0.2
H 16	6	0.45	0.22	0.41	0.21
H 17	6	0.46	0.24	0.45	0.25
H 18	5	0.48	0.22	0.47	0.21
H 19	-	0.44	0.24	-	-
H 20	6	0.48	0.24	0.46	0.22
H 21	5	0.45	0.24	0.44	0.23
H 22	5	0.46	0.23	0.46	0.2
H 23	5	0.45	0.24	0.46	0.22
H 24	5	0.44	0.23	0.45	0.22
H 25	6	0.48	0.22	0.45	0.23
H 26	6	0.39	0.24	0.46	0.21
H 27	6	0.39	0.23	0.5	0.21
H 28	6	0.47	0.22	0.43	0.22
H 29	5	0.43	0.25	0.46	0.23
H 30	7	0.44	0.25	0.45	0.23
Promedio	5.43	0.45	0.24	0.44	0.22
Desviación estándar	0.63	0.03	0.01	0.03	0.02
Máximo	7.00	0.49	0.25	0.50	0.44
Mínimo	4.00	0.39	0.22	0.37	0.18

Cuadro 36. Registro individual de duración en días, longitud, ancho y ancho de la capsula cefálica de las larvas al inicio y al final del desarrollo de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867). Segunda evaluación

Código	Duración (días)	longitud		Ancho		Ancho de la capsula cefálica	
		IE	FD	IE	FD	IE	FD
L1	18	0.65	1.20	0.20	0.51		
L2	20	0.47	1.55	0.19	0.55		
L3	19	0.74	1.45	0.18	0.55		
L4	20	0.62	1.60	0.15	0.56		
L5	19	0.64	1.59	0.18	0.45		
L6	20	0.71	1.67	0.20	0.56		
L7	17	0.61	1.50	0.17	0.55		
L8	19	0.68	1.90	0.18	0.54		
L9	19	0.72	1.65	0.24	0.52		
L10	19	0.50	1.60	0.19	0.51		
L11	18	0.75	1.56	0.20	0.50		
L12	18	0.60	1.39	0.18	0.45		
L13	16	0.72	1.73	0.17	0.49		
L14	19	0.61	1.73	0.17	0.50		
L15	20	0.65	1.64	0.21	0.50		
L16	19	0.55	1.61	0.20	0.53		
L17	20	0.61	1.27	0.17	0.50		
L18	18	0.60	1.45	0.21	0.51		
L19	18	0.51	1.00	0.20	0.51		
L20	19	0.53	1.41	0.20	0.46		
L21	18	0.56	1.07	0.20	0.50		
L22	20	0.58	1.50	0.18	0.50		
L23	13	0.55	1.50	0.17	0.49		
Promedio	18.52	0.61	1.50	0.19	0.51		
Desviación estándar	1.5917						
Máximo	20						
Mínimo	13						

Cuadro 37. Registro individual de duración en días, longitud, ancho, ancho de la cápsula cefálica del periodo de pre-pupa y pupal de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867). Segunda evaluación

Código pre-pupas	Duración (días)	Longitud (mm)	Ancho	Cápsula cefálica	Código pupas	Duración (días)	Longitud	Ancho
PP1	1	1.25	0.42	0.23	P1	3	1.40	0.62
PP2	1	1.50	0.55	0.29	P2	6	1.37	0.57
PP3	1	1.40	0.54	0.30	P3	4	1.32	0.49
PP4	2	1.49	0.55	0.29	P4	6	1.40	0.56
PP5	1	1.32	0.47	0.26	P5	-	-	-
PP6	1	1.34	0.41	0.24	P6	-	-	-
PP7	2	1.65	0.55	0.29	P7	7	1.38	0.47
PP8	1	1.67	0.53	0.27	P8	5	1.24	0.51
PP9	1	1.45	0.51	0.30	P9	5	1.39	0.55
PP10	1	1.62	0.51	0.33	P10	6	1.37	0.56
PP11	1	1.48	0.58	0.26	P11	-	-	-
PP12	1	1.54	0.54	0.32	P12	7	1.32	0.56
PP13	1	1.47	0.51	0.23	P13	3	1.33	0.56
PP14	1	1.38	0.51	0.24	P14	-	-	-
PP15	1	1.27	0.51	0.25	P15	6	1.40	0.57
PP16	1	1.29	0.47	0.20	P16	5	1.37	0.59
PP17	1	1.55	0.50	0.26	P17	4	1.41	0.56
PP18	1	1.65	0.55	0.29	P18	3	1.36	0.55
PP19	1	1.47	0.51	0.23	P19	6	1.39	0.6
PP20	1	1.40	0.54	0.30	P20	4	1.39	0.59
PP21	1	1.49	0.55	0.29	P21	7	1.39	0.56
PP22	2	1.27	0.51	0.25	P22	7	1.42	0.58
PP23	2	1.65	0.55	0.29	P23	3	1.41	0.58
Promedio	1.17	1.46	0.52	0.27	Promedio	5.11	1.37	0.56
Desviación estándar	0.388	0.133	0.0416	0.0329	Desviación estándar	1.487	0.043	0.036
Máximo	2	1.67	0.58	0.33	Máximo	7	1.42	0.62
Mínimo	1	1.25	0.41	0.20	Mínimo	3	1.24	0.47

