

**EFFECTO DE BAJAS TEMPERATURAS EN  
HUEVECILLOS Y LARVAS DE Phthorimaea operculella  
(Zeller), Y DETERMINACION DE TEMPERATURA  
UMBRAL Y CONSTANTE TERMICA BAJO  
CONDICIONES DE LABORATORIO.**

VICTOR MANUEL HERNANDEZ VELAZQUEZ

**T E S I S**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PARASITOLOGIA AGRICOLA



Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

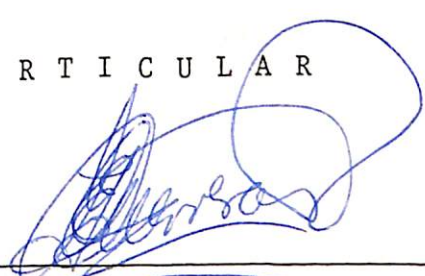
Noviembre de 1988

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial para optar al grado de


MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PARASITOLOGIA AGRICOLA

COMITE PARTICULAR

Asesor particular:

  
\_\_\_\_\_  
ING. M.C. EUGENIO GUERRERO RODRIGUEZ

Asesor:

  
\_\_\_\_\_  
ING. M.C. FELIX DE JESUS SANCHEZ PEREZ

Asesor:

  
\_\_\_\_\_  
Ph. D. LUIS A. AGUIRRE URIBE

Asesor:

  
\_\_\_\_\_  
ING. M.C. AGUILEO LOZOYA SALDAÑA

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"

  
\_\_\_\_\_  
DR. ELEUTERIO LOPEZ PEREZ  
SUB-DIRECTOR DE ASUNTOS DE POSTGRADO



**BIBLIOTECA**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Noviembre de 1988

## AGRADECIMIENTOS

Al pueblo de México que a través del Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica (COSNET), financió mis estudios de postgrado.

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", por darme la oportunidad de superarme.

Al comité de asesoría, integrada por el Ing. M.C. Eugenio - Guerrero Rodríguez, Ing. M.C. Félix de Jesús Sánchez Pérez, Ph. D. Luis A. Aguirre Uribe e Ing. M.C. Aguirre Lozoya Saldaña, por sus aportaciones para la culminación del trabajo.

A mis maestros y amigos por su ayuda durante la fase experimental.

A la Sra. Esthela Rosas, por su desinteresada ayuda.

DEDICATORIA

A mis padres:

Manuel Hernández González

Ana María Velázquez de Hernández

A mis Hermanas:

María Magdalena

Veronica Liliana

Juanita Amada

COMPENDIO

Efecto de bajas Temperaturas en Huevecillos y Larvas de *Phthotimaea operculella* (Zeller) y Determinación de Temperatura Umbral y Constante Térmica Bajo Condiciones de Laboratorio.

POR

VICTOR MANUEL HERNANDEZ VELAZQUEZ

MAESTRIA

PARASITOLOGIA AGRICOLA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA

NOVIEMBRE, 1988

M.C. Eugenio Guerrero Rodríguez - Asesor -

Palabras clave: Bajas temperaturas, temperatura umbral, - -  
constante térmica, palomilla de la papa.

El presente trabajo se desarrolló durante 1987-1988, en el Laboratorio de Cría de Insectos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, teniendo como objetivos determinar los efectos de bajas temperaturas en huevecillos y larvas, así como establecer la temperatura umbral y constante térmica para la palomilla de la papa P. operculella, procedente de Navidad, N. L.

El principal efecto de las bajas temperaturas, fué en la disminución del número de adultos sobrevivientes acentuándose este efecto en temperaturas de  $-5$  y  $-10^{\circ}\text{C}$ , llegando a disminuir a casi en un 40 por ciento en esta última el peso de pupas y longitud de adultos también se afectó en las temperaturas más bajas, pero únicamente en las hembras no encontrando efecto alguno en los machos; por lo que concierne a la extensión alar de hembras y machos, así como a la fecundidad no se vieron afectadas por bajas temperaturas.

La constante térmica determinada fué 340.95 unidades calor, con una temperatura umbral de  $14.3^{\circ}\text{C}$ .

ABSTRACT

Effect of low temperatures on eggs and larvas Phthorimaea operculella (Zeller), and determination of threshold temperature and termic constant under laboratory conditions.

BY

VICTOR MANUEL HERNANDEZ VELAZQUEZ

MASTER OF SCIENCE

PLANT PROTECTION

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA

NOVIEMBRE, 1988

M.C. Eugenio Guerrero Rodríguez - Advisor -

Key words: low temperatures, threshold temperature, termic constant, potato tuber moth.

The present research took place during the year - -  
1987-1988, at the Insect Breeding Laboratory at Universidad -  
Autonoma Agraria Antonio Narro, its objctive was to deter -  
mine the effects of low temperatures on eggs and larvae, - -

## INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS.....	XII
INDICE DE FIGURAS.....	XVII
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	3
- Palomilla de la Papa.....	3
- Taxonomía.....	3
- Descripción de Estados de Desarrollo.....	3
- Biología y Hábitos.....	4
- Hospederas.....	6
- Daños.....	6
- La Temperatura y el Desarrollo de los Insectos.....	8
- Aclimatación.....	9
- Efecto de Altas Temperaturas.....	10
- Efecto de Bajas Temperaturas.....	11
- Resistencia al Frío en Insectos.....	11
- Constante Termal K y Días Grados o Unidades Calor Acumuladas.....	14
- Umbral de Desarrollo y Temperatura umbral.....	15
- Umbral.....	16
MATERIALES Y METODOS.....	20



	Página
- Establecimiento de una Cría de la Palomilla de la Papa.....	20
- Obtención de Huevecillos.....	20
- Desarrollo Larval, Pupación y Obtención de Adultos.....	21
- Exposición y Evaluación de Huevecillos y Larvas de <u>P. operculella</u> a Bajas Temperaturas.....	22
- Fecundidad de Hembras.....	23
- Determinación de la Constante Térmica y la Temperatura Umbral.....	24
RESULTADOS Y DISCUSION.....	26
- Efecto de Bajas Temperaturas.....	26
- Número de Adultos.....	26
- Peso de Pupas.....	29
- Longitud de Adultos.....	33
- Extensión Alar.....	36
- Fecundidad de Hembras.....	40
- Disección de Hembras y Machos.....	42
- Discusión General.....	42
- Temperatura Umbral y Constante Térmica.....	45
- Temperatura Umbral.....	45
- Constante Térmica.....	48
- Discusión General.....	49
CONCLUSIONES.....	50
RESUMEN.....	51

	Página
LITERATURA CITADA.....	55
APENDICE.....	59

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
4.1	Promedio de adultos emergidos en base a 60 - huevecillos expuestos a bajas tempertaturas por 5 horas. UAAAN, 1988.....	27
4.2	Análisis de varianza en base a número de - - adultos. UAAAN, 1988.....	28
4.3	Peso promedio (mgr) de pupas hembras expues- tas a bajas temperaturas por 5 horas. UAAAN, 1988.....	30
4.4	Análisis de varianza en base a peso de pupas hembras. UAAAN, 1988.....	31
4.5	Peso promedio de pupas macho (mgr) expuestas a bajas temperaturas por 5 horas. UAAAN, - - 1988.....	32
4.6	Análisis de varianza en base a peso de pupas macho. UAAAN, 1988.....	32
4.7.	Longitud promedio de adultos hembras (mm) - expuestas a bajas temperaturas por 5 horas.- UAAAN, 1988.....	34
4.8	Análisis de varianza en base a longitud de - adultos hembra. UAAAN, 1988.....	34

Cuadro		Página
4.9	Longitud promedio de machos (mm) expuestos a bajas temperaturas por 5 horas. UAAAN, 1988.	35
4.10	Análisis de varianza en base a longitud de adultos macho. UAAAN, 1988.....	36
4.11	Extensión alar promedio de hembras (mm) expuestas a bajas temperaturas por 5 horas. UAAAN, 1988.....	37
4.12	Análisis de varianza en base a extensión alar de hembras. UAAAN, 1988.....	38
4.13	Extensión alar promedio de hembras (mm) expuestas a bajas temperaturas por 5 horas, y su interacción con respecto a la fase de desarrollo. UAAAN, 1988.....	38
4.14	Extensión alar promedio de machos (mm) expuestos a bajas temperaturas por 5 horas. UAAAN, 1988.....	39
4.15	Análisis de varianza en base a extensión alar de machos. UAAAN, 1988.....	40
4.16	Promedio de huevecillos depositados por 5 hembras, expuestas a bajas temperaturas por 5 horas en diferentes fases de desarrollo. UAAAN, 1988.....	41
4.17	Análisis de varianza en base a número de huevecillos. UAAAN, 1988.....	42
4.18	Efecto de temperaturas constantes en el tiempo y porcentaje de desarrollo, de huevecillos a 10, 50 y 90 por ciento de emergencia de adultos. UAAAN 1988.....	47

Cuadro		Página
4.19	Unidades Calor acumuladas a temperaturas constantes en <u>Phthorimaea operculella</u> . UAAAN, - - 1988.....	50
A.1	Adultos sobrevivientes de <u>Phthorimaea operculella</u> , de individuos expuestos directamente a bajas temperaturas por 5 horas, en base a 60 huevecillos. UAAAN, 1988.....	60
A.2	Adultos sobrevivientes de <u>Phthorimaea operculella</u> , de individuos expuestos en tubérculos cubiertos con suelo a bajas temperaturas por 5 horas, en base a 60 huevecillos. UAAAN, - 1988.....	61
A.3	Peso de pupas hembras (mgr) de <u>Phthorimaea operculella</u> en tubérculos expuestos directamente a bajas temperaturas por 5 horas. - - UAAAN, 1988.....	62
A.4.	Peso de pupas hembras (mgr) de <u>Phthorimaea operculella</u> en tubérculos expuestos a bajas temperaturas, cubiertos con suelo por 5 horas. UAAAN, 1988.....	63
A.5.	Peso de pupas macho (mgr) de <u>Phthorimaea operculella</u> en tubérculos expuestos directamente a bajas temperaturas por 5 horas. - - UAAAN, 1988.....	64
A.6	Peso de pupas macho (mgr) de <u>Phthorimaea operculella</u> en tubérculos cubiertos con - -	

	suelo expuestos a bajas temperaturas por 5 - horas. UAAAN, 1988.....	65
A.7	Longitud de adultos hembra (mm) de <u>Phthorimaea operculella</u> en tubérculos expuestos directamente a bajas temperaturas por 5 horas. - UAAAN, 1988.....	66
A.8	Longitud de adultos hembra (mm) de <u>Phthorimaea operculella</u> en tubérculos expuestos con - suelo expuestos a bajas temperaturas por 5 - horas. UAAAN, 1988.....	67
A.9	Longitud de adultos macho (mm) de <u>Phthorimaea operculella</u> en tubérculos expuestos a bajas temperaturas por 5 horas. UAAAN, 1988...	68
A.10	Longitud de adultos macho (mm) de <u>Phthorimaea operculella</u> en tubérculos cubiertos con - suelo expuestos a bajas temperaturas por 5 - horas. UAAAN, 1988.....	69
A.11	Extensión alar de hembras (mm) de <u>Phthorimaea operculella</u> en tubérculos directamente - expuestos a bajas temperaturas por 5 horas. UAAAN, 1988.....	70
A.12	Extensión alar de hembras (mm) de <u>Phthorimaea operculella</u> en tubérculos cubiertos con - suelo expuestos a bajas temperaturas por 5 - horas. UAAAN, 1988.....	71

A.13	Extensión alar de machos (mm) de <u>Phthorimaea operculella</u> en tubérculos directamente expuestos a bajas temperaturas por 5 horas. UAAAN, 1988.....	72
A.14	Extensión alar de machos (mm) de <u>Phthorimaea operculella</u> en tubérculos cubiertos con suelo expuestos a bajas temperaturas por 5 horas. UAAAN, 1988.....	73
A.15	Número de huevecillos depositados por 5 hembras de <u>Phthorimaea operculella</u> sometidas directamente a bajas temperaturas por un período de 5 horas. UAAAN, 1988.....	74
A.16	Número de huevecillos depositados por 5 hembras de <u>Phthorimaea operculella</u> sometidas a bajas temperaturas en tubérculos cubiertos con suelo por un período de 5 horas. UAAAN, 1988.....	75

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
2.1	Método de intercepción en x para determinar la temperatura umbral interior (Tomado de - Sanborn <u>et al.</u> , 1982).....	18
4.1.	Sistema reproductor femenino de un adulto de <u>Phthorimaea operculella</u> . UAAAN, 1988.....	44
4.2	Vista lateral de la genitalia de un macho de <u>Phthorimaea operculella</u> . UAAAN, 1988.....	45
4.3	Temperatura umbral inferior en base a 10, 50 y 90 porciento de emergencia de adultos de - <u>Phthorimaea operculella</u> . UAAAN, 1988.....	48



## INTRODUCCION

La región de Navidad, N.L., destaca como importante productora de papa, con aproximadamente 4,000 ha destinadas a este cultivo, obteniendo un rendimiento promedio de 25 a 30 ton/ha.

El cultivo de la papa se ve afectado por diversos insectos plaga, destacando entre estos la palomilla de papa - Phthorimaea operculella (Zeller), la cual está distribuida en todo el territorio nacional (Borja et al., 1981). Del Angel (1985) menciona que en Navidad, N. L., se pueden realizar más de diez aplicaciones durante el ciclo agrícola para su control.

Una de las maneras de lograr un control integrado eficiente sobre cualquier plaga es conociendo más sobre los efectos del ambiente en la biología y hábitos del insecto, para este efecto se han realizado estudios relacionados con la sobrevivencia de diversos insectos plaga, expuestos a bajas temperaturas tratando de explicar su distribución geográfica y los efectos de las bajas temperaturas en los niveles de población; esto es importante, ya que se ha observado que en insectos que continúan desarrollándose en invierno como la palomilla de la papa, ayuda a predecir si los niveles de

población del siguiente ciclo agrícola, serán o no problemáticos en cuanto a la intensidad de la plaga se refiere.

Así mismo, es importante en el manejo de insectos - plaga predecir con cierta anticipación el momento de su aparición en campo, una forma de lograr ésto es mediante la acumulación de días-grado o método de unidades calor acumuladas. Un paso inicial para su aplicación en campo es la determinación, en laboratorio de la constante térmica y la temperatura umbral; estas constantes difieren en algunas especies para cada región geográfica, por lo que deben ser determinadas con poblaciones locales.

Debido a lo anterior, se planteó el presente trabajo teniendo como finalidad los siguientes objetivos: determinar la influencia de bajas temperaturas en el desarrollo de huevecillos y larvas de la palomilla de la papa y sus efectos - en estado adulto, así como establecer la temperatura umbral ( $t$ ) y la constante térmica ( $K$ ) para P. operculella en poblaciones de Navidad, N.L.

