



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS  
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN  
EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**FITOSANIDAD  
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA**

**TABLA DE VIDA Y FECUNDIDAD Y CONSTANTES  
TÉRMICAS DE *Pediculaster mesembrinae* (Canestrini)  
(ACARI: SITEROPTIDAE) Y *Brennandania lambi* (Kreczal)  
(ACARI: PYGMEPHORIDAE), EN CHAMPIÑÓN  
*Agaricus bisporus* (Lange) Imbach.**

**JESÚS TELESFORO HERNÁNDEZ ABARCA**

**T E S I S**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**DOCTOR EN CIENCIAS**

**MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO**

**2007**



La presente tesis titulada: “**TABLAS DE VIDA Y FECUNDIDAD Y CONSTANTES TERMICAS DE *Pediculaster mesembrinae* (Canestrini) (ACARI: SITEROPTIDAE) Y *Brennandania lambi* (Kreczal), (ACARI: PYGMEPHORIDAE), EN CHAMPIÑON *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach.** Realizada por el alumno **JESÚS TELESFORO HERNÁNDEZ ABARCA**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**DOCTOR EN CIENCIAS  
PROGRAMA EN ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA**

**CONSEJO PARTICULAR**

**CONSEJERO:** \_\_\_\_\_  
**DR. JESÚS ROMERO NAPOLES**

**Asesor:** \_\_\_\_\_  
**DR. JOSÉ LUIS CARRILLO SÁNCHEZ**

**Asesor:** \_\_\_\_\_  
**DR. HIRAM BRAVO MOJICA**

**Asesor:** \_\_\_\_\_  
**DR. JOSE TULIO MENDEZ MONTIEL**

Montecillo, Texcoco, Edo. de México, 2007

## AGRADECIMIENTOS

Al Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP-SEP), por financiar mis estudios de Doctorado en Ciencias.

A la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), por otorgarme las facilidades para realizar mis estudios.

Al Programa de Entomología y Acarología del Instituto de Fitosanidad (IFIT), Colegio de Postgraduados, por ser una vez más, participe de mi formación académica.

A mí profesor Consejero, **Dr. Jesús Romero Nápoles**, por su valiosa autoría y atinada dirección.

A los profesores de mí consejo particular:

Dr. Jesús Romero Nápoles	Consejero
Dr. José Luis Carrillo Sánchez	Asesor
Dr. Hiram Bravo Mojica	Asesor
Dr. Tulio Méndez Montiel	Asesor

Gracias por su valiosa asesoría en el trabajo de tesis y revisión del manuscrito.

A los profesores, Dr. Armando Equihua Martínez, Dr. Julio Sánchez Escudero, Dr. Juan Cibrián Tovar, Dr. Jorge Valdez Carrasco, Néstor Bautista Martínez, Dr. Hussein Sánchez Arroyo. que compartieron sus conocimientos como parte de mi formación académica en la Institución CP-IFIT.

A todos los compañeros del Centro de Investigaciones Biológicas (CIB-UAEM).

A mis padres, Jesús Hernández esclava y Paula Abarca López, por su apoyo moral para lograr tan ansiada meta.

Con mucho respeto a la Sra. Elsa Cisneros de García, por su ayuda incondicional que hasta hoy me ha brindado sin ninguna recompensa.

A Carmen y Máx., por su ayuda y comprensión que me han apoyado para concluir esta meta.

Mi agradecimiento a Jaime Reyes Hernández. Por su apoyo moral e incondicional.

A MC. Daniel Ocampo Hernández. Por el apoyo incondicional y préstamo de material de laboratorio.

# ***DEDICATORIA***

## ***A mi Dios***

*Echa sobre Jehová tu carga, y él te sustentará;  
no dejará para siempre caído al justo.*

*Salmo 55:22*

## **A MI ESPOSA:**

***Santa García Cisneros.***

Grandes cosas ha hecho Jehová con nosotros.

## **A MIS HIJOS:**

***Abraham Hernández García.***

***Elsa Hernández García.***

Sobre todas las cosas nunca se olviden de Dios.

## CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE TABLAS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	xi
INDICE DE APÉNDICE (A).....	xv
INDICE DE APÉNDICE (B).....	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS.....	4
2.1 Objetivo general.....	4
2.2 Objetivos específicos para ambas especies de ácaros .....	4
III. REVISIÓN DE	5
LITERATURA.....	5
3.1 Estado actual del champiñón <i>Agaricus bisporus</i> en México.....	6
3.2 Ciclo biológico del champiñón <i>A. bisporus</i> .....	9
3.2.1 Clasificación taxonómica de <i>A. bisporus</i> .....	9
3.3 Ácaros asociados al champiñón <i>A. bisporus</i> .....	10

3.3.1 Ácaros potencialmente dañinos en “Riojal”.....	11
3.3.2 Clasificación taxonómica de <i>Pediculaster mesembrinae</i> .....	11
3.3.3 Diagnósis.....	13
3.3.4 Historia y distribución.....	14
3.3.5 Biología.....	15
3.3.6 Daños.....	15
3.3.7 Control.....	16
3.4 Clasificación Taxonómica de <i>Brennandania lambi</i> .....	17
3.4.1 Diagnósis.....	18
3.4.2 Historia y distribución.....	19
3.4.3 Biología.....	21
3.4.4 Daños.....	21
3.4.5 Control.....	23
3.5 Clasificación Taxonómica de <i>Tricoderma harzianum</i> .....	23
3.5.1 Moho verde <i>Tricoderma harzianum</i> en champiñón.....	25
3.5.2 Características morfológicas de <i>Tricoderma harzianum</i> .....	26
3.5.3 Epidemiología de <i>Tricoderma harzianum</i> .....	27
3.5.4 <i>Tricoderma harzianum</i> como agente de control biológico.....	28
3.6 Importancia de la Tabla de vida.....	30
3.7 Uso de tablas de vida y fertilidad en la Acarología.....	31
3.8 Concepto Grados-Día (°D).....	

<b>IV. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>33</b>
<b>4.1 Establecimiento de las colonias permanentes de <i>Pediculaster</i></b>	<b>33</b>
<b><i>mesembrinae</i> (Canestrini) y <i>Brennandania lambi</i> Kreczal).....</b>	<b>33</b>
<b>4.1.1 Colonia de <i>Pediculaster mesembrinae</i>.....</b>	<b>34</b>
<b>4.1.2 Colonia de <i>Brennandania lambi</i>.....</b>	<b>35</b>
<b>4.1.3 Dispositivo de observación (DO).....</b>	<b>37</b>
<b>4.2 Cultivo de <i>Tricoderma harzianum</i>.....</b>	<b>39</b>
<b>4.3 Tablas de sobrevivencia (<math>l_x</math>) y fecundidad (<math>m_x</math>).....</b>	
<b>4.4 Parámetros demográficos (<math>R_o</math>, <math>T_g</math>, <math>r_m</math> y <math>\lambda</math>) y constantes térmicas (K) de</b>	<b>42</b>
<b><i>Pediculaster mesembrinae</i> y <i>Brennandania lambi</i>.....</b>	
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>44</b>
<b>5.1 <i>Pediculaster mesembrinae</i>.....</b>	<b>44</b>
<b>5.1.1 Ciclo de vida.....</b>	<b>44</b>
<b>5.1.1.1 Huevo.....</b>	<b>45</b>
<b>5.1.1.2 Larva.....</b>	<b>45</b>
<b>5.1.1.3 Larva quiescente (LQ).....</b>	<b>45</b>
<b>5.1.1.4 Adultos.....</b>	<b>45</b>
<b>5.1.1.5 Proporción de sexos.....</b>	<b>47</b>
<b>5.1.2 Curvas de sobrevivencia (<math>l_x</math>).....</b>	<b>48</b>
<b>5.1.3 Curvas de fertilidad (<math>h_x</math>).....</b>	<b>50</b>

5.1.4 Parámetros demográficos ( $R_o$ , $T_g$ , $r_m$ y $\lambda$ ).....	51
5.1.5 Unidades térmicas (K).....	54
5.2 <i>Brennandania lambi</i> .....	60
5.2.1 Ciclo de vida.....	61
5.2.1.1 Huevo.....	61
5.2.1.2 Larva.....	61
5.2.1.3 Larva quiescente (LQ).....	62
5.2.1.4 Adultos.....	63
5.2.1.5 Proporción de sexos.....	63
5.2.2 Curvas de sobrevivencia ( $l_x$ ).....	66
5.2.3 Curvas de fertilidad ( $h_x$ ).....	67
5.2.4 Parámetros demográficos ( $R_o$ , $T_g$ , $r_m$ y $\lambda$ ).....	71
5.2.5 Unidades térmicas (K).....	
VI. CONCLUSIONES.....	81
VII. REVISION DE LITERATURA.....	82
APÉNDICE A: <i>Pediculaster mesembrinae</i> .....	93
APÉNDICE B: <i>Brennandania lambi</i> .....	109



## INDICE DE TABLAS

Pág.

<b>Tabla 1.</b> Tiempo promedio de desarrollo en días de las etapas biológicas de <i>Pediculaster mesembrinae</i> a diferentes temperaturas .....	<b>44</b>
<b>Tabla 2.</b> Valores de $\chi^2$ calculados en la prueba de Logrank al comparar curvas de sobrevivencia (lx), para <i>Pediculaster mesembrinae</i> .....	<b>49</b>
<b>Tabla 3.</b> Parámetros demográficos de <i>Pediculaster mesembrinae</i> a 15, 20. 25 y 30 °C...	<b>53</b>
<b>Tabla 4.</b> Intervalos de confianza de poblaciones estimadas de <i>Pediculaster mesembrinae</i> a diferentes temperaturas, calculados por el método propuesto por Vera y Sotres (1991).....	<b>54</b>
<b>Tabla 5.</b> Tasas de desarrollo (1/T) de <i>Pediculaster mesembrinae</i> a diferentes temperaturas constantes. ....	<b>55</b>
<b>Tabla 6.</b> Ecuaciones de regresión de las tasas de desarrollo contra la temperatura constante, coeficiente de determinación, temperatura umbral y grados día requeridos para el desarrollo de cada estadio de <i>Pediculaster mesembrinae</i> ... ..	<b>55</b>
<b>Tabla 7.</b> Días Grado de desarrollo (°D), Temperatura umbral (T <sub>u</sub> ), unidades calor (uc) y desviación estándar (DS), de las etapas biológicas de <i>Pediculaster mesembrinae</i> .....	<b>56</b>

<b>Tabla 8.</b> Tiempo promedio de desarrollo en días de las etapas biológicas de <i>Brennandania lambi</i> a diferentes temperaturas.....	<b>60</b>
<b>Tabla 9.</b> Valores de $\chi^2$ calculados en la prueba de Logrank al comparar curvas de supervivencia (lx). Para <i>Brennandania lambi</i> .....	<b>65</b>
<b>Tabla 10.</b> Parámetros demográficos de <i>Brennandania lambi</i> a diferentes temperaturas...	<b>69</b>
<b>Tabla 11.</b> Inverso de los parámetros demográficos de <i>Brennandania lambi</i> a diferentes temperaturas y (1/T).....	<b>70</b>
<b>Tabla 12.</b> Capacidad innata de incremento natural ( $r_m$ ) de <i>Brennandania lambi</i> a diferentes temperaturas constantes.....	<b>70</b>
<b>Tabla 13.</b> Días Grado de desarrollo, temperatura umbral, unidades calor y desviación estándar, de las etapas biológicas de <i>Brennandania lambi</i> .....	<b>71</b>
<b>Tabla 14.</b> Tasa promedio de desarrollo de (1/T) para cada una de las etapas de desarrollo de <i>Brennandania lambi</i> .....	<b>72</b>
<b>Tabla 15.</b> Ecuación de regresión de las tasas de desarrollo contra la temperatura constante, coeficiente de determinación, temperatura umbral y grados día requeridos para el desarrollo de cada estadio de <i>Brennandania lambi</i> .....	<b>73</b>

## INDICE DE FIGURAS

Pág.

<b>Figura 1.</b> Ciclo biológico de <i>Agaricus bisporus</i> . (Tomado de Stamets, 1983).....	7
<b>Figura 1.1.</b> Proceso de producción del hongo <i>Agaricus bisporus</i> (Tomado de Martínez-Carrera <i>et al.</i> ,2000).....	8
<b>Figura 2.</b> Hembra adulta de <i>Pediculaster mesembrinae</i> . a) vista dorsal, b) vista ventral, c) primer par de patas, d) segundo par de patas (Tomado de Ferragut, 1997).....	13
<b>Figura 3.</b> Hembra adulta de <i>Brennandania lambi</i> . a) vista dorsal, b) vista ventral, c) primer par de patas, d) segundo par de patas (Tomado de Ferragut <i>et al.</i> , 1997).....	18
<b>Figura 4.</b> Esquema general de <i>Tricoderma harzianum</i> (Tomado de Seaby, 1987).....	26
<b>Figura 5.</b> Cría de <i>Pediculaster mesembrinae</i> ; A) botes de plástico de 1 lt, B) ventilación (malla 300 hilos), C) composta con esporas de <i>Tricoderma harzianum</i> y D) charola de plástico.....	34
<b>Figura 6.</b> Modelo del dispositivo de observación (DO); A) caja de plástico, B) cristal de vidrio, C) ventilación, D) ligas no. 3, E) fluón y F) mezcla de yeso.....	36

<b>Figura 7.</b> Distribución de (DO); A) caja de plástico, B) dispositivo de observación (DO), C) toalla humedad y D) alimento.....	<b>37</b>
<b>Figura 8.</b> Medio de cultivo (PDA); A) <i>Trichoderma harzianum</i> , B) papa dextrosa agar (PDA) y C) caja Petri de plástico.....	<b>38</b>
<b>Figura 9.</b> Curvas de sobrevivencia (lx) de <i>Pediculaster mesembrinae</i> a 15, 20, 25 y 30 °C.....	<b>48</b>
<b>Figura 10.</b> Curva de fertilidad (hx) de <i>Pediculaster mesembrinae</i> a diferentes temperaturas constantes.....	<b>51</b>
<b>Figura 11 A.</b> Huevo, valores de tasa de desarrollo (1/T) de <i>Pediculaster mesembrinae</i> ...	<b>57</b>
<b>Figura 11 B.</b> Larva, valores de tasa de desarrollo (1/T) de <i>Pediculaster mesembrinae</i> ..	<b>57</b>
<b>Figura 11 C.</b> Larva quiescente, valores de tasa de desarrollo (1/T) de <i>Pediculaster mesembrinae</i> .....	<b>58</b>
<b>Figura 11 D.</b> Adulto preoviposición, valores de tasa de desarrollo (1/T) de <i>Pediculaster mesembrinae</i> .....	<b>58</b>
<b>Figura 11 E.</b> Adulto oviposición, valores de tasa de desarrollo (1/T) de <i>Pediculaster mesembrinae</i> .....	<b>59</b>
<b>Figura 11 F.</b> Huevo.-adulto, valores de tasa de desarrollo (1/T) de <i>Pediculaster mesembrinae</i> .....	<b>59</b>
<b>Figura 12.</b> Curvas de sobrevivencia (lx) de <i>Brennandania lambi</i> a 15, 20, 25 y	

30 °C.....	65
<b>Figura 13.</b> Curvas de fertilidad (hx) de <i>Brennandania lambi</i> a diferentes temperaturas constantes.....	67
<b>Figura 14 A.</b> Huevo, valores de tasa de desarrollo (1/T) de <i>Brennandania lambi</i> .....	74
<b>Figura 14 B.</b> Larva, valores de tasa de desarrollo (1/T) de <i>Brennandania lambi</i> .....	74
<b>Figura 14 C.</b> Larva quiescente, valores de tasa de desarrollo (1/T) de <i>Brennandania lambi</i> .....	75
<b>Figura 14 D.</b> Adulto preoviposición, valores de tasa de desarrollo (1/T) de <i>Brennandania lambi</i> .....	75
<b>Figura 14 E.</b> Adulto oviposición, valores de tasa de desarrollo (1/T) de <i>Brennandania lambi</i> .....	76
<b>Figura 14 F.</b> Huevo-adulto, valores de tasa de desarrollo (1/T) de <i>Brennandania lambi</i> .....	76
<b>Figura 15.</b> Vista ventral de <i>Pediculaster mesembrinae</i> . A) apodema metaesternal, B) placa esternal y C) seta metaesternal.....	77
<b>Figura 16.</b> Vista ventral de <i>Brennandania lambi</i> . A) apodema metaesternal, B) sencilia metaesternal y C) uña palpal.....	77
<b>Figura 17.</b> Hembra adulta fisiogástrica. A) huevo, B) adulto hembra en oviposición y C) micelio de <i>Agaricus bisporus</i> .....	78

<b>Figura 18.</b> Larva quiescente. A) larva quiescente e inmóvil y B) micelio de <i>Agaricus bisporus</i> .....	<b>78</b>
<b>Figura 19.</b> Unidad experimental, 40 dispositivos de observación en caja plástica...	<b>79</b>
<b>Figura 20.</b> Material de laboratorio, microscopio estereoscópico y lámpara de luz.....	<b>79</b>
<b>Figura 21.</b> Dispositivo de observación. A) mezcla de yeso con carbón activado, B) orificio de ventilación y C) unidad experimental (DO).....	<b>80</b>
<b>Figura 22.</b> Dispositivo de observación. A) fluón, B) yeso blanco, C) composta de trigo, D) micelio de <i>Agaricus bisporus</i> y E) caja petri de plástico.....	<b>80</b>

## INDICE DE APÉNDICE (A)

Pág.

<b>Cuadro 1 A.</b> Tabla de vida de <i>Pediculaster mesembrinae</i> a temperatura de 15 °C.....	<b>94</b>
<b>Cuadro 2 A.</b> Tabla de vida de <i>Pediculaster mesembrinae</i> a temperatura de 20 °C.....	<b>95</b>
<b>Cuadro 3 A.</b> Tabla de vida de <i>Pediculaster mesembrinae</i> a temperatura de 25 °C.....	<b>96</b>
<b>Cuadro 4 A.</b> Tabla de vida de <i>Pediculaster mesembrinae</i> a temperatura de 30 °C.....	<b>97</b>
<b>Cuadro 5 A.</b> Fertilidad de <i>Pediculaster mesembrinae</i> a temperatura de 15 °C.....	<b>98</b>
<b>Cuadro 6 A.</b> Fertilidad de <i>Pediculaster mesembrinae</i> a temperatura de 20 °C. ....	<b>99</b>
<b>Cuadro 7 A.</b> Fertilidad de <i>Pediculaster mesembrinae</i> a temperatura de 25 °C. ....	<b>100</b>
<b>Cuadro 8 A.</b> Fertilidad de <i>Pediculaster mesembrinae</i> a temperatura de 30 °C. ....	<b>101</b>
<b>Cuadro 9 A.</b> Parámetros demográficos de <i>Pediculaster mesembrinae</i> .....	<b>102</b>
<b>Cuadro 10 A.</b> Oviposición /hembra fisiogástrica de <i>Pediculaster mesembrinae</i> a 15 °C...	<b>103</b>
<b>Cuadro 11 A.</b> Oviposición /hembra fisiogástrica de <i>Pediculaster mesembrinae</i> a 20 °C..	<b>104</b>
<b>Cuadro 12 A.</b> Oviposición /hembra fisiogástrica de <i>Pediculaster mesembrinae</i> a 25 °C...	<b>105</b>
<b>Cuadro 13 A.</b> Oviposición /hembra fisiogástrica de <i>Pediculaster mesembrinae</i> a 30 °C...	<b>106</b>
<b>Cuadro 14 A.</b> Prueba de Logrank (estudio comparativo).....	<b>107</b>
<b>Cuadro 15 A.</b> Prueba de traslape de intervalos para comparar tasa intrínseca de incremento natural ( $r_m$ ).....	<b>108</b>

## INDICE DE APÉNDICE (B)

Pág.

<b>Cuadro 1 B.</b> Tabla de vida de <i>Brennandania lambi</i> a temperatura de 15 °C.....	<b>110</b>
<b>Cuadro 2 B.</b> Tabla de vida de <i>Brennandania lambi</i> a temperatura de 20 °C.....	<b>111</b>
<b>Cuadro 3 B.</b> Tabla de vida de <i>Brennandania lambi</i> a temperatura de 25 °C.....	<b>112</b>
<b>Cuadro 4 B.</b> Tabla de vida de <i>Brennandania lambi</i> a temperatura de 30 °C.....	<b>113</b>
<b>Cuadro 5 B.</b> Fertilidad de <i>Brennandania lambi</i> a temperatura de 15 °C.....	<b>114</b>
<b>Cuadro 6 B.</b> Fertilidad de <i>Brennandania lambi</i> a temperatura de 20 °C. ....	<b>115</b>
<b>Cuadro 7 B.</b> Fertilidad de <i>Brennandania lambi</i> a temperatura de 25 °C. ....	<b>116</b>
<b>Cuadro 8 B.</b> Fertilidad de <i>Brennandania lambi</i> a temperatura de 30 °C. ....	<b>117</b>
<b>Cuadro 9 B.</b> Parámetros demográficos de <i>Brennandania lambi</i> .....	<b>118</b>
<b>Cuadro 10 B.</b> Oviposición /hembra fisiogástrica de <i>Brennandania lambi</i> a 15 °C.....	<b>119</b>
<b>Cuadro 11 B.</b> Oviposición /hembra fisiogástrica de <i>Brennandania lambi</i> a 20 °C.....	<b>120</b>
<b>Cuadro 12 B.</b> Oviposición /hembra fisiogástrica de <i>Brennandania lambi</i> a 25 °C.....	<b>121</b>
<b>Cuadro 13 B.</b> Oviposición /hembra fisiogástrica de <i>Brennandania lambi</i> a 30 °C.....	<b>122</b>



## RESUMEN

Se realizó un estudio de tablas de vida y fecundidad y constantes térmicas de *Pediculaster mesembrinae* (Canestrini) (Acari: Siteroptidae) y *Brennandania lambi* (Kreczal) (Acari: Pygmephoridae) en condiciones controladas (15, 20, 25 y 30 °C, humedad relativa de  $60 \pm 5$  %) con cohortes de 40 ácaros confinados individualmente en dispositivos de observación (DO). Como sustrato y alimento se utilizó paja fermentada (composta) inoculada con esporas de *Trichoderma harzianum* Rifai, para *P. mesembrinae*; mientras que para *B. lambi* se utilizó micelio de *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach. Para la construcción de tablas de vida se partió de huevecillos con una edad promedio de 5 horas, observándolos cada 12 horas hasta que el último individuo murió. Se definieron las etapas del ciclo de vida, para esto se obtuvieron las curvas de supervivencia ( $l_x$ ) y fecundidad ( $m_x$ ) y se estimaron los parámetros poblacionales y las constantes térmicas para cada especie. El ciclo de vida de *P. mesembrinae* y *B. lambi* incluyeron los estadios de huevo, larva, larva quiescente o ninfocrisálida y adulto, sólo se observaron hembras en dos poblaciones. La duración del ciclo de vida y la longevidad total tuvieron una relación inversa (lineal) con la temperatura. Los valores de la tasa intrínseca de incremento ( $r_m$ ) para *P. mesembrinae* fueron de 0.146, 0.132, 0.170 y 0.204., mientras que los valores  $r_m$  para *B. lambi* fueron

0.156, 0.167, 0.198 y 0.295 a temperaturas de (15, 20, 25 y 30 °C), respectivamente. Las tasas de desarrollo tuvieron una relación lineal directa con la temperatura, mientras que las temperaturas umbral oscilaron entre 0.17 y 1.03 °C para *P. mesembrinae* y de 6.01 a 6.74 °C para *B. lambi*. El desarrollo de huevo-adulto requirió de 190.58 grados día para *P. mesembrinae* y 214 grados día para *B. lambi*.

## ABSTRACT

Life and fecundity table studies on *Pediculaster mesembrinae* (Canestrini) (Acari: Siteroptidae) and *Brennandania lambi* (Kreczal) (Acari: Pygmephoridae) were conducted under controlled conditions (15, 20, 25 and 30°C, 60 ± 5 % relative humidity, using cohorts of 40 individually confined mites in observation devices (DO). Fermented wheat straw (compost) previously inoculated with *Trichoderma harzianum* Rifai and *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach spores was used as substrate and food source for *P. mesembrinae* and *B. lambi*, respectively. The study started with mite eggs approximately 5 h old, which were observed every 12 hours until the last individual was dead, The life cycle stages were defined for which survival ( $l_x$ ) and reproduction ( $m_x$ ) curves were obtained and population parameters and thermic constants were estimated for each species. The life cycle of *P. mesembrinae* and *B. lambi* included the stages of egg, larva, quiescent larva or nymphocrysalis, and adult; only females were observed in two populations. Duration of the life cycle of *P. mesembrinae* as well as total longevity showed an inverse (linear) relationship with temperature. Values of ( $r_m$ ) (intrinsic rate of increase) for *P. mesembrinae* were 0.146, 0.132, 0.170 and 0.204, for 15, 20, 25 and 30°C, respectively. For *B. lambi* were 0.156, 0.167, 0.198 and 0.295 for the some temperatures. Developmental rates had a direct and linear relationship with temperature; and threshold temperatures ranged between 0.17 and 1.03 °C

for *P. mesembrinae* and between 6.01 and 6,74 °C for *B. lambi*. Development from egg to adult required 190.58 degree days for *P. mesembrinae* and 214 degree day for *B. lambi*.

## I. INTRODUCCIÓN.

En los últimos años la industria del champiñón *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach, ha tenido un rápido crecimiento a nivel mundial, lo que ha ocasionado también un rápido incremento de plagas y enfermedades que lo han afectado fuertemente (Vedder, 1986). Entre éstas se encuentran los ácaros *Pediculaster mesembrinae* (Canestrini) (ácaro rojo) y *Brennandania lambi* (Kreczal) (ácaro blanco), cuyos daños disminuyen considerablemente el rendimiento del champiñón (Al-Almadi, 1995). Cuando el ácaro rojo *P. mesembrinae*, se alimenta del hongo parásito *Tricoderma harzianum*, reduce los daños que este último ocasiona en el cultivo de *A. bisporus*, pero si no existe *T. harzianum* entonces el ácaro se alimenta directamente del micelio del propio *A. bisporus* y el resultado de esto es un daño directo al cultivo. El ácaro blanco *B. lambi*, que se alimenta directamente del micelio del champiñón *A. bisporus*, deteriorando así la calidad del producto (Vedder, 1986). *P. mesembrinae*, se encuentra ampliamente distribuido y se le ha detectado en varias partes del Continente Americano (Smiley, 1978), Europa (Gurney y Hussey, 1967) y Australia (Clift y Terras, 1995). Esta especie se asocia al cultivo del champiñón y sin duda se ha dispersado debido al comercio de material contaminado (Camerik, 2001). De Lillo (1990), menciona que *P. mesembrinae* tiene la capacidad de alimentarse y reproducirse en sustrato invadido por el hongo *T. harzianum* y es incapaz de alimentarse y reproducirse sobre sustrato colonizado de micelio de *A. bisporus*. El daño indirecto

que ocasiona este ácaro, es que presenta en su cuerpo estructuras especiales (esporoteca) en las que puede transportar de un lugar a otro esporas del hongo *Tricoderma harzianum*, estimulando el desarrollo y compitiendo con el micelio del *Agaricus bisporus* e inhibiendo el desarrollo de los cuerpos fructíferos (Linquist,1985). Clift y Terras (1995), mencionan que el ataque de *Pediculaster mesembrinae* resulta en mermas importantes en el rendimiento de este cultivo; lo corto de su ciclo biológico, ha hecho que las hembras del ácaro rojo sean partenogénicas y estén listas para la el predominio total del sexo femenino, teniendo un incremento rápido de la población en champiñón (De Lillo, 1990). Mientras que el ácaro *Brennandania lambi*, se constituye como una de las principales plagas más graves del champiñón cultivado *A. bisporus*, y si no se controla provoca daños que llevan a la reducción de la producción como ha ocurrido en el sur de Australia, Nueva Zelanda y este de China (Wu, 1993). En 1996, se detectaron poblaciones altas de *B. lambi* en la Industria champiñonera de Castilla-La Mancha, España y en 1997 en la de La Rioja (Ferragut, 1997). Actualmente, no existen datos de esta especie de ácaro fuera de las zonas geográficas antes mencionadas, por lo que su detección en la industria champiñonera “El Riojal” en Las Vigas de Ramírez, Municipio de Perote, Veracruz., constituye el primer reporte de la misma en México, así como el hecho de que se trata de una especie introducida.

Su presencia como plaga establecida en México (comunicación personal con el Ing. Juan Carlos Sucarrats Dañobeitia, 2003)\*, plantea una situación nueva en las industrias champiñoneras del país. Donde a partir del año mencionado empezó a considerarse como plaga de importancia económica, y de cuya biología y hábitos alimenticios se conoce poco.

\* (Juan Carlos Sucarrats Dañobeitia, 2003. Industria Champiñonera “El Riojal”, Vigas de Ramírez. Perote, Veracruz, México).

Con base en lo anterior y conociendo la problemática que ejercen los ácaros *Pediculaster mesembrinae* y *Brennandania lambi*, se plantearon los siguientes objetivos.

## II. OBJETIVOS.

### 2.1 Objetivo general.

- \* Construir tablas de vida y fecundidad y constantes térmicas de los ácaros *Pediculaster mesembrinae* y *Brennandania lambi*.

### 2.2 Objetivos específicos para ambas especies de ácaros.

- \* Determinar curvas de sobrevivencia ( $l_x$ ) y fecundidad ( $m_x$ ) de cada especie.
- \* Evaluar parámetros demográficos. ( $R_0$ ,  $T_g$ ,  $r_m$ ,  $\lambda$ ) de cada especie.
- \* Determinar constantes térmicas (K) y calcular los grados día ( $^{\circ}D$ ) para cada especie.



### III. REVISION DE LITERATURA.

#### 3.1 Estado actual del champiñón *Agaricus bisporus* en México.

La producción a nivel mundial del champiñón *A. bisporus*, constituye el 38 % de los hongos comestibles cultivados (2,424,000 ton), seguido de *Pleurotus spp.*, con el 24 %; *Auricularia*, 11 %; *Lentinula edodes*, 10%; *Volvariella*, 6 %; *Flammulina*, 4%; *Tremella*, 5% y otros con el 2% (Gea, 1997). El principal productor es China con 1,640,900 toneladas, que constituye el 54% del total de la producción mundial (Royse, 1997). Actualmente, en México no se cuenta con cifras exactas y periódicas; sin embargo, puede considerarse que a escala nacional la producción de champiñón *Agaricus bisporus* rebasan las 23 toneladas diarias; es decir 8,418 toneladas de hongo fresco al año (Martínez *et al.* 1991). El cultivo de hongos en México hizo su aparición en el año de 1930 y para 1947 se formó la primera asociación, de la cual nació la empresa Hongos Leben de México, lo que hoy se conoce como Grupo Monte Blanco S.A. (Martínez, 1991). Al principio de 1990, se constituyeron varias industrias productoras de champiñón y otros hongos en varios estados de la República Mexicana; tales como PROVEMEX S.A. de C.V., hoy champiñones de Los Altos (Grupo Monte Blanco); Champiñones de Occidente en el estado de Jalisco; Gigante Verde, hoy Champiñones San Miguel (Guanajuato); Champiñones de Camargo (Chihuahua); Champiñones Las Capillas (San Luis Potosí); Agroindustrias MARVEX, en Toluca (Estado de México); Industria Champiñonera “El Riojal” Vigas de Ramírez, Perote,

Veracruz; La Michoacana de Champiñones (Michoacán); Alimentos Selectos de Tlaxcala (Tlaxcala) y actualmente algunas otras que están en vías de construcción en los estados de Jalisco, Nuevo León, Tlaxcala, Puebla, Oaxaca, Veracruz, Hidalgo y Chiapas y en los próximos cinco años se estima que la producción y consumo se incrementará en un 100 %.

