

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE
DOCTRINA Y
METODOS

BIONOMIA DE *Frankliniella schultzei* (TRYBON)
(THYSANOPTERA: THIRIPIDAE) Y VARIACION ESTACIONAL
DE ESPECIES DE TRIPS ASOCIADAS
AL CULTIVO DE TOMATE

por

Beatriz BELLENDÁ

Albertina GUARINONI

T E S I S presentada como uno de los requisitos
para obtener el título de Ingeniero
Agrónomo (Orientación Granjera)

Montevideo
URUGUAY
1985

TESIS aprobada por:

Director: Jug. Agr. Saturnino Núñez
(Nombre completo y firma)

Jug. Agr. Roberto Carralho
(Nombre completo y firma)

Jug. Agr. Carlos Bentancourt
(Nombre completo y firma)

Fecha: _____

Autor: BEATRIZ CECILIA BELUENDA CARNEIRO Beatriz Beluenda
(Nombre completo y firma)

ALBERTINA GUARINONI VEZOLI Albertina Guarinoni
(Nombre completo y firma)

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Agr. Saturnino Nuñez, por su dirección, orientación y colaboración en todas las etapas de este trabajo.

Al Ing. Agr. Roberto Carvallo, y a todo el personal docente de la Cátedra de Entomología de la Facultad de Agronomía.

Al personal técnico y no técnico del Departamento de Protección Vegetal de la Estación Experimental Granjera "Las Brujas".

Al personal de la biblioteca de la Facultad de Agronomía.

Y a quienes de una u otra forma prestaron su colaboración en la realización de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACION.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	V
I. <u>INTRODUCCION</u>	1
II. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	5
A) IMPORTANCIA DE LOS TRIPS COMO VECTORES.....	5
1. Características de la transmisión del virus TSWV.....	6
2. Plantas hospederas.....	8
B) ABUNDANCIA Y REGULACION NATURAL DE LAS POBLA- CIONES DE CAMPO.....	11
1. Factores que afectan la abundancia de los trips.....	11
2. Vuelos en masa—relación con hospederos....	15
3. Técnicas de muestreo.....	17
a). Trampas.....	17
b). Estimaciones desde vegetación colec- tada.....	19
C) ESTUDIOS BIOLOGICOS DE LABORATORIO.....	22
1. Técnicas de cría en laboratorio.....	22
2. Respuestas a la temperatura.....	25
a) Determinación de umbrales y constantes térmicas.....	25
b) Tablas de vida.....	31

	Página
III. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	39
A) PROCEDIMIENTO DE CAMPO.....	39
1. Instalación y manejo del cultivo.....	39
2. Técnicas de muestreo.....	39
3. Identificación de especies.....	41
B) PROCEDIMIENTO DE LABORATORIO.....	43
1. Cría en masa.....	43
2. Preferencia de oviposición.....	45
3. Preferencia larval de hospederos.....	47
4. Determinación de umbrales y constante térmica.....	48
5. Tabla de vida.....	51
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	54
A) TRABAJO DE CAMPO.....	54
1. Variación estacional de especies en tomate	54
2. Variación estacional en malezas.....	59
3. Análisis conjunto de la variación en tomate y correhuela.....	62
B) ESTUDIOS DE LABORATORIO.....	64
1. Preferencia de oviposición.....	64
2. Preferencia de alimentación.....	65
3. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo.....	67
a) Determinación de umbrales y constante térmica.....	67
b) Tabla de vida.....	71
V. <u>CONCLUSIONES</u>	76
VI. <u>RESUMEN</u>	78
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	80

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

<u>Cuadro No.</u>	<u>Página</u>
1 Parámetros de la tabla de vida de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> a 6 temperaturas	34
2 Datos biológicos para <i>F. intonsa</i> y <i>T. hawaiiensis</i> a 20°C	36
3 Duración de los estados de desarrollo a diferentes temperaturas de 4 especies de trips..	37
4 Datos biológicos de <i>T. imaginis</i> a 2 temperaturas	37
5 Duración media de los estados de vida de <i>F. insularis</i> a diferentes temperaturas	38
6 Coeficientes de correlación entre poblaciones de larvas y adultos en plantas de tomate y entre poblaciones de adultos en planta y en <u>trampa</u>	56
7 Coeficientes de correlación entre poblaciones de larvas y adultos en correhuela y entre <u>poblaciones</u> de adultos en planta y trampa	61
8 Temperaturas promedios y precipitaciones <u>acumuladas</u> por mes del período muestreado	62
9 Duración media de los estados de desarrollo en días (intervalo de confianza del 95%)	67
10 Tasa de emergencia de larvas y adultos a cinco temperaturas constantes.....	68
11 Longevidad, fertilidad y tasa de fertilidad a cinco temperaturas constantes	71
12 Parámetros de la <u>table</u> de vida de fertilidad de <i>F. schultzei</i> a cinco temperaturas	72

1	Fenología de especies, individuos y condiciones climáticas	14
2.	Relación entre Temperatura y tasa de desarrollo	26
3.	Curvas de sobrevivencia (L_x) y de fecundidad (M_x) de <i>F.intonsa</i> (línea sólida) y <i>T.hawaiensis</i> (línea punteada).....	35
4	Variación del número de trips en tomate para el período muestreado	55
5	Variación de especie en tomate para el período muestreado	55
6	Distribución de especies en tomate sobre hoja y flor	58
7	Variación de adultos muestreados y trampeados a lo largo del período	58
8	Tendencia poblacional de trips sobre <i>C.arvensis</i>	60
9	Captura de adultos en trampas y colectas del muestreo sobre <i>C.arvensis</i>	60
10	Variación estacional de trips sobre tomate y co-rehuela, y factores climáticos: Temperatura y Precipitaciones	63
11	Distribución de especies sobre tomate y <i>C.arven-sis</i>	63
12	Duración de de los estados de desarrollo de <i>F.schultzei</i> a temperaturas constantes	68
13	Relación entre la temperatura y la duración del desarrollo y su inverso (velocidad de desarro- llo), de los distintos estados	70
14	Curvas de sobrevivencia l_x y fecundidad a edad específica m_x de <i>F.schultzei</i> a 5 temperaturas constantes	74

I. INTRODUCCION

El cultivo de tomate en el Uruguay ocupa una superficie de 2.260 Hás, con una producción de 14.000 tt, según el Censo Agropecuario del año 1980. Es la principal hortaliza que se industrializa. En el país se produce durante todo el año, para el abastecimiento del mercado interno. Los cultivos al aire libre proveen tomate en los meses de verano y otoño, localizándose fundamentalmente en la zona sur, en los departamentos de Canelones y Montevideo. El tomate consumido en invierno y primavera se obtiene de cultivos al abrigo, principalmente en la zona norte (Bella Unión y Salto).

De los muchos problemas que presenta este cultivo, la susceptibilidad a enfermedades adquiere relevancia, y entre ellas, "la peste negra del tomate". Se denomina así a una enfermedad de origen virósico que ataca a varios cultivos, su agente causal es el virus TSWV.

Esta enfermedad es observada por primera vez en Australia en el año 1915, atacando tomate. En 1931 es identificada en el Reino Unido, y luego se disemina a un gran número de países.

En nuestro país, fue citada por primera vez por Bertelli y Koch de Bertelli en 1944. En ataques graves las pérdidas ocasionadas por esta enfermedad pueden ser totales, y aún cuando pueda lograrse algún rendimiento, la calidad comercial de los frutos se ve seriamente afectada.

En los últimos años, en nuestro país se han producido epifitias importantes, destacándose la del verano 1979-80. La distri

bución de esta enfermedad puede considerarse amplia en Uruguay, ya que fue detectada en 12 departamentos. (24)

Mundialmente se han citado 166 especies vegetales hospedantes del virus, entre las que se encuentran tanto malezas como plantas cultivadas; en el país se hallan 41 de ellas. (24)

Si bien la enfermedad presenta ataques esporádicos, con notorias variaciones dentro y entre años, se entiende que el gran número de especies hospedantes, facilitaría el mantenimiento de altas concentraciones del virus.

El virus de la peste negra ataca un gran número de especies vegetales, no obstante tiene la particularidad de ser transmitido sólo por insectos de la familia Thripidae. Este hecho debe ser considerado cuando se llevan a cabo medidas de control de la enfermedad. El desconocimiento del comportamiento de las especies vectoras, llevan al agricultor al manejo tipo calendario en la aplicación de plaguicidas, no obteniendo los resultados deseados.

Frankliniella schultzei (Trybon) es conocida como una de esas especies, citada como vectora en Argentina (34) y Brasil (14), y la única especie encontrada en tomate en el Uruguay.

Hasta el momento, en el país se dispone sólo de la variación estacional de trips en tomate. Como la incidencia de la peste negra no está en función de los trips en general, sino de las especies de trips que son vectores, se hace necesario conocer la variación de esas especies vectoras a través de todo el ciclo del cultivo.

Resulta más imperioso el estudio del comportamiento del vector, si se consideran las características de la transmisión del virus. Estos insectos toman el virus de las plantas infectadas sólo cuando se encuentran en estado larval, y luego de unos días son capaces de transmitirlo. Surge entonces la importancia que cumplirían las malezas, no sólo como hospedantes

del virus, sino como habitáculos importantes del vector.

Desde el punto de vista del control, es de fundamental importancia conocer si el ciclo de la especie vectora se cumple, en su mayor parte, sobre tomate; si así fuera, el control químico sería altamente eficiente. En cambio si el tomate no es su hospedero principal, y el trips migrara ya virulífero hacia el cultivo, la posibilidad de lograr éxito con el control químico disminuiría considerablemente. En estas circunstancias, el control de malezas tendría un papel relevante, ya que de efectuar este control, los trips carecerían del hospedero alternativo dentro del cultivo, para cumplir su ciclo. Si las malezas u otros hospederos fueran importantes en el desarrollo de los trips vectores, el control químico resultaría menos efectivo, pues siempre es posible una fuente de trips ya sea dentro o fuera del cultivo. A manera de ejemplo, pueden citarse observaciones que han mostrado cultivos severamente atacados, cuya única diferencia con cultivos sanos vecinos, era la presencia de malezas. (24)

En términos de predecir las densidades poblacionales de los trips, otro factor de gran incidencia en los ciclos biológicos de estos insectos, es la temperatura. Esta influye sobre ellos, tanto directa como indirectamente; directamente sobre su desarrollo y comportamiento, e indirectamente, afectando la disponibilidad de alimento. Es necesario entonces, estudiar detalladamente los efectos de este factor sobre el desenvolvimiento de las especies citadas como vectoras.

Dentro de esta problemática, se emprendió el siguiente trabajo a los efectos de esclarecer ciertos aspectos, en la búsqueda de soluciones para el control efectivo de esta enfermedad. Dicho trabajo tiene como objetivo estudiar:

- la variación estacional de *Frankliniella schultzei* (Trybon) y otras especies que pudieran aparecer en el cultivo de tomate.

- la dinámica poblacional relacionada al cultivo de tomate y ciertas malezas estrechamente vinculadas a este cultivo;
- la preferencia de hospederos de *F. schultzei*, en condiciones de laboratorio;
- los efectos de la temperatura sobre su biología.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

A) IMPORTANCIA DE LOS TRIPS COMO VECTORES.

La mayoría de las especies de trips adquieren trascendencia por ser plagas de importantes cultivos. Su efecto puede resultar de la propia alimentación, así como de la transmisión de enfermedades bacteriales o fúngicas por contacto mecánico. No obstante, el mayor perjuicio sobre los cultivos que causan muchas especies de trips, radica en la transmisión de enfermedades virósicas. (25)

Los trips causan daños al alimentarse de los tejidos vegetales y al extraer los jugos desde las lesiones que provocan. Exceptuando las raíces, pueden alimentarse de cualquier parte de la planta, pero en general tienen una marcada preferencia por los tejidos tiernos y de crecimiento rápido, sobre los cuales se concentran. Las superficies dañadas presentan una tonalidad plateada que se atribuye principalmente al aire que ocupa los espacios vacíos de las células dañadas. Dicho plateado se acentúa por el efecto que produce la epidermis actuando a manera de lente por encima de las células destruidas. En ataques intensos las áreas descoloridas se unen, las hojas se secan y caen prematuramente. Algunas especies depositan partículas fecales sobre las partes dañadas formando puntuaciones negras, pudiéndose desarrollar hongos sobre ellas. (25)

En resumen, el daño directo se presenta por: coloraciones plateadas, prematura defoliación, así como la aparición de cicatrices y distorsión de áreas de crecimiento, como hojas

terminales, yemas florales y ovarios de flores. Normalmente las plantas sobreviven al ataque, pero el daño a las hojas, frutos y semillas retarda el crecimiento e incide desfavorablemente sobre el rendimiento final del cultivo. (25)

1. Características de la transmisión del virus TSWV

Una de las enfermedades virósicas más conocida transmitida por varias especies de la familia Thripidae, es el virus de la Peste Negra del tomate, TSWV. Los vectores reconocidos como transmisores son: *Thrips tabaci*, (Lind) trips cosmopolita, común en las zonas donde el virus está presente, *Frankliniella schultzei* (Trybon) ampliamente distribuida en el Hemisferio Sur y *F. occidentalis* y *F. fusca* en América del Norte. (39)

F. schultzei presenta dos formas, una oscura distribuida en el Hemisferio Sur y otra clara, normalmente presente en el Hemisferio Norte. Aparentemente todas estas especies transmiten el virus con igual eficiencia, excepto la forma clara de *F. schultzei* conocida a menudo como *F. sulphurea*, que es incapaz de transmitirlo. (39)

En el Uruguay se han identificado sólo dos: *Thrips tabaci* en cebolla y *Frankliniella schultzei* en tomate, pimiento, correhuela y verdolaga. (32) (6)

Para convertirse en infectivos los trips deben alimentarse durante su estado larval sobre plantas conteniendo el virus, pero una vez infectados tanto larvas como adultos pueden transmitirlo. Este hecho fue explicado por diferentes teorías, tal como diferencia de habilidad en volverse infectivos debido a distintas condiciones físico — químicas del contenido intestinal, diferencias en las tasas de ingestión en larvas y adultos, o diferencias de permeabilidad al virus por parte de las paredes del intestino. Sin embargo ninguna explica totalmente el fenómeno; quizás el virus simplemente pueda multiplicarse en los tejidos larvales pero no en los adultos. (25).

Para la adquisición del virus los trips necesitan alimentarse sobre la planta al menos por 30 minutos. Posteriormente a la adquisición, existe un período latente de alrededor de 10 días (3-18), según la especie, lo que determina que el insecto se encuentre en estado adulto cuando trasmite el virus por primera vez. (25) (38)

El período por el cual un virus mantiene su poder infectivo dentro del insecto vector ha dado lugar a la clasificación en persistentes y no persistentes. El TSWV es un virus persistente. (13)

Los trips pueden permanecer infectivos por unos pocos días o de por vida, y transmitir el virus continua o esporádicamente, dependiendo posiblemente del porcentaje de virus originalmente adquirido. (24)

La importancia e incidencia de la enfermedad causada por los trips transmisores del TSWV difiere notablemente entre estaciones, localidades y cultivos. En tomate el virus ocasiona graves pérdidas en Sud Africa y California, que se agravan más aún en áreas costeras cálidas, probablemente porque no existen estaciones de congelamiento que destruyen los cultivos invernales infectados, como malezas y ornamentales, y posiblemente porque los trips son más abundantes en climas más uniformes. (25)

En Brasil, esta enfermedad causa daños considerables en plantaciones de tomate, pudiéndose constituir en el factor limitante del cultivo. (11)

En el área de Tucumán, Argentina la enfermedad causada por el TSWV sobre tabaco, puede presentar un porcentaje de infección del 5 al 95%, según años y zonas. (34)

En nuestro país causa daños significativos en tomate, pimiento y papa, llegando a reducir los rendimientos afectando seriamente la producción nacional. (24)

2. Plantas Hospederas.

La aparición de la peste negra en cultivos de tomate, lechuga y otras plantas susceptibles, resulta principalmente de la migración de vectores virulíferos desde las malezas a las proximidades. (9)

Parte de las 41 especies vegetales citadas como hospedantes del TSWV en Uruguay son también adecuados hospederos de los vectores, donde ellos pueden alimentarse y desarrollarse. (24)

Así como ya se mencionó se hallaron especies de trips citadas en otros países como vectoras, sobre correhuela, verdolaga, cebolla, tomate, papa y pimiento. (32) (6)

En el área de San Pablo, California se recabaron importantes evaluaciones sobre el comportamiento de *F. occidentalis* y *T. tabaci* en los alrededores de cultivos de tomate y lechuga. Poblaciones de estos trips fueron hallados sobre 18 especies vegetales entre las que se encontraban plantas cultivadas y malezas. De las observaciones surge, que mientras *T. tabaci* se alimenta de hojas y flores, *F. occidentalis* presenta marcada preferencia por las flores. En cultivos de tomate se observó que *T. tabaci* predomina en plantas jóvenes o en partes vegetativas de plantas viejas, sin embargo *F. occidentalis* ocurre sobre flores de plantas viejas. Esto explica cual de los vectores es responsable de la infección a diferentes edades de la planta. (36)

