

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE AGRONOMIA

MODELOS DE PREDICCION BASADOS EN UNIDADES CALOR

MONOGRAFIA

POR:

DIOSCORO MARTINEZ USCANGA

QUE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

_____ M.C. MARIANO FLORES DAVILA BIOL. MARTHA
M. GUEVARA MARTINEZ

_____ M.C. ADRIAN CARBAJAL ALVIZAR
ING. MARY CRUZ CARREÑO ARAGON

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

M.C. MARIANO FLORES DAVILA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 1998.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE AGRONOMIA

MODELOS DE PREDICCIÓN BASADOS EN UNIDADES CALOR

MONOGRAFIA

POR:

DIOSCORO MARTINEZ USCANGA

QUE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

_____ M.C. MARIANO FLORES DAVILA BIOL. MARTHA
M. GUEVARA MARTINEZ

_____ M.C. ADRIAN CARBAJAL ALVIZAR
ING. MARY CRUZ CARREÑO ARAGON

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

M.C. MARIANO FLORES DAVILA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 1998.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE AGRONOMIA

MODELOS DE PREDICCIÓN BASADOS EN UNIDADES CALOR

MONOGRAFIA

POR:

DIOSCORO MARTINEZ USCANGA

QUE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

_____ M.C. MARIANO FLORES DAVILA BIOL. MARTHA
M. GUEVARA MARTINEZ

_____ M.C. ADRIAN CARBAJAL ALVIZAR
ING. MARY CRUZ CARREÑO ARAGON

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

M.C. MARIANO FLORES DAVILA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 1998.

El viento y la marea junto al timon, ¡Error! Marcador no definido.

Siempre te guien por los mares

Que nunca antes has recorrido.

Intenta algo que nunca has intentado,

Se siempre paciente y proponte metas en los recorridos

Que aun te faltan en la Vida.

Enfrentate como un gran guerrero

Puedes lograr soportar todo ante todas

Las molestias que se interpongan en tu camino,

Recuerda que rendirse nunca, retroceder jamas,

Que el miedo nunca te atemorice,

Porque es de cobardes.

Podras comprobar que en la vida

Nadie supera a nadie

Y demostraras a cualquiera

De lo que eres capaz.

Al final de cada recorrido

Sentiras una enorme satisfacción

Por lo que has logrado

Y no tendras miedo de pisar tierra firme.

Así pues, sabras que todo se puede

Lograr con Paciencia, Esfuerzo,

Trabajo, Dedicación y Fé

Recuerda que la vida al compartirla

Alegramente, es digna de ser vivida.

AGRADECIMIENTOS

Al M.C. Mariano Flores Dávila, por la valiosa asesoría, y apoyo incondicional para que este trabajo saliera adelante.

A la Biol. Martha M. Guevara Martínez, por su disponibilidad y sugerencias de esta Monografía para que culminara con gran éxito.

A Ing. Mary Cruz Carreño Aragon por el apoyo incondicional y su valiosa participación, para realizar la presente monografía.

Al M.C. Adrian Carvajal Alvizar, por su gran apoyo constante e imprescindible colaboración, para seguir trabajando en la culminación de esta Monografía.

Al M.C. Bertha Lidia Ochoa Barragán, por el apoyo incondicional.

Al personal académico del centro de cómputo por brindarme los elementos necesarios para la culminación del presente trabajo.

A MI ALMA TERRA MATER, por abrirme sus puertas de la excelencia, tanto Académicamente como Espiritualmente.

DEDICATORIAS

A DIOS

Por brindarme la vida,

Por tus palabras Y consejos

que son siempre de aliento.

Por hacerme ver mis debilidades y errores a tiempo.

Por ayudarme a seguir creyendo que Amor y Amistad, no solamente son
conseptos y palabras.

A MIS PADRES

DIOSCORO MARTINEZ UTRERA

ROSA ELVIRA USCANGA USCANGA

Por traerme a este mundo con Amor. con eterno agradecimiento les agradezco el haber inculcado el respeto hacia las personas, la responsabilidad de los compromisos, el Amor a las cosas y al trabajo, el afán de superarse, y brindarme la herencia más grande, la Educación.

A MIS HERMANOS

ROSARIO, GENARO, JUAN JOSE, DIANA ELVIRA, ALICIA.

A quienes les deseo lo mejor y que mi ejemplo pueda servir de aliento, para lograr sus metas. Sin importar privaciones para la culminación de mi sueño.

A MI FAMILIA

Quienes con Amor, me han trasmitido sus consejos y ejemplo que me han llevado el camino de la superación.

A MI AMADA

Ma. de Jesus Valdez por brindarme su infinito Amor, Amistad y comprensión. Te doy las gracias porque me has demostrado que no tengo que buscar lo que tan generosamente siempre me has regalado.....

¡ Una verdadera amistad y Amor!

A MIS AMIGOS

A mis compañeros de la Generación LXXVIII de Parasitología les deseo lo mejor en la vida, y de manera muy especial a todos aquellos amigos que compartimos momentos especiales y difíciles durante la estancia de la carrera como son: Enrique R., Jose Fco. N., Adrian C., Boa, Julio Cesar, Moraima, Claudia, Daniel E., Nacho B., Gonzalo, Espiritu, Basilio, A. Cuadros, Ivon Glez., Juany, Grillo, Gera, Erik y todos aquellos que me apoyaron sin pedir nada a cambio.

La verdadera amistad
es cuando se aprende a vivir,
como una familia.

INTRODUCCION

Es de gran interés conocer con antelación el momento en que se producirán fases del desarrollo de los insectos o niveles poblacionales que exigen el tratamiento químico y oportuno en los cultivos. Con esta finalidad se han creado en numerosos países y entre ellos México las llamadas modelos de predicción o también estaciones de aviso agrícola, con la misión de advertir a los agricultores sobre las plagas, los momentos más adecuados para tratarlas.

La predicción del nivel poblacional que puede alcanzar en el futuro una plaga puede realizarse a corto plazo, ya que son de interés para el agricultor y se basa en una serie de observaciones de niveles poblacionales actuales mediante muestreos, de estudios básicos de biología y de conocimientos de factores que están relacionados con la evolución de la población.

Los factores climáticos ejercen una influencia decisiva en el ciclo biológico de los insectos. En muchos casos los tratamientos con plaguicidas se deben realizar cuando el ciclo de desarrollo se encuentra en una fase determinada en la que es sensible. Por ello es interesante conocer la relación entre el clima (sobre todo la Temperatura) y la biología de las plagas a fin de poder predecir y preparar con antelación la intervención para controlarlas. Además, puede ser de utilidad para estudiar las variaciones de plagas que se producen en diferentes años, para comparar o tratar de explicar las diferencias de daño por plagas en distintas zonas climáticas. Al mismo tiempo podemos conocer con mayor profundidad determinados aspectos de la biología de los insectos como número de generaciones anuales, temperatura umbral de desarrollo, diapausa, etc.

Nos referimos principalmente a la temperatura ya que es el factor más importante en el tiempo de desarrollo y longevidad de los organismos. Se sabe que la energía requerida para completar una determinada fase del desarrollo en un ser vivo es aproximadamente constante e independiente del ritmo en que se aporta esa energía. Esto se basa en que en un proceso bioquímico, la cantidad de calor necesaria es la misma aunque su aporte tenga lugar en uno o en varios pasos.

En los seres vivos parece existir una temperatura umbral inferior y otro superior entre las cuales la temperatura aportada para completarse un proceso se acumula en forma lineal. De esta forma mediante datos de temperatura puede saberse en muchos casos el momento en que se completará una fase de desarrollo del insecto.

OBJETIVO.- El presente trabajo es una recopilación de bibliografía, enfocada a los modelos de predicción basada en las unidades calor en insectos.

REVISION DE LITERATURA.

Los Modelos de Predicción.

Un modelo de predicción de unidades calor puede verse como un reloj de temperatura más que como un calendario, éste se aplica a los insectos por que son poiquilotérmicos o de sangre fría (Corrales y Aguirre, 1983).

Tomando en cuenta que la temperatura está variando continuamente y que estas variaciones son aleatorias y dependen de la estación del año, latitud, etc., se ha ideado el sistema grado-día para lograr establecer relaciones cuantitativas que permitan establecer relaciones fenológicas con mayor precisión que cuando se usa la variable "tiempo cronológico" o días (Rodríguez, 1989).

El efecto de la temperatura sobre el desarrollo de los insectos se ha utilizado como parámetro de pronóstico de poblaciones de plagas. Pero cabe señalar que hay otros factores del medio ambiente que interfieren directa e indirectamente en el desarrollo de los insectos, como la radiación solar, la humedad relativa, la precipitación, el fotoperíodo y el viento. Ni la temperatura acumulada ni el umbral son constantes, pueden variar dependiendo del estado de desarrollo y la dieta. Los requerimientos de unidades calor dejan de ser constantes conforme la temperatura se acerca al óptimo y a los umbrales inferior y superior (Trujillo, 1982).

Además de que algunos organismos poiquilotérmicos pueden regular de alguna forma su propia temperatura corporal, lo que podría afectar el uso del modelo grado-día.

Uso de Modelos de Predicción en Entomología.

Los sistemas de pronósticos encaminados a predecir el momento oportuno de iniciar el control de plagas se basaron inicialmente en la fenología del hospedero. Aunque se debe involucrar el conocimiento de la biología de la plaga. Actualmente la integración de ambos conocimientos nos permite pronosticar las aplicaciones de insecticidas con mayor confiabilidad (Hagstrum W. Y Millinken A., 1985).

Uno de los principales elementos de un sistema de manejo de plagas es la relación tiempo-temperatura de los eventos biológicos. El conocimiento de esta relación es esencial para el desarrollo de modelos y ecuaciones de predicción usados en el diseño de sistemas que señalan el tiempo real de ocurrencia, y proporciona fundamentos para la toma de decisión que produzcan información sobre el manejo de plagas (Rodríguez, 1989).

Los estudios fenológicos son importantes ya que las adaptaciones estacionales son fundamentales en las interacciones de las especies con su ambiente físico y biológico. Estos estudios son muy importantes para implementar programas de manejo de plagas agrícolas, (Obrycki J. J. Y Tauber, 19681).

Desde el punto de vista fenológico es importante conocer el número de grados-días que requiere un cultivo para germinar, florecer, etc., así como su constante térmica, es decir, el total de unidades calor que requiere para completar su ciclo de vida, si se trata de un mejor manejo en las actividades que el cultivo requiere. Lo mismo se aplica para el caso de insectos y nos permite establecer mejor estrategias de control (Rodríguez, 1989).

La población de insectos y de plantas y el desarrollo de modelos que incorporen umbrales y tasas basadas en grados-días, pueden auxiliar como consejeros en el manejo del cultivo y en el control de plagas para predecir eventos biológicos, así como el momento oportuno de control apoyado con trampas de feromonas para reducir los costos (Wilson y Barnett, 1983).

Para fines de pronósticos de una población el cálculo de grado-día requiere de la revisión periódica de los registros de temperatura ambiente, o bien, usar Biofenómetros que grafiquen diariamente los grados-día acumulados sobre la temperatura umbral elegida. El registro de grado-día no substituye al muestreo, estos deben ser manejados sólo como guía y no como única decisión para el empleo de métodos de control (Trujillo, 1982).

Para estructurar modelos matemáticos en base acumulación de unidades calor para predecir eventos biológicos de los insectos, hay que tomar en cuenta tres factores básicos:

- El método y fórmula para el cálculo de unidades calor.
- Los umbrales de temperatura para el desarrollo de la especie.
- La fecha para iniciar el registro de calor acumulado (Sevacherian *et al.*, 1977).

El desarrollo de procesos y necesidades experimentales es a veces difícil y requiere de tiempo, los modelos de predicción necesitan únicamente datos o antecedentes biológicos y registros de temperatura. La aplicación de un modelo de pronóstico de unidades calor necesita de ciertos datos para su aplicación, como el estudio de varios años sobre un evento biológico específico y en un lugar específico y las temperaturas máxima y mínima diarias de un lugar cercano. Lo anterior se hace más efectivo si se tienen disponibles datos de seis

o más años referente al evento para el cual se desea emplear el modelo de predicción (Dennis R., Ring y Harris, 1982).

El Carácter Poiquilotérmico de los Insectos.

La temperatura ambiente ejerce una influencia más directa sobre los animales que no pueden regular metabólicamente su temperatura corporal, por lo cual son llamados animales poiquilotérmicos; tal es el caso de los insectos en donde sus procesos metabólicos y la velocidad de sus reacciones enzimáticas están influenciados directamente por este factor. Como consecuencia de esto, cada especie insectil tiene sus propios requerimientos de temperatura para completar su desarrollo (Trujillo, 1982). Desde un punto de vista práctico, el estudio de estos parámetros es particularmente interesante para los insectos de importancia económica (Obrycki y Tucuch, 1983).

La temperatura afecta el desarrollo de los insectos y de las plantas a través de su influencia sobre la velocidad de los procesos metabólicos, así tenemos que las temperaturas bajas retardan su desarrollo, mientras que las altas lo aceleran (Villalpando, 1984).

En el crecimiento y en las etapas fisiológicas de las plantas intervienen una multitud de reacciones biológicas, todas ellas catalizadas por diferentes enzimas que en su gran mayoría es termolábil, por lo que temperaturas superiores a cierto valor resultan en la desnaturalización y por lo tanto en la pérdida de la actividad de dichas enzimas. Es decir, por una parte, el aumento de la temperatura sobre el umbral mínimo acelera las reacciones bioquímicas de acuerdo a la teoría de Arrhenius al acercarse ésta al umbral máximo; sin embargo, el factor inactivación de enzima va asumiendo una mayor importancia que el complejo activador por lo que el resultado neto es una disminución en la velocidad de la reacción (Rodríguez, 1989).

Las estrategias de termoregulación empleadas por algunos organismos poiquilotérmicos para regular en cierta forma su temperatura corporal puede ser de tipo ectotérmicas, como la orientación hacia los rayos solares, selección de microhabitat,

cambios en el patrón de actividades de las alas, el vuelo, actividad intermitente y movimientos musculares internos (May, 1979).

El Microclima y su Relación con las Plagas.

Las poblaciones no interaccionan con las condiciones climáticas que se describen a gran escala sino con el clima del interior de la vegetación o con el cercano a la superficie del terreno; es bien conocido que existen diferencias grandes entre la temperatura, humedad, intensidad luminosa y velocidad de viento dentro del cultivo y fuera de él, así que para entender correctamente el efecto de las condiciones atmosféricas sobre las poblaciones de insectos, hongos, bacterias y otros organismos, es necesario conocer las condiciones que las afectan directamente; que en su conjunto se denominan Microclima (Wellington, 1957; Boughey, 1973; Collier *et al.* , 1973; Pinter, Hadley y Lindsay, 1975). Microclima es un término relativo que se aplica lo mismo en una parte de un bosque que en las condiciones del interior de una sola hoja (Trujillo, 1982).

La aplicación más directa de la información microclimática es el diseño de métodos culturales que modifiquen las condiciones óptimas de desarrollo, una vez conocidas las tolerancias fisiológicas de la especie; aunque las condiciones ambientales generales no se pueden manipular, si es posible cambiar el Microclima, incluso para algunos casos de insectos la manipulación del Microclima es una realidad (Flitters, 1972; Pinter *et al.* , 1975).