Actualmente en Latinoamérica la producción está cercana a las 30,000 toneladas anuales. El enorme potencial de mercado que representa esta región hará que tanto el capital local como el extranjero fije la mirada en este cultivo en el futuro (Fernández, 2001).

### **3.2 Ciclo biológico del champiñón *Agaricus bisporus*.**

El ciclo de vida del champiñón *Agaricus bisporus*, es una sucesión por etapas, que va desde la germinación de esporas hasta la formación de cuerpos fructíferos. Bajo condiciones adecuadas (humedad relativa, temperatura, pH del sustrato) las esporas de *A. bisporus* desarrollan un tubo “germinal” que crece y origina una hifa, la que se ramifica formando así un conjunto de micelio primario, el cual continúa ramificándose hasta formar el micelio secundario. El cual es desde el punto de vista funcional similar al sistema radicular de los vegetales, ya que la absorción de los nutrientes se efectúa por este medio; además, tiene la función de anclar los esporoforos al sustrato. Esta primera etapa de crecimiento micelial se conoce como fase vegetativa. El cambio de las condiciones ambientales

(temperatura, humedad relativa y ventilación) induce al organismo a pasar de un desarrollo vegetativo a uno generativo (fase generativa). Al inicio de esta fase se forman primordios, con la unión de hifas, que crecen y dan origen a la estructura visible, comúnmente conocido como hongo, champiñón o científicamente conocido como cuerpo fructífero o esporóforo. El desarrollo de este empieza con la aglomeración de filamentos del micelio que van a formar una pequeña esfera denominada primordio o cabeza de alfiler Figura 1. Después de unos días, el primordio alcanza el tamaño de un chícharo y posteriormente se distingue un estípite y un pileo. Cuando madura el esporóforo se producen las esporas sexuales en la parte inferior del pileo, comúnmente conocido como sombrero (Leal, 1985).

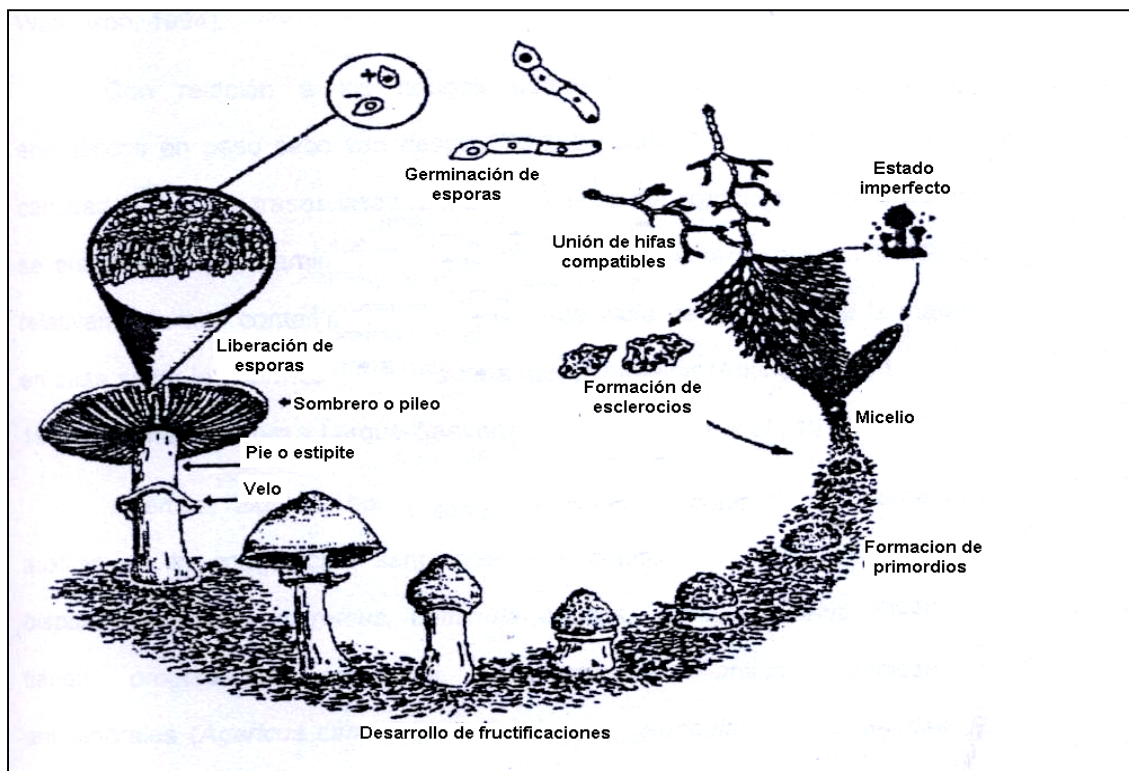


Figura 1. Ciclo biológico de *Agaricus bisporus*. Tomado de Stamets (1983).

El proceso de producción de champiñón, se esquematiza en la (figura 1.1) que comprende las fases de:

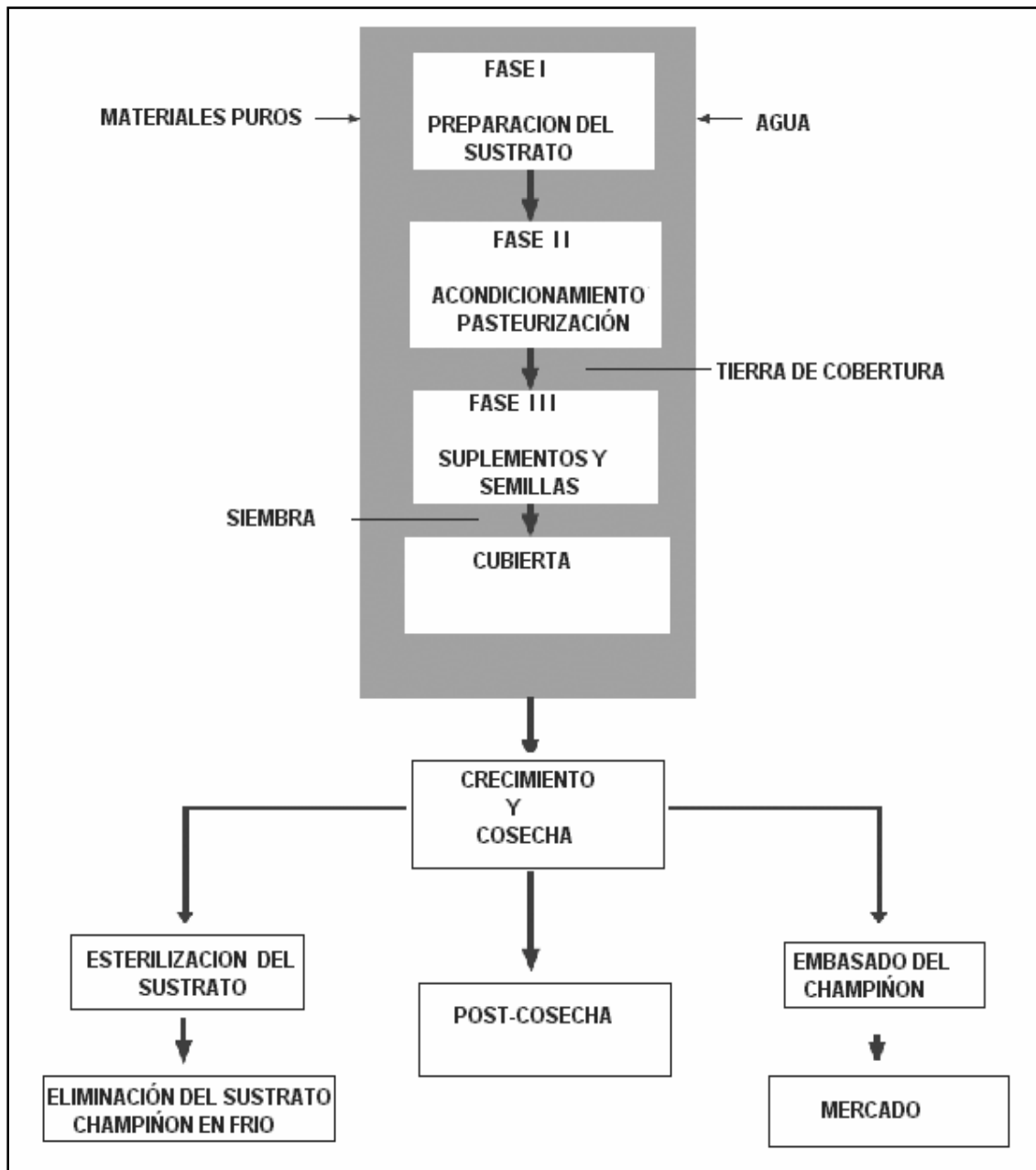


Figura 1.1. Proceso de producción del hongo *Agaricus bisporus* (Tomado de Martínez-Carrera *et al.*, 2000).

### **3.2.1 Clasificación taxonómica de *Agaricus bisporus*.**

A este hongo se le conoce comúnmente como champiñón blanco. De acuerdo a Harol *et al.* (1988) presenta la siguiente clasificación.

Reino: Fungy

División: Amastigomycotes

Subdivisión: Basidiomycotina

Clase: Basidiomycetes

Orden: Agaricales

Familia: Agaricaceae

Genero: *Agaricus*

Especie: *A. bisporus* (Lange) Imbach.

### **3.3 Ácaros asociados al champiñón *Agaricus bisporus*.**

Los ácaros son organismos pequeños que se pueden encontrar en muy diversos hábitats de la naturaleza, en ambientes terrestres y acuáticos, incluyendo aguas termales. Es un grupo muy diverso y complejo, por lo que presenta diferencias muy marcadas en morfología y hábitos de alimentación (micófagos, depredadores, fitófagos, bacteriófagos). Muchos de ellos son parásitos de insectos o foréticos de invertebrados y vertebrados, e incluso para el hombre (Hoffman, 1988).

### 3.3.1 Ácaros potencialmente dañinos en “Riojal”.

Existen algunos ácaros dañinos, que se pueden establecer en plantas productoras de champiñón en todas las etapas del proceso productivo. Son muy abundantes en la composta durante la primera fase de compostaje y en tierra de cobertura que corresponde a la segunda fase del proceso de compostaje (Figura 1.1). La mayoría de las especies que se pueden ver con facilidad son los de hábitos depredadores, mismos que se alimentan de bacterias, nemátodos y de otras especies de ácaros presentes durante la producción. Una pasteurización de la paja bien realizada a temperatura alta 160 °F (56 °C) mata a todos los organismos presentes en la composta (Fletcher *et al.*, 1991). Algunas especies de ácaros producen alteraciones al sistema de producción de champiñón como son: *Pediculaster mesembrinae*, *Brennandania lambi*, *Histiostoma feroniarum* (Dufor), *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank), *Pediculaster pseudomanicatus* (Camerik) (Hussey, 1964).

### 3.3.2 Clasificación taxonómica de *Pediculaster mesembrinae*.

A este organismo se le conoce comúnmente como ácaro rojo del champiñón. De acuerdo a Krantz (1978) y Camerik (2001) la especie presenta la siguiente clasificación.

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Arachnida

Subclase: Acari

Orden: Acariformes

Superfamilia: Pygmephoroidae

Familia: Siteroptidae

Género: *Pediculaster*

Especie: *P. mesembrina* (Canestrini).

### 3.3.3 Diagnosis.

De acuerdo a Ferragut *et al.* (1977) la hembra mide aproximadamente 250  $\mu\text{m}$  de longitud, presenta un gnatosoma con tres pares de setas dorsales largas y bien visibles, las dos anteriores situadas entre los estigmas y los órganos pseudoestigmáticos. El idiosoma está formado de cuatro terguitos (denominados

C, D, EF y H); su quetotaxia se dispone de la siguiente manera, las setas posteriores muy largas que alcanzan la inserción de las setas del terguito C (Figura 2); los terguitos dorsales con setas largas, gruesas y aserradas y con el tegumento de los márgenes posteriores granulados. Terguito C con dos pares de setas, siendo las exteriores de mayor longitud y terguito D con un par de setas que superan el margen posterior de la placa. El terguito EF, con dos pares de setas, de las que el par exterior es muy corto y el interior muy largo, ya que alcanza el final del cuerpo. Terguito H con dos pares de setas, las exteriores cortas y las internas gruesas y cerradas. La superficie ventral con apodemas gruesos entre los dos primeros pares de patas, alrededor de los cuales se localizan seis pares de setas: apodemas interrumpidos hasta las coxas del tercer par de patas. Apodemas interrumpidos hasta las coxas de las patas IV. El idiosoma termina con tres pares de setas, de las cuales el primero y el tercero par son cortas y el segundo largas. Los tarsos de la pata I con una uña terminal gruesa curvada en forma de gancho y cuatro solenidios de forma diferente. La pata II termina en un par de uñas y un empodio membranoso, con un solenidio situado cerca de la base del tarso.



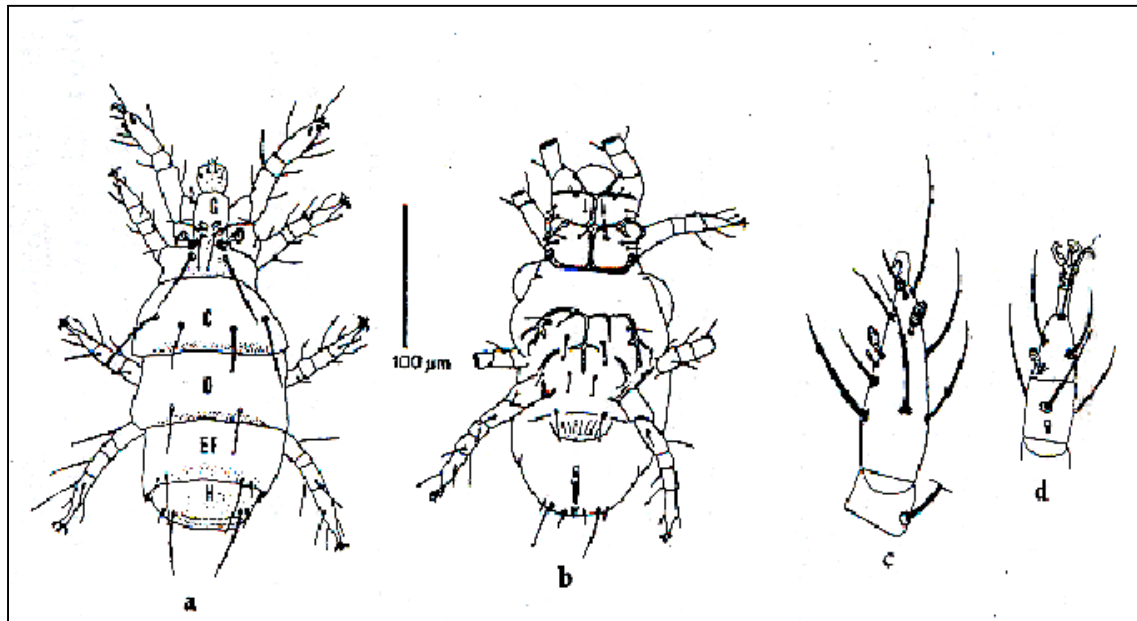


Figura 2. Hembra adulta de *Pediculaster mesembrinae*. a) vista dorsal, b) vista ventral, c) primer par de patas, d) segundo par de patas. Tomado de (Ferragut, 1997).

### 3.3.4 Historia y distribución.

*P. mesembrinae*, tiene una distribución cosmopolita (Smiley, 1978; Gurney y Hussey, 1967; Clift y Terras, 1995). Su posición taxonómica es incierta, ya que Cross (1973) incluye a la especie en la superfamilia Pygmephoroidae, en tanto que Ferragut (1997) lo sitúa en la familia Siteroptidae; por otro lado cuenta la especie con varias sinonimias como: *Pygmephorus americanus*, *Siteroptes mesembrinae*, *Bakerdania lambi* y *Pygmephorus mesembrinae*.

### 3.3.5 Biología.

El ciclo completo de huevo, larva, larva quiescente y adulto de *Pediculaster mesembrinae* transcurre en un tiempo de 7 días a 16 °C y 4 días a 24 °C. La hembra se reproduce mediante partenogénesis o después de ser fecundada por el macho, llega a poner cerca de 170 huevos en un lapso de 5 días. De los huevos fecundados surgen ninfas hembras con seis patas, de los huevos sin fecundar surgen machos con ocho patas, estos ácaros no mudan hasta llegar al estado adulto. La población tiene una proporción sexual de 120 hembras por macho (Witch y Snetsinger, 1971).

De Lillo (1990) indica que *P. mesembrinae* tiene la capacidad de alimentarse y reproducirse en un sustrato invadido por *Tricoderma harzianum*, *Tricoderma viridae*, *Chrysonilia sitophila* y *Micogone pernicioso* y es incapaz de alimentarse y reproducirse sobre un sustrato colonizado de micelio de *A. bisporus* y *Pleurotus eryngii*; en tanto que Witch y Snetsinger (1971), indican que este ácaro también se puede alimentar del hongo *Nigrospora oryzae*.

Cuando existen poblaciones grandes de *P. mesembrinae*, estos se acumulan sobre la tierra de cobertura y alrededor del champiñón, las camas toman un color café-rojizo llamado “Colacao” (nombre de una marca de chocolate en España); lo corto de su ciclo de vida, el hecho de que las hembras estén listas para la partenogénesis desde que se forman y el predominio del sexo femenino,

explica el rápido incremento de la población en el cultivo de champiñón. De forma adicional estos ácaros se valen de diferentes dípteros, como sciáridos, fóridos y cecidómidos para transportarse (foresia) a la superficie y así iniciar un viaje a otras cepas o incluso a otros invernaderos de cultivo (De Lillo, 1990).

### **3.3.6 Daños.**

Uno de los principales daños que ocasiona la presencia de *P. mesembrinae* en champiñón, es la merma de producción y la calidad del producto, afectando de un 30 a 60 % del cultivo; este ácaro presenta en su cuerpo estructuras de almacenamiento de esporas del hongo *Tricoderma*, que es su principal alimento y estimulan el desarrollo de éste, mismo que posteriormente compite con el *A. bisporus* al establecerse en la tierra de cobertura, invadiendo e inhibiendo el desarrollo de los cuerpos fructíferos del champiñón (Linguist, 1985).

### **3.3.7 Control.**

Actualmente, debido a la importancia que tiene esta especie de ácaro a nivel mundial, es de relevancia indicar su presencia en México; por otro lado es conveniente mencionar que no existe información precisa sobre su control. De la poca información existente sólo se mencionan las estrategias de control químico dirigido a *P. mesembrinae* y de forma colateral también se utiliza el control de

dípteros foréticos que diseminan los ácaros en el cultivo de champiñón (Fletcher, 1991).

### **3.4 Clasificación Taxonómica de *Brennandania lambi*.**

A este organismo se le conoce comúnmente como ácaro blanco del champiñón. De acuerdo a Krantz (1978) y Cross (1965), la especie presenta la siguiente clasificación.

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Arachnida

Subclase: Acarina

Orden: Acariforme

Súper familia: Pygmephoridea

Familia: Pygmephoridae

Genero: *Brennandania*

Especie: *B. lambi* (Kreczal).

### 3.4.1 Diagnosis.

La hembra mide de 240 a 260  $\mu\text{m}$  de longitud. El gnatosoma presenta dos pares de setas dorsales, la anterior muy corta y difícil de ver, la posterior gruesa serrada y situada junto a los órganos pseudoestigmáticos, superficie dorsal del idiosoma formado de cuatro terguitos (denominados C, D, EF y H), todos ellos presentan setas muy gruesas y ligeramente serradas, de una longitud media (ente los 16 y 28  $\mu\text{m}$ ) y su superficie esta ligeramente granulada y surcada, en ocasiones por ligeras estriaciones. El terguito C con dos pares de setas y ornamentado con estrías longitudinales en su margen posterior. Terguito D, con un par de setas que no alcanzan el margen posterior de la placa y un par de poros situados cerca de los márgenes laterales, terguito EF con dos pares de setas ligeramente estriada en su mitad posterior, terguito H con dos pares de setas cortas y un par de poros que se localizan por encima de las inserciones del par de setas del exterior. (Ferragut *et al.*, 1997).

La superficie ventral con dos apodemas en forma de “Y” entre los dos primeros pares de patas, alrededor de los cuales se encuentran cuatro pares de setas. Un apodema en forma de cruz entre las bases del tercer par de patas, que no llega a las coxas de estos apéndices (Figura 3). El idiosoma termina con dos pares de setas cortas de la misma longitud. Los tarsos de la pata I (primer par de patas) sin uña terminal y con tres solenidios presentes (setas quimiosensibles),

que son cortos y redondeados; la pata II terminada en un par de uñas y un empodio membranoso, con dos solenidios situados en la base del tarso y sobre la tibia (Ferragut *et al.*, 1997).

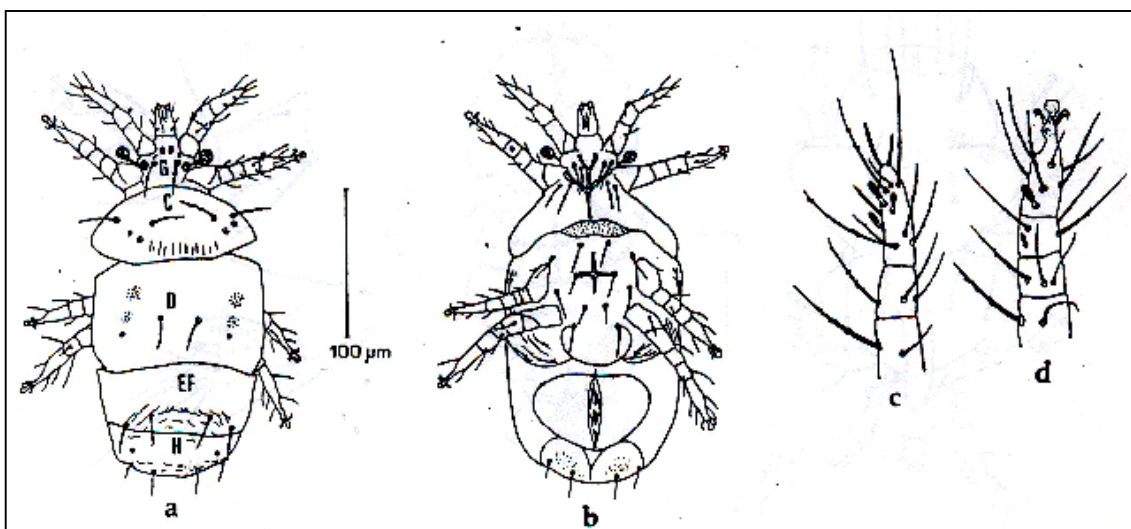


Figura 3. Hembra adulta de *Brennandania lambi*. a) vista dorsal, b) vista ventral, c) primer par de patas, d) segundo par de patas. (Tomado de Ferragut *et al.*, 1997).

### 3.4.2 Historia y distribución.

*B. lambi* fue descrita a partir de unos ejemplares recolectados sobre champiñón en Nueva Zelanda (Kreczal); posteriormente su presencia fue señalada en Nueva Gales (sur de Australia), asociado siempre al champiñón cultivado donde produce pérdidas de consideración (Clift y Toffolon, 1981). Más tarde se le reporta en el este de China, en donde provocó grandes daños en champiñón, principalmente en la Provincia de Shangai (Gao *et al.*, 1986). Según Ferragut *et al.*

(1997) en 1985 se detectó la presencia del ácaro blanco en España (La Rioja) y al igual que en las otras localidades también en este país provocó grandes pérdidas económicas en el cultivo de champiñón.

Los estados móviles de *Brennandania lambi* se alimentan y se reproducen solamente en micelio de *Agaricus bisporus* y no se ha reportado hasta este momento daños en otras especies de champiñón como en *Agaricus bitorqui*.

En México, en el año 2002 se detectó la presencia de *B. lambi* en la planta productora de champiñones “El Riojal” localizada en Vigas de Ramírez, municipio de Perote, Veracruz. Inicialmente se reportaron poblaciones elevadas de un ácaro, del cual se decía que tenía un comportamiento muy diferente a los ácaros tradicionales, ya que éste presentaba una enorme agilidad de desplazamiento, y además se detectó la desaparición rápida de micelio, reflejándose en pérdidas considerables en la producción de champiñón. Posteriormente se confirmó la introducción de *B. lambi* a México.

### **3.4.3 Biología.**

Los estadios de *B. lambi* son descritos como huevo, larva, larva quiescente (ninfocrisálida) y adulto (Gao y Zou, 2001); el tiempo que transcurre para que se lleve a cabo el ciclo completo (huevo-huevo) a 18 °C es de 17 días y a 27 °C en 10 días. Las larvas pasan tan solo en unas horas a un estado quiescente, los machos

emergen uno o dos días antes que las hembras, posteriormente se aparean. Las hembras adultas buscan un lugar con bastante micelio de *A. bisporus*, después de alimentarse de éste por cuatro días, comienzan a ovipositar (30-170 huevos/hembra), para posteriormente morir. Los machos no se alimentan, por lo que la hembra es la que resulta peligrosa. La población puede multiplicarse en tan solo 2.5 días, tiene una relación de 1.9 hembras/macho y la temperatura óptima para el desarrollo de *B. lambi* es de 28 °C, cuando se alcanzan los 30 °C, ya no se reproducen (Gao y Zou, 2001). La peligrosidad de este ácaro diminuto, que no alcanza los 0.3 mm de longitud, se debe a que se alimenta exclusivamente del micelio de *A. bisporus* (Wu y Zhang, 1993).

Se ha demostrado que *B. lambi* puede alimentarse y reproducirse sobre *A. bisporus* y *A. bitorquis*, pero no se alimenta sobre el hongo *T. harzianum* (Wu y Zhang, 1993). En el estudio más completo realizado sobre las preferencias alimentarias de este ácaro, se confirma su afinidad por *A. bisporus*, señalando que pueden reproducirse también cuando es alimentado con los micelios de *Auricularia aurícula* Hook., *Hericiium erinaceus* (Fab) y *Tremella fuciformis* (Berk). Sin embargo, no es capaz de completar su desarrollo sobre *Lentinus edodes* (Berk), *Pleurotus ostreatus* (Fr.) y *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer (De Lillo, 1990).



#### **3.4.4 Daños.**

Wu y Ma (1988), indican que en China las pérdidas de producción por la presencia de *Brennandania lambi* puede llegar de 40 a 60 %, cuando la densidad de los ácaros es pequeña su presencia pasa inadvertida; sin embargo, el incremento rápido de su población llega a formar grandes enjambres que emigran a la superficie de la tierra de cobertura. Cuando alcanzan la segunda fase de producción, la pérdida es muy notoria y en muchos casos prácticamente no se cosecha champiñón (Ferragut *et al.*, 1997).

#### **3.4.5 Control.**

Clift y Toffolon (1981) indican que en Australia, se ha visto que *B. lambi* se dispersa mediante foresia por medio de pequeñas moscas de las familias Sciaridae, Phoridae y Cecidomyiidae. Por lo que estos autores proponen la eliminación total de dípteros como medida que contribuye a reducir las poblaciones de pigmefóridos. En Shangai, por el contrario, la contaminación a través de moscas que transportan a los ácaros tienen poca importancia y la fuente de infección principal es la semilla o micelio del hongo, que está contaminada cuando se mezcla con la composta (Wu y Ma, 1988: Wu y Zhang, 1993). En cada zona donde se manifiesta como perjudicial al cultivo, se han desarrollado medidas de control diferentes. En China, donde la infección tiene lugar a través del micelio del hongo, se ha estudiado el efecto de temperaturas extremas sobre la

supervivencia de los ácaros. Se sabe que a la exposición a 50 °C durante 1 hora o a -10 °C durante 24 horas produce la muerte de todos los estados de desarrollo, por lo que un correcto tratamiento calórico durante la fase II de compostaje junto a la congelación de la semilla durante 24 horas a -10 °C elimina o al menos reduce los problemas causados por esta plaga. Asimismo, demostraron que la congelación de semilla no produce ningún efecto negativo sobre la viabilidad de crecimiento micelial (Wu y Zhang, 1993). Así mismo, la utilidad del control químico no ha sido considerada, hasta ahora para combatir esta plaga.

En principio, no se contempla el uso de insecticidas u acaricidas por la toxicidad que representa la aplicación directa sobre los champiñones, aunque podría utilizarse para desinfectar las naves en los momentos que no hay producción y actualmente no se conoce la sensibilidad a los productos químicos y existe poca información sobre el efecto de estas sustancias sobre los dípteros que actúan como vehículos para la dispersión de los ácaros, hay que tener en cuenta que aunque las plagas presentes en champiñón suelen tener un carácter cosmopolita, las especies de moscas en las que se desplazan los ácaros son diferentes según las zonas geográficas (Ferragut *et al.*, 1997).

### 3.5 Clasificación Taxonómica de *Tricoderma harzianum*.

A este hongo se le conoce como moho verde. De acuerdo a Wuest *et al.* (1996) presenta la siguiente clasificación.

Reino: Fungí

Phylum: Ascomycota

Clase: Ascomycetes

Orden: Hypocreales

Familia: Hypocreaceae

Genero: *Tricoderma*

Especie: *T. harzianum* Rifai.

#### 3.5.1 Moho verde *Tricoderma harzianum* en champiñón.

*T. harzianum* es un hongo saprófito que ha causado serios problemas al cultivo de champiñón *Agaricus bisporus*, ocasionando pérdidas de un 40 a 60 % de la producción (Fletcher, 1987). Varias especies de *Tricoderma* han sido aisladas de composta y de tierra de cobertura; Sinden (1971) indica que las especies más importantes asociadas al cultivo de champiñón son *T. harzianum* y *T. viride*.

De acuerdo a Vedder (1978) y Seaby (1987), *T. harzianum* se ha presentado como contaminante en semillas de trigo, arroz, etc. conservadas en malas condiciones; en tanto que Geels *et al.* (1988) indican que este hongo es un degradador de celulosa y que por lo general es posible encontrarlo como parte de la flora de suelos ácidos.

Durante los años de 1995 y 1997, aparecieron diversos brotes de moho verde en el cultivo de champiñón en Irlanda, ocasionando pérdidas de 1 millón de libras (Seaby, 1987; Stauton, 1987). Las relaciones interespecíficas de las especies de *Tricoderma* y *Agaricus* no son totalmente conocidas; sin embargo el género *Tricoderma* se distingue por su micoparasitismo y por su capacidad de producir toxinas y antibióticos (Fletcher *et al.*, 1989).