Cuadro 38. Registro individual de medida de longitud, ancho y ancho de la cápsula cefálica del estadio adulto de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867). Segunda evaluación

Broca	Longitud	Ancho	Cápsula cefálica	Broca	Longitud	Ancho	Cápsula cefálica
BE 1	1.27	0.55	0.53	BE 16	1.18	0.52	0.51
BE 2	1.08	0.42	0.40	BE 17	1.16	0.53	0.50
BE 3	1.17	0.54	0.51	BE 18	0.97	0.43	0.39
BE 4	1.23	0.59	0.52	BE 19	1.27	0.55	0.52
BE 5	1.11	0.47	0.30	BE 20	1.28	0.54	0.53
BE 6	1.20	0.54	0.44	BE 21	1.32	0.54	0.53
BE 7	1.23	0.55	0.51	BE 22	1.28	0.55	0.53
BE 8	1.17	0.56	0.52	BE 23	1.26	0.57	0.51
BE 9	1.25	0.52	0.55				
BE 10	1.40	0.54	0.50				
BE 11	1.45	0.55	0.52				
BE 12	1.07	0.43	0.41				
BE 13	1.19	0.53	0.52				
BE 14	1.25	0.52	0.55				
BE 15	1.40	0.54	0.50				
		Promedio				1.23	
Longitud		Desviación estándar				0.1110	
		Máximo				1.45	
		Mínimo				0.97	
		Promedio				0.53	
Ancho		Desviación estándar				0.0448	
		Máximo				0.59	
		Mínimo				0.42	
		Promedio				0.49	
Ancho de la capsula cefálica		Desviación estándar				0.0614	
		Máximo				0.55	
		Mínimo				0.30	

Cuadro 39. Registro individual de duración en días, longitud y ancho de huevos recién ovipositados y antes de la eclosión de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867). Tercera evaluación

Código	Duración (días)	Recién ovipositados		Antes de la eclosión		Código	Duración (días)	Recién ovipositados		Antes de la eclosión	
		Longitud (mm)	Ancho (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)			Longitud (mm)	Ancho (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)
H 1	6	0.45	0.24	0.40	0.16	H 31	8	0.50	0.24	0.49	0.23
H 2	6	0.45	0.24	0.45	0.21	H 32	8	0.47	0.23	0.48	0.19
H 3	M	0.46	0.26	-	-	H 33	8	0.45	0.24	0.52	0.23
H 4	M	0.47	0.24	-	-	H 34	6	0.47	0.24	0.51	0.23
H 5	8	0.45	0.24	0.43	0.23	H 35	6	0.52	0.24	0.48	0.21
H 6	6	0.45	0.24	0.42	0.25	H 36	8	0.49	0.23	0.48	0.19
H 7	6	0.47	0.23	0.46	0.23	H 37	8	0.52	0.24	0.49	0.22
H 8	7	0.48	0.24	0.51	0.23	H 38	6	0.47	0.23	0.46	0.23
H 9	4	0.48	0.23	0.45	0.25	H 39	M	0.44	0.23	-	-
H 10	4	0.49	0.24	0.49	0.23	H 40	6	0.52	0.23	0.52	0.21
H 11	3	0.47	0.24	0.49	0.30	H 41	6	0.52	0.22	0.52	0.21
H 12	M	0.48	0.24	-	-	H 42	8	0.48	0.23	0.48	0.23
H 13	8	0.48	0.23	0.48	0.21	H 43	8	0.44	0.23	0.44	0.24
H 14	8	0.47	0.22	0.47	0.22	H 44	8	0.48	0.23	0.52	0.23
H 15	7	0.49	0.22	0.47	0.22	H 45	8	0.48	0.23	0.51	0.24
H 16	8	0.47	0.25	0.45	0.26	H 46	7	0.47	0.22	0.49	0.24
H 17	6	0.50	0.20	0.50	0.23	H 47	8	0.48	0.26	-	-
H 18	8	0.51	0.23	0.49	0.23	H 48	8	0.49	0.21	0.45	0.24
H 19	8	0.49	0.24	0.47	0.24	H 49	M	0.50	0.21	-	-

H 20	8	0.51	0.24	0.48	0.23	H 50	8	0.48	0.22	0.48	0.24
H 21	8	0.49	0.23	0.48	0.24	H 51	7	0.46	0.23	0.51	0.23
H 22	8	0.52	0.23	0.46	0.19	H 52	7	0.50	0.24	0.45	0.23
H 23	7	0.47	0.25	0.46	0.19	H 53	6	0.49	0.24	0.50	0.22
H 24	6	0.51	0.23	0.51	0.22	H 54	7	0.49	0.23	0.43	0.22
H 25	8	0.52	0.24	0.50	0.22	H 55	6	0.49	0.24	0.47	0.24
H 26	7	0.47	0.24	0.48	0.21	H 56	6	0.47	0.23	0.48	0.23
H 27	7	0.53	0.23	0.53	0.24	H 57	6	0.46	0.24	0.45	0.24
H 28	8	0.46	0.23	0.46	0.22	H 58	6	0.48	0.25	0.45	0.24
H 29	6	0.49	0.24	0.48	0.23	H 59	4	0.49	0.23	0.45	0.25
H 30	8	0.48	0.24	0.46	0.20	H 60	6	0.47	0.23	0.50	0.23
Promedio	6.87	0.48	0.23	0.48	0.23						
Desviación estándar	1.311	0.02171	0.01061	0.0285	0.0205						
Máximo	8.00	0.53	0.26	0.53	0.30						
Mínimo	2.00	0.44	0.20	0.40	0.16						