Para observar los hábitos alimenticios se realizaron pruebas de laboratorio sobre tomate y lechuga, así como en dos malezas susceptibles: *Convolvulus arvensis* y *Malva nicaensis*. Comparando estas pruebas con observaciones de campo, se concluye que tomate no es un huésped adecuado para la reproducción de ninguna especie vectora, ya que la postura en laboratorio fue ocasional, y cuando ocurría, los estados inmaduros presen

taban dificultad en completar su ciclo. La escasa presencia de larvas en cultivos de tomate corroboran esta conclusión. (36)

Este hecho puede explicarse por la característica morfológica de los pelos glandulares del género *Licopersicon*. Los trips se cubren con la secreción del pelo glandular y quedan inmovilizados en los pecíolos y pedúnculos florales. El cono floral, carente de pelos, es obviamente la única parte donde los trips pueden mantener sus apéndices libres. (4)

Como ninguna especie puede desarrollarse sobre tomate, este hospedero no sirve como fuente de virus. El virus debe provenir entonces de una fuente exterior al cultivo o de malezas infectadas dentro del mismo. Se encontró que una de ellas es *Convolvulus arvensis* creciendo en los alrededores y dentro del cultivo de tomate. (36)

En relevamientos realizados en Brasil, se destacó el papel que cumple la verdolaga (*Portulaca oleracea*) en esta dinámica. Su importancia estriba en la abundancia de esta maleza en las cercanías del cultivo de tomate, y en constituir un considerable reservóreo de virus por largo tiempo. No obstante los autores desconocen si los trips vectores se reproducen con facilidad en esta maleza; si así ocurriera su importancia se incrementaría, pues el insecto se vuelve virulífero solamente en los estados inmaduros (9)

Experiencias realizadas mostraron que, en la mayoría de los casos, el ataque de peste negra resulta de la migración de los insectos vectores de las malezas hacia cultivos próximos. El conocimiento de las malezas hospederas del virus es pues de importancia en relación al control de la enfermedad en los cultivos. (9)

En estudios realizados sobre trips infestando tomate, y su ocurrencia sobre otras plantas hospederas en el estado de Utah, USA, se determinó que las especies más abundantes fueron

F.occidentalis y *T.tabaci*. *F.occidentalis* fue colectada desde muchas especies de leguminosas, compuestas y solanaceas. *T.ta-baci* tiene un rango de hospederos tan amplio como la especie anterior; además fue colectado desde papa y berenjena, las cuales están estrechamente vinculadas al tomate. La falta de hospederos específicos de estas especies polífagas, hace dificultosa la efectividad del control por erradicación de malezas y selección de cultivos vecinos. Sin embargo la abundancia de estos trips en el cultivo de tomate, puede ser reducida brindando mayor atención al control de malezas. (26)

La no correspondencia en el control de peste negra en el tomate, con el control químico de los trips en el cultivo acentúa esta necesidad. (36)

Esta última observación también fue expuesta en estudios de cultivos de tomate en invernáculos, donde los insecticidas no presentaron un control satisfactorio de la peste negra. (52)

El control químico de *F. occidentalis* a los efectos de evitar el daño directo sobre tomate no fue adecuado, posiblemente debido a la tolerancia a los insecticidas empleados, o a la constante migración a las áreas tratadas desde cultivos adyacentes. (43)

Sin embargo tratamientos de insecticidas sistémicos y organo fosforados dieron resultados efectivos, para el control de *Frankliniella* sp., disminuyendo la enfermedad en forma significativa y muy significativa. (11), (34);(20)

En otros trabajos sobre *T.tabaci* en tabaco, se destacó la importancia del control de malezas para el control del vector y del virus. (19)

Ante la problemática de no lograr siempre efectivo control de la enfermedad con tratamientos químicos, se hace necesario conocer los factores que regulan las poblaciones de trips tal como la temperatura, migración y precipitaciones, para in-

tentar comprender el comportamiento del vector y su relación con las malezas. (16)

B) ABUNDANCIA Y REGULACION NATURAL DE LAS POBLACIONES DE CAMPO

1. Factores que afectan la abundancia de los trips.

El desarrollo, comportamiento y distribución de los insectos son directamente influenciados por algunos factores ecológicos, dentro de los cuales se destaca la temperatura. (27)

A través de su efecto sobre la tasa de desarrollo, la temperatura determina considerablemente el número de generaciones por año y por estación de los trips. Cuando el ciclo de vida no es perturbado por diapausa, tiempo desfavorable o escasés de alimento, la multiplicación continúa durante todo el año. Sin embargo el ciclo de vida se ve prolongado en estaciones frías; por ejemplo, en Carolina del Sur, *F. tritici* sobre algodón presenta 12-15 generaciones al año, de las cuales 10-11 ocurren en los 6 meses más cálidos, y 4-5 en los meses fríos. (25)

En condiciones naturales los efectos de la temperatura y las precipitaciones, los dos factores climáticos más importantes que afectan el número de trips, son interdependientes. Muchas especies soportan amplios rangos de temperatura, incluyendo temperaturas de congelación, pero las condiciones muy secas o muy húmedas causan mayor mortalidad, especialmente a especies invernando en el suelo. En el otro extremo, la temperatura alta no es un factor que explique por si sólo la mortalidad, sino que debe asociarse a condiciones de sequedad. En estas condiciones, secas, el estado más vulnerable es el pupal. (25)

En regiones templadas, los veranos secos estimulan la reproducción de muchas especies, hasta que el alimento se vueleve inadecuado o escaso.

En áreas con climas uniformes, como California del Sur, muchos trips tal como *Frankliniella* sp pueden desarrollarse hasta el fin del invierno, y estar presente todos los estados. Pero en áreas subtropicales, donde los inviernos son más severos, los estados inmaduros de algunas especies pueden perecer. (25)

En las estaciones invernales pueden sobrevivir adultos de ambos sexos, larvas o pupas, dependiendo de las especies. El estado sobreviviente formará la población base en la siguiente estación.

Las poblaciones de especies partenogenéticas son comúnmente mayores en estaciones calurosas, porque el tiempo para completar su desarrollo es menor, pudiéndose dar mayor número de generaciones. Así, los ataques de *Thrips tabaci* sobre cebolla no son económicamente importantes hasta que la temperatura media diaria no supere 14.5°C. (25)

En regiones templadas las precipitaciones intensas producen mortalidad por arrastre de los insectos. Como ejemplo puede citarse el efecto de una lluvia torrencial con granizo, que ocasionó un lavado del 70% de la población de *T. tabaci* sobre cebolla. (25)

Estudiando el efecto de la temperatura y lluvia sobre esta misma especie en cultivos de cebolla, en el sur de Texas, se observó que fuertes lluvias redujeron el número de trips por planta, y temperaturas medias superiores a 14,5°C favorecieron fuertes infecciones. El efecto de una lluvia se manifestó en una reducción del número de trips por planta de 15,3 previo a la lluvia a 14,5 luego de 11,2 mm de precipitación(16)

En orden de analizar las variaciones anuales de *F. occidentalis* en el área de San Francisco, se llevaron a cabo muestreos sobre *Brassica campestris* por un período de 3 años. Las fluctuaciones anuales en poblaciones de primavera estuvieron gobernadas al menos en parte, por las precipitaciones. Su importancia radicó en el efecto sobre las plantas hospederas.

Cuando las lluvias ocurrían tardíamente, el tamaño de las poblaciones de primavera resultó mayor, en cambio la efectividad de las lluvias tempranas fue menor ya que sucedieron antes del período de crecimiento de las plantas huéspedes. Este hecho pudo constatarse por la ausencia de correlación entre la cantidad de lluvia y el tamaño de la población de *F. occidentalis* en primavera. Es posible entonces, que la intensidad tuviera mayor efecto que la cantidad. El incremento de la población fue más severamente afectado por lluvias intensas de corta duración, que por aquellas leves con períodos intermedios calurosos. Estos intervalos permitieron el desarrollo de larvas temprano en la estación, lo que se tradujo más tarde en un incremento de la población . (7)

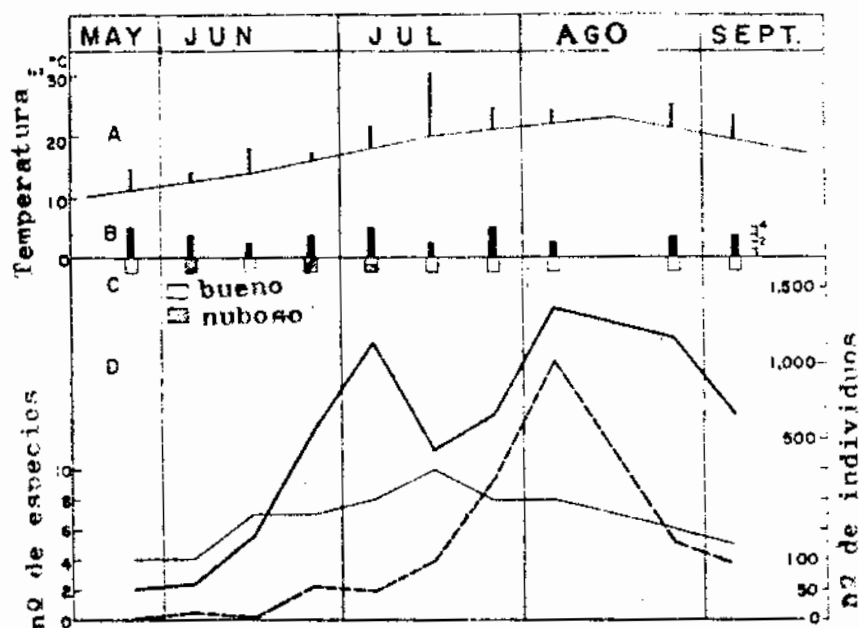
La precipitación tiene entonces un doble efecto sobre las poblaciones de trips: retarda la oviposición y el desarrollo larval, pero provee mayor número de hospederos adecuados.(7)

En la siguiente gráfica se aprecian las fluctuaciones estacionales de un gran número de especies estudiadas en Japón así como el número de individuos, conjuntamente con las condiciones climáticas de la región. El mayor N° de especies se observó en principios de julio, descendiendo luego. El N° de individuos presentó dos picos, en principios de julio, causado principalmente por *Haplotrips niger*, y en agosto por *H. chinensis* y *F. intonsa*. . (23)

FACULTAD DE AGRONOMIA



DEPARTAMENTO DE
DOCUMENTACIÓN Y
BIBLIOTECARIA



Gráfica N°1: Fenología de especies, individuos y condiciones climáticas.

A. Temperatura media mensual (línea vertical: Temp. en el momento de muestreo).

B. Viento durante el muestreo (clases 0 a 5).

C. Condiciones generales del tiempo (bueno y nuboso).

D. N° de especies (línea fina), individuos (línea gruesa) y larvas (línea punteada). (Extractado de Kudo, I) (23)

En nuestro país, en la Estación Experimental Granjera "Las Brujas" se estudió el comportamiento migratorio estacional en relación a los cultivos de cebolla y tomate de *F. schultzei* y *T. tabaci*, y las posibles interacciones con factores climáticos. (32)

Datos de seis años de muestreo sobre cultivo de cebolla indican que los picos máximos de vuelo ocurren siempre en Diciembre y Enero, lo que coincidió con el período de menor precipitación. Los incrementos de temperatura fueron acompañados de incrementos

en la actividad de vuelo. Las variaciones en la actividad de vuelo muestran estar en relación inversa a la magnitud de lluvias, cuando la temperatura media deja de ser la variable determinante. Así, después de Diciembre, la temperatura media tiende a estabilizarse en aproximadamente 22 °C. (32)

El coeficiente de correlación múltiple entre temperatura, lluvia y actividad de vuelo para los seis años durante los meses de Noviembre a Enero fue altamente significativo $r=0,73$ y los coeficientes de correlación simple fueron: $r=0.69$ y $r=-0,51$ respectivamente. (32)

Un estudio global del efecto de los factores climáticos sobre el desarrollo, sobrevivencia y longevidad de *Thrips imaginis*, fue llevado a cabo en el sur de Australia en 1948. Mediante un modelo de regresión múltiple se determinó que la abundancia de esta especie, depende enteramente de la temperatura y las precipitaciones, afectando directamente a la especie e indirectamente a través de su fuente alimenticia, sin considerar los factores densidad dependientes. (25) (48)

Muchos autores critican la validez de este modelo pues consideran que no se tuvieron en cuenta factores densidad-dependientes como mortalidad de huevos, escasez de alimento larval, o parasitismo de estados inmaduros. A pesar de ello, se puede concluir que la temperatura es el factor que regula en mayor grado el desarrollo y dispersión de los trips, y las precipitaciones actúan como factor de mortalidad. Estos dos factores parecen ser los reguladores de las tendencias poblacionales a largo plazo. (25)

2. Vuelos en masa -Relación con hospederos.

La migración por vuelo desde los sitios de multiplicación es un evento regular en el ciclo de vida de muchas especies. (25)

El vuelo está regulado por factores físicos y biológicos. Dentro de estos factores físicos la temperatura ejerce una influencia muy marcada. Así en regiones templadas, el umbral de temperatura del inicio de vuelo está entre 17-20°C, dependiendo de la especie. (25)

El vuelo se encuentra influenciado también por condiciones de luz. Una evidencia de esto es la inhibición de vuelo a bajas intensidades luminosas. (25)

Dentro de los factores biológicos el más importante es la calidad del alimento, así, cuando las plantas se acercan al final de sus ciclos se estimula la iniciación del vuelo, produciéndose vuelos en masa. (25) En California las masas migratorias de *F.occidentalis* ocurren comúnmente cuando los cultivos se secan, enmalezan o cosechan. Estas masas infectan los cultivos, plantas ornamentales y malezas, aunque no sean hospederos preferenciales, si se encuentran cercanos o en la dirección de los vientos prevalentes. Por ejemplo, tras la cosecha de la lechuga, principal fuente de virus de esta área, ocurre la diseminación del virus por medio de trips, a cultivos de tomate y otras plantas creciendo en la vecindad. (36)

Con el objetivo de evaluar la migración de insectos desde cultivos de alfalfa para heno a campos de poroto, se realizaron muestreos paralelos en estos cultivos, en el Estado de Idaho, USA. En alfalfa la técnica de muestreo usada fue barridas con red, mientras que en poroto se recolectaron muestras de 10 hojas a 10, 50 y 100 m de distancia del cultivo de alfalfa. *F.occidentalis* es la mayor peste en Idaho la cual debería migrar desde los cultivos de alfalfa cosechados. El N° de trips se triplicó sobre las plantas de poroto después del corte de la alfalfa, sin embargo no se observaron diferencias significativas entre los muestreos sobre poroto a las diferentes distancias del cultivo de alfalfa. Los incrementos en el n° de trips

se triplicó sobre las plantas de poroto después del corte de la alfalfa, sin embargo no se observaron diferencias significativas entre los muestreos sobre poroto a las diferentes distancias del cultivo de alfalfa. Los incrementos en el n° de trips aparecieron altamente correlacionados con el comienzo de la floración en los campos de poroto, lo cual puede explicarse por la marcada preferencia de *F. occidentalis* por las flores.(44)

En nuestro país cuando declina el ciclo vegetativo del cultivo de cebolla, para el mes de enero y mediados de febrero, se registraron bajas en las capturas de trampas, mientras que los registros en tomate y pimiento indicaron una actividad permanente hasta mayo. (32)

3. Técnicas de muestreo

a) Trampas

Muestrear poblaciones desde el aire resulta más fácil que hacerlo desde el suelo, porque el medio es homogéneo y los insectos son fácilmente separados de él. Sin embargo, los resultados de las trampas aéreas son más difíciles de interpretar que los conteos desde vegetación. (25)

Es necesario definir claramente el objetivo del trampeo antes de emprender un programa, ya que éste determina el tipo de trampa requerida.

Para estimaciones relativas de población han sido usadas trampas de agua y trampas pegajosas. Su eficiencia depende del tamaño y forma de la trampa, velocidad del viento y probablemente, del tamaño de los trips.