La presencia de *T. harzianum* que crece en la composta, se hace evidente cuando hay carbohidratos disponibles, o cuando la composta no ha sido suplementada con suficiente nitrógeno (Vedder, 1978), creciendo particularmente bien a pH por debajo de 6, y con relaciones C/N de 22-23 (Fletcher *et al.*, 1989; Rinker y Wuest, 1994). Los daños ocasionados por la cepa Th2 (*T. harzianum* biotipo 2) y Th4 (*T. harzianum* biotipo 4) en la industria champiñonera de Irlanda, señalan al ácaro rojo *Pygmephorus mesembrinae* como el principal vector en la transmisión de la enfermedad (Seaby, 1989). Las esporas de *Tricoderma* son el alimento preferido del ácaro rojo *Pygmephorus mesembrinae* (Canestrini) y de *H. feroniarum*, por lo que si éstos están presentes “se puede asegurar” que *T.*

*harzianum* también lo está (Harvey *et al.*, 1982; Ferri, 1985; Fletcher *et al.*, 1986; Fletcher, 1987; Rinker y Wuest, 1994; Seaby, 1987).

Mamoun y Lapicco (2000) realizaron estudios en Francia e indican que existen variaciones en la capacidad de colonizar y en la patogenicidad de las diferentes cepas; en varios muestreos realizados en el cultivo de champiñón, la cepa más frecuente y virulenta fue *T. harzianum* biotipo 2 (Th2). En Canadá se cita a *T. harzianum* biotipo 4 (Th4) cómo agente causal de grandes pérdidas en la producción de *A. bisporus*. (Rinker y Alm, 2000). En la India se reporta con incidencias de 37.23 % y severa reducción de rendimiento y calidad del producto cultivado (Kerni y Gupta, 1997).

### **3.5.2 Características morfológicas de *Tricoderma harzianum*.**

*T. harzianum*, presenta micelio septado, simple, delgado, hialino, conidioforo hialino, conidios amerosporas hialinas, en masa dan una coloración verde claro, éstos se producen apicalmente sobre fiálides simples (Figura 4) (Barnett y Hunter, 1988).

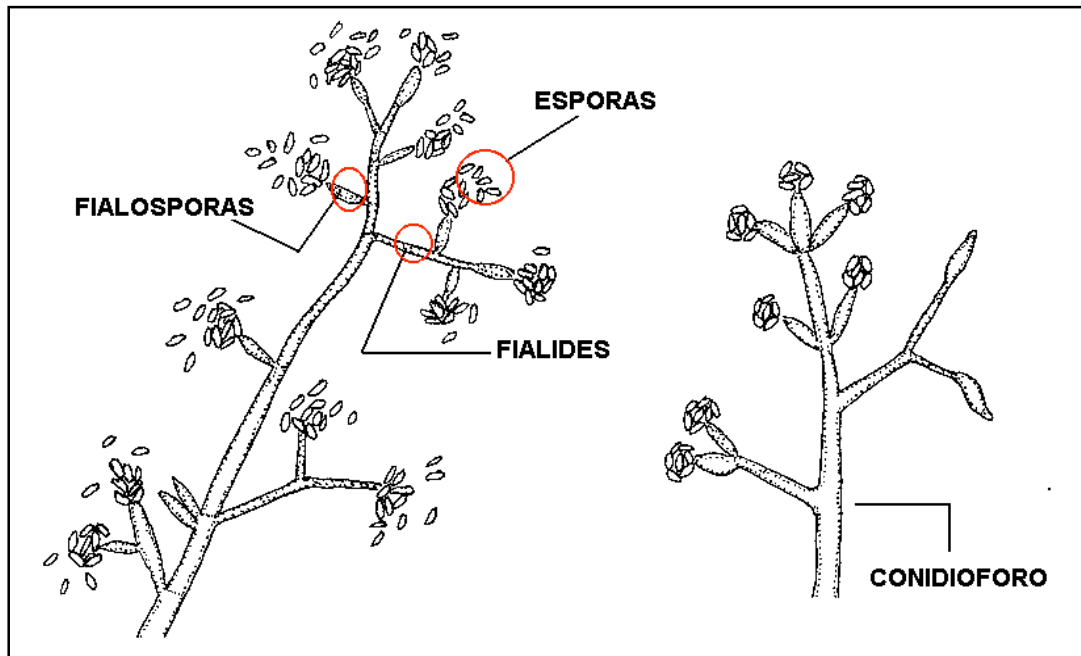


Figura 4. Esquema general de *Tricoderma harzianum* (Tomado de Seaby, 1987).

### 3.5.3 Epidemiología de *Tricoderma harzianum*.

En muchos aspectos la epidemiología ha sido muy controvertida y no ha sido comprendida; la composta contaminada, las moscas y presencia de ácaros, han sido identificados como los componentes del complejo *Tricoderma* (Figura 23). Dos de los factores que juegan un papel muy importante en el desarrollo del hongo son la alta concentración de sus esporas y la baja humedad. Con respecto al primer factor, en la mayoría de los casos es suficiente la pasteurización de la composta a temperaturas elevadas (75 a 85 °C), durante 2 horas de una forma homogénea y comprobar el nivel de amoníaco para acabar con los microorganismos presentes y evitar la dispersión de esporas por ventilación y

corriente de aire (Vedder, 1986). Con respecto al segundo factor algunos reportes indican que se pueden incrementar la humedad a través de riegos controlados.

Fletcher *et al.* (1986) observaron que *Trichoderma* coloniza más rápidamente medios que son ricos en materia orgánica, especialmente si tiene un contenido elevado de hidratos de carbono, por esta razón es frecuente encontrar a *T. harzianum* en la tierra de cobertura y posteriormente colonizando al cultivo de champiñón.

#### **3.5.4 *Trichoderma harzianum* como agente de control biológico.**

Actualmente, uno de los organismos biocontroladores más exitosos para el control de enfermedades causadas por patógenos del suelo ha sido el hongo micoparásito necrotrófico (relación parasítica donde el huésped resulta muerto) *T. harzianum*, que ataca a varias especies de hongos fitopatógenos del suelo de importancia agrícola y económica como *Pythium spp.*; *Rhizoctonia solani*; *Fusarium spp.*; *Sclerotinia homeocarpa*; *Botrytis cinerea*; *Colletotrichum spp.*; *Monilia laxa*; *Plasmopara viticola*; *Rhizopus stolonifer*; *Sclerotinia sclerotium*; entre otros (Lyr, 1987). Debido al potencial que tiene el hongo de *T. harzianum* como un agente de control biológico y en estudios encaminados a generar cepas resistentes a dosis bajas de plaguicidas. Existe la remota probabilidad de que su uso en algunos países para controlar las enfermedades de algunos cultivos y que

permitan la diseminación de este agente biocontrolador hacia las plantas productoras que se dedican al cultivo del champiñón. Esto ha provocado las considerables pérdidas que se han reportado desde 1981 a nivel mundial por causa del *T. harzianum*. Aunado a esto, la velocidad de crecimiento del hongo *Tricoderma* ha permitido colonizar el sustrato de forma más eficiente a cepas de hongos cultivados tradicionalmente, ya que esta velocidad de crecimiento puede ser una herramienta útil para diagnosticar los posibles efectos que su presencia puede ocasionar sobre distintas especies de hongos cultivados en las plantas de producción (Seaby, 1996).

### **3.6 Importancia de la Tabla de vida.**

Krebs (1985) menciona que una tabla de vida o cuadro de estadísticas de esperanza de vida ( $e_x$ ) es un resumen que describe los índices de mortalidad para cada una de las edades de los individuos que constituyen una población. Vera (1991) indica que con la metodología de tablas de vida se pueden determinar, en condiciones naturales, las causas de mortalidad de los individuos de una población o una cohorte. Además, se pueden realizar estudios para comparar poblaciones sujetas a distintas condiciones. Los valores de los parámetros de las tablas de vida nos permiten describir el comportamiento de la mortalidad por edades de la población, la esperanza de vida, entre otras observaciones.



Varley (1973) indica que la tabla de mortalidad es un modelo teórico de una población ó bien llamada población estacionaria, a la cual se llega manteniendo la mortalidad por edades y los nacimientos constantes a través del tiempo. Dicho modelo proporciona las relaciones de supervivencia necesarias para proyectar la población por edades, y nos permite hacer estudios de la estructura y dinámica de la población en estudio. Dado que la medición de la mortalidad está involucrada en la mayoría de los estudios demográficos, la tabla de vida permite efectuar diversas aplicaciones en una gran variedad de problemas, entre los cuales están: la estimación del nivel y la tendencia de la mortalidad, la evaluación de programas de fecundidad, migración, crecimiento y esperanza de vida.

Según Krebs (1978) los elementos constituyentes de una tabla de vida son:

$x$  = Intervalo de edad en unidades de tiempo

$n_x$  = Número de individuos vivos al inicio del intervalo  $x$  a  $x+1$

$d_x$  = Número de individuos muertos durante el intervalo  $x$  a  $x+1$

$q_x$  = Tasa de mortalidad durante el intervalo  $x$  a  $x+1$

$L_x$  = Número de individuos vivos en promedio durante el intervalo  $x$  a  $x+1$

$T_x$  = Suma acumulativa de  $L_x$  para obtener valores expresados en numero de individuos por unidades de tiempo.

$e_x$  = Esperanza media de vida de individuos al inicio del intervalo  $x$ ; o bien unidades de tiempo que le quedan por vivir, en promedio, a cualquier individuo que haya cumplido cierta edad  $x$ .

$l_x$  = Tasa (o probabilidad) de supervivencia al inicio del intervalo  $x$ .

### 3.7 Uso de tablas de vida y fertilidad en la Acarología.

Varios trabajos se han realizado para comparar tablas de vida, lo cual ha permitido evaluar el efecto de algún o algunos factores dados sobre los individuos de diferentes o de la misma especie. Por ejemplo, los realizados por Wu y Ma (1988), donde evaluaron la supervivencia y fertilidad de *Brennandania lambi* (Kreczal) (Acari: Microdispidae) en condiciones de laboratorio, utilizando como alimento *Agaricus bisporus*.

Wu y Zhang (1993) realizaron un estudio de efectos de temperatura para el ácaro *B. lambi* (Acari: Microdispidae), en el este de Shangai y en el experimento obtuvieron supervivencia y los efectos de temperatura y mencionan que a temperaturas arriba de 50 °C expuestas durante una hora no sobreviven y a -10 °C expuestas a 20 horas son totalmente eliminados y concluyeron que así se reduce el daño al champiñón por estas plagas.

Otro estudio fue realizado por Kazak y Sekeroglu (2002), quienes observaron la supervivencia y la fertilidad del ácaro *Neoseiulus umbricatus* a temperaturas de 20, 25 y 30 °C, utilizando una humedad relativa del 65 %; los autores encontraron que las hembras concluyeron su desarrollo en 9.7, 8.0 y

5.9 días, respectivamente, los tiempos de desarrollo totales de los machos fueron relativamente más cortos en 25 y 30 °C que en 20 °C. En general, los periodos de preoviposición, oviposición y postoviposición se acortaron al aumentar la temperatura. Los índices más largos de supervivencia fueron de 80.5 días a 20 °C. La capacidad innata de incremento (rm) llegó a ser mayor con temperaturas a partir de los 20 °C hasta los 30 °C. La tasa neta de reproducción (Ro) más alta fue a 25 °C y la más baja a 20 °C.

Cross y Kaliszewski (1988) realizaron un estudio de tablas de vida de *Pediculaster flechmanni* (Acari: Pygmephoridae), alimentado con el hongo *Nigrospora oryzae*, cultivado con extracto de malta agar, (EMA), a 21 – 28 °C de temperatura ambiente. Las etapas de desarrollo para el ácaro eran huevo, larva, larva quiescente y adulto, se trabajó con hembras fisiogástricas produciendo 200 huevos por hembra / día, con seis días de oviposición.

### **3.8 Concepto Grados-Día (°D).**

La temperatura es un factor clave que influye en la tasa de supervivencia y reproducción de los ácaros, es conveniente considerar una función que relacione a estos factores, para poder realizar análisis demográficos en condiciones donde la temperatura es un factor clave. Una ventaja del uso de la escala fisiológica de tiempo es que se puede construir la tabla de vida de tiempo específico (Hughes,

1962). La temperatura en combinación con la humedad relativa ejercen gran influencia en el desarrollo de los ácaros, siendo factores importantes en su comportamiento, debido a que generalmente una alta humedad los induce a no alimentarse mientras que los ambientes secos inducen a una mayor ingestión de alimento, lo cual refleja un mayor daño (Van de Brie *et al.*, 1972). Así, en ambientes cálidos y secos el potencial reproductivo puede elevarse debido a la combinación del incremento de la actividad fisiológica a altas temperaturas y una mayor alimentación como resultado de la pérdida de agua a través de la cutícula del ácaro (Boudreaux, 1958).

La aplicación de pronóstico temperatura-desarrollo sobre ácaros es un concepto de grados-día, el cual se basa en una escala fisiológica de tiempo (Iwata, 1981). Se supone, que la tasa o velocidad de desarrollo es directamente proporcional a la temperatura; es decir, que existe una relación lineal entre ellas (Allen, 1976). La mayoría de los métodos lineales empleados para calcular grados-día utiliza la temperatura umbral inferior de desarrollo, la cual se determina generalmente en condiciones de laboratorio; para ello el organismo de interés se somete a diferentes temperaturas constantes y se registra el tiempo en que se desarrolla en cada una de ellas; posteriormente, mediante la ecuación  $R = a + bT$ , donde R es la tasa de desarrollo (1/número de días) y T, la temperatura, se estima la temperatura umbral  $T_u = -a / b$  (Iwata, 1981).

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS.

### 4.1 Establecimiento de la colonia permanente de *Pediculaster mesembrinae* (Canestrini) y *Brennandania lambi* (Kreczal).

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Acarología del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado. de México. Los ejemplares de *P. mesembrinae* y *B. lambi*, usados en este estudio, se colectaron en invernaderos de producción de champiñón blanco (*A. bisporus*) propiedad de la empresa El Riojal, ubicada en la localidad de Las Vigas de Ramírez, municipio de Perote, Veracruz.

**4.1.1 Colonia de *Pediculaster mesembrinae*.** Se prepararon botes de plástico con capacidad de un litro y se depositó 150 g de composta inoculada con esporas de *T. harzianum*. Los botes permanecieron 15 días a 25 °C con el fin de obtener abundante hongo para alimentar al ácaro, después de este tiempo se pobló la composta con 50 ácaros de *P. mesembrinae*, para la formación de la colonia madre. Cada bote podría mantener una población aproximada de 300 a 500 ácaros. Cuando se requería de poblaciones mayores de ácaros, se transferían pequeñas cantidades de ácaros en nuevos botes figura 5. Por lo general se requería proporcionar nuevo alimento (esporas de *T. harzianum*) y sustrato a las colonias de ácaros cada 5 días.



Figura 5. Cría de *Pediculaster mesembrinae*; A) botes de plástico de 1 lt, B) ventilación (malla 300 hilos), C) composta con esporas de *Trichoderma harzianum* y D) charola de plástico.

**4.1.2 Colonia de *Brennandania lambi*.** Para establecer la colonia madre de este ácaro se utilizaron los mismos materiales y condiciones ambientales que en el caso anterior, excepto que el alimento consistió de micelio de *Agaricus bisporus*. Para incrementar las poblaciones se reinfestaron nuevos botes, para lo cual se traspasaban pequeñas cantidades de composta con ácaros en éstos. Cada cinco días se cambiaba de los botes el sustrato con micelo del champiñón. Al igual que

la otra especie de ácaro, cada bote podría contener aproximadamente entre 300 y 500 ácaros.

**4.1.3 Dispositivo de observación (DO).** Los dispositivos de observación (DO) consistieron de una caja Petri de plástico de 13 mm de diámetro x 0.8 de altura, a la cual se le hicieron dos perforaciones de 2 mm de radio y cubiertas con malla de 300 hilos, para permitir su ventilación. Posteriormente se colocó en el interior de la caja, una mezcla de yeso de París con carbón activado a una proporción de (3-1), para brindar humedad al microhábitat (Figura 21). Finalmente ésta se sujetó con dos cubiertas de cristal de 3x2 cm; la cubierta superior se selló con una capa de fluón (politetrafluoroetileno) mezclado con agua en proporción 1:1 para impedir el escape de los ácaros figura 6. Las cubiertas de cristal se sujetaron con ligas del número 3.

Los DO a su vez se introdujeron en un recipiente de plástico de 15x30 cm, al cual en su base se colocaron dos toallas de papel, esto con el fin de incrementar la humedad. Para esto se colocaba sobre las toallas 100 ml de agua esterilizada, este proceso se repetía cada tres días. En el interior de cada recipiente de plástico se podían introducir 40 dispositivos de observación (Figura 7).

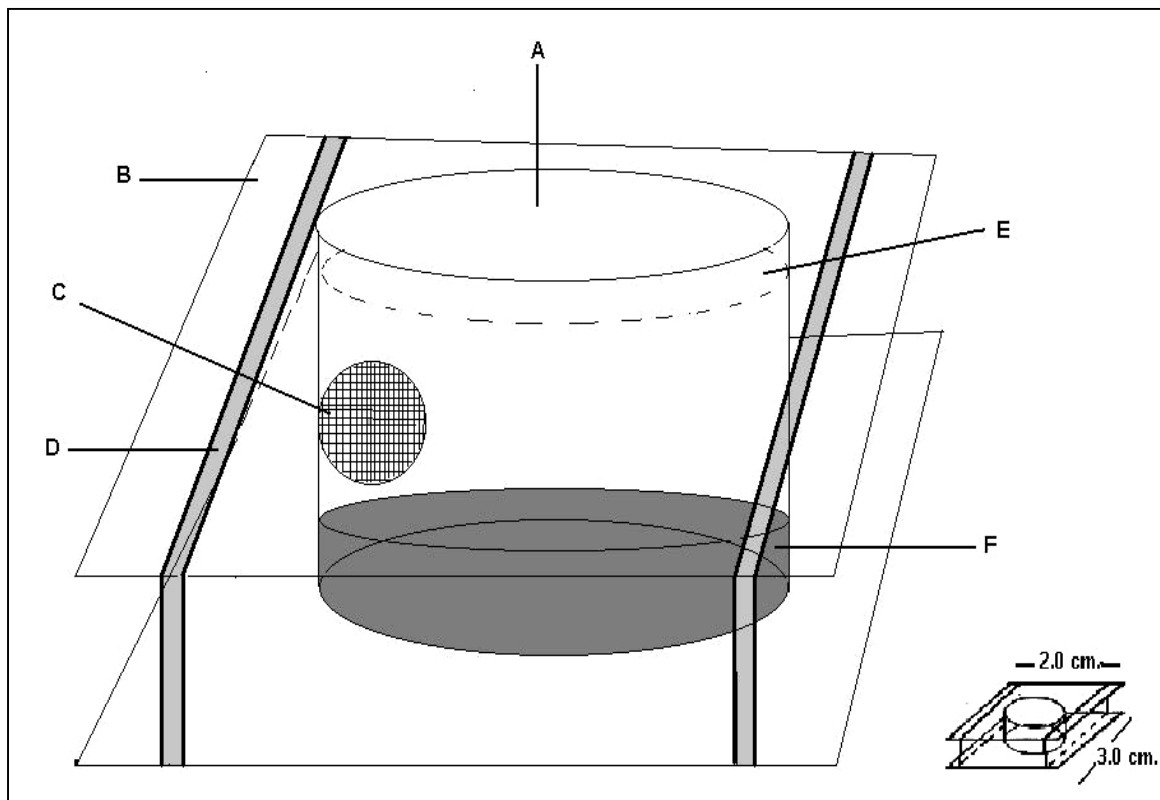


Figura 6. Modelo del dispositivo de observación (DO); A) caja de plástico, B) cristal de vidrio, C) ventilación, D) ligas no. 3, E) fluón y F) mezcla de yeso.



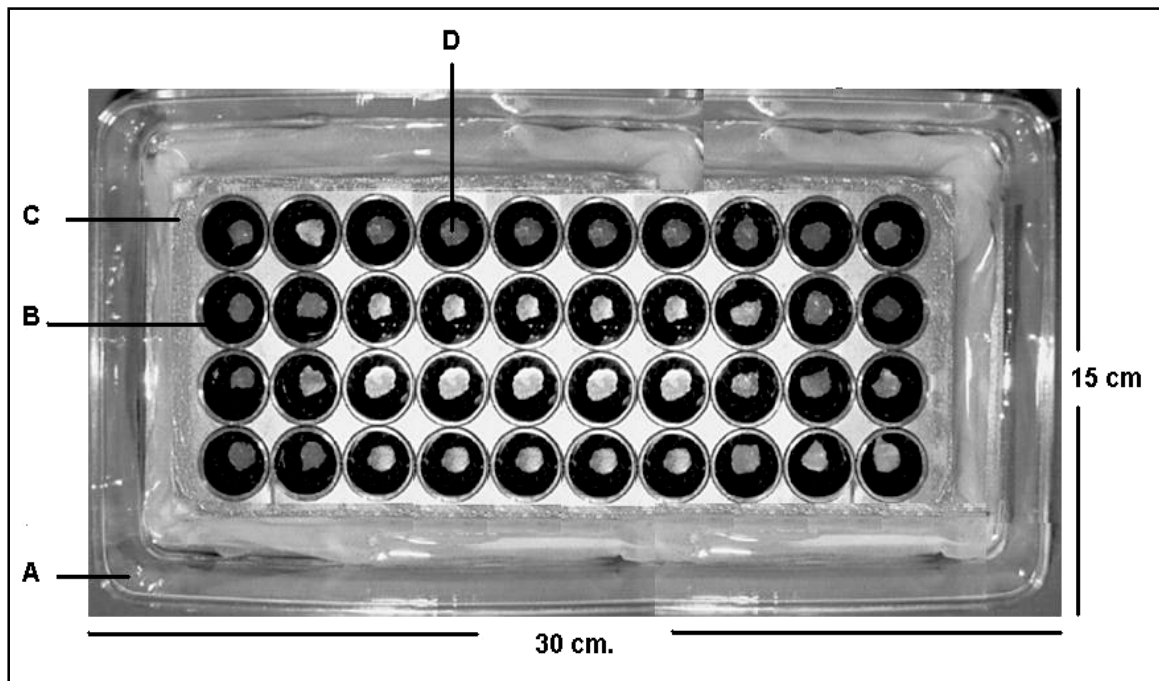


Figura 7. Distribución del (DO); A) caja de plástico, B) dispositivo de observación (DO), C) toalla húmeda y D) alimento.

#### 4.2 Cultivo de *Tricoderma harzianum*.

Se colectaron muestras en la planta productora de champiñón “El Riojal” ubicada en la localidad de las Vigas de Ramírez Municipio de Perote, Veracruz, una vez obtenido el hongo *T. harzianum* se identificó, purificó y cultivó en medio de cultivo PDA (Papa Dextrosa Agar). La identificación se hizo de acuerdo a las especificaciones correspondientes a dicho hongo (apariencia, color, tipo de crecimiento) y sus estructuras microscópicas (micelio, estructura reproductiva y esporas) (Bissett, 1994). Cuando la cepa de *T. harzianum* se encontraba pura se procedió a propagarla, cultivándola masivamente en el medio de cultivo manteniéndola a una temperatura de 25 °C durante cinco días. Después de ese

lapso de tiempo se cosechó todo el hongo posible de cada caja Petri, el cual fue disuelto en 5 ml de agua estéril, es decir quedó la proporción de una caja Petri de hongo cosechada/ 5 ml de agua, obteniendo así la muestra "stock". Posteriormente, de esa solución "stok" (o madre) se agregaron 2 ml para cada 150 gramos de composta para su crecimiento y reproducción, que sirvió como alimento del ácaro *P. mesembrinae* (Figura 8).

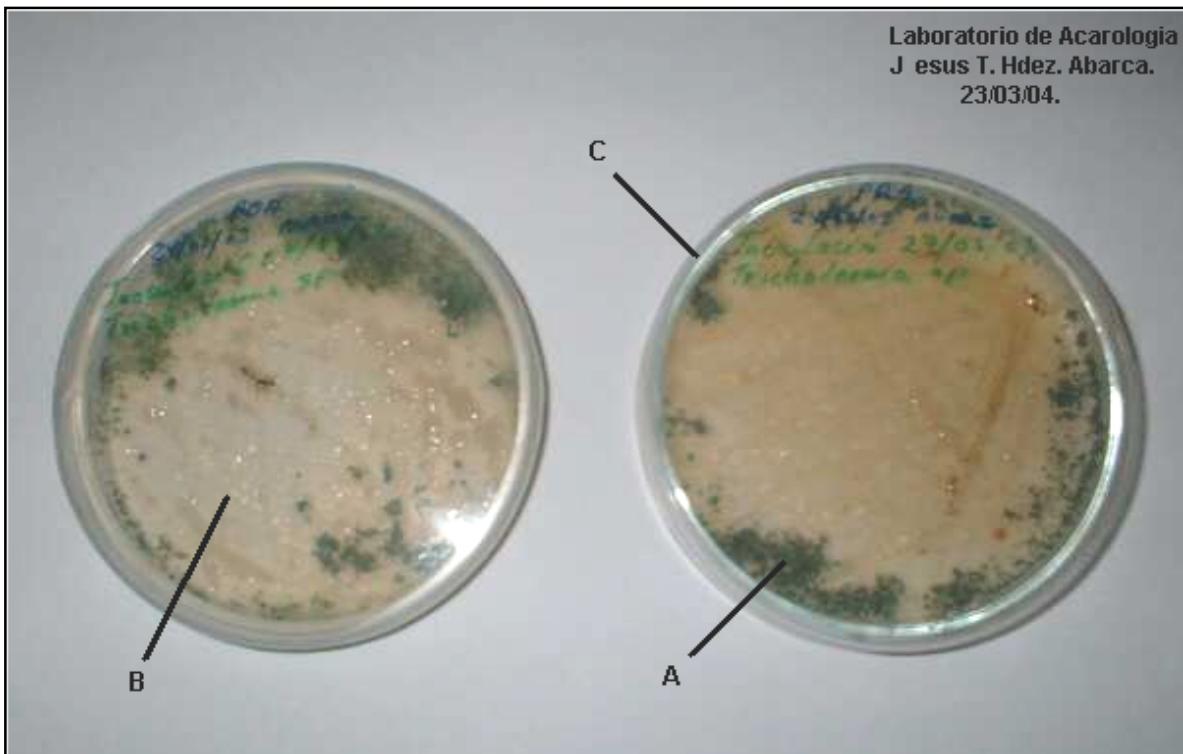


Figura 8. Medio de cultivo (PDA); A) *Trichoderma harzianum*, B) papa dextrosa agar (PDA) y C) caja Petri de plástico.

### 4.3 Tablas de sobrevivencia ( $l_x$ ) y fecundidad ( $m_x$ ).

Para iniciar los estudios de tablas de vida, se requirieron de 160 DO (con cohortes de 40 huevecillos por cada temperatura). Con este fin se recolectaban de las colonias de cría, hembras fisiogástricas (hembras grávidas) con la ayuda de un pincel fino de pelo de camello (No. 5/0) y depositadas en forma individual en los dispositivos de observación, con la finalidad de que ovipositaran; una vez que las hembras terminaban de ovipositar (de 24 a 48 horas), se extraían del DO. De tal manera que siempre se obtuvo un huevecillo por DO. Además el DO contenía 20 mg de composta infestada figura 22, con micelio de *A. bisporus* para el ácaro *B. lambi*; en tanto que para *P. mesembrinae* contenía 20 mg de composta inoculada con *T. harzianum*.

Las temperaturas evaluadas fueron 15, 20, 25 y 30 °C, para lo cual se utilizaron cuatro cámaras de cría figura 19, cada una con una temperatura definida. Las observaciones se efectuaron cada 12 horas, para detectar el tiempo de ocurrencia de eclosión y el paso por etapas sucesivas de desarrollo, hasta la muerte del último ejemplar de *P. mesembrinae* y *B. lambi*. Para las observaciones se contó con la ayuda de un microscopio estereoscópico marca Kiowa Mod. K-012532 (Figura 20). Con los valores obtenidos se graficaron las curvas de supervivencia y se estimaron la tasa de mortalidad y la esperanza media de vida para tiempo específico, siguiendo el método propuesto por Vera *et al.* (2002).

Se determinó la proporción de supervivencia ( $l_x$ ) y fecundidad ( $m_x$ ) diaria según lo propuesto por Krebs (1978). La construcción de tablas de mortalidad por estadio específico se realizó con base en los conceptos de mortalidad aparente y de mortalidad real propuestos por Southwood (1966) y Varley *et al.* (1973). Con las mismas cohortes utilizadas en el estudio de tablas de vida, se registró el número de huevos depositados por las hembras que alcanzaron el estado adulto, hasta la muerte de la última de ellas.

Para determinar la proporción de sexos, se tomaron tres huevos de cada hembra, se permitió su eclosión y las ninfas se alimentaron hasta el estado adulto, en el que se podían identificar con base en su dimorfismo sexual. Para cada una de las temperaturas de incubación fueron estimados los parámetros demográficos de tasa neta de reproducción ( $R_0$ ), tasa intrínseca de incremento natural ( $r_m$ ), y tasa finita de crecimiento ( $\lambda$ ) y tiempo generacional ( $T_g$ ) a partir de los datos de  $l_x$  y  $m_x$  de las tablas de vida y fecundidad, para lo cual se siguió el método de Vera *et al.* (2002). Para comparar la tasa intrínseca de incremento natural ( $r_m$ ), entre cohortes correspondientes a las cuatro temperaturas de incubación, se aplicó la prueba de traslapo de intervalos, desarrollada por Vera y Sotres (1991), la que utiliza el modelo siguiente:

$$E(n_t) = n_0 \cdot \exp(r_m t) \pm K \sigma_t,$$

donde:

$n_t$ : población estimada al tiempo t

$n_0$ : población inicial de la cohorte (al tiempo cero).

$r_m$ : tasa intrínseca de incremento poblacional.

K: valor asignado de 2.

$\sigma_t$ : desviación estándar de la población estimada al tiempo t.

La tasa media de reproducción o tasa de reemplazo ( $R_0$ ), se determinó por la formula:

$$R_0 = \sum l_x m_x$$

El tiempo generacional ( $T_g$ ) se estimó con la ecuación:

$$T_g = \ln (R_0) / r_m$$

La tasa finita de crecimiento se obtuvo por medio de la ecuación:

$$\lambda = \exp (r_m)$$

#### 4.4 Parámetros demográficos y constantes térmicas de *Pediculaster mesembrinae* y *Brennandania lambi*.

Los parámetros demográficos, tasa innata de crecimiento ( $r_m$ ), tasa neta de reproducción ( $R_0$ ), tasa finita de crecimiento ( $\lambda$ ) y tiempo generacional ( $T_g$ ), se estimaron a partir de los datos de sobrevivencia ( $l_x$ ) y fecundidad ( $m_x$ ) de las tablas de vida (Apendice A y B), para cada temperatura evaluada. La tasa intrínseca de incremento natural ( $r_m$ ), la cual es el número de hembras de la prole producidas por hembra en una unidad de tiempo, se consideró como una estadística fundamental para explicar la capacidad de incremento de ambas especies a 15, 20, 25 y 30 °C. Para esto, la  $r_m$  se estimó mediante la implementación del método de Lotka, desarrollado por Sánchez (1991).

Con el número de individuos supervivientes en cada intervalo de edad se calculó el tiempo promedio de duración de las etapas biológicas ( $t$ : tiempo en días) o periodo-estadio (PE) en cada temperatura evaluada; luego se obtuvo la tasa de desarrollo como el recíproco de dicho tiempo ( $1/T$ ). Los grados-día necesarios para estimar los PE se calcularon con las temperaturas constantes, utilizando la siguiente fórmula:

$$^{\circ}D = (x - T_u) t$$

donde:

°D: grados-día, días: tiempo observado de desarrollo.

x = Temperatura constante de desarrollo.