Cuadro 40. Registro individual de duración en días, longitud, ancho y ancho de la cápsula cefálica de las larvas al inicio y al final del desarrollo de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867). Tercera evaluación

Código	Duración (días)	Longitud		Ancho		Ancho de la cápsula cefálica	
		IE	FD	IE	FD	IE	FD
L1	18	0.40	1.61	0.19	0.57	0.19	0.48
L2	18	0.39	1.99	0.17	0.57	0.17	0.49
L3	16	0.76	1.63	0.18	0.5	0.18	0.35
L4	18	0.59	1.39	0.17	0.47	0.17	0.39
L5	17	0.41	1.65	0.19	0.33	0.19	0.33
L6	18	0.67	1.99	1.19	0.36	1.19	0.31
L7	18	0.45	1.43	0.20	0.59	0.20	0.59
L8	21	0.69	1.38	0.17	0.41	0.17	0.31
L9	19	0.56	1.41	0.20	0.37	0.20	0.36
L10	16	0.66	1.81	0.20	0.46	0.20	0.31
L11	16	0.66	1.54	0.18	0.51	0.18	0.40
L12	15	0.53	1.65	0.23	0.28	0.23	0.27
L13	16	0.55	1.65	0.19	0.56	0.19	0.34
L14	19	0.52	1.50	0.18	0.33	0.18	0.29
L15	16	0.66	1.72	0.19	0.57	0.19	0.48
L16	16	0.57	1.58	0.22	0.50	0.22	0.26
L17	15	0.62	1.00	0.19	0.32	0.19	0.32
L18	15	0.86	1.32	0.24	0.42	0.24	0.42
L19	16	0.60	1.62	0.21	0.55	0.21	0.52
L20	11	0.84	1.45	0.22	0.48	0.22	0.31
L21	18	0.55	1.40	0.20	0.41	0.20	0.32
L22	18	0.62	1.47	0.20	0.40	0.20	0.55
L23	18	0.48	1.34	0.20	0.58	0.20	0.32
L24	16	0.78	1.62	0.20	0.44	0.20	0.56
L25	16	0.46	1.54	0.20	0.37	0.20	0.44
L26	17	0.68	1.51	0.21	0.46	0.21	0.30
L27	14	0.60	1.45	0.25	0.51	0.25	0.56
L28	17	0.67	1.17	0.24	0.42	0.24	0.37
L29	12	0.59	1.56	0.20	0.58	0.20	0.34
L30	17	0.70	1.54	0.20	0.46	0.20	0.41
L31	19	0.49	1.48	0.18	0.42	0.18	0.33
L32	19	0.48	1.23	0.20	0.40	0.20	0.31
L33	17	0.69	1.71	0.21	0.51	0.21	0.39
L34	16	0.68	1.14	0.24	0.36	0.24	0.36
L35	13	0.69	1.66	0.18	0.30	0.18	0.49
L36	17	0.69	1.51	0.20	0.40	0.20	0.27
L37	18	0.56	1.53	0.17	0.33	0.17	0.49
L38	17	0.63	1.52	0.19	0.42	0.19	0.39
L39	16	0.56	1.74	0.20	0.54	0.20	0.54
L40	18	0.55	1.49	0.26	0.42	0.26	0.31
L41	18	0.56	1.47	0.23	0.32	0.23	0.37
L42	19	0.41	1.37	0.15	0.49	0.15	0.30
L43	18	0.50	1.48	0.15	0.57	0.15	0.57
L44	19	0.57	1.39	0.23	0.43	0.23	0.28
L45	19	0.49	1.48	0.20	0.33	0.20	0.35
L46	22	0.52	1.45	0.21	0.43	0.21	0.32
L47	12	0.55	1.42	0.18	0.39	0.18	0.46
Promedio	16.89	0.59	1.51	0.22	0.44	0.22	0.39
Desviación estándar	2.1592						
Máximo	22						
Mínimo	11						

Cuadro 41. Registro individual de duración en días, longitud, ancho, ancho de la cápsula cefálica del periodo de pre-pupa y pupal de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867). Tercera evaluación