Las trampas pegajosas pueden ser superficies planas o cilíndricas; las superficies planas han sido usadas tanto en posición vertical como horizontal, pero las cilíndricas resultan más eficientes, ya que el aire a su alrededor no forma turbulencia y pueden atrapar insectos desde todas direcciones. (25)

Estas trampas son adecuadas para detectar tiempo de emergencia desde la invernación o cambios estacionales en actividad. (25)

El tamaño de la trampa depende de la frecuencia de las inspecciones y de la probable densidad de la población aérea. Generalmente, cortos intervalos de inspección necesitan trampas más grandes. Por ejemplo, en campos de cebolla se han usado cilindros con una superficie de 250 cm^2 . (25)

El material adherente debe expandirse homogéneamente, en una delgada lámina sobre la superficie exterior del cilindro. (25)

La experiencia en nuestro país revela el uso de trampas construídas de plástico blanco rígido, de 30 cm de largo y 3 cm de diámetro. Como material adherente se usó tree-tanglefoot o lanolina, siendo colocadas en cultivos de tomate y cebolla. La periodicidad de las inspecciones fue de 7-10 días. (32)

En cuanto a la preferencia de color, trabajos realizados en montes de pera, demostraron que usando trampas pegajosas blancas, se colectaron 9 veces más *F. occidentalis*, que sobre amarillas. (18)

En campos de algodón, poblaciones mezcla de trips fueron más fuertemente atraídas a paneles de plástico blanco, láminas de aluminio azules, y, en forma menos marcada, al plateado, que al rojo, marrón o negro. Estos materiales pueden ser usados como instrumento en el estudio de la ocurrencia estacionales de estos insectos. (3)

Los trips no pueden ver colores, pero si distinguen entre diferentes grados de brillo. Sin embargo, *Limothrips cerealium* es capaz de distinguir diferentes longitudes de onda, explicando así porque no es atraído por el blanco. La atraktividad del blanco para la mayoría de las especies, parece deberse al mayor contraste con el medio. (25)

La precisión de las colectas difiere entre los tipos de trampa, y entre trampas iguales colocadas a diferentes alturas, como puede observarse en el siguiente cuadro.

Trampas	Especies	Coef. de variación	%
		Nivel del cultivo	2 m
Succión	todas	7.8	—
Pegajosas	"	21.4	20.2
Agua	<i>Limothrips cerealium</i>	27.8	42.8
	<i>Chirothrips manicatus</i>	28.6	56.4
	<i>Taeniothrips</i> spp	26.8	27.8
	<i>Thrips</i> spp	29.4	36.7

A nivel del cultivo puede apreciarse la eficiencia de las trampas de succión frente a las de agua y pegajosas. A 2 m por encima del cultivo, donde el viento es más fuerte, se observa como las trampas pegajosas mantienen su precisión, hecho que no sucede con las trampas de agua. (25)

b) Estimaciones desde vegetación colectada

Hay pocas especies de plantas sobre las cuales los trips pueden ser vistos fácilmente, y mantenerse quietos el tiempo suficiente como para ser contados "in situ". Por lo tanto, para estimar el tamaño de la población es más preciso remover la vegetación infestada para que los trips puedan ser extraídos y contados. Pero existe dificultad de obtener estimaciones confiables a partir de muestras vegetales. (25)

Estudios realizados en *Pyrethrum* plantado a una distancia de 30 cm en la fila, y 1 m entre filas, demostraron que muestras extraídas al azar contenían menos trips que aquellas provenientes de otros tipos de muestreos. Existen dos razones que pueden explicar este comportamiento: los trips se

mantuvieron agrupados en las parcelas, y, por efecto del azar, pudieron no incluirse plantas fuertemente infestadas en las muestras elegidas. En efecto, la distribución agrupada en poblaciones de campo es más usual que aquellas regulares o aleatorias(25). Un ejemplo lo constituyen observaciones realizadas en Japón, sobre un gran número de especies, las que mostraron una distribución agrupada para la mayoría de los casos.(23)

Otro factor que afecta la precisión del muestreo, es que la continuidad del follaje en la fila, permite que las larvas caminen de una planta a la otra, pero no entre las filas. Para disminuir el error debido a la distribución en grupos, se recomienda atravesar el cultivo transversalmente, tomando muestras de distintas filas. (25).

La unidad de muestreo, y el tamaño de la muestra para diferentes cultivos ha sido listada, pero la precisión de las estimaciones que esta lista provee es desconocida. (25)

Para el muestreo de tomate y cebolla, en nuestro país, el tamaño de muestra fue de al menos 5 plantas de cebolla y 39 flores de tomate, con 4 repeticiones. (32)

En observaciones sobre la abundancia relativa de trips en una zona de Japón, se tomaron muestras de 50 flores o inflorescencias. Al comienzo o final del período de floración cuando fue imposible obtener esa cantidad de flores, el número de trips obtenido fue corregido mediante la siguiente conversión:

$$\begin{aligned} \text{N}^{\circ} \text{ de trips estimados} &= \frac{\text{N}^{\circ} \text{ actual de trips colectados}}{\text{N}^{\circ} \text{ flores examinadas}} \times 50 \\ \text{desde 50 flores} & \end{aligned} \quad (23)$$

Una manera de verificar la precisión del muestreo es tomar dos muestras simultáneas y calcular su varianza. La precisión será mayor para muestras más grandes, pero puede sacrificarse parte de ésta, en razón de un muestreo más práctico.

Por ejemplo el coeficiente de variación de una muestra de 20 flores de rosa fue del 12%; para 40 muestras la estimación fue más precisa, pero el método fue demasiado laborioso. (25)

Los métodos para separar los trips desde las muestras vegetales difieren, dependiendo de las características físicas de la planta y del comportamiento de la especie de trips. (25)

Se dispone de métodos de extracción basados en el movimiento de los trips cuando se les aplica repelentes o gradientes de temperatura. Estos son los llamados métodos dinámicos. La mayor desventaja de éstos es que los estados menos móviles o sedentarios son extraídos menos eficientemente que los activos, mientras que en los métodos de lavado la eficiencia de extracción es probablemente similar en todos los estados (25)

Cuando los trips se encuentran sobre hojas lisas, pueden ser removidas fácilmente sumergiendo las hojas en alcohol 70%. Sobre vegetación pilosa o rugosa, las muestras son inmersas en alcohol al 70% y agitadas vigorosamente. Es conveniente realizar un doble filtrado para separar los trips de los restos de vegetación. La solución conteniendo los trips se vuelca dentro de una caja de Petri. Para facilitar el conteo, se recomienda colocar una rejilla que divida el área en compartimentos menores, de manera de permitir la observación por medio de una lupa. (25)

Los resultados de la comparación de 3 métodos de extracción de *F. tritici* desde flores de rosa revelan que el lavado fue el más eficiente. Sin embargo debe tenerse presente que el n° de trips puede sobrevalorarse, ya que los especímenes muertos anteriormente contenidos en las muestras, también son removidos. (47)

C) ESTUDIOS BIOLOGICOS DE LABORATORIO

1. Técnicas de cría en laboratorio.

Entre las variables ambientales que afectan el crecimiento de las poblaciones de insectos, la temperatura resulta de mayor importancia. Ella influye sobre el desarrollo, reproducción, sobrevivencia y comportamiento de las especies. (8)

Surge entonces la necesidad de estudiar el efecto de la temperatura en condiciones de laboratorio con el fin de obtener información básica para comprender los factores que regulan las poblaciones en el campo. (17) (28)

A continuación se presenta la bibliografía que aporta conocimientos fundamentales para llevar a cabo estos estudios.

La dificultad en la cría de muchas especies de trips radica en su pequeño tamaño, su fragilidad frente al manipuleo y su remarcada habilidad de escabullirse a través de hendidajas impersectibles. (25) Como consecuencia, para su cría deben considerarse 3 necesidades básicas: — técnicas de manipulación satisfactorias, — apropiados dispositivos de cría, y — plantas hospederos o alimento adecuado.

En cuanto a la determinación de hospederos adecuados, la bibliografía revela varios métodos que permiten definir el hospedero más apto dentro de un rango de vegetales probados.

En orden de determinar la preferencia de hospederos de *Myzus persicae* se llevaron a cabo pruebas de laboratorio de comparación de especies vegetales. Se cortaron dos discos de hoja, de dos cm de diámetro de cada especie vegetal a ser comparada. En el perímetro de un papel de filtro húmedo dentro de una caja de petri, se dispuso en forma alternada los discos de hoja de cada especie vegetal. Diez áfidos fueron trasladados con un pincel, desde su sitio de alimentación al centro de la caja de petri. La caja fue tapada y expuesta a temperatura ambiente con

iluminación uniforme. El n° de áfidos asentados sobre cada especie vegetal fue contado 2, 4 y 24 hs. luego de comenzada la prueba. Una prueba de Student fue usada para determinar si el comportamiento de los áfidos difirió significativamente desde una distribución al azar. (2)

Otros autores estudiaron la preferencia de hospederos y reproducción de cuatro especies de áfidos de cereales sobre malezas comunes. Las pruebas se realizaron sobre plantines y plantas maduras, con un diseño al azar. Los áfidos tuvieron libre elección de la planta hospedera, efectuándose los conteos 24 hs. después de iniciada la prueba.

Las pruebas de reproducción se realizaron colocando 5 áfidos en plantas confinadas individualmente. La reproducción fue tabulada durante 7 días por conteo del n° de ninfas, comparando los datos por un análisis de varianza y prueba Duncan. La correlación entre la preferencia de los áfidos por las malezas y la reproducción sobre ellas, fue medida por el coeficiente de correlación "r" y testada por prueba "t". (21)

Para determinar la resistencia de varias líneas de maíz al ataque de *F. fusca*, 30 larvas se confinaron sobre una hoja de cada línea. Las larvas usadas para la prueba tenían 2 a 3 días de emergidas. Luego de 7 días los trips vivos fueron contados y ambos lados de las hojas fueron tasados por daño, mediante una escala de 8 puntos, donde 1 indicaba ausencia de alimentación y 8 superficie totalmente dañada. Las líneas fueron comparadas con una prueba de rango múltiple de Duncan. (22)

Las técnicas expuestas para la cría de trips consisten en dos grandes grupos:

- 1) Dietas artificiales: son usadas principalmente para estudios de transmisión de virus.
- 2) Alimentación natural: los requisitos básicos para la construcción de cajas para confinar trips son los siguientes: — las aberturas no deben ser mayores a 400 mallas; — debe evitarse

la condensación sobre las paredes de la caja y — el diseño de be ser tal que permita la fácil colección y observación de los insectos. (37)

Dentro de alimentación natural se diferencian dos tipos de técnicas:

1) Cría sobre plantas creciendo. Para confinar plantas individua les en pruebas de alimentación y/o adquisición de virus, se han usado "faroles" cilíndricos de plástico o vidrio. A los efectos de evitar la condensación se realizaron aberturas las cuales se cubrieron con una tela fina. Este cilindro es coloca do sobre la planta, enterrándolo unos centímetros. (37)

Para restringir los movimientos de los trips, fueron usadas varias modificaciones de cápsulas "sandwich". La más usada por el autor, consistió en 2 láminas de plástico duro, que encerra ban un trozo de fieltro negro y parte de la hoja, con un orifi cio central, donde se colocaban los trips. Este dispositivo se aseguró mediante una pinza. (37)

2) Cría sobre parte de plantas o tejidos. Hojas pequeñas o tallos pueden ser colocados en tubos, permitiendo que el pecíolo o parte del tallo se embeba en agua para evitar la deshidratación. (25) Este método fue empleado en la cría de *Leptothrips mali* sobre hojas de manzana infectadas por *Panonychus ulmi*. Se adaptó un recipiente perforando su fondo, para permitir que el pecíolo de las hojas de manzana se introdujeran en agua. La parte superior del recipiente fue cubierta con una tela de 100 mallas. El recipiente tenía una capacidad de 120 ml, y en él se colocaron 30 adultos o larvas. (33)

Un nuevo método se llevó a cabo para la cría de trips de flores, *F. intonsa* y *T. hawaiiensis*, mediante un tubo de vi drio abierto por ambos lados, los cuales se cubrieron por una membrana extensible de "Sealonfilm" (R). Luego de sellar un extremo, se introdujeron los trips junto con polen (té, pera, frutilla, pino o tulipán). Se procedió luego a cerrar el ex

tremo superior con dos láminas de "sealonfilm", colocando entre ambas una gota de solución de miel al 10%. Las hembras ponían sus huevos en el seno de esta solución, permitiendo así que fueran retirados fácilmente. Para la eclosión de dichos huevos éstos se colocaron sobre un trozo de sealonfilm flotando en agua, dentro de una caja de Petri. (30)

Comparando la cría de larvas y pupas con polen frente a hojas de frutilla o frutos de tomate, se observó un mejor desarrollo con el primer método. Debido a la presencia de polen los trips pusieron mayor n° de huevos y completaron enteramente su ciclo de vida. Las crías en masa también fueron posibles por este método. (30)

Otro método empleado para la observación de trips, es el llamado "isla de hoja". Se extrajeron discos de hojas de poroto y algodón que se colocaron sobre una tela húmeda. Los trips fueron depositados sobre el disco, y la caja se llenó de agua de manera que los discos quedaron florando. La tapa de la caja presentaba un orificio cubierto con gasa. (40)

2. Respuestas a la Temperatura.

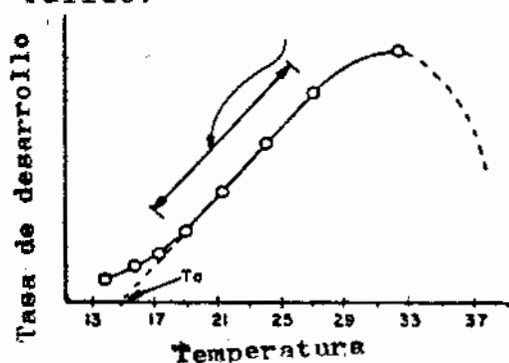
a) Determinación de umbrales y constante térmica.

Los insectos son animales poiquiloterms, por lo tanto no poseen un mecanismo regulador de la temperatura de su cuerpo, la cual acompaña las variaciones térmicas del medio ambiente. Dentro de un amplio rango de temperaturas en la cual los insectos se desarrollan, existe una zona favorable para cada especie. En esa zona la efectividad de la temperatura se cuantifica por encima de un valor mínimo de temperatura, que constituye el umbral térmico de la especie, por debajo del cual el desarrollo cesa. Esta cuantificación de la temperatura efectiva, determina una escala fisiológica para los insectos, la cual se relaciona con el tiempo cronológico, mediante una unidad llamada grados-días (GD). Esta unidad representa la sumato

ria de las temperaturas efectivas para la especie, en un período de tiempo (41).

Una de las ecuaciones más útiles propuestas para relacionar la temperatura con el tiempo de desarrollo de los insectos es la siguiente: $K = d(T-t)$, donde K es la constante térmica expresada en grados-días, d es el tiempo requerido para completar el desarrollo en días, T la temperatura ambiente, y t la temperatura límite de desarrollo. La velocidad de desarrollo puede ser calculada por el recíproco del tiempo de desarrollo, de modo que $v=1/d$. (41).

La velocidad de desarrollo también puede ser expresada por la siguiente ecuación: $v=(T-t)/K$. En la ecuación la constante t es llamada cero vital o umbral térmico de desarrollo. La gráfica 2 muestra la típica curva sigmoide de desarrollo, abarcando la región lineal de dicha curva, donde el concepto de grados-días es válido.



Gráfica 2 - Relación entre temperatura y tasa de desarrollo.

El cero vital (T_a) representa la temperatura en la cual la prolongación de la región lineal intercepta con el eje de abscisas. Este valor de temperatura indicaría el cese de desarrollo si la curva continuara recta. (15, 35)

El concepto de GD presenta 3 inconvenientes:

- 1) el cero vital no es el verdadero umbral de desarrollo; el punto real correspondería a una temperatura sensiblemente

menor; 2) en las temperaturas extremas la predicción de la tasa de desarrollo puede presentar grandes errores; 3) en algunos casos la alternancia de temperaturas puede estimular el desarrollo; por ejemplo huevos de *Melanopus atlantis* a temperatura constante de 32°C se desarrollaron en 5 días, en cambio en condiciones de 16 hs. a 12°C y 8 hs. a 32°C, lo hicieron en tres días. (15, 35)

El producto del tiempo de desarrollo, por el exceso de temperatura por encima del umbral térmico es llamado constante térmica y se expresa en GD. Así, dentro de la región lineal de la curva, cada estado de desarrollo tendrá una consta nte térmica característica y requerirá un número fijo de GD para completarse. Por lo tanto si la temperatura varía, es teóricamente posible predecir el tiempo necesario para completar el desarrollo, por la adición de GD que contribuye cada temperatura; este procedimiento es llamado sumatoria térmica (35).

La ecuación definitoria de v implica que cuando se obtiene una regresión lineal entre v y T , tal como $v=a+bT$, la constante térmica puede ser estimada por $1/b$, y el umbral de desarrollo T , asumiendo $v=0$.

En la bibliografía que se dispone no se encontró información sobre constante térmica de trips que puedan servir como antecedente a este estudio. La única excepción lo constituye una especie habitante de zonas forestales en Alemania, *Taeniothrips laricivorus*, que requirió 11.210 ± 230 GD para completar su desarrollo y un umbral de 8°C. (25)

Frankliniella schultzei fue criada sobre tomate en invernáculo a temperatura fluctuante. La relación entre la duración del ciclo de vida, en días, y la temperatura fue de tipo hiperbólico. La gráfica del recíproco del tiempo de desarrrollo vs la temperatura, siguió aproximadamente una línea recta, que cortó la abscisa de temperaturas a 11.7°C. Esto significaría que el punto crítico para la especie se encontraría cer-

cano a 11.7°C. Sin embargo los autores señalan que este punto crítico podría ser algo menor, debido a errores en los registros de temperatura. (12)

Las formas de cálculo de umbrales y constante térmica expuestas anteriormente, fueron utilizadas en estudios biológicos de dípteros y lepidópteros (28, 51).