Los parámetros microclimáticos más importantes para interpretar los fenómenos biológicos terrestres son:

- Temperatura (aire, suelo y planta).
- Humedad (presión de vapor en el aire, contenido de agua en el suelo, rocío y película de agua en el Follaje).
- Ventilación y radiación.

Todo debe ser medido a varios niveles del aire, encima y dentro del follaje; en el suelo, en y más allá de la zona de crecimiento radicular (Long, 1967).

Asumiendo que los instrumentos de micrometeorología son poco familiares para los profesionales del control de plagas, a continuación se mencionan los que pueden ser más útiles para generar información necesaria para hacer tecnología de control de plagas agrícolas.

Para medir la temperatura del aire, de la superficie del suelo y de las plantas se usan termopares de cobre, la del suelo se mide con termistores;

* La humedad absoluta y los gradientes de presión de vapor se miden con psicrómetros de bulbo seco y húmedo.

* La humedad relativa se mide con termopares psicrómetros de cobre y con termistores psicrómetros.

* El punto de rocío se mide haciendo combinaciones de bulbos secos y húmedo y la evaporación en la superficie del suelo se mide con lisímetros.

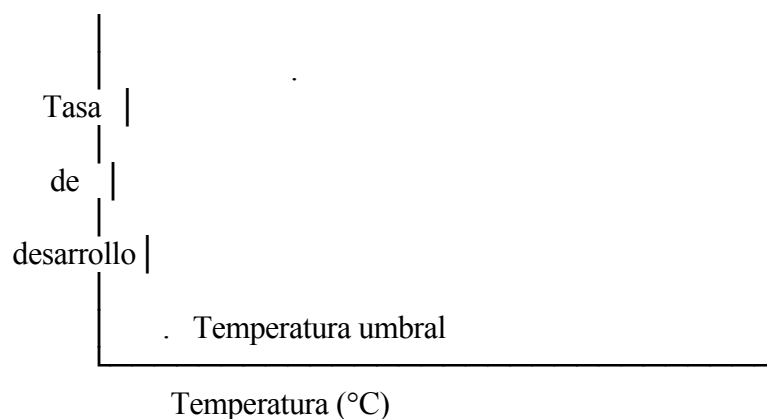
* Para medir el flujo de aire se emplean anemómetros sensibles de copa (para registros encima del follaje) y anemómetros de bulbo caliente (para mediciones cerca del suelo y dentro del follaje).

* La radiación solar se mide con el piranómetro y con el radiómetro. Long (1967) describe la mayoría de los instrumentos mencionados.

Métodos de Investigación Meteorológica para Manejo de Plagas.

Wang (1960), menciona que el conocimiento de las condiciones atmosféricas claves para cada estado de desarrollo de cada especie, requiere de estudios de campo y laboratorio. Para conocer los umbrales mínimo y máximo de temperatura, luz y humedad relativa controladas, se modifican en rangos cortos. Para conocer el umbral inferior se

emplea el método de intersección en X que consiste en hacer una acción de regresión lineal de la temperatura y la tasa de desarrollo; la temperatura umbral es el punto en que la recta trazada (fig 1) intercepta al eje x. Para corroborar el cálculo del umbral inferior y conocer el superior, se hacen pruebas de ensayo y error hasta encontrar la Temperatura en la que se define el desarrollo.



La determinación de los grados-días que requiere cada especie para completar su desarrollo, se hace también en el laboratorio, con fines de pronóstico en el campo, esa determinación sirve como referencia para conocer los grados-días que requiere acumular una población (a partir de una fecha elegida convencionalmente) para alcanzar niveles de daño económico. Los pronósticos basados en el tiempo fisiológico de las especies serán más exactos cuando estén integrados a modelos que consideren también a los otros factores importantes (por ejemplo enemigos naturales) que determinan las dinámicas poblacionales de cada especie.

Usando Grado - Días.

Frank Z (1983), menciona que cada uno de los patógenos requiere de un número definido de grado-días para completar su desarrollo, nosotros estamos interesado en saber los grado-días acumulado desde una fecha establecida. La fecha para comenzar a acumular los grado-días, es conocida como Biofix, lo que varía con las especies. Los puntos Biofix son comúnmente en base a los sucesos biológicos específicos; tales como datos de plantación, primeras trampas con insectos, y primera ocurrencia de una plaga.

La tabla 1 enumera tales modelos de grado-día que han sido desarrollados en varios organismos. Algunos de éstos modelos varían siempre, proveen información sobre la oportunidad de tales sucesos como la emergencia fuera de invierno y la población subsiguiente que construye posterior. En estos modelos los ciclos de vida de los organismos se miden en el tiempo fisiológico, distan del tiempo de calendario. Por lo tanto, el tiempo entre dos puntos cualquiera de desarrollo de organismos puede discutirse desde el punto de vista de grado-días.

Tabla 1. Desarrollo de Umbrales (°F) y Generación Fisiológica para plagas Seleccionadas.

ORGANISMO	UMBRALES DE DESARROLLO		GRADO-DIAS POR GENERACION	DATOS FUENTE
	Mínima	Máxima		
Escama roja de California	53°F	95°F	1,030	
Polilla Plagas Agric.	52°F	94°F	1,085	1978. Pear UC Div. Sci. Publ. 4086.
Gusano bellotero del algodón.	57°F	94°F	968	1982. IMP llega para, UC Div. de Agric. (1-2):4-7
Nematodo agallador del algodón.	50°F	---*	500	
Gorgojo egipcio de la alfalfa	45°	---*	800	1981. IPM de Div. de Agric. Publ. 4104
Chinche <i>Lygus</i>	52	---*	1,000	1977. Canadian Entomologist 86 109:1375-oriental
Gorgojo del fruto	45°	90°F	963	1982. California Agric. 36(1):11-12
Barrenador de la rama del Durazno	50°	88°F	1,060	1982. UC Div. Agric. Sci.hoja 21302
Escama de San José	51°	90°F	1,050	1982. UC. Div. de Agric. Sci. pag.21312
Afido del Nogal	41.4°	---*	512	

*Umbrales de desarrollo más altos no han sido definidos para estas plagas.

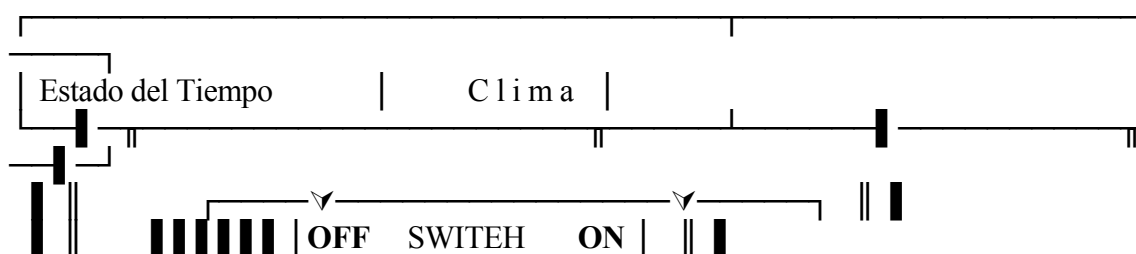
Usando grado-días para predecir el desarrollo de organismos hace lo posible para minimizar conflictos probables entre las operaciones culturales y el control de plagas, tal como riego y la aplicación de un pesticida.

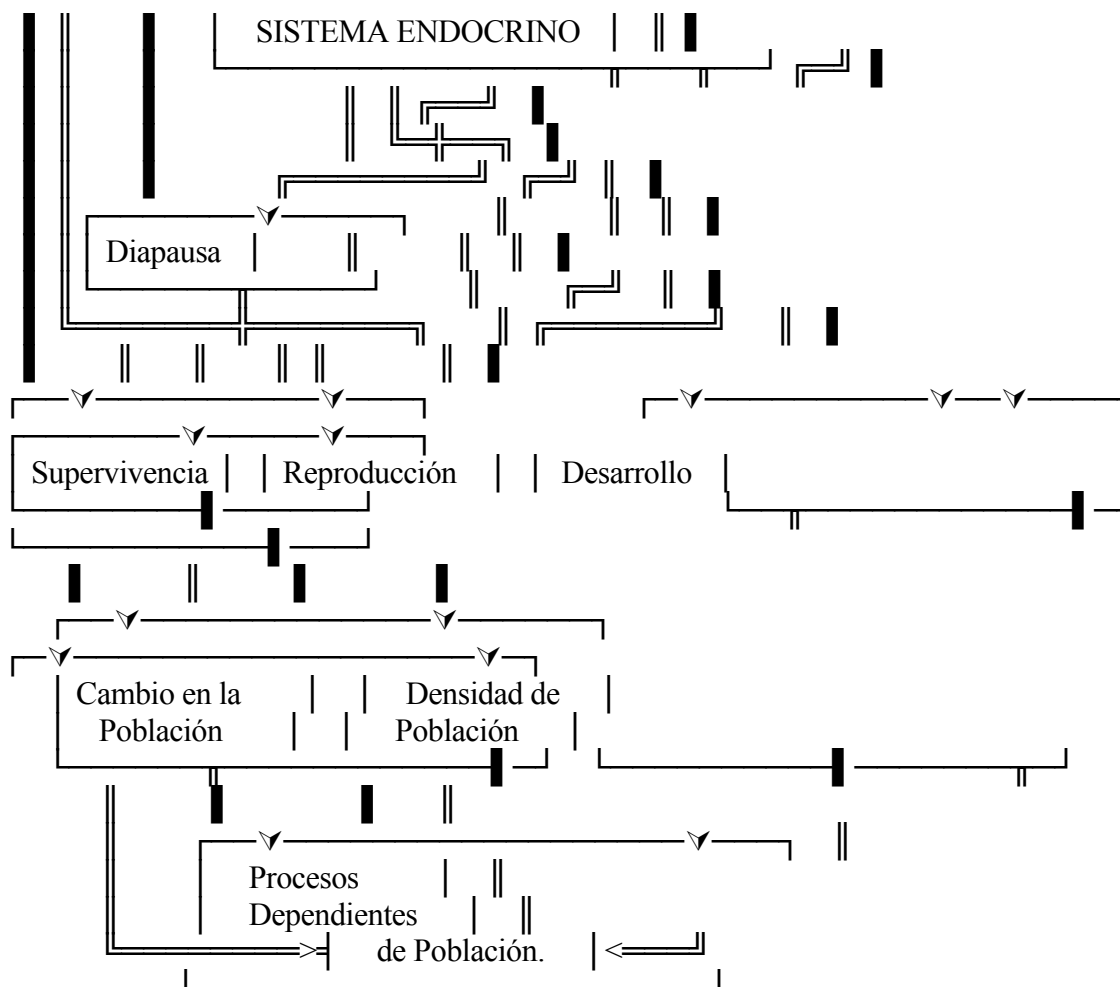
Por ejemplo, trampas con feromonas podrían indicar un aumento en el número de adultos de unas especies de plaga. El acumulado grado-días indicarían sí estos fueron real o el pico falso. Para un pico falso, el tratamiento podría demorarse hasta que el principio real de la próxima generación de plaga, evite innecesarias aplicaciones de pesticida. Los grado-días pueden también usarse para determinarse cuando se hagan los muestreos extensivos, limitando tales actividades a veces cuando las plagas están presentes.

Monitoreo e Inspección.

El monitoreo ambiental es un componente básico del manejo integrado de plagas (MIP), en virtud de que los insectos y sus hospederos son organismos cuya biología y fenología está estrechamente ligada al medio ambiente que los rodea. La importancia de la información climática, pasada y actual, radica en que por medio de ésta es posible predecir la dinámica de población de plagas y enfermedades que ocurren en el agroecosistema. Los factores climáticos y el estado del tiempo que han sido identificados como elementos claves en la distribución y abundancia de las especies insectiles son la temperatura, precipitación, humedad, luz, viento, (velocidad y dirección) y la presión barométrica. Por ejemplo para implementar un combate eficiente de *C. pomonella* a través de la implementación de aplicaciones, es necesario estimar la selectividad, densidad y dinámica de la población plaga (García, 1986).

Fig. 2. Representación Diagramática de los principales efectos del Estado del Tiempo y el Clima sobre una Población de Insectos (Varley *et al.* 1973).





Los Grado-días proveen una herramienta valiosa para el manejo de plagas. Predecir las acciones de manejo de plagas, y controlando la actividad de las plagas son los ejemplos importantes de sus usos. Como los datos de plaga son más frecuentemente conjuntados con los datos del grado-día, nuestra capacidad a cuantificar la biología de la plaga y su relación para cosechar rendimiento mejorará mucho (Wang, 1960).

Cuantificación de Temperatura en Procesos Biológicos.

Desde 1730 se ha empleado, la acumulación de calor, expresada actualmente como "grado-días" ($^{\circ}\text{D}$), para describir el efecto de la temperatura en procesos biológicos (Wang, 1960). La unidad "grado-días" asume que existe una relación lineal entre desarrollo y temperatura aunque en la mayoría de los casos insectiles no suceda así, sin embargo, es una

aproximación útil para fines prácticos (Bernhardt y Shepard, 1978). Esta unidad de medida presenta la ventaja de permitir generalizaciones que el tiempo cronológico no permite, para elaborar modelos de procesos biológicos. El "grado-día" es una estimación numérica del desarrollo de los organismos basada en la relación de la temperatura ambiental y las temperaturas umbrales inferior y superior; las temperaturas umbrales están definidas como los límites en que la tasa de desarrollo es cero (Allen, 1976).

Taylor (1982), reporta que por cada día que el promedio de temperatura del aire está encima de la temperatura umbral inferior un grado, se ha acumulado un "grado-día". A continuación se describe y se ejemplifica el cálculo de "grado-días": consideremos una especie para que la temperatura umbral inferior sea 10°C y la temperatura umbral superior 28°C. Las temperaturas mínimas y máximas del día son 9 y 23°C, entonces:

$$D^{\circ} = \frac{A + B}{2} - C, \quad \text{donde:}$$

$$D^{\circ} = \text{grado-días,}$$

A = Temperatura máxima del aire durante el día (rango de 10-28°C), todas las temperaturas $\geq 28^{\circ}\text{C} = 28^{\circ}\text{C}$.

B = Temperatura mínima del aire durante el día (rango de 10-28°C), todas las temperaturas $\leq 10^{\circ}\text{C} = 10^{\circ}\text{C}$.

C = Temperatura umbral inferior (10°C).

$$D^{\circ} = \frac{23 + 10}{2} - 10$$

$$D^{\circ} = 6.5.$$

Para fines de pronóstico de una población, el cálculo de "grado-día" requiere de la revisión periódica de los registros de temperatura ambiental. De otra forma, existen en el

mercado termómetros portátiles (Biofenómetros) que gráficas diariamente los "grado-día" acumulados sobre las temperaturas umbrales elegidas por el operador, que hacen más expedita la obtención de la información.

Convencionalmente la acumulación de "grado-día" se contabiliza a partir del primero de Enero de cada año, sí se espera que una población puede alcanzar niveles de población que signifiquen riesgo económico al acumular 2,500 D°; al haberse acumulado aproximadamente 2,000 se deben intensificar los muestreos de campo para evaluar la densidad de la plaga y la de sus enemigos naturales.

El registro de "grado-día" no sustituye el muestreo; estos deben ser manejados sólo como guía y no como norma única de decisión para el empleo de métodos de control. La unidad de acumulación de calor que se ha descrito ha sido ampliamente aceptada porque funciona para fines prácticos, sin embargo, es conveniente mencionar algunas limitaciones que presenta.