## LITERATURA REVISADA

### Palomilla de la Papa

#### Taxonomía

Borrór et al., (1981) ubican a la palomilla de la papa en la siguiente clasificación taxonómica:

Phylum	Arthropoda
Subphylum	Unirimia
Clase	Hexapoda
Orden	Lepidoptera
Suborden	Ditrysia
Familia	Gelechiidae
Género	<u>Phthorimaea</u>
Especie	<u>operculella</u>

#### Descripción de Estados de Desarrollo

El adulto presenta un color parduzco-avellano, alas anteriores estrechas y alargadas, con pequeñas manchas marrón; las posteriores con un tinte humoso provistas de una franja larga (Santorio, 1960).

Los huevecillos son de color blanco, de tamaño pequeño y de forma ovalada o aperlada (Padilla y Ortega, 1963).

En las larvas, el color varía de acuerdo al estado de desarrollo, cuando la larva es de primer estadio presenta un color blanco, posteriormente adquiere un color cremoso y al llegar a su desarrollo total toma una tonalidad rosada o verduzca; presentando la cápsula cefálica y las placas protorácicas y anales de color café oscuro (Essing, 1958). Las larvas pueden llegar a medir en su máximo desarrollo 1.8 cm de largo (Metcalf y Flint, 1980).

Las pupas están cubiertas por un cocón grisáceo de seda cubierto de tierra midiendo aproximadamente 1.25 cm de largo (Metcalf y Flint, 1980). Las pupas miden aproximadamente 7 mm y adquieren un color café oscuro cuando el adulto está próximo a salir (Padilla y Ortega, 1963).

### Biología y Hábitos

Las hembras vírgenes producen una feromona que estimula y atrae machos para la cópula (Adeesan et al., 1969 y Kennedy, 1975). Cuando la feromona sexual es liberada, las hembras asumen una postura característica de llamado; con las patas ligeramente extendidas, alas elevadas y apenas separadas; la cabeza es bajada hacia el substrato y el abdomen levantado, visto lateralmente es paralelo a la línea de las alas; al finalizar el período de obscuridad, las hembras -

terminan el llamado y asumen una posición de reposo (Tóth, - 1985).

La mayor parte de los huevecillos son depositados - durante los primeros 7 días de la postemergencia (Foley, - - 1985), ubicados preferentemente en el suelo en la base de - las plantas (Shelton y Wyman, 1979 a), otros lugares comunes de oviposición son las axilas de los tallos y las hojas de - las ramas terminales, por otra parte el fenómeno de la parte nogénesis reportado en ésta especie tiene poca importancia - en el incremento de las poblaciones (Padilla y Ortega, 1963).

En el campo, las larvas pueden vivir como minadoras en las hojas o como barrenadoras en los tallos y tubérculos; en los tubérculos, las larvas continúan su daño en los almacenes mientras haya alimento y condiciones adecuadas (Padilla y Ortega, 1963). El período que requieren para su desarrollo larval es muy irregular, dependiendo de las condiciones de alimentación y de temperatura; así, a una temperatura media de 27°C el promedio de desarrollo es 12 días con un mínimo de 10 y un máximo de 19 días (Langford y Cory, 1932).

Cuando van a pupar descienden al suelo y construyen un capullo rudimentario al cual quedan adheridas piedrecillas y trozos pequeños de hojas secas (Padilla y Ortega, 1963). El período pupal puede durar un promedio de 6 días a una temperatura media de 32°C, a una temperatura de 25°C el período

pupal es de 10 días (Langford y Cory, 1932).

Debido a que al parecer la palomilla de la papa no tiene un período de invernación, la temperatura puede ser un factor limitante en su sobrevivencia (Langford y Cory, 1932). Al respecto bajo condiciones de campo en Roque, Gto.; con temperatura mínima, máxima y promedio de 1.1, 29, y 13.3°C respectivamente, y humedad relativa mínima, máxima y promedio de 16, 40 y 28.5 por ciento respectivamente; este insecto no invernó (Padilla y Ortega, 1963).

#### Hospederas

La palomilla de la papa, es una plaga cosmopolita (Foley, 1985). Además de la papa, tiene como hospederas al tomate, tabaco, berenjena, chile y otras solanáceas silvestres (Padilla y Ortega, 1963). Cuando se le encuentra atacando al tabaco, la larva es conocida como gusano de la partidura (Metcalf y Flint, 1981).

#### Daños

El mayor daño económico causado por la palomilla de la papa, se presenta cuando infesta los tubérculos; pero infestaciones foliares donde actúa como minador también pueden causar disminución en la producción, especialmente cuando la planta es pequeña y el insecto mina el tallo y destruye

el tejido vegetal, causando su muerte (Shelton y Wyman, - -  
1979 b).

Las larvas cuando se desarrollan en las hojas, por lo general hacen túneles a lo largo de la nervadura central y cuando han consumido la mayor parte de una hoja la unen -- con una tela sedosa a una hoja adyacente para completar su -- desarrollo, aunque las pueden unir desde que las hojas son -- pequeñas; la penetración de las larvas en los tallos se efec  
túa directamente donde ocurrió la oviposición, que por lo -- común es en las axilas, o a través de los pedicelos por lar --  
vas que emigran de las hojas (Padilla y Ortega, 1963).

Quando la larva emerge sobre un tubérculo en el campo o almacén, realiza una galería superficial protegiendo la entrada con secreciones de seda que se mezclan a los excrementos de color negro; en seguida, la larva continúa la exca  
vación en dirección al interior del tubérculo, hasta una pro  
fundidad de un centímetro o más, expulsando residuos y excre  
mentos que se amontonan a la entrada de la galería; al com  
pletar su desarrollo, la larva sale y busca ubicarse en algu  
na hendidura del tubérculo o entre dos de estos al estar en contacto, donde tejen su cocón y pupa posteriormente (Santorio, 1960).

## La Temperatura y el Desarrollo de los Insectos

Los factores más importantes del medio ambiente que influencia la fisiología de los insectos, son temperatura y humedad (Wigglesworth, 1953). Los insectos son considerados animales de sangre fría o poiquiloterms, lo que trae como consecuencia una alta dependencia de la temperatura ambiental (Borrór et al., 1981). Así mientras el metabolismo de animales de sangre caliente disminuye cuando la temperatura externa aumenta, el metabolismo de animales de sangre fría se incrementa y en los estados de desarrollo la energía extra es consumida en crecimiento, el cual es correspondientemente acelerado (Wigglesworth, 1953). Por ejemplo, el tiempo de huevecillos a emergencia del adulto de Chelonus Ke llieae a 21, 27 y 32°C es 51, 27 y 20 días con un porcentaje de desarrollo por día de 1.97, 3.72 y 5.09 respectivamente (Powers y Oatman, 1984).

En general, se considera que la temperatura del cuerpo es mas importante que la temperatura ambiental en el desarrollo de los insectos; sin embargo, ésta tiene una influencia directa en el sistema nervioso y actividad enzimática; la temperatura del cuerpo es cercana a la temperatura ambiental, pero la relación precisa varía, siendo un balance entre la pérdida y ganancia de calor por el insecto, como



respuesta de este balance la temperatura del cuerpo puede -  
diferir ampliamente de la temperatura del aire (Chapman, -  
1982).

Los insectos se desarrollan dentro de un rango limi-  
tado de temperatura, el cuál es característico de las espe -  
cies las que pueden morir por temperaturas fuera de su rango  
(Chapman, 1982). Por ejemplo, en Trichoplusia ni, no existe  
desarrollo cuando los estados inmaduros son expuestos a una  
temperatura de 7.2°C, algunos adultos son obtenidos después  
de exposiciones a 12.7°C aunque muchos son deformes; y poco  
desarrollo ocurre en larvas criadas a 38.3°C, y algunos adult  
tos son obtenidos a 35°C.

#### Aclimatación

Las respuestas a la temperatura no son estáticas, -  
varían de acuerdo a la experiencia previa del insecto, ésta  
modificación es conocida como aclimatación (Chapman, 1982).  
Por ejemplo, cucarachas que permanecen a 30°C son inmovilizaa  
das por 5 días en temperaturas de 2 a 3°C, mientras indivi -  
duos provenientes de 15 °C pueden moverse libremente; así -  
mismo, algunos Blatta inmovilizados a 1°C por 24 horas y -  
transferidos a 15°C se recobran en menos de un minuto si han  
sido aclimatados a 15°C, requiriendo de 90 a 150 minutos si  
son aclimatados a 30°C (Wigglesworth, 1953).

La rapidez de la aclimatación, es tal que algunas -- respuestas son casi inmediatas; en situación natural con temperaturas fluctuando sobre un umbral de actividad, el insecto continuamente se está ajustando fisiológicamente (aclimatación), y por lo tanto, ésta es reversible; la aclimatación al frío puede ser considerada como una pérdida de aclimatación al calor y viceversa (Salt, 1961).

#### Efecto de Altas Temperaturas

En una temperatura superior a la preferida, los insectos muestran un agudo incremento en actividad y en temperaturas aún más elevadas se "tranquilizan" seguidos por una incapacidad para moverse, seguido de una fase conocida como estupor, y finalmente sobreviene la muerte (Chapman, 1982).

En altas temperaturas la muerte del insecto puede ser el resultado de varios factores, como desnaturalización de las proteínas o bien porque el balance de los procesos metabólicos es alterado, de modo que productos tóxicos son acumulados rápidamente (Chapman, 1982). Incrementos en la temperatura como ya se señaló estimulan el metabolismo y consecuentemente, en algunos insectos el agotamiento de reservas alimenticias puede ser la causa real de la muerte -- (Wigglesworth, 1953). Algunas veces, particularmente en períodos largos, la muerte por altas temperaturas puede ser por disecación (Chapman, 1982).

### Efecto de Altas Temperaturas

Insectos de medio ambiente caliente mueren rápidamente al exponerse a temperaturas ligeramente superiores a las de congelamiento, esto puede resultar de la acumulación de productos tóxicos o de alguna otra alteración metabólica (Chapman, 1982). Exposiciones prolongadas de pupas de Samia walkari a 2.5°C, induce malestares los cuales aparentemente son causados por inhabilidad para precipitar productos de desecho de la sangre; éste proceso puede ser reversible aumentando la temperatura, pero después de siete meses de exposición a bajas temperaturas es irreversible (Howe, 1967).

Algunos efectos indirectos se han observado cuando larvas de Trichoplusia ni son expuestas a bajas temperaturas obteniendo un alto porcentaje de adultos deformes; así mismo, larvas criadas a 10 y 12.7°C tuvieron seis instars larvales en lugar de cinco normales (Toba et al, 1973).

### Resistencia al Frío en Insectos

En general insectos que invernan en climas fríos, toleran un amplio rango de bajas temperaturas, frecuentemente por largos períodos; algunas de dichas especies mejoran su tolerancia al frío a través de procesos de aclimatación y resistencia al frío (Salt, 1961).

Los insectos pueden ser clasificados en cuatro categorías generales en base a su tolerancia al frío, éstas son:

1) insectos que sobreviven al congelamiento y mueren solamente por prolongadas exposiciones a bajas temperaturas o por uno o más cambios repentinos de temperatura, 2) insectos que pueden permanecer en un estado de dormancia resistiendo al frío, pero no sobreviven al congelamiento, 3) insectos con muy poca resistencia al frío y que mueren por temperaturas cercanas al punto de congelamiento y 4) insectos no resistentes, no invernantes que mueren por temperaturas muy por encima del punto de congelación (Barnes y Hodson, 1956).

El incremento de resistencia al frío es generalmente asociado con pérdida de agua, en estudios con ninfas de Cortophaga se ha observado que responden al frío disminuyendo su contenido de agua de 79 a 65 por ciento y mantenimiento bajo su nivel durante la hibernación (Wigglesworth, 1953).

En insectos que se encuentran alimentándose activamente, decrece su resistencia al frío por la presencia en el tracto digestivo de alimento, el cual es congelado a bajas temperaturas induciendo a su vez congelamiento en los tejidos del insecto (Salt, 1953). Por otra parte, algunos de los agentes más eficaces que inducen congelación son partículas minerales encontradas en la atmósfera en forma de polvo, si éstas son ingeridas por el insecto al entrar en contacto con agua se convierten en fuentes potenciales de

congelamiento, ésto explica el hecho de que insectos que se encuentran alimentándose activamente son menos resistentes - al frío que los estados en los cuales no se alimentan (Salt, 1961).

La acumulación de polioles en tejidos de muchos insectos en diapausa contribuye a incrementar la resistencia - al frío. Los polioles más comunes, presentes en insectos - resistentes al frío son el glicerol y el sorbitol; los que - son derivados del glucógeno y trahalosa através de reaccio - nes enzimáticas que involucran  $\text{NAD}^+$  y  $\text{NADP}^+$  (Chippendale, - 1978). En huevecillos de Bombyx mori por ejemplo, el glú - cógeno es convertido a glicerol y sorbitol al entrar en dia - pausa y resintetizado a su forma original cuando la diapausa termina (Chino, 1957). La enzima reguladora clave parece -- ser la glucógeno fosforilasa, la cual es activada a bajas -- temperaturas, pero es sensitiva a inhibición regenerativa - por altas concentraciones de glicerol (Chippendale, 1978). - La producción de glicerol, puede también ocurrir en insectos no en diapausa como lo demuestra su formación en adultos de Camponotus pennsylvanicus y Pterostichus brevicomis, expues - tos al frío (Rees, 1977).

Si bien, el glicerol puede estar presente en insectos no en diapausa, su cantidad es variable y cambia típicamente en respuesta a cambios en temperatura. Sin embargo, - la función exacta de protección a la cristalización todavía no es clara, quizá el bajo peso molecular del glicerol y del

treitol pueden actuar al penetrar en las membranas celulares para prevenir el daño por congelamiento; su presencia puede servir para retener sales en solución, puesto que están concentrados durante la formación de hielo; el sorbitol, manitol y trehalosa pueden también proteger de cristalización, aún cuando no penetran las membranas celulares tan rápidamente como el glicerol (Chippendale, 1978).

#### Constante Térmica K y Días-Grado o Unidades Calor Acumuladas.

Una de las interpretaciones matemáticas más aceptadas del efecto de la temperatura en el desarrollo de los insectos es la que asume que la velocidad de desarrollo es proporcional a la temperatura y es descrita por Wigglesworth (1953) de la siguiente forma:

$$v = k (t - a)$$

donde  $v$  = velocidad;  $t$  = temperatura;  $k$  y  $a$  son constantes, donde  $a$  representa la temperatura umbral o desarrollo cero. Si  $y$  es el tiempo requerido para el desarrollo completo en la temperatura  $t$ , la ecuación puede ser escrita:

$$y (t - a) = K$$

en otras palabras, el producto del tiempo de desarrollo en días por el exceso de temperatura sobre el desarrollo cero en °C es constante. Este valor  $K$  expresado en días-grado es la constante térmica. Así, mientras la relación lineal entre velocidad y temperatura influencia, cada proceso de desarrollo podría tener una constante térmica característica

y requiere un número fijo de días grado. Por lo tanto, aún si la temperatura es cambiada en el curso de desarrollo, es teóricamente posible predecir el tiempo necesario para su terminación añadiendo el número de días-grado por cada temperatura. Este procedimiento, es llamado acumulación de calor.