En la práctica, estos parámetros pueden utilizarse para la construcción de modelos de predicción de poblaciones de - insectos, considerando que la acumulación continua de unidades de calor es una asociación funcional de tiempo de crecimiento y tiempo fisiológico (49).

Fue proyectado y probado un modelo dependiente de la - temperatura para predecir el desarrollo de la población de *Myzus persicae* en campos de papa. Se utilizó una estimación del tiempo generacional esperado en el campo, mediante la acumulación de GD. Se realizó una regresión entre los datos de densidad poblacional obtenidos de muestreos de campo y el número esperado de generaciones, para deducir ecuaciones de predicción. Este modelo fue usado para evaluar estrategias de control y decidir fechas de pulverizaciones según predicciones climáticas (49).

Otro modelo más general, basado en el concepto de GD, está siendo evaluado para predecir la emergencia temprana en la estación de *Scitothrips citri* (moulton) desde huevos invernantes, así como la subsecuente distribución de los estados de vida y número de generaciones de la especie. Superponiendo los conteos periódicos de adultos y estados inmaduros con la acumulación de GD, calculados desde las desviaciones de temperaturas máximas y mínimas a partir de 17°C, los autores podrían correlacionar los patrones cíclicos de los picos poblacionales de *S.citri* con la acumulación específica de GD (46).

Con el objetivo de predecir la emergencia de primavera y el desarrollo post-diapausa de *Ostrinís nubílalis* (Lepidoptera), se diseñó un modelo dependiente de la temperatura. Para observar el desarrollo post-diapausa se llevaron a cabo estudios de laboratorio a 10 temp. constantes. A partir de esos datos fueron construídas curvas tasa de desarrollo vs. temperatura, e incorporadas dentro de un modelo predictivo de emergencia de primavera. Un modelo basado en temperaturas máximas y mínimas fue comparado con las capturas en trampa de luz negra durante dos años, con el fin de validar el modelo de emergencia de primavera. En contraste al modelo de GD, este modelo no asume una relación lineal entre la temperatura y la tasa de desarrollo, y además puede prescindir de los máximos y mínimos utilizando los valores de temperatura a intervalos de dos horas. Estas predicciones deben, por lo tanto, compararse con modelos menos sensibles basados solamente en GD. (1)

Uno de los estudios cuantitativos más detallados del efecto del clima sobre la abundancia de los trips, que incorpora el concepto de GD, fue realizado para *Thrips imaginis* en el sur de Australia. Las observaciones se llevaron a cabo durante 14 años, colectando muestras de 20 rosas, casi diariamente. No obstante, los registros no abarcaron el n° total de rosas disponibles, y no estudiaron las plantas sobre las cuales los trips se reproducían, por lo tanto los datos representan una fracción variable de la población real de trips. Usando un análisis de regresión múltiple, los autores refirieron los máximos poblacionales de cada año a los factores climáticos que afectan el desarrollo, sobrevivencia, longevidad y disponibilidad de alimento para los trips. Fueron elegidos cuatro factores para representar las siguientes variables: (i) oportunidad para el crecimiento de alimento en el otoño, invierno y primavera previa, representada por x_1 , como el total de GD desde el comienzo de la estación hasta Agosto (5-6 meses antes del incremento de la población).

- (ii) período en el cual las plantas hospederas permanecen suculentas y adecuadas para la reproducción, definida mediante x_2 , como el total de precipitaciones durante la primavera.
- (iii) período suficientemente cálido durante la primavera apto para reproducción, definido por el total de GD en primavera, x_3 .
- (iv) efecto de la abundancia de los trips, o producción de semillas de sus plantas hospederas anuales en una estación, sobre la población de trips en la siguiente, el cual fue definido como GD de Agosto del año anterior, x_4 .

La ecuación derivada del análisis fue:

$$\text{Log } Y = 2.39 + 0.1254 x_1 + 0.2019 x_2 + 0.1866 x_3 + 0.085 x_4$$

donde Y representa la población de trips.

A partir de esta ecuación se calcularon los valores teóricos de Y para cada año. Estas cuatro variables obtenidas únicamente de registros meteorológicos, explican el 78% de la varianza, y los autores concluyeron que quedó poco lugar atribuible a otras causas de variación.

Las críticas al modelo consistieron en: a) el muestreo de las poblaciones de adultos sobre rosa, sirvió solamente como un índice de una población que se reproducía en otros hospederos, por lo tanto fue imposible distinguir entre abundancia y actividad; b) las poblaciones de los estados inmaduros no fueron estudiados, por lo tanto, fuentes de regulación densidad-dependientes, tal como mortalidad de huevos, escaséz de alimento larval o parasitismo de estados inmaduros, pudieron no ser revelados por los muestreos de adultos de las rosas.

Otros autores han destacado la importancia de los enemigos naturales sobre las poblaciones de trips. Sin embargo la ausencia de enemigos naturales para *Thrips imaginis* en Aus-tralia, fue explicada porque esta especie no es nativa de dicho lugar.

Mas tarde Andrewarta y Birch argumentaron que los factores densidad-dependiente no contribuían a explicar una pro

porción importante de la varianza. No obstante otros autores critican esta aseveración, señalando que un factor densidad-dependiente debe actuar sobre la abundancia de *Thrips imaginis* entre los máximos poblacionales de verano y los mínimos de invierno. (25) (48)

b) Tablas de vida.

En el estudio de la ecología de un organismo es importante conocer muchos aspectos de su desarrollo biológico, entre ellos, la respuesta de las especies a la temperatura, los umbrales térmicos de desarrollo, y los parámetros intrínsecos de sobrevivencia y longevidad. La construcción de una tabla de vida es el método más común de medir estos parámetros. (31)

Las tablas de vida son de gran valor para comprender la dinámica poblacional de una especie. Relacionan los parámetros de una población tales como tasa de mortalidad, sobrevivencia y esperanza de vida. (41)

Las tablas de vida pueden ser de edad específica o de tiempo específico. Las de edad específica son también llamadas horizontales y deben realizarse a partir de una distribución por edad fija de una población. Dentro de estas tablas de edad fija, pueden estudiarse las llamadas simples o biológicas las cuales son efectuadas en condiciones de laboratorio; o las ecológicas aptas para condiciones de campo. Por último, las tablas biológicas pueden diferenciarse en tablas de fertilidad y tablas de esperanza de vida. (41)

Las tablas de vida de fertilidad son realizadas en condiciones de laboratorio, observando individuos cohetaneos desde su nacimiento hasta su muerte, y son usadas para determinar atributos intrínsecos de la especie, tal como la tasa intrínseca de incremento natural (r_m). La tasa intrínseca de incremento natural se define como la máxima razón de

aumento obtenido por una población de distribución de edad fija, en cualquier combinación de los factores físicos, en condiciones óptimas de espacio, alimentación e influencia intraespecífica, excluyendo la influencia interespecífica. (41)

Este parámetro puede determinarse a partir de la tasa de sobrevivencia y fecundidad de una especie. Para animales poiquiloterms estas tasas varían con factores físicos del ambiente tales como la temperatura y la humedad. (5)

Entre el conjunto de condiciones en el cual un animal puede sobrevivir, existe una zona donde la tasa de fecundidad y sobrevivencia son mayores, y donde, por lo tanto, la r_m tomaría el mayor valor. Esta zona puede ser referida como la zona óptima. Este es un uso arbitrario de la palabra óptimo, porque que r_m sea máxima no siempre implica una ventaja para la especie. (5)

Bajo condiciones físicas definidas, la r_m máxima tiene importancia desde dos puntos de vista. Tiene un valor teórico desde que es un parámetro que necesariamente está contenido en muchas ecuaciones matemáticas de poblaciones. También tiene una significancia práctica, ya que el rango de temperatura y humedad dentro del cual el insecto puede multiplicarse es definido por el rango dentro del cual el parámetro excede el cero. En la naturaleza este rango de condiciones físicas debería ser menor desde que es posible que los efectos de densidad y competencia interespecífica lo reduzcan. A pesar de ello no se niega la utilidad de este parámetro considerando que el siguiente paso a su determinación sería encontrar su alcance en la naturaleza. (5)

Los parámetros considerados para la construcción de una tabla de vida de fertilidad son: x , l_x y m_x ; siendo x el valor en un punto medio del intervalo de edad; m_x es el n° de descendientes hembras producidos a la edad x ; en este cálculo

debe considerarse la relación de sexos, (en la práctica es frecuentemente necesario asumir una relación 50:50); y l_x es la tasa de sobrevivencia durante la edad x , expresada como fracción del n° inicial. (41)(42)

La tasa infinitesimal de incremento es definida como la constante " r " en la ecuación siguiente para incremento poblacional bajo condiciones ilimitadas: $N_t = N_0 e^{rt}$ donde N_0 es el n° de animales en el tiempo cero; N_t es el n° de animales en el tiempo t ; t es el tiempo transcurrido. En determinadas circunstancias es más útil conocer la tasa finita de incremento, es decir el n° de veces que se multiplica una población en una unidad de tiempo, ésta está representada por λ y se define como antilog_e de " r ".

La tasa neta de reproducción en una generación, expresa el total de hembras nacidas en dos generaciones sucesivas, o sea el n° de veces que una población será multiplicada por generación y está definida como:

$$R_0 = \int_0^\infty l_x \cdot m_x \cdot dx$$

En la práctica este integral puede resolverse como: $\sum l_x \cdot m_x$
Valores de R_0 mayores que 1 indican un incremento de la población, iguales a 1, la población está estacionada, y si R_0 es menor a 1, la población decrece. (41)

Dos o más poblaciones pueden tener igual R_0 , sin embargo su " r " ser diferente debido a diferencias en el tiempo generacional. El tiempo generacional es la media de los días que dura una generación, y puede ser calculada a los efectos prácticos como:

$$T = \frac{\sum l_x \cdot m_x \cdot x}{\sum l_x \cdot m_x} \quad (5)$$

Con los parámetros T y R_0 puede finalmente calcularse la tasa intrínseca de incremento natural como sigue:

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

y se define como la máxima razón de aumento de una población de distribución de edad fija, bajo condiciones óptimas. (41)

En estudios sobre Dípteros, se criaron los insectos a 6 temperaturas constantes: 15,18,21,24,27 y 30°C. Los parámetros obtenidos se muestran en el cuadro 1.

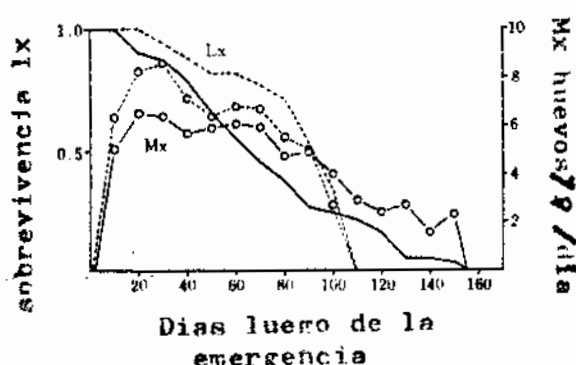
Cuadro 1: Parámetros de la tabla de vida de *Trialeurodes vaporarum* a 6 temperaturas.

	15°C	18°C	21°C	24°C	27°C	30°C
Tiempo medio generacional (días)	77	53	53	41	35	36
Tasa neta de reproducción	17	49.6	146.7	147.7	135.5	2.7
Tasa intrínseca de incremento natural/día	0.037	0.073	0.094	0.125	0.140	0.027

Fue demostrado que el óptimo de temperatura para reproducción de esta especie es de 27°C. (51)

Similares estudios fueron realizados para lepidópteros (50) y ácaros (17).

En estudios de laboratorio para dos especies de trips: *T. hawaiiensis* y *F. intonsa* se obtuvieron valores de tasa de sobrevivencia "lx" y tasa de fecundidad a edad específica "mx". Las relaciones entre ambos parámetros son presentadas en la gráfica 3 (30):



Gráfica 3: Curvas de sobrevivencia (L_x) y de fecundidad (M_x) de *F. intonsa* (línea sólida) y *T. hawaiiensis* (línea punteada)

El efecto de la temperatura sobre la tasa de fecundidad a edades específicas y sobrevivencia fue estudiada para *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae), en laboratorio a 5 temperaturas constantes, así como a temperaturas fluctuantes en el campo. Se discute la utilidad de estas medidas de laboratorio para la predicción del crecimiento de las poblaciones bajo temperaturas variables en el campo (8)

Similares estudios realizados sobre *Panonychus ulmi* (Acarina: Tetranychidae) sugieren que la mortalidad de las poblaciones de campo podrían ser determinada calculando la diferencia entre la tasa intrínseca esperada, y aquella observada en el campo, demostrando así otro uso práctico de este parámetro. (17)

Si bien no se dispone de más información sobre tablas de vida para trips, a continuación se pretende ilustrar el comportamiento de estos insectos con datos biológicos hallados para diferentes especies.

Así, la duración de los estados de desarrollo, fertilidad y tasa de eclosión de huevos para *F. intonsa* y *T. hawaiiensis* a 20°C, se muestran en el cuadro 2 (30)

Cuadro 2: Datos biológicos para *F. intonsa* y *T. hawaiiensis* a 20°C.

	F. intonsa	T. hawaiiensis
Duración de Estado (días)		
{ Huevo	5.12 $\pm$ 0.53	3.58 $\pm$ 0.53
{ Larva-adulto	13 $\pm$ 0.0	12 $\pm$ 1.0
Longevidad (días)	71	84.4
Preoviposición (días)	2.74 $\pm$ 0.83	2.06 $\pm$ 0.77
Nºhuevos/hembra	374.8	536.9
%Huevos emergidos	58	62

Sin embargo, otra fuente indica que *F. intonsa* llevó de 17.7 a 49 días para completar su ciclo de vida, y el nºde huevos puestos por hembra varió desde 11 a 76 en condiciones de laboratorio. (45)

También se indica la duración media de los estados de desarrollo a diferentes temperaturas para varias especies, así como la duración de los períodos de preoviposición y oviposición de *Thrips imaginis*. (26) (Cuadros 3 y 4)

Cuadro 3. Duración de los estados de desarrollo a diferentes temperaturas de cuatro especies.

ESPECIE	TEMP °C	HUEVO	LARVA	PUPA	TOTAL (días)
<i>T. tabaci</i>	25 (const)	6	6.1	4	16.1
	30 "	4	4.2	3	11.2
	$\bar{x}$ 30.8 (fluct)	4.8	5.9	3.8	13.9
<i>F. tenuicornis</i>	23-24	4.2	6.4	3.1	13.7
<i>F. fusca</i>	verano cálido	6.7	6.3	3.7	15.9
<i>F. tritici</i>	verano cálido	3.3	4.4	3.5	11.0

Cuadro 4. Datos biológicos de *T. imaginis* a dos temperaturas.

<i>Thrips imaginis</i>	12.5 °C	23 °C
Preoviposición	10 días	3 días
Oviposición	138 "	46 "
Huevos/hembra	192	252
Huev./hemb./día	1.4	5.6

En cambio el desarrollo desde huevo a adulto para *F. fusca* criada mediante dieta artificial, duró 16 días a una temperatura de 26.7°C (22).

En estudios sobre descripción y bionomía de *F. schultzei* (*F. insularis*), se determinó la tasa de oviposición, así como la duración de los estados de vida. La cría se realizó sobre tomate en invernáculo, registrándose la temperatura

diaria. El n° de huevos puestos fue en promedio: 2 huevos/hembra/día, mientras el máximo valor fue de 8 huevos/hembra/día, a una temperatura media del período de 22.5 °C. El cuadro 5 presenta la duración media de los estados de vida, y la temperatura media en las cuales se desarrollaron. (46)

Cuadro 5: Duración media de los estados de vida de F.insularis a diferentes temperaturas.

	HUEVO	LARVA	PUPA	TOTAL
Duración media (días)	12.5	11	11.6	37.5
Temp. media del período °C	18.1	18.8	21.2	18.9

III. MATERIALES Y METODOS

A) PROCEDIMIENTO DE CAMPO

1. Instalación y manejo del cultivo.

Fue realizado un ensayo de tomate en la EEGLB, con el fin de monitorizar la población de trips durante la temporada 1983-84. Plantines de la variedad Ronnita fueron trasplantados el 5/12/83 en 10 filas de 10 mts. de largo a una distancia entre plantas de 0.30 mts. y entre filas 1,20 mts. cubriendo un área de 120 m².

El manejo del cultivo fue llevado a cabo en forma convencional.

Los tratamientos fitosanitarios fueron dirigidos únicamente para el control de hongos. Periódicamente se efectuaron raleos de frutos con el objetivo de mantener abundante follaje hasta el mes de abril.

Los cultivos vecinos al ensayo fueron maíz, zapallo, y tomate de una variedad diferente a la del ensayo.

2. Técnicas de muestreo

Para estudiar la variación estacional del vuelo de adultos fueron utilizadas trampas cilíndricas blancas de 30 cm. de largo por 3 cm. de diámetro. Estas trampas fueron constituidas de plástico duro las cuales llevaban como material adherente lanolina.