Wang (1960), especifica que se puede encontrar una buena crítica al método. A continuación se mencionan las limitaciones más importantes:

- Ni la temperatura acumulada ni la temperatura umbral son valores constantes, los valores umbrales cambian en cada estado de desarrollo y con la dieta (Bernhardt *et al.*, 1978); los requerimientos de unidades de calor dejan de ser constantes conforme la temperatura se acerca al óptimo y a los umbrales inferior y superior.

- El sistema de unidades de calor no toma en cuenta otros factores físicos que afectan el desarrollo de las poblaciones como:

- Radiación solar.
- Fotoperíodo.
- Viento.
- Humedad Relativa. y;
- Precipitación (Wang, 1960).

Los Métodos de Cálculo:

Frank (1983), reporta que existen varias técnicas que están disponibles para calcular grado-días mediante el uso de temperatura máxima y mínima diaria. Desde el más simple al más complejo, estos son:

- 1) promediando.
- 2) simple triangulación.
- 3) doble triangulación.
- 4) Simple seno.
- 5) doble seno.

Todo estos se considera métodos "lineales", porque el valor de desarrollo se presume para ser una línea derecha directamente relacionado a la temperatura. Hay métodos no lineales también, pero ellos son los cálculos más complicados la mayoría adecuadamente usados en la investigación.

Promediando:

Es el método más simple usado para estimar el número de grado-días por un día promedio:

$$\frac{\text{Temp. Máx.} + \text{Temp. Mín.}}{2} \quad (-) \text{ umbral inferior.}$$

Este método ignora el umbral superior. La acumulación estimada de grado-días para un período de 3-día. El área de grado-día representado por "b", que es subestimada por este método, es equilibrada por la sobreestación de "a". La temperatura mínima más adelante al umbral inferior o inusualmente la temperatura máxima alta resultará en error.

Muchas calculadoras o cómputos pueden ser fácilmente programadas para que el cálculo promedio pueda hacer simplemente por entrar en la temperatura alta y baja por el día y el umbral inferior de desarrollo para el organismo.

Triangulación:

El método de triangulación simple usa días de temperatura máximas y mínima en un período de veinticuatro horas: el grado-días son estimados entonces para calcular el área entre los dos umbrales que es adjuntados por el triángulo. Usar cálculo a 12-h o mitad-día (Sevacherian, et al., 1977).

$$\circ D = \frac{6(T_{\max} + T_{\min} - 2T_L)}{12}$$

$$\circ D = \frac{6(T_{\max} - T_L)^2}{T_{\max} - T_{\min}} \div 12$$

$$\circ D = \frac{6(T_{\max} + T_{\min} - 2T_L)}{12} - \left[\frac{6(T_{\max} - T_U)^2}{T_{\max} - T_{\min}} \div 12 \right]$$

$$D = \left[\frac{6(T_{\max} + T_L)^2}{T_{\max} - T_{\min}} - \frac{6(T_{\max} - T_U)^2}{T_{\max} - T_{\min}} \right] \div 12$$

El método de triangulación doble saca líneas directas entre la temperatura máxima y mínimo lo que calcula el área entre umbrales que cae dentro de el triángulo resultante. Sobre a 24-h período, el área sobreestimada "a" será equilibrada por el área subestimada "b". Estos métodos dan estimación buena de unidades calor, y sus ecuaciones son fáciles de usar así como también adaptable a microprocesadores y calculadores programables (Sevacherian, et al., 1977).

$$D = \frac{6(T_{\max} + T_{\min} - 2T_L)}{24}$$

$$D = \frac{6(T_{\max} - T_L)^2}{T_{\max} - T_{\min}} \div 24$$

$$D = \frac{6(T_{\max} + T_{\min} - 2T_L)}{24} - \left[\frac{6(T_{\max} - T_L)^2}{T_{\max} - T_{\min}} \div 24 \right]$$

$$\circ D = \left[\frac{6(T_{\max} + T_L)^2}{T_{\max} - T_{\min}} - \frac{6(T_{\max} - T_U)^2}{T_{\max} - T_{\min}} \right] \div 24$$

Seno:

El método de curva simple seno (Baskerville, 1968). Esta técnica usa unos días temperatura máxima y mínima para producir un seno sobre 24-h período, y entonces estima grado-días para ese día por calcular el área arriba del umbral y más adelante la curva. Nuevamente, las áreas "a" equilibran las áreas "b", resultando buena estimación en grado-día: El UC Manejo Integrado de Plaga (UC/IPM) usos de red de computadora para calcular este método grado-días. Es aun más complicado el método, pero puede adaptarse para entregar cálculos o microprocesadores.

$$\circ D = \frac{T_{\max} + T_{\min} - T_L}{2}$$

$$\circ D = \frac{1}{\pi} \left[\left(\frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} - T_L \right) \left(\frac{\pi}{2} - \theta_1 \right) + \alpha \cos(\theta_1) \right]$$

$$\theta_1 = \sin^{-1} \left[\left(T_U - \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} \right) \div \alpha \right]$$

$${}^{\circ}D = \frac{1}{\pi} \left\{ \left(T_{\max} + \frac{T_{\min}}{2} - T_L \right) \left(\theta_2 + \frac{\pi}{2} \right) + (T_U - T_L) \left(\frac{\pi}{2} \right) - [\alpha \cos(\theta_2)] \right\}$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left[\left(T_U - \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} \right) \div \alpha \right]$$

$${}^{\circ}D = \frac{1}{\pi} \left\{ \left(\frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} - T_L \right) (\theta_2 - \theta_1) + \alpha [\cos(\theta_1) - \cos(\theta_2)] + (T_U - T_L) \left(\frac{\pi}{2} - \theta_2 \right) \right\}$$

$$\theta_2 = \frac{\pi}{2} \sin^{-1} \left[\left(T_U - \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} \right) \div \alpha \right]$$

El método doble seno (Allen, 1976). La diferencia única entre éste y el método simple seno es que éste adapta la curva de seno mediante la temperatura mínima del día y la temperatura máxima del día. Los entonces ajustes separan curvas de seno mediante el período máximo de temperatura del día y la temperatura mínima del próximo día. El método seno doble más realísticamente sigue el ciclo diario de temperatura. Su cálculo, sin embargo, es más complejo, y requeriría probablemente el uso de un microprocesador.

$${}^{\circ}D = \frac{1}{2} \left(\frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} - T_L \right)$$

$$\circ D = \frac{l}{2\pi} \left[\left(\frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} - T_L \right) \left(\frac{\pi}{2} - \theta_1 \right) + \alpha \cos(\theta_1) \right]$$

$$\theta_1 = \sin^{-1} \left[\left(T_U - \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} \right) \div \alpha \right]$$

$$\circ D = \frac{l}{2\pi} \left\{ \left(T_{\max} + \frac{T_{\min}}{2} - T_L \right) \left(\theta_2 + \frac{\pi}{2} \right) + (T_U - T_L) \left(\frac{\pi}{2} \right) - [\alpha \cos(\theta_2)] \right\}$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left[\left(T_U - \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} \right) \div \alpha \right]$$

$$\circ D = \frac{l}{2\pi} \left\{ \left(\frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} - T_L \right) (\theta_2 - \theta_1) + \alpha [\cos(\theta_1) - \cos(\theta_2)] + (T_U - T_L) \left(\frac{\pi}{2} - \theta_2 \right) \right\}$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left[\left(T_U - \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} \right) \div \alpha \right]$$

Tablas Precalculadas:

Las tablas precalculadas usando cualquier método grado-día puede construirse donde la depresión por el día se carbonizan a través de la máxima y mínima. Tablas presentes en unidades calor, los Manuales de Manejo Integrado de Plaga o generaron desde el UC / IPM la computadora usa el método simple seno. Encontrando el grado-días acumulados por un día, el usuario ubica la temperatura apropiada máxima y mínima y sigue la columna y fila hasta las dos intersecciones (Sevacherian, et al., 1977).

Tabla 2. Estas tablas deben de usarse para diferentes especies en umbrales diferentes.

Máxima Temp.	Mínima temperatura (°F)						
¡Error!	34	36	38	40	42	44	46

Marcador no definido.32							
21	21	21	22	22	23	23	24
20	21	21	22	22	23	23	24
20	21	21	21	22	22	23	23
20	20	21	21	22	22	22	23
20	20	20	21	21	22	22	23
19	20	20	20	21	21	22	22
19	19	20	20	21	21	22	22
19	19	19	20	20	21	21	22
18	19	19	19	20	20	21	21
18	18	19	19	19	20	20	21
17	18	18	19	19	19	20	21
17	17	18	18	19	19	20	20
16	17	17	18	18	18	<u>19</u>	20
16	16	17	17	17	18	18	19

Utilizando las tablas de temperatura máximas y mínimas se hizo coincidir la columna de la temperatura máxima del día anterior con la temperatura del día actual obteniéndose un valor en Unidades calor. El procedimiento anterior será el mismo para cada día. La suma de valores obtenidos al hacer coincidir la máxima del día anterior con la mínima de este día, da las unidades calor del día actual; así, hasta completar las unidades calor requeridas para pronosticar la emergencia de los huevecillos, larvas, pupas, y adultos y saber el día en donde se pueda controlar con un producto Cultural, Biológico y Químico (García, 1985).

Los Ciclos de Temperatura.

Smith and Wilson 1975. Seis posibles relaciones pueden existir entre el ciclo diario de temperatura y umbrales de desarrollo inferior y superior. El ciclo de temperatura puede ser:

- 1) completamente arriba ambos umbrales.
- 2) completamente más adelante ambos umbrales.
- 3) enteramente entre ambos umbrales.
- 4) interceptados por el umbral inferior.
- 5) interceptado por el umbral superior.
- 6) interceptados por ambos umbrales.

Cuando los acercamientos de grado-día se calculan, las ecuaciones diferentes requiere que grafiquen grados-días para cada caso. Las relaciones entre la temperatura máximo y mínima, y los umbrales de desarrollo se usan para seleccionar la ecuación apropiada. Los datos de prueba para la validación de computadora de cada de estas ecuaciones se ponen de manifiesto en la Tabla 3.

Tabla 3. Datos de temperatura y valores de grados-días.

¡Error! Marcador no definido.Caso	Min. Temp	Max. Temp	Min. Temp	<u>TRIANGULACION</u>		<u>SENO</u>	
				Simple	Doble	Simple	Doble
1	96	110	91	35	35	35	35

1	91	105	96	35	35	35	35
2	45	54	38	0	0	0	0
2	38	50	45	0	0	0	0
3	60	80	75	15.0	18.75	15.00	18.75
3	75	88	60	26.5	22.75	26.50	22.75
4	50	82	45	11.39	10.62	11.85	11.31
4	45	70	50	4.5	5.06	5.31	5.70
5	60	100	75	23.75	24.88	22.82	26.26
5	75	95	60	29.38	25.76	28.91	25.30
6	50	101	48	19.56	19.19	18.95	18.69
6	48	95	50	16.76	17.13	16.90	17.23

El grado-día se puede también calcular usando temperatura diarias para determinar el número de grados que caen entre el máximo y mínimos umbrales de desarrollo por cada hora, sumando los valores por un día, y dividiendo el total por 24. El método diario más realísticamente aproxima la cantidad real de calor acumulado durante un día que es posible usando la temperatura máximo y mínima diario. La utilización de temperatura diaria requiere que temperatura más sofisticadas que graben dispositivos y más tiempo para copiar los datos desde estos instrumentos.

Al tener disponible Biofenómetros comerciales automáticamente integran la temperatura a lo largo del día para diferentes umbrales de desarrollo y que provee un acercamiento de grados-días. La utilidad de estos instrumentos generalmente se limita, aunque, siendo que ellos no proveen un registro de temperatura o valores diario de grado-día. Los tales registros podrán probar inapreciable e históricamente, podrían usarse para verificar la exactitud de los sucesos de tiempo registrados por el instrumento.

Los individuos que utilizan grados-días con base en los valores diarios deberían ser conscientes que la mayoría de la información de desarrollo disponible para organismos diferentes se ha generada usando unas aproximaciones del máximo/mínimo diario, y lo

incorpora a la predisposición de que método usar. En algunos valores diarios de casos pueden ser demasiado precisos para nuestro conocimiento actual de un desarrollo de organismos.

Cálculos Comparativos de grados-días.

Los cinco métodos lineales y el método diarios se compararon usando unos datos estándar colocados para cada de las seis combinaciones posibles de temperatura mínimo y máxima (Tabla 4).

Los umbrales eran 55°F y 90°F, y los grados-días se calcularon para un el período de 14-día. Cinco de los métodos acumuló grados-días más o menos idénticamente.

Tabla 4. Comparación de Métodos para calcular grado-días. Uso de desarrollo de Umbrales en este ejemplo para 55°F (mínimo) y 90°F (máximo).

¡Error! Marca dor no defini do.Cas o	Horas	Promedio	TRIANGULACION		S E N O	
			Simple	Doble	Simple	Doble
1	490	637	490	490	490	490
2	0	0	0	0	0	0
3	190	201	202	202	202	202
4	58	20	65	54	64	53
5	317	313	312	312	306	312
6	83	84	85	85	86	86

En general, los cinco métodos estaban dentro de 2 % de uno a otro. Este nivel de error es aceptable, cayendo dentro de los límites de error de la mayoría grabados en

termógrafos. En situaciones donde la temperatura diaria caen entre umbrales de desarrollo, cualquier de los métodos de grado-día el cálculo sería adecuado.

Predicción Del Barrenador del Ruezno *Cydia caryana* Fitch (Lepidoptera: Tortricidae) en Nogal.

El gusano barrenador del ruezno del nogal, *Cydia caryana* Fitch, es una plaga clave para este frutal que afecta directamente al fruto. Este problema ha estado adquiriendo gran importancia en EE.UU., como en México, principalmente en la parte Norte del país y en especial al Estado de Coahuila (Flores 1981, *et al.*, 1989).

Biología y Hábitos.

El insecto tiene 4 estados de desarrollo, siendo el estado larval el más destructivo. Esta fase pasa por 6 o 7 instares que duran aproximadamente en 33 días durante los cuales se alimentan antes de pupas, cuando las nueces están tiernas la penetran y se desarrolla dentro de ellas, cuando la cáscara a endurecido la larva se desarrolla en el ruezno haciendo galerías en él. Cuando ha llegado el momento de pupa, la larva hace un corte redondo en la epidermis del ruezno por donde sale el adulto y prepara el cocon de seda; una característica de la plaga es que el residuo pupal queda proyectado hacia afuera del ruezno. El período pupal es de 4 a 11 días, la pupa es más pequeña que el adulto, de color café amarillento y tornando rojiza, conforme madura (Payne *et. al.*, 1979; flores, 1981).

Flores (1989) determina un umbral de desarrollo de 12 °C (UTI), que el ciclo de vida del gusano barrenador del ruezno en unidades calor promedio y es el siguiente:

Preoviposición 5.9 U.C.

Incubación 66.2 U.C.

Larva-pupa 545.3 U.C.

Adulto-adulto 612.3 U.C.

Control Cultural.