La constante térmica K se refiere a las unidades calor, necesarias para completar una fase de desarrollo del insecto (Trimble, 1986 y Sanborn et al., 1982).

Bajo condiciones de campo, las unidades calor son calculadas diariamente por lo que la unidad de temperatura día-grado, puede ser definida como una temperatura de un grado actuando en un período de un día (Glenn, 1922); así por cada día que el promedio de temperatura del aire está encima de la temperatura umbral inferior a un grado, se ha acumulado un día-grado (Trujillo, 1983).

Existen diferentes métodos para el cálculo de la temperatura diaria (t), los más aceptados son: a) el mencionado por Glen y Brain (1982) el cual consiste en obtener un promedio basado en la temperatura máxima y mínima diaria, b) el propuesto por Sevacherian et al. (1977) que consiste en medir el área contenido entre temperaturas umbrales inferior y superior y c) el propuesto por Baskerville y Emin (1969) que consiste en medir el área contenida entre temperaturas umbrales pero bajo el trazo de una curva termográfica; estos dos

últimos métodos, también basados en las temperaturas máximas y mínimas diarias.

De la fórmula descrita por Wigglesworth (1953), y del método mencionado por Glen y Brain (1982); para el cálculo de la temperatura diaria se deriva la fórmula mencionada por Trujillo (1983) para el cálculo días-grado

$$D = \frac{A + B}{2} - C$$

donde: D = días-grado, A = temperatura máxima del aire durante el día, B = temperatura mínima del aire durante el día, C = temperatura umbral inferior.

#### Umbral de Desarrollo y Temperatura Umbral.

Según Matteson y Decker (1965) el umbral de desarrollo puede ser definido como la temperatura en la cual, en escala descendente, el desarrollo cesa, y en escala ascendente el desarrollo se inicia. Por otra parte, Howe (1967) afirma que los límites de desarrollo son imposibles de determinarse experimentalmente debido a que los efectos de las temperaturas son confundidos con el tiempo de exposición.

Cuando los insectos son criados en regímenes de temperatura constante, su rango de crecimiento tiende a ser directamente proporcional a la temperatura, tal proporcionalidad tiende a ser lineal pero se desvía al aproximarse a las temperaturas extremas. La temperatura umbral de desarrollo



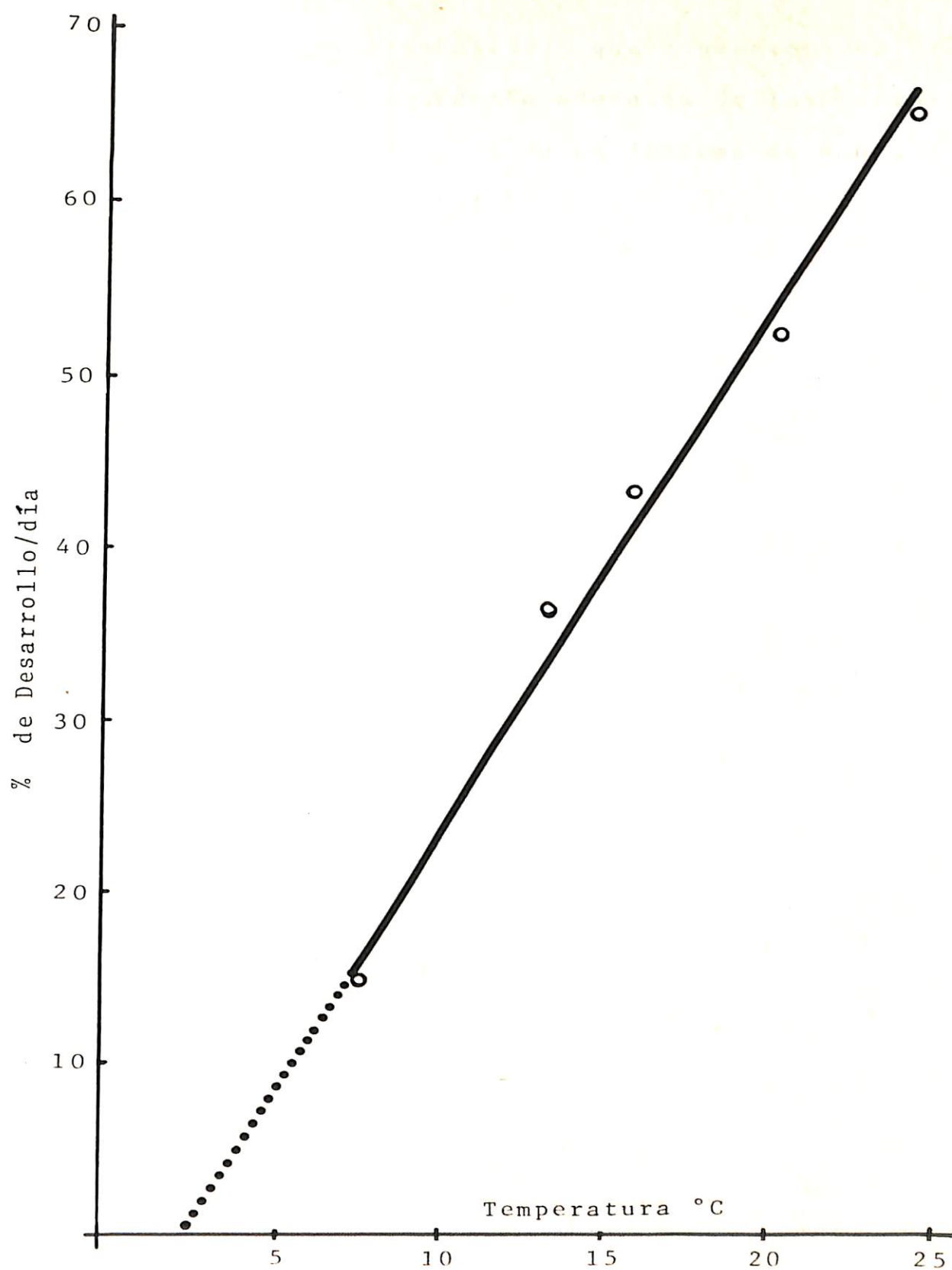


Figura 2.1. Método de intercepção em  $x$ , para determinar la temperatura umbral interior (Tomado de Sanborn et al., 1982)

de importancia económica lo que representa un problema adicional para la predicción adecuada de la presencia de especies plagas y benéficas en un sistema de manejo de plagas (Obrycki y Tauber, 1982).

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Cría de Insectos de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", en el período de agosto de 1987 a junio de 1988; comprendiendo tres etapas: a) establecimiento de una cría de la palomilla de la papa, 2) exposición y evaluación de efectos de bajas temperaturas en huevecillos y larvas de P. operculella, y 3) determinación de la constante térmica (k) y la temperatura umbral (t).

### Establecimiento de una Cría de la Palomilla de la Papa

#### Obtención de Huevecillos

Con adultos de P. operculella, de una colonia establecida en el laboratorio, procedentes de Navidad, N.L., en el mes de agosto de 1987 se inició la cría de la palomilla de la papa.

Los adultos fueron colocados en frascos de vidrio con una capacidad de cuatro litros; en cuyo interior se colocaron dos frascos de 130 ml. de capacidad con algodón en forma de mecha, para su suministro de agua, la que por - - - -

capilaridad llegó al algodón. Los frascos fueron cubiertos con tela de tul y sobre ésta se colocaron papas de la variedad alpha en las que ovipositaban los adultos, previamente - en los tubérculos se realizaron una serie de punciones, utilizando una tabla con clavos teniendo como finalidad facilitar la penetración de las larvas una vez que eclosionaban los huevecillos, las papas fueron cambiadas con intervalos de 1 o 2 días dependiendo de la cantidad de huevecillos depositados.

#### Desarrollo Larval, Pupación y Obtención de Adultos

Tubérculos de papa en número de 1 o 2, dependiendo del tamaño con huevecillos presentes fueron colocados en botes de plástico de un litro de capacidad que se cubrían con tela muselina para evitar la salida de larvas y adultos y - la entrada de otros insectos no deseados. En estos recipientes, las larvas al emerger penetraron y se alimentaron en los tubérculos, donde una vez que completaron su desarrollo larval puparon emergiendo posteriormente el adulto. Los adultos fueron extraídos con una bomba succionadora. Este proceso se repitió durante el desarrollo del trabajo.

Exposición y Evaluación de Huevecillos y Larvas de  
P. operculella a Bajas Temperaturas

Una vez que se contó con material biológico suficiente en diciembre de 1987, se inició el presente estudio en papas expuestas directamente al frío o cubiertas con suelo; con la finalidad de evaluar la acción de cinco temperaturas, 10, 5, 0, -5, y -10°C, sobre las fases de huevecillo, larva de primero, segundo, tercero y cuarto estadio; los cuales corresponden a 2, 10, 14, 18 y 22 días después de la oviposición respectivamente, por lo anterior se estableció un experimento con diseño completamente al azar en arreglo factorial 2x5x5 con tres repeticiones.

En total se atendieron 50 tratamientos, 25 con papa expuesta directamente al frío y 25 cubiertas con suelo; éstas últimas únicamente se mantuvieron cubiertas cuando fueron expuestas al frío utilizándose suelo arcilloso, cada unidad experimental estuvo formada por una papa con 60 huevecillos. Cada tubérculo con huevecillos, obtenido como se describió anteriormente, fue colocado en un recipiente de plástico de un litro de capacidad cubierto con tela muselina, debidamente etiquetado para así, tener seguridad en el día que le correspondía la exposición al frío, de acuerdo a la fase de desarrollo que se evaluaría y finalmente se colocaba a la temperatura correspondiente durante 5 horas, antes y después, Dicho material biológico se mantuvo a una temperatura constante de 25°C.

Para cada tratamiento se evaluaron como un diseño -- completamente al azar en arreglo factorial con diferentes repeticiones por tratamiento, las siguientes variables: número de adultos ( $\sqrt{x_1}$ ), pero de pupas hembras y machos, longitud y extensión alar de hembras y machos; las pupas se sexaron en base a la abertura genital tomando como referencia las observaciones hechas por Reinecke et al., (1983) en pupas de Manduca sexta, para separar hembras y machos, y se pesaron en una balanza analítica.

### Fecundidad

Para evaluar esta variable, de cada unidad experimental se obtuvieron 5 hembras y 5 machos; los cuales eran dormidos en la cámara de la bomba succionadora utilizando para ello un algodón humedecido con cloroformo, la separación -- sexual se hizo en base a observación, con lupa de la punta -- del abdomen donde los machos presentan una gran cantidad de pelecillos largos, además de los clasper; los cuales no es -- tán presentes en las hembras.

Los adultos, 5 hembras y 5 machos, fueron colocados en botes de plástico de un litro de capacidad junto con un -- pequeño recipiente conteniendo algodón humedecido y cubierto con tela de tul sobre la cual se colocaron discos de papa -- como substrato para la oviposición. Los huevecillos así -- obtenidos, fueron contados cada dos días utilizando un microscopio de disección.

La fecundidad de las hembras (número de huevecillos)  $\sqrt{x_i}$ , se analizó como un diseño completamente al azar con diferente número de repeticiones por tratamiento, sin tomar en cuenta el factor de variación cubiertas con suelo o sin suelo, esto debido a que no se pudo contar con todos los datos, en ocasiones para ninguna de las repeticiones que forman el tratamiento (Cuadro A.15 y A.16).

#### Determinación de la Constante Térmica y la Temperatura Umbral.

Para lograr este objetivo, se estableció un experimento en diseño completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones. Cada tratamiento constó del desarrollo del insecto desde huevecillo hasta la emergencia del suelo, en seis temperaturas constantes, las cuales fueron 10, 15, 21, 25, 29 y 32°C

El parámetro que se tomó en cuenta fueron los días a emergencia del adulto, cada unidad experimental constó de un bote de plástico de un litro de capacidad conteniendo una papa con huevecillos, este material se revisó todos los días a partir de la emergencia del primer adulto; no se consideró el número de huevecillos por tubérculo.

La constante térmica fué determinada por la fórmula  $K = y(t - a)$  donde,  $K$  = constante térmica,  $y$  = tiempo requerido para el desarrollo a una temperatura  $t$  y  $a =$  - - -

temperatura umbral (Wigglesworth, 1953).

El método utilizado para determinar la temperatura - umbral fué mencionado por Mellors y Bassow (1983) empleando una ecuación de regresión en la que se toma el rango de desarrollo por día (y) como una función de la temperatura (x); - utilizando la fórmula:

$$\frac{1}{\text{período de desarrollo (en días)}} \times 100$$

para transformar el período de desarrollo a porcentaje de - desarrollo por día.



## RESULTADOS Y DISCUSION

El presente capítulo, se subdivide en dos partes - - principales; al final de cada subcapítulo se realiza una discusión general del mismo. En la primera parte, se presentan y discuten los resultados del efecto de bajas temperaturas - con respecto a las variables: número de adultos, peso de - pupas hembras y machos, longitud de adultos hembras y machos, extensión alar de hembras y machos, fecundidad de hembras, - número de huevecillos y las observaciones realizadas en las disecciones de hembras y machos. En la segunda parte, se - aborda primeramente la temperatura umbral y en seguida la - constante térmica, ya que el cálculo de ésta implica determinar la temperatura umbral.

### Efecto de Bajas Temperaturas

#### Número de Adultos

En este parámetro, se observó que el número de adultos disminuyó paulatinamente desde 52 y 51 en la temperatura más elevada hasta 37 y 32 en la temperatura más baja, en los tratamientos sin suelo y cubiertos con suelo respectivamente (Cuadro 4.1). Se obtuvo así mismo, un mayor número de adultos en los tratamientos sin suelo que en los cubiertos con -

suelo. Lo anterior es confirmado por el análisis de varian-  
za (Cuadro 4.2), que muestra significancia con un  $\alpha = 0.05$  -  
para los factores de variación suelo, temperatura y la inter-  
acción suelo temperatura. Por otra parte, la prueba de com-  
paración de medias de Duncan con un  $\alpha = 0.05$ ; agrupa las tem-  
peraturas con mayor sobrevivencia 10 y 5°C, las cuales son  
estadísticamente iguales y la temperatura que muestra una ma-  
yor mortalidad es -10°C estadísticamente diferente de las -  
restantes.

Cuadro 4.1 Promedio de adultos emergidos en base a 60 hueve-  
cillos expuestos a bajas temperaturas por 5 ho-  
ras UAAAN, 1988.

C	Tubérculos Expuestos al Frío		Promedio Total
	Sin Suelo	Con Suelo	
10	52 A*	51 AB	51.5 a**
5	51 AB	46 C	48.5 ab
0	46 BC	48 ABC	47 bc
-5	45 C	43 C	44 c
-10	37 D	32 E	34.5 d
	231	220	

Pruebas de medias de Duncan  $\alpha 0.05$ , para la interacción suelo  
temperatura (\*) y temperatura (\*\*) respectivamente.