Se colocaron 2 trampas en la entrefila central del cultivo, una en posición horizontal y la otra verticalmente; la distancia desde el suelo fue regulada con el crecimiento del cultivo partiendo de una distancia inicial de 15 cm.

Otra trampa de iguales características fue colocada verticalmente en un área enmalezada principalmente por *Convolvulus arvensis* (correhuela) ubicada aprox. a 100 mts, del ensayo.

Las trampas fueron evaluadas cada 10 días aprox., cubriendo todo el ciclo del cultivo. La evaluación de especies capturadas se efectuó con un aumento de 10 X, y para facilitar el procedimiento se subdividió el total del área pegajosa en compartimientos menores, previo a su colocación en el campo.

Paralelamente se extraían muestras de tomate y correhuela, efectuándose evaluaciones con igual periodicidad que en las trampas. También se realizaron 4 muestreos de *Portulaca oleracea* (verdolaga), vecina al ensayo.

A los efectos del muestreo se tomaron 4 filas centrales del ensayo, como 4 repeticiones, excluyendo las restantes y las 2 primeras plantas de las filas muestreadas de modo de evitar el efecto borde. Las muestras extraídas desde tomate constaban de 25 hojas nuevas y 25 flores por fila, registrándose los conteos separadamente así como discriminado en especies y estados de desarrollo del insecto.

En correhuela la unidad de muestreo constaba de 25 ramillas terminales de 15 cm. de largo cada una y 5 flores, siendo repetida 4 veces. En verdolaga constaba solamente de 25 ramillas, también repetidas 4 veces.

En momentos en que el estado fenológico del cultivo o de la maleza no permitió ese tamaño de muestra, la unidad de muestreo fue corregida. En Correhuela no se efectuó la separación entre los registros de ramillas y de flores por lo tanto la corrección se hizo de la siguiente manera:

Estimación del N° de trips =
$$\frac{\text{n° de trips colectados}}{\text{n° de brotes examin.} + \text{n° de flores examin.}} \times 30$$

En cambio en tomate la corrección para flores y hojas fue la siguiente:

$$\text{estimación del n}^\circ \text{ de trips en la muestra} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de trips colectado}}{\text{n}^\circ \text{ de hojas o flores examinadas}} \times 25$$

Luego de colectada la muestra se procedió a la extracción de los trips. Los métodos de extracción difirieron en tomate y correhuela. En tomate, tanto en hojas como en flores, se extrajeron los trips mediante un pincel mojado en saliva, mientras las muestras eran observadas bajo lupa. Los trips extraídos se guardaron en alcohol 70% para su posterior identificación.

En correhuela las ramillas se agitaban vigorosamente dentro de un vaso de Bohemia con alcohol 70%. Luego que la solución que contenía los trips había decantado, se filtró parte del alcohol de modo que en el vaso quedara la mayor parte de los insectos, en la menor cantidad de alcohol posible. El contenido del vaso se vertió en una caja de petri para su observación bajo lupa. Para facilitar el conteo se colocó en el fondo de la caja una lámina de papel cuadrículado. Posteriormente se procedía al conteo de los trips en la caja de petri así como los que pudieran haber quedado en el papel de filtro.

Estos conteos fueron transformados a valores logarítmicos para su análisis e interpretación.

3. Identificación de especies.

Los especímenes extraídos desde *C. arvensis*, fueron identificados groseramente bajo lupa a 30x. En estas circunstancias los caracteres observados fueron, color, n° de antenitos, presencia de pedicelo en el tercer antenito y setas alares.

En cambio para los especímenes extraídos de tomate además de la identificación grosera, se efectuó una segunda identificación más detallada. Para ello se montaron los adultos sobre portaobjetos utilizando como medio de montaje líquido de

Hoyer(18). La identificación se llevó a cabo bajo microscopio siguiendo las características taxonómicas de identificación del Dr. Iwao Kudo, y la clave de identificación de L.A Mound et.al comparando además con ejemplares ya identificados por Kudo en Japón.

Las características mencionadas son las siguientes:

Thrips tabaci (Lind)

- 1) Color amarillo a marrón.
- 2) Setas interocerales dispuestas en una línea extendida desde el margen posterior de los ocelos anteriores.
- 3) Antenas siete-segmentadas.
- 4) Alas anteriores con 7-8 setas basales, y usualmente 4, a veces 3,5 o 6 setas apicales.
- 5) Segundo tergito abdominal con 3 setas laterales.
- 6) Lados extremos de los pleurotergitos I a VII con numerosas microtriquias.
- 7) Tergitos abdominales sin escultura entre las setas medias.
- 8) Octavo tergito abdominal con un completo "comb" (peine).

Género *Frankliniella*

- 1) Cabeza con 2 partes de setas ante-ocelares.
- 2) Ala anterior con una serie regular de setas en ambas nervaduras.
- 3) Usualmente protorax con setas desarrolladas a lo largo del margen anterior

Frankliniella schultzei (forma oscura)

- 1) Hembras marrón oscuro, machos marrón amarillento.
- 2) Antenas oscuras, alas anteriores pálidas.
- 3) Tercer segmento antenal con un pedicelo simple.
- 4) Distancia entre setas interocelares menor a 1/7 del largo de la seta
- 5) VIII tergito abdominal sin peine.
- 6) Metaescutum claramente esculturado con un modelo reticulado.

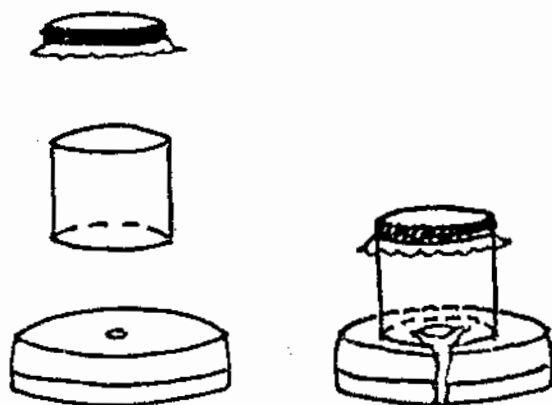
- 7) Cabeza no prominente formando una depresión entre los ojos
 8) Machos con zonas oscuras glandulares en la base de los uro
esternitos.

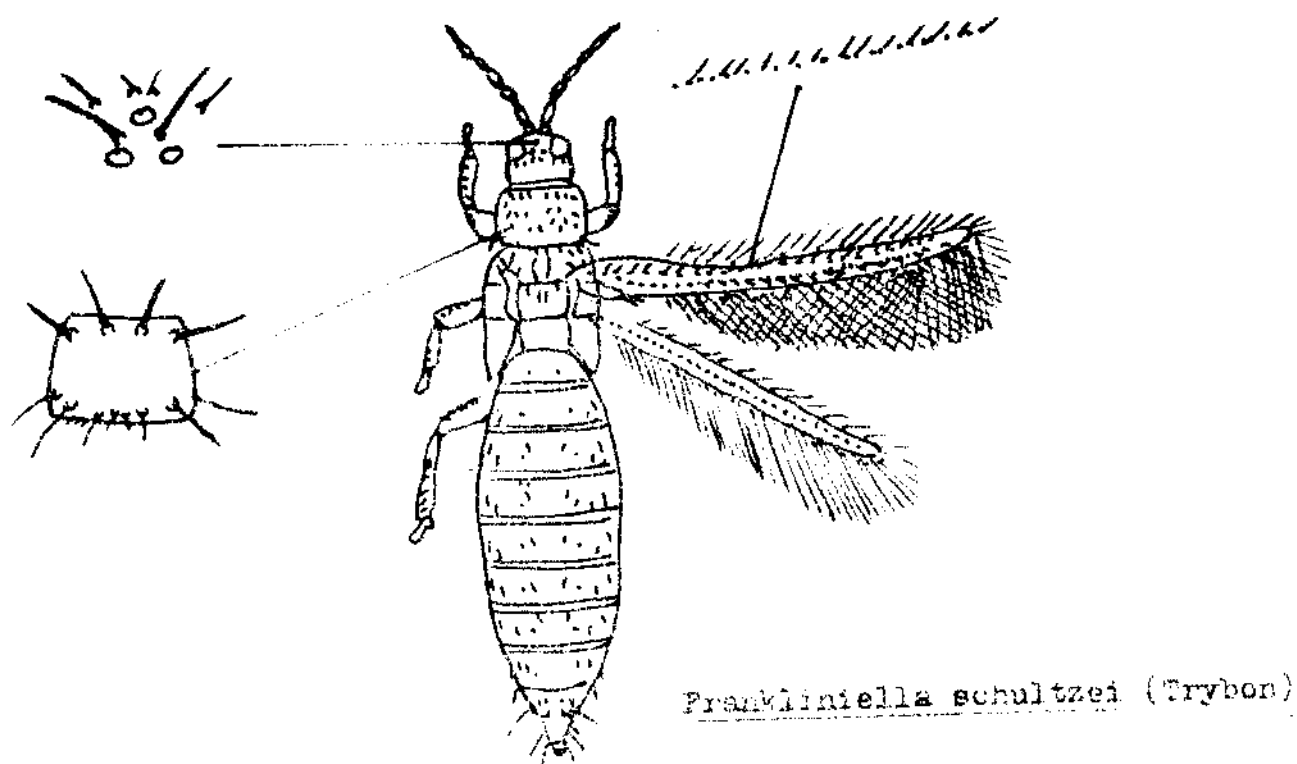
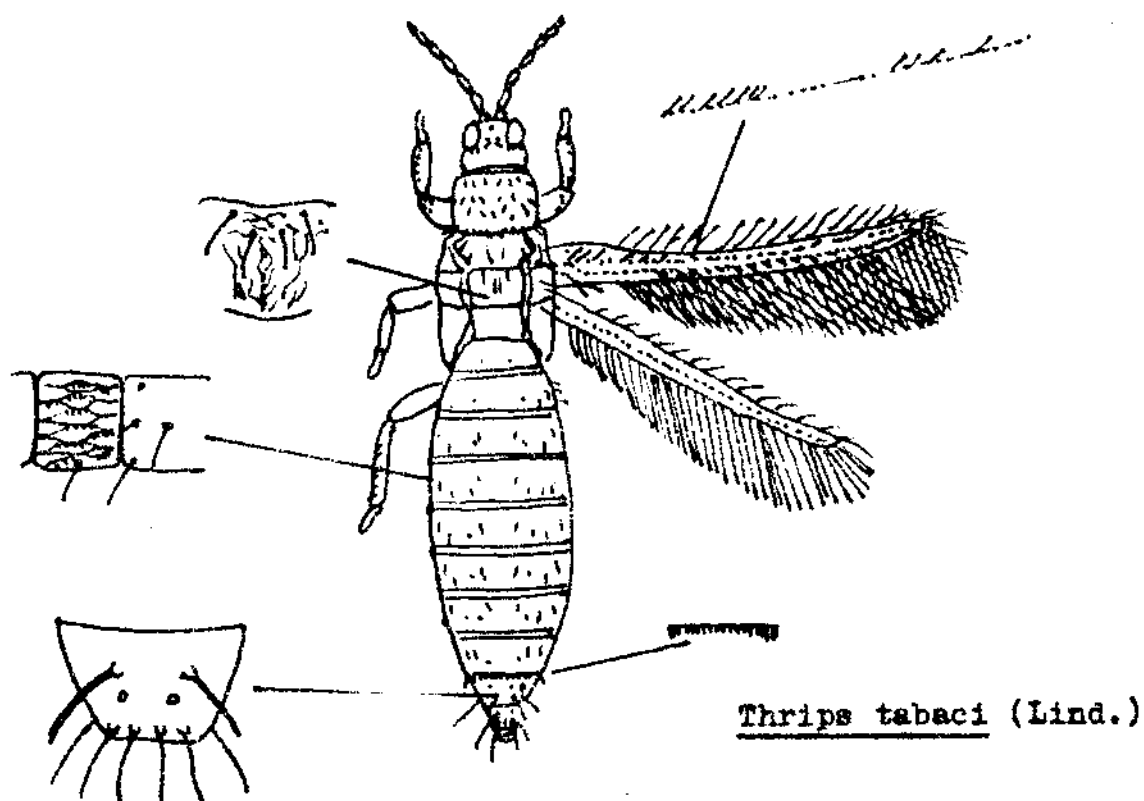
(Ver ilustraciones, página 44).

B) PROCEDIMIENTO DE LABORATORIO

1. Cría en masa

Se colectaron hembras *Frankliniella schultzei* (forma os
cura) desde flores de malezas tales como datura y correhuela,
 creciendo en el campo, con el fin de criar masivamente sus pro
genies. Para reducir la actividad de los trips se los embebió
 en saliva y de esta manera fue posible su identificación bajo
 lupa, que constituyó una primera aproximación. Posteriormente,
 cuando las hembras morían fueron identificadas mediante
preparaciones microscópicas con el fin de verificar la especie.
 Las hembras vivas identificadas fueron confinadas en un
 dispositivo particular. Dicho dispositivo se construyó fijando
 uno de los extremos de un caño de vidrio de 4 cm de diámetro,
 a la tapa de una caja de plástico de mayor diámetro, el centro
 de la tapa fue perforado de manera de poder pasar una mecha de
 algodón. La otra abertura del caño se cerraba con una tapa de
 tela fina, para evitar la condensación y el escape de los insec
tos. La caja de plástico contenía agua y por medio de la mecha
 mantenía húmeda la hoja que fue colocada sobre la tapa de la ca
ja. La siguiente figura muestra el dispositivo descripto:





Las hembras se colocaban sobre la hoja para su alimentación y oviposición. Luego de dos días se trasladaban a otro dispositivo igual al descripto, dejando la hoja anterior para que emergieran las larvas desde ellas. Todos los estados del insecto fueron criados en el mismo dispositivo, trasladándolos a otro cuando fue necesario cambiar el alimento.

Las hojas usadas como alimento fueron de papa principalmente, aunque cuando no fue posible se utilizaron hojas de *Datura ferox* (chamico).

Cuando emergían los primeros adultos se colocaban nuevamente las hembras para oviponer pero se adhería un macho por cada 10 hembras, lo que no era necesario con las hembras recolectadas del campo pues se suponía que ya estaban fecundadas.

Esta cría masiva se llevó a cabo paralelamente a todos los demás estudios realizados, volviendo a recolectar hembras salvajes cuando se consideraba que las progenies podían correr riesgos de domesticación. De esta manera se logró tener un gran n° de insectos, para emprender los estudios siguientes asegurándose una constante reposición de los mismos cuando fuera necesario.

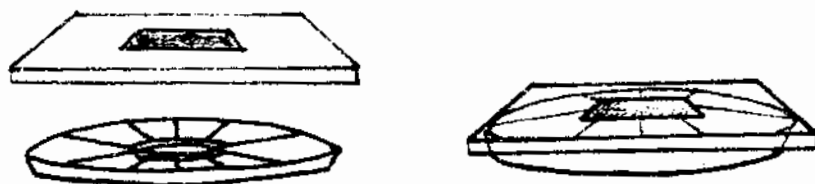
2. Preferencia de oviposición.

Con el fin de determinar la preferencia de oviposición se testaron 5 hospederos: tomate, papa, pimiento y dos malezas, chamico y correhuela, ampliamente distribuidas en los alrededores de estos cultivos citados en otros países como hospederos del virus y/o del vector.

Las hembras fueron obtenidas de la cría en masa, siendo expuestas a la prueba con 1 día de amergidas.

La prueba se llevó a cabo en cápsulas de acrílico circulares que constaban de dos partes, una superior y otra inferior. La parte inferior de la cápsula permitía delimitar un área des

de el borde a un círculo concéntrico de menor diámetro por me dio de una cresta del mismo material. En dicha área se dispu so un algodón húmedo, por encima papel de filtro y finalmente se colocaron trozos iguales de cada vegetal, haz y envés, de modo que todo el área quedara cubierta.



La parte superior de la cápsula presentaba un orificio central que permitía introducir las hembras con un pincel y ser depositadas en la parte central inferior de la cápsula en la cual no había material vegetal. De esta manera las hembras se encontraban a igual distancia de todos los hospederos y po drían elegir libremente.

La cápsula quedaba cerrada y se aseguraba con bandas, así como el orificio superior el cual se sellaba con una tela fina para evitar la condensación.

En cada cápsula se introdujo 7 hembras de igual edad y un macho. Todas las cápsulas se colocaron en una cámara a 24° C; 60-80 % de humedad relativa y un fotoperíodo de 12 hs.

Las hojas utilizadas para la prueba fueron aisladas pre viamente en la planta mediante un tubo, usándose en todos los casos hojas nuevas.

Luego de dos días, los trozos vegetales fueron retirados y colocados a flotar en agua encima de pequeñas porciones de es puma plast cubiertas con un papel fino. Se registró la emergen cia de larvas durante 4 días consecutivos. La distribución de

los diferentes hospederos dentro de la cápsula se realizó de la siguiente manera:

Posición I : Correhuela; tomate; pimiento; papa y chamico

Posición II: Correhuela; pimiento; chamico; tomate y papa

De esta manera la posición relativa de cada hospedero, permitió tener como especie vegetal adyacente a todas las especies probadas, teniendo presente que la cápsula era circular y por lo tanto en la posición I, chamico era lindero a correhuela y en la posición II lo eran correhuela y papa.