Rodríguez (1989), menciona que la implementación eficaz de un programa de Manejo Integrado de Plagas (MIP), requiere del conocimiento de los siguientes aspectos:

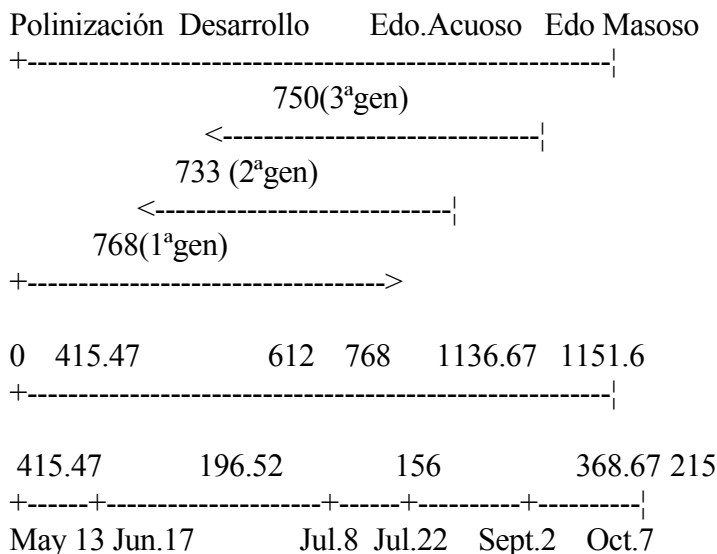
- 1) Fenología del cultivo.
- 2) Fenología de las plagas.
- 3) Fenología de los insectos benéficos.
- 4) Métodos efectivos del monitoreo.
- 5) Modo de acción de los plaguicidas permitidos.
- 6) Niveles de resistencia alcanzado por los insectos.
- 7) Impacto de las aplicaciones de los insecticidas
contra los insectos benéficos.
- 8) Implementación de medidas de control legal.

Flores (1989), menciona que los datos de temperatura fueron transformados a Unidad calor diaria, empleando tablas precalculadas para medios días con un umbral de desarrollo de 12°C; posteriormente en las gráficas de fluctuaciones se contabilizaron las unidades calor entre los puntos que pudieran tener relación, obteniendo así un segundo tipo de gráfica que relaciona la fluctuación poblacional en las distintas etapas fenológicas del cultivo de las unidades calor requeridas.

Saltillo: La primera generación con el pico poblacional registrado el día 13 de Mayo y finaliza con un pequeño pico de adultos el 22 de Julio y una acumulación de 768

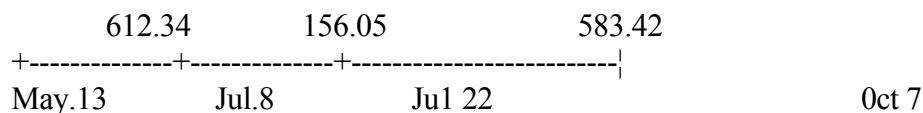
UC, la segunda generación inicia en un punto no muy establecido el día 17 de Junio y finaliza con un pico poblacional registrado el 2 de Septiembre y una acumulación de 733 UC, la tercera generación inicia en otro punto no bien establecido el día 8 de Julio y termina el día 7 de Octubre con un pico poblacional bien marcado y una acumulación de 750 UC.

Entre los picos poblacionales de adultos se presentan 415, 196, 156, 368 y 215 UC, respectivamente. En la primera generación (13 de Mayo) se presentan 415, 612, 768, 1136 y 1315 UC para el inicio de la segunda generación, inicio de la tercera generación, finales de la primera, finales de la segunda y finales de la tercera generación, respectivamente.



Arteaga: La primera generación inicia con un pequeño pico de adultos el día 13 de Mayo y finaliza probablemente en un punto no bien definido el día 22 de Julio con una acumulación de 768 UC. La segunda generación inicia con otro punto no bien definido el día 7 de Junio y finaliza con un pico poblacional bien marcado registrado el día 2 de Sept. con una acumulación de 721 UC.

Entre los picos poblacionales de adultos se presentan 415, 352, y 368 UC, respectivamente. En forma acumulada a partir del inicio de la primera generación. Se



Discusión:

En forma general podemos observar que la incidencia de las generaciones de *C. caryana* presentan un patrón bien definido, la primera generación puede iniciar con alta o baja densidad poblacional pero terminara siempre con una baja población de individuos, la segunda generación inicia normalmente con baja densidad poblacional pero finaliza con un incremento expresado en un Pico Poblacional bien marcado.

Las unidades calor comprendidas entre el 98 % de la brotación de los árboles Wester y Wichita (10 de Marzo), y el primer pico poblacional bien definido de Saltillo y Arteaga equivale a 348.5 UC (7 de Marzo) para ambas localidades. En promedio se puede estimar que se requieren 750 UC (con rangos de 716 a 771 UC) para una generación de adultos a adultos, en todas las localidades se presentan dos generaciones con excepción de General Cepeda en donde puede llegar a completarse hasta tres generaciones por ciclo, la primera se inicia normalmente durante la polinización y amarre de la nuez y la segunda durante el desarrollo de la misma.

Es conveniente que para lograr detectar con mayor precisión los máximos picos poblacionales de adultos y disminuir el error, se realicen los registros de capturas al menos dos veces por semana durante las épocas en que se detectaron ocurre la máxima emergencia de adultos.

Así mismas, las trampas con feromonas sexuales deberán estar instaladas antes de que se acumulen 348 UC después del 98 % de la brotación general en los árboles Wester y Wichita, para detectar con certeza cuando se presenta cada uno de los períodos de máxima incidencia de adultos.

Para calcular las unidades calor de un evento a otro es más recomendable utilizar las temperaturas diarias registradas en las huertas de trabajo y no obtenerlas de las estaciones meteorológicas cercanas, para esto es necesario instalar en las propias huertas

termómetros de máximas y mínimas y registrar diariamente las temperaturas. Sobre la base de la información anterior se propone el siguiente modelo para la predicción de adultos de *C. caryana*. Iniciando la acumulación de calor a partir del 98% de la brotación de los cultivares Wester y Wichita, se presenta el primer evento con un pico poblacional a las 348 UC (inicio de la primera generación), el segundo evento se presenta a las 660 UC promedio (inicio de la segunda generación) con baja población de individuos, y el último evento se presenta a las 1411 UC promedio con un pico poblacional bien marcado (finales de la segunda generación).

Se detectaron tres épocas críticas para el control del barrenador del ruezno durante todo el ciclo del nogal, las cuales están ubicadas a las 348 UC (polinización), 660 UC (desarrollo) y 1411 UC (estado masoso) acumuladas a partir del 98 % de la brotación de las Variedades Wester y Wichita, la mayoría de estos puntos supera el umbral de tres palomillas por trampa por día (21 palomillas en una semana) empleado habitualmente para el control de esta plaga. Cabe señalar que dependiendo de la carga de los árboles la aplicación a las 348 UC puede optar por no controlar y dejar a la plaga para que realice un aclareo que es prácticamente el daño que causa en esa fase y así sólo se darían dos aplicaciones, pero sí de lo contrario la carga de los árboles es baja (año de alternativa) resulta indispensable dirigir el control en ese período (Flores, 1989).

Conclusiones.

Todas las generaciones se presentan en forma traslapada, por lo que es posible se originen de la población invernante. A partir del 98 % de la brotación de las variedades Wester y Wichita, se requieren 348 UC para la aparición del primer pico poblacional de adultos y 750 UC promedio para completar una generación. Para lograr establecer un control adecuado del barrenador del ruezno se detectaron tres épocas críticas de aplicación dirigidas hacia los adultos: la primera a las 348 UC (polinización), la segunda a las 660 UC (desarrollo de la nuez) y la última a las 1411 UC (estado masoso) (Flores, 1989).

Predicción en Chinche *Lygus* en el Complejo Girasol-Algodón².

Sevacherian (1977), reporta las chinches *Lygus*, *Lygus hesperus* Knight y *Lygus elisus* Van Duzee; son las plagas más importantes del algodón en el Valle de San Joaquín, California. Un método simple de la acumulación de calor describen que utilizan la temperatura máxima diaria y mínima diaria. El procedimiento se usa para predecir cuando el 50-70% de la población de insecto en el Girasol es la 3a-5a etapa. Esta etapa crítica se alcanza sobre la acumulada de calor los 16,000 grado-días, a principios del 1 de Abril y usando 52°F (11.1°C) como un umbral de desarrollo

Metodología.

Muchos métodos para computar tales unidades de calor se han propuesto por Lindsey y Newman 1956, Arnold 1960, Baskerville y Emin 1969, Abrami 1972, Allen 1976; y algunos se han utilizado en los estudios de poblaciones de insectos (Chapman 1972, Gilbert y Gutiérrez 1973, Ives 1973, Millas *et al.* 1974, Adoptivas y Taylor 1975, Tummala *et al.* 1975. AliNiazee 1976, Riedl *et al.* 1976).

Tres factores de importancia en el cálculo y la acumulación de unidades calor son:

- El umbral apropiado de temperatura para el desarrollo del estudio del organismo revela los períodos en el ciclo de vida; y
- Métodos de calculo para las unidades de calor.

El umbral de temperatura para el desarrollo de *Lygus* se definió como 52°F (11.1°C). Este nivel se determinó por varias síntesis de estudios (Champlain y Butler 1967, Strong *et al.* 1970, Butler y Wardecker 1971).

Mueller y Stern (1973), el 1 de Abril donde aparece el primer *Lygus* en Girasol. Los métodos de conclusión de calor que requieren, tales valores son la temperatura máximo y mínima diarias.

Lindsey y Newman (1956), idearon un método simple que utiliza un procedimiento de elemento en triangulación. La simplicidad de su método hace lo fácilmente útil en

situaciones. Una desventaja del segundo método de Lindsey-Newman es la suposición al mínimo diario es igual al de promediando.

Allen (1976), introdujo un método para modificar la curva del seno para rendir cuentas de tan rápida llegada. Sin embargo, los cálculos son todavía demasiado engorrosos para la persona sin una computadora para utilizar tales datos en el campo. Con esta perspectiva al modificar el método más simple que ajusta la diferencia posible en la temperatura mínimo y máximo diaria. Hay 3 situaciones posibles que pueden provenir en dar en la un desarrollo del Umbral de la temperatura (T), y presume un período de línea adyacente de base de 12-horas entre cualquier temperatura máximo (MAX) y mínimo (MIN).

Los 3 casos son:

I.- Ambos MAX menos de T Grado-días = 0

II.- MAX Mayor y MIN menos de T Grado-días = área de triángulo BCD

El simple triángulo BCD está parecido al triángulo ACE

$$\frac{BD}{AE} = \frac{CD}{CE}$$

$$= \frac{6(MAX - T)^2}{MAX - MIN}$$

ASÍ

$$BD = \frac{AE \times CD}{CE} = \frac{12(MAX - T)}{MAX - MIN}$$

Entonces:

$$GRADO - DIA = 1 / 2 \left(\frac{12(MAX - T)}{MAX - MIN} \right) (MAX - T) = \frac{6(MAX - T)^2}{MAX - MIN}$$

III.- Ambos MAX y MIN mayores que T Grado-días = área de

ABCD

$$= \frac{AD(AB + CD)}{2} = \frac{12((MAX - T) + (MIN - T))}{2} = 6(MAX + MIN - 2T)$$

Bajo las circunstancias donde dos umbrales están desarrolladamente presentes (superiores e inferiores) y para que los grado-días se requieran que estén dentro de los límites del área, el procedimiento siguiente puede usarse. El método regular puede hacerse dos veces, una vez con T siendo la superior y una vez con T siendo el umbral más inferior. Entonces el grado-días neto se determinarán usando el umbral superior sustrayéndolo desde que se determinó el Umbral inferior.

Estas fórmulas se programaron en EL LENGUAJE FORTRAN y programada para un umbral de 52°F (11.1°C), con el mínimo que toca desde 0-80°F (-17.8-26.7°C) y máximo desde 52-110°F (11.1° - 43.3°C).

El uso de Tabla 5 puede ilustrarse con los datos hipotéticos siguientes:

Dato	Temperatura (°F)		Grado-días	
	MIN	MAX	Por 12-h	Acumulativo
	(1)	(1)	25	
1 de Abril	38	62		
	(2)	(2)	23	48

	(3)	(3)	48	96
2 de Abril	36-----68			
	(4)	(4)	48	144
	(5)	(5)	57	201
3 de Abril	36-----70			

Así, para el 1 de Abril nosotros podemos buscar 38° y 62°F en Tabla 5 y obtener 25 grado-días. Las próximas 12-h el período que llega con el máximo del 1 de Abril y vaya al mínimo del 2 de Abril (62° y 36°F), dando un valor tabulado de 23 grado-días, para un total acumulativo de 48 grado-días. Este procedimiento se continúa hasta que las unidades calor requeridas complete un proceso fisiológico determinado.

Resultado y Discusión.

Los grados-días eran acumulados desde el 1 de Abril a ese tiempo. El siguiente se obtuvo:

AÑO	Datos Observados para Tratamientos	Acumulación de Grado-días
1967	Junio 16	15589
1968	Marzo 24	15402
1969	Mayo 27	15859
1970	Junio 2	17337
	Total	64187
	Media \pm SE	16057 \pm 440

En la parte Sureste tiene 440 grado-días, que es pequeño, desde mediados de Mayo que aumento un 500-800 grado-días. La significancia es de 16047. Para la conveniencia, decir que es 16000, y entonces usando 16000 resulta que las fechas observadas reales para los tratamientos a que precedieran usando la figura de 16000 grado-días.

¡Error! Marcador no definido.	DATO ACTUAL	PREDICCIÓN DE DATO
--	-------------	--------------------

AÑO		
1967	Junio 16	Junio 17
1968	Mayo 24	Mayo 25
1969	Mayo 17	Mayo 18
1970	Junio 2	Junio 1

Se obtuvo una discrepancia de un día entre los períodos predecidos y observados. En 1971 y 1972, en amplias áreas de Girasol los tratamientos se iniciaron como una medida preventiva para proteger la cosecha de algodón de invasiones de *Lygus*. Los adecuados tratamientos redujeron el problema de *Lygus* en el Valle de San Joaquín en la franja entre el Girasol y algodón (Mueller y Stern 1974).

Consecutivamente cada año desde, el éxito del programa se ha repetido al alcance de los insectos de *Lygus*, pensamiento por muchos investigadores para ser la "Llave" sobre las plagas del algodón el Valle de San Joaquín (Stern 1973), están por debajo la cuestión óptima.

Predicción de la Conchuela *epilachna varivestis* Mulsant en Frijol.

Considerando que la conchuela *Epilachna varivestis* Mulsant, (coleoptera: coccinellidae) es una de las principales plagas del cultivo del frijol en México, y que es necesario definir criterios adecuados que permitan decidir el momento más oportuno de su control (Nava, et al., 1986).

Armenta (1978), encontró que las temperaturas umbrales para las diferentes etapas biológicas de la conchuela variaron de 10.1 a 12.4°C. para el desarrollo de huevecillos, larval I, II, III y IV y pupas fueron necesarias 70.9, 49.5, 45.8, 53.5, 60.8 y 79.2 unidades calor, respectivamente.

Villalpando (1984), menciona que temperaturas umbrales del cultivo del frijol, varia de los 8 a los 10°C.

Resultado y Discusión.

Predicción del desarrollo de la conchuela: Las Unidad

Calor para larval de 1°, 3° y 4° instar se registraron desviaciones de un 17.3 a un 23.6 %, las cuales corresponden a sobre estimaciones del desarrollo de casi dos días.