Lo anterior coincide en parte con lo señalado por -  
Langford y Cory (1932), quienes mencionan que debido a que -  
la palomilla de la papa no parece tener un período de inver-  
nación, la temperatura puede ser un factor limitante en su -  
sobrevivencia; los mismos autores aseguran que las larvas se

desplazan lentamente a 1°C y aparentemente son capaces de sobrevivir por largos períodos en bajas temperaturas, es importante recordar que en el presente trabajo antes de exponer el material biológico a bajas temperaturas, se mantuvo a una temperatura óptima de 25°C lo que probablemente aumentó los efectos de las bajas temperaturas debido al fenómeno de aclimatación, citado por Wigglesworth (1953).

Cuadro 4.2 Análisis de varianza en base a número de adultos, UAAAN, 1988.

F V	g l	S C	C M	F C	0.05 <sup>F</sup>	0.01
Suelo	1	1.322	1.322	6.363	3.95	6.93+
Larva	4	0.434	0.108	0.522	2.47	3.54
Suelo-Larva	4	0.524	0.131	0.630	2.47	3.54
Temperatura	4	28.849	7.212	34.702	2.47	3.54++
Suelo-Temperatura	4	2.130	0.533	2.563	2.47	3.54+
Larva-Temperatura	16	4.040	0.252	1.215	1.77	2.22
Suelo-Larva-Temp.	16	5.548	0.347	1.668	1.77	2.22
Error	89	18.497	0.208			
Total	138	61.346				

En lo que respecta a la interacción temperatura-suelo, la prueba de comparación de medias de Duncan (Cuadro 4.1) muestra que la interacción con mayor mortalidad es -10°C cubierta con suelo, estadísticamente diferente de la inmediata superior -15°C sin suelo; por otra parte las interacciones

10°C-sin suelo, 10°C-con suelo, 5°C-sin suelo y 0°C-con suelo; son las interacciones con mayor sobrevivencia y que estadísticamente son iguales.

Se esperaba que los tratamientos cubiertos con suelo, manifestaran una menor mortalidad por el efecto de protección del suelo pero no fué así, tal vez porque las larvas se desplazaron del tubérculo al suelo, ya que éstos se mantuvieron cubiertos unicamente cuando fueron sometidos a bajas temperaturas. Al respecto Mail y Salt (1933), con la finalidad de evaluar el efecto protector del suelo sobre adultos invernantes de Leptionotarsa decemlineata, tomaron temperaturas del suelo a diferentes profundidades bajo condiciones de campo; algo parecido se podría realizar para evaluar la protección del suelo sobre larvas de P. operculella en invierno.

#### Peso de Pupas

##### Hembras

En lo que respecta al peso por pupa, el mayor promedio fué de 13.28 mgr. para la temperatura de 5°C, y el menor peso se presentó en la temperatura más baja -10°C (Cuadro 4.3). La diferencia aparente, la confirma el análisis de varianza que muestra una diferencia significativa para larva y altamente significativa para temperatura (Cuadro 4.4). Por otra parte, la prueba de comparación de medias de Duncan

con un  $\alpha = 0.05$  (Cuadro 4.3) muestra que la temperatura de  $-5^{\circ}\text{C}$  con un mayor peso, es diferente a las demás y las temperaturas con un menor peso  $-5^{\circ}\text{C}$  y  $-10^{\circ}\text{C}$  las cuales son iguales y estadísticamente diferente de las restantes.

Cuadro 4.3 Peso promedio (mgr.) de pupas hembras expuestas a bajas temperaturas por 5 horas. UAAAN, 1988.

°C	Tubérculos Expuestos al Frío		Promedio Total
	Sin Suelo	Con Suelo	
10	11.660	11.760	11.710 b*
5	13.453	13.107	13.280a
0	11.563	11.600	11.582 b
-5	10.747	10.717	10.732 c
-10	10.160	10.887	10.524 c

\* Prueba de medias de Ducan con un  $\alpha = 0.05$  en base a temperatura.

Los resultados anteriores, indican que la temperatura si afectó al peso de pupas hembras; a pesar de que al mayor peso se presentó en  $5^{\circ}\text{C}$  y no en la temperatura más alta, sin embargo se aprecia (Cuadro 4.3) una tendencia a separar las temperaturas bajo cero, con menor peso de las restantes es importante hacer notar que estos efectos se presentaron independientemente del estado de desarrollo larval en que fueron sometidos a las bajas temperaturas (Cuadro 4.4), ya que no existe diferencia estadística para la interacción larva-temperatura, lo cual indica que la disminución del peso de pupas en hembras no se debió a que las larvas dejaran de alimentarse, ya que fueron igualmente afectados tanto

huevecillos como larvas de cuarto estadio (Cuadro 4.3). Por lo tanto, probablemente éste efecto se deba mas a cuestiones fisiológicas.

Cuadro 4.4 Análisis de varianza en base a peso de pupas - - hembras. UAAAN, 1988.

F V	g l	S C	C M	F c	0.05	0.01
Suelo	1	0.314	0.314	0.194	3.96	6.96
Larva	4	21.198	5.299	3.277	2.48	3.56+
Suelo-Larva	4	6.042	1.511	0.938	2.48	3.56
Temperatura	4	125.903	31.476	19.462	2.48	3.56++
Suelo-Temperatura	4	4.070	1.017	0.629	2.48	3.56
Larva-Temperatura	16	18.090	1.131	0.699	1.77	2.24
Suelo-Larva-Temp.	16	24.906	1.557	0.692	1.77	2.24
Error	67	140.703	1.617			
Total	136	341.227				

Macho

El mayor peso de pupa, se presentó en la temperatura de 5°C y el menor en -5°C (Cuadro 4.5) variando muy poco con respecto a temperatura e interacción suelo-temperatura. Sin embargo, el análisis de varianza (Cuadro 4.6) muestra una -- significancia alta para la temperatura. No obstante, la -- prueba de medias de Duncan con un  $\alpha = 0.05$  (Cuadro 4.5) -- muestra únicamente significancia para 5°C, ya que los tratamientos restantes son estadísticamente iguales.

Cuadro 4.5 Peso promedio de pupas macho expuestas a bajas -  
temperaturas por 5 horas. UAAAN, 1988.

°C	Tubérculos Expuestos al Frío		Promedio Total	
	Sin Suelo	Con Suelo		
10	9.687	9.533	9.610	b*
5	10.653	10.533	10.593	a
0	9.533	9.970	9.752	b
-5	9.293	9.410	9.352	b
-10	8.983	9.950	9.466	b

\* Prueba de medias de Duncan con un  $\alpha = 0.05$  en base a tem -  
peratura.

Cuadro 4.6 Análisis de varianza en base a peso de pupa ma -  
cho UAAAN, 1988.

F	V	g l	S C	C M	F c	F	
						0.05	0.01
	Suelo	1	2.042	2.042	2.751	6.96	6.96
	Larva	4	6.046	1.511	2.036	2.48	3.56
	Suelo-Larva	4	2.413	0.603	0.813	2.48	3.56
	Temperatura	4	25.516	6.379	8.595	2.48	3.56++
	Suelo-Temperatura	4	5.698	1.424	1.919	2.48	3.56
	Larva-Temperatura	16	11.375	0.711	0.958	1.77	2.24
	Suelo-Larva-Temp.	16	6.935	0.433	0.584	1.77	2.24
	Error	86	63.831	0.742			
	Total	135	123.857				

Los resultados anteriores, confirman que la disminu-  
ción en el peso de las pupas hembras no se debe a un efecto  
sobre la alimentación de las larvas por inmovilización, - -  
como se podría pensar tomando en cuenta que éste es uno de  
de los principales síntomas de la acción de bajas - - - - -

temperaturas en insectos (Chapman, 1982). Si no a una cuestión fisiológica inherente al sexo, ya que únicamente las hembras son afectadas.

### Longitud de Adultos

#### Hembras

El promedio de longitud de hembras (Cuadro 4.7), para las diferentes temperaturas e interacción sin suelo y cubiertos con suelo muestra poca variabilidad. Sin embargo, el análisis de varianza (Cuadro 4.8); presenta alta significancia para el factor de variación temperatura, y la prueba de medias de Duncan con un  $\alpha = 0.05$  (Cuadro 4.7) señala que las temperaturas de  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $-5^{\circ}\text{C}$ , son las de menor longitud y las ubica iguales entre sí y estadísticamente diferentes al resto de los tratamientos, lo cual indica que la exposición aún por breve tiempo, a temperaturas bajas si afecta ligeramente al desarrollo del individuo en cuanto al parámetro longitud del cuerpo se refiere aún cuando la temperatura más elevada  $10^{\circ}\text{C}$ , es ubicada por las pruebas de medias de Duncan, intermedia y estadísticamente diferente de las demás (Cuadro 4.7).



Cuadro 4.7 Longitud promedio de adultos hembras (mm) expuestos a bajas temperaturas por 5 horas, UAAAN, 1988.

°C	Tubérculos Expuestos al Frío		Promedio Total
	Sin Suelo	Con Suelo	
10	5.929	6.067	5.998 b*
5	6.248	6.260	6.254 a
0	6.061	5.969	6.015 a
-5	5.834	5,797	5.816 c
-10	5.811	5.904	5.858 c

\* Prueba de medias de Duncan con un  $\alpha = 0.05$  en base a longitud de adultos.

Cuadro 4.8 Análisis de varianza en base a longitud de adultos hembras. UAAAN, 1988

F	V	g l	S C	C M	F c	0.05 <sup>F</sup>	0.01
	Suelo	1	0.018	0.018	0.247	3.95	6.93
	Larva	4	0.315	0.079	1.071	2.47	3.54
	Suelo-Larva	4	0.084	0.021	0.285	2.47	3.54
	Temperatura	4	3.263	0.816	11.099	2.47	3.54++
	Suelo-Temperatura	4	0.242	0.061	0.824	2.47	3.54
	Larva-Temperatura	16	1.081	0.068	0.919	1.76	2.22
	Suelo-Larva-Temp.	16	1.754	0.110	1.492	1.76	2.22
	Error	91	6.689	0.073			
	Total	140	13.447	0.096			

## Machos

En cuanto a la longitud promedio del cuerpo para machos (Cuadro 4.9), no se muestra una diferencia palpable lo cual se confirma con el análisis de varianza (Cuadro 4.10), el cual indica no significancia entre los factores de variación.

Cuadro 4.9 Longitud promedio de adultos machos (mm) expuestos a bajas temperaturas por 5 horas. UAAAN, 1988.

°C	Tubérculos Expuestos al Frío		Promedio Total
	Sin Suelo	Con Suelo	
10	5.726	5.726	5.726
5	5.776	5.765	5.770
0	5.799	5.845	5.822
-5	5.652	5.696	5.674
-10	5.662	5.720	5.691

Cuadro 4.10 Análisis de varianza en base a longitud de adultos machos, 1988.

F V	g l	S C	C M	F c	F	
					0.05	0.01
Suelo	1	0.025	0.025	0.614	3.95	6.93
Larva	4	0.183	0.046	1.101	2.47	3.54
Suelo-Larva	4	0.143	0.036	0.865	2.47	3.54
Temperatura	4	0.402	0.101	2.425	2.47	3.54
Suelo-Temperatura	4	0.026	0.0064	0.155	2.47	3.54
Larva-Temperatura	16	0.595	0.037	0.896	1.76	2.22
Suelo-Larva-Temp.	16	0.452	0.028	0.681	1.76	2.22
Error	91	3.773	0.041			
Total	140					

Los resultados anteriores, reafirman las consideraciones hechas anteriormente con respecto al peso de pupas, ya que nuevamente en lo que se refiere a longitud de adultos únicamente las hembras fueron afectadas mostrando una disminución en la longitud del cuerpo; se puede inferir que estos efectos, en cuanto a la longitud de hembra son el reflejo de la disminución en el peso de pupas hembras.

### Extensión Alar

#### Hembras

En lo que se refiere a la extensión alar en el caso de las hembras, el tratamiento de 5°C se ubica nuevamente -

por encima de los demás (Cuadro 4.11), mostrando poca variabilidad con respecto a la interacción sin suelo y cubiertas con suelo. Al respecto el análisis de varianza (Cuadro 4.12), indica alta significancia para temperatura e interacción larva-temperatura, así en lo que se refiere a la temperatura, la variación es muy errática ya que la prueba de media de Duncan - con un  $\alpha = 0.05$  (Cuadro 4.11) agrupa a las temperaturas 10 y 5°C y en seguida la menor extensión alar en la temperatura de -10°C. Por otra parte, en lo que se refiere a la interacción larva-temperatura, ésta muestra una gran variabilidad (Cuadro 4.13) dado que la menor extensión alar se presentó cuando los huevecillos fueron expuestos a -10°C, seguido por los tratamientos a 10°C primer estadio larval a 10°C, cuarto estadio larval a -5°C y tercer estadio larval a 10°C; por lo tanto se asume que la significancia detectada en el análisis de varianza no es causado por un efecto de la temperatura.

Cuadro 4.11 Extensión alar promedio de hembras (mm) expuestas a bajas temperaturas por 5 horas. UAAAN, - - 1988.

°C	Tubérculos Expuestos al Frío		Promedio Total	
	Sin Suelo	Con Suelo		
10	14.531	14.397	14.464	c*
5	15.009	15.077	15.043	a
0	14.692	14.710	14.701	b
-5	14.244	14.307	14.276	c
-10	14.076	14.373	14.225	d

\* Prueba de medias de Duncan con un  $\alpha = 0.05$  en base a temperaturas.

Cuadro 4.12 Análisis de varianza en base a extensión alar de hembras. UAAAN, 1988

F V	g l	S C	C M	F c	0.05 <sup>F</sup>	0.01
Suelo	1	0.132	0.132	0.819	3.95	6.93
Larva	4	1.313	0.328	2.034	2.47	3.54
Suelo-Larva	4	0.257	0.064	0.399	2.47	3.54
Temperatura	4	12.492	3.123	19.357	2.47	3.54++
Suelo-Temperatura	4	0.657	0.164	1.018	2.47	3.54
Larva-Temperatura	16	6.752	0.422	2.615	1.76	2.22
Suelo-Larva-Temp.	16	2.433	0.152	0.943	1.76	2.22
Error	91	14.682	0.161			
Total	140	38.718				

Cuadro 4.13 Extensión alar promedio de hembras (mm) expuestas a bajas temperaturas por 5 horas y su interacción con respecto a su fase de desarrollo. UAAAN, 1988.