Código pre-pupas	Duración (días)	Longitud	Ancho	Cápsula cefálica	código pupas	Duración (días)	Longitud	Ancho
PP1	1	1.51	0.52	0.32	P1	7	1.33	0.54
PP2	1	1.26	0.45	0.25	P2	7	1.40	0.57
PP3	1	1.25	0.47	0.30	P3	7	1.32	0.56
PP4	1	1.32	0.45	0.26	P4	7	1.37	0.57
PP5	1	1.26	0.45	0.24	P5	8	1.42	0.58
PP6	1	1.22	0.55	0.32	P6	7	1.27	0.51
PP7	1	1.54	0.54	0.32	P7	7	1.38	0.56
PP8	1	1.47	0.51	0.23	P8	7	1.33	0.55
PP9	1	1.33	0.47	0.26	P9	7	1.36	0.55
PP10	1	1.34	0.41	0.24	P10	4	1.35	0.56
PP11	1	1.32	0.55	0.29	P11	6	1.33	0.55
PP12	1	1.32	0.53	0.27	P12	6	1.31	0.52
PP13	1	1.33	0.41	0.24	P13	6	1.25	0.52
PP14	1	1.32	0.49	0.29	P14	7	1.38	0.57
PP15	1	1.35	0.40	0.21	P15	3	1.31	0.56
PP16	1	1.23	0.50	0.20	P16	7	1.34	0.54
PP17	1	1.27	0.55	0.24	P17	8	1.31	0.52
PP18	1	1.65	0.54	0.22	P18	3	1.40	0.53
PP19	2	1.34	0.56	0.30	P19	7	1.26	0.54
PP20	2	1.45	0.55	0.25	P20	3	1.38	0.54
PP21	1	1.30	0.44	0.57	P21	6	1.39	0.56
PP22	2	1.25	0.48	0.23	P22	3	1.30	0.54
PP23	1	1.40	0.40	0.25	P23	9	-	-
PP24	2	-	-	-	P24		1.29	0.53
PP25	1	1.47	0.57	0.33	P25	6	1.39	0.56

PP26	1	1.42	0.54	0.31	P26	6	1.33	0.54
PP27	1	1.35	0.58	0.26	P27	7	1.28	0.50
PP28	1	1.24	0.56	0.28	P28	7	-	-
PP29	1	1.38	0.56	0.31	P29	5	1.30	0.53
PP30	1	-	-	-	P30		1.35	0.53
PP31	1	1.57	0.58	0.29	P31	6	1.38	0.55
PP32	1	1.46	0.56	0.32	P32	5	1.33	0.57
PP33	1	1.53	0.54	0.31	P33	7	1.29	0.54
PP34	1	1.42	0.54	0.30	P34	6	1.38	0.54
PP35	1	1.49	0.55	0.29	P35	5	1.31	0.56
PP36	2	1.38	0.51	0.26	P36	5	1.38	0.50
PP37	1	1.51	0.57	0.28	P37	5	1.29	0.57
PP38	1	1.23	0.57	0.24	P38	5	1.33	0.48
PP39	1	1.27	0.38	0.25	P39	7	1.35	0.53
PP40	1	1.36	0.60	0.26	P40	5	1.29	0.57
PP41	2	1.21	0.53	0.28	P41	5	1.33	0.56
PP42	1	1.41	0.54	0.30	P42	7	1.36	0.54
PP43	1	1.48	0.55	0.28	P43	5	1.36	0.57
PP44	1	1.49	0.52	0.33	P44	6	1.38	0.52
PP45	1	1.43	0.53	0.32	P45	8	1.37	0.56
PP46	1	1.53	0.52	0.31				
PP47	1	1.59	0.49	0.32				
Promedio	1.13	1.38	0.51	0.28	Promedio	6.11	1.34	0.54
Desviación estándar	0.3373	0.1131	0.0557	0.0559	Desviación estándar	1.4337	0.042	0.0224
Máximo	2.00	1.65	0.60	0.57	Máximo	9.00	1.42	0.58
Mínimo	1.00	1.21	0.38	0.20	Mínimo	3.00	1.25	0.48

Cuadro 42. Registro individual de medida de longitud, ancho y ancho de la cápsula cefálica del estadio adulto de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867). Tercera evaluación

Broca	Longitud	Ancho	Cápsula cefálica	Broca	Longitud	Ancho	Cápsula cefálica
BE 1	1.25	0.52	0.49	BE 21	1.15	0.50	0.48
BE 2	1.13	0.54	0.50	BE 22	1.27	0.55	0.52
BE 3	1.23	0.53	0.49	BE 23	1.25	0.52	0.49
BE 4	1.27	0.55	0.52	BE 24	1.29	0.59	0.47
BE 5	1.28	0.54	0.53	BE 25	1.31	0.47	0.30
BE 6	1.32	0.54	0.53	BE 26	1.30	0.54	0.44
BE 7	1.14	0.54	0.48	BE 27	1.23	0.55	0.51
BE 8	1.26	0.52	0.43	BE 28	1.37	0.57	0.52
BE 9	1.35	0.53	0.50	BE 29	1.35	0.52	0.55
BE 10	1.35	0.52	0.51	BE 30	1.40	0.54	0.43
BE 11	1.31	0.50	0.50	BE 31	1.45	0.55	0.52
BE 12	1.11	0.55	0.51	BE 32	1.07	0.43	0.41
BE 13	1.30	0.50	0.48	BE 33	1.29	0.53	0.52
BE 14	1.28	0.50	0.49	BE 34	1.37	0.55	0.52
BE 15	1.26	0.52	0.43	BE 35	1.32	0.52	0.53