Tu = temperatura umbral mínima de desarrollo.

t = tiempo necesario para completar la etapa biológica.

Las tasas de desarrollo de cada estadio se sometieron y se ajustaron a un modelo de regresión lineal, donde la variable independiente fue la temperatura constante usada en la incubación y la variable dependiente fue la tasa de desarrollo. Con los valores de la regresión, se calcularon las temperaturas umbrales, utilizando la fórmula:

Temperatura umbral (Tu) =  $-a/b$ ,

donde:

-a: ordenada de origen

b: pendiente (velocidad de desarrollo).

Para la determinación de los días grado sólo se utilizaron los ácaros que completaron su ciclo biológico; para el caso de *Pediculaster mesembrinae* a 15, 20, 25 y 30 °C se utilizaron 17, 17, 17 y 20 observaciones, respectivamente; en tanto que para *Brennandania lambi* para las mismas temperaturas se usó el siguiente número de observaciones 22, 25, 15 y 30, respectivamente. El resto de los ácaros (40 observaciones por temperatura) no completaron su ciclo biológico de tal manera que no fueron útiles para el cálculo de D°.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 5.1 *Pediculaster mesembrinae*.

#### 5.1.1 Ciclo de vida.

En todas las temperaturas evaluadas se observó el ciclo de vida de *P. mesembrinae*, el cual comprendió las etapas de huevo, larva, larva quiescente (ninfocrisálida) y adulto. Witch y Snetsinger (1971) también reconocieron estas etapas en la misma especie de ácaro. En la Tabla 1 se puede observar el tiempo de desarrollo en días para cada una de las etapas de este ácaro, se puede apreciar también la correlación que existió entre la temperatura y la velocidad de desarrollo, esto es que a medida que se incrementó la temperatura, se acortó el periodo de desarrollo.

Tabla 1. Tiempo promedio de desarrollo en días de las etapas biológicas de *P. mesembrinae* a diferentes temperaturas.

Etapa biológica	Temperatura			
	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C
Huevo	2.65	2.21	1.77	2.58
Larva	2.53	2.41	1.85	1.38
L. quiescente	2.76	2.21	1.85	1.45
Ad. preoviposición	2.38	1.85	1.13	0.95
Ad. en oviposición	1.56	1.12	1.15	0.75
Huevo-adulto	11.89	9.80	7.75	5.79



**5.1.1.1 Huevo.** Los huevos son relativamente grandes, en comparación con los de otros ácaros como es el caso de los tarsonémidos. El huevecillo es blanco, opaco y tiene una superficie lisa. Los huevos son usualmente depositados en masas y eclosionan en un periodo que osciló entre 1.77 a 2.65 días; en el periodo de incubación del huevo no se notó claramente la diferencia entre el periodo de duración y la temperatura, ya que entre 30 y 15°C prácticamente no hubo diferencia.

**5.1.1.2 Larva.** La larva es blanca, casi transparente y posee seis patas; este estado es muy activo y se alimenta de esporas de *T. harzianum*, su duración osciló entre 1.38 y 2.53 días, dependiendo de la temperatura (Tabla 1).

**5.1.1.3 Larva quiescente (LQ).** Al mudar la larva, aparece la larva quiescente que se caracteriza por su inmovilidad. Es de color café claro; durante este periodo, la larva también presenta un incremento de tamaño y se mueve poco, aunque su alimentación es casi nula. Tienen un tiempo de desarrollo que oscila entre 1.45 (a 30 °C) y 2.76 días (a 15 °C).

**5.1.1.4 Adultos.** Al mudar la larva quiescente, da lugar a la forma adulta, la cual se caracteriza por tener cuatro pares de patas y movilidad. Son de color blanco lechoso, aunque su coloración puede variar hasta amarillo café. Son de forma elíptica; miden cerca de 250 µm. Las partes bucales consisten de un par de palpos fuertes, insertados en la porción apical del *capitulum* y presentan un par de

quelíceros delgados (Figura 15). Cross y Kaliszewski (1988) realizaron observaciones similares, indicando que las hembras no pierden la movilidad durante la ovipostura.

El adulto tuvo una duración que osciló entre 1.7 y 3.94 días a 30 y 15 °C, respectivamente. Este periodo está subdividido en dos etapas, preoviposición y oviposición; la primera tiene una duración de 0.95 a 2.38 días a 30 y 15 °C, respectivamente. En cuanto a la etapa de oviposición, ésta tiene una duración de 0.75 a 1.56 días a 30 y 15 °C; a esta etapa también se le reconoce en la literatura como fisiogastría, denominándolas hembras fisiogástricas.

Las hembras fisiogástricas depositan sus huevos individualmente y cada una puede llegar a depositar un total de entre 60 y 170 huevos. Witch y Snetsinger (1971) encontraron en esta misma especie de ácaro, que las hembras fisiogástricas (Figura 18), llegaron a depositar hasta 200 huevos, en un periodo de seis días.

La duración del ciclo biológico completo (huevo-adulto) de *P. mesembrinae* tuvo una duración de 5.79 a 11.89 días a 30 y 15 °C, respectivamente. En la literatura no se tenía la información sobre el ciclo de vida de este ácaro alimentado con el hongo *T. harzianum*; sin embargo, Witch y Snetsinger (1971), quienes estudiaron el ciclo biológico del ácaro, pero utilizando

como alimento al hongo *Nigrospora oryzae*, encontraron que el ciclo se acortó notablemente, esto es de 4 a 7 días a 24 y 16 °C, respectivamente.

Por otro lado Clift y Toffolon (1981) también utilizaron a *T. harzianum* como alimento de *P. mesembrinae* para hacer algunas observaciones biológicas, indicando que este hongo fue un alimento favorable para el crecimiento y reproducción del ácaro rojo.

**5.1.1.5 Proporción sexual.** En el presente estudio no se observaron machos. Asimismo, en el experimento en donde se aislaron tres huevecillos en cada temperatura y se llevaron hasta el estado adulto y se obtuvo la oviposición de éstos (sin la presencia de otro ácaro), nos indica que esta especie en cuestión presenta partenogénesis. Esta información fue corroborada en las tablas de vida y fecundidad de cada una de las 40 observaciones (a las 4 diferentes temperaturas evaluadas), en donde en todos los casos se observó el fenómeno de la partenogénesis. Sin embargo, De Lillo (1990) anota que los machos aparecen en proporción de uno por cada cien hembras. Al parecer se requieren de estudios más detallados para observar los machos y la determinación de éstos.

### 5.1.2 Curvas de sobrevivencia ( $l_x$ ).

Las curvas de sobrevivencia del ácaro en estudio, a las temperaturas constantes en que se desarrolló y al graficar el número de sobrevivientes ( $n_x$ ) contra la edad, se aprecia que correspondieron al tipo I, según lo señalado por Krebs (1985), lo que indica que la mayor parte de los ejemplares de *P. mesembrinae* sobrevivieron durante todas las etapas de vida hasta el final de su ciclo, y ocurrió una alta mortalidad al acercarse a las edades máximas de los individuos; es decir, la mortalidad se concentró en los individuos viejos. Se puede observar en la figura 9, que las curvas de sobrevivencia ( $l_x$ ) son similares en todas las temperaturas y sólo se diferencian al final de la vida de los ácaros; estadísticamente no se encontraron diferencias significativas.

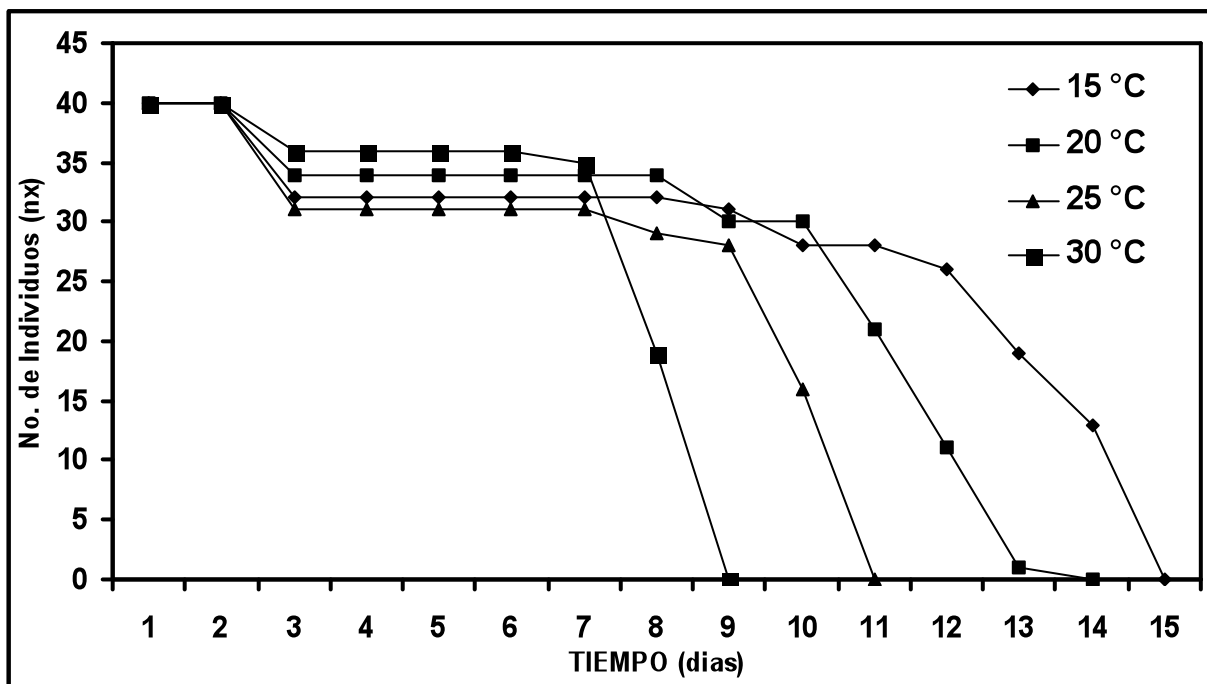


Figura 9. Curvas de sobrevivencia ( $l_x$ ) de *Pediculaster mesembrinae* a 15, 20, 25 y 30 °C.

En cuanto a la oviposición, se puede señalar que la mínima se mantuvo constante para las temperaturas de 20 y 25 °C (1.1 y 1.1 días en promedio) y a temperatura de 15 y 20 °C, se presentó la mayor oviposición (1.5 y 0.75 días, respectivamente).

Los valores de  $\chi^2$  obtenidos en la prueba de Logrank (Méndez *et al.*, 2000), con una  $\chi^2$  de (3.8415 con una probabilidad al 0.05 y 2 g. l.) al comparar las curvas de sobrevivencia; se aprecia que existe diferencia significativa en la mortalidad entre todas las temperaturas excepto 15 y 20°C (n.s.) (Tabla 2). Lo anterior se interpreta como un efecto mayor de la temperatura sobre la duración del ciclo de vida de *P. mesembrinae* a partir de los 25 °C.

Tabla 2. Valores de  $\chi^2$  calculados en la prueba de Logrank al comparar curvas de sobrevivencia (lx), para *Pediculaster mesembrinae*.

TEMP.	15°C	20°C	25°C	30°C
15°C	-	2.5843 n.s.	21.0965*	52.5228*
20°C	2.5843 n.s.	-	21.1265*	52.5528*
25°C	21.0965*	21.1265*	-	71.0677*
30°C	52.5228*	52.5528*	71.0677*	-

$\chi^2$  (0.05, 2 g.l.) = 3.8415

### 5.1.3 Curvas de fertilidad ( $h_x$ ).

En las curvas de fecundidad ( $m_x$ ) para *Pediculaster mesembrinae* en función a las temperaturas, se observó que el comportamiento reproductivo de los individuos es diferente a todas las temperaturas, puesto que el máximo pico de fecundidad  $m_x$  (12 días) ocurre unos días después de que las hembras alcanzan la etapa productiva, para luego decaer en forma irregular. La fertilidad ( $h_x$ ) de *P. mesembrinae* a 20 °C fue relativamente baja (10.0 días), mientras que la mayor eficiencia reproductiva se presentó a 15 °C (12.0 días) (Figura 10).

En todos los casos se observó un único pico de ovipostura. La diferencia entre las curvas de fecundidad ocurre en el tiempo en que inicia la oviposición; a mayor temperatura, más temprana es la ovipostura, pues todas las etapas previas a la oviposición son más rápidas a las temperaturas más elevadas. También se observó una tendencia a que la etapa reproductiva de las hembras fue más prolongada a temperaturas más bajas (Figura 10).

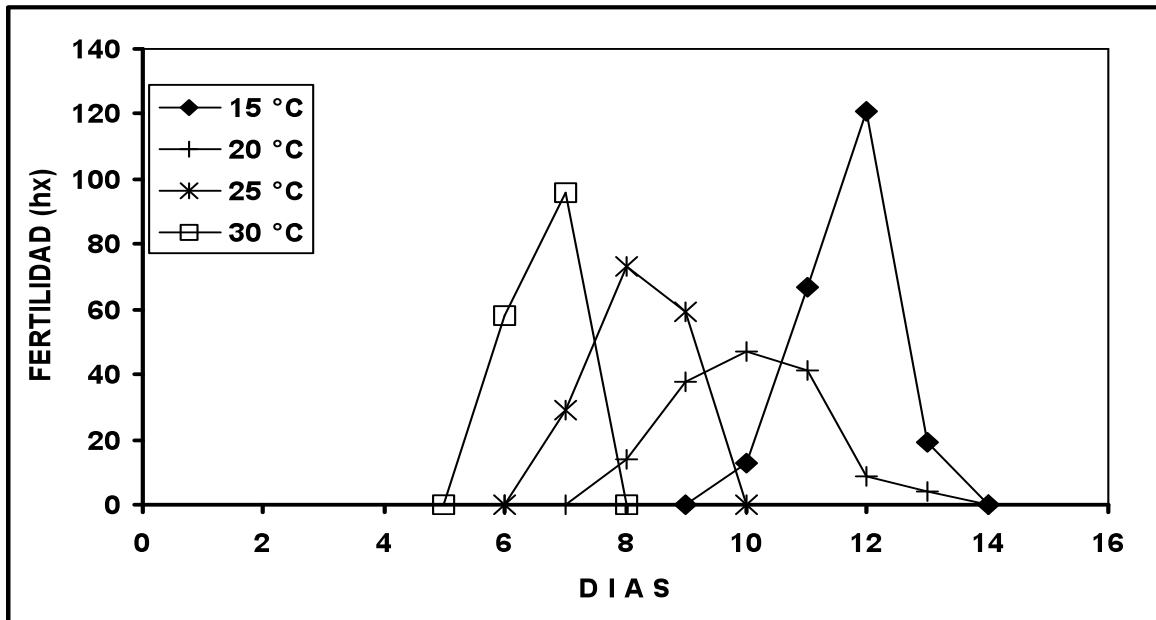


Figura 10. Curva de fertilidad ( $h_x$ ) de *Pediculaster mesembrinae* a diferentes temperaturas constantes.

#### 5.1.4 Parámetros demográficos ( $R_0$ , $T_g$ , $r_m$ y $\lambda$ ).

Los parámetros poblacionales de *P. mesembrinae*, que incluyen tasa neta de reproducción ( $R_0$ ), tiempo generacional ( $T_g$ ), tasa intrínseca de incremento ( $r_m$ ) y tasa finita de incremento ( $\lambda$ ) se pueden observar en la Tabla 3; por otra parte en la Tabla 4 se presentan los intervalos de población estimada de acuerdo con la prueba de traslape propuesta por Vera y Sotres (1991). La aplicación de la prueba de traslape de intervalos, muestra diferencias significativas entre las poblaciones estimadas a partir de cuatro días, donde se forma un bloque por las cohortes criadas de 15 a 25°C, el cual se separa de la cohorte criada a 30°C.

Los parámetros demográficos de tasa intrínseca de incremento natural ( $r_m$ ) y tasa finita ( $\lambda$ ) para *P. mesembrinae* presentaron los mayores valores a 30 °C, donde se registraron 0.51 y 1.65, con una tasa neta de reproducción ( $R_o$ ) de 5.5 a una temperatura de 15 °C y una fertilidad ( $h_x$ ) de 9.0 a 20 °C.

Según Krebs (1985), los principales factores que inciden sobre la  $r_m$  son edad ( $x$ ), supervivencia ( $l_x$ ), fertilidad ( $h_x$ ), velocidad de desarrollo ( $vd$ ), periodo prerreproductivo (PR) y la edad de pico máximo de fecundidad. En este caso, la tasa neta de reproducción ( $R_o$ ) no muestra una asociación con la temperatura, mientras que el tiempo generacional ( $T_g$ ) tiene una relación inversa con la temperatura y su valor a 30°C es aproximadamente la mitad que a 15°C .

Las curvas de supervivencia a las temperaturas correspondientes son similares, y sólo varían al final del ciclo de vida de los ácaros (Figura 11). En todas las temperaturas evaluadas se presentó un pico de fertilidad aunque con valores y tiempos diferentes (Figura 10). Al parecer los parámetros poblacionales pueden variar en esta especie de ácaro, dependiendo del alimento que se suministre; al respecto Gurney y Hussey (1967) y Kosir (1975) realizaron tablas de vida y fertilidad con este ácaro, pero utilizando como alimento al hongo *Nigrospora oryzae*, se observó que la capacidad innata de incremento ( $r_m$ ) fue de 0.17 a una temperatura de 20 °C; por lo que se puede deducir que el alimento es un factor muy importante y que *N. oryzae* al parecer es un mejor alimento que *T. harzianum*.



Los mejores parámetros poblacionales para *Pediculaster mesembrinae* se registraron en las temperaturas de 15 y 20 °C. Según Vedder (1986) indica que el cultivo del champiñon debe mantenerse en las etapas vegetativas a 25 y 28 °C; en tanto que la fase de fructificación se debe de mantener el invernadero entre 15 y 18 °C. Como se puede apreciar la temperatura del invernadero a 25 y 28 °C de alguna manera incide en el desarrollo del ácaro, mientras que la temperatura de 15 y 18 °C, misma que se utiliza para esta fase de fructificación, coincide con la temperatura ideal para el desarrollo del ácaro.

Tabla 3. Parámetros demográficos de *Pediculaster mesembrinae* a 15, 20, 25 y 30 °C.

TEMP.	$h_x$	$R_o$	$T_g$	$r_m$	$\lambda$
15 °C	6.37	5.50	11.66	0.27	1.60
20 °C	9.00	3.72	10.03	0.38	1.44
25 °C	3.69	4.02	8.19	0.49	1.63
30 °C	5.05	3.85	6.62	0.51	1.65

$R_o$  = Tasa neta de reproducción;  $T_g$  = Tiempo de generación;  $r_m$  = Tasa intrínseca de incremento poblacional;  $\lambda$  = Tasa finita de incremento.

Tabla 4. Intervalos de confianza de poblaciones estimadas de *Pediculaster mesembrinae* a diferentes temperaturas, calculados por el método propuesto por Vera y Sotres (1991).

t días	15°C	20°C	25°C	30°C
0	40	40	40	40
1	39.1 - 53.5 a*	38.5 - 52.8 a	46.0 - 48.8 a	47.3 - 50.8 a
2	42.2 - 65.0 a	41.0 - 63.2 a	53.9 - 58.5 a	57.2 - 63.0 a
3	46.4 - 77.6 a	44.4 - 74.5 a	63.5 - 69.8 a	69.5 - 77.9 a
4	51.6 - 92.0 ab	48.6 - 87.1 ab	74.8 - 83.2 a	84.6 - 96.0 b
5	57.8 - 108.3 ab	53.6 - 101.3 ab	88.3 - 99.0 ab	103.2 - 118.1 b

\*Las celdas con la misma letra, en una misma línea, indican intervalos que se traslapan, lo que se interpreta como que las poblaciones estimadas no son significativamente diferentes ( $P \geq 0.75$ ).

### 5.1.5 Unidades térmicas (K).

Los resultados de *P. mesembrinae* muestran que existe una relación lineal entre la velocidad de desarrollo y la temperatura, como se puede observar en las Tablas 4 y 5, así como en las figuras 11 A –F.

El ciclo de huevo - adulto de *P. mesembrinae* requiere de 190.58 grados-día (Tabla 7). La temperatura umbral más baja la presentó la larva (0.95 °C), en tanto que la mayor ocurrió en la etapa de adulto en preoviposición (2.96 °C).

Tabla 5. Tasas de desarrollo (1/T) de *Pediculaster mesembrinae* a diferentes temperaturas constantes.

ETAPA BIOLÓGICA	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C
Huevo	0.3773	0.4524	0.5649	0.3875
Larva	0.3952	0.4149	0.5405	0.7246
L. quiescente	0.3623	0.4524	0.5405	0.6896
Ad. preoviposición	0.4201	0.5405	0.8849	1.0526
Ad. oviposición	0.6410	0.8928	0.8695	1.3333
Huevo-adulto	0.2538	0.3367	0.4385	0.5882

Los días grado o unidades térmicas que requieren las diferentes etapas de desarrollo del ácaro, no presentaron grandes variaciones, es decir fueron muy similares; la etapa que requirió el menor número de unidades térmicas fue la larva (35.28), en tanto que la etapa que necesitó el mayor número de unidades fue la larva quiescente (43.26) (Tabla 6).

Tabla 6. Ecuaciones de regresión de las tasas de desarrollo contra la temperatura constante, coeficiente de determinación, temperatura umbral y grados día requeridos para el desarrollo de cada estadio de *Pediculaster mesembrinae*.

Etapa	Ecuación de regresión	r <sup>2</sup>	T <sub>u</sub>	D° (grados día)
Huevo	1/y = 0.0953x – 0.1462	0.99	2.20	36.41
Larva	1/y = 0.1114x – 0.0938	0.90	0.95	35.28
Larva quiescente	1/y = 0.1070x – 0.0773	0.99	2.41	43.26
Adulto preoviposición	1/y = 0.2242x – 0.5085	0.99	2.70	37.91
Adulto oviposición	1/y = 0.2054x – 0.1953	0.98	2.96	42.72
Huevo-adulto	1/y = 0.1105x – 0.2035	0.99	3.52	190.58

1/y = Tasa de desarrollo (1/días); T (°C) = Temperatura umbral de desarrollo.; r<sup>2</sup> = Coeficiente de determinación; K = Constantes térmicas (grados día).

Tabla 7. Días Grado de desarrollo (°D), Temperatura umbral ( $T_u$ ), unidades calor (uc) y desviación estándar (DS), de las etapas biológicas de *Pediculaster mesembrinae*.

Etapa biológica	DIAS GRADO				$T_u$	UC $\pm$ DS
	TEMPERATURAS					
	15°C	20 °C	25 °C	30 °C	-	-
Huevo	37.87	34.52	32.02	45.28	2.20	36.41 $\pm$ 4.20
Larva	31.29	40.29	29.43	33.71	0.95	35.28 $\pm$ 3.39
L. quiescente	37.42	39.55	30.21	38.46	2.41	43.26 $\pm$ 4.35
Ad. preoviposición	30.71	38.22	32.41	29.38	2.70	37.91 $\pm$ 3.46
Ad. oviposición	32.46	41.75	30.43	41.36	2.96	34.72 $\pm$ 2.21
Huevo-adulto	158.36	193.23	154.52	189.19	3.52	190.58 $\pm$ 5.23

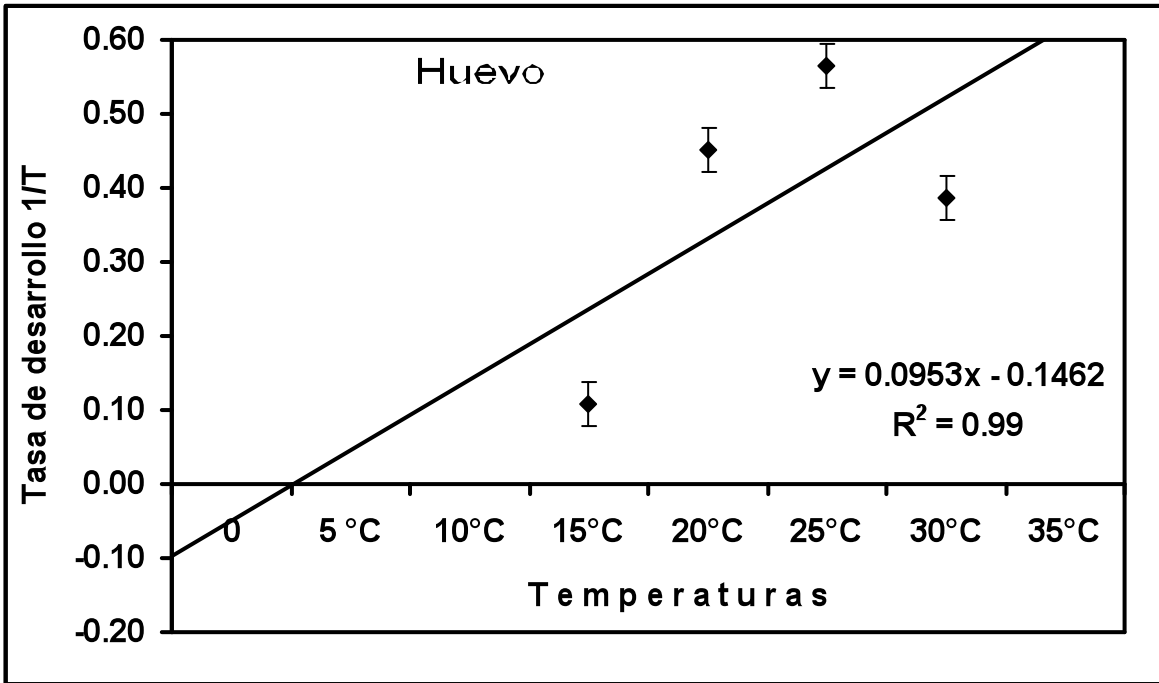


Figura 11 A. Huevo, valores de tasa de desarrollo (1/T) de *Pediculaster mesembrinae*.

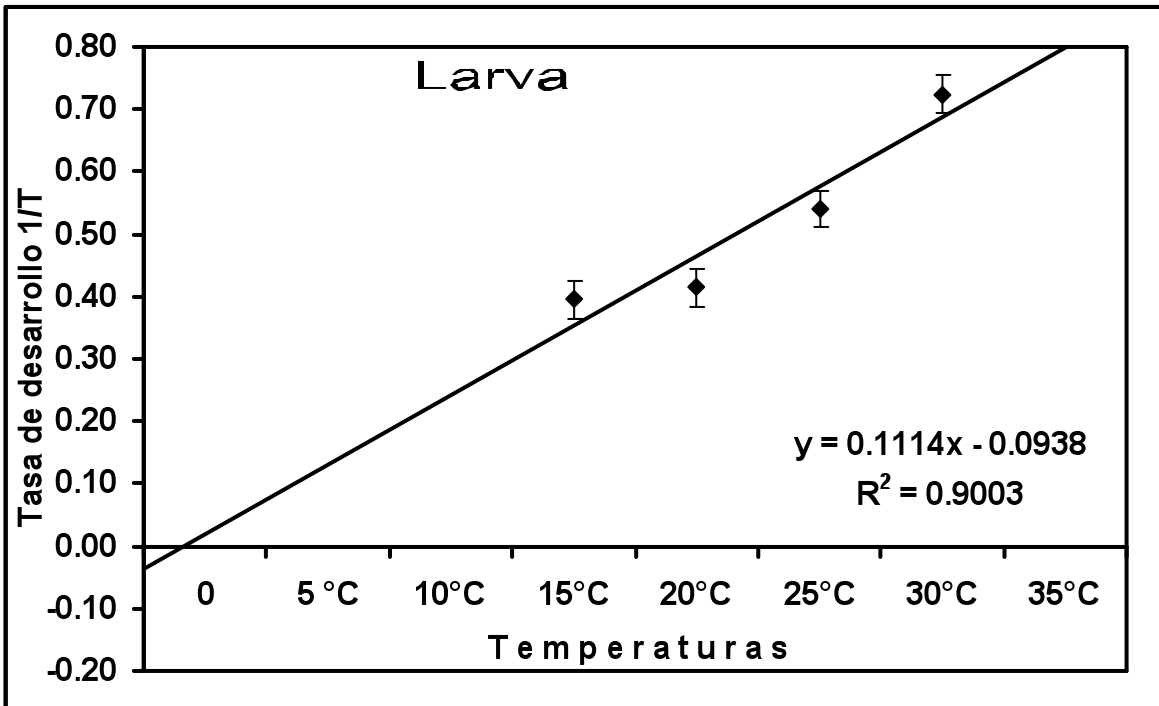


Figura 11 B. Larva, valores de tasa de desarrollo (1/T) de *Pediculaster mesembrinae*.