Fase de Desarrollo	Temperatura en Grados Centigrados				
	10	5	0	-5	-10
Huevecillos	14.025	15.005	15.018	14.216	13.864
Primer estadio	14.498	15.138	15.240	14.488	14.123
Segundo estadio	14.833	15.087	14.408	14.303	14.301
Tercer estadio	14.263	15.010	14.537	14.221	14.230
Cuarto estadio	14.698	14.973	14.300	14.148	14.602

## Machos

Por lo que toca a la extensión de los machos se observa también una gran variabilidad (Cuadro 4.14), manteniendo las temperaturas de 5 y 0°C los valores más altos al respecto, el análisis de varianza (Cuadro 4.15) indica significancia con un  $\alpha = 0.05$  para temperatura y para las interacciones suelo-larva, suelo-temperatura, larva-temperatura y suelo-larva-temperatura. En lo que respecta a la temperatura, es explicada por la prueba de medias de Duncan con un  $\alpha = 0.05$  (Cuadro 4.14), agrupando las temperaturas de 10, -5 y -10°C estadísticamente iguales, como las temperaturas de menor extensión alar. De acuerdo a los análisis anteriores la gran variabilidad en lo que respecta tanto a extensión alar de machos como a las interacciones, no se deben a la temperatura ya que la temperatura más elevada y la más baja son estadísticamente iguales.

Cuadro 4.14 Extensión alar promedio de machos (mm) expuestos a bajas temperaturas por 5 horas. UAAAN - - 1988

°C	Tubérculos Expuestos al Frío		Promedio
	Sin Suelo	Con Suelo	
10	14.023	13.853	13.928 c*
5	14.565	14.491	12.528a
0	14.099	14.068	14.083 b
-5	13.784	13.889	13.836 c
-10	13.711	14.091	13.901 c

\* prueba de medias de Duncan con un  $\alpha = 0.05$  en base a temperatura.

Cuadro 4.15 Análisis de varianza en base a extensión alar - de machos, UAAAN, 1988

F V	g l	S C	C M	F c	0.05 <sup>F</sup>	0.01
Suelo	1	0.060	0.060	0.616	3.95	6.93
Larva	4	0.970	0.242	2.477	2.47	3.54+
Suelo-Larva	4	1.529	0.382	3.906	2.47	3.54++
Temperatura	4	8.520	2.130	21.757	2.47	3.54++
Suelo-Temperatura	4	1.251	0.313	3.195	2.47	3.54+
Larva-Temperatura	16	10.757	0.672	6.867	1.76	2.22++
Suelo-Larva-Temp.	16	7.337	0.459	4.684	1.76	2.22++
Error	91	8.909	0.098			
Total	140					

Como se puede observar en los resultados anteriores, en lo que respecta a extensión alar tanto de hembras como de machos, las significancias detectadas estadísticamente no se deben al efecto de la temperatura por lo que probablemente, las diferencias así detectadas sean causadas por cuestiones inherentes a la especie, ya que durante el desarrollo del - trabajo se observaron ejemplares de gran tamaño y otros muy pequeños aunque en la literatura revisada no se reporta este hecho, a pesar de que es una línea de laboratorio ya estudiado a través de los años; otra posible causa de la gran variabilidad detectada es que haya habido diferencias en las me - diciones efectuadas sobre todo tomando en cuenta que fueron realizadas con una escala milimétrica.

## Fecundidad

En cuanto al número de huevecillos promedio depositados por cinco hembras (Cuadro 4.16), fluctuó desde 317 en adultos sobrevivientes de larvas de segundo estadio expuestos a 0°C a 666 en huevecillos expuestos a -5°C, con una media general de 474.68. Al respecto el análisis de varianza (Cuadro 4.17), indica que no hay diferencia significativa entre tratamientos, por lo tanto todos los tratamiento son iguales es decir las diversas temperaturas a que fueron expuestos los diferentes estados de desarrollo, no afectan la fecundidad de los adultos.

Cuadro 4.16 Promedio de huevecillos depositados por 5 hembras, expuestas a bajas temperaturas por 5 horas en diferentes fases de desarrollo. UAAAN, 1988.

Fases de Desarrollo	Temperatura en °C					Promedio Total	Unidades Exp.
	10	5	0	-5	-10		
Huevecillo	537	426	453	666	400	496.4	20
Primer estadio	572	449	471	335	426	450.6	22
Segundo estadio	363	468	317	508	543	439.8	16
Tercer estadio	509	465	522	445	515	491.2	12
Cuarto estadio	460	544	434	456	582	495.2	20

03032





Cuadro 4.17 Análisis de varianza en base a número de huevecillos, UAAAN, 1988.

F V	gl	S C	C M	F c	F	
					0.05	0.01
Tratamientos	43	657.08	15.3	0.6	1.56	1.88
Error	46	1215.50	26.4			
Total	89	1872.50				

Con respecto a los resultados Fenemore (1979), reporta una correlación positiva entre peso de pupa y fecundidad en P. operculella; sin embargo en el presente estudio esta correlación no se presenta, ya que el peso de pupa si es afectado por la temperatura y la fecundidad no; probablemente esta correlación no fué detectada debido al substrato de oviposición, ya que el autor menciona que tal correlación se presentó solo cuando utilizó tubérculos con cáscara como substrato de oviposición, y en el presente trabajo se utilizaron discos de papa sin cáscara que facilitan el conteo de huevecillos bajo el microscopio. El mismo autor reporta una oviposición promedio por hembra de  $155.4 \pm 7.7$  huevecillos, y en el presente trabajo el promedio de oviposición por hembra fué de 94.9 huevecillos, con un promedio máximo de 133.2 y un mínimo de 63.4 huevecillos por hembra; ésta diferencia probablemente sea debido al substrato de oviposición ya mencionado, o bien a una diferencia entre las líneas de palomillas utilizadas.

### Disección de Hembras y Machos

Con respecto a las hembras, no se detectaron diferencias o malformaciones en el sistema reproductor de la hembra (Figura 4.1), ya que al comparar adultos provenientes de exposiciones a temperaturas elevadas con respecto a los sobrevivientes a bajas temperaturas, es conveniente señalar que se realizaron pocas disecciones debido a la dificultad que se tuvo con respecto al tiempo que transcurrió desde la emergencia del adulto a la muerte del mismo, esto ya que únicamente se utilizaron hembras recién emergidas antes de que los ovarios se desarrollaron totalmente y llenaron la cavidad abdominal. Por otra parte, en los machos tampoco se observó alguna alteración en el sistema reproductor de los machos, en la figura 4.2 se presenta la genitalia de los machos.

### Discusión

El número de adultos disminuyó considerablemente en las temperaturas de  $-5$  y  $-10^{\circ}\text{C}$  y en  $0^{\circ}\text{C}$  la mortalidad fué muy leve, tomando en consideración que es el efecto de exposición únicamente por 5 horas a bajas temperaturas y sobre una sola fase de desarrollo, por lo que bajo condiciones de campo con la temperatura fluctuando el impacto podría ser mayor.

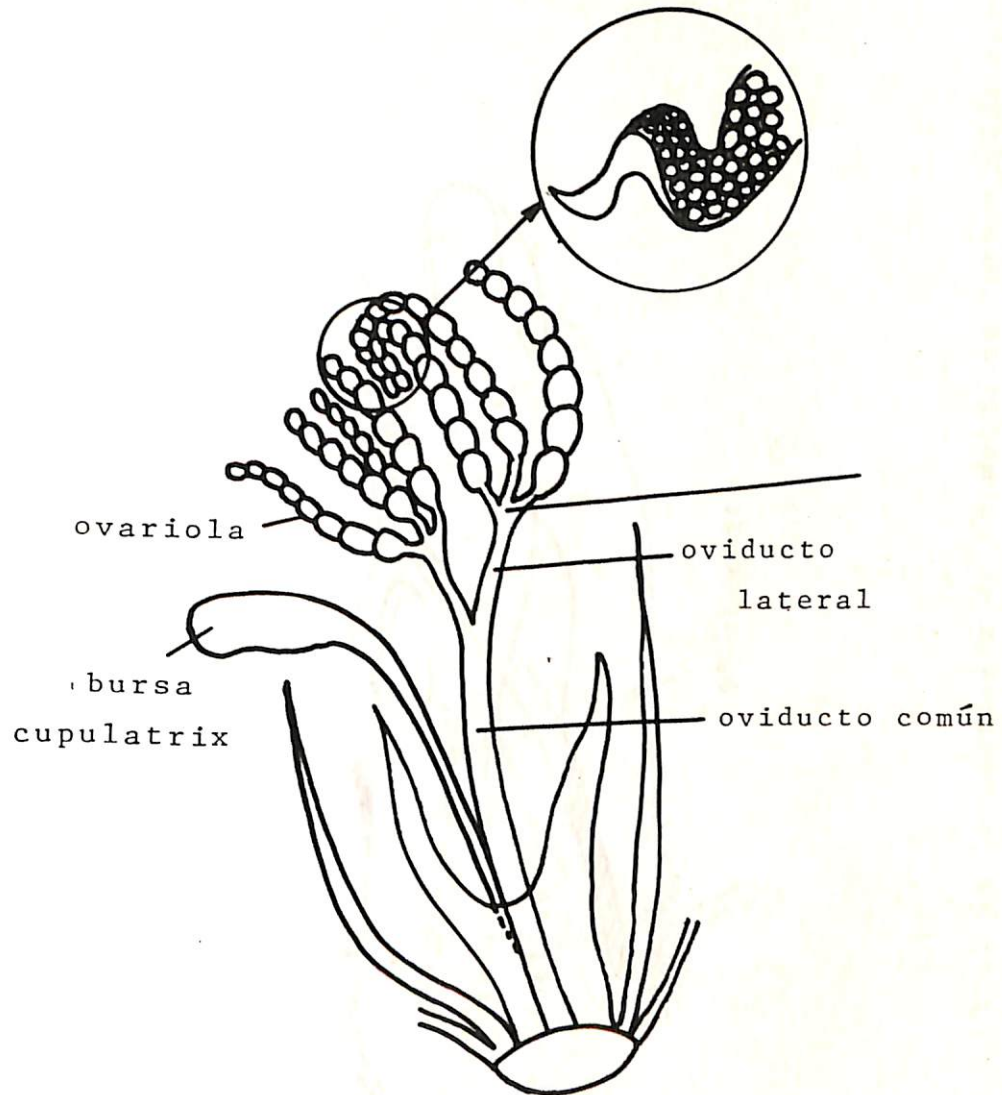


Figura 4.1. Sistema reproductor femenino de un adulto de *Phthorimaea operculella*. UAAAN, 1988.

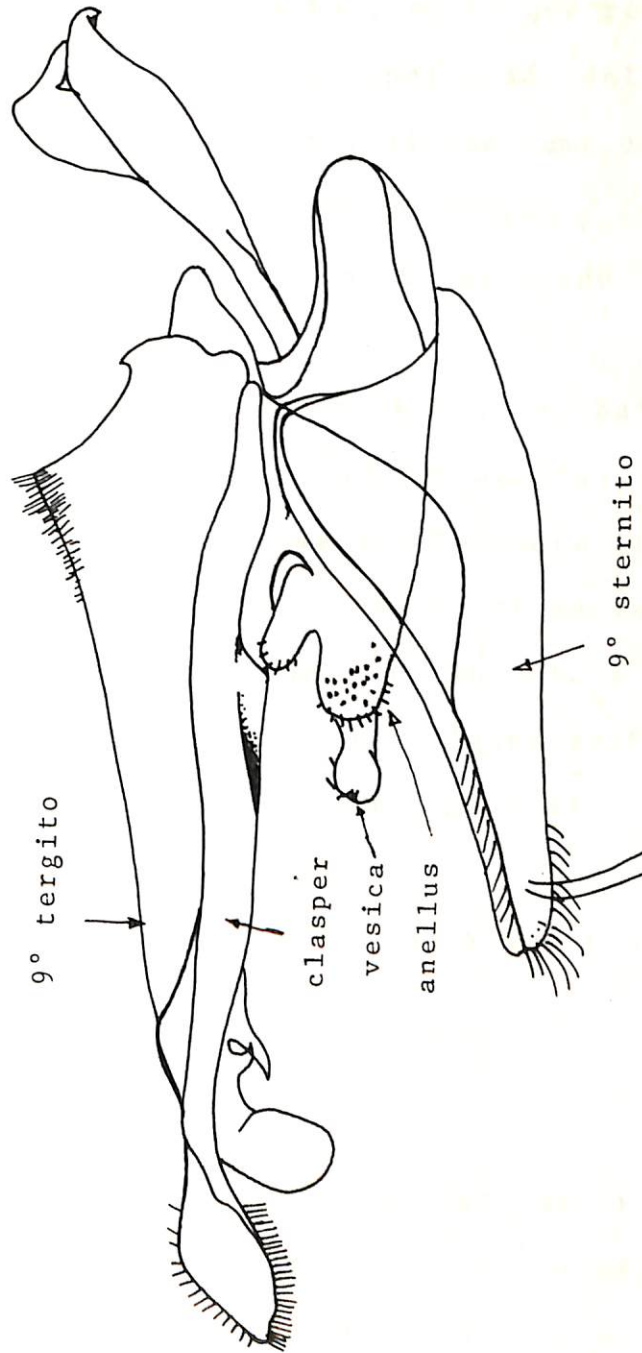


Figura 4.2. Vista lateral de la genitalia de un macho de Phthorimaea operculella  
 UAAAN, 1988

En lo que respecta a peso de pupas y longitud de adultos hembras y machos, se puede considerar que la exposición a bajas temperaturas en los estados inmaduros de desarrollo tienen efectos secundarios pero afectando unicamente a las hembras y no a los machos, en lo que respecta a la extensión alar esta no refleja la disminución del peso de pupa existiendo una gran variabilidad que como ya se explicó, se podría deber a una cuestión inherente a la especie o bien a una falta de exactitud en la medición.

Por último aparentemente las bajas temperaturas no afectaron la fecundidad de las hembras, no obstante que de acuerdo con lo reportado por Fenemore (1979) era de esperarse una disminución en el número de huevecillos depositados por hembra, y por último con respecto a las disecciones realizadas era difícil detectar alguna malformación o alteración a menos de que fuera muy marcada.

#### Temperatura Umbral y Constante Térmica

##### Temperatura Umbral

Independientemente de las temperaturas que se presenten (Cuadro 4.18), se contó con dos tratamientos más a 15 y 10°C pero en el tratamiento a 15°C no se pudo mantener constante la temperatura, en cambio en el tratamiento a 10°C los huevecillos eclosionaron, pero las larvas murieron en el primer estadio sin poder penetrar el tubérculo por lo tanto,

probablemente la temperatura umbral para el estado de huevecillos sea diferente a las de los restantes estados de desarrollo e inferior a 10°C, esto coincide con lo señalado por Howe (1967) quien afirma que por ser el desarrollo un proceso complejo se tienen muchas temperaturas umbrales, y una usualmente obtenida a temperaturas constantes para el desarrollo completo.

Cuadro 4.18 Efecto de temperaturas en el tiempo y porcentaje de desarrollo de huevecillos a 10, 50 y 90 por ciento de emergencia de adultos. UAAAN 1988.