Tabla 6: Comparación de las Unidades calor requeridas por las diferentes etapas biológicas de *E. varivestis* Mulsant, bajo condiciones de campo y laboratorio. Chapingo, Méx., 1985.

¡Error! Marcador no definido. Época Biológica	UC de campo ($x \pm s$)	UC de Lab. ($x \pm s$)	UC	S ² %	Días
Huevecillos	87.0±6.3(277)*	87.8±6.0	+ 0.8	+ .09	+0.1
Larva de 1er. instar	49.4±6.6(78)	61.1±4.3	+11.7	+23.6	+1.8

Larva de 2° instar	42.4±5.8(77)	46.5±1.9	+ 4.1	+ 9.7	+0.6
Larva de 3er instar	49.6±3.7(76)	58.2±2.3	+ 8.6	+17.3	+1.3
Larva de 4° instar	56.7±5.8(110)	69.0±0.2	+12.3	+21.7	+1.9
Prepupa	28.8±3.4(110)	30.1±2.5	+ 1.3	+ 4.5	+0.2
Pupa	81.6±5.4(95)	90.9±8.6	+ 9.3	+11.4	+1.4

**Los valores entre paréntesis corresponden al número de insectos utilizados para determinar las unidades calor.*

Estos resultados indican que el desarrollo del insecto es más acelerado en el campo, debido probablemente a que algunos factores; por ejemplo, la humedad, está ejerciendo una influencia importante o a que el insecto responde de una manera diferente bajo condiciones de temperatura alternantes, tal como lo señalan (Mellor y Allegro 1984).

Fenología del Frijol y Relación Fenológica de Cultivo-Plaga:

En el cuadro 6 se puede observar las etapas fenológicas más importantes del cultivo del frijol tipo mata. En la siembra temprana fueron necesarias más unidades calor para alcanzar cada etapa fenológica en comparación con la siembra intermedia y tardía de la variedad Bayomex. Los requerimientos de Unidad Calor de la variedad Canario 101, sembrada el 16 de Mayo, fueron similares a las variedad Bayomex en las siembras del 5 y 20 de Junio. De acuerdo con Guerrero *et al.* (1979), y García (1980); la etapa crítica del cultivo a pérdidas de follaje quedarían comprendida aproximadamente de las 435.0 a las 559.2 UC, es decir, de la máxima floración a la máxima producción de vainas, que es el período en que tiene lugar la floración de éstas (Mueller y Stern 1971).

Tabla 7. Fenología de dos variedades de frijol tipo mata en unidades calor a partir de la siembra. Chapingo, Méx. 1985.

Etapas fenológicas	R A Y O M E X			Canario 101	
	mayo 23	Junio 5	20	16 de Mayo	Promedio
1as. flores	398.4	351.1	344.4	366.2	365.0
1as vainas	426.7	379.7	379.7	395.1	395.3
Máxima florac.	477.5	423.5	399.6	439.5	435.0
Máx.prod vaina	597.0	554.6	568.1	517.2	559.2
Ultimas flores	652.4	621.6	651.2	630.3	638.9
Madurez fisiol.	826.7	770.4	740.5	706.9	761.1

Las figuras 3, 4, y 5 muestran la relación fenológica entre la conchuela y el cultivo del frijol sembrado el 15 de Mayo, 5 y 20 de Junio, respectivamente. Puede observarse que durante el período crítico del cultivo, sembrado a mediados de Mayo, se presentaron las mayores poblaciones de adulto invernantes, masas de huevecillos y larvas de primer instar. Las máximas poblaciones de larvas después del período crítico, por lo que el cultivo escapa del ataque de mayor intensidad del insecto. La mayor abundancia de prepupas, pupas y adultos normalmente ocurre durante la madurez del frijol sembrado el 15 de Mayo. En la fig.4 puede apreciarse claramente que las siembras intermedias pueden resultar severamente afectadas por la plaga, ya que las épocas de mayor población de larva, desde el primero hasta el cuarto instar, se presentan precisamente en el período susceptible del cultivo Chapingo. Méx.1985.

Fig.3.- Relación fenológica entre el cultivo del frijol sembrado el 15 de mayo y la conchuela *E. varivestis* Mulsant. Chapingo. Méx.1985

	UNIDADES CALOR (Tu=9°C)
	0 100 200 300 400 500 600 700 800
FRIJOL:	
Flores	-----*----- madurez
Vainas	-----*-----

Conchuela:	Invernante normales
Adulto.	-----*-----*--
Huevecillos	-----*
Larva I	-----*
Larva II	-----*
Larva III	-----*
Larva IV	-----*
Prepupa	-----*
Pupa	-----*
	25 11 26 9 24 8 24 9 25 Jun. Jul. Agosto Sep. Oct.

* máxima densidad.

Fig.4.- Relación fenológica entre el cultivo del frijol sembrado el 15 de Junio y la conchuela *E. varivestis* Mulsant.Chapingo. Méx. 1985

	UNIDADES CALOR (Tu=9°C) 0 100 200 300 400 500 600 700 800
FRIJOL:	
Flores	-----*----- madurez
Vainas	-----*
Conchuela:	Invernante normales
Adulto.	-----*-----*--
Huevecillos	-----*
Larva I	-----*
Larva II	-----*
Larva III	-----*
Larva IV	-----*
Prepupa	-----*
Pupa	-----*
	25 11 26 9 24 8 24 9 25 Jun. Jul. Agosto Sep. Oct.

* máxima densidad.

Conclusión.

- Las unidades calor obtenido bajo condiciones de campo para huevecillos, larva de I°, II°, III° y IV° instar, prepupas y pupas fueron de 87.0 ± 6.3 , 49.4 ± 6.6 , 42.4 ± 5.8 , 49.6 ± 3.7 , 56.7 ± 5.8 , 28.8 ± 3.4 y 81.6 ± 5.4 , respectivamente.

- Con las unidades calor obtenidas bajo condiciones de campo se obtuvo predicciones más precisas de las épocas de aparición de las diferentes etapas biológicas de la conchuela que cuando se utilizaron las unidades calor determinadas en el laboratorio.

- Las siembras efectuadas durante la 2ª quincena de Mayo permiten que el período crítico del frijol a pérdidas de follaje escape de ataque de la conchuela, mientras que en las siembras realizadas más tarde, dicho período coincide con las mayores poblaciones de larva de III° y IV° instar.

- 270.7 UC, máxima densidad de larva I. 428.4 UC, aparición de adultos; y

- Métodos de para calcular las unidades de calor Chapingo. Méx. 1985.

Predicción del Barrenador de la Nuez *Acrobasis nuxvorella* Neunzing, en la Comarca Lagunera.

Marvin s/f., reporta que el barrenador de la nuez *A. nuxvorella* Neunzing, es la plaga distribuida más ampliamente en el nogal del Norte de México y Sur de EE.UU. En los Estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Durango el barrenador es considerado como la plaga clave en el Agroecosistema del nogal.

Fin de la Diapausa.

La terminación de la diapausa ocurre después de los 800 UC acumuladas a partir del 1 de Enero con punto crítico de 3.3°C.

Período de Pupación de la Generación Invernante.

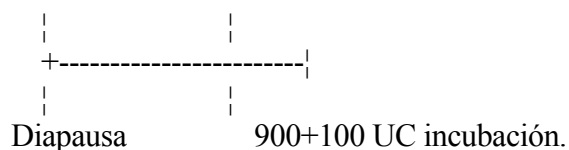
El período de pupación abarca aproximadamente 20 días mientras la relación de período pupal en UC es de 213.

Adulto de Origen Invernante.

Después finaliza la diapausa hasta que se presentan las primeras palomillas de origen Invernante se acumulan entre 600 y 650 UC; 1460 UC acumuladas a partir del 1 de Enero.

Oviposición de la Generación Invernante.

Estas empiezan a observarse a principio de Mayo, registrando el pico máximo de oviposición de esta generación entre el 7 y el 10 de Mayo y termina a finales de mayo, 17 días después de que se inició. Considerando el final de diapausa como punto biológico de referencia, las UC acumuladas al oviposición son 900 y 920. Por otra parte, la incubación de los huevecillos de GBN requieren en promedio de 100 UC (Flores 1989).



Primera Generación de Larva

Esta generación es la mayor de todas las que se presentan durante el ciclo del cultivo. Las UC. Acumuladas desde el final de la diapausa hasta el momento en que se presenta la máxima población de larva de la 1ª generación son aproximadamente 1100. Además, el período larvario tiene una duración promedio de 539 UC (Welch and Van Cleave, 1970).

Primera Generación de Pupas

Del 20 de Mayo en adelante la 1ª larva se encuentra pupando dentro de las nueces barrenadas. Dichas larvas pertenecen a la 1ª generación de pupas. Las máximas poblaciones de pupas se encuentran a mediados de Junio y después del 30 de Junio no se observan más. A la fecha en que se inicia la pupación de la 1ª generación de larva, se

Predicción de la Palomilla de la Manzana. *Cydia pomonella* (Lepidoptera:Olethreutidae).

Hernández (1985), indica que la palomilla es la plaga de mayor importancia económica del manzano habiéndosele localizado en toda la región manzanera de Chihuahua; Arteaga, Coahuila. El daño se realiza en los frutos ocasionando que al cosechar se pierda alrededor del 90% de su valor.

Este método consiste en determinar mediante trampas con feromonas (tipo Zoecou) el momento en que aparece la mayor cantidad de adultos de la palomilla y en el registro de las temperatura máximas y mínimas diarias para pronosticar cuando ocurre la máxima emergencia de larva, de esta manera se ha determinado que desde el momento que emerge la mayor cantidad de adultos hasta el momento en que nace la mayor cantidad de gusanos tienen que acumularse 120 UC, momento en que se debe aplicar insecticidas para matar más del 70 % de los gusanos antes de que dañen al fruto.

Utilizando este método solo se tiene alrededor de 20 Kg de manzana dañada por cada tonelada cosechada, realizando 2 o 3 aplicaciones por año, para cada generación de gusanos. Es necesario que se coloque un termómetro de máximas y mínimas en la huerta y se lleve un registro de temperaturas extremas diario a partir de cuando se instalaron diariamente las UC. Cuando ocurra el máximo pico de emergencia de adultos, si existen frutos con diámetro igual o mayor a un centímetro, se comienzan contar los 120 UC. Si no existen frutos con el diámetro señalado, se calculan los 120 UC a partir del día en el que se presente el siguiente pico poblacional, si importar que sea menor que el anterior.

Se calculan los días que se requieren para realizar la aspersión de insecticida. Para esto se dividen las 120 UC acumuladas en los cinco días previos a la captura máxima población. Esto da el número de días requeridos para acumular 120 UC a partir de la fecha en que se registró el pico de captura de adultos.

Ejemplo:

Unidades calor = 120

Unidades calor promedio = 7

Días para asperjar = $\frac{120}{7} = 17$

7

Si la máxima captura de palomilla ocurrió el 20 de abril, la aspersión deberá llevarse a cabo el 7 de Mayo.

Procedimiento para el Cálculo de los 120 UC.

Supongamos que la máxima captura promedio de palomilla se presentó el día 29 de Abril y la temperatura mínima de ese día fue de 3°C y la máxima de 29°C y que el día 28 registramos una máxima de 30°C.

Utilizando la tabla de temperatura máxima y mínima se hará coincidir la columna de temperatura máxima del día 28 (30°C) con la mínima del día 29 (3°C), dándonos un resultado de 3.39 UC; enseguida se hará coincidir la temperatura mínima (3°C) con la columna de la temperatura máxima del mismo día (29°C dándonos un resultado de 3.17 UC. La suma de las dos cantidades nos da 6.56 UC que corresponderá a las acumuladas durante el día 29 de Abril.

El procedimiento será el mismo para cada día, recomendándose que éstas se vayan sumando con la finalidad de enterarnos cuando se acumulen las 120 UC día en que se pronostica que ocurre la máxima emergencia de larva en el cual debe de aplicarse el insecticida. Las unidades acumuladas durante los primeros 4 o 5 días de registro más proporcionan una idea de las UC promedio por día, lo que nos indica con varios días de anticipación la fecha aproximada en que se va a completar las 120 UC; esto nos sirve para preparar con tiempo el equipo y el insecticida para la aplicación.

Para saber cuando se realizara la segunda aplicación se seguirá el mismo procedimiento, iniciándose el registro de palomillas capturadas a partir de la primera aplicación.

Registro Diario de Temperatura Máxima y Mínima para el Conteo de UC.

Tabla 8:

MES	DÍA	TEMPERATURAS	VALORES DE	UNIDADES CALOR
		MIN.	MAX.	TABLAS UC.
				DIARIAS ACUMULADOS
Abril-	28	3	30	0.00
	29	3	29	$3.39 + 3.17 = 6.56$
	30	7	30	$3.52 + 3.76 = 7.28$
Mayo--	1	10	31	$4.14 + 4.38 = 8.52$
	2	9	30	$4.24 + 3.99 = 8.23$
	3	9	30	$3.99 + 3.99 = 7.98$
	4	11	29	$4.30 + 4.05 = 8.35$
	5	14	31	$4.75 + 5.25 = 10.00$
	6	16	30	$5.75 + 5.50 = 11.25$
	7	15	29	$5.25 + 5.00 = 10.25$
	8	16	30	$5.25 + 5.50 = 10.75$
	9	16	31	$5.50 + 5.75 = 11.25$
	10	16	31	$5.75 + 5.75 = 11.50$
	11	12	28	$4.75 + 4.00 = 8.75$

Predicción y Combate de la Palomilla de la papa

(*Solanum tuberosum* L.)

Manejo Integrado de Palomilla de la papa:

Rocha (1990), recalca que el tradicionalismo enfoque entomológico, no considera la acumulación de las llamadas "unidades-calor" para predecir cronométricamente la ocurrencia de las plagas insectiles en las actividades agrícolas o frutícolas.

En Guanajuato, y específicamente en la región papera de León, realizan experimentaciones entomológicas a base de la sumatoria de "unidades-calor", las cuales "se contabilizan a partir de 11°C, a través del diario registro de temperaturas tanto máxima como mínima: al sumar cada 24 horas la primera con la

segunda, se divide entre dos y se restan 11°C, el resultado es el número de "unidades-calor"; al acumular 400, es el momento en que se presenta la segunda generación de la palomilla de la papa, la que es más problemática, la que es necesario contraatacar químicamente.

Difícil Matar Adultos. La Larva es Vulnerable.

Químicamente es posible abatir la poblaciones de adultos, se disminuiría la posibilidad de la ovipostura de las hembras del insecto. Pero de acuerdo a las hábitos de esta plaga, los adultos por su movilidad y habilidad para esconderse, son difíciles de alcanzar, por lo que se tiene que buscar el punto más vulnerable que es la larva. Al aplicar a los adultos y hacer un uso más intensivo de insecticidas, lo que se propicia es que la plaga adquiera resistencia mediante la reconversión de su estructura genética, habilidad que, por necesidad, es heredable a la progenie". Por el lado del control biológico, Rocha (1990) menciona que existen parasitoides ovolarvales y han detectado larva de palomilla atacadas por *Bacillus thuringiensis*, por lo que están trabajando en colaboración con el CINVESTAB, organismo de investigación del Instituto Politécnico Nacional, ubicado en las cercanías del Irapuato, Gto.