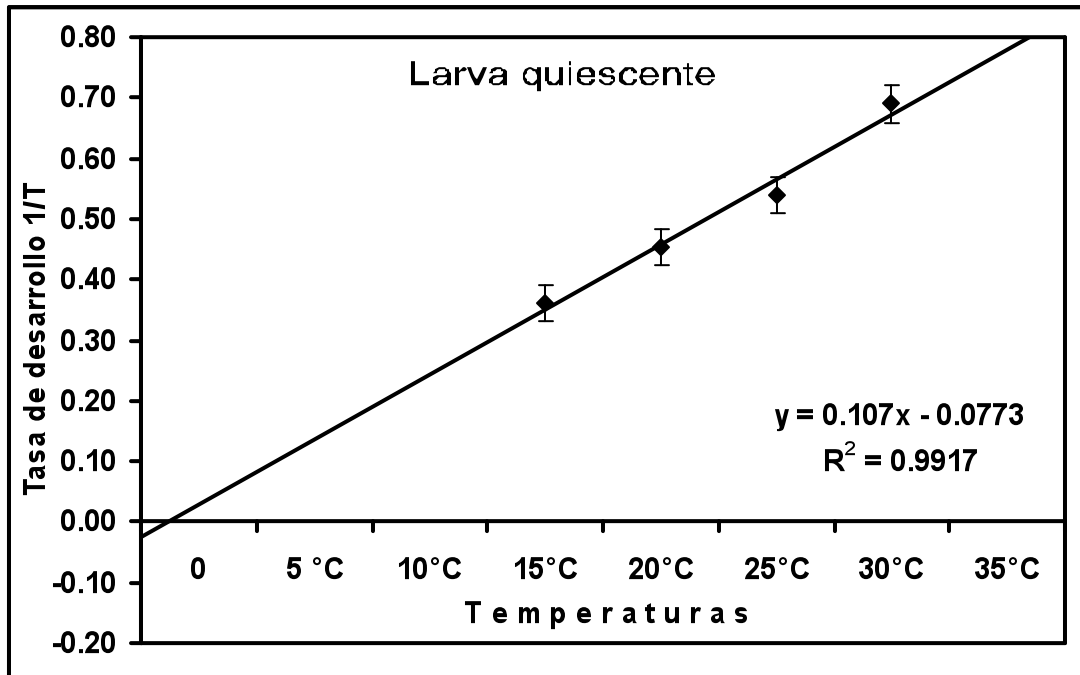


Figura 11 C. Larva quiescente, valores de tasa de desarrollo (1/T) de *Pediculaster mesembrinae*

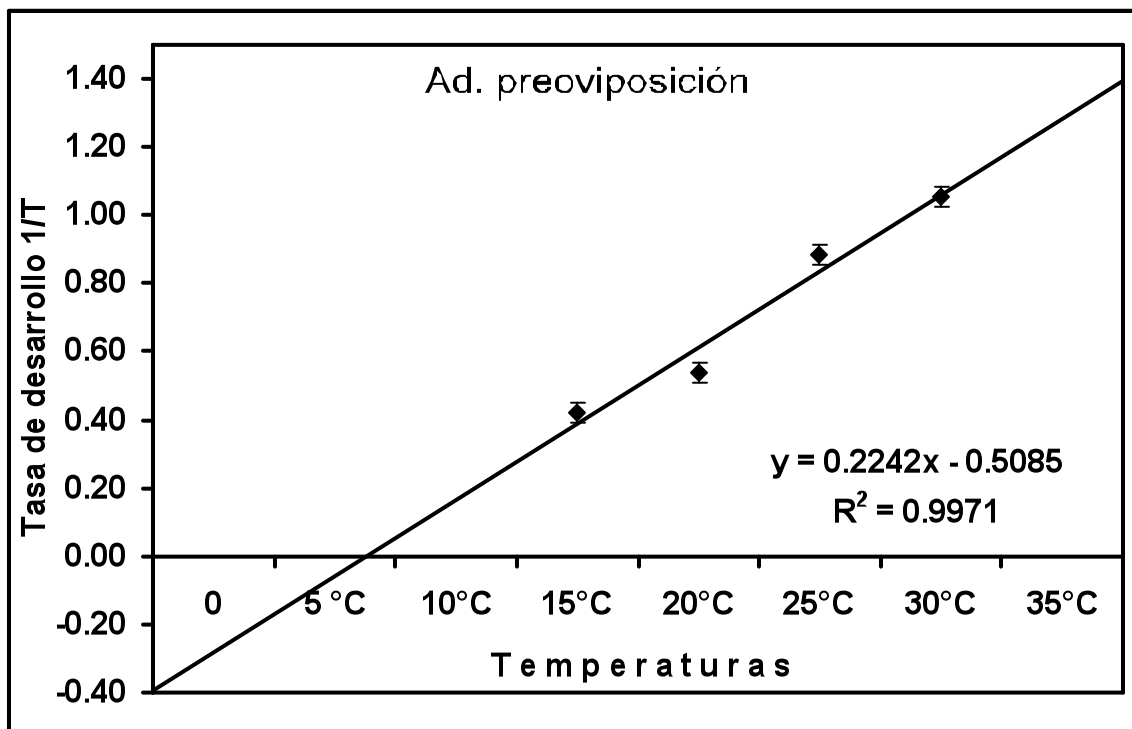


Figura 11 D. Ad. preoviposición, valores de tasa de desarrollo (1/T) de *Pediculaster mesembrinae*.

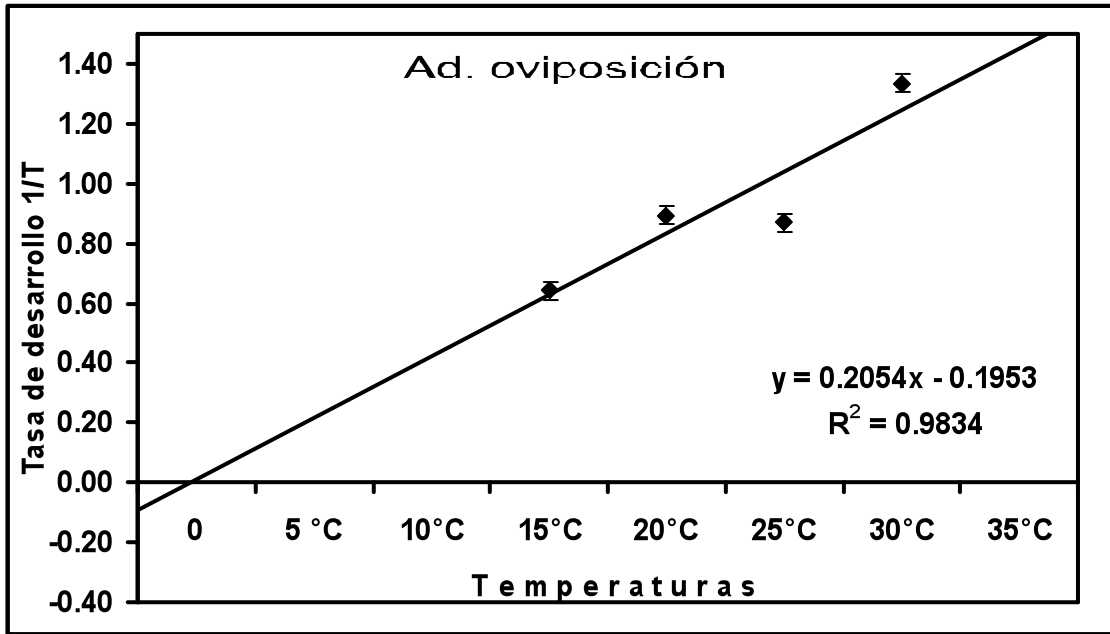


Figura 11 E. Ad. oviposición, valores de tasa de desarrollo (1/T) de *Pediculaster mesembrinae*

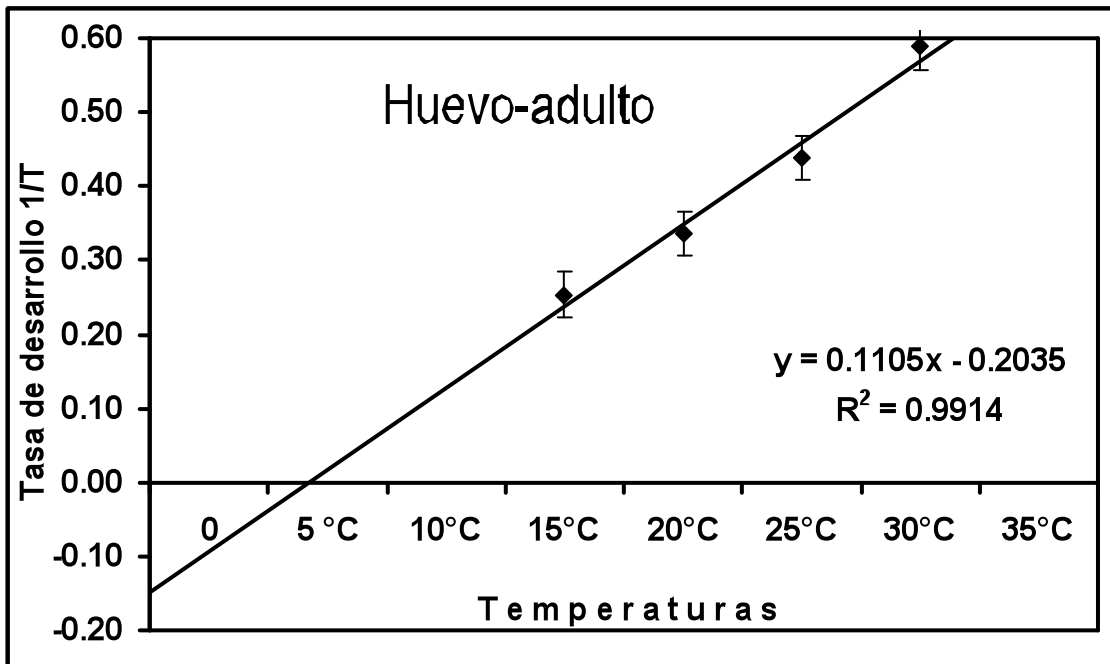


Figura 11 F. Huevo-adulto, valores de tasa de desarrollo (1/T) de *Pediculaster mesembrinae*.

## 5.2 *Brennandania lambi*.

### 5.2.1 Ciclo de vida.

Al igual que en *Pediculaster mesembrinae*, también en *B. lambi* se observaron las etapas de huevo, larva, larva quiescente (ninfocrisálida) y adulto, en todas las temperaturas evaluadas. Al respecto Gao y Zou (2001), también reconocieron estas etapas en la misma especie de ácaro. En la Tabla 8 se puede observar el tiempo de desarrollo en días para cada una de las etapas de este ácaro, se puede apreciar también la correlación que existió entre la temperatura y la velocidad de desarrollo, esto es que a medida que se incrementó la temperatura, se acortó el periodo de desarrollo.

Tabla 8. Tiempo promedio de desarrollo en días de las etapas biológicas de *Brennandania lambi* a diferentes temperaturas.

Etapa biológica	T E M P E R A T U R A			
	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C
Huevo	7.89	4.76	3.61	2.42
Larva	4.80	5.28	3.27	3.27
L. quiescente	3.66	3.26	3.17	2.30
Ad. preoviposición	4.50	2.78	7.63	2.35
Ad. oviposición	7.57	5.08	5.90	1.93
Huevo-Adulto	28.42	21.16	23.58	12.27



**5.2.1.1 Huevo.** Los huevos son esféricos, de color blanco opaco, con su superficie lisa. Los huevos son usualmente depositados en masas figura 17. El periodo de incubación osciló entre 2.42 a 7.89 días a temperaturas de 30 y 15 °C, respectivamente; al respecto Gao y Zou (2001), observaron también que los huevos de *B. lambi*, tardan siete días en eclosionar.

Al parecer el huevecillo de *B. lambi* requiere un mayor tiempo de incubación que el de *P. mesembrinae*, aunque esto se hace más evidente a la temperatura de 15 °C (7.89 días para *B. lambi* y 2.65 días para *P. mesembrinae*).

**5.2.1.2 Larva.** La larva es blanca, casi transparente y de forma característica posee seis patas, además de que la parte posterior del cuerpo es alargada y plana. La larva es muy activa y se alimenta de micelio de *Agaricus bisporus*, esta etapa tiene una duración de 3.27 (a 30 °C) a 4.80 días (a 15 °C). Al igual que en la etapa anterior, en ésta también se detectó que *B. lambi* requirió de más tiempo para cubrir esta etapa de desarrollo en comparación con *P. mesembrinae*.

**5.2.1.3 Larva quiescente (LQ).** Durante este periodo, la larva se hincha y se mueve poco. En esta etapa el color cambia a café claro y conserva todavía tres pares de patas. Tienen un tiempo de desarrollo de 2.30 (a 30 °C) a 3.66 días (a 15°C). Wu y Ma (1988) encontraron que en promedio esta etapa tardó 2 días; aunque ellos observaron una completa inmovilidad, en este estudio se logró detectar, que aunque mínimo, la larva quiescente presenta movimiento.

**5.2.1.4 Adultos.** En esta etapa la hembra mide cerca de 240  $\mu\text{m}$ , y se caracteriza por presentar cuatro pares de patas. Las hembras adultas varían de blanco transparente a café claro y presentan una forma elíptica. Las partes bucales consisten de un par de palpos cortos, insertados en la porción apical del capitulum y presentan un par de quelíceros delgados aserrados (Figura 16).

El adulto tuvo una duración que osciló entre 4.28 y 12.07 días a 30 y 15 °C, respectivamente. Al igual que en *P. mesembrinae*, en esta especie de ácaro también la etapa adulta está subdividida en dos etapas, preoviposición y oviposición; la primera tiene una duración de 2.35 ( a 30 °C) a 4.50 días (a 15 °C). En cuanto a la etapa de oviposición, ésta tiene una duración de 1.93 a 7.57 días a 30 y 15 °C, respectivamente; durante este tiempo las hembras pueden depositar entre 60 - 120 huevos por día.

De la duración del ciclo de vida, se deduce que a medida que se incrementa la temperatura el ácaro alcanza el estado adulto más rápidamente, esto es que a 30 °C el tiempo requerido para huevo-adulto es de 12.27 días, en tanto que a 15 °C, el ciclo se retarda más del 50%, esto es 28.42 días. En un estudio realizado por Clift y Toffolon (1981) encontraron que una generación de *B. lambi* tarda 17 días a una temperatura de 18 °C.

Al comparar el ciclo biológico de las dos especies de ácaros estudiadas en esta investigación, se encontró que *B. lambi* requiere más tiempo para completar su ciclo de vida que *P. mesembrinae*, esto es entre 2.11 a 2.38 veces. Desde luego que esto también se refleja en el tiempo generacional (Tabla 3) y (Tabla 10).

**5.2.1.5 Proporción de sexos.** En el presente estudio no se observaron machos; sin embargo, De Lillo (1990) anota que los machos aparecen en proporción de uno por cada cien hembras. Al parecer se requieren de estudios más detallados para observar los machos y la determinación de éstos para esta especie.

## **5.2.2 Curvas de sobrevivencia ( $l_x$ ).**

Las curvas de sobrevivencia para la especie *B. lambi*, a temperaturas de 15, 20, 25 y 30 °C son la resultante al graficar el número de sobrevivientes ( $n_x$ ) contra la edad (Figura 12), que correspondieron al tipo I, según lo señalado por Krebs (1985). Presentaron una similitud entre las temperaturas, estadísticamente no se encontraron diferencias significativas. En cuanto a la longevidad, se puede señalar que la máxima se mantuvo relativamente constante para las temperaturas de 25 y 30 °C, pero a temperatura de 15 y 20 °C, se presentó una mayor longevidad del ácaro.

Esto nos indicó que la probabilidad de *B. lambi* de sobrevivir durante todas las etapas de vida hasta el final fue constante y aproximadamente igual a 1, ocurriendo una alta mortalidad al acercarse a las edades máximas de los individuos; es decir, la mortalidad se concentra en los individuos viejos.

Las curvas de sobrevivencia son similares en todas las temperaturas, la proporción de sobrevivientes en función del tiempo disminuye gradualmente conforme la temperatura se incrementa (Figura 12); es decir, la longevidad de los individuos disminuye conforme la temperatura aumenta, por lo que es posible distinguir que la longevidad de *B. lambi* es mayor a 15 °C (28.42 días) mientras que para 30 °C fue de 12.27 (días). Los valores de  $\chi^2$  obtenidos en la prueba de Logrank (con una  $\chi^2$  de 2.6512 y una probabilidad al 0.05 y 2 g. l.) muestran estadísticamente que si existe diferencia significativa entre las curvas de sobrevivencia de las poblaciones en estudio a temperaturas de 15, 20, 25 y 30 °C (Tabla 9).

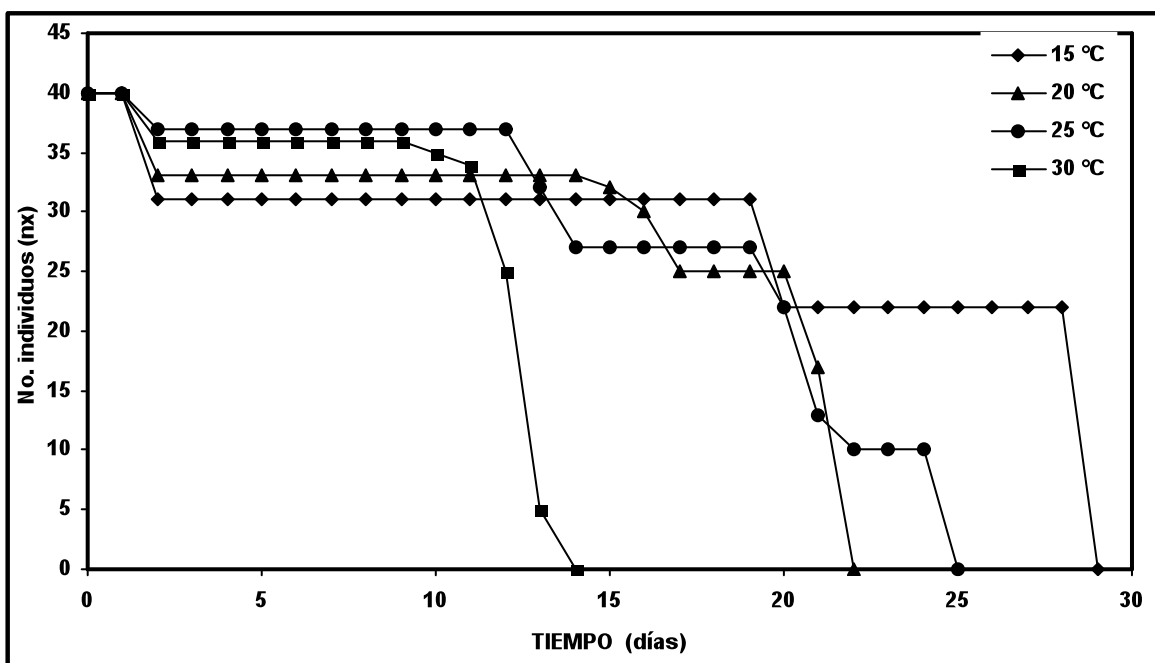


Figura 12. Curvas de sobrevivencia ( $l_x$ ) de *Brennandania lambi* a 15, 20, 25 y 30 °C.

Tabla 9. Valores de  $\chi^2$  calculados en la prueba de Logrank al comparar curvas de sobrevivencia ( $l_x$ ). Para *Brennandania lambi*.

TEMP.	15°C	20°C	25°C	30°C
15°C	-	3.7321 n.s.	22.1456*	51.2534*
20°C	3.7321 n.s.	-	22.1456*	51.2534*
25°C	22.1456*	22.1456*	-	63.0722*
30°C	51.2534*	51.2534*	63.0722*	-

$\chi^2 (0.05, 2 \text{ g.l.}) = 3.8415$

### 5.2.3 Curvas de fertilidad ( $h_x$ ).

Las curvas de fertilidad ( $h_x$ ) de *Brennandania lambi* en función de las temperaturas se presentan en el Figura 13, en ésta se observa que el comportamiento reproductivo de los individuos a temperaturas de 25 y 30 °C es relativamente parecido, puesto que el máximo pico de fecundidad ocurre unos días después de que las hembras alcanzaran la etapa productiva, para que luego decaer en forma irregular, en cuanto a las temperaturas más bajas 15 y 20 °C se puede observar que el periodo prerreproductivo y reproductivo es mucho más largo conforme la temperatura disminuya, lo que influye en la  $r_m$ ; es decir, el potencial reproductivo a 15 °C fue relativamente bajo (13) comparado con los obtenidos a temperaturas superiores 25 y 30 °C. La mayor eficiencia reproductiva se presentó a 30 °C.

El periodo máximo de fertilidad ( $h_x$ ) para las temperaturas 20, 25 y 30 °C se presentó en las edades 12, 18 y 25 días, respectivamente. Con la temperatura más baja de 15 °C se encontró que la fecundidad fue relativamente baja, alcanzando como máximo valor de 9.13, el cual se obtuvo a la edad de 22 días, comparado con las temperaturas de 20, 25 y 30 °C cuyo periodo fue de 2.25, 2.10 y 1.93 días, respectivamente (Figura 13).

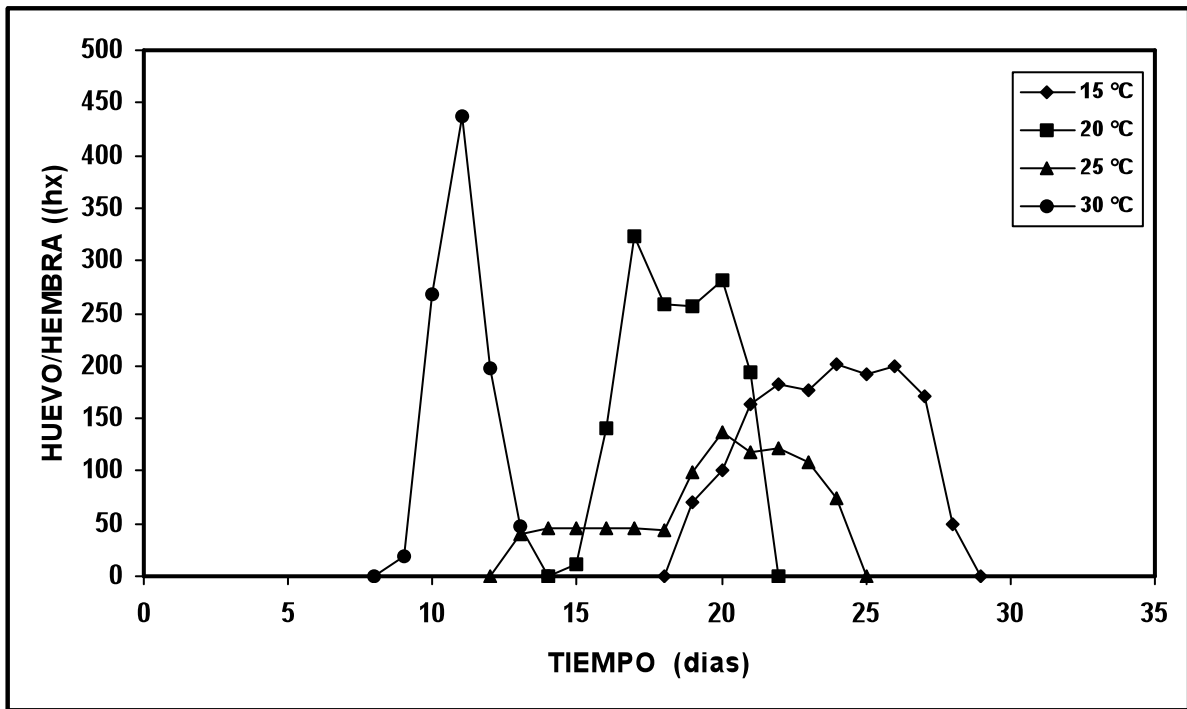


Figura 13. Curvas de fertilidad (hx) de *Brennandania lambi* a diferentes temperaturas constantes.

#### 5.2.4 Parámetros demográficos ( $R_o$ , $T_g$ , $r_m$ y $\lambda$ ).

Las tablas de supervivencia ( $n_x$ ) y fertilidad ( $m_x$ ) para *B. lambi* permitieron la determinación de los índices de reproducción: fecundidad ( $m_x$ ), tasa neta de reproducción ( $R_o$ ), tiempo generacional ( $T_g$ ), capacidad innata de incremento ( $r_m$ ) y tasa finita de incremento ( $\lambda$ ), las cuales se presentan en la Tabla 10. En cuanto a la  $r_m$ , se puede observar que sus valores se incrementan conforme la temperatura aumenta de 15 a 30 °C (0.15 a 0.29).

La tasa neta de reproducción ( $R_0$ ) presenta valores similares a las temperaturas 25 y 30 °C (22.99 y 24.14); sin embargo, a las temperaturas inferiores evaluadas en este estudio, se encontró que el comportamiento de la  $R_0$  fue similar al presentado por la  $r_m$ , donde el valor de este estadístico decrecía a medida que la temperatura disminuía. Con respecto a la tasa finita de incremento ( $\lambda$ ), se puede mencionar que aunque la diferencia entre los valores obtenidos no es pronunciada, se presenta una tendencia a reducir sus valores conforme la temperatura disminuye.

El tiempo de generación ( $T_g$ ), parámetro que resume el efecto de la temperatura sobre todos los componentes del desarrollo, presentó valores desde 9.13 días a 15 °C hasta 12.88 días a 30 °C, valores que se reflejan tanto en una mayor duración de las etapas biológicas como en los periodos prerreproductivos, especialmente en poblaciones de ácaros que se desarrollan a temperaturas bajas. *B. lambi* presentó los mayores valores demográficos a 30 °C (una fecundidad ( $m_x$ ) de 12.88, tasa neta de reproducción ( $R_0$ ) de 24.14, tasa intrínseca de incremento natural ( $r_m$ ) de 0.29 y tasa finita de incremento ( $\lambda$ ) de 1.34). Gao y Zou (2001) también obtuvieron algunos parámetros demográficos para este ácaro, entre los que destaca la  $r_m$ , encontrando que para las temperaturas de 16, 18, 20, 22 y 24 °C, los valores de la  $r_m$  fueron 0.11, 0.18, 0.22 y 0.27, respectivamente. Como se puede apreciar el valor de los autores a 27 °C es muy cercano al obtenido por nosotros a 30 °C.



Según Krebs (1985) menciona que los principales factores que inciden sobre ( $r_m$ ) son la sobrevivencia, fertilidad, velocidad de desarrollo, periodo prerreproductivo y la edad de pico máximo de fecundidad.

En cuanto a la capacidad innata de incremento( $r_m$ ) la cual se observó que cambia con la temperatura en la escala de tiempo cronológico (días), se puede señalar que presenta un incremento consistente cuando la temperatura es mayor en función a los grados-día, esto se distingue porque los valores de  $r_m$  se incrementan a temperaturas más altas, esto es que a 30 °C se obtuvo el mayor valor (0.29), el cual fue disminuyendo hasta 20 °C (0.19), esto indica que los máximos picos reproductivos se presentan a temperaturas medias ente 20 y 25 °C (Tabla 10).

Tabla 10. Parámetros demográficos de *Brennandania lambi* a diferentes temperaturas.

TEMPERATURAS	$h_x$	$R_o$	$T_g$	$r_m$	$\lambda$
15 ° C	9.13	37.72	23.67	0.15	1.16
20 ° C	12.92	36.62	18.52	0.19	1.21
25 ° C	12.20	22.99	19.02	0.16	1.17
30 ° C	12.88	24.14	10.98	0.29	1.34

Tabla 11. Inverso de los parámetros demográficos de *Brennandania lambi* a diferentes temperaturas y (1/T).

TEMPERATURAS	$h_x$	$R_o$	$T_g$	$r_m$	$\lambda$
15 ° C	0.109529	0.026511	0.042247	6.666666	0.862068
20 ° C	0.077399	0.027307	0.053995	5.263157	0.826446
25 ° C	0.081967	0.043497	0.052576	6.250000	0.854700
30 ° C	0.077639	0.041425	0.091074	3.448275	0.766268

$m_x$  = Fertilidad  $R_o$  = Tasa neta de reproducción  $T_g$  = Tiempo de generación  $r_m$  = Capacidad innata de incremento  $\lambda$  = Tasa finita de incremento

Tabla 12. Capacidad innata de incremento natural ( $r_m$ ) de *Brennandania lambi* a diferentes temperaturas constantes.

	T E M P E R A T U R A			
Parámetro	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C
$r_m$	0.15	0.19	0.16	0.29

### 5.2.5 Unidades térmicas (K).

Los resultados de *Brennandania lambi* también muestran que existe una relación lineal entre la velocidad de desarrollo y la temperatura, como se puede observar en la Tablas 13 y 14, así como en la figura 14 A – F.

Tabla 13. Días Grado de desarrollo, temperatura umbral, unidades calor y desviación estándar, de las etapas biológicas de *Brennandania lambi*.

Etapa biológica	D I A S   G R A D O				T <sub>u</sub>	UC ± DS
	T E M P E R A T U R A S					
	15°C	20 °C	25 °C	30 °C		
Huevo	36.28	54.16	39.14	53.19	2.28	36.27 ± 4.25
Larva	42.06	32.91	26.42	32.41	3.02	47.21 ± 4.95
L. quiescente	35.12	43.21	35.19	37.28	2.53	39.78± 3.28
Ad. preoviposición	32.16	36.72	37.47	42.25	3.25	43.02 ± 4.22
Ad. oviposición	41.72	39.21	49.02	50.21	2.41	49.42 ± 5.03
Adulto	186.41	206.21	187.24	215.34	3.93	214.00±7.02

El ciclo de huevo - adulto de *B. lambi* requirió de 214 grados-día (Tabla 13). La temperatura umbral más baja la presentó el huevecillo (2.28 °C), en tanto que la mayor ocurrió en la etapa de adulto en preoviposición (3.25 °C).

Al igual que *P. mesembrinae* en *B. lambi*, los días grado o unidades térmicas que requirieron las diferentes etapas de desarrollo del ácaro, no presentaron grandes variaciones, es decir fueron muy similares; la etapa que requirió el menor número de unidades térmicas fue el huevecillo (36.27), en tanto que la etapa que necesitó el mayor número de unidades fue el adulto-oviposición (49.42).

Tabla 14. Tasa promedio de desarrollo de (1/T) para cada una de las etapas de desarrollo de *Brennandania lambi*.

Etapa biológica	T E M P E R A T U R A			
	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C
Huevo	0.1267	0.2100	0.2770	0.4132
Larva	0.2083	0.1893	0.3058	0.3058
L. quiescente	0.2732	0.3067	0.3154	0.4347
Ad. preoviposición	0.2222	0.3597	0.1310	0.4255
Ad. oviposición	0.1321	0.1968	0.1694	0.5181
Huevo-adulto	0.0828	0.1272	0.0739	0.2336

Tabla 15. Ecuaciones de regresión de las tasas de desarrollo contra la temperatura constante, coeficiente de determinación, temperatura umbral y grados día requeridos para el desarrollo de cada estadio de *Brennandania lambi*.

ETAPA BIOLÓGICA	TIEMPO DE DESARROLLO (DÍAS) (1/y)	r <sup>2</sup>	T <sub>u</sub>	°D (GRADOS DÍA )
Huevo	1/y = 0.0991x - 0.2867	0.99	2.28	36.27
Larva	1/y = 0.0874x - 0.1672	0.99	3.02	47.21
Larva quiescente	1/y = 0.1075x - 0.2667	0.95	2.53	39.78
Ad. preoviposición	1/y = 0.1143x - 0.3067	0.98	3.25	43.02
Ad. oviposición	1/y = 0.1328x - 0.4282	0.96	2.41	49.42
Huevo-adulto	1/y = 0.0499x - 0.1201	0.99	3.93	214

1/y = Velocidad de desarrollo (días); T<sub>u</sub> = Temperatura umbral de desarrollo; r<sup>2</sup> = Coeficiente de determinación; °D = Constantes térmica (grados-día °D).

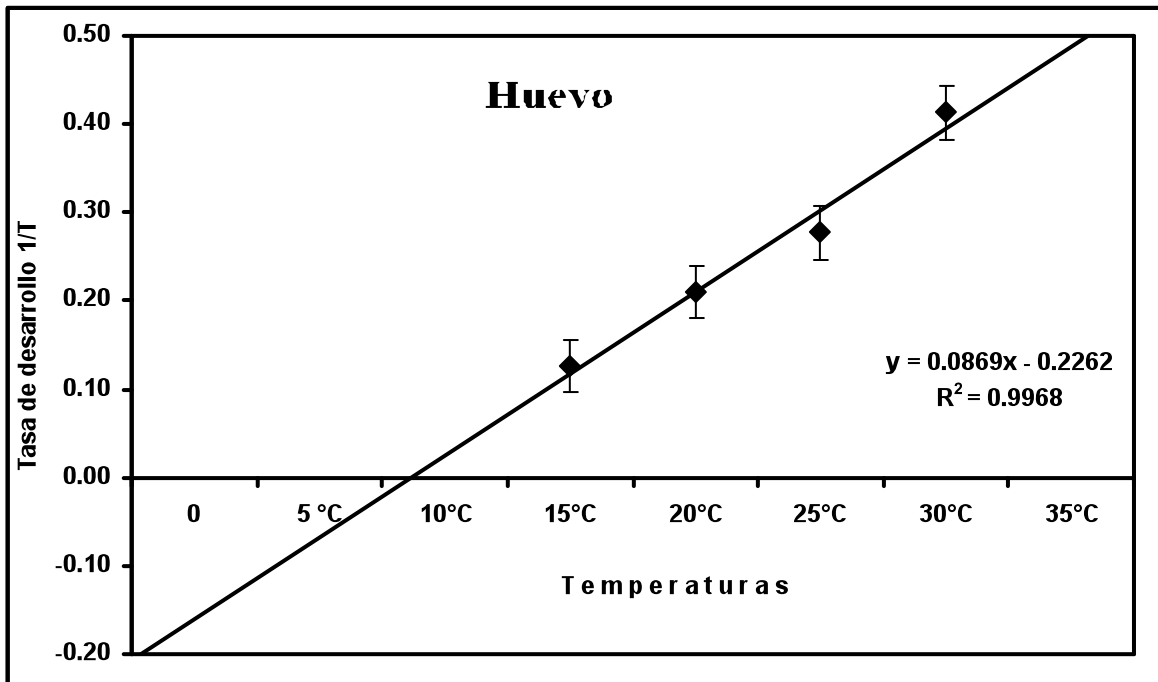


Figura 14 A. Huevo, valores de tasa de desarrollo (1/T) de *Brennandania lambi*.