Cada una de las posiciones fue repetida 4 veces. Los datos requirieron la transformación $\sqrt{x + 1/2}$ y fueron analizados de acuerdo a un diseño factorial de parcelas al azar, y posteriormente sujetos a una prueba de separación de medias de rango múltiple de Duncan.

3. Preferencia larval de hospederos.

Para determinar la preferencia en alimentación de las larvas de *Frankliniella schultzei* (forma oscura), se evaluaron las mismas especies vegetales probadas en oviposición. Las hojas utilizadas fueron aisladas previamente como ya se mencionó.

Esta prueba fue realizada con el fin de determinar el mejor huésped para efectuar la cría de larvas.

Las larvas obtenidas mediante la cría masiva eran sometidas a la prueba luego de 1-2 días de emergidas.

El dispositivo usado fue similar a aquel utilizado en la cría en masa. El área circular de la base del dispositivo fue cubierta por triángulos de cada hospedero, haz y envés, siguiendo una distribución tal como la descrita para preferencia de oviposición. Se colocaron 20 larvas por dispositivo, y cada una de las 2 distribuciones de hospederos fue repetida 4 veces. La prueba fue realizada a iguales condiciones de temperatura, humedad y fotoperíodo que las utilizadas en preferencia de oviposición.

Las larvas fueron observadas por 3 días consecutivos y se registró el n° de larvas presentes sobre cada hospedero, que se tomó como índice de preferencia. El registro analizado fue el correspondiente al 2° día de la prueba, ya que en el 3° día había hospederos totalmente dañados no aptos para la alimentación.

Se registró también el % de daño, utilizando una escala de 5 puntos:

1 =	0-20 %	de área dañada
2 =	20-40 %	" " "
3 =	40-60 %	" " "
4 =	60-80 %	" " "
5 =	80-100%	" " "

El porcentaje de daño se consideró poco confiable, por lo que se tomó el porcentaje de larvas presentes como variable a analizar.

Los registros de presencia de larvas sobre un hospedero particular fueron corregidos por $\log(x+1)$, siendo x el % del total de larvas que se encontraron sobre un huésped. Posteriormente se los analizó de acuerdo a un diseño factorial de parcelas al azar y se efectuó una prueba de separación de medias de rango múltiple de Duncan.

4. Determinación de umbrales y constante térmica

Con la finalidad de determinar los umbrales de cada estado de desarrollo del insecto, así como la constante térmica, se criaron los insectos en condiciones controladas. La cría fue realizada a 5 temp. constantes 18, 21, 24, 27 y 30°C $\pm 1^\circ$; la humedad relativa varió entre 60-80 % y el fotoperíodo fue 12 hs luz, para ello se usaron cámaras de cría que permitieron fijar estas condiciones.

El método de cría usado fue una adaptación combinada de los métodos descriptos en la bibliografía.

Los trips oviponen en el mesófilo de las hojas, esta hecho hace difícil seguir el desarrollo del estado huevo, no obstante se trató de simular las condiciones de la hoja para facilitar la recolección de huevos. Con este fin se confinaron hembras de edad aprox. homogénea en tubos de vidrio de 4 cm de diámetro donde ambas aberturas se sellaban con dos láminas de "Sealonfilm", entre las láminas se colocaba una gota de agua.

Los trips oviponían en el agua entre las dos láminas, y cada día se retiraban los huevos. Como fuente de alimento se usó anteras de tomate, las cuales resultaron adecuadas pues no se producía condensación dentro del tubo, y al carecer de los pétalos los insectos no tenían otro lugar para oviponer que entre las láminas de "Sealonfilm".

Para retirar los huevos se perforaba la lámina exterior, se extraía el agua mediante una jeringa; luego se hacía un corte en cruz y con la ayuda de una pinza se retiraba la lámina exterior por los extremos del corte. Así los huevos quedaban expuestos sobre la lámina interna y podían quitarse con un pincel de un pelo, depositándolos sobre un pequeño trozo de sealonfilm flotando en agua.

Todo el procedimiento se llevaba a cabo bajo lupa de modo de no dañar los huevos.

Un promedio de 50 huevos fueron dispuestos sobre sealonfilm flotando, en cada temperatura, siendo observados 2 veces al día, registrando su estado. A medida que las larvas emergían fueron retiradas.

Para el estudio del estado larva, fueron confinadas un promedio de 70 larvas a cada temperatura en dispositivos iguales a los utilizados para la cría masiva. Estas larvas fueron obtenidas a partir de la cría en masa. Los grupos se iban formando paulatinamente de modo que cada dispositivo contenía larvas de igual edad.

El total de larvas a cada temperatura fueron distribuídos en grupos de 15 larvas por dispositivo a los efectos de facilitar el manejo. Se realizaron observaciones diarias, tomando los registros correspondientes. No se diferenci^ó entre 1° y 2° larva, sino que se consideró estado larva desde la emergencia hasta la aparición de los esbozos alares. Las larvas se alimentaron con hojas de papa, aunque se intentó alimentarlas con hojas de tomate no mostrando resultados satisfactorios. Las hojas de papa destinadas para la alimentación de las larvas, se aislaban 10 días antes de extraerlas, para evitar el resurgimiento de otras especies que pudieran haber en la planta. Cuando las larvas completaban su ciclo y aparecían los esbozos alares, se iban constituyendo grupos de pupas de igual edad, las que eran mantenidas a la misma temperatura en que estaban las larvas que le dieron origen.

Un promedio de 40 pupas fueron empleadas a cada temp. Los grupos de pupas fueron confinadas en pequeños tubos de vidrio de 3 cm de largo por 1,5 cm de diámetro, cuyos extremos se cerraban con dos láminas de sealonfilm entre las cuales se ubicaba una gota de agua. No se les proporcionó alimento ya que no lo requieren.

Las observaciones se hicieron diariamente llevando planillas similares a las del estado huevo y larva.

Se consideró estado pupa el período desde la aparición de los esbozos alares hasta la emergencia del adulto, no diferenciándose en prepupa y pupa.

Los registros realizados en todos los estados fueron: fecha de comienzo del estado, fecha en que cada individuo cambiaba de estado y mortalidad natural.

Los umbrales térmicos para cada estado y para la especie en general, se hallaron ajustando una ecuación de regresión lineal entre la velocidad de desarrollo y la temperatura. La velo

edad de desarrollo se definió por el inverso de la duración en días que tuvo cada estado de desarrollo.

La duración de cada estado, fue calculada como la media ponderada por el número de insectos observados en cada temperatura. De modo que:

$$D = \sum_{i=1}^j \frac{d_i (n_i)}{N}$$

D = duración promedio del estado a la temperatura x

d_i = número de días que duró el estado estudiado

n_i = cantidad de individuos que demoraron ese número de días

N = número total de individuos estudiados a la temperatura x

Si la relación entre el tiempo de desarrollo puede ser expresado como:

$D (T-t) = K$; donde T = temperatura; t = umbral de desarrollo; K = constante térmica; entonces la velocidad de desarrollo puede ser expresada como: $V = (T-t)/K$. Esta ecuación implica que cuando se obtiene una regresión lineal entre V y T ella puede enunciarse como sigue:

$$V = t/K + T/K$$

$$V = t/K + 1/K.T$$

$$V = a + bT$$

Se puede entonces calcular la constante térmica como $1/b$, y el umbral térmico de desarrollo asumiendo $V=0$, de modo que $T = a/b$

5. Tabla de vida

Fue realizada una tabla de vida de fertilidad de la especie *Frankliniella schultzei* (forma oscura) a cinco temperaturas constantes: 18; 21; 24; 27 y 30°C ± 1.

Mediante la cría en masa se obtuvieron hembras coetáneas que constituían la primera generación de laboratorio. Estas hembras fueron distribuidas en dispositivos semejantes a los ya descritos en cría en masa, en un número no mayor a 6 hembras y un

macho por dispositivo. El número de hembras estudiadas a cada temperatura fue 17, 17, 14, 17 y 13 a 18, 21, 24, 27 y 30°C respectivamente.

Las hembras recién emergidas se observaron diariamente para registrar su mortalidad natural, cada dos días se retiraba la hoja de papa la cual fue utilizada como alimento y lugar de oviposición. Estas hojas se dispusieron flotando en agua, y mediante observaciones diarias, se registraban las larvas emergidas. Dichas larvas eran retiradas diariamente. Cada hoja se mantuvo bajo observación por un período de 15 días a las temperaturas más bajas, y 7 días a las más altas.

Se intentó contar el n° de huevos puestos en la hoja por observaciones a gran aumento, pero la observación se dificultó debido al grado de daño y descomposición de la hoja. No brindando confiabilidad este conteo se decidió estimar la fecundidad de las hembras por su fertilidad, es decir por el n° de larvas emergidas.

Las hembras fueron observadas hasta su muerte, registrándose su edad, mortalidad natural y larvas emergidas.

Para la construcción de la tabla de vida fueron utilizados los registros de los estados inmaduros obtenidos para el cálculo de umbrales. Se tomó el tiempo promedio transcurrido desde huevo a adulto a cada temperatura, como la edad inicial de las hembras y la sobrevivencia de los estados inmaduros como la sobrevivencia al primer día del estado adulto. Debe señalarse que no fue posible obtener datos de mortalidad del estado larva debido a la gran fuga que presentaban cuando se acercaban al estado pupa. No pudiendo salvar esta carencia, la sobrevivencia en este estado fue considerada 100%. La sobrevivencia de las hembras fue obtenida directamente del estudio, por medio de las observaciones diarias.

A partir de las larvas emergidas de las hojas se calculó el n° de larvas emergidas de cada hoja, se dividió por el n° de días que estuvo la hoja expuesta a la oviposición y luego

se dividió por el n° de hembras vivas contenidas en el dispositivo del cual fue extraída la hoja. El dato logrado a cada temperatura resultó del promedio entre los grupos de hembras estudiadas a la temperatura dada. Se consideró una relación de sexos de 50:50 como indica la bibliografía, por lo que ese promedio se multiplicó por 0,5, así entonces se obtuvo el parámetro m_x que indica el n° de larvas ♀/hembra/día para hembras coetáneas.

El siguiente cuadro muestra como fueron dispuestos los parámetros x , l_x , m_x ; siendo x la edad en días, l_x la tasa de sobrevivencia y m_x la fecundidad a edad específica

x	l_x	m_x	$l_x m_x$	$x l_x m_x$	} estados inmaduros

A partir de estos parámetros se calculó la tasa intrínseca de incremento natural r_m como sigue:

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

T = tiempo generacional en días

$$R_0 = \sum l_x m_x$$

R_0 = tasa neta de reproducción, indica el n° de veces que se multiplica una población por generación

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

r_m = máxima razón de aumento obtenido por una población de edad fija.

$$\lambda = e^{r_m}$$

λ = Razón finita de aumento, es el N° de individuos adicionados a la población/hembra/día.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A) TRABAJO DE CAMPO

1. Variación estacional de especies en tomate.

La variación estacional de trips, obtenidos a partir de muestreos en tomate, se presenta en la figura 4. El período de mayor actividad se observó desde mediados de diciembre a mediados de enero, tanto para adultos como para larvas. Cabe señalar que no se encontraron pupas en las muestras.

En tomate se hallaron sólo dos especies, que fueron identificadas como *Frankliniella schultzei* (Trybon) (forma oscura), y *Thrips tabaci* (Lind). Esta última fue hallada por primera vez en Uruguay, sobre este hospedero.

En la figura 5 se observa que los máximos conteos de *Thrips tabaci* se registraron al comienzo de la estación de crecimiento, mostrando su predominio en los tejidos tiernos, disminuyendo luego hasta desaparecer a fines de enero. Si bien *F. schultzei* presentó un pico poblacional durante el mismo período, continuó en actividad a lo largo de toda la estación, en forma variable. Posiblemente hubiera sido necesario efectuar muestreos más tempranos, a los efectos de conocer la completa variación de *Thrips tabaci*.

El pico poblacional de *F. schultzei* coincide con el comienzo de floración del tomate, lo que estaría indicando, como ya se ha citado en la bibliografía, la preferencia de este género

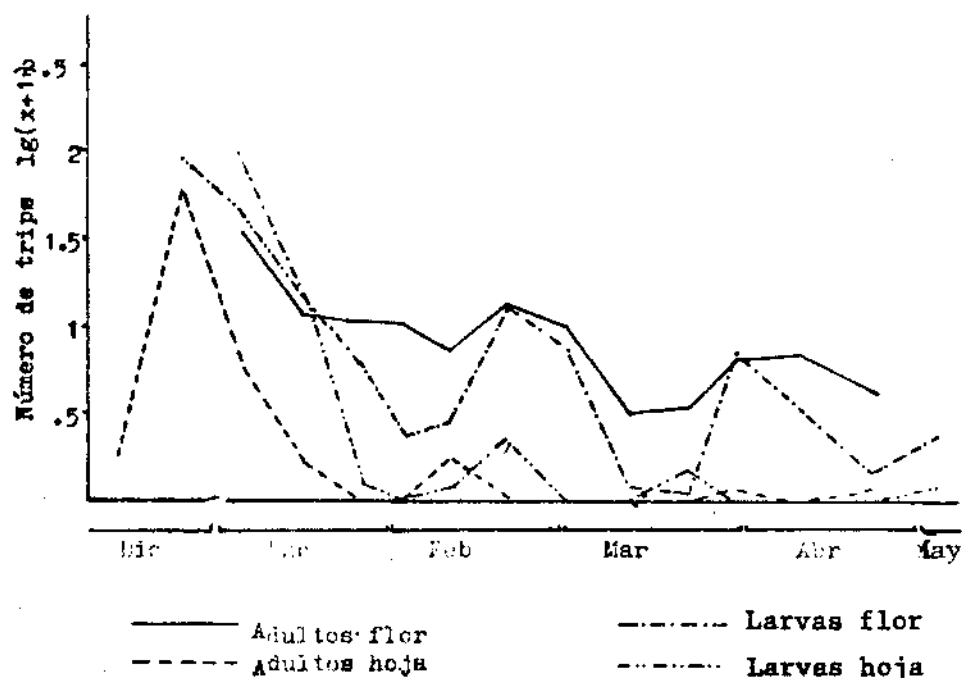


Figura 4 : Variación del n° de trips en tomate para el período muestreado.

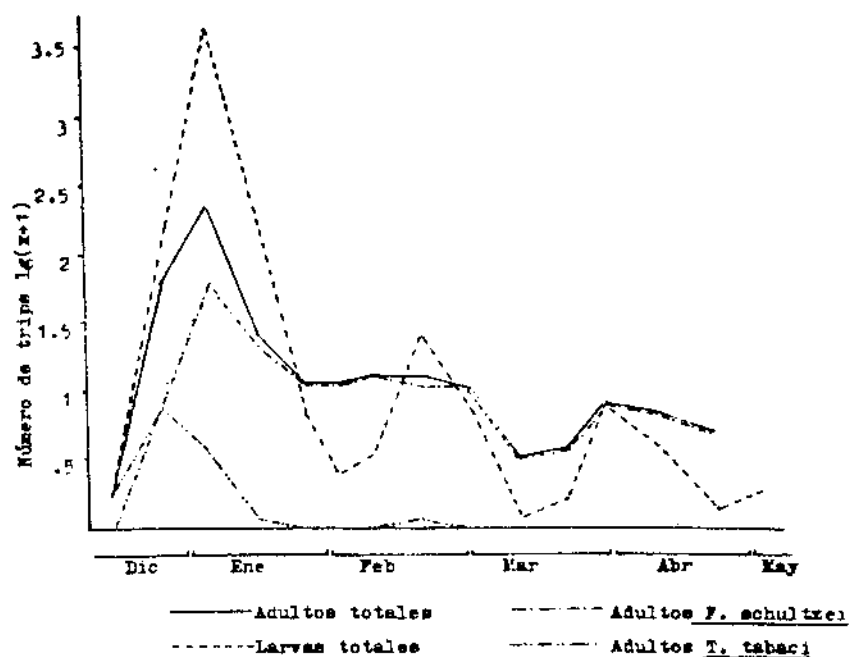


Figura 5 : Variación de especie en tomate para el período muestreado.

Las poblaciones simultáneas de larvas y adultos en tomate, siguieron igual tendencia, siendo la correlación entre ambas poblaciones altamente significativa. Este resultado indicaría que los factores de regulación, tales como la temperatura y precipitaciones, inciden en forma similar sobre larvas y adultos. Debería considerarse también que es posible hallar adultos y sus progenies simultáneamente en un mismo sitio, lo que podría explicar la existencia de correlación.

Para detectar el origen y evolución de los estados muestreados, y considerando que el estado larva y adulto no son biológicamente simultáneos, se calcularon coeficientes de correlación entre las larvas y las colectas de adultos realizadas 10 días antes y 10 días después. Fueron desfasados ese período de tiempo, ya que relacionando las temperaturas registradas en el campo y la duración de los estados obtenidos en el laboratorio, que se expondrán más adelante, permite determinar que 10 días es tiempo suficiente para completar el estado.