BE 16	1.35	0.54	0.48	BE 36	1.35	0.54	0.53
BE 17	1.35	0.52	0.51	BE 37	1.34	0.53	0.48
BE 18	1.31	0.50	0.50	BE 38	1.36	0.52	0.43
BE 19	1.20	0.53	0.49	BE 39	1.35	0.53	0.43
BE 20	1.17	0.53	0.47	BE 40	1.23	0.59	0.52
				Promedio		1.29	
Longitud				Desviación estándar		0.0837	
				Máximo		1.45	
				Mínimo		1.07	
				Promedio		0.53	
Ancho				Desviación estándar		0.0272	
				Máximo		0.59	
				Mínimo		0.43	
				Promedio		0.49	
Ancho de la cápsula cefálica				Desviación estándar		0.0480	
				Máximo		0.55	
				Mínimo		0.30	

Cuadro 43. Registro individual de duración en días, longitud y ancho de huevos recién ovipositados y antes de la eclosión de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867). Tercera evaluación

Código	Duración (días)	Recién ovipositados		Antes de la eclosión		Código	Duración (días)	Recién ovipositados		Antes de la eclosión	
		Longitud (mm)	Ancho (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)			Longitud (mm)	Ancho (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)
H 1	6	0.49	0.24	0.43	0.27	H 51	4	0.47	0.27	0.47	0.24
H 2	4	0.47	0.26	0.43	0.25	H 52	7	0.47	0.25	0.49	0.22
H 3	5	0.48	0.23	0.38	0.19	H 53	-	0.42	0.24	-	-
H 4	-	0.48	0.24	-	-	H 54	-	0.46	0.24	-	-
H 5	5	0.47	0.25	0.34	0.25	H 55	6	0.47	0.25	0.49	0.24
H 6	5	0.47	0.25	0.37	0.26	H 56	-	0.46	0.25	-	-
H 7	4	0.48	0.23	0.47	0.24	H 57	8	0.49	0.25	0.44	0.2
H 8	5	0.46	0.24	0.44	0.21	H 58	7	0.49	0.23	0.46	0.25
H 9	4	0.45	0.25	0.45	0.25	H 59	8	0.49	0.26	0.45	0.23
H 10	4	0.47	0.25	0.47	0.26	H 60	8	0.46	0.25	0.49	0.23
H 11	-	0.48	0.24	-	-	H 61	8	0.49	0.25	0.47	0.24
H 12	5	0.49	0.24	0.49	0.21	H 62	8	0.48	0.24	0.47	0.22
H 13	6	0.47	0.24	0.45	0.19	H 63	8	0.50	0.24	0.29	0.24
H 14	4	0.50	0.25	0.49	0.25	H 64	8	0.47	0.24	0.48	0.18
H 15	4	0.48	0.24	0.47	0.23	H 65	8	0.47	0.23	0.44	0.22
H 16	6	0.47	0.20	0.47	0.24	H 66	8	0.53	0.26	0.47	0.22
H 17	3	0.29	0.22	0.29	0.22	H 67	6	0.42	0.25	0.48	0.23
H 18	4	0.48	0.24	0.48	0.24	H 68	6	0.49	0.25	0.45	0.24
H 19	5	0.38	0.24	0.44	0.18	H 69	8	0.43	0.19	0.43	0.23
H 20	6	0.39	0.24	0.47	0.22	H 70	7	0.35	0.17	0.35	0.17
H 21	3	0.50	0.22	0.50	0.22	H 71	4	0.47	0.23	0.22	0.25
H 22	-	0.47	0.23	-	-	H 72	3	0.48	0.25	0.48	0.25
H 23	4	0.46	0.24	0.47	0.23	H 73	7	0.46	0.23	0.47	0.24
H 24	5	0.51	0.24	0.47	0.22	H 74	8	0.47	0.23	0.43	0.23

H 25	8	0.50	0.24	0.45	0.21	H 75	4	0.45	0.24	0.45	0.24
H 26	4	0.50	0.24	0.48	0.25	H 76	4	0.47	0.23	0.43	0.24
H 27	4	0.49	0.26	0.48	0.23	H 77	4	0.47	0.24	0.46	0.22
H 28	4	0.48	0.25	0.48	0.26	H 78	8	0.47	0.23	0.43	0.26
H 29	4	0.48	0.24	0.49	0.24	H 79	4	0.47	0.24	0.47	0.22
H 30	-	0.49	0.24	-	-	H 80	4	0.48	0.23	0.46	0.22
H 31	5	0.50	0.24	0.48	0.21	H 81	4	0.48	0.24	0.47	0.23
H 32	4	0.47	0.24	0.47	0.23	H 82	6	0.46	0.25	0.45	0.20
H 33	4	0.36	0.24	0.38	0.24	H 83	6	0.50	0.24	0.47	0.23
H 34	6	0.48	0.24	0.48	0.19	H 84	5	0.47	0.24	0.46	0.24
H 35	5	0.48	0.24	0.41	0.26	H 85	5	0.49	0.24	0.42	0.21
H 36	4	0.50	0.24	0.51	0.23	H 86	6	0.48	0.25	0.44	0.24
H 37	4	0.46	0.24	0.46	0.23	H 87	4	0.47	0.23	0.46	0.24
H 38	4	0.47	0.24	0.45	0.25	H 88	8	0.48	0.24	0.45	0.25
H 39	4	0.46	0.24	0.46	0.24	H 89	8	0.46	0.25	0.43	0.26
H 40	8	0.40	0.24	0.47	0.24	H 90	5	0.44	0.22	0.49	0.23
H 41	8	0.48	0.23	0.45	0.20	H 91	5	0.46	0.23	0.43	0.26
H 42	8	0.47	0.25	0.46	0.19	H 92	8	0.48	0.26	0.42	0.23
H 43	8	0.47	0.26	0.43	0.23	H 93	4	0.48	0.28	0.45	0.25
H 44	4	0.44	0.25	0.44	0.24	H 94	6	0.46	0.26	0.45	0.20
H 45	4	0.49	0.24	0.48	0.24	H 95	8	0.49	0.24	0.42	0.19
H 46	8	0.47	0.24	0.45	0.22	H 96	6	0.48	0.27	0.48	0.23
H 47	3	0.50	0.24	0.50	0.24	H 97	6	0.45	0.24	0.38	0.25
H 48	5	0.45	0.24	0.45	0.25	H 98	5	0.48	0.24	0.48	0.22
H 49	4	0.49	0.24	0.48	0.24	H 99	6	0.48	0.24	0.45	0.18
H 50	8	0.47	0.27	0.33	0.24	H 100	4	0.48	0.22	0.47	0.22
Promedio	5.56	0.47	0.24	0.45	0.23						
Desviación estándar	1.6711	0.0333	0.0146	0.0477	0.0212						
Máximo	8.00	0.53	0.28	0.51	0.27						
Mínimo	3.00	0.29	0.17	0.22	0.17						