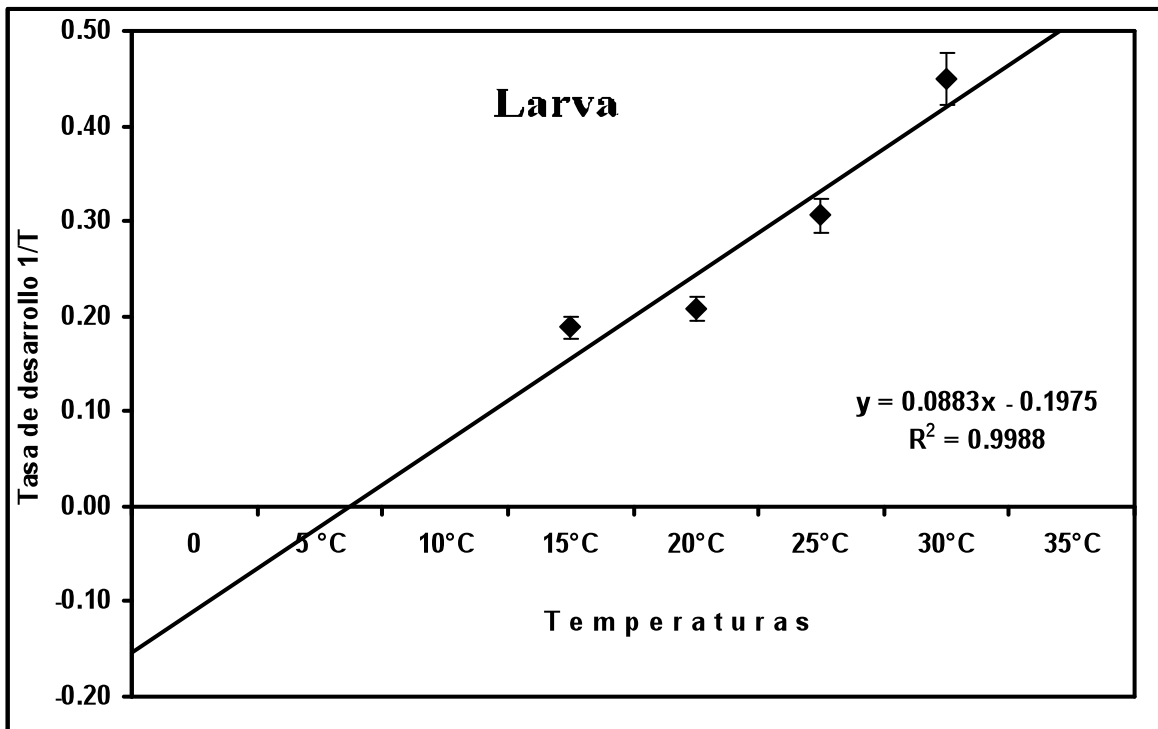


Figura 14 B. Larva, valores de tasa de desarrollo (1/T) de *Brennandania lambi*.

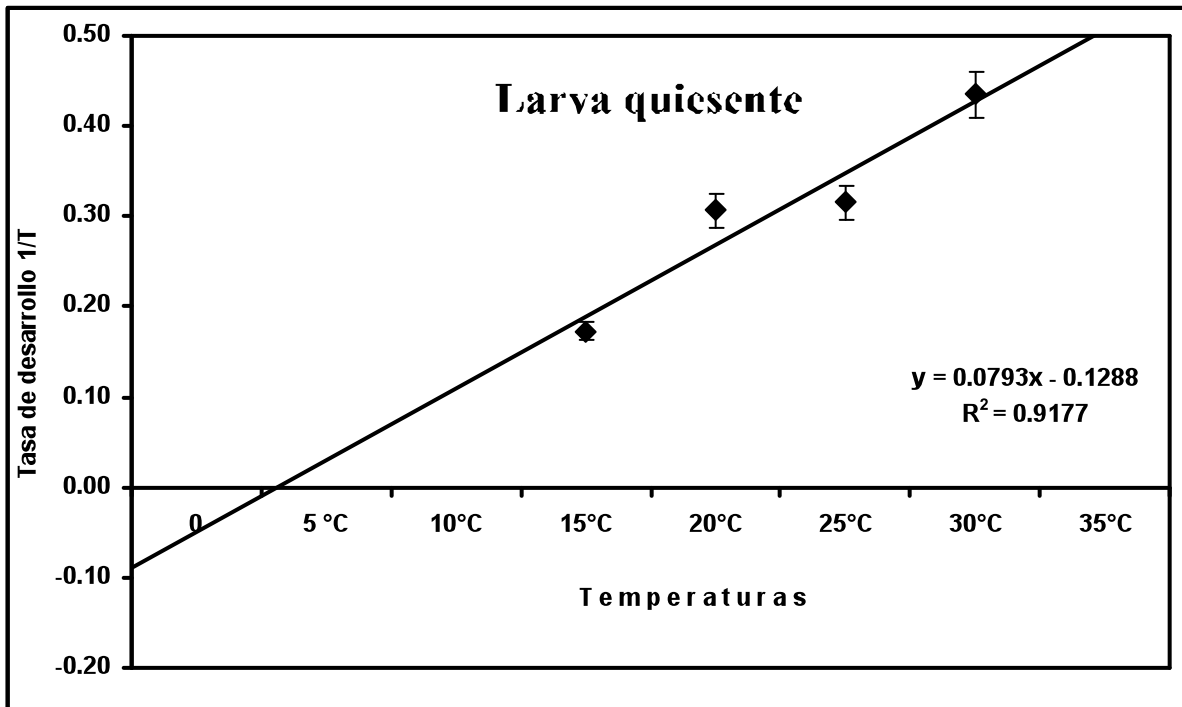


Figura 14 C. Larva quiescente, valores de tasa de desarrollo (1/T) de *Brennandania lambi*.

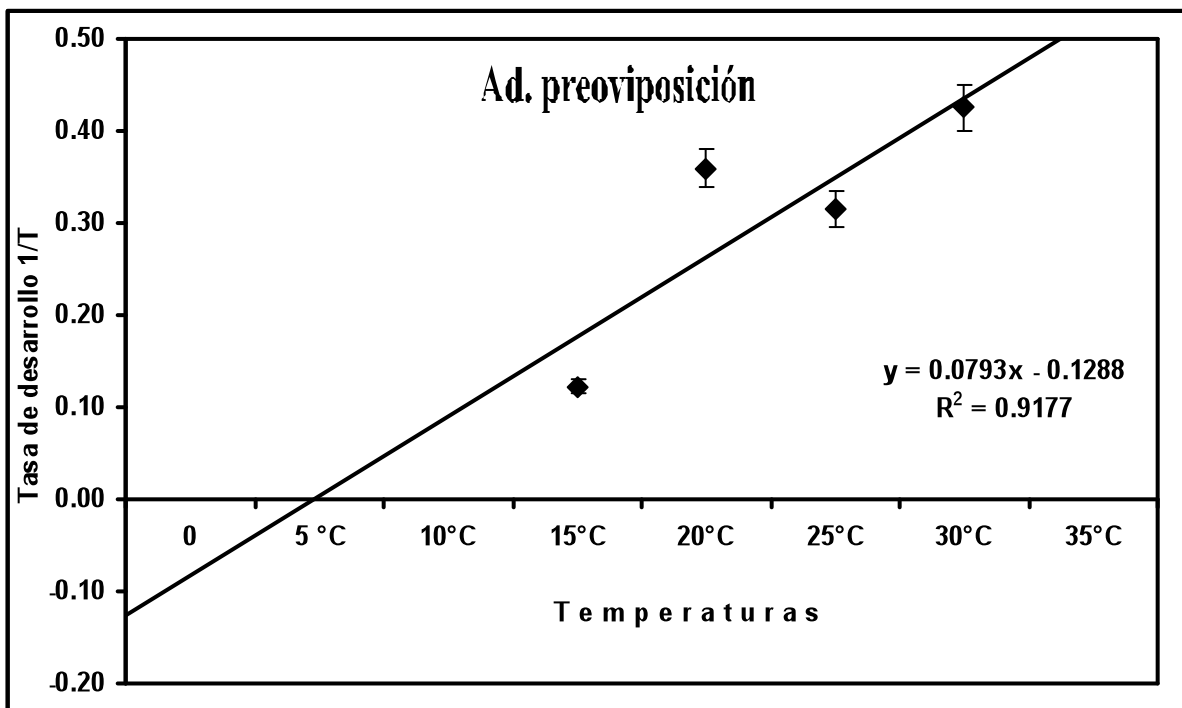


Figura 14 D. Ad. preoviposición, valores de tasa de desarrollo (1/T) de *Brennandania lambi*.

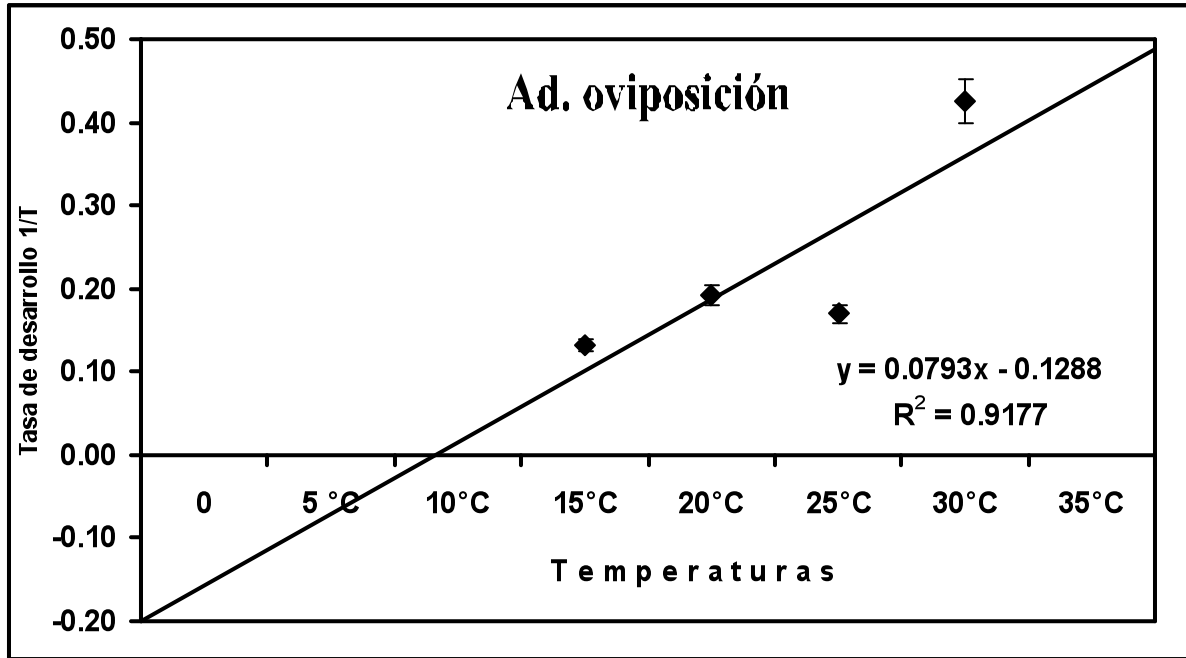


Figura 14 E. Ad. oviposición, valores de tasa de desarrollo (1/T) de *Brennandania lambi*.

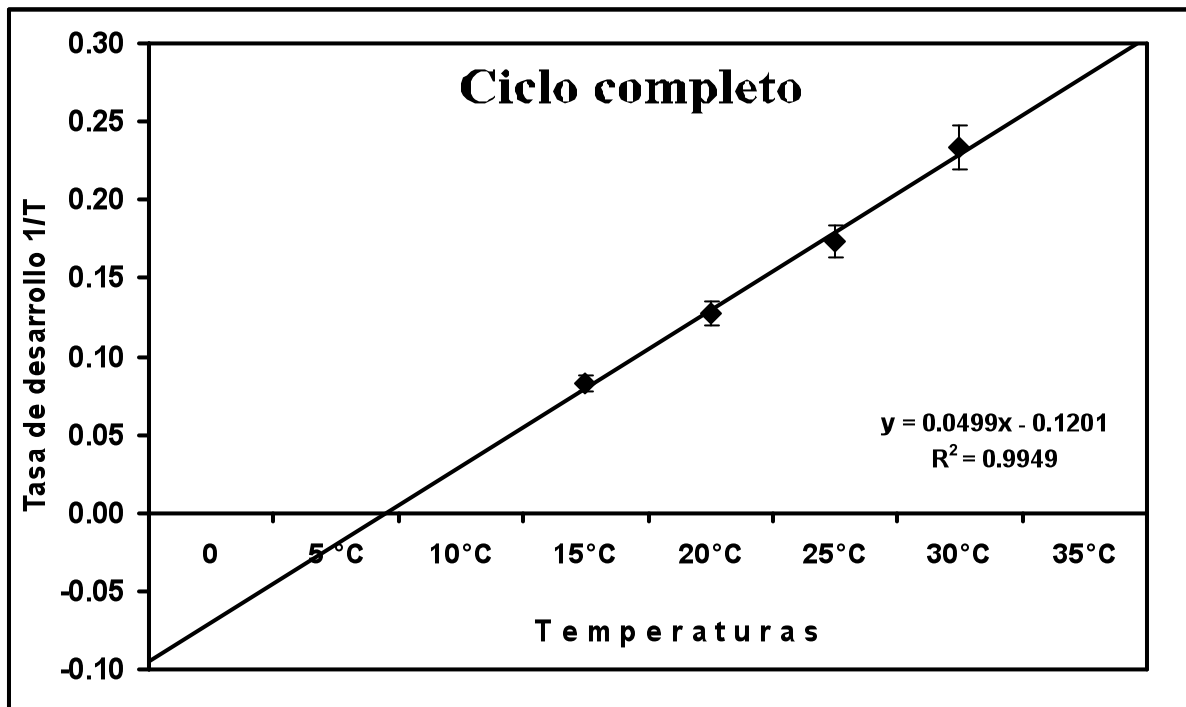


Figura 14 F. Huevo-Adulto, valores de tasa de desarrollo (1/T) de *Brennandania lambi*.



## VI. CONCLUSIONES.

El ciclo de vida de *Pediculaster mesembrinae* y *Brennandania lambi* comprendió las etapas de desarrollo; huevo, larva activa, larva quiescente, adulto fisiogástrico.

La mayor parte de los ejemplares de *P. mesembrinae* y *B. lambi* (28) y (32) sobrevivieron durante todas las etapas de vida hasta el final de su ciclo, y ocurrió una alta mortalidad al acercarse a las edades máximas de los individuos; es decir, la mortalidad se concentró en los individuos viejos.

Al comparar el ciclo biológico de las dos especies de ácaros estudiadas en esta investigación, se encontró que *B. lambi* requiere más tiempo para completar su ciclo de vida que *P. mesembrinae*, esto es entre 2.11 a 2.38 veces. Desde luego que esto también se reflejó en el tiempo generacional.

Las temperaturas umbrales de desarrollo fueron muy similares, 3.52 °C para *P. mesembrinae* y 3.93 °C para *B. lambi*.

El ciclo biológico (huevo – adulto) de *P. mesembrinae* requirió de 190.58 unidades térmicas o grados-día para completar su desarrollo; en tanto que *B. lambi* necesitó de 214.

## VII. LITERATURA CITADA.

- Al-Almudi, A. H. 1995. *Occurrence of insects and mites in mushroom compost in Ireland*. En: *Science and Cultivation of Edible Fungi*, Elliott (ed.). Balkema, Rotterdam. pp. 539-546.
- Allen, J. C. 1976. A modified sine wave method for calculating degree-day. *Environ. Entomology*. 5 (3): 388-396.
- Barnett, L.H. , y Hunter, B.B. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. *The American Phytopatology Society*. St. Paul, Minnesota, USA. 218 99.
- Bisset, J. (1994). A revision of the genus *Trichoderma* harzianum. II. Infrageneric classification. *Can. J. Bot.* 69: 2357–2372.
- Boudreaux, H. B. 1958. The effect of relative humidity on egg-laying, hatching, and survival in various spider mites. *J. Ins. Physiology*. 2” 65-67.
- Camerik, A. M. 2001. Redescription of holotype of *Pediculaster manicatus* (Berlesse) 1904 and description of *Pediculaster pseudomanicatus* (Acari: Pygmephoridae). *International Journal of Acarology* 27(1): 13-28.

- Camerik, A.M. 1995. *Pediculaster norrhomialis* sp. n. (Acari: Heterostigmata: Pygmephoridae) from South Africa, with notes on host and dung preference of their phoretic females. *Mittew. Hamburgo. Zool. Mus. Inst.* 92: 73-86.
- Clift, A. D. and M. A. Terras. 1995. Mites as indicators of compost conditioning. *In: Science and cultivations of Edible Fungy*. Elliot. Rotterdam. 507-513.
- Clift, A. D. and R. B. Toffolon. 1981. Biology, fungal host preferences and economic significance of two Pygmephorid mites (Acarina: Pygmephoridae) in cultivated mushrooms, N.S.W., Australia. *Mushroom Science* XI: 245-253.
- Cross, E. A. 1988. The generic relationships of the family Pyemotidae (Acari: Tarsonemidae). *Univ. Kans. Sci. Bull.* 45 (2): 27 –275.
- Cross, E. A. and M. J. Kaliszewski. 1988. Life history of a mushroom pest mite, *Pediculaster flechtmanni* (Wicht) (Acari: Pygmephoridea), with studies on alternate morph formation. *Environ. Entomol.* 17(2): 309-315.
- De Lillo, E. 1990. Insetti ed acari dannosi al *Pleurotus erygii* (D.C. ex fr) quel. (Cardoncello). Possibilita di controllo. *Professione Agricoltore*. 1990. pp. 132-145.

De Lillo, E. 1998. Acari dannosi per il cardoncello ed altri funghi coltivati. *Agricoltura Ricerca* 176: 71-76.

De Lillo, E. And P. Aldini. 1998. *Functional morphology of some leg sense organs in Pediculaster mesembrinae* (Acari: Siteroptidae) and *Phytoptus avellanae* (Acari: Phytoptidae). In: Halliday R. B., Walter D. E., Proctor H. C., Norton R. A., Colloff M. J. (Eds.). *Acarology: Proceedings of the 10th International Congress of Acarology*. CSIRO Publishing, Melbourne, 2001. pp 243-326.

Ferragut, F., F. J. Gea, and J. A. Garcia – Morrás. 1997. The mushroom mite *Brennandania lambi* (Krczal) (Acari: Pygmephoridae). Introduction in Spain, economic importance and distinction of related species. *Bol. San Veg. Plagas* 23(3): 301-311.

Ferri, F. 1985. I Fungí micología, isolamento, coltivazione, Edagricole Bologna. Pp. 398.

Fletcher. J. T., P.F.; White, R.H. Gaze. 1986. *Champiñones. Control de enfermedades y plagas*. Edit. ACRIBIA. España. Pp.

Fletcher, J. T. 1987. Weed moulds. *The Mushroom Journal* 174: 198 –200.

Fletcher, J. T., White, P. F., Gaze, R. H. 1989. *Mushroom: Pest and Disease Control* (2 edition) *Intercepts* Lindquist, E.E. 1985, Andover. Hants. 174 pp.

Fletcher, J. T. 1997. The biology and epidemiology of *Trichoderma* diseases of *Agaricus bisporus*. A literature review for the Horticultural Development Council ADAS UK.

Fletcher, J.T. 1991. *Control de las enfermedades y plagas del champiñon*. Edc. Acribia. Zaragoza.

Gao, J. R., P. Zou y E. P. MA. 1986. Two new records of mushroom pygmephorid mites from China (Acarina: Pygmephoridae). *Acta Agric. Shanghai*,2(3): 27-32.

Gao, J. R., P. Zou. 2001. Biology, life table and host specificity of the mushroom pest *Brennandania lambi* (Acari: Pygmephoroidea) in China. *Exp. Appl. Acarol.*, 17: 233 – 240.

Gurney, B. And N. W. Hussey. 1967. *Pygmephorus* species (Acarina: Pyemotidae) associated with cultivated mushrooms. *Acarology* 9: 353-358.

- Hughes, R. D. 1962. A method for estimating the effects of mortality on aphid population. *J. Anim. Ecol.* 31: 389-396.
- Hussey, 1964. Pest control. A changing Science. *The Mushroom Journal.* 57: 284 – 292.
- Iwata, F. B. 1981. Heat unit concept of crop maturity. In. U. S. Gupta (Editor). Physiological aspect of dryland farming. Oxford and EBH Publishing Co. New Delhi. Pp. 351-370.
- Kazak, C., S. Yildiz, and E. Sekeroglu. 2002. Biological characteristics and life tables of *Neoseiulus umbraticus* Chant (Acari, Phytoseiidae) at three constant temperatures. *Anzeiger fur Schadlingskunde. Turquia* 75(5): 118-121.
- Kerni, P.N. Gupta, A. 1997. Comparative study pf micoparasites during cropping of white button mushroom under traditional method and recommended package of mushroom cultivation and effect on yield. Research and Development Report, 16-25 pp.
- Krantz, G.W. 1978. A Manual of acarology. Second editions. Ed. Oregon State University Book Stores, Inc. U.S.A. pp: 01-600.

- Krebs, CH. J. 1985. *Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia*. 2ª. Edición. Haria, México. pp.: 165-197.
- Kreczal, H. 1964. *Pygmephorus lambi* eine neue Pyemotid aus *Akampignonkulturen*. *Zool. Angew.* 172: 318-322.
- Kosir, M. 1975. Ernährung und Entwicklung von *Pygmephorus mesembrinae* und *P. quadratus* (Pygmephoridae, Tarsonemini, Acari) und Bemerkungen über drei weitere Arten. *Pedobiology* 15: 313-329.
- Krebs, C. J. 1985. Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Harper & Row Publishers, New York. Pp. 123-145.
- Leal, H. 1985. *Producción de hongos comestibles*. Edit. LIMUSA, México. Pp. 301 – 382.
- Lindquist, E. E. 1985. Discovery of sporothecae in adult female *Trichometridium* Cross. With notes on analogous structures in Siteroptes Amerling (Acari: Heterostigmata). *Experimental and Applied Acarology* 1: 73-85.

Lindquist, E. E. 1986. The world d general of Tarsonemidae (Acari: Heterostigmata) :a morphological phylogenetic, and systematic revision. With a reclassifications of family group taxa in the Heterostigmata. *Mem. Entomol. Soc. Can.* No.136.

Lindquist, E. E. 1986. The World genera of Tarsonemidae (Acari: Heterostigmata): a morphological, Phylogenetic, and systematic revision, with a reclassification of family-group taxa in the heterostigmata. *Memoirs of the Entomological Society of Canada* 136.

Mammoun, M. L., Lopicco. 2000. Green Mould diseased in France: *Trichoderma harzianum* Th2 and other species causing damage on mushroom farms. In: Science and cultivation of edible fungi. Proceeding of the 15 Th. International Congress on the Science and cultivation of edible fungi. Pp. 625 – 632.

Martínez, C. D. ; Leben, R. Morales, P, y Larque S. 1991. *Historia del cultivo comercial de hongos comestibles en México. Ciencia y Desarrollo.* 16 (96).

Martínez, C. D. 1991. cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre bagazo de caña enriquecido con pulpa de café o paja de cebada. *Micology Tropical.* 3: 49 – 52.



- Méndez, R. I., G. D. Nmihira., M. A. Linares., S. M. Carrera. 2000. *El protocolo de investigación*. 6t. reimpresión. Trillas, pp. 179-187.
- Mosser, J. C., E.A. Cross 1975. Phoretomorph: a new phoretic phase unique to the Pyemotid (Acarina: Tarsonemoidea). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 68(5): 820-822.
- Rinker, D. L. Alm, Gupta. 2000. Management of green mould diseased in Canada. In: Science and cultivation of edible fungi. Proceeding of the 15 th International Congress on the Science and cultivations of edible fungi. Pp.617 – 623.
- Rinker, D. y P. J. Wuest. 1994. Pest of commercial mushroom productions: indicator mould. *Mushroom News* April: 28 –35.
- Royse, D. J. 1997. Specialty mushroom: consummation, production and cultivation. *Revista Mexicana de Micología*. Pub. 1998, Vol. 13 pp. 1 – 11.
- Sabelis, M. W. 1985. *Reproductive strategies*. In: Helle W., Sabelis M. W. (Eds.) Spider mites. Their biology, natural enemies and control. *Elsevier*, pp. 265-278.

- Seaby, D. A. 1987. Further observations on *Trichoderma harzianum*. *Mushroom J.* 197:147–151.
- Seaby, D.A. 1989. Infection of mushroom compost by *Trichoderma* species. *Mushroom Journal*, no. 179, 355-61.
- Sinden, J. W. 1971. Ecological control of pathogens and weed – moulds in mushroom culture. *Annual Review of Phytopathology* 9: 411 –432.
- Smiley, R.L. 1978. Taxonomic studies of *Pygmephorus* species from the Western Hemisphere, with a key to females and an overview of the current problems for classification (Acari: Pyemotid and Pygmephoridae). *International Journal of Acarology* 4(2): 125-160.
- Southwood, T. R. E. 1966. *Ecological methods with particular reference to the study of insect population*. Chapman and Hall, London.
- Staments, P. and Chilton. 1983. *The mushroom cultivator. Agaricon*. Press. Olympia Washington.
- Staunton, I. Dunne. R. M. 1987. Chemical and biological control of mushroom pest. Teagasc. *Kinsealy Research Center*. Malahaid Road, Dublin 17.

- Varley, G. C., G. R. Gradwell and M. P. Hassell. 1973. *Insect population ecology; and analytical approach*. Blackwell Scientific Publications. London. pp. 6-9.
- Vedder, P. J. C, 1986, *Cultivo moderno del champiñón*, Mundi-Prensa, Madrid:85-89.
- Vedder, P. J. 1978. La fungicultura moderna. Ed. Antiga Grocetta del Mantello. 399 pp.
- Vera, G. J., V. M. Pinto., J. L. Collado., R. Reyna R. 2002. *Ecología de Poblaciones de Insectos*. Colegio de postgraduados. pp 27-59.
- Vera, G. J., D. R. Sotres. 1991. Prueba de traslapo de intervalos para comparar tasas instantáneas de desarrollo poblacional. *Agrociencia serie Protección Vegetal* 2(2): 7-13.
- Wilson, L. T. 1983. degree-day: An aid in crops and pest management. *Cal. Agric.* 37 (1, 2): pp. 4-7.
- Witch, M. C., Jr., & R. Snetsinger. 1971. Observations on mushroom – infesting Pyemotid mites in the United States. *Entomol. News*. 82: 183 –190.

Wu, J. F. And Ma, E. P. 1988. Studies on biological characters of *Brennandania lambi* (Kreczal) the most harmful for mushroom production in Shangai regions. *Acta Agricultural Shangai* 4(3): 41-46 (in Chinese with English summary).

Wu, J. y Zhang, Z. 1993. Host feeding, damage and control of the mushroom pest, *Brennandania lambi* (Acari: Pygmephoridea) in China. *Experimetal & Applied Acarology*, 17: 233-240.

---

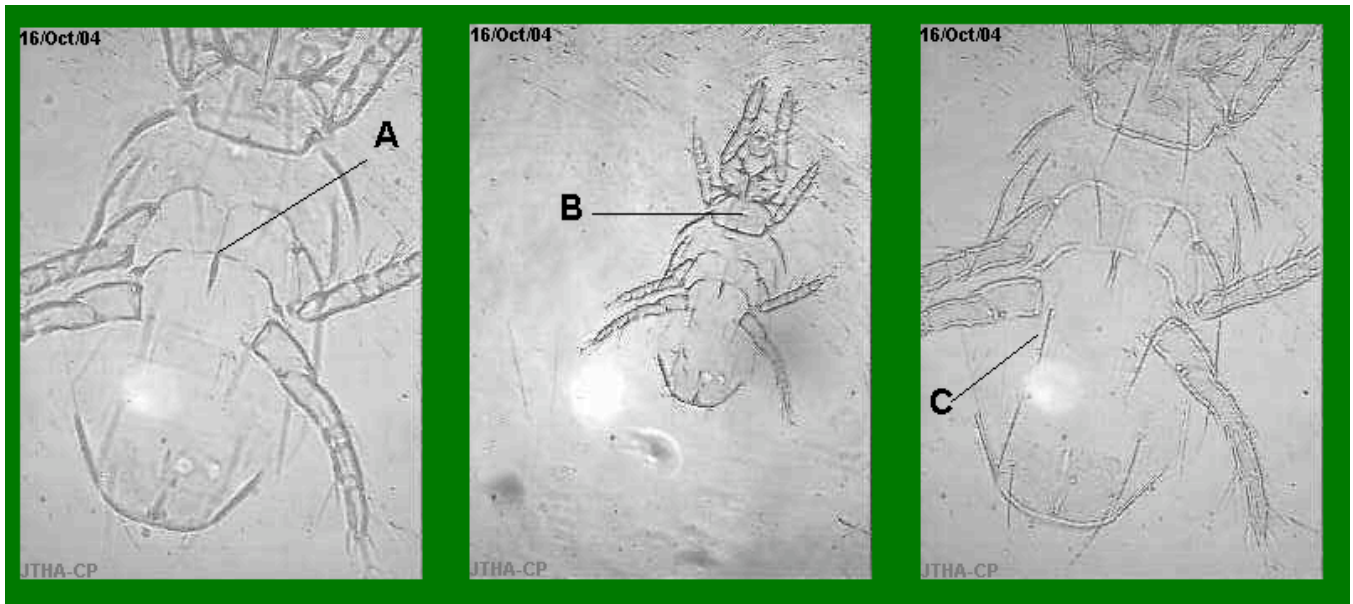


Figura 15. Vista ventral de *Pediculaster mesembrinae*.  
 A) apodema metaesternal, B) placa esternal y C) seta metaesternal.