400 "Unidades-Calor", Clave para el Combate Químico.

"La segunda generación de palomilla se presenta a las 400 "unidades-calor", después de la emergencia de la planta, contabilizadas a partir de 11°C, lo que coincide con la fase fenológicas de rápido crecimiento de los tubérculos; la temperatura estimula la generación de la palomilla. La demanda de agua que obliga el intenso crecimiento de la planta, hace que el suelo se agriete y favorece la penetración de la palomilla hasta los tubérculos". La humedad para larva de primer instar, resulta mortal".

Ejemplo de "Unidades-Calor" a Manera de Colofón.

Anteriormente se explicó el simplista procedimiento para la suma, división y resta que permite conocer las "unidades-calor" con las que acumuladas, se hará presente la generación más nociva de la palomilla de la papa. Si "X" día, a partir de la nacencia del

cultivo, la temperatura máxima fue de 32°C y la mínima de 16°C, el total es de 48°C que dividirse entre dos, son 24°C menos 11°C, el saldo es de 13 "unidades-calor".

Si al día siguiente se registran idénticas temperaturas, se contabilizan otras 13 "unidades-calor", que aportan para entonces 26 y así sucesivamente, con altibajos en los registros, hasta completar las 400 específicas para la ocurrencia de la segunda generación, que es la perjudicial y la que hay que atacar por medio del factor agroquímico,.... Se aporta información en torno al uso de feromonas contra la palomilla así como de los insecticidas que han mostrado mayor efectividad en la supresión de *Pthorimaea operculella* (Zeller), como tecnocráticamente se conoce a este nocivo insecto.

Predicción de *Oligota oviformis* Casey y su presa *Oligonychus mexicanus* McGregor y Ortega

Quiñones, et al. (1987), menciona que el tiempo de desarrollo de las distintas etapas biológicas de *Oligota oviformis* Casey (Coleóptero: Staphylinidae) y *Oligonychus mexicanus* McGregor (Acariformes: Tetranychidae). Ha diferentes temperaturas constantes; con esta información se calculó una temperatura umbral general de 12.5°C para el depredador y 15.4°C para el ácaro.

Las unidades calor estimadas con la temperatura umbral general fue en promedio, para el predador, 46.3, 19.9, 20.5, 27.4, 36.4, 90.6 y 235.7 en huevecillos, larva de primer instar, segundo y tercer instar, prepupas, pupas y período de huevecillos a emergencia de adultos, respectivamente; y para ácaro, 72.1, 18.4, 13.1, 11.8, 12.5, 14.3, 14.8, 17.0 y 172.9 en huevecillos, larva protocrisálidas, protoninfas, deutocrisálidas, deitoninfas, teliocrisálidas, período de preoviposición y período de huevecillo a primer huevecillos, respectivamente.

Concepto de Unidades calor.

Una aplicación agronómica del efecto de la temperatura sobre plantas e insectos es el concepto de unidades calor, que se basa en el requerimiento de temperatura de estos

organismos para su crecimiento, desarrollo y madurez y supone que la tasa o velocidad de desarrollo es exactamente proporcional a la temperatura; es decir, que existe una relación lineal entre ambos (Allen, 1976; Gutierrez *et al.*, 1977).

La mayoría de los métodos lineales empleados para calcular unidades calor utilizan la temperatura umbral inferior de desarrollo, la cual generalmente se determina bajo condiciones de laboratorio. Para ello, el organismo de interés se somete a diferentes temperaturas constantes y se registra el tiempo en que se desarrollo bajo cada una de ellas; posteriormente, mediante la ecuación de regresión lineal simple $y = a + bx$, donde y = tasa de desarrollo (1/número de días) y x = temperatura, se estima la temperatura umbral ($T_u = -a/b$), que es el punto en que la recta cruza el eje de las abscisas; es decir, se considera como tal a la temperatura en que el desarrollo es cero (Wilson y Barnett, 1983).

Las unidades calor se puede calcular a partir de la ecuación de regresión mediante $U_c = 1/b$ (Allen, 1982); mientras que bajo cualquier otra condición de temperatura constante, éstas se pueden obtener con la ecuación $U_c = D(T_c - T_u)$, donde U_c = unidades calor, D = número de días necesarios para completar la etapa biológica, T_c = temperatura constante empleada, y T_u = temperatura umbral de la etapa biológica de la especie estudiada (Wilson y Barnett, 1983).

Temperatura umbral y unidades calor para el predador.

Varios autores han determinado la temperatura umbral de desarrollo de algunos ácaros; en lo que a tetraníquidos se refiere, en el Tabla 9 se da esta información.

¡Error! Marcador no definido. Especies	Huésped	Tu(°C)	Fuente
--	---------	--------	--------

<i>Oligonychus subnudus.</i>	<i>Pinus radiata.</i>	6.4	Landwehr y Allen (1982)
<i>O. ununguis</i>	abeto	6.7	Serafimovski y Thalenhorst, citado por Landwehr y Allen (1982)
<i>Tetranychus urticae</i>	Manzano	10.0	Herbert (1981a)
<i>O. coffeae</i>	Té	10.3	Das y Das (1967)
<i>Panonychus ulmi</i>	Manzano	10.6	Herbert (1981b)
<i>O. pratensis</i>	Maíz.	14.1	Perring <i>et al.</i> (1984)

Material y Métodos.

Temperatura Umbral y Unidades Calor para el Predador.

Para determinar la temperatura umbral y unidades calor necesarias para el depredador fue necesario medir el tiempo de desarrollo de sus etapas biológicas en cuatro constantes, de 20, 22.5, 25 y 27.5°C, con variaciones de 0.5 a 1.5°C, y un fotoperíodo de 12 horas. Las temperaturas umbrales y unidades calor de cada etapa biológica se calcularon mediante $T_u = -a/b$ (Wilson y Barnett, 1983) y $U_c = 1/b$ (Ito *et al.* , citados por Landwehr y Allen, 1982). Por otro lado, utilizando una temperatura umbral general, las unidades calor se calcularon mediante la ecuación $U_c = D(T_c - T_u)$ (Wilson y Barnett, 1983).

Temperatura Umbral y Unidades Calor para el Ácaro.

Igual que el depredador, esta parte del trabajo se inició con 50 huevecillos por temperatura, las cuales fueron 20, 25, 27.5, 30 y 35°C, con variaciones de 0.5 a 1.5°C, y un fotoperíodo de 12 horas.

Para el cálculo de las temperaturas umbrales y unidades calor de cada etapa biológica, se siguió el mismo procedimiento que para el depredador, con la excepción de

que, como el tiempo de desarrollo se expresó en horas, fue necesario emplear la ecuación $U_c = (1/b)(1/24)$ (Wilson y Barnett, 1983).

Resultados y Discusión.

Temperatura Umbral y Unidades Calor para el Depredador.

En el cuadro se puede observar, además de las ecuaciones de regresión y el correspondiente coeficiente de determinación, las unidades calor y la temperatura umbral de las diferentes etapas biológicas del depredador; esta última, varió entre 9.1 y 14.3°C correspondientes a larva de primer y segundo instar, respectivamente. Tiempo de desarrollo (días $X \pm s$) requerido por las diferentes etapas biológicas de *Oligota oviformis* Casey bajo condiciones de temperatura constante, Chapingo, Méx. , 1985.

Tabla 10. Temperatura Umbral y Unidades Calor para el predator.

ETEPA BIOLOGICA	TEMPERATURA en °C			
	20.0	22.5	25.0	27.5
¡Error! Marcador no definido. Huevecillo	6.39±0.46	4.89±0.32	3.29±0.46	3.17±0.24
Larva I	2.43±0.56	1.90±0.57	1.73±0.45	1.40±0.39
Larva II	2.11±0.32	2.55±0.50	2.00±0.00	1.06±0.17
Larva III	3.34±0.48	2.76±0.48	2.37±0.58	1.82±0.39
Prepupa	5.06±0.51	3.70±0.57	2.77±0.77	2.42±0.24
Pupa	13.59±0.69	8.22±0.64	7.16±0.77	5.92±0.33
Total*	32.07±1.27	24.00±0.79	18.12±0.91	15.73±0.40

*Período de huevecillo a emergencia de adultos.

Tabla 11. Ecuación de regresión, temperatura umbral y unidades de calor para las diferentes etapas biológicas de *Oligota ociformis* Casey. Chapingo, Méx., 1985.

¡Error! Marcador no definido. Etapa Biológica	Ecuación de Regresión	r^2	Tu(°C)	UC
Huevecillo	$Y = -0.280+0.0220X$	0.92	12.7	45.5
Larva I	$Y = -0.345+0.0380X$	0.97	9.1	26.3
Larva II	$Y = -0.869+0.0608X$	0.63	14.3	16.4
Larva III	$Y = -0.362+0.0324X$	0.96	11.2	30.9
Prepupa	$Y = -0.374+0.0288X$	0.99	13.0	34.7
Pupa	$Y = -0.179+0.0128X$	0.97	14.0	78.1
Total*	$Y = -0.050+0.0040X$	1.00	12.5	250.0

*Período de huevecillo a emergencia de adultos.

Las unidades calor calculadas con una temperatura umbral general de 12.5°C, el correspondiente tiempo de desarrollo fueron en promedio 46.3±1.6, 20.5±5.4, 27.4±1.9, 36.4±1.4, 90.6±8.2 y 235.7±6.5 para huevecillos, larva de 1er. instar, 2º y 3er. instar, prepupas, pupas y período de huevecillos a emergencia de adultos, respectivamente.

Temperatura Umbral y Unidades Calor para el Ácaro.

Tiempo de desarrollo (días X± s) requerido por las diferentes etapas biológicas de *Oligonychus mexicanus* McGregor y Ortega bajo condiciones de temperatura constante, Chapingo, Méx. , 1985.

ETAPA BIOLOGICA	TEMPERATURA °C				
	20.0	25.0	27.5	30.0	35.0
¡Error! Marcador no definido. Huevecillo	373.4 ± 16.6	180.0 ± 0.0	151 ± 0.0	107.0 ± 0.0	97.0 ± 2.2
Larva	108.2 ± 30.3	48.2 ± 9.8	35.5 ± 4.2	26.7 ± 5.1	23.6 ± 8.0
Protocrisálida	58.1 ± 11.2	36.0 ± 5.7	23.0 ± 4.8	24.0 ± 2.5	17.6 ± 3.7
Protoninfa	68.2 ± 15.7	28.6 ± 6.9	23.3 ± 7.1	21.0 ± 5.2	13.2 ± 3.6
Deutocrisálida	57.6 ± 11.3	35.5 ± 6.7	23.5 ± 3.5	21.5 ± 4.9	15.8 ± 1.2
Deotoninfa	92.4 ± 15.1	41.0 ± 6.0	27.4± 5.5	19.2± 5.9	15.4±4.5
Teliocrisálida	68.4 ± 13.0	41.0 ± 6.0	28.8±5. 9	23.5±7.2	20.3±4.0

Preo-viposición	98.4 ± 29.0	54.2 ± 8.2	31.9±9. 4	23.7±7.2	18.5 ± 4.8
Total*	883.2± 80.8	471.4 ± 13.2	342.3 ±14.7	267.0 ± 12	221 ± 6.4

Tabla 12. Ecuación de regresión, temperatura Umbral y Unidades calor para las diferentes etapas biológicas de *Oligota ociformis* Casey. Chapingo, Méx., 1985.

¡Error! Marcador no definido.Etapa Biológica	Ecuación de Regresión	r ²	Tu (°C)	UC
Huevecillo	Y=-0.007675+0.000530X	0.96	14.5	78.6
Larva	Y=-0.036385+0.002326X	0.96	16.5	17.9
Protocrisálida	Y=-0.035585+0.002654X	0.94	13.4	15.7
Protoninfa	Y=-0.064545+0.003918X	0.98	16.5	10.5
Deutocrisálida	Y=-0.046220+0.003120X	0.98	14.8	13.37
Deutoninfa	Y=-0.066260+0.003800X	0.98	17.4	11.01
Teliocrsálida	Y=-0.034110+0.002444X	0.97	14.0	17.0
Preoviposición	Y=-0.054140+0.003104X	0.97	17.4	13.4
TOTAL*	Y=-0.003630+0.000236X	0.98	15.4	176.5

* Período de huevecillo a primeros huevecillos.

Las unidades calor calculado con una temperatura umbral general de 15.5°C, a las temperaturas constantes estudiadas y con el correspondiente tiempo de desarrollo fueron en promedio 72.1 ± 2.4 , 14.8 ± 1.5 , 17.0 ± 2.9 y 172 ± 10.4 para huevecillos, larva, protocrisálidas, protoninfas, deutocrisálidas, deutoninfas, teliocrisálidas, período de previposición y período de huevecillos a primeros huevecillos, respectivamente.

Conclusiones.

El desarrollo del depredador de huevecillos a emergencia de adultos duró en promedio 32.07 ± 1.27 días a 20°C, 24.00 ± 0.79 días a 22.5°C, 18.12 ± 0.91 días a 25°C y 15.73 ± 0.40 días a 27.5°C. Las temperaturas umbrales estimadas para huevecillos, larva de 1er. 2do. y 3er. instar, prepupas, pupas y período de huevecillos de emergencia de adultos del depredador fueron 12.7, 9.1, 14.3, 11.2, 13.0, 14.0 y 12.5°C, respectivamente. Las UC necesarias para el desarrollo de huevecillos, larva de 1er., 2do. y 3er. instar, prepupas, pupas y período de huevecillos a emergencia de adultos depredador, calculadas con una temperatura umbral general de 12.5°C fue un promedio de 46.3 ± 3.5 , 19.9 ± 1.6 , 20.5 ± 5.4 , 27.4 ± 1.9 , 36.4 ± 1.4 , 90.6 ± 8.2 y 235.7 ± 6.5 , respectivamente.

El desarrollo de huevecillos del ácaro, duró en promedio 883.2 ± 80.8 horas a 20°C, 471.4 ± 13.2 horas a 25°C, 242.3 ± 14.7 , 27.7 °C, 267.0 ± 12.0 horas a 30°C y 221.5 ± 6.4 horas a 35°C. Las temperaturas umbrales estimados para el desarrollo de huevecillos, larva, protocrisálidas, protoninfas, deutocrisálidas, deutoninfas, teliocrisálidas, período del 1er. huevecillo del ácaro fue 14.5, 15.6, 13.4, 16.5, 14.8, 14.0, 17.4 y 15.4°C, respectivamente. Las unidades calor para el desarrollo de huevecillos, larva, protocrisálidas, protoninfas, deutocrisálidas, deutoninfas, teliocrisálidas, período de huevecillo a primeros huevecillos del ácaro, calculadas con una temperatura umbral general de 15.5°C fue un promedio de 72.1 ± 5.5 , 18.4 ± 1.7 , 13.1 ± 1.7 , 11.8 ± 0.9 , 12.5 ± 1.2 , 14.8 ± 1.5 , 17.0 ± 1.5 , 17.0 ± 2.9 y 172.9 ± 10.4 , respectivamente.

PRINCIPALES MODELOS DE PREDICCIÓN DE EVENTOS BIOLÓGICOS ENCONTRADOS EN LA LITERATURA. ¡Error!
 Marcador no definido.