Cuadro 44. Registro individual de duración en días, longitud, ancho y ancho de la cápsula cefálica de las larvas al inicio y al final del desarrollo de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867). Cuarta evaluación

Código	Duración (días)	Longitud		Ancho		Ancho de la cápsula cefálica		Código	Duración (días)	Longitud		Ancho		Ancho de la cápsula cefálica	
		IE	FD	IE	FD	IE	FD			IE	FD	IE	FD	IE	FD
L1	22	0.53	1.52	0.18	0.36	0.17	0.26	L47	17	0.55	1.84	0.18	0.52	0.17	0.28
L2	19	0.55	1.58	0.21	0.45	0.15	0.25	L48	20	0.60	1.60	0.21	0.43	0.18	0.27
L3	19	0.65	1.60	0.20	0.48	0.17	0.3	L49	16	0.60	1.90	0.21	0.51	0.18	0.29
L4	17	0.53	1.58	0.19	0.50	0.17	0.24	L50	19	0.79	1.61	0.19	0.51	0.16	0.28
L5	17	0.51	1.62	0.18	0.46	0.13	0.24	L51	21	0.77	1.58	0.24	0.42	0.16	0.25
L6	22	0.57	1.68	0.16	0.48	0.17	0.28	L52	19	1.61	1.59	0.31	0.50	0.19	0.27
L7	17	0.52	1.60	0.18	0.48	0.14	0.24	L53	21	0.63	1.63	0.21	0.49	0.17	0.25
L8	18	0.45	1.53	0.16	0.39	0.15	0.25	L54	21	0.52	1.66	0.20	0.58	0.16	0.26
L9	20	0.65	1.67	0.17	0.51	0.14	0.24	L55	21	0.53	1.61	0.22	0.53	0.19	0.30
L10	23	0.58	1.49	0.18	0.53	0.16	0.25	L56	21	0.95	1.90	0.21	0.52	0.17	0.27
L11	23	0.57	1.61	0.18	0.51	0.14	0.29	L57	21	0.62	1.55	0.20	0.50	0.17	0.26
L12	21	0.52	1.60	0.17	0.48	0.15	0.28	L58	22	0.57	1.70	0.19	0.50	0.14	0.28
L13	21	0.69	1.65	0.17	0.46	0.17	0.30	L59	15	0.58	1.52	0.19	0.51	0.15	0.29
L14	22	0.46	1.42	0.20	0.39	0.15	0.25	L60	20	0.53	1.60	0.19	0.50	0.16	0.30
L15	22	0.60	1.56	0.19	0.46	0.17	0.28	L61	21	0.70	1.70	0.17	0.54	0.15	0.28
L16	18	0.55	1.57	0.20	0.48	0.18	0.24	L62	13	0.93	1.50	0.33	0.50	0.19	0.3
L17	18	0.49	1.56	0.18	0.45	0.13	0.26	L63	19	0.51	1.76	0.18	0.56	0.17	0.26
L18	19	0.54	1.62	0.18	0.50	0.16	0.29	L64	21	0.67	1.70	0.23	0.55	0.16	0.29
L19	21	0.49	1.62	0.18	0.54	0.18	0.25	L65	15	0.49	1.60	0.16	0.48	0.15	0.25
L20	20	0.59	1.45	0.18	0.53	0.16	0.30	L66	15	0.99	1.58	0.36	0.50	0.27	0.28
L21	17	0.54	1.77	0.16	0.55	0.17	0.24	L67	16	0.54	1.76	0.19	0.54	0.17	0.27

Cuadro 45. Registro individual de duración en días, longitud, ancho, ancho de la cápsula cefálica del periodo de pre-pupa de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867). Cuarta evaluación