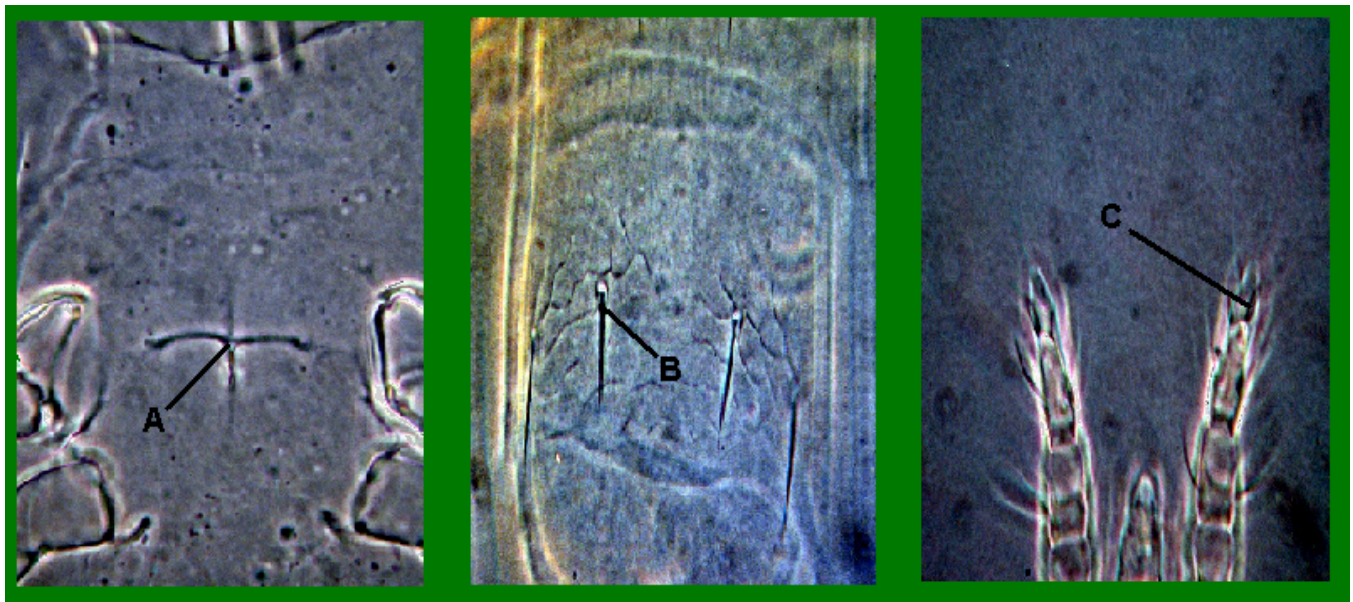


Figura 16. Vista ventral de *Brennandania lambi*.  
 A) apodema metaesternal, B) sencilia metaesternal y C) uña palpal.

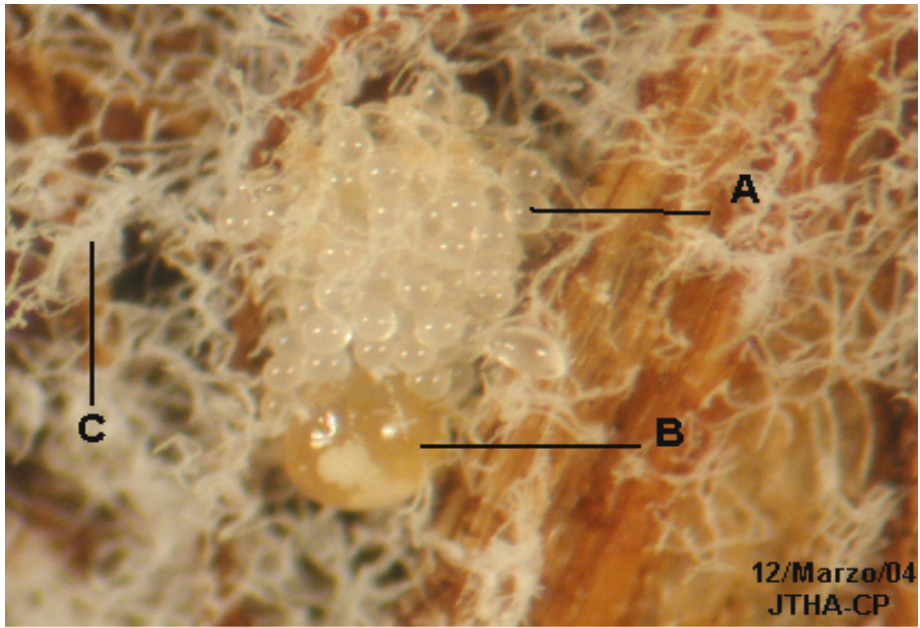


Figura 17. Hembra adulta fisiogástrica. A) huevo, B) adulto hembra en oviposición y C) micelio de *Agaricus bisporus*.

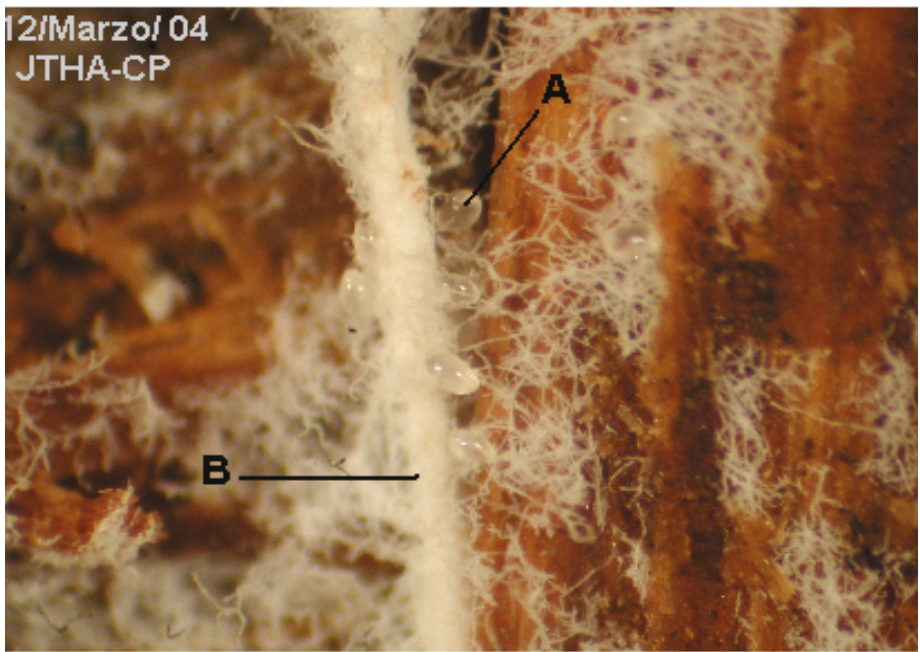


Figura 18. Larva quiescente.  
A) larva quiescente e inmóvil y B) micelio de *Agaricus bisporus*.



Figura 19. Unidad experimental, 40 dispositivos de observación en caja plástica.

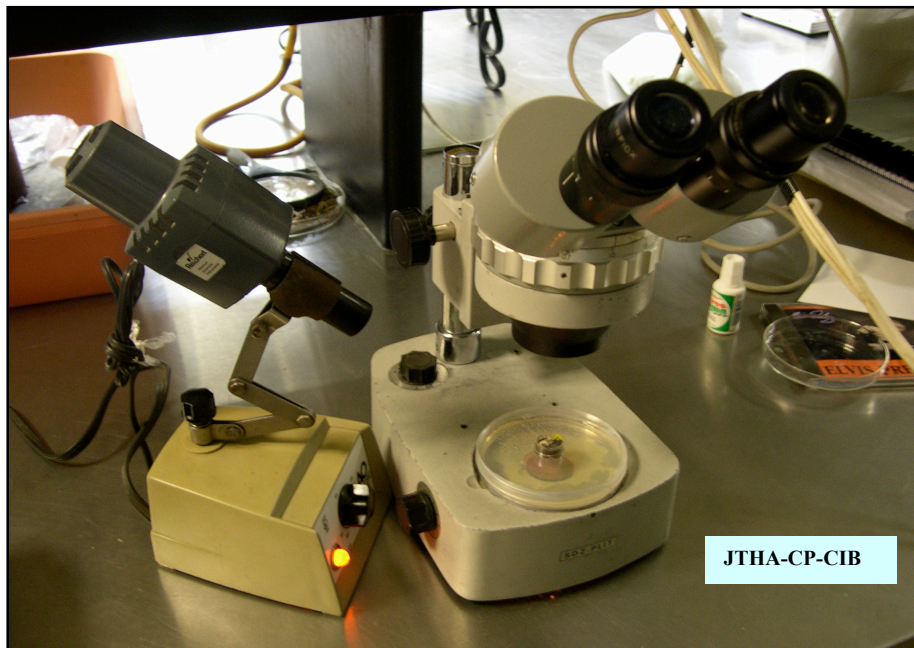


Figura 20. Material de laboratorio, microscopio estereoscopico y lámpara de luz.

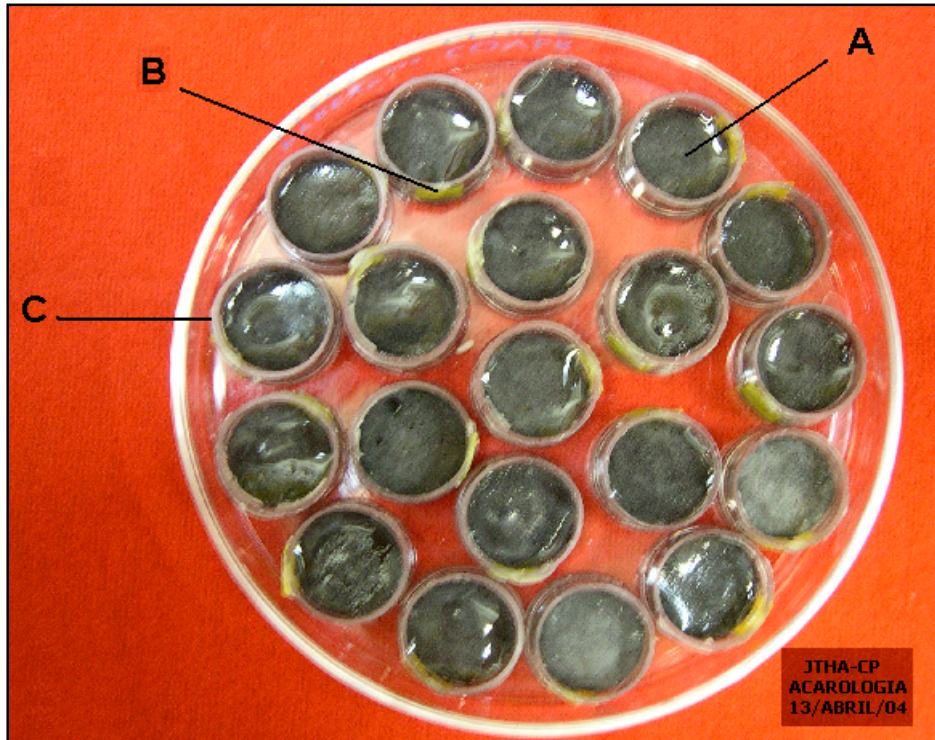


Figura 21. Dispositivo de observación. A) mezcla de yeso con carbón activado, B) orificio de ventilación y C) unidad experimental (DO).

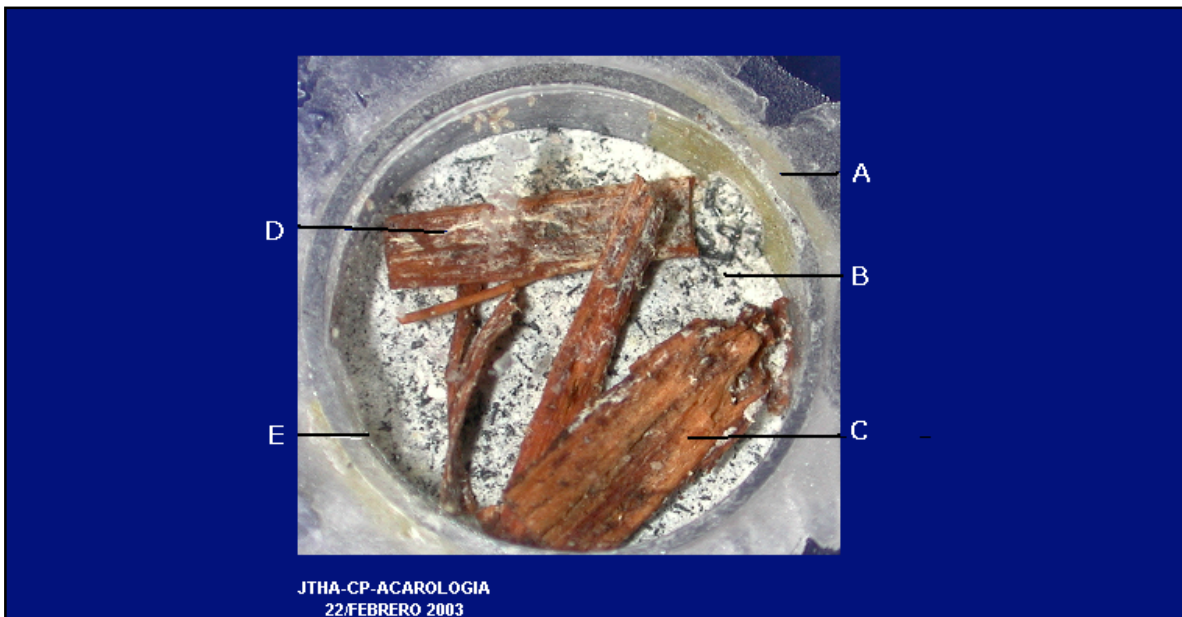


Figura 22. Dispositivo de observación. A) fluón, B) yeso blanco, C) composta de trigo, D) micelio de *Agaricus bisporus* y E) caja petri de plástico.



**A P E N D I C E**

**(A)**

***Pediculaster mesembrinae* (Canestrini).**

**(ACARI: SITEROPTIDAE).**

**Cuadro 1. A. Tabla de vida de *Pediculaster mesembrinae* a temperatura de 15 °C.**

x	nx	dx	qx	lx	tx	ex
0	40	0	0.000	40	356.5	8.91
1	40	8	0.200	32.5	324.0	9.96
2	32	0	0.000	32	292.0	9.12
3	32	0	0.000	32	260.0	8.12
4	32	0	0.000	32	228.0	7.12
5	32	0	0.000	32	196.0	6.12
6	32	0	0.000	32	164.0	5.12
7	32	1	0.031	32	132.0	4.12
8	31	3	0.096	14.5	117.5	3.79
9	28	0	0.000	28	89.5	3.19
10	28	2	0.071	13.5	76.0	2.71
11	26	7	0.269	12.5	63.5	2.44
12	19	6	0.315	10.5	53.0	2.78
13	13	13	1.000	13	13	1.00
14	0	0	0.000	0	0	0

x	nx	dx	qx	lx	tx	ex
0	40	0	0.000	40	380	9.5 <sup>94</sup>

**Cuadro 2. A. Tabla de vida de *Pediculaster mesembrinae* a temperatura de 20 °C.**

**Cuadro 3. A. Tabla de vida de *Pediculaster mesembrinae* a temperatura de 25 °C.**

<b>x</b>	<b>nx</b>	<b>dx</b>	<b>qx</b>	<b>Lx</b>	<b>Tx</b>	<b>ex</b>
0	40	0	0.000	40	281.5	7.03
1	40	9	0.225	38.5	243	6.07
2	31	0	0.000	31	212	6.83
3	31	0	0.000	31	181	5.83
4	31	0	0.000	31	150	4.83
5	31	0	0.000	31	119	3.83
6	31	2	0.064	29.5	89.5	2.88
7	29	1	0.034	28.5	61	2.1
8	28	12	0.428	12.5	48.5	1.73

9	16	16	1.000	8.5	8.5	0.53
10	0	0	0.000	0	0	0

**Cuadro 4. A. Tabla de vida de *Pediculaster mesembrinae* a temperatura de 30 °C.**

x	nx	dx	qx	Lx	Tx	ex
0	40	0	0.000	40	242	6.05
1	40	4	0.100	38.5	203.5	5.08
2	36	0	0.000	36	167.5	4.65
3	36	0	0.000	36	131.5	3.65
4	36	0	0.000	36	95.5	2.65
5	36	1	0.027	29.5	66	1.83
6	35	16	0.457	16.5	49.5	1.41
7	19	19	1.000	9.5	9.5	0.5

8	0	0	0.000	0	0	0
---	---	---	-------	---	---	---

**Cuadro 5. A. Fertilidad (hx) de *Pediculaster mesembrinae* a temperatura de 15 °C.**

x	nx	hx	mx	lx	lxmx	sum Xhx	
0	40	0	0	1	0	0	
1	40	0	0	1	0	0	
2	32	0	0	0.8	0	0	
3	32	0	0	0.8	0	0	
4	32	0	0	0.8	0	0	
5	32	0	0	0.8	0	0	
6	32	0	0	0.8	0	0	
7	32	0	0	0.8	0	0	
8	31	0	0	0.7	0	0	
9	28	0	0	0.7	0	0	
10	28	13	0.4642	0.7	0.324	130	
11	26	67	2.5769	0.6	1.546	737	
12	19	121	6.3684	0.4	2.547	1452	
13	13	19	1.4615	0.3	0.438	247	
14	0	0	0	0	0	0	
<b>105</b>	<b>417</b>	<b>220/40 = 5.5</b>	<b>10.871</b>	<b>10.2</b>	<b>5.5</b>	<b>2566</b>	
							<b>Tg</b>
							<b>11.6636</b>
							<b>rm</b>

Fecundidad		$m_x$	6.3684				$\exp(0.4716)$
Tasa neta de reproduc.		$R_o$	5.5000				
Tiempo generacional		$T_g$	11.6636				Lambda
Tasa intrinseca de incre.		$r_m$	0.4716				1.6027
Tasa finita de incre.		Lambda	1.6027				

Cuadro 6. A. Fertilidad (hx) de *Pediculaster mesembrinae* a temperatura de 20 °C.

						Tg	
x	nx	hx	mx	lx	lxx	sum Xhx	
0	40	0	0	1	0	0	
1	40	0	0	1	0	0	
2	34	0	0	0.85	0	0	
3	34	0	0	0.85	0	0	
4	34	0	0	0.85	0	0	
5	34	0	0	0.85	0	0	
6	34	0	0	0.85	0	0	
7	34	0	0	0.85	0	0	
8	30	14	0.466	0.75	0.3495	112	
9	30	38	1.266	0.75	0.9495	342	
10	21	47	2.238	0.52	1.1638	470	
11	11	41	3.727	0.28	1.0249	451	
12	1	9	9.000	0.03	0.2250	108	
13	0	4	0	0	0	52	
							Tg
		$153/40 = 3.725$			$3.712685$	1535	10.03268
							rm

Fecundidad		mx	9.0000				exp(0.3700)
Tasa neta de reproduc.		Ro	3.7200				
Tiempo generacional		Tg	10.033				Lambda
Tasa intrinseca de incre.		rm	0.3700				1.4478
Tasa finita de incremento		Lambda	1.4478				

**Cuadro 7. A. Fertilidad (hx) de *Pediculaster mesembrinae* a temperatura de 25 °C.**

$x_x$	$n_x$	$h_x$	$m_x$	$l_x$	$l_x m_x$	$\sum X h_x$ $\sum X l h_x$	$T_g$
0	40	0	0	1	0	0	
1	40	0	0	1	0	0	
2	36	0	0	0.77	0	0	
3	36	0	0	0.77	0	0	
4	36	0	0	0.77	0	0	
5	36	0	0	0.77	0	0	
6	35	0.8	1.657	0.77	0.325	0.48	
7	29	0.8	5.052	0.72	2.02	203.672	
8	28	0.3	2.687	0.70	1.820	580	
9	16	$154/40 = 3.85$	3.687	0.40	1.474	531.1020	
10	0	0	0	0	0.000	0	
							$T_g$
		$161/40 = 4.02$			4.0180	1318	$6.6233$
							8.1863
							$r_m$
Fecundidad		$m_x$	5.0520				$\exp(0.5050)$
Tasa neta de reproduc.		$R_o$	3.8500				$r_m$
Fecundidad Tiempo generacional		$\frac{m_x}{T_g}$	$\frac{3.6870}{6.6233}$				$\exp(0.4908)$ Lambda
Tasa neta de reproduc. Tasa intrínseca de incre.		$\frac{R_o}{r_m}$	$\frac{4.0180}{0.5050}$				1.657
Tiempo generacional Tasa finita de incremento		$\frac{T_g}{\text{Lambda}}$	$\frac{8.1863}{1.6570}$				Lambda
Tasa intrínseca de incre.		$r_m$	0.4908				1.6336
Tasa finita de incre.		Lambda	1.6336				

Cuadro 8. A. Fertilidad ( $h_x$ ) de *Pediculaster mesembrinae* a temperatura de 30 °C.



Cuadro 9. A. Parámetros demográficos de *Pediculaster mesembrinae*.

TEMPERATURA	$R_o$	$T_g$	$r_m$	Lambda ( $\lambda$ )
15°C	5.500000	11.66363600	0.14620480	1.15743320
20°C	3.720000	10.03268000	0.13097940	1.13994430
25°C	4.018000	8.18630000	0.16989160	1.18517650
30°C	3.850000	6.62330000	0.29867620	1.34807310
<b>Ecuaciones:</b>				
$R_o = (\sum hx)/nx$	240/40 =5.5			
$R_o = (\sum hx)/nx$	153/40 =3.72			
$R_o = (\sum hx)/nx$	161/40 =4.01			
$R_o = (\sum hx)/nx$	154/40 =3.85			
$T_g = \sum x*hx / \sum hx = 2566 / 220 =$	11.663636			
$T_g = \sum x*hx / \sum hx = 1535 / 153 =$	10.032680			
$T_g = \sum x*hx / \sum hx = 1318 / 161 =$	8.186335			
$T_g = \sum x*hx / \sum hx = 1020 / 154 =$	6.623376			
$r_m = \ln(R_o)/ T_g = \ln (5.5)/11.66 =$	0.1462048			
$r_m = \ln(R_o)/ T_g = \ln (3.72)/10.03 =$	0.1309794			
$r_m = \ln(R_o)/ T_g = \ln (4.018)/8.186 =$	0.1698916			
$r_m = \ln(R_o)/ T_g = \ln (3.85)/6.62 =$	0.2986762			
$\lambda = \text{Lambda} = \exp(r_m) =$	1.1574332			
$\lambda = \text{Lambda} = \exp(r_m) =$	1.1399443			
$\lambda = \text{Lambda} = \exp(r_m) =$	1.1851765			
$\lambda = \text{Lambda} = \exp(r_m) =$	1.3480731			

**Cuadro 10. A. Oviposición / hembra fisiogástrica de *Pediculaster mesembrinae* a temperatura de 15 °C.**

	10-Dic-03	10-Dic-03	11-Dic-03	11-Dic-03	12-Dic-03	12-Dic-03	13-Dic-03	TOTAL
1			6	5	5	4		20
2								
3								
4								
5								
6								
7				5	3	3		11
8			5	3	5			13
9					3	5	3	11
10								
11					4	5	5	14
12								
13								
14				3	5	5		13
15		5	5	3	3			16
16								
17								
18								
19					3	5	3	11
20								
21				3	5	4		12
22				3	4	3		10
23				5	4			9
24								
25					4	6	4	14
26								
27								
28			5	4	3	4		16
29					4	5		9
30								
31								
32					5	3	4	12
33								
34				3	4	5		12
35								
36								
37								
38	5	3	4	5				17
							<b>TOTAL</b>	<b>220</b>

Cuadro 11. A. Oviposición / hembra fisiogástrica de *Pediculaster mesembrinae* a temperatura de 20 °C.

**Cuadro 12. A. Oviposicion / hembra fisiogástrica de *Pediculaster mesembrinae* a temperatura de 25 °C.**

	09-Dic-03	09-Dic-03	10-Dic-03	10-Dic-03	11-Dic-03	11-Dic-03	TOTAL
1		5	2	3			10
2	3	3	5				11
3			4	3			
4			5	2			7
5							7
6							
7							
8				4			4
9							
10							
11							
12	5	4	5				14
13		3	2	5			10
14	3	5					8
15			3	5			8
16							
17							
18							
19							
20	3	5					8
21							
22					5	4	9
23							
24							
25		4	5	4			13
26							
27			5				5
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34		5	3				8
35							
36		4	4	5			13
37							
38			4	5			9
39							
40				5	4		9
							153

	21-Jun-03	22-Jun-03	22-Jun-03	TOTAL
1				
2		5	4	9
3				
4		6	3	9
5	3	5	7	15
6				
7				
8	5	2	5	12
9	3	4	3	10
10				
11				
12				
13		6	3	9
14				
15		5	4	9
16				
17				
18				
19	4	3	2	9
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26		4	3	7
27				
28				
29		4	5	9
30				
31		6	3	9
32	5	4	3	12
33				
34				
35		3	5	8
36	4	5	2	11
37		4	3	7
38				
39	5	3	4	12
40		4		4
				161

Cuadro 13. A. Oviposición / hembra fisiogástrica de *Pediculaster mesembrinae* a temperatura de 30 °C.

	20-Jun-03	20-Jun-03	TOTAL
	09-13 AM	9-12 PM	
1		5	5
2		3	3
3			
4		6	6
5	5	5	10
6			
7			
8	5	6	11
9	7	5	12
10			
11			
12			
13		6	6
14			
15		5	5
16	4	6	10
17			
18			
19	5	6	11
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26	6	4	10
27			
28			
29		6	6
30			
31		7	7
32	5	5	10
33			
34			
35		6	6
36	5	3	8
37	7		7
38			
39	4	6	10
40	5	6	11
			154

Cuadro 14. A. Prueba de Logrank (estudio comparativo).

x	15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		Nx	fx	magnitud de exposición al riesgo de muerte			
	nx(a)	nx(b)	nx(c)	nx(d)	nx(c)	nx(d)	nx(c)	nx(d)			fxnx(a)/Nx	fxnx(b)/Nx	fxnx(c)/Nx	fxnx(d)/Nx
0	40	40	40	40	40	40	40	40	160	0+0+0+0=0	0	0	0	0
1	40	40	40	40	40	40	40	40	160	8+6+9+4=27	6.75	6.75	6.75	6.75
2	32	34	31	36	31	36	31	36	133	0+0+0+0=0	0.24	0.25	0.23	0.27
3	32	34	31	36	31	36	31	36	133	0+0+0+0=0	0.24	0.25	0.23	0.27
4	32	34	31	36	31	36	31	36	133	0+0+0+0=0	0.24	0.25	0.23	0.27
5	32	34	31	36	31	36	31	36	133	0+0+0+0=0	0.24	0.25	0.23	0.27
6	32	34	31	35	31	35	31	35	132	0+0+2+16=18	4.36	4.63	4.22	4.77
7	32	34	29	19	29	19	19	19	114	1+4+1+0=6	1.68	1.78	1.52	1.0
8	31	30	28	0	28	0	0	0	89	3+0+12+0=15	5.22	5.05	4.71	0.0
9	28	30	16		16				74	0+9+0+0=9	3.4	3.64	1.94	0.0
10	28	21	0		0				49	2+10+0+0=12	6.85	5.14	0.0	0.0
11	26	11							37	7+10+0+0=17	11.94	5.05	0.0	0.0
12	19	1							20	6+1+0+0=7	6.65	0.35	0.0	0.0
13	13	0							13	0+0+0+0=0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0								0	0+0+0+0=0	0.0	0.0	0.0	0.0
										40+40+40+40=160	47.81	33.39	20.06	13.6
										Mortalidad. Observada				
										0=Nx(a)+Nx(b)+Nx(c)+Nx(d)				
										Mortalidad teórica esperada				

Observaciones:

nx (a) = 15 °C

nx (b) = 20 °C

nx (c) = 25 °C

nx (d) = 30 °C

Nx = Número de organismos en riesgo de muerte = nx(a) + na(b) + nx (c) + nx(d).

fx = Número de individuos muertos de x a x+1 en a y b.