¡Error! Marcador no definido. PLAGAS U ORGANISMOS	UMBRALES UTI UTS	REQ. TERMICO (K) en U.C.	CRITERIO PARA TOMA DE DECISIONES.
Básicos: Maíz. Barrenador Europeo. <i>Pyrausta nubilalis.</i> Arañita roja. <i>Oligonychus mexicanus.</i> Depredador de la Arañita Roja. <i>Oligota oviformis.</i> Gusano cogollero.	50°F. ? (10°C) 15.4°C 12.5°C ?	1113 172.9 235.7 559.11	1110 U.C., (75% de masas de huevos eclosionados, si se observa un daño de 5 a 25%). Si el daño supera el 25%, hacer una segunda aplicación a los 1200 UC, (5 días después de la primera). ----- ----- -----

<i>Spodoptera frugiperda.</i> FRIJOL. Conchuela. <i>Epilachna varivesti</i>	10.9°C ? 10.1 ? a 12.4°C	 959.7	270.7 UC, máxima densidad de larva I. 428.4 UC, aparición de adultos.
HORTICULTURA PAPA. Palomilla de la... <i>Phthorimaea operculella.</i>	11°C ?	366 (Arteaga) 400(León Gto)	Evaluar aspersiones al acumular 100-110 UC, a partir de la máxima captura en trampas de agua, Arteaga, Coahuila.

PRINCIPALES MODELOS DE PREDICCIÓN DE EVENTOS BIOLÓGICOS ENCONTRADOS EN LA LITERATURA.

¡Error! Marcador no definido.PLAGAS U ORGANISMOS	UMBRALES UTI UTS	REQ. TERMICO (K) en U.C.	CRITERIO PARA TOMA DE DECISIONES.
<p>HORTICULTORA: TOMATE. Gusano Alfiler. <i>Keiferia lycopersicella.</i></p> <p>ZANAHORIA. Picudo de la... <i>Listronotus texanus</i></p>	<p>11°C ?</p> <p>13.3°C</p>	<p>447</p> <p>435.9</p>	<p>-----</p> <p>471.6°C UC, cuando emergen los adultos.</p>
<p>FRUTALES: NOGAL. Barrenador de la.. <i>Acrobasis nuxvorella</i></p> <p>MANZANO. Palomilla de la... <i>Cydia pomonella.</i></p> <p>MANZANO-DURAZNO. Araña Roja Europea. <i>Panonychus ulmi.</i></p> <p>DURAZNO. Palomilla Oriental de la fruta. <i>Grapholitha</i></p>	<p>3.3°C ?</p> <p>12°C 32°C</p> <p>5.6°C ?</p> <p>45°F 90°F 7.2°C 32.2°C</p>	<p>907 (La Laguna)</p> <p>480-500</p> <p>-----</p> <p>-----</p>	<p>946.8-948.4 UC, acumuladas 10 días antes del 50% de la brotación, que es cuando ocurren las primeras penetraciones, en Buenavista Coah.</p> <p>120 UC, acumuladas a partir del máximo pico poblacional, que es cuando ocurre la máxima emergencia de larva I.</p> <p>3 días después de las 250 UC, acumuladas a partir del 1° de Marzo en Ontario, que es cuando ocurre el 50% de crías emergidas.</p> <p>500 y 600 UC, dentro del vuelo de la 1ª generación con Diazinon; con un producto más residual, el Azinfosmetil, el tiempo se puede alargar de 400 a 700 UC.</p>

<i>molesta</i>			
----------------	--	--	--

PRINCIPALES MODELOS DE PREDICCIÓN DE EVENTOS BIOLÓGICOS ENCONTRADOS EN LA LITERATURA.

¡Error! Marcador no definido. PLAGAS U ORGANISMOS	UMBRALES UTI UTS	REQ. TERMICO (K) en U.C.	CRITERIO PARA TOMA DE DECISIONES.
<p>FRUTALES: CITRICOS. Escama Roja. <i>Aonidiella aurantii</i></p> <p>Trips de los... <i>Scirtothrips citri.</i></p> <p>VID. Chicharrita de la.. <i>Erythroneura elegantula.</i></p> <p>FRUTAS. Mosca de la fruta. <i>Oscinella farii.</i></p>	<p>11.7°C ?</p> <p>14.6°C 38.8°C</p> <p>10.0°C ?</p> <p>10.3°C 27.5°C</p>	<p>616.4</p> <p>180.0</p> <p>550.0</p> <p>451.31</p>	<p>-----</p> <p>-----</p> <p>Segunda y Cuarta generación cuando hay la máxima población de ninfas, 832.5 y 1942.5 UC, acumuladas a partir de 11.36 horas Luz, respectivamente.</p> <p>-----</p>
<p>INDUSTRIALES: ALGODONERO. (Comarca Lagunera) Gusano Rosado. <i>Pectinophora gossypiella.</i></p> <p>Gusano Bellotero. <i>Heliothis zea.</i></p>	<p>12°C 35°C</p> <p>12°C 35°C</p>	<p>473 en Cuadros.</p> <p>545 en bellota.</p> <p>539</p>	<p>A las 1045A-1145L y 1590A-1691L UC, acumuladas a partir de la siembra, ya sea para el Adulto o Larva del 1er. instar, respectivamente.</p> <p>1060 y 1599 UC, acumuladas a partir de la siembra, para Larva de 1er. y 2º instar.</p> <p>864, 1156 y 1448 UC accum. A partir de la siembra</p>

<i>Heliothis virescens</i>			para adultos.
Picudo del... <i>Anthonomus grandis</i> .	12°C 35°C	292	

PRINCIPALES MODELOS DE PREDICCIÓN DE EVENTOS BIOLÓGICOS ENCONTRADOS EN LA LITERATURA.

¡Error! Marcador no definido. PLAGAS U ORGANISMOS	UMBRALES UTI UTS	REQ. TERMICO (K) en U.C.	CRITERIO PARA TOMA DE DECISIONES.
ALGODONERO. Nematodo de la Agalla Radicular del Algodón.	10°C ?	260	-----
CARTAMO-ALGODON. Chinche Lygus. <i>Lygus lineolaris</i> .	52°F ? (11.1°C)	538	16000 UC, acumuladas, cuando el 50-70% de ninfas se encuentra del 3er. al 5º estadio en el Cártamo.
GIRASOL. Palomilla del Capitulo. <i>Homoeosoma electellum</i> .	13.3°C 90°C	563.7 (con 14-h Luz).	-----
Picudo del Tallo. <i>Cylindrocopturus adepersus</i> .	5°C ?	420	865 UC, acumuladas cuando el 90% de adultos ha emergido.
FORRAJEROS: ALFALFA. Picudo de la...		427	-----

<i>Hypera postica.</i>	7.22°C ?		
ORNAMENTALES: PASTOS. Gusano de seda del pasto. <i>Pediasia trisecta.</i>	10°C ?	541 1ª gen. 746 2ª gen.	-----

PRINCIPALES MODELOS DE PREDICCIÓN DE EVENTOS BIOLÓGICOS ENCONTRADOS EN LA LITERATURA.

¡Error! Marcador no definido. PLAGAS U ORGANISMOS	UMBRALES UTI UTS	REQ. TERMICO (K) en U.C.	CRITERIO PARA TOMA DE DECISIONES.
ORNAMENTALES: ROSAL. Picudo Batanero del Rosal. <i>Pantomorus cervinua.</i>	10.2°C ?	-----	Antes de cosecha a las 351.4 UC acumuladas después de la máxima población de huevos, cuando el 99% de crías ha eclosionado.
FORESTALES: PINO. <i>(Pinus taeda)</i> Gusano de la Piña. <i>Dioryctria amatella</i>	13°C ?	493	-----
Defoliador forestal <i>Heterocampa guttivitta.</i>	15.6°C 26.7°C	----	-----
Palomilla del Pino <i>Rhyacionia</i>	5.5°C 37.25°C	575.15	-----

<i>frustrana.</i>			
OTROS: Picudo pálido. <i>Hylobius pales.</i>	9.0°C 32°C	----	-----
Palomilla de invierno <i>Operophtera brumata.</i>	4.0°C ?	----	-----

LITERATURA CITADA.

Allen, J.C., 1976. Modified sine wave method for calculating degree-days. *Environmental Entomology* 5:388-98.

Andrewartha, H.C., and L.C. Birch. 1954. The distribution and abundance of animals. Univ. Chicago Press, Chicago, II. 782 p.

Arnold, C. Y. 1960. Maximum-minimum temperatures as a basic for computing heat units. *Proc. Amer. Soc. Hort.Sci.* 76:682-692.

Baskerville G.L. y Emin. 1968. La Estimación Rápida de acumulación de calor de Temperatura Máxima y Mínima. Forestry Branch, Departamento de Fisheries y Forestry, Fredericton, N.B.; y Universidad de New Brunswick Computing centre, Federación, N.B. (Received Abril 27, aceptado for publication November 25, 1968). 50:514-517.

Barros, B.L. 1993. Estimación de las unidades calor requeridas en la fenología del manzano (*Malus pumilla* Will.) var. Golden delicious y starkrimson bajo las condiciones de Arteaga, Coah. Tesis Licenciatura UAAAN.

Bewick, T.A. and L.K. Bianing. 1987. Degree day model for predicting swamp dodder emergence. *Hort science*: 22(5):1128. USA.

Bolaños, J. 1993. Caracterización agronomica y fenológica en base a unidades calor de progenitores de híbridos de maíz (*Zea mays* L) para producción de semilla en el bajío mexicano. Dolores Hidalgo, Juventini Rosas y Celaya, Gto., Tesis de Maestría. UAAAN.

Berger L, P. 1984. Un estudio del papel de temperatura y fotoperiodo en el desarrollo del armyworm *Leucania separata* Walk (lep: noctuidae). Originally

publishep in Entomologicheskoye Obozreniye, No. 3, pp.425-432. Scripta Technica, Inc. 1985. Pag. 1-8. Sverlova, (1981).

Calderon, B.O. 1991. Predicción del barrenador del ruezno (*Cydia caryana*) (Lepidoptera: tottricidae) en nogal en base a la acumulación de unidades calor. Tesis. Lic. UAAAN.

Chapman, R.F.. 1982. The insects, structure and function third edition Hooder and stoughton. London pag. 919.

Clacote, V.R.,J.S. Smith and Hyder. 1984. Pecan nut casebearer (Lepidoptera: Pyralidae): Seasonal activity and masting frecuency in central Texas. Environ. Entomol. 13:196-200.

Corrales R.J., Y L.A. Agrirre U. 1987. Evaluación de insecticidas piretroides como alternaria roracionales en el control del barrenador de la nuez (Lepidoptera: Pyralidae) y el barrenador del ruezno (Lepidoptera: Olthreutidae) en el nogal. XXI Congreso Nal. De Entomol. Soc. Méx. De Entomol. Cd. Juarez, Chihuahua, México. P.138-139.

Corrales R.J., O. Calderon B. Y L.A. Aguirre U. 1992. El barrenador del ruezno de la nuez *Cydia caryana* Fitch. Predicción de la incidencia poblacional en funsión de unidades calor acumuladas. Resúmenes de XXVII Congreso Nacional de Entomol. Soc. Mex. Entomol. San Luis Potosí, pag. 265.

Cortez M.E.,1992. Monitoreo del desarrollo fenológico del chile serrano y sus plagas principales. Tesis Maestria UAAAN, Buenavista, Salillo, Coah.

Dennis R. Ring, Vernon R. Calcote, y Marvin K. Harris. 1982. Verfication and Generalization of a Degree-Day Model Predicting Pecan Nut Casebearer (Lepidoptera: Pyralidae) Activity. Departement eof Entomolofjgy, Texas A&M University, College Station, Texas 77843. Reprintea from Enviromental Entomology. Vol.12, No.2, April 1983.

- Flores D., M. 1989. Hymenoptera parasítica asociada al nogal *Carya illinoensis* Koch, en el sureste de Coahuila. Tesis Maestría UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Fry, K.E., 1983. Heat-unit calculations from maximum and minimum temperatures. *Ecology* 50:514-17.
- Franco, E.A. 1984. Validación de un modelo de predicción basado en la ocurrencia de eventos biológicos del barrenador de la nuez (*Acrobasis nuxvorella* Neuling) Tesis Licenciatura. UAAAN.
- Frank zalom, 1983. Grado - Días: El Cálculo y Uso de Unidades de Calor en el manejo de Plagas. División de Agricultura y Natural Resources Universidad de California Leaflet 21373
- Gale R. Willner, Knmeth R. Dixon, Joseph A. Chapman and Jay R. Stauffer, Jr. A model fpr prediccting age-specific bodyweingts of nutria without age determination.
- Galván, A.R. 1995. Estudio de las unidades calor en el cultivo del Girasol (*Helianthus annuus* L.) C:V sunbright como flor de corte bajo diferentes sistratos y niveles de nutrición. Tesis de Licenciatura. UAAAN.
- García S., C. 1985. Estudio Fenológico del gusano barrenador de la nuez en el Sur de Coh. y NE de Durango. Informe de Investigación en Frutales. Campo Agrícola Experimental de la Laguna. CIAN-INIFAP-SARH.
- García S., C. 1986. Pronostique sus aspersiones contra la palomilla del manzano. Investigador en Entomología de Frutales, CAELALA-CIAN-INIFAP-SARH.
- Hagstrum W, D. and Milliken A, G. 1985. Modelig Differences in Insect Developmental Times between Constant and Flugtuating Temperaturea. Departament of Statistics, Kansas State University, Manhattan. *Annals Entomological Society America* Vol.84, No.4: 369-379 (1991).

Hernández S., D. 1985. Cuando combatir a la palomilla de la manzana. *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Olethreutidae). Investigador del Programa de Entomología en el Campo Agrícola Experimental "Sierra de Chihuahua". CIAN-INIA-SARH.

Higley. L.G., L.P. Pedigo and K.R. Ostlie. 1986. DEGDAY:

A program for calculating degree-days, and assumption behind the degree-day approach. Environ. Entomol. 15:999-1016.

Keir Fco, Byerly Murphy. S/f. Manejo Integrado de Problemas Fitosanitarios. Entomología-INIFAP. Campo Experimental La Laguna Matamoros, Coahuila. Méx.

López H., B. 1990. Dinámica poblacional de *Brevicoryne*

brassicae (L) (Homoptera: Aphididae) en brocoli en Chapingo, México. Tesis Maestría. Montecillos. 82p.

Martínez, M.AE. 1995. Programa de cómputo Quick Basic v.

4.0 para el cálculo de unidades calor o grados-días de desarrollo fenológico (GDD) departamento de fitomejoramiento. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. Méx.

Marvin K. Harris. s/f. Prediciendo la actividad del gusano barrenador de la nuez Usando un modelo de unidades calor. College Station, Texas 77843.

Medina, C.T. 1992. Fenología de Avena silvestre (*Avena*

fatua L.) basada en la acumulación de temperatura. Tesis Maestría. Buenavista.

Nava C., U. Vera G., J. Bravo M., H. 1986. Predicción del desarrollo de *Epilachna variventris* Mulsant (COLEOPTERA:COCCINELLIDAE) mediante unidades calor y relación fenológica entre las plagas y el cultivo del frijol. Tesis M.C. Colegio de Postgraduado, Chapingo, Méx. pag.103-110.

*Nava C., U.; **Byerly M., K.F. 1989. Predicción de la fenología de las principales plagas del algodón, mediante acumulación de unidades calor. *M.C.