Código	Días	Longitud	Ancho	Cápsula cefálica	Código	Días	Longitud	Ancho	Cápsula cefálica	Código	Días	Longitud	Ancho	Cápsula cefálica
PP1	1	1.32	0.58	0.27	PP32	2	1.43	0.49	0.29	PP62	1	1.47	0.60	0.26
PP2	2	1.34	0.55	0.30	PP33	1	1.58	0.56	0.30	PP63	1	1.40	0.53	0.26
PP3	2	1.50	0.48	0.33	PP34	1	1.58	0.54	0.31	PP64	2	1.41	0.50	0.26
PP4	1	1.51	0.54	0.32	PP35	1	1.39	0.53	0.26	PP65	2	1.37	0.52	0.21
PP5	1	1.70	0.50	0.32	PP36	1	1.45	0.57	0.32	PP66	1	1.42	0.49	0.28
PP6	1	1.55	0.52	0.32	PP37	1	1.40	0.39	0.25	PP67	1	1.48	0.58	0.28
PP7	1	1.58	0.51	0.32	PP38	1	1.25	0.51	0.25	PP68	1	1.42	0.40	0.26
PP8	1	1.57	0.50	0.31	PP39	1	1.45	0.45	0.28	PP69	1	1.34	0.46	0.22
PP9	2	1.43	0.52	0.32	PP40	1	1.91	0.54	0.27	PP70	1	1.47	0.53	0.31
PP10	1	1.45	0.58	0.28	PP41	1	1.47	0.52	0.28	PP71	1	1.58	0.45	0.22
PP11	1	1.40	0.48	0.30	PP42	1	1.33	0.48	0.29	PP72	2	1.25	0.56	0.30
PP12	1	1.48	0.58	0.31	PP43	2	1.32	0.37	0.26	PP73	1	1.56	0.52	0.30
PP13	1	1.49	0.48	0.32	PP44	1	1.37	0.56	0.27	PP74	2	1.31	0.54	0.26
PP14	1	1.45	0.40	0.24	PP45	2	1.38	0.40	0.26	PP75	-	-	-	-
PP15	1	1.40	0.50	0.30	PP46	2	1.12	0.39	0.25	PP76	1	1.56	0.52	0.33
PP16	2	1.50	0.48	0.33	PP47	1	1.31	0.54	0.26	PP77	2	1.47	0.53	0.31
PP17	1	1.35	0.54	0.31	PP48	2	1.43	0.56	0.30	PP78	1	1.28	0.56	0.34
PP18	1	1.80	0.58	0.24	PP49	1	1.51	0.54	0.29	PP79	2	1.56	0.52	0.30

PP19	1	1.46	0.58	0.26	PP50	1	1.55	0.56	0.32	PP80	1	1.65	0.54	0.30
PP20	1	1.6	0.51	0.28	PP51	2	1.60	0.50	0.30	PP81	1	1.43	0.41	0.32
PP21	1	1.38	0.54	0.29	PP52	1	1.42	0.60	0.29	PP82	2	1.55	0.56	0.32
PP22	1	1.47	0.50	0.32	PP53	1	1.58	0.59	0.28	PP83	2	1.56	0.52	0.33
PP23	2	1.40	0.52	0.33	PP54	1	1.49	0.58	0.27	PP84	1	1.42	0.6	0.29
PP24	-	-	-	-	PP55	1	1.55	0.43	0.30	PP85	1	1.33	0.52	0.28
PP25	1	1.55	0.51	0.29	PP56	1	1.43	0.41	0.32	PP86	2	1.31	0.54	0.26
PP26	1	1.57	0.57	0.34	PP57	2	1.52	0.60	0.30	PP87	1	1.41	0.50	0.26
PP27	2	1.60	0.54	0.32	PP58	2	1.40	0.38	0.29	PP88	1	1.60	0.54	0.32
PP28	1	1.69	0.47	0.28	PP59	1	1.43	0.41	0.32	PP89	2	0.95	0.38	0.25
PP29	1	1.15	0.40	0.24	PP60	1	1.61	0.53	0.22	PP90	1	1.58	0.54	0.31
PP30	1	1.49	0.60	0.28	PP61	2	1.57	0.57	0.31	PP91	2	1.40	0.51	0.32
PP31	2	1.65	0.50	0.26										
Promedio			1.30			1.46			0.51			0.29		
Desviación estándar	Días		0.462319	Longitud		0.1378	Ancho		0.0593	Cápsula cefálica		0.0303		
Máximo			2			1.91			0.6			0.34		
Mínimo			1			0.95			0.37			0.21		

Cuadro 46. Registro individual de duración en días, longitud, ancho del periodo pupal de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867). Cuarta evaluación