Temp. C	Número de Adultos Observados	Tiempo de Desarrollo en Días			% de Desarrollo por Día		
		10%	50%	90%	10%	50%	90%
21	98	44	48	53	2.27	2.08	1.88
25	78	27	33	40	3.70	3.03	2.50
29	154	22	24	27	4.54	4.16	3.70
32	47	15	19	21	6.66	5.26	4.76

Se aprecia un aumento en el porcentaje de desarrollo por día conforme la temperatura aumenta (Cuadro 4.19), teniendo como temperaturas extremas 21 y 32°C. La temperatura umbral estimada con estos datos es de 14.3°C, representada por el 50 por ciento de emergencia de adultos (Figura 4.3); calculada con la ecuación de predicción  $y = -4.2165 + 0.2927491 x_i$ , y las temperaturas umbrales de 15.2 y 14.6°C para el 10 y 90 por ciento de emergencia de adultos respectivamente se determinaron para representar la variabilidad

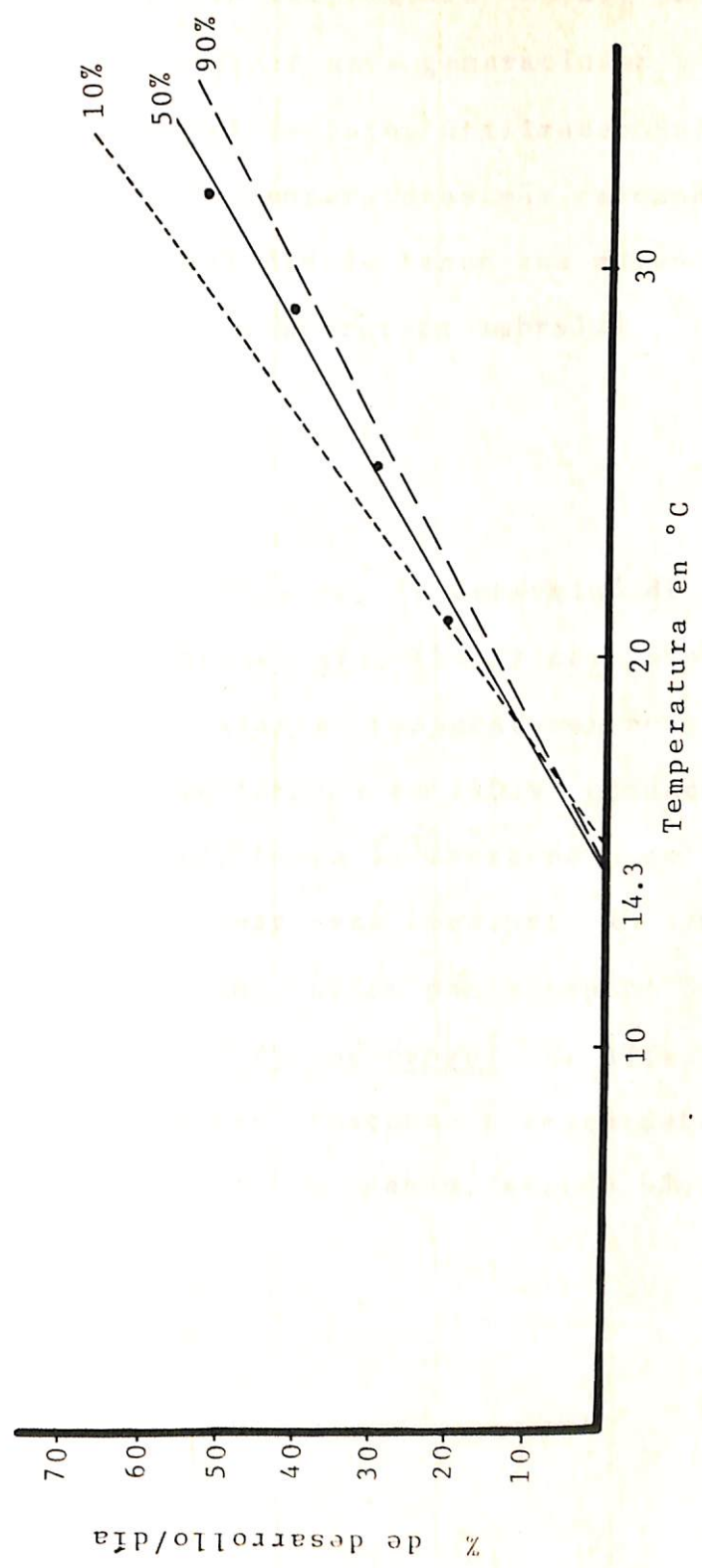


Figura 4.3. Temperatura umbral inferior en base a 10, 50 y 90% de emergencia de adultos de Phthorimaea operculella, UAAAN, 1988

es conveniente aclarar que en el presente trabajo se utilizaron para determinar la temperatura umbral, palomillas criadas en el laboratorio por seis generaciones por lo que es conveniente repetir el trabajo, utilizando individuos procedentes de campo y con temperaturas más cercanas a los umbrales, esto con la finalidad de tener una mayor certeza en cuanto al valor de la temperatura umbral.

### Constante Térmica

La constante térmica, se determinó de acuerdo a lo mencionado por Sanborn et al., (1982) como promedio de las unidades calor acumuladas en temperaturas constantes (Cuadro 4.19), ésta constante térmica es 340.95 unidades calor desde la fase de huevecillo, hasta la emergencia de los adultos. Es conveniente determinar esta constante en temperaturas fluctuantes, ya que puede variar por ejemplo: Edelson y Magarro (1988) mencionan en Thrips tabaci una diferencia de 37 unidades calor entre las constante térmica determinadas a temperatura constante y fluctuando, siendo más alta ésta última.



Cuadro 4.19 Unidades calor acumuladas a temperaturas constantes en Phthorimaea operculella. UAAAN 1988.

Temperatura C	Tiempo de Desarrollo en Días	Unidad Calor Sobre 14.3 C
21	48	321.6
25	33	353.1
29	24	352.8
32	19	336.3
Promedio Total (K)		340.95

#### Discusión General

La temperatura umbral para la palomilla de la papa - determinada en individuos provenientes de Navidad, N. L., es 14.3°C y en base a esta temperatura la constante térmica es 340.95 unidades calor, es conveniente validar estos resultados tanto en laboratorio como en campo, tratando de obtener las constantes para cada fase de desarrollo.

## CONCLUSIONES

Las bajas temperaturas,  $-5$  y  $-10^{\circ}\text{C}$ , causaron un porcentaje de mortalidad muy considerable, llegando la mortalidad al 40 por ciento en la temperatura más baja.

Las bajas temperaturas afectaron únicamente a hembras y no a machos, en cuanto a peso de pupa y longitud de adultos se refiere.

La fecundidad de las hembras y sistemas de reproducción de hembras y machos no fueron afectados por las bajas temperaturas.

La temperatura umbral para P. operculella proveniente de Navidad, N.L., es  $14.3^{\circ}\text{C}$  con una constante térmica de 340.95 unidades calor.

## RESUMEN

La palomilla de la papa Phthorimaea operculella - - (Zeller) distribuida en todo el territorio nacional, es considerada el principal insecto plaga en Navidad, N.L.

Con la finalidad de generar información sobre el - - efecto de la temperatura en su desarrollo, se planteó el presente trabajo a desarrollarse en el Laboratorio de Cría de - Insectos de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" en el período comprendido de agosto de 1987 a junio de 1988, teniendo como objetivos: determinar la influencia de bajas - temperaturas en el desarrollo de huevecillos y larvas de la palomilla de la papa y sus efectos en los adultos sobrevivientes, así como establecer la temperatura umbral (t) y la constante térmica (K) para P. operculella en poblaciones de Navidad, N. L.

Teniendo como primer objetivo evaluar la protección del suelo, en tubérculos expuestos directamente al frío y - cubiertos con suelo de la acción de cinco temperaturas 10, - 5, 0, -5 y -10°C, actuando por cinco horas sobre huevecillos larvas de primera, segundo, tercero y cuarto estadio, se estableció un experimento con diseño completamente al azar en - arreglo factorial 2X5X5 con tres repeticiones.

Para determinar la constante térmica y temperatura umbral, se estableció un experimento completamente al azar con tres repeticiones y seis tratamientos, cada tratamiento estuvo formado por la cría desde huevecillo a emergencia de adulto en seis temperaturas constantes 10, 15, 21, 25, 29 y 32°C; la temperatura umbral se obtuvo por el método de intersección en x en el que se toma el rango de desarrollo por día (y) como una función de la temperatura (x), por lo que respecta a la constante térmica se calculó utilizando la fórmula  $K = y(t - a)$ , donde K = constante térmica, y = tiempo requerido para el desarrollo a una temperatura t y a = temperatura umbral.

El número de adultos disminuyó considerablemente en las temperaturas de -5 y -10°C, hasta casi un 40 por ciento en ésta última, siendo la mortalidad muy leve en 0°C en lo que respecta a peso de pupas y longitud de adultos, la exposición a bajas temperaturas en los estados inmaduros de desarrollo, tienen efectos secundarios, disminuyendo tanto el peso de pupas como la longitud de los adultos pero afectando únicamente a las hembras y no a los machos, en lo que respecta a la extensión alar y fecundidad de las hembras no fueron afectadas por las bajas temperaturas, no reflejando la disminución en el peso de pupa como se podría esperar; por otra parte tampoco fueron afectados los sistemas reproductores de los adultos.

Por último la temperatura umbral para la palomilla - de la papa determinada en individuos provenientes de Navidad, N. L., es de  $14.3^{\circ}\text{C}$  y en base a ésta la constante térmica es 340.95 unidades calor.

## LITERATURA CITADA

- Adeesan, C., A.J. Tamhankar and G.W. Rahalkar. 1969. Sex pheromone gland in the potato tuberworm moth, Phthorimaea operculella. Ann. Entomol. Soc. Am. 62: 670-671. United States of America.
- Barnes, D. and A.C. Hodson. 1956. Low temperature tolerance of the european corn borer in relation to winter survival in Minnesota. J. Econ. Entomol. 49: 19-24. - - United States of America.
- Baskerville, G.L. and P. Emin. 1969. Rapid estimation of - - heat accumulation from maximum and minimum temperatures. Ecol. 50: 514-517. United States of America.
- Beck, S.D. 1983. Insect thermoperiodism. Ann. Rev. Entomol. 28: 91-108. United States of America.
- Borja, G.A., V. Del Angel y P.C. Espinoza. 1981. Principales plagas de la papa. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). México 24p.
- Borror, J.D., D.M. DeLong and C.A. Triplehorn. 1981. An introduction to the study of insects. Fifth edition. - Saunders college publishing. United States of America. 827 p.
- Chapman. R.F. 1982. The insects, structure and function. - - Third edition Hooper and Stoughton. London. 919 p.
- Chino, H. 1957. Conversion of glycogen to sorbitol and glycerol in the diapause egg of the Bombyx silkworm. - Nature 180: 606-607. United States of America.
- Chippendale, G.M. 1978. The functions of carbohydrates in insect life processes. In: Biochemistry of insects. - Edited by Morris Rockstein. Academic Press. New - - York. U.S.A. p. 1-55.
- Del Angel. D.M.A. 1985. Monitoreo de adultos con feromonas y larvas de Phthorimaea operculella (Zell) (Lepidoptera-Gelechiidae) para el pronóstico de aplicación de insecticidas en la región de Navidad, N.L. Tesis. Universidad Autonoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista, Coahuila, México. 70 p.

- Edelson, J.V. and J.J. Magaro. 1988. Development of onion -- thrips, Thrips tabaci Lindeman, as a function of temperature. The Southwestern Entomologist. 13: 171-176 United States of America.
- Essing, E.O. 1958. Insect and mites of western North America. Macmillan Co., New York. Second edition. 1056 p.
- Fenemore, P.C. 1979. Oviposition of potato tuber moth. - - - Phthorimaca operculella Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae); the influence of adult food, pupal weight, - and host-plant tissue on fecundity. N. Z. J. Zool. - 6: 389-395. New Zealand..
- Foley, D.H. 1985. Tethered flight of the potato moth, - - - Pathorimaea operculella. Physiological Entomology. - 10: 45-51. Great Britain.
- Glen, D.M. and P. Brain 1982. Pheromone-trap catch in reaction to the phenology of codling moth (Cydia pomonella). Ann. appl Biol. 101: 429-440. Great Britain.
- Glenn, P.A. 1922. Relation of temperature to development of the codling-moth. J. Econ. Entomol. 15: 193-199. - - United States of America.
- Howe, R.W. 1967. Temperature effects on embryonic development in insects. Ann. Rev. Entomol. 12: 15-42. United States of America.
- Kennedy, G.G. 1975. Trap design and other factors influencing capture of male potato tuberworm moths by virgin female baited traps. J. Econ. Entomol. 68: 305-308. United States of America.
- Langford, G.S. and W. N. Cory. 1932. Observations on the potato tuber moth. J. Econ. Entomol. 25: 625-634. United States of America.
- Mail, G.A. and R.W. Salt. 1933. Temperature as a possible limiting factor in the northern spread of the Colorado potato beetle. J. Econ. Entomol. 26: 1068-1075. United States of America.
- Matteson, J.W. and G.C. Decker. 1965. Development of the European corn borer at controlled constant and variable temperatures. J. Econ. Entomol. 58: 344-349. United States of America.
- Mellors, W.K. and F.F. Bassow. 1983. Temperature-dependent development of Mexican bean beetle (Coleoptera; Coccinellidae) immatures on snap bean and soybean foliage. Ann. Entomol. Soc. Am. 76: 692-698. United States of America.

- Metcalfe, C.L. y W.P. Flint. 1981. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control. Trad. de la cuarta ed. en inglés por A. Blackaller. México. - 1208 p.
- Obrycki, J.J. and M.J. Tauber. 1982. Thermal requirements -- for development of Hippodamia convergens (Coleoptera: Coccinellidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 75: 678-683. United States of America.
- Padilla, A.R. y C.A. Ortega. 1963. Algunas observaciones sobre la biología y el combate de la palomilla de la papa. Gnorimoschema operculella, en el Bajío. Agricultura Técnica en México II (3): 126-132. México.
- Powers, N.R. and E.R. Oatman. 1984. Biology and temperature responses of Chelonus Kellieae and Chelonus phthorimaeae (Hymenoptera: Braconidae) and their host, the potato tuberworm, Phthorimaea operculella (Lepidoptera: Gelechiidae). Hilgardia 52: 1-32. United States of America.
- Rees, H.H. 1977. Insect Biochemistry. Chapman and Hall Ltd. London 64 p.
- Reinecke, L.H., H.P. Reinecke and T.S. Adams. 1983. Morphology of the male reproductive tract of mature larval, pupal, and adult tobacco hornworms (Lepidoptera Sphingidae), Manduca sexta. Ann. Entomol. Soc. Am. 76: 365-375. United States of America
- Salt, R.W. 1953. The influence of food on cold hardiness of insects. Can Entomol. 85: 261-269. Canada.
- \_\_\_\_\_ 1961. Principles of insect cold-hardiness. Ann. Rev. Entomol. 6: 55-74. United States of America.
- Santorio, R. 1960. Notas de entomología agrícola dominicana. Secretaría del Estado de Agricultura y Comercio, Editorial La Nación. República Dominicana. 474 p.
- Sanborn, S.M., J.A. Wyman and R.K. Chapman. 1982. Threshold temperature and heat unit summations for seed corn maggot development under controlled conditions, Ann Entomol. Soc. Am. 75: 103-106. United States of America.
- Sevacherian, V., V.M. Stern and A.J. Mueller. 1977. Heat accumulation for timing Lygus control measures in a safflower cotton complex. J. Econ. Entomol. 70: - 399-402. United States of America.