Investigador Programa Entomología. CAELALA-CIFAP- Region Lagunera.
 **Ph.D. Experto Nacional Red de Entomología. INIFAP-SARH. Pag. 19-32.

Obrycki J, J. y Tauber J, M. 1982. LOS REQUERIMIENTOS TERMICOS para el DESARROLLO DE *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). Depto. de Entomología, Universidad Cornell, Ithaca, Nueva York, 14853. Annals Entomological Society of America. Vol. 75, no.6. Pag.678-683.

Oloo G, W. 1989. Las tasas de vida y valor intrínseco de aumento natural de *Periobius Furvus* (hym.:Eulophidae) sobre *Chilo Partellus* (lep:pyralidae). Centro Internacional de Insectos Fisiología y Ecología (ICIPE). P.O. Box 30772, Nairobi Kenya. Entomophaga 37 (1), 1992, 29-35.

Paxtian, H.J. 1992. Requerimientos termicos de las fases de desarrollo de *Phthorimaea operculella* Zeller. (Lepidoptera: Gelechiidae), bajo condiciones de campo en navidad Nuevo Leon

Quiñones P., F.J.; Bravo M., H.; Vera G., J. y C. S., L. 1987. REQUERIMIENTO TÉRMICO PARA EL DESARROLLO DE *Oligota oviformis* CASYE (COLEOPTERA: STAPHYLINIDAE) Y SU PRESA *Oligonychus mexicanus* MCGREGOR Y ORTEGA (ACARIFORMES: TETRANYCHIDAE). *Estudiante, Centro de Entomología y Acarología, Colegio de Posgraduados, Chapingo, México. **Profesor-Investigador, Centro de Entomología y Acarología, Colegio de Posgraduados, Chapingo, México. ***Profesor-Colaborador, Centro de Entomología y Acarología, Colegio de Posgraduados, Chapingo, México. Recibido para su publicación.

Rocha R., R. 1990. Predicción y Combate a base de Unidades- calor. Síntesis- Hortícola. Revista al servicio de horticultores y floricultores. Méx. D.F. pag. 38-46.

Rodríguez A., J. 1989. Modelos matematicos aplicados a la agricultura. Serie libros Técnicos. CIDH-CAADES. Culiacán, Sinaloa. Pag. 24-50.

Rojas, G.M., 1979. Fisiología vegetal aplicada, segunda

edición, McGraw-Hill, México D.F. pag. 186,187 y 196.

Ross, H.H. 1968. Introducción a la entomología. 2ª.

Edición. Barcelona, España. Ed. Omega. Pag. 518.

Rourlce, E.N. and P.C. Branch. 1987. Observations on the

relations ship between degree-day sumation and timig of easterillas Hortscience
22(5):709-711. USA.

Russelle, M.P., W.W. Withelm, R.A. Olson and J.F. Power.

1984. Growth analisis based on degree days.

Sánchez E., F. De J. Y L.A Aguirre U. 1982. Estudio

preliminar de la presencia de plagas del nogal relacionadas a la fenología del
árbol. Folia Entomologica. Mexicana. 51:30-32.

Sanborn S, M.; Wyman J, A y Chapman R, K. 1981.

Conclusiones del umbral de temperatura y unidad calor para el desarrollo del
gusano de la semilla de maíz bajo condiciones controladas. Departamento de
Entomología ded la Universidad de Wisconsin, Madison, Wisconsin 53706.
Annals of the Entomological Society of America. Vol. 75, no.1 January 1982.
Pag.103-106.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH).

1985. Gusano berrenador del ruezno. Delegación del Estado de Chihuahua.
Pag.18.

Sevacherian, V.M. Stern, y A.J. Mueeller³. 1976. La Acumulación de Calor para
regular las Medidas de Control en Lygus¹ en un complejo Safflower-Algodón².

Revisado en el Departamento de Entomología de la Universidad de California
92521. Reprinted from the Journal of Economic Entomology. Vol. 70, no.4. pag.
399-402.

Sevacherian V., V.M. Stern, and A.J. Mueller. 1977. Heat Accumulation for Timing
Lygus Control Measures in a Safflower-Cotton Complex. Departament of

Entomology, University of California, Riverside 92521. Reprinted from the Journal of Economic Entomology Vol.70, no.4. pag. 400.

Simonet D, E. y Davenport B, L. 1980. Los requerimientos de temperatura para el desarrollo y oviposición de la zanahoria weevil. Department of Entomology, Ohio Agricultural Research and Development Center, Wooster, Ohio 44691. Annals of the Entomological Society of America. Vol.74, no.3. May 1981. Pag. 312-315.

Steinberg, S; Podoler H.; Applebaum S.W. 1988. Diapause induction in the codling moth, *Cydia pomonella*: effect of pre-diapause temperatures. Department of Entomology, the Hebrew University of agriculture, P.O. Box 12 Rehovot, Israel. Present address: Biological Control Industries, Eliyahu, D.N. Bet Shean Valley 10810, Israel; Deceased. Entomol. exp. appl. 12:131-137, 1992.

Tanigoshi L, K.; Nishio J, Y.; Moreno D, S. y Fargerlund J. 1980. El efecto de la temperatura sobre el desarrollo y supervivencia de *Scirtothrips citri* sobre el Ramaje Cítrico. Laboratorio Entomológico Boyden, Agric. Serv., USDA, Revizado, CA 92521. Annals of the Entomological Society of America. Vol.73 no.4. July 1980. Pag. 378-381.

Trujillo Arriaga, J. 1982. Métodos de investigación meteorológica para manejo de plagas. Subprograma Sanidad Vegetal en Tlaxcala, Km. 164 Carr. Méx.-Ver. 90500 Huamantla, Tlax. Tel: 2-07-35.

Trujillo A., J. 1982. La Meteorología en el Manejo integrado de plagas. Subprograma Sanidad Vegetal en Tlaxcala. Km. 164 Carr. Méx.-Ver. 90500 Huamantla, Tlax., Tel.:2-07-35.

Villalpardo C., José F. 1984. Metodología de investigación en agricultura. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, consejo directivo de investigación agrícola, pecuaria y forestal, curso de orientación para aspirantes a investigadores del Instituto Nacional de Investigación Forestal e Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias.

Wang, J. Y. 1960. A critique of the heat unit approach to plant response studies. Ecology 41: 785-789.

Wilson, L.T., and W.W. Barnett 1983. Degree-days: an aid in crop and pest management. California agriculture 37(1-2):4-7.

Zalom, et al. 1983. Degree-day: the cálculo and use of heat units in pest management. Division of Agriculture and Natural Resource. University of California. Pag.8.

Tabla 14. Captura de adultos plaga en monitoreos de campo en chile serrano. La Leona. Ramos A., Coah. 1990.

Fecha de muestreo

Adultos en redeo.

Barrenillo. M. minadora. P. verde M. blanca.

Sitio 1

Sitio 2

Sitio 3

Sitio 4

Sitio 5

En acequia

Adultos en Sticken

Barrenillo. M. minadora. M. blanca.

Sitio 1

Sitio 2

Sitio 3

Sitio 4

Sitio 5

Adultos en láminas con Stickem

Barrenillo M. minadora

L1, L2, L3, L4, P, A L4, P

Sitio 1

Sitio 2

Sitio 3

Sitio 4
Sitio 4

Tabla 15. Unidades calor acumuladas del cultivo,
Barrenillo del chile y mosca minadora.

Fecha	Temperatura °C		Unidades Calor	
	Max.	Min.	Barrenillo	Minadora
7 Junio	36.5	18.5		
8 Junio	31.0	18.0	9.12	14.62
9 Junio	34.0	20.0	20.12	31.12
10 Junio	32.0	18.0	30.12	46.62
11 Junio	32.0	19.0	39.87	61.87
12 Junio	36.0	20.0	52.12	79.62
13 Junio	38.0	21.0	65.87	98.87
14 Junio	36.0	21.0	78.87	117.37
15 Junio	34.0	19.0	90.37	134.37
16 Junio	36.0	24.0	103.32	153.12
17 Junio	33.0	18.0	115.12	170.12
18 Junio	36.0	18.0	126.62	187.12
19 Junio	34.0	20.0	137.62	203.62
20 Junio	35.0	20.0	149.12	220.62
21 Junio	37.0	19.0	161.37	238.37
22 Junio	36.0	20.0	173.62	256.12
23 Junio	36.0	18.0	185.62	273.62
24 Junio	35.0	20.0	197.12	290.62
25 Junio	36.0	19.0	209.37	308.37
26 Junio	34.0	18.0	220.12	324.62
27 Junio	34.0	19.0	230.87	340.87
28 Junio	34.0	18.0	241.62	357.12
29 Junio	33.0	18.0	251.62	372.62
30 Junio	30.0	18.0	260.12	386.62
1 Julio	33.0	18.0	270.12	402.12
2 Julio	29.0	18.0	278.12	415.62
3 Julio	35.0	20.0	289.62	432.62
4 Julio	30.0	19.0	298.87	447.37
5 Julio	34.0	19.0	309.87	463.87
6 Julio	35.0	18.0	321.12	480.62
7 Julio	34.0	17.0	331.37	496.37
8 Julio	32.0	18.0	340.62	511.12
9 Julio	30.0	18.0	349.12	525.12
10 Julio	31.0	19.0	358.37	539.87
11 Julio	33.0	18.0	368.62	555.62

12 Julio	34.0	18.0	379.12	571.62
13 Julio	33.0	17.0	388.87	586.87
14 Julio	32.0	17.0	397.87	601.37
////////////////////////////////////				
23 Julio	35.0	19.0	484.37	738.37
24 Julio	39.0	19.0	498.87	757.37
25 Julio	34.0	19.0	509.87	773.87
26 Julio	35.0	17.0	520.87	790.87
27 Julio	34.0	18.0	531.12	806.12
28 Julio	33.0	18.0	541.12	821.62

Formato 2. Registro de fruta dañada por parcela experimental.

Agricultor _____ Tratamientos
 _____ Feromona (Check mate)
 _____ Químico (pronóstico)
 _____ Testigo (Sin aplicar)

Repetición
 Fecha de muestreo _____ Personal

¡Error! Marcador no definido. PUNTO DE MUESTRO E	NÚMERO DE ARBOL	NÚMERO DE FRUTA		% DE DAÑO	OBSERV.
		FRONDA	SUELO		
1	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
2	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
3	1				
	2				
	3				
	4				
	5				

Total					
-------	--	--	--	--	--

Formato 3. Registro diario de temperatura máximas y mínimas y su transformación correspondiente a unidades calor.

Agricultor _____ Nombre del Rancho

_____ Región productora

Período _____ a

FECHA	TEMPERATURA		UNIDADES CALOR		UC ACUMULAD AS	PRECIPITAC. En mm.
	MÁX	MÍN	1°. ½día	2°. ½día		

Cuadro A.7. Captura de adultos plaga en monitoreos de

campo en chile serrano. La Leona. Ramos A., Coah. 1990.

Fecha de muestreo

Adultos en redeo.

Barrenillo. M. minadora. P. verde M. blanca.

Sitio 1

Sitio 2

Sitio 3

Sitio 4

Sitio 5

En acequia

Adultos en Sticken

Barrenillo. M. minadora. M. blanca.

Sitio 1

Sitio 2

Sitio 3

Sitio 4

Sitio 5

Adultos en láminas con Stickem

Barrenillo M. minadora

L1, L2, L3, L4, P, A L4, P

Sitio 1

Sitio 2

Sitio 3

Sitio 4

Sitio 4

Cudro A.11 Unidades calor acumuladas del cultivo,
berrenillo del chile y mosca minadora.

Fecha	Temperatura °C		Barrenillo	Minadora	Unidades Calor
	Max.	Min.			

7 Junio	36.5	18.5		
8 Junio	31.0	18.0	9.12	14.62
9 Junio	34.0	20.0	20.12	31.12
10 Junio	32.0	18.0	30.12	46.62
11 Junio	32.0	19.0	39.87	61.87
12 Junio	36.0	20.0	52.12	79.62
13 Junio	38.0	21.0	65.87	98.87
14 Junio	36.0	21.0	78.87	117.37
15 Junio	34.0	19.0	90.37	134.37
16 Junio	36.0	24.0	103.32	153.12
17 Junio	33.0	18.0	115.12	170.12
18 Junio	36.0	18.0	126.62	187.12
19 Junio	34.0	20.0	137.62	203.62
20 Junio	35.0	20.0	149.12	220.62
21 Junio	37.0	19.0	161.37	238.37
22 Junio	36.0	20.0	173.62	256.12
23 Junio	36.0	18.0	185.62	273.62
24 Junio	35.0	20.0	197.12	290.62
25 Junio	36.0	19.0	209.37	308.37
26 Junio	34.0	18.0	220.12	324.62
27 Junio	34.0	19.0	230.87	340.87
28 Junio	34.0	18.0	241.62	357.12
29 Junio	33.0	18.0	251.62	372.62
30 Junio	30.0	18.0	260.12	386.62
1 Julio	33.0	18.0	270.12	402.12
2 Julio	29.0	18.0	278.12	415.62
3 Julio	35.0	20.0	289.62	432.62
4 Julio	30.0	19.0	298.87	447.37
5 Julio	34.0	19.0	309.87	463.87
6 Julio	35.0	18.0	321.12	480.62
7 Julio	34.0	17.0	331.37	496.37
8 Julio	32.0	18.0	340.62	511.12
9 Julio	30.0	18.0	349.12	525.12
10 Julio	31.0	19.0	358.37	539.87
11 Julio	33.0	18.0	368.62	555.62
12 Julio	34.0	18.0	379.12	571.62
13 Julio	33.0	17.0	388.87	586.87
14 Julio	32.0	17.0	397.87	601.37
15 Julio	35.0	17.0	408.37	617.37
16 Julio	36.0	18.0	419.62	634.12
17 Julio	30.0	17.0	427.87	647.87
18 Julio	28.0	19.0	453.37	660.87
19 Julio	31.0	20.0	445.12	676.12
20 Julio	29.0	19.0	453.87	690.37
21 Julio	31.0	19.0	563.37	705.37
22 Julio	34.0	18.0	474.12	721.62
23 Julio	35.0	19.0	484.37	738.37
24 Julio	39.0	19.0	498.87	757.37
25 Julio	34.0	19.0	509.87	773.87

26 Julio	35.0	17.0	520.87	790.87
27 Julio	34.0	18.0	531.12	806.12
28 Julio	33.0	18.0	541.12	821.62

Formato 2. Registro de fruta dañada por parcela experimental.

Agricultor _____ Tratamientos
 _____ Feromona (Check mate)
 _____ Químico (pronóstico)
 _____ Testigo (Sin aplicar)

Repetición

Fecha de muestreo _____ Personal

¡Error! Marcador no definido. PUNTO DE MUESTRO E	NÚMERO DE ARBOL	NÚMERO DE FRUTA		% DE DAÑO	OBSERV.
		FRONDA	SUELO		
1	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
2	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
3	1				
	2				
	3				
	4				
	5				

Total					
-------	--	--	--	--	--

Formato 3. Registro diario de temperatura máximas y mínimas y su transformación correspondiente a unidades calor.

Agricultor _____ Nombre del Rancho

_____ Región productora

Período _____ a

Fecha	Temperatura		U.C.		U.C	Precip.	en
	Máx.	Mín.	1er.	2do.	Acumuladas	mm.	
	Diaría	Diaría	½día	½día			