Código	Días	Longitud	Ancho	Código	Días	Longitud	Ancho	Código	Días	Longitud	Ancho
P1	5	1.39	0.60	P30	5	1.29	0.57	P59	7	1.40	0.59
P2	7	1.35	0.57	P31	5	1.33	0.56	P60	3	1.44	0.58
P3	7	1.39	0.58	P32	7	1.36	0.54	P61	7	1.33	0.52
P4	7	1.35	0.57	P33	7	1.23	0.54	P62	3	1.24	0.49
P5	9	1.40	0.57	P34	7	1.21	0.52	P63	5	-	-
P6	3	1.40	0.60	P35	7	1.40	0.56	P64	-	1.44	0.58
P7	7	1.31	0.56	P36	7	1.22	0.49	P65	3	1.44	0.55
P8	6	1.33	0.55	P37	7	1.37	0.57	P66	7	1.30	0.54
P9	3	1.35	0.57	P38	7	1.39	0.60	P67	5	1.34	0.53
P10	-	-	-	P39	7	1.29	0.59	P68	7	1.33	0.57
P11	3	1.39	0.60	P40	7	-	-	P69	5	1.40	0.57
P12	7	1.36	0.57	P41	-	1.46	0.5	P70	5	1.40	0.59
P13	5	1.28	0.56	P42	7	1.29	0.57	P71	7	1.27	0.61
P14	5	1.34	0.60	P43	7	1.38	0.47	P72	4	1.30	0.54
P15	-	-	-	P44	7	1.43	0.56	P73	10	1.34	0.53
P16	5	1.16	0.59	P45	9	1.34	0.54	P74	5	1.39	0.57

P17	5	1.13	0.57	P46	7	1.34	0.59	P75	6	1.35	0.54
P18	6	1.18	0.58	P47	7	1.35	0.57	P76	5	1.33	0.54
P19	6	1.33	0.54	P48	7	1.40	0.57	P77	5	1.38	0.59
P20	5	1.34	0.54	P49	7	1.40	0.60	P78	5	1.35	0.54
P21	7	1.32	0.58	P50	5	1.31	0.56	P79	7	1.27	0.67
P22	7	1.38	0.56	P51	5	1.33	0.55	P80	5	1.39	0.56
P23	5	1.37	0.58	P52	5	1.28	0.55	P81	8	1.47	0.54
P24	7	1.38	0.56	P53	3	1.34	0.56	P82	5	1.35	0.50
P25	6	1.42	0.56	P54	3	1.34	0.54	P83	5	1.29	0.53
P26	6	1.38	0.50	P55	6	1.42	0.56	P84	7	1.33	0.57
P27	5	1.29	0.57	P56	3	1.44	0.58	P85	7	1.33	0.49
P28	6	1.33	0.48	P57	6	1.05	0.49	P86	7	1.35	0.55
P29	6	1.35	0.53	P58	7	1.33	0.56	P87	7	1.38	0.58
Promedio			5.93			1.34				0.56	
Desviación estándar	Días		1.4783	Longitud		0.0720		Ancho		0.0333	
Máximo			10			1.47				0.67	
Mínimo			3			1.05				0.47	

Cuadro 47. Registro individual de medida de longitud, ancho y ancho de la cápsula cefálica del estadio adulto de *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867). Cuarta evaluación

Broca	Longitud	Ancho	Cápsula cefálica	Broca	Longitud	Ancho	Cápsula cefálica
BE 1	1.26	0.50	0.52	BE 26	1.26	0.51	0.48
BE 2	1.30	0.45	0.53	BE 27	1.17	0.62	0.55
BE 3	1.34	0.54	0.50	BE 28	1.18	0.51	0.47
BE 4	1.29	0.54	0.53	BE 29	1.22	0.49	0.47
BE 5	1.26	0.56	0.52	BE 30	1.34	0.58	0.55
BE 6	1.20	0.55	0.49	BE 31	1.28	0.57	0.45
BE 7	1.32	0.54	0.41	BE 32	1.27	0.53	0.47
BE 8	1.22	0.53	0.49	BE 33	1.07	0.52	0.50
BE 9	1.31	0.57	0.52	BE 34	1.25	0.52	0.46
BE 10	0.94	0.41	0.37	BE 35	1.25	0.54	0.51
BE 11	1.26	0.57	0.38	BE 36	1.35	0.53	0.51
BE 12	0.84	0.35	0.27	BE 37	1.10	0.55	0.52
BE 13	1.10	0.48	0.45	BE 38	1.15	0.51	0.47
BE 14	1.18	0.52	0.48	BE 39	1.27	0.49	0.48
BE 15	1.23	0.56	0.53	BE 40	1.35	0.52	0.51
BE 16	1.42	0.54	0.50	BE 41	1.31	0.52	0.48

BE 17	1.48	0.57	0.55	BE 42	1.36	0.53	0.47
BE 18	1.30	0.54	0.48				
BE 19	1.26	0.54	0.49				
BE 20	0.88	0.44	0.39				
BE 21	1.32	0.57	0.53				
BE 22	1.45	0.57	0.56				
BE 23	0.97	0.57	0.42				
BE 24	1.17	0.56	0.46				
BE 25	1.31	0.59	0.52				
			Promedio			1.2300	
Longitud			Desviación estándar			0.1397	
			Máximo			1.4800	
			Mínimo			0.8400	
			Promedio			0.5300	
Ancho			Desviación estándar			0.0501	
			Máximo			0.6200	
			Mínimo			0.3500	
			Promedio			0.4800	
Ancho de la cápsula cefálica			Desviación estándar			0.0555	
			Máximo			0.5600	
			Mínimo			0.2700	