Cuando se consideraron conjuntamente las larvas encontradas en hoja y flor con los adultos colectados 10 días antes, el coeficiente de correlación no resultó significativo. Al considerar separadamente las colectas de flor y hoja, los coeficientes fueron altamente significativos para hoja, y no significativo para flor. La relación en hoja podría explicarse, considerando que las larvas presentes deriven de las posturas de los adultos existentes 10 días antes en las hojas. No es posible explicar de este modo, la no existencia de correlación en flor. Si bien, como ha sido citado en la bibliografía, la hoja de tomate no es un sitio adecuado para la alimentación de los trips, debería considerarse la posibilidad de que las larvas emergidas desde la flor, migren a la hoja. Resulta más convincente pensar que el tiempo transcurrido sea demasiado prolongado como para que la flor se mantenga apta para la alimentación. La correlación

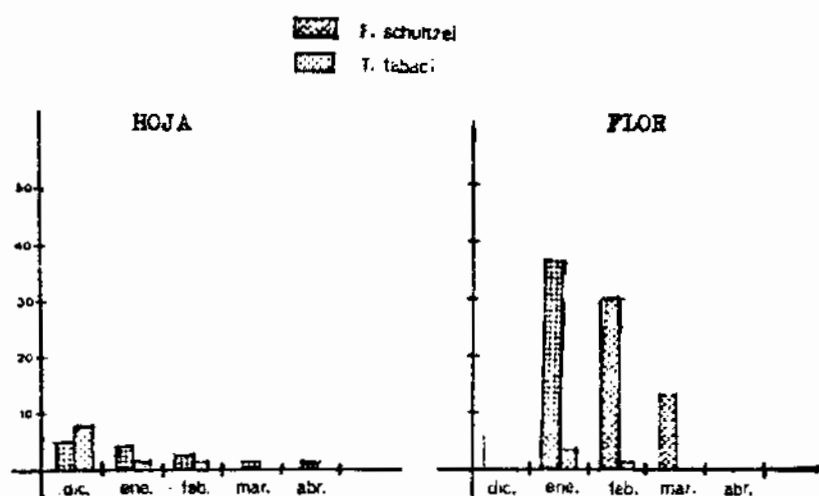


Figura 6 : Distribución de especie en tomate sobre hoja y flor.

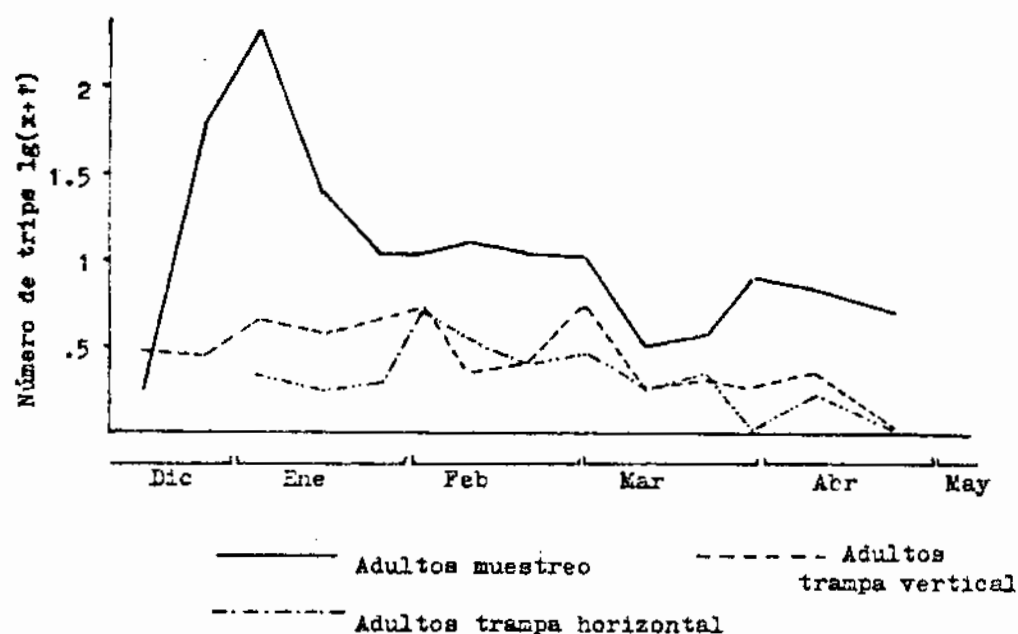


Figura 7 : Variación de adultos muestreados y trampeados a lo largo del período.

de las colectas simultáneas larva-adulto en flores resultó ser altamente significativa. Así, la posibilidad de que no ocurra oviposición en flor quedaría descartada, más aún si se considera que las larvas colectadas en flores correspondían a insectos emergidos.

La correlación entre las larvas y las colectas de adultos realizadas 10 días después, no fueron significativas. El análisis de este resultado, podría indicar que los adultos presentes en el cultivo de tomate, no se originaron de las larvas existentes 10 días antes en este cultivo, lo que sugeriría que estos adultos podrían ser el producto de migraciones. En cuanto a las larvas allí presentes, el resultado parecería indicar que serían incapaces de desarrollarse totalmente sobre tomate, lo que coincidiría con la bibliografía.

La figura 7, muestra que las tendencias de las colectas de adultos desde muestreo y las capturas en trampas pegajosas son similares. A pesar de ello, los coef. de correlación entre muestreos de adultos en tomate y los conteos de trampa, tanto en posición horizontal como vertical, no fueron estadísticamente significativas. Semejantes resultados fueron obtenidos por Núñez y col. Se puede suponer entonces que las trampas pegajosas para trips, no serían buenos indicadores de la actividad de estos insectos sobre las plantas estudiadas, probablemente debido a que las trampas monitorizan sólo poblaciones aéreas, y un n° de especies más amplio.

2. Variación estacional en malezas.

La fig. 8 indica las tendencias poblacionales seguidas por los adultos y larvas de trips en muestras extraídas de *Convolvulus arvensis*. Tanto en larvas como en adultos la mayor abundancia se registró en fines de diciembre principios de enero, siguiendo luego una tendencia general decreciente con marcadas variaciones hasta el fin del período muestreado.

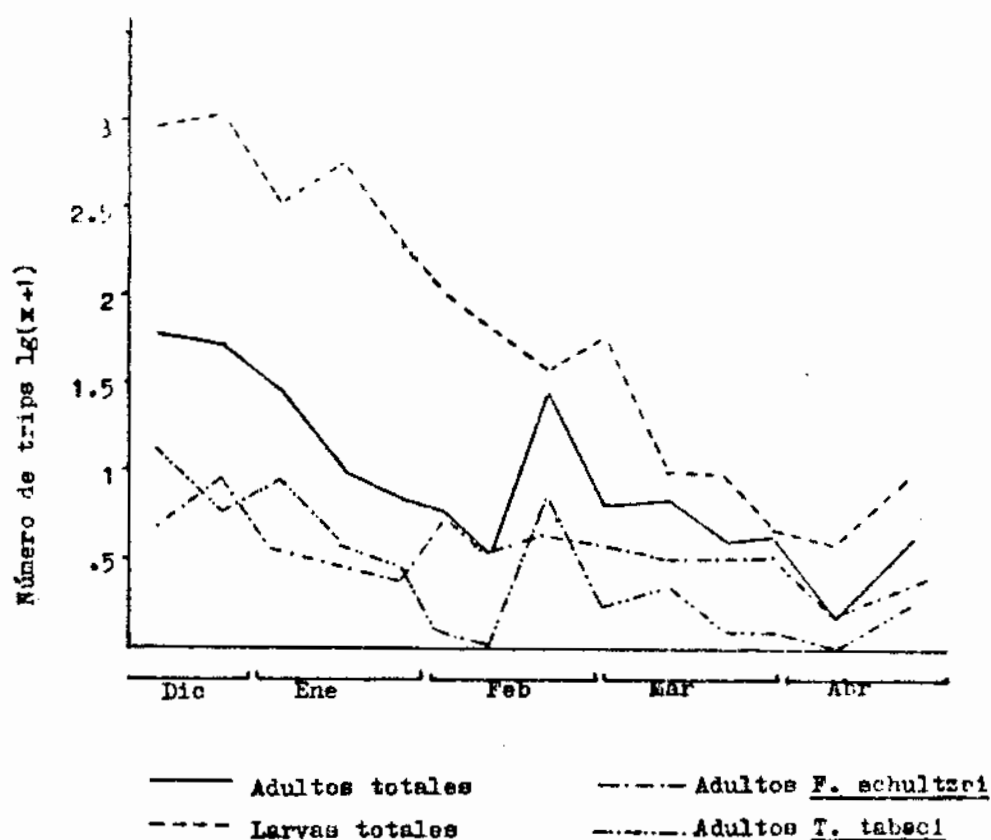


Figura 8 :Tendencia poblacional de trips sobre *C. arvensis*.

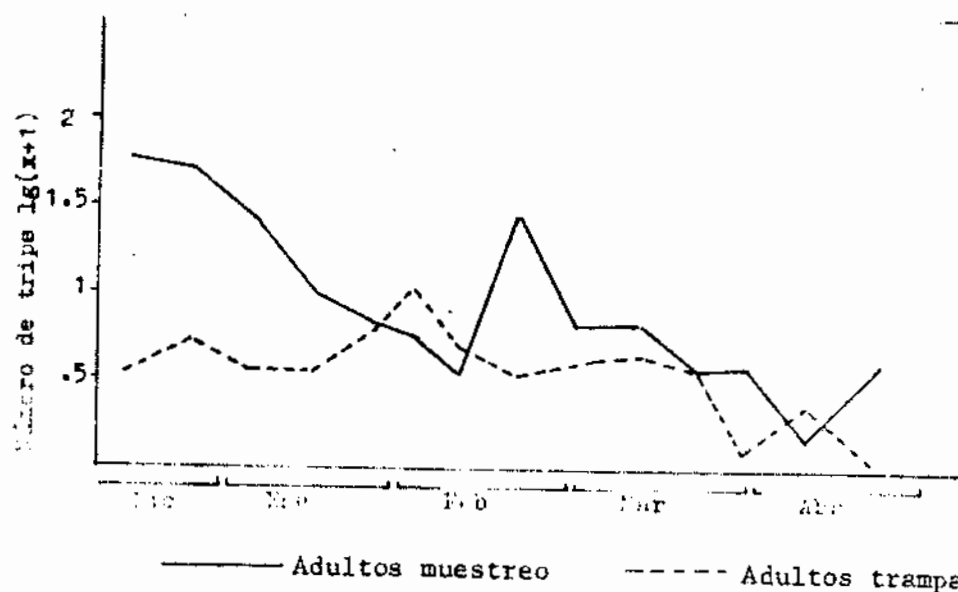


Figura 9 :Captura de adultos en trampas y colectas del muestreo sobre *C. arvensis*.

Al igual que en tomate, se efectuaron correlaciones entre poblaciones de larvas y adultos, que se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7: Coef. de correlación entre poblaciones de larvas y adultos en correhuela y entre poblaciones de adultos en planta y en trampa.

	"r"	n
1. N° larvas en correhuela vs. N° adultos en Correhuela:		
. 10 días antes	0.82 **	14
. simultáneos	0.79 **	15
. 10 días después	0.82 **	14
2. N° adultos en trampa vs. N° adultos en correhuela	0.29 NS	13

La correlación entre el número de larvas y adultos fue altamente significativo, al efectuarlos simultáneamente. También resultaron altamente significativos los coef. de correlación entre las larvas y las colectas de adultos realizados 10 días después y 10 días antes. Por lo tanto se podría inferir que los adultos se originarían de las larvas existentes previamente en correhuela y viceversa, no descartando entonces la posibilidad de que este huesped sea adecuado para el completo desarrollo de los trips.

Las capturas de adultos en trampas y las colectas de los muestreos, nuevamente no mostraron relación (Fig.9). Debe señalarse que las trampas indican la actividad de los trips en forma acumulada a lo largo del período de permanencia en el campo, por lo tanto los valores a correlacionar con los muestreos son promedios diarios.

Fueron realizados cuatro muestreos sobre *Portulaca oleracea* (verdolaga), los cuales fueron suspendidos a partir de febrero, debido a la no existencia de trips. A pesar de ser una male-

za ampliamente distribuída en los cultivos hortícolas, y citada como hospedero de peste negra, no se reveló la presencia de estos insectos sobre ella. Por lo tanto, si bien puede ser importante como fuente de virus, no mostró ser hospedero de trips en este trabajo.

3. Análisis conjunto de la variación en tomate y correhuela.

A los efectos de conocer la existencia de interrelaciones entre las poblaciones de trips en tomate y correhuela, y en orden de ampliar el conocimiento sobre el origen de los adultos en tomate, fueron correlacionadas las colectas de larvas desde correhuela, con las colectas de adultos desde tomate realizadas 10 días después. El coef. de correlación resultó muy significativo, con un $r = 0.75^{**}$ ($n=13$). Este hecho sumado al resultado obtenido desde las correlaciones en tomate, podría sugerir que los adultos encontrados en este cultivo, se originen, en parte, de larvas que se desarrollan sobre *C.arvensis*, y luego migren al tomate.

La figura 10 muestra la abundancia relativa de los trips en tomate y correhuela, conjuntamente con los factores climáticos: temperatura y precipitaciones. Se puede observar que la mayor abundancia ocurre a fines de diciembre, principios de enero, y coincide con las máximas temperaturas y menores precipitaciones, como se observa en el cuadro 8.

Cuadro 8 Temperaturas promedios y precipitaciones acumuladas por mes, del período muestreado.

	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.
Lluvias mm	68,9	134,2	172.3	77.8	106.7
Temp. promedio	22°	24°	23°	20°	15.6°

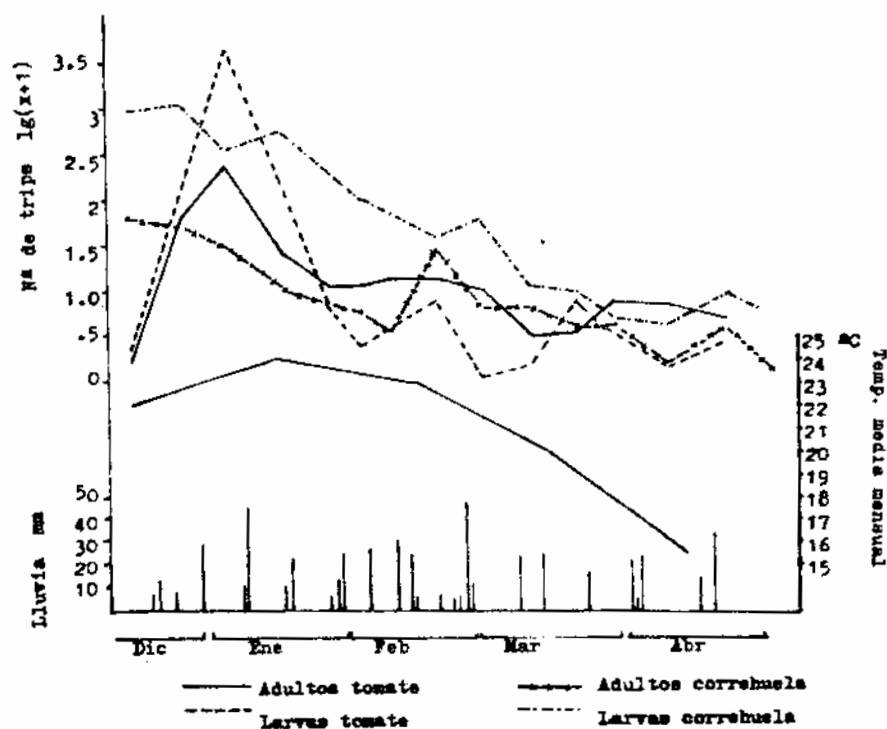


Figura 10 : Variación estacional de trips sobre tomate y correhuela, y factores climáticos Temperatura y Precipitaciones.

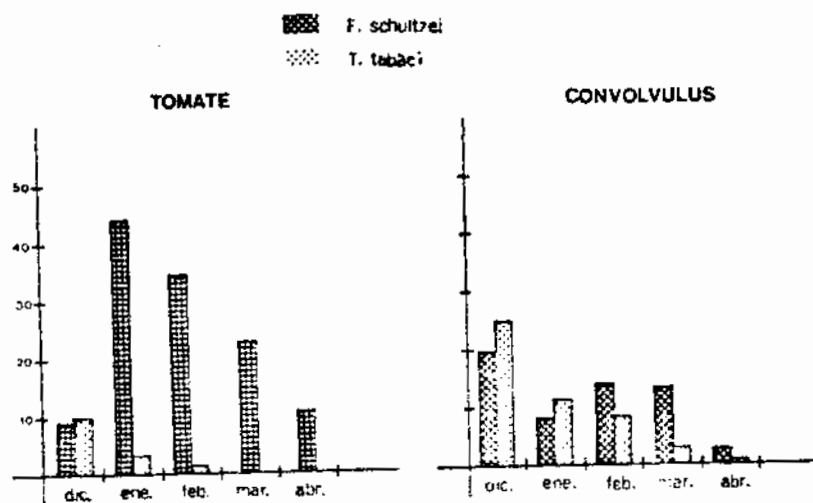


Figura 11: Distribución de especies sobre Tomate y C. arvensis.