Cuadro 15 A. Prueba de traslape de intervalos para comparar tasa intrínseca de incremento natural ( $r_m$ )

t (días)	nt(a)	b+d	b-d	(b+d)/(b-d)	exp(b-d)t	exp(b-d)t-1	varianza	desv est	nt-K*desv	nt+K*desv
0	40	0.26093417	0.14615968	1.78526777	1	0	0	0	40	40
1	46.2952395	0.26093417	0.14615968	1.78526777	1.15738099	0.15738099	13.0074442	3.60658345	39.0820726	53.5084064
2	53.5812301	0.26093417	0.14615968	1.78526777	1.33953075	0.33953075	32.4784401	5.69898588	42.1832583	64.9792019
3	62.0138971	0.26093417	0.14615968	1.78526777	1.55034743	0.55034743	60.9297408	7.80575049	46.4023961	77.6253981
4	71.7737055	0.26093417	0.14615968	1.78526777	1.79434264	0.79434264	101.783319	10.0887719	51.5961616	91.9512494
5	83.0695222	0.26093417	0.14615968	1.78526777	2.07673806	1.07673806	159.681698	12.6365224	57.7964774	108.342567
6	96.1430857	0.26093417	0.14615968	1.78526777	2.40357715	1.40357715	240.911599	15.5213272	65.1004312	127.18574
7	111.27418	0.26093417	0.14615968	1.78526777	2.78185449	1.78185449	353.972891	18.8141673	73.645845	148.902514
8	128.78662	0.26093417	0.14615968	1.78526777	3.2196655	2.2196655	510.342391	22.590759	83.605102	173.968138
9	149.055186	0.26093417	0.14615968	1.78526777	3.72637964	2.72637964	725.498946	26.9350876	95.1850103	202.925361
10	172.513638	0.26093417	0.14615968	1.78526777	4.31284096	3.31284096	1020.29883	31.9421168	108.629404	236.397872
11	199.664005	0.26093417	0.14615968	1.78526777	4.99160013	3.99160013	1422.82069	37.7202955	124.223414	275.104596
12	231.087323	0.26093417	0.14615968	1.78526777	5.77718309	4.77718309	1970.84003	44.3941441	142.299035	319.875612
13	267.456075	0.26093417	0.14615968	1.78526777	6.68640188	5.68640188	2715.14722	52.1070746	163.241926	371.670224
14	309.548576	0.26093417	0.14615968	1.78526777	7.73871442	6.73871442	3723.9962	61.0245541	187.499468	431.597684
15	358.265637	0.26093417	0.14615968	1.78526777	8.95664095	7.95664095	5089.06833	71.3377062	215.590225	500.941049
		4.5625828								

Ecuación:  $E(nt) = no \exp(rm \ t)$      $nt = no \exp(rm \ t)$      $40 \exp(2.3538/(rma)) = 2.3538 / 0.1462 = 16.78$

Fecundidad     $mx = 6.3684$

Tasa neta de reproducción     $Ro = 5.5$

Tiempo generacional     $Tg = 11.6636$

Tasa intrínseca de incremento     $rm = 0.14615968$

Tasa finita de incremento     $Lambda = 1.15738099$

$1/beta = 4.5626$      $beta = 2.2191741$

Tasa instantánea de natalidad  $b = (beta * rm) / (lambda - 1) = 0.21917410055511 * 0.14615968 / (1.15738099 - 1) = 0.20354693$   
 $0.03203442$  entre  $0.15738099 =$

Tasa instantánea de mortalidad  $d = b - r = 0.05738724$

$b+d = 0.26093417$

$b-d = 0.14615968$

Varianza (para cada tiempo)  $= no (b+d) \{ \exp[(b-d)t] \{ \exp[(b-d)t] - 1 \} \}$

$40(0.26093417 / 0.146159684) \{ \exp(0.146159684t) [ \exp(0.146159684t) - 1 ] \}$



**A P E N D I C E**

**(B)**

***Brennandania lambi* (Kreczal).**

**(ACARI: PYGMEPHORIDAE).**

**Cuadro 1. B . Tabla de vida de *Brennandania lambi* a temperatura de 15 °C.**

<b>x</b>	<b>nx</b>	<b>dx</b>	<b>qx</b>	<b>Lx</b>	<b>Tx</b>	<b>ex</b>
0	40	0	0.000	40	827	20.675
1	40	9	0.225	35.5	787	19.675
2	31	0	0.000	31	751.5	24.241
3	31	0	0.000	31	720.5	23.241
4	31	0	0.000	31	689.5	22.241
5	31	0	0.000	31	658.5	21.241
6	31	0	0.000	31	627.5	20.241
7	31	0	0.000	31	596.5	19.241
8	31	0	0.000	31	565.5	18.241
9	31	0	0.000	31	534.5	17.241
10	31	0	0.000	31	503.5	16.241
11	31	0	0.000	31	472.5	15.241
12	31	0	0.000	31	441.5	14.241
13	31	0	0.000	31	410.5	13.241
14	31	0	0.000	31	379.5	12.241
15	31	0	0.000	31	348.5	11.241
16	31	0	0.000	31	317.5	10.241
17	31	0	0.000	31	286.5	9.241
18	31	0	0.000	31	255.5	8.241
19	31	9	0.290	26.5	224.5	7.241
20	22	0	0.000	22	198	9
21	22	0	0.000	22	176	8
22	22	0	0.000	22	154	7
23	22	0	0.000	22	132	6
24	22	0	0.000	22	110	5
25	22	0	0.000	22	88	4
26	22	0	0.000	22	66	3
27	22	0	0.000	22	44	2
28	22	22	1.000	22	22	1
29	0	0	0	0	0	0

**Cuadro 2. B . Tabla de vida de *Brennandania lambi* a temperatura de 20 °C.**

<b>X</b>	<b>nx</b>	<b>dx</b>	<b>qx</b>	<b>Lx</b>	<b>Tx</b>	<b>ex</b>
0	40	0	0.0000	40	672	16.80
1	40	7	0.1750	36.5	632	15.80
2	33	0	0.0000	33	595.5	18.04
3	33	0	0.0000	33	562.5	17.04
4	33	0	0.0000	33	529.5	16.04
5	33	0	0.0000	33	496.5	15.04
6	33	0	0.0000	33	463.5	14.04
7	33	0	0.0000	33	430.5	13.04
8	33	0	0.0000	33	397.5	12.04
9	33	0	0.0000	33	364.5	11.04
10	33	0	0.0000	33	331.5	10.04
11	33	0	0.0000	33	298.5	9.040
12	33	0	0.0000	33	265.5	8.040
13	33	0	0.0000	33	232.5	7.040
14	33	1	0.0300	32.5	199.5	6.040
15	32	2	0.6250	31	167	5.210
16	30	5	0.1666	27.5	136	4.533
17	25	0	0.0000	25	108.5	4.340
18	25	0	0.0000	25	83.5	3.340
19	25	0	0.0000	25	58.5	2.340
20	25	8	0.3200	25	33.5	1.340
21	17	17	1.0000	8.5	8.5	0.500
22	0	0	0	0	0	0.000

**Cuadro 3. B . Tabla de vida de *Brennandania lambi* a temperatura de 25 °C.**

<b>x</b>	<b>nx</b>	<b>dx</b>	<b>qx</b>	<b>Lx</b>	<b>Tx</b>	<b>ex</b>
0	40	0	0.000	40	726	18.15
1	40	3	0.075	38.5	686	17.15
2	37	0	0.000	37	647.5	17.50
3	37	0	0.000	37	610.5	16.50
4	37	0	0.000	37	573.5	15.50
5	37	0	0.000	37	536.5	14.50
6	37	0	0.000	37	499.5	13.50
7	37	0	0.000	37	462.5	12.50
8	37	0	0.000	37	425.5	11.50
9	37	0	0.000	37	388.5	10.50
10	37	0	0.000	37	351.5	9.500
11	37	0	0.000	37	314.5	8.500
12	37	5	0.135	34.5	277.5	7.500
13	32	5	0.156	29.5	243	7.500
14	27	0	0.000	27	213.5	7.900
15	27	0	0.000	27	186.5	6.900
16	27	0	0.000	27	159.5	5.900
17	27	0	0.000	27	132.5	4.900
18	27	0	0.000	27	105.5	3.900
19	27	5	0.185	24.5	78.5	2.900
20	22	9	0.409	17.5	54	2.450
21	13	3	0.230	11.5	36.5	2.800
22	10	0	0.000	10	25	2.500
23	10	0	0.000	10	15	1.500
24	10	10	1.000	5	5	0.500
25	0	0	0	0	0	0

**Cuadro 4. B . Tabla de vida de *Brennandania lambi* a temperatura de 30 °C.**

<b>x</b>	<b>nx</b>	<b>dx</b>	<b>qx</b>	<b>Lx</b>	<b>Tx</b>	<b>ex</b>
0	40	0	0.0000	40	447	11.17
1	40	4	0.1000	38	407	10.17
2	36	0	0.0000	36	369	10.25
3	36	0	0.0000	36	333	9.25
4	36	0	0.0000	36	297	8.25
5	36	0	0.0000	36	261	7.36
6	36	0	0.0000	36	225	6.25
7	36	0	0.0000	36	189	5.25
8	36	0	0.0000	36	153	4.25
9	36	1	0.0277	35.5	117	3.25
10	35	1	0.0285	34.5	81.5	2.32
11	34	9	0.2647	29.5	47	1.4
12	25	20	0.8000	15	17.5	0.7
13	5	5	1.0000	2.5	2.5	0.5
14	0	0	0.0000	0	0	0

**Cuadro 5. B. Fertilidad ( $h_x$ ) de *Brennandania lambi* a temperatura de 15 °C.**

						Tg	
x	nx	hx	mx	lx	lxmx	sum Xhx	
0	40	0	0	1	0	0	
1	40	0	0	1	0	0	
2	31	0	0	0.77	0	0	
3	31	0	0	0.77	0	0	
4	31	0	0	0.77	0	0	
5	31	0	0	0.77	0	0	
6	31	0	0	0.77	0	0	
7	31	0	0	0.77	0	0	
8	31	0	0	0.77	0	0	
9	31	0	0	0.77	0	0	
10	31	0	0	0.77	0	0	
11	31	0	0	0.77	0	0	
12	31	0	0	0.77	0	0	
13	31	0	0	0.77	0	0	
14	31	0	0	0.77	0	0	
15	31	0	0	0.77	0	0	
16	31	0	0	0.77	0	0	
17	31	0	0	0.77	0	0	
18	31	0	0	0.77	0	0	
19	31	71	2.2903	0.77	1.7635	1349	
20	22	100	4.5454	0.55	2.4999	2000	
21	22	164	7.4545	0.55	4.0999	3444	
22	22	183	8.3181	0.55	4.5749	4026	
23	22	177	8.0454	0.55	4.4249	4071	
24	22	201	9.1363	0.55	5.0249	4824	
25	22	192	8.7272	0.55	4.7999	4800	
26	22	200	9.0909	0.55	4.9999	5200	
27	22	171	7.7727	0.55	4.2749	4617	
28	22	50	2.2727	0.55	1.2499	1400	
29	0	0	0	0	0	0	Tg
		1509/40 = 37.725			37.7250	35731	23.6785951
							rm
Fecundidad		mx	9.1363				exp(-0.1533)
Tasa neta de reproduc.		Ro	37.7250				
Tiempo generacional		Tg	23.6785				Landa
Tasa intrínseca de incre.		rm	-0.1533				1.1656
Tasa finita de incremento		Landa	1.1656				

**Cuadro 6. B. Fertilidad ( $h_x$ ) de *Brennandania lambi* a temperatura de 20 °C.**

x	$n_x$	$h_x$	$m_x$	$l_x$	$l_x m_x$	sum $X h_x$	
0	40	0	0	1	0	0	
1	40	0	0	1	0	0	
2	33	0	0	0.82	0	0	
3	33	0	0	0.82	0	0	
4	33	0	0	0.82	0	0	
5	33	0	0	0.82	0	0	
6	33	0	0	0.82	0	0	
7	33	0	0	0.82	0	0	
8	33	0	0	0.82	0	0	
9	33	0	0	0.82	0	0	
10	33	0	0	0.82	0	0	
11	33	0	0	0.82	0	0	
12	33	0	0	0.82	0	0	
13	33	0	0	0.82	0	0	
14	33	0	0	0.82	0	0	
15	32	12	0.3750	0.80	0.3000	180	
16	30	140	4.6666	0.75	3.4999	2240	
17	25	323	12.9200	0.62	8.0104	5491	
18	25	258	10.3200	0.62	6.3984	4644	
19	25	256	10.2400	0.62	6.3488	4864	
20	25	282	11.2800	0.62	6.9936	5640	
21	17	194	11.4117	0.42	4.7929	4074	
22	0	0	0	0	0	0	Tg
		1465/40 = 36.625			36.6250	27133	18.52081911
							rm
Fecundidad		$m_x$	12.9200				$\exp(-0.1944)$
Tasa neta de reproduc		$R_0$	36.6250				
Tiempo generacional		Tg	18.5208				Landa
Tasa intrínseca de inc.		rm	-0.1944				1.2146
Tasa finita de increm		Landa	1.2146				

**Cuadro 7.B. Fertilidad ( $h_x$ ) de *Brennandania lambi* a temperatura de 25 °C.**

$x$	$n_x$	$h_x$	$m_x$	$l_x$	$l_x m_x$	Tg sum $Xh_x$	
0	40	0	0	1	0	0	
1	40	0	0	1	0	0	
2	37	0	0	0.92	0	0	
3	37	0	0	0.92	0	0	
4	37	0	0	0.92	0	0	
5	37	0	0	0.92	0	0	
6	37	0	0	0.92	0	0	
7	37	0	0	0.92	0	0	
8	37	0	0	0.92	0	0	
9	37	0	0	0.92	0	0	
10	37	0	0	0.92	0	0	
11	37	0	0	0.92	0	0	
12	37	0	0	0.92	0	0	
13	32	39	1.2187	0.80	0.9749	507	
14	27	46	1.7037	0.67	1.1414	644	
15	27	46	1.7037	0.67	1.1414	690	
16	27	45	1.6666	0.67	1.1162	720	
17	27	46	1.7037	0.67	1.1414	782	
18	27	44	1.6296	0.67	1.0918	792	
19	27	99	3.6666	0.67	2.4566	1881	
20	22	137	6.2272	0.55	3.4249	2740	
21	13	118	9.0769	0.32	2.9046	2478	
22	10	122	12.2000	0.25	3.0500	2684	
23	10	108	10.8000	0.25	2.7000	2484	
24	10	74	7.4000	0.25	1.8500	1176	
25	0	0	0	0	0	0	
		924/40 = 23.0			22.9932	17578	
						Tg	rm
						19.02380952	exp(-0.1648)
Fecundidad		$m_x$	12.2000				
Tasa neta de reproduc.		$R_0$	22.9932				Landa
Tiempo generacional		Tg	19.0238				1.1791
Tasa intrínseca de incre.		rm	-0.1648				
Tasa finita de incremento		Landa	1.1791				



**Cuadro 8. B. Fertilidad ( $h_x$ ) de *Brennandania lambi* a temperatura de 30 °C.**

						Tg	
x	$n_x$	$h_x$	$m_x$	$l_x$	$l_x m_x$	sum $X h_x$	
0	40	0	0	1	0	0	
1	40	0	0	1	0	0	
2	36	0	0	0.90	0	0	
3	36	0	0	0.90	0	0	
4	36	0	0	0.90	0	0	
5	36	0	0	0.90	0	0	
6	36	0	0	0.90	0	0	rm
7	36	0	0	0.90	0	0	$\exp(-0.29275)$
8	36	0	0	0.90	0	0	
9	36	19	0.5277	0.90	0.4749	171	0.0341
10	35	268	7.6571	0.87	6.6616	2680	0.3566
11	34	438	12.8823	0.85	10.9499	4818	0.4374
12	25	198	7.9200	0.62	4.9104	2376	0.1464
13	5	48	9.6000	0.12	1.1520	624	0.0256
14	0	0	0	0	0	0	1.0001
		$971/40 = 24.275$			$24.1488$	$10669$	
						Tg	Landa
						$10.9876$	$1.34010772$
Fecundidad		$m_x$	$12.8823$				
Tasa neta de reproduc.		$R_0$	$24.148$				
Tiempo generacional		Tg	$10.9876$				
Tasa intrínseca de incre.		rm	$-0.2927$				
Tasa finita de incre.		Landa	$1.3401$				

Cuadro 9.B. Parámetros demográficos de *Brennandania lambi*.

		15 °C	20 °C	25 °C	30 °C
<b>Fecundidad</b>	<b><math>m_x</math></b>	<b>9.1363</b>	<b>12.9200</b>	<b>12.2000</b>	<b>12.8823</b>
<b>Tasa neta de reproducción</b>	<b><math>R_o</math></b>	<b>37.7250</b>	<b>36.6250</b>	<b>22.9932</b>	<b>24.1480</b>
<b>Tiempo generacional</b>	<b><math>T_g</math></b>	<b>23.6785</b>	<b>18.5208</b>	<b>19.0238</b>	<b>10.9876</b>
<b>Tasa intrínseca de incremento natural</b>	<b><math>r_m</math></b>	<b>0.1533</b>	<b>0.1944</b>	<b>0.1648</b>	<b>0.2927</b>
<b>Tasa infinita de incremento</b>	<b>Landa</b>	<b>1.1656</b>	<b>1.2164</b>	<b>1.1791</b>	<b>1.3401</b>

**Cuadro 10. B. Oviposición de huevos / hembras fisiogástricas de *Brennandania lambi* 15 °C.**

	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	Total
	j/03	j/03	j/03	j/03	j/03	j/03	jl/03	jl/03	jl/03	jl/03	
1		9	10	12	11	10	10	9			t= 71
2						11	9	7	10	9	t= 46
3											
4	10	12	9	13	10	9	9	8			t= 80
5			10	9	12	9	8	10	9		t= 67
6						10	9	10	9	8	t= 46
7											
8											
9											
10	9	10	11	11	12	9	9	8	9		t= 88
11											
12						10	9	8	10	8	t= 45
13			8	8	7	7	9	9	8		t= 56
14	9	9	10	13	11	9	9	9	8		t= 87
15											
16			8	7	8	9	8	5	8	9	t= 62
17											
18											
19	8	9	10	10	12	11	10	8	8		t= 86
20			9	9	8	7	9	8	7	8	t= 65
21			8	7	5	9	7	6	9		t= 51
22											
23											
24											
25			9	9	8	7	5	9	8		t= 55
26	9	10	9	12	12	8	7	14			t= 81
27			5	8	9	7	6	10	8		t= 53
28											
29						8	9	9	10	7	t= 43
30											
31			8	9	7	10	8	9	9	9	t= 69
32											
33		9	9	9	9	7	7	8	8		t= 66
34											
35		9	7	8	5	5	8	9	7		t= 58
36	7	5	5	9	8	6	7	9	8		t= 64
37	10	9	9	8	12	11	10	9	10		t= 88
38											
39											
40	9	9	10	12	11	12	10	9	8		t= 90
									total		1517

**Cuadro 11. B. Oviposición de huevos / hembras fisiogástricas de *Brennandania lambi* 20 °C.**

	4/oct/03	4/oct/03	6/oct/03	7/oct/03	8/oct/03	9/oct/03	10/oct/03	TOTAL
1			19	10	11	10	12	62
2		14	13	10	12	11		60
3		7	10	12	10	13		52
4								
5		8	10	12	13	12	10	65
6			12	10	10	11	12	55
7		10	12	12	10	10	13	67
8								
9			13	13	10	12	13	61
10								
11								
12		12	14	10	13	10		59
13			10	12	10	12	13	57
14								
15		9	12	10	10	12		53
16			13	10	9	12	13	57
17								
18								
19			14	10	11	11		46
20	12	14	10	8	9	12	13	78
21		10	12	10	10	11	10	63
22								
23		8	13	10	10	11		52
24								
25			10	12	10	11		43
26		14	10	10	9	12	14	69
27		6	13	9	10	10	13	61
28								
29								
30		7	12	10	9	10	15	63
31		8	14	9	12	11		54
32		13	12	10	9	10		54
33			24	9	10	12	13	68
34			13	10	10	13	11	57
35								
36								
37								
38								
39			13	10	10	11		44
40			15	10	9	12	19	65

TOTAL 1466

**Cuadro 12. B. Oviposición de huevos / hembras fisiogástricas de *Brennandania lambi* 25 °C.**

	18 J/03	19 J/03	20 J/03	21 J/03	22 J/03	23 J/03	24 J/03	25 J/03	26 J/03	27 J/03	28 J/03	29 J/03	TOTAL
1	10	13	9	15	10	10	9	10					t= 86
2							9	12	12	13	10	10	t= 66
3													
4	7	10	16	9	10	13	10	9					t= 84
5							8	10	12	12	10	9	t= 61
6													
7													
8													
9							9	10	12	10	10	12	t= 63
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19	10	13	10	12	14	10	9	10					t= 88
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26								10	14	12	10		t= 46
27													
28								12	9	13	10		t= 44
29								10	10	12	12		t= 44
30	12	10	11	9	12	11	10	7					t= 82
31													
32													
33													
34													
35							13	10	12	14	12	10	t = 71
36							12	13	13	13	10	10	t =71
37							10	12	14	13	11	10	t= 70
38													
39								12	10	10	13	13	t= 58
40													
													total 934

**Cuadro 13. B. Oviposición de huevos / hembras fisiogástricas de *Brennandania lambi* 30 °C.**

	30/AGO/03		31/AGO/03		01/SEPT/03		02/SEPT/03		03/SEPT/03		TOTAL
	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	
1											
2					7	7	10	9		10	43
3				85		6					19
4					6	10	9	8		10	43
5			9	8	7	8		10			42
6						9		9			18
7			7	8	9	9					33
8						10		7			17
9			9	10	7	7		10			43
10			7	9	9	7		9			41
11				79		10	10	10		9	55
12			10	12	9	7		9			47
13											
14				77		9		10			23
15											
16			6	9							15
17			98	9	9	7					42
18			7	8		10					25
19				59		7					21
20											
21											
22					10	12					22
23			9	7	7	6		10			39
24			7	6		9					22
25			7	6	9	9					31
26			105	5		9					29
27					9	10					19
28			7	5	9	9					30
29											
30			5	6		9					20
31				69		7		10			32
32											
33											
34				9	10	9					28
35				79		9		10			35
36				10		9	10	9		9	47
37											
38				69		7		9			31
39											
40				8		9	10	10		10	47

TOTAL = 1043

## VI. CONCLUSIONES.

El ciclo de vida de *Pediculaster mesembrinae* y *Brennandania lambi* comprendió las etapas de desarrollo; huevo, larva activa, larva quiescente, adulto fisiogástrico.

La mayor parte de los ejemplares de *P. mesembrinae* y *B. lambi* (28) y (32) sobrevivieron durante todas las etapas de vida hasta el final de su ciclo, y ocurrió una alta mortalidad al acercarse a las edades máximas de los individuos; es decir, la mortalidad se concentró en los individuos viejos.

Al comparar el ciclo biológico de las dos especies de ácaros estudiadas en esta investigación, se encontró que *B. lambi* requiere más tiempo para completar su ciclo de vida que *P. mesembrinae*, esto es entre 2.11 a 2.38 veces. Desde luego que esto también se reflejó en el tiempo generacional.

Las temperaturas umbrales de desarrollo fueron muy similares, 3.52 °C para *P. mesembrinae* y 3.93 °C para *B. lambi*.

El ciclo biológico (huevo – adulto) de *P. mesembrinae* requirió de 190.58 unidades térmicas o grados-día para completar su desarrollo; en tanto que *B. lambi* necesitó de 214.

## VII. LITERATURA CITADA.

- Al-Almudi, A. H. 1995. *Occurrence of insects and mites in mushroom compost in Ireland*. En: *Science and Cultivation of Edible Fungi*, Elliott (ed.). Balkema, Rotterdam. pp. 539-546.
- Allen, J. C. 1976. A modified sine wave method for calculating degree-day. *Environ. Entomology*. 5 (3): 388-396.
- Barnett, L.H. , y Hunter, B.B. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. *The American Phytopatology Society*. St. Paul, Minnesota, USA. 218 99.
- Bisset, J. (1994). A revision of the genus *Trichoderma harzianum*. II. Infrageneric classification. *Can. J. Bot.* 69: 2357–2372.
- Boudreaux, H. B. 1958. The effect of relative humidity on egg-laying, hatching, and survival in various spider mites. *J. Ins. Physiology*. 2” 65-67.
- Camerik, A. M. 2001. Redescription of holotype of *Pediculaster manicatus* (Berlesse) 1904 and description of *Pediculaster pseudomanicatus* (Acari: Pygmephoridae). *International Journal of Acarology* 27(1): 13-28.



- Camerik, A.M. 1995. *Pediculaster norrhomialis* sp. n. (Acari: Heterostigmata: Pygmephoridae) from South Africa, with notes on host and dung preference of their phoretic females. *Mittew. Hamburgo. Zool. Mus. Inst.* 92: 73-86.
- Clift, A. D. and M. A. Terras. 1995. Mites as indicators of compost conditioning. *In: Science and cultivations of Edible Fungy*. Elliot. Rotterdam. 507-513.
- Clift, A. D. and R. B. Toffolon. 1981. Biology, fungal host preferences and economic significance of two Pygmephorid mites (Acarina: Pygmephoridae) in cultivated mushrooms, N.S.W., Australia. *Mushroom Science* XI: 245-253.
- Cross, E. A. 1988. The generic relationships of the family Pyemotidae (Acari: Tarsonemidae). *Univ. Kans. Sci. Bull.* 45 (2): 27 –275.
- Cross, E. A. and M. J. Kaliszewski. 1988. Life history of a mushroom pest mite, *Pediculaster flechtmanni* (Wicht) (Acari: Pygmephoridea), with studies on alternate morph formation. *Environ. Entomol.* 17(2): 309-315.
- De Lillo, E. 1990. Insetti ed acari dannosi al *Pleurotus erygii* (D.C. ex fr) quel. (Cardoncello). Possibilita di controllo. *Professione Agricoltore*. 1990. pp. 132-145.

De Lillo, E. 1998. Acari dannosi per il cardoncello ed altri funghi coltivati. *Agricoltura Ricerca* 176: 71-76.

De Lillo, E. And P. Aldini. 1998. *Functional morphology of some leg sense organs in Pediculaster mesembrinae* (Acari: Siteroptidae) and *Phytoptus avellanae* (Acari: Phytoptidae). In: Halliday R. B., Walter D. E., Proctor H. C., Norton R. A., Colloff M. J. (Eds.). *Acarology: Proceedings of the 10th International Congress of Acarology*. CSIRO Publishing, Melbourne, 2001. pp 243-326.

Ferragut, F., F. J. Gea, and J. A. Garcia – Morrás. 1997. The mushroom mite *Brennandania lambi* (Krczal) (Acari: Pygmephoridae). Introduction in Spain, economic importance and distinction of related species. *Bol. San Veg. Plagas* 23(3): 301-311.

Ferri, F. 1985. I Fungí micología, isolamento, coltivazione, Edagricole Bologna. Pp. 398.

Fletcher. J. T., P.F.; White, R.H. Gaze. 1986. *Champiñones. Control de enfermedades y plagas*. Edit. ACRIBIA. España. Pp.

Fletcher, J. T. 1987. Weed moulds. *The Mushroom Journal* 174: 198 –200.

Fletcher, J. T., White, P. F., Gaze, R. H. 1989. *Mushroom: Pest and Disease Control* (2 edition) *Intercepts* Lindquist, E.E. 1985, Andover. Hants. 174 pp.

Fletcher, J. T. 1997. The biology and epidemiology of *Trichoderma* diseases of *Agaricus bisporus*. A literature review for the Horticultural Development Council ADAS UK.

Fletcher, J.T. 1991. *Control de las enfermedades y plagas del champiñon*. Edc. Acribia. Zaragoza.

Gao, J. R., P. Zou y E. P. MA. 1986. Two new records of mushroom pygmephorid mites from China (Acarina: Pygmephoridae). *Acta Agric. Shanghai*,2(3): 27-32.

Gao, J. R., P. Zou. 2001. Biology, life table and host specificity of the mushroom pest *Brennandania lambi* (Acari: Pygmephoridae) in China. *Exp. Appl. Acarol.*, 17: 233 – 240.

Gurney, B. And N. W. Hussey. 1967. *Pygmephorus* species (Acarina: Pyemotidae) associated with cultivated mushrooms. *Acarology* 9: 353-358.

- Hughes, R. D. 1962. A method for estimating the effects of mortality on aphid population. *J. Anim. Ecol.* 31: 389-396.
- Hussey, 1964. Pest control. A changing Science. *The Mushroom Journal.* 57: 284 – 292.
- Iwata, F. B. 1981. Heat unit concept of crop maturity. In. U. S. Gupta (Editor). Physiological aspect of dryland farming. Oxford and EBH Publishing Co. New Delhi. Pp. 351-370.
- Kazak, C., S. Yildiz, and E. Sekeroglu. 2002. Biological characteristics and life tables of *Neoseiulus umbraticus* Chant (Acari, Phytoseiidae) at three constant temperatures. *Anzeiger fur Schadlingskunde. Turquia* 75(5): 118-121.
- Kerni, P.N. Gupta, A. 1997. Comparative study pf micoparasites during cropping of white button mushroom under traditional method and recommended package of mushroom cultivation and effect on yield. Research and Development Report, 16-25 pp.
- Krantz, G.W. 1978. A Manual of acarology. Second editions. Ed. Oregon State University Book Stores, Inc. U.S.A. pp: 01-600.

- Krebs, CH. J. 1985. *Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia*. 2ª. Edición. Haria, México. pp.: 165-197.
- Kreczal, H. 1964. *Pygmephorus lambi* eine neue Pyemotid aus *Akampignonkulturen*. *Zool. Angew.* 172: 318-322.
- Kosir, M. 1975. Ernährung und Entwicklung von *Pygmephorus mesembrinae* und *P. quadratus* (Pygmephoridae, Tarsonemini, Acari) und Bemerkungen über drei weitere Arten. *Pedobiology* 15: 313-329.
- Krebs, C. J. 1985. Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Harper & Row Publishers, New York. Pp. 123-145.
- Leal, H. 1985. *Producción de hongos comestibles*. Edit. LIMUSA, México. Pp. 301 – 382.
- Lindquist, E. E. 1985. Discovery of sporothecae in adult female *Trichometridium* Cross. With notes on analogous structures in Siteroptes Amerling (Acari: Heterostigmata). *Experimental and Applied Acarology* 1: 73-85.

Lindquist, E. E. 1986. The world d general of Tarsonemidae (Acari: Heterostigmata) :a morphological phylogenetic, and systematic revision. With a reclassifications of family group taxa in the Heterostigmata. *Mem. Entomol. Soc. Can.* No.136.

Lindquist, E. E. 1986. The World genera of Tarsonemidae (Acari: Heterostigmata): a morphological, Phylogenetic, and systematic revision, with a reclassification of family-group taxa in the heterostigmata. *Memoirs of the Entomological Society of Canada* 136.

Mammoun, M. L., Lapicco. 2000. Green Mould diseased in France: *Trichoderma harzianum* Th2 and other species causing damage on mushroom farms. In: Science and cultivation of edible fungi. Proceeding of the 15 Th. International Congress on the Science and cultivation of edible fungi. Pp. 625 – 632.

Martínez, C. D. ; Leben, R. Morales, P, y Larque S. 1991. *Historia del cultivo comercial de hongos comestibles en México. Ciencia y Desarrollo.* 16 (96).

Martínez, C. D. 1991. cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre bagazo de caña enriquecido con pulpa de café o paja de cebada. *Micology Tropical.* 3: 49 – 52.

- Méndez, R. I., G. D. Nmihira., M. A. Linares., S. M. Carrera. 2000. *El protocolo de investigación*. 6t. reimpresión. Trillas, pp. 179-187.
- Mosser, J. C., E.A. Cross 1975. Phoretomorph: a new phoretic phase unique to the Pyemotid (Acarina: Tarsonemoidea). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 68(5): 820-822.
- Rinker, D. L. Alm, Gupta. 2000. Management of green mould diseased in Canada. In: Science and cultivation of edible fungi. Proceeding of the 15 th International Congress on the Science and cultivations of edible fungi. Pp.617 – 623.
- Rinker, D. y P. J. Wuest. 1994. Pest of commercial mushroom productions: indicator mould. *Mushroom News* April: 28 –35.
- Royse, D. J. 1997. Specialty mushroom: consummation, production and cultivation. *Revista Mexicana de Micología*. Pub. 1998, Vol. 13 pp. 1 – 11.
- Sabelis, M. W. 1985. *Reproductive strategies*. In: Helle W., Sabelis M. W. (Eds.) Spider mites. Their biology, natural enemies and control. *Elsevier*, pp. 265-278.

- Seaby, D. A. 1987. Further observations on *Trichoderma harzianum*. *Mushroom J.* 197:147–151.
- Seaby, D.A. 1989. Infection of mushroom compost by *Trichoderma* species. *Mushroom Journal*, no. 179, 355-61.
- Sinden, J. W. 1971. Ecological control of pathogens and weed – moulds in mushroom culture. *Annual Review of Phytopathology* 9: 411 –432.
- Smiley, R.L. 1978. Taxonomic studies of *Pygmephorus* species from the Western Hemisphere, with a key to females and an overview of the current problems for classification (Acari: Pyemotid and Pygmephoridae). *International Journal of Acarology* 4(2): 125-160.
- Southwood, T. R. E. 1966. *Ecological methods with particular reference to the study of insect population*. Chapman and Hall, London.
- Staments, P. and Chilton. 1983. *The mushroom cultivator. Agaricon*. Press. Olympia Washington.
- Staunton, I. Dunne. R. M. 1987. Chemical and biological control of mushroom pest. Teagasc. *Kinsealy Research Center*. Malahaid Road, Dublin 17.



- Varley, G. C., G. R. Gradwell and M. P. Hassell. 1973. *Insect population ecology; and analytical approach*. Blackwell Scientific Publications. London. pp. 6-9.
- Vedder, P. J. C, 1986, *Cultivo moderno del champiñón*, Mundi-Prensa, Madrid:85-89.
- Vedder, P. J. 1978. La fungicultura moderna. Ed. Antigua Grocetta del Mantello. 399 pp.
- Vera, G. J., V. M. Pinto., J. L. Collado., R. Reyna R. 2002. *Ecología de Poblaciones de Insectos*. Colegio de postgraduados. pp 27-59.
- Vera, G. J., D. R. Sotres. 1991. Prueba de traslape de intervalos para comparar tasas instantáneas de desarrollo poblacional. *Agrociencia serie Protección Vegetal* 2(2): 7-13.
- Wilson, L. T. 1983. degree-day: An aid in crops and pest management. *Cal. Agric.* 37 (1, 2): pp. 4-7.
- Witch, M. C., Jr., & R. Snetsinger. 1971. Observations on mushroom – infesting Pyemotid mites in the United States. *Entomol. News*. 82: 183 –190.

Wu, J. F. And Ma, E. P. 1988. Studies on biological characters of *Brennandania lambi* (Kreczal) the most harmful for mushroom production in Shangai regions. *Acta Agricultural Shangai* 4(3): 41-46 (in Chinese with English summary).

Wu, J. y Zhang, Z. 1993. Host feeding, damage and control of the mushroom pest, *Brennandania lambi* (Acari: Pygmephoridea) in China. *Experimetal & Applied Acarology*, 17: 233-240.

---