- Shelton, A.M. and J.A. Wyman. 1979 a. Potato tuberworm damage to potatoes under different irrigation and cultural practices. J. Econ. Entomol. 72: 261-264. United States of America.
- 
- 1979 b. Time of tuber infestation and relationship between pheromone catches of adult moths, foliar larval populations, and tuber damage by the potato tuberworm. J. Econ. Entomol. 72: 599-601. United States of America.
- Toba, H.H., A.N. Kishaba, R. Pangaldan and P.V. Vail. 1973. Temperature and the development of the cabbage looper. Ann. Entomol. Soc. Am. 66: 965-974. United States of America.
- Tóth, M. 1985. Temporal pattern of female calling behaviour of the potato tuberworm moth Phthorimaea operculella (Zell) (Lepid., Gelechiidae). Zeitschrift fur angewandte Entomologie. 99: 322-327. Austria
- Trimble, R.M. 1986. Effect of temperature on oviposition and egg development in the spotted tentiform leafminer, Phyllonorycter blancardella (Lepidoptera: Gracillariidae). Can. Ent. 118: 781-787. Canada.
- Trujillo, A.J. 1983. La meteorología en el manejo integrado de plagas. Revista Chapingo. Año VIII, (42): 63-68 - México
- Wigglesworth, V.B. 1953. The principles of insect physiology Methuen Co. Ltd. Great Britain. p. 431-458.

A P E N D I C E

Cuadro A.1. Adultos sobrevivientes de Phthorimaea opercule-  
lla de individuos expuestos directamente a ba-  
jas temperaturas por 5 horas en base a 60 hueve-  
cillos. UAAAN. 1988.

Temperatura en Grados C	Fase de Desarrollo	Repeticiones			Promedio Total
		I	II	III	
10	Huevecillo	51	47	--	49.00
	Primer estadio	47	53	60	53.33
	Segundo estadio	56	47	54	52.33
	Tercer estadio	58	55	52	55.00
	Cuarto estadio	40	57	49	48.66
					<u>51.66</u>
5	Huevecillo	55	49	--	52.00
	Primer estadio	49	57	46	50.66
	Segundo estadio	45	58	49	50.66
	Tercer estadio	53	47	53	51.00
	Cuarto estadio	49	52	--	50.50
					<u>50.96</u>
0	Huevecillo	54	41	--	47.50
	Primer estadio	50	42	40	44.00
	Segundo estadio	--	30	44	42.00
	Tercer estadio	56	45	46	49.00
	Cuarto estadio	46	44	52	47.33
					<u>45.96</u>
-5	Huevecillo	46	51	41	46.00
	Primer estadio	42	51	40	44.33
	Segundo estadio	42	44	47	44.33
	Tercer estadio	46	49	43	46.00
	Cuarto estadio	42	45	46	44.33
					<u>44.99</u>
-10	Huevecillo	47	46	42	45.00
	Primer estadio	34	34	45	37.66
	Segundo estadio	34	41	41	38.66
	Tercer estadio	31	33	--	32.00
	Cuarto estadio	36	32	32	33.33
					<u>37.33</u>
					46.18

Cuadro A.2. Adultos sobrevivientes de Phthorimaea opercule-  
lla de individuos expuestos en tubérculos cu- -  
biertos con suelo a bajas temperaturas por 5 --  
horas, en base a 60 huevecillos. UAAAN, 1988.

Temperatura en Grados C	Fase de Desarrollo	Repeticiones			Promedio Total
		I	II	III	
10	Huevecillo	46	56	50	50.66
	Primer estadio	47	51	55	51.00
	Segundo estadio	52	47	52	50.33
	Tercer estadio	51	54	38	47.66
	Cuarto estadio	57	56	53	55.33
					<u>50.99</u>
5	Huevecillo	53	47	49	40.66
	Primer estadio	39	50	48	45.66
	Segundo estadio	46	41	53	46.66
	Tercer estadio	46	43	--	44.50
	Cuarto estadio	42	43	36	40.33
					<u>45.36</u>
0	Huevecillo	42	52	29	41.00
	Primer estadio	49	44	--	46.50
	Segundo estadio	51	47	--	49.00
	Tercer estadio	52	44	--	48.00
	Cuarto estadio	59	52	57	56.00
					<u>48.10</u>
-5	Huevecillo	52	44	40	45.33
	Primer estadio	25	43	48	38.66
	Segundo estadio	42	47	45	44.33
	Tercer estadio	40	46	46	33.00
	Cuarto estadio	49	41	46	45.33
					<u>43.53</u>
-10	Huevecillo	22	33	43	32.66
	Primer estadio	37	41	32	36.66
	Segundo estadio	23	18	21	20.66
	Tercer estadio	27	47	37	37.00
	Cuarto estadio	--	38	22	30.00
					<u>31.39</u>
					43.87

Cuadro A.3. Peso de pupas hembras (mgr) de Phthorimaea operculella en tubérculos expuestos directamente a bajas temperaturas por 5 horas. UAAAN, 1988,

Temperatura en Grados C	Fase de Desarrollo	Repeticiones			Promedio Total
		I	II	III	
10	Huevecillo	12.3	13.3	----	12.80
	Primer estadio	13.1	12.1	9.8	11.66
	Segundo estadio	10.9	11.4	10.9	11.06
	Tercer estadio	10.9	11.9	12.0	11.60
	Cuarto estadio	11.3	11.1	11.1	11.16
					<u>11.65</u>
5	Huevecillo	14.3	12.1	----	13.20
	Primer estadio	17.8	12.2	13.4	14.46
	Segundo estadio	13.7	15.2	11.1	13.33
	Tercer estadio	13.6	12.8	12.6	13.00
	Cuarto estadio	12.4	12.7	14.7	13.26
					<u>13.45</u>
0	Huevecillo	12.0	13.4	11.2	12.20
	Primer estadio	12.6	12.5	11.9	12.33
	Segundo estadio	11.8	11.5	12.3	11.86
	Tercer estadio	10.3	10.6	----	10.45
	Cuarto estadio	11.2	12.1	9.6	10.96
					<u>11.56</u>
-5	Huevecillo	11.5	9.8	----	10.65
	Primer estadio	11.7	10.8	11.4	11.30
	Segundo estadio	10.6	9.9	----	10.25
	Tercer estadio	11.4	13.0	10.5	11.63
	Cuarto estadio	8.3	11.1	10.3	9.90
					<u>10.74</u>
-10	Huevecillo	11.1	9.8	12.0	10.96
	Primer estadio	9.8	10.4	9.3	9.83
	Segundo estadio	11.6	9.0	13.0	11.20
	Tercer estadio	9.6	10.1	----	9.85
	Cuarto estadio	9.5	----	8.4	8.95
					<u>10.15</u>
					11.51

Cuadro A.4. Peso de pupas hembras (mgr) de Phthorimaea operculella en tubérculos expuestos a bajas temperaturas, cubiertos con suelo por 5 horas, UAAAN, 1988.

Temperatura en Grados C	Fase de Desarrollo	Repeticiones			promedio Total
		I	II	III	
10	Huevecillo	12.5	10.4	11.6	11.50
	Primer estadio	11.9	17.8	11.2	13.63
	Segundo estadio	10.9	11.3	11.1	11.10
	Tercer estadio	11.1	11.6	10.1	10.93
	Cuarto estadio	12.1	11.6	11.2	11.63
					<hr/> 11.75
5	Huevecillo	11.2	13.4	12.0	12.20
	Primer estadio	14.1	14.6	12.9	13.86
	Segundo estadio	14.1	12.6	12.8	13.16
	Tercer estadio	14.8	10.6	11.8	12.40
	Cuarto estadio	13.7	15.0	13.0	13.90
					<hr/> 13.10
0	Huevecillo	13.5	13.1	10.8	12.46
	Primer estadio	13.2	11.4	10.8	11.80
	Segundo estadio	11.9	12.2	----	12.05
	Tercer estadio	11.3	12.4	----	11.85
	Cuarto estadio	9,3	10.3	9.9	9.83
					<hr/> 11.59
-5	Huevecillo	11,5	11.7	9.5	10.90
	Primer estadio	11.0	11.2	11.4	11.20
	segundo estadio	11.4	11.5	10.8	11.23
	Tercer estadio	9.7	10.0	----	9.85
	Cuarto estadio	9.0	9.9	12.3	10.40
					<hr/> 10.71
-10	Huevecillo	10.3	10.4	----	10.35
	Primer estadio	13.2	10.1	12.6	11.96
	Segundo estadio	10.2	11.7	10.7	10.86
	Tercer estadio	----	10.4	9.7	10.05
	Cuarto estadio	----	12.1	10.3	11.20
					<hr/> 10.88
					11.60

Cuadro A.5. Peso de pupas macho (mgr) de Phthorimaea operculella en tubérculos expuestos directamente a bajas temperaturas por 5 horas. UAAAN, 1988

Temperatura en Grados C	Fase de Desarrollo	Repeticiones			Promedio Total
		I	II	III	
10	Huevecillo	10.0	11.8	----	10.90
	Primer estadio	9.8	10.2	7.8	9.26
	Segundo estadio	9.6	9.7	8.8	9.36
	Tercer estadio	8.9	10.4	7.5	8.93
	Cuarto estadio	9.9	9.8	10.2	9.96
					<hr/> 9.68
5	Huevecillo	10.9	11.5	----	11.20
	Primer estadio	10.7	10.9	10.6	10.46
	Segundo estadio	11.0	11.9	9.7	10.53
	Tercer estadio	11.1	10.6	9.8	10.50
	Cuarto estadio	10.5	9.6	11.6	10.56
					<hr/> 10.65
0	Huevecillo	9.2	9.6	11.8	10.20
	Primer estadio	9.7	10.2	9.4	9.76
	Segundo estadio	9.6	9.5	10.3	9.80
	Tercer estadio	8.8	9.8	----	9.30
	Cuarto estadio	9.7	7.0	9.1	8.60
					<hr/> 9.53
-5	Huevecillo	8.8	9.4	----	9.10
	Primer estadio	9.6	9.3	9.7	9.53
	Segundo estadio	9.5	9.7	----	9.60
	Tercer estadio	9.6	9.6	8.9	9.36
	Cuarto estadio	7.9	9.5	9.2	8.86
					<hr/> 9.29
-10	Huevecillo	9.2	8.7	9.4	9.10
	Primer estadio	9.7	8.8	7.0	8.50
	Segundo estadio	10.9	8.3	10.1	9.76
	Tercer estadio	9.4	9.2	----	9.30
	Cuarto estadio	9.9	----	6.6	8.25
					<hr/> 8.98
					9.62

Cuadro A.6. Peso de pupas macho (mgr) de Phthorimaea oper - culella en tubérculo cubiertos con suelo expuestos a bajas temperaturas por 5 horas UAAAN, --- 1988.

Temperatura en grados C	Fase de Desarrollo	Repeticiones			Promedio Total
		I	II	III	
10	Huevecillo	8.7	11.8	----	10.90
	Primer estadio	10.2	8.5	9.9	9.53
	Segundo estadio	9.9	9.8	9.9	9.86
	Tercer estadio	8.0	9.5	10.0	9.00
	Cuarto estadio	10.5	9.9	10.0	10.13
					<u>9.53</u>
5	Huevecillo	9.5	10.5	10.7	10.23
	Primer estadio	10.4	11.5	10.8	10.90
	Segundo estadio	10.9	10.5	10.2	10.53
	Tercer estadio	10.9	10.0	10.1	10.33
	Cuarto estadio	9.9	10.8	11.3	10.66
					<u>10.53</u>
0	Huevecillo	10.8	11.3	9.6	10.53
	Primer estadio	9.7		10.7	10.20
	Segundo estadio	10.4	10.4		10.40
	Tercer estadio	9.7	9.6		9.65
	Cuarto estadio	9.6	8.1	9.4	9.03
					<u>9.96</u>
-5	Huevecillo	10.0	10.2	9.0	9.73
	Primer estadio	9.5	8.9	9.6	9.33
	Segundo estadio	10.6	10.4	9.0	10.00
	Tercer estadio	9.1	9.4		9.25
	Cuarto estadio	7.9	9.0	9.3	8.73
					<u>9.40</u>
-10	Huevecillo	9.6	9.8		9.20
	Primer estadio	11.4	8.0	11.8	10.40
	Segundo estadio	9.5	10.5	9.7	9.9
	Tercer estadio		10.3	9.7	10.00
	Cuarto estadio		10.3	9.2	9.75
					<u>9.95</u>
					9.87



Cuadro A.7. Longitud de adultas hembras (mm) de Phtohori-  
maea operculella en tubérculos expuestos direc-  
tamente a bajas temperaturas por 5 horas. UAAAN  
1988.