En el mes de diciembre se muestrearon sólo los últimos 15 días. Mientras que en correhuela los máximos conteos se registran en este mes, en tomate ocurren a principios de enero, debido probablemente a la ausencia de flores en Diciembre.

El pico poblacional ocurrido en correhuela está dado, en mayor parte, por la presencia de *T. tabacá* (Fig. 11).

La disminución en los registros observados tanto para correhuela como para tomate, hacia mediados de enero, puede deberse a las intensas lluvias ocurridas en esa fecha, actuando como factor de mortalidad.

3) ESTUDIOS DE LABORATORIO

1. Preferencia de oviposición.

Para conocer la preferencia de oviposición de las hembras de *F. schultzei*, se realizó una prueba entre 5 especies vegetales, citadas como huéspedes del vector y/o del virus TSWV.

Los datos fueron analizados por medio de un diseño factorial de parcelas al azar, cuyo análisis de varianza es el siguiente:

Fuente de variación	GL	SC	CMe	F_c	
Tratamientos	9	0.1300			
Posición	1	0.0004	0.0004	0.174	NS
Huesped	4	0.1260	0.0315	13.69	**
Interacción	4	0.004	0.0001	0.043	NS
Error	30	0.070	0.0023		
TOTAL	39	0.20			

Como se aprecia en el cuadro, no hubo efecto de posición e interacción. El hecho que la interacción sea no significativa indica que la posición relativa de un huésped preferido no influye sobre la preferencia hacia los huéspedes vecinos.

Para conocer la especie mayormente preferida por *F. schultzei* para la oviposición, se efectuó un análisis de separación de medias de Duncan, el cual mostró a la papa como el mejor huésped de los 5 probados a un nivel de significación del 1%. El siguiente detalle muestra los resultados:

	<u>Promedio de larvas emergidas</u>	
PAPA	5.64	a
TOMATE	2.48	b
CORREHUELA	1.97	b
PIMIENTO	1.86	b
CHAMICO	1.65	b

Debe tenerse en cuenta que, ante la dificultad de la determinación de la postura sobre el huésped, la oviposición se estimó mediante la emergencia de larvas.

2. Preferencia de alimentación

Los mismos huéspedes probados para la oviposición, se utilizaron para conocer la preferencia de alimentación de las larvas.

Como variables para evaluar la preferencia de alimentación, se tomaron dos índices: N° de larvas presentes sobre el huésped, y porcentaje de daño. Al correlacionar ambos índices, no presentaron significación estadística. Los registros del porcentaje de daño se consideraron subjetivos, ya que los hospederos presentan diferente resistencia a mantenerse en buen estado, resultando así dificultoso la diferenciación entre área dañada por las larvas y área descompuesta. Por lo tanto se tomó

el porcentaje de larvas presentes como variable a analizar.

Los datos fueron, también, analizados por un diseño factorial de parcelas al azar.

Fuente de variación	GL	S C	C M _e	F _c
Tratamientos	9	98.62	10.96	
Posición	1	2.23	2.23	2.03 NS
Huésped	4	88.24	22.06	20.05 **
Interacción	4	8.15	2.04	1.85 NS
Error	30	32.99	11.0	
TOTAL	39	131.61		

Las medias se separaron por prueba Duncan, resultando la papa el huesped preferido a un nivel del 1%, seguido por la correhuela. Los demás huespedes no presentaron diferencias.

Promedio relativo de larvas encontradas
sobre el huesped, con respecto al total

PAPA	0.154	ab
CORREHUELA	0.044	bc
TOMATE	0.013	c
PIMIENTO	0.010	c
CHAMICO	0.003	c

Si bien la mayor abundancia de las larvas en correhuela, frente a tomate en los muestreos de campo, no se vió reflejada en esta prueba como una preferencia hacia correhuela, debe considerarse que la unidad de muestreo de correhuela contenía el ápice de crecimiento, y las hojas utilizadas en el laboratorio fueron hojas nuevas, pero totalmente desplegadas.

En base a los resultados obtenidos en estas pruebas, se utilizó la papa como fuente de alimentación para los posteriores

estudios de laboratorio. Estos resultados sugieren la posibilidad de que en el campo, la papa se comporte como un reservóreo importante de trips. Este hecho adquiere mayor relevancia, si se considera que la cosecha de la papa sembrada en primavera ocurre a principios de verano, pudiendo provocar la migración de trips hacia los cultivos vecinos de tomate, en pleno crecimiento.

La prueba de preferencia descripta podría ser utilizada ampliando el rango de especies vegetales, con el fin de conocer los posibles hospederos alternativos de *F.schultzei* bajo condiciones de campo.

3. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo.

a) Determinación de umbrales y constante térmica.

La cría en laboratorio de *F.schultzei* a cinco temperaturas constantes, proporcionó datos de la duración media de los estados de desarrollo, los cuales se presentan en el cuadro 9, y se ilustran en la figura 12.

Cuadro 9: Duración media de los estados de desarrollo en días.

(intervalo de confianza del 95%)

TEMPERATURA °C	HUEVO	LARVA	PUPA	HUEVO ADULTO
18	9.44 $\pm$ 0.26	10.34 $\pm$ 0.45	7.24 $\pm$ 0.23	27,02
21	5.53 $\pm$ 0.16	6.53 $\pm$ 0.23	5.24 $\pm$ 0.23	17,3
24	3.86 $\pm$ 0.22	5.19 $\pm$ 0.12	3.72 $\pm$ 0.18	12,77
27	3.03 $\pm$ 0.15	4.13 $\pm$ 0.09	3.06 $\pm$ 0.07	10,22
30	2.76 $\pm$ 0.13	2.85 $\pm$ 0.16	2.64 $\pm$ 0.19	8,25

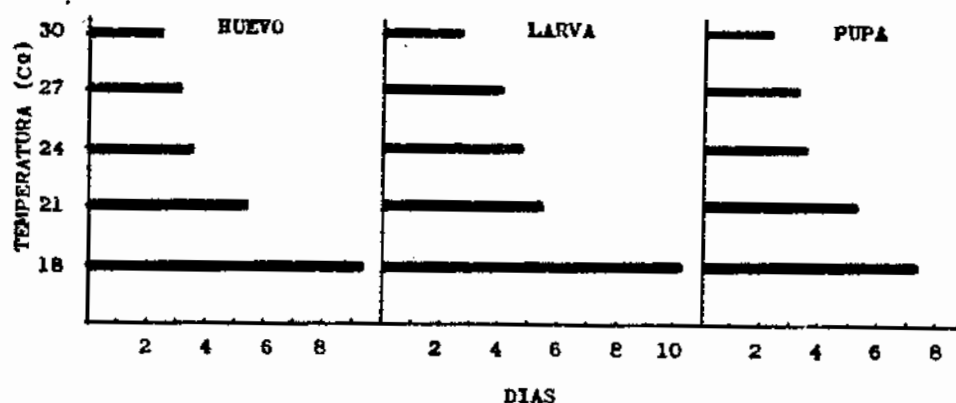


Figura 12: Duración de los estados de desarrollo de *F. schultzei* a temperaturas constantes.

De los datos surge que, dentro del rango de temperaturas estudiadas, el tiempo de desarrollo es inversamente proporcional a la temperatura.

La duración de los distintos estados difieren considerablemente de lo encontrado por Davidson y Bald(12), sin embargo debe tenerse en cuenta que estos autores trabajaron con temperaturas fluctuantes, menor número de insectos y otra fuente alimenticia.

El siguiente cuadro muestra la variación de la tasa de emergencia de larvas y adultos a las temperaturas estudiadas.

Cuadro 10: Tasa de emergencia de larvas y adultos a cinco temperaturas.

Temp. °C	Tasa emergencia de larvas %	Emergencia de adultos		
		Tasa	% de sexos	
			hembras	machos
18	83.3	93.55	38	62
21	82.6	96.67	72	28
24	64.7	76.19	59	41
27	72.5	88.57	84	16
30	73.08	76.00	0	100

No fue posible obtener resultados de tasa de pupación, ya que al acercarse el momento de empupar, las larvas se evadían de las cápsulas de cría en un gran número. De esta manera, la mortalidad natural no pudo discriminarse de la ocurrida por accidentes. En ese sentido, es necesario subsanar la carencia del método proporcionando sitios adecuados para empupar, o asegurando la total hermeticidad del dispositivo de cría.

Salvo a 24°C, en que pudo actuar un factor no controlado, existe una tendencia a disminuir las tasas, con el aumento de temperatura.

La relación de sexos de los adultos emergidos a cada temperatura puede considerarse variable y diferente a la observada en los muestreos de campo de 5 hembras: 1 macho.

Cabe destacar que la emergencia a 30°C estuvo constituido solamente por machos, sugiriendo la posibilidad de que las hembras en los primeros estados de desarrollo sean más sensibles a las altas temperaturas. Si se considerara al 24% de mortalidad de pupas, constituida totalmente por hembras, la relación de sexos sería igualmente extremadamente favorable hacia los machos. A 18°C, si bien la relación macho:hembra no es tan extrema como a 30°C, también se presenta favorable a los machos. Se observa así, que en las dos temperaturas extremas del rango estudiado, la relación hembra:macho se invierte, tomando como referencia la relación que se da en el campo.

Sería de interés emprender nuevos estudios a los efectos de explicar estos fenómenos.

La figura 13 muestra la relación entre la temperatura y la duración del desarrollo de los estados huevo, larva y pupa, y desarrollo total. La relación resultó ser de tipo hiperbólico, como se observa en muchas especies de insectos.

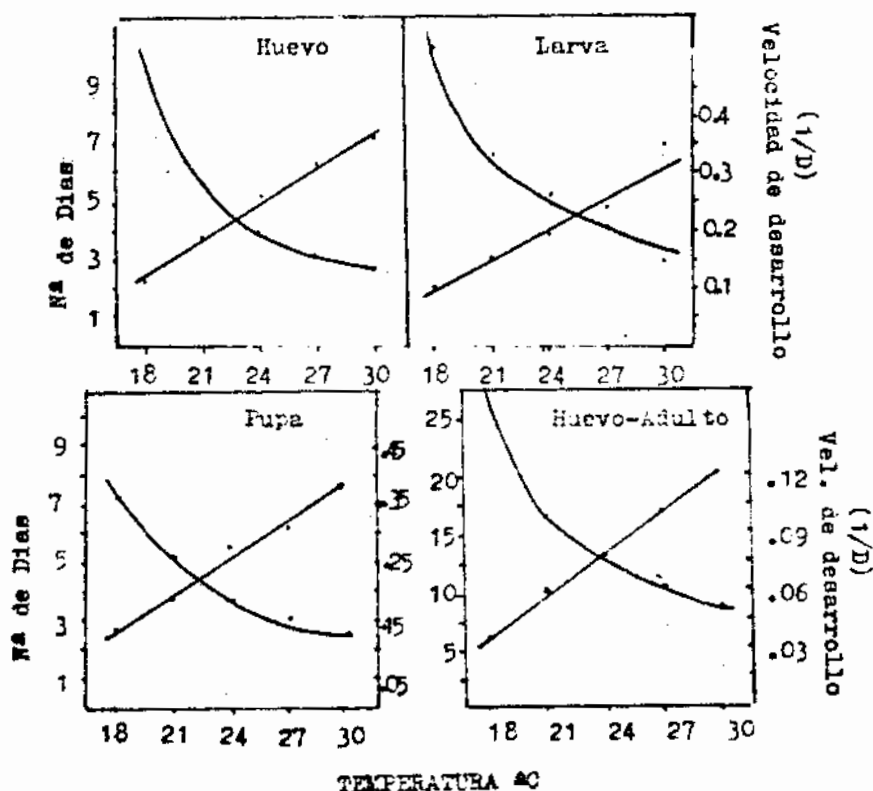


Figura 13 - Relación entre la temperatura y la duración del desarrollo, y su inverso (velocidad de desarrollo) de los distintos estados.

Al graficar la velocidad de desarrollo (recíproco de la duración de los estados), contra la temperatura, se observó una relación lineal.

Fueron calculados los umbrales térmicos de cada estado, así como del desarrollo total, en forma teórica, y la Constante térmica (K), mediante el ajuste de ecuaciones de regresión lineal entre velocidad de desarrollo y temperatura.

Los resultados son presentados en la tabla siguiente:

Estado	recta de regresión	Umbral térmico	r	K
Huevo	$V = 0.022 T - 0.2804$	12.75 °C	0.99**	45.39 GD
Larva	$V = 0.020 T - 0.2690$	13.60 "	0.98**	50.50 "
Pupa	$V = 0.021 T - 0.2320$	11.30 "	0.99**	48.78 "
Huev-Adul	$V = 0.007 T - 0.084$	12.35 "	0.92*	147.78 "

Se adjunta a la tabla anterior los coeficientes de correlación para cada caso, y su significación al 1% y al 5%.

El valor del umbral térmico de la especie obtenido, se considera bastante cercano del encontrado por Davidson y Bald (12), de 11.7°C, a pesar de las condiciones de trabajo diferentes.

b) Tabla de vida

A partir de los resultados de la cría para la determinación de los umbrales de la especie, fue posible construir el cuadro 11.

Cuadro 11: Longevidad, fertilidad y tasa de fertilidad a 5 temperaturas constantes.

PARAMETRO	18°C	21°C	24°C	27°C	30°C
Longevidad días	28 ± 6.96	16 ± 8.65	17 ± 8.21	22 ± 9.25	18 ± 4.57
Fertilidad larvas/hembra	56	157	174	247	105
Tasa fértil larvas/hembra /día	1.64 ± 1.65	4.32 ± 3.17	5.08 ± 2.55	7.29 ± 4.26	3.38 ± 2.58

Al no tenerse en cuenta la edad de las hembras, y utilizando valores promedio, 27°C resultaría la temperatura óptima, manifestándose en una mayor tasa de fertilidad, y una mayor postura de huevos por hembra. Sin embargo con este procedimiento no es posible observar las variaciones de la fertilidad debidas a la edad. A pesar de ello, resulta útil para marcar la tendencia del efecto de la temperatura sobre estos parámetros, indicando la importancia de realizar posteriores estudios a temperaturas más extremas.

Por encima de 18°C, la temperatura no parece afectar la longevidad de las hembras, pero sí la fertilidad, resultando ser el parámetro más afectado por la temperatura.

Con el fin de ampliar el conocimiento acerca de los parámetros intrínsecos de la especie, se construyó una tabla de vida de fertilidad a edad específica.

Mediante los registros de duración y sobrevivencia de los estados inmaduros extraídos de la cría, así como de estudios de longevidad y oviposición de hembras a 5 temperaturas constantes, fue posible calcular los parámetros de la tabla de vida, que se presentan en el cuadro 12.

Cuadro 12: Parámetros de la tabla de vida de fertilidad de *F. schultzei* a 5 temperaturas.

Temperatura	R_o	T días	r_m	λ
18°C	10.35	42.23	0.06	1.06
21	15.26	29.67	0.09	1.10
24	20.78	22.82	0.13	1.14
27	34.49	22.43	0.16	1.17
30	12.97	15.80	0.16	1.17

R_o : tasa neta de reproducción

T : tiempo generacional

r_m : tasa intrínseca de incremento natural de una población

λ : tasa finita de incremento natural

Puede observarse un marcado efecto de la temperatura sobre cada parámetro.

La tasa neta de reproducción, R_0 , indica el N° de veces que aumenta una población por generación; así a 18°C la población de *F. schultzei* aumenta 10.35 veces en una generación. Este parámetro continúa en aumento hasta 27°C, para decaer bruscamente a 30°C.

Estando R_0 determinado por la tasa de sobrevivencia lx y la fertilidad específica mx , es posible explicar esta disminución de R_0 por el efecto de altas temperaturas sobre ambos parámetros, como se aprecia en la figura 14.

No es posible diferenciar si el efecto de la temperatura sobre la producción de larvas se traduce en una menor postura o en una menor viabilidad de los huevos.

La tasa neta de reproducción R_0 es un parámetro que por sí sólo no alcanza para explicar los incrementos poblacionales de una especie, ya que debe relacionarse al tiempo generacional. La duración media de una generación, tiempo generacional, presentó un marcado decrecimiento con el aumento de la temperatura.

La tasa intrínseca de incremento r_m expresa la máxima razón de aumento obtenido por una población de distribución de edad fija. Este parámetro se incrementa a medida que las temperaturas son mayores, hasta estabilizarse a 27-30°C; lo mismo ocurre con la tasa finita de incremento, la cual expresa el N° de individuos adicionados a la población por hembra y por día.

A pesar de que todo el rango de temperatura estudiado permitió la multiplicación de la especie, desde que r_m excede el cero, puede sostenerse que 27°C resultó la temperatura más adecuada para la reproducción de la especie.

A pesar de que a 30°C r_m , y por consiguiente λ , toman igual valor que a 27°C, el hecho que la generación emergi