Temperatura en Grados C	Fase de Desarrollo	Repeticiones			Promedio Total
		I	II	III	
10	Huevecillo	5.81	6.33	---	6.07
	Primer estadio	6.16	6.25	6.25	6.22
	Segundo estadio	6.0	5.83	6.10	5.97
	Tercer estadio	5.75	5.80	5.64	5.73
	Cuarto estadio	5.54	5.80	5.60	5.64
					<u>5.92</u>
5	Huevecillo	6.54	5.76	----	6.14
	Primer estadio	6.42	6.28	6.14	6.28
	Segundo estadio	6.50	6.33	6.00	6.27
	Tercer estadio	6.00	6.45	6.55	6.33
	Cuarto estadio	6.00	6.17	6.45	6.20
					<u>6.24</u>
0	Huevecillo	6.08	5.90	5.80	5.92
	Primer estadio	6.00	6.22	6.14	6.12
	Segundo estadio	6.33	5.80	6.14	6.09
	Tercer estadio	6.30	6.10	----	6.20
	Cuarto estadio	6.00	6.30	5.60	5.96
					<u>6.05</u>
-5	Huevecillo	5.50	5.91	----	5.70
	Primer estadio	6.08	5.92	5.91	5.97
	Segundo estadio	5.64	5.91	5.55	5.70
	Tercer estadio	5.83	5.91	5.55	5.73
	Cuarto estadio	6.00	5.91	6.18	6.03
					<u>5.83</u>
-10	Huevecillo	5.90	5.90	5.82	5.87
	Primer estadio	5.60	5.90	5.75	5.75
	Segundo estadio	5.82	5.90	5.70	5.80
	Tercer estadio	5.88	5.94	----	5.91
	Cuarto estadio	5.73	----	5.70	5.71
					<u>5.80</u>
					5.96

Cuadro A.8. Longitud de adultos hembras (mm) de Phthorima -  
ea operculella en tubérculos cubiertos con sue-  
lo expuestos a bajas temperaturas por 5 horas. -  
UAAAN, 1988

Temperatura en Grados C	Fase de Desarrollo	Repeticiones			Promedio Total
		I	II	III	
10	Huevecillo	5.55	5.80	5.87	5.74
	Primer estadio	6.40	6.09	6.54	6.34
	Segundo estadio	6.00	5.72	6.00	5.90
	Tercer estadio	5.75	6.18	6.33	6.16
	Cuarto estadio	6.36	6.18	6.00	6.18
					<hr/> 6.06
5	Huevecillo	6.40	6.50	6.38	6.42
	Primer estadio	6.14	5.27	6.38	5.93
	Segundo estadio	6.16	6.47	6.33	6.28
	Tercer estadio	6.08	6.36	6.15	6.38
	Cuarto estadio	6.17	6.50	6.15	6.27
					<hr/> 6.25
0	Huevecillo	6.33	5.00	6.25	5.86
	Primer estadio	6.22	6.33	6.25	6.26
	Segundo estadio	6.13	5.89	----	6.01
	Tercer estadio	5.80	5.55	----	5.67
	Cuarto estadio	5.80	6.30	6.00	6.03
					<hr/> 5.96
-5	Huevecillo	5.67	6.00	6.18	5.95
	Primer estadio	6.00	5.50	5.75	5.75
	Segundo estadio	5.55	6.00	5.64	5.73
	Tercer estadio	5.83	5.75	5.67	5.75
	Cuarto estadio	5.67	5.83	5.91	5.80
					<hr/> 5.70
-10	Huevecillo	5.60	5.91	6.45	5.98
	Primer estadio	6.40	6.10	6.11	6.20
	Segundo estadio	5.20	5.67	6.50	5.79
	Tercer estadio	6.00	5.73	5.60	5.77
	Cuarto estadio	----	5.90	5.63	5.76
					<hr/> 5.90
					5.97

Cuadro A.9. Longitu de adultos machos (mm) de Phthorimaea operculella en tubérculos expuestos directamente a bajas temperaturas por 5 horas. UAAAN, - - 1988.

Temperatura en Grados C	Fase de Desarrollo	Repeticiones			Promedio Total
		I	II	III	
10	Huevecillos	5.63	5.50	----	5.56
	Primer estadio	6.27	5.80	5.72	5.93
	Segundo estadio	5.72	6.00	5.50	5.74
	Tercer estadio	5.83	5.20	5.63	5.55
	Cuarto estadio	5.87	5.75	5.90	<u>5.84</u>
					5.72
5	Huevecillo	5.56	5.69	----	5.62
	Primer estadio	5.69	5.84	5.61	5.71
	Segundo estadio	5.83	6.00	5.50	5.77
	Tercer estadio	5.90	5.75	6.09	5.91
	Cuarto estadio	5.82	5.92	5.82	<u>5.85</u>
					5.77
0	Huevecillo	5.83	5.83	5.73	5.79
	Primer estadio	5.63	5.80	5.67	5.70
	Segundo estadio	6.00	5.70	6.00	5.90
	Tercer estadio	5.67	5.91	----	5.79
	Cuarto estadio	5.73	6.10	5.60	<u>5.81</u>
					5.79
-5	Huevecillo	5.50	5.64	----	5.57
	Primer estadio	5.58	5.67	5.64	5.63
	Segundo estadio	5.63	5.75	5.55	5.64
	Tercer estadio	5.64	5.83	5.80	5.75
	Cuarto estadio	5.55	5.73	5.70	<u>5.66</u>
					5.65
-10	Huevecillo	5.57	6.09	5.78	5.81
	Primer estadio	5.33	5.64	5.60	5.52
	Segundo estadio	5.86	5.56	5.44	5.62
	Tercer estadio	5.63	5.58	----	5.60
	Cuarto estadio	6.00	----	5.50	<u>5.75</u>
					5.66
					5.71

Cuadro A.10 Longitud de adultos (mm) de Phthorimaea operculella en tubérculos cubiertos con suelo expuestos a bajas temperaturas por 5 horas. UAAAN. - 1988.

Temperatura en Grados C	Fase de Desarrollo	Repeticiones			Promedio Total
		I	II	III	
10	Huevecillo	5.60	5.87	5.60	5.69
	Primer estadio	6.00	5.90	5.88	5.92
	Segundo estadio	5.72	6.00	5.70	5.80
	Tercer estadio	5.16	5.80	5.50	5.48
	Cuarto estadio	5.90	5.45	5.80	5.71
					<hr/> 5.72
5	Huevecillo	5.57	5.62	5.85	5.68
	Primer estadio	6.00	5.60	5.60	5.73
	Segundo estadio	5.41	6.00	6.00	5.80
	Tercer estadio	5.46	5.83	6.13	5.80
	Cuarto estadio	5.58	5.83	6.00	5.80
					<hr/> 5.76
0	Huevecillo	6.18	5.75	5.75	5.89
	Primer estadio	6.20	5.71	6.00	5.97
	Segundo estadio	5.91	5.67	----	5.79
	Tercer estadio	5.70	5.71	----	5.70
	Cuarto estadio	5.70	6.10	5.80	5.86
					<hr/> 5.84
-5	Huevecillo	5.50	5.80	5.73	5.67
	Primer estadio	5.92	5.67	5.57	5.72
	Segundo estadio	5.70	5.80	5.55	5.68
	Tercer estadio	5.67	5.50	5.58	5.58
	Cuarto estadio	5.70	5.75	6.00	5.81
					<hr/> 5.69
-10	Huevecillo	5.67	5.45	5.60	5.57
	Primer estadio	6.33	5.50	5.78	5.87
	Segundo estadio	5.86	5.44	5.80	5.70
	Tercer estadio	5.71	5.89	5.80	5.80
	Cuarto estadio	----	5.56	5.75	5.65
					<hr/> 5.71
					5.74

Cuadro A. 12 Extensión alar de hembras (mm) de Phthorimaea operculella en tubérculos cubiertos con suelo expuestos a bajas temperaturas por 5 horas. - UAAAN, 1988.

Temperatura en Grados C	Fase de Desarrollo	Repeticiones			Promedio Total
		I	II	III	
10	Huevecillo	12.66	13.90	14.12	13.56
	Primer estadio	14.60	14.18	14.72	14.50
	Segundo estadio	14.81	15.18	14.58	14.85
	Tercer estadio	14.25	14.00	14.33	14.19
	Cuarto estadio	15.09	14.63	14.90	14.87
					<u>14.39</u>
5	Huevecillo	15.40	15.25	15.07	15.24
	Primer estadio	15.57	14.54	15.23	15.11
	Segundo estadio	15.00	15.00	15.17	15.05
	Tercer estadio	15.00	14.82	15.43	15.08
	Cuarto estadio	15.42	15.25	14.00	14.89
					<u>15.07</u>
0	Huevecillo	15.17	14.92	15.25	15.11
	Primer estadio	15.67	15.11	15.00	15.29
	Segundo estadio	14.88	14.00	-----	14.44
	Tercer estadio	14.30	14.55	-----	14.42
	Cuarto estadio	14.30	14.27	14.36	14.31
					<u>14.71</u>
-5	Huevecillo	14.58	12.36	14.09	14.34
	Primer estadio	15.17	14.58	14.50	14.75
	Segundo estadio	14.73	14.36	13.73	14.27
	Tercer estadio	13.83	14.50	13.83	14.05
	Cuarto estadio	14.17	14.00	14.18	14.11
					<u>14.30</u>
-10	Huevecillo	13.60	13.91	14.09	13.86
	Primer estadio	14.60	14.20	14.29	14.36
	Segundo estadio	14.20	14.33	15.25	14.59
	Tercer estadio	14.25	14.45	14.00	14.40
	Cuarto estadio	-----	14.90	14.38	14.64
					<u>14.37</u>
					14.56

Cuadro A.13 Extensión alar de machos (mm) de Phthorimaea operculella en tubérculos directamente expuestos a bajas temperaturas por 5 horas. UAAAN, 1988.

Temperatura en Grados C	Fase de Desarrollo	Repeticiones			Promedio Total
		I	II	III	
10	Huevecillo	15.27	14.00	----	14.63
	Primer estadio	14.18	13.80	13.45	13.81
	Segundo estadio	14.00	14.36	13.60	13.98
	Tercer estadio	13.41	13.80	14.44	13.88
	Cuarto estadio	13.63	13.50	14.27	13.80
					<u>14.02</u>
5	Huevecillo	14.37	14.00	----	14.18
	Primer estadio	14.38	14.53	14.23	14.38
	Segundo estadio	14.83	14.33	14.91	14.69
	Tercer estadio	14.90	14.50	14.91	14.77
	Cuarto estadio	15.00	14.77	14.63	14.80
					<u>14.56</u>
0	Huevecillo	14.58	14.69	15.00	14.75
	Primer estadio	14.50	14.80	14.67	14.65
	Segundo estadio	14.38	14.50	14.33	14.40
	Tercer estadio	13.13	13.40	-----	13.26
	Cuarto estadio	13.64	13.30	13.30	13.41
					<u>14.09</u>
-5	Huevecillo	13.40	13.45	-----	13.42
	Primer estadio	13.67	14.50	13.45	13.87
	Segundo estadio	13.91	13.75	13.64	13.76
	Tercer estadio	14.00	14.33	13.90	14.07
	Cuarto estadio	13.83	13.91	13.60	13.77
					<u>13.77</u>
-10	Huevecillo	13.29	13.55	14.33	13.72
	Primer estadio	13.00	13.55	13.80	13.45
	Segundo estadio	14.33	13.44	14.00	13.92
	Tercer estadio	13.21	13.50	-----	13.35
	Cuarto estadio	14.71	-----	13.50	14.10
					<u>13.70</u>
					14.02

Cuadro A.14 Extensión alar de machos (mm) de Phthorimaea operculella en tubérculos cubiertos con suelo - expuestos a bajas temperaturas por 5 horas. - - 1988.

Temperatura en Grados C	Fase de Desarrollo	Repeticiones			Promedio Total
		I	II	III	
10	Huevecillo	12.70	12.81	12.60	12.70
	Primer estadio	14.33	13.90	14.22	14.15
	Segundo estadio	14.00	14.72	14.40	14.37
	Tercer estadio	13.66	14.40	13.66	13.90
	Cuarto estadio	14.10	14.09	14.20	14.13
					<u>13.85</u>
5	Huevecillo	14.07	13.75	14.07	13.96
	Primer estadio	14.66	14.00	14.20	14.28
	Segundo estadio	14.66	14.88	14.75	14.76
	Tercer estadio	14.64	14.50	15.13	14.75
	Cuarto estadio	14.75	14.67	14.63	14.68
					<u>14.48</u>
0	Huevecillo	14.82	14.67	14.67	14.72
	Primer estadio	14.90	14.57	14.25	14.57
	Segundo estadio	13.45	13.78	-----	13.61
	Tercer estadio	13.60	14.00	-----	13.80
	Cuarto estadio	13.60	13.30	14.00	13.63
					<u>14.06</u>
-5	Huevecillo	14.00	14.00	13.91	13.97
	Primer estadio	14.50	14.00	14.14	14.21
	Segundo estadio	14.00	14.00	13.55	13.85
	Tercer estadio	13.42	13.67	13.42	13.50
	Cuarto estadio	13.90	13.75	14.08	13.91
					<u>13.88</u>
-10	Huevecillo	13.67	13.45	13.60	13.57
	Primer estadio	14.00	13.80	14.20	14.00
	Segundo estadio	14.28	14.20	14.40	14.29
	Tercer estadio	14.43	14.44	14.20	14.35
	Cuarto estadio	-----	14.33	14.13	14.23
					<u>14.08</u>
					14.07

Cuadro A.15 Número de huevecillos depositados por 5 hembras de Phthorimaea operculata sometidas directamente a bajas temperaturas por un período de 5 horas. UAAAN, 1988.

Temperatura en Grados C	Fase de Desarrollo	Repeticiones			Promedio Total
		I	II	III	
10	Huevecillo	923	602	---	762.50
	Primer estadio	618	783	315	572.00
	Segundo estadio	---	---	---	---
	Tercer estadio	---	---	---	---
	Cuarto estadio	538	636	342	505.33
					<u>613.27</u>
5	Huevecillo	481	---	---	418.00
	Primer estadio	559	422	497	492.66
	Segundo estadio	253	525	449	409.00
	Tercer estadio	525	---	228	376.50
	Cuarto estadio	765	657	138	520.00
					<u>455.83</u>
0	Huevecillo	719	151	355	408.33
	Primer estadio	588	374	---	481.00
	Segundo estadio	188	177	261	208.66
	Tercer estadio	---	---	---	---
	Cuarto estadio	---	---	452	452.00
					<u>387.49</u>
-5	Huevecillo	649	---	---	649.00
	Primer estadio	359	273	518	383.33
	Segundo estadio	433	---	468	450.50
	Tercer estadio	592	---	591	591.50
	Cuarto estadio	547	---	310	428.50
					<u>500.56</u>
-10	Huevecillo	601	640		446.33
	Primer estadio	135	688		466.00
	Segundo estadio	---	334		543.00
	Tercer estadio	---	---		---
	Cuarto estadio	---	---		718.00
					<u>724.44</u>
					536.31



Cuadro A.16 Número de huevecillos depositados por 5 hembras de *Phthorimaea operculella* sometidas a bajas - temperaturas en tubérculos cubiertos con suelo por un período de 5 horas. UAAAN, 1988.

Temperatura en Grados C	Fase de Desarrollo	Repeticiones			Promedio Total
		I	II	III	
10	Huevecillo	---	121	502	311.50
	Primer estadio	---	---	---	---
	Segundo estadio	---	363	---	363.00
	Tercer estadio	509	---	---	509.00
	Cuarto estadio	274	511	---	392.50
					<u>394.00</u>
5	Huevecillo	350	448	---	574.00
	Primer estadio	393	398	423	404.66
	Segundo estadio	401	342	839	527.33
	Tercer estadio	576	730	268	524.66
	Cuarto estadio	667	452	587	568.66
					<u>519.86</u>
0	Huevecillo	842	460	198	500.00
	Primer estadio	---	452	---	452.00
	Segundo estadio	---	643	---	643.00
	Tercer estadio	---	522	---	522.00
	Cuarto estadio	417	---	---	417.00
					<u>506.80</u>
-5	Huevecillo	---	614	735	674.50
	Primer estadio	---	191	---	191.00
	Segundo estadio	---	---	623	623.00
	Tercer estadio	---	370	227	298.50
	Cuarto estadio	464	531	427	474.00
					<u>452.20</u>
-10	Huevecillo	---	---	262	262.00
	Primer estadio	156	354	649	386.33
	Segundo estadio	---	---	---	---
	Tercer estadio	---	---	515	515.00
	Cuarto estadio	---	447	---	447.00
					<u>402.58</u>
					455.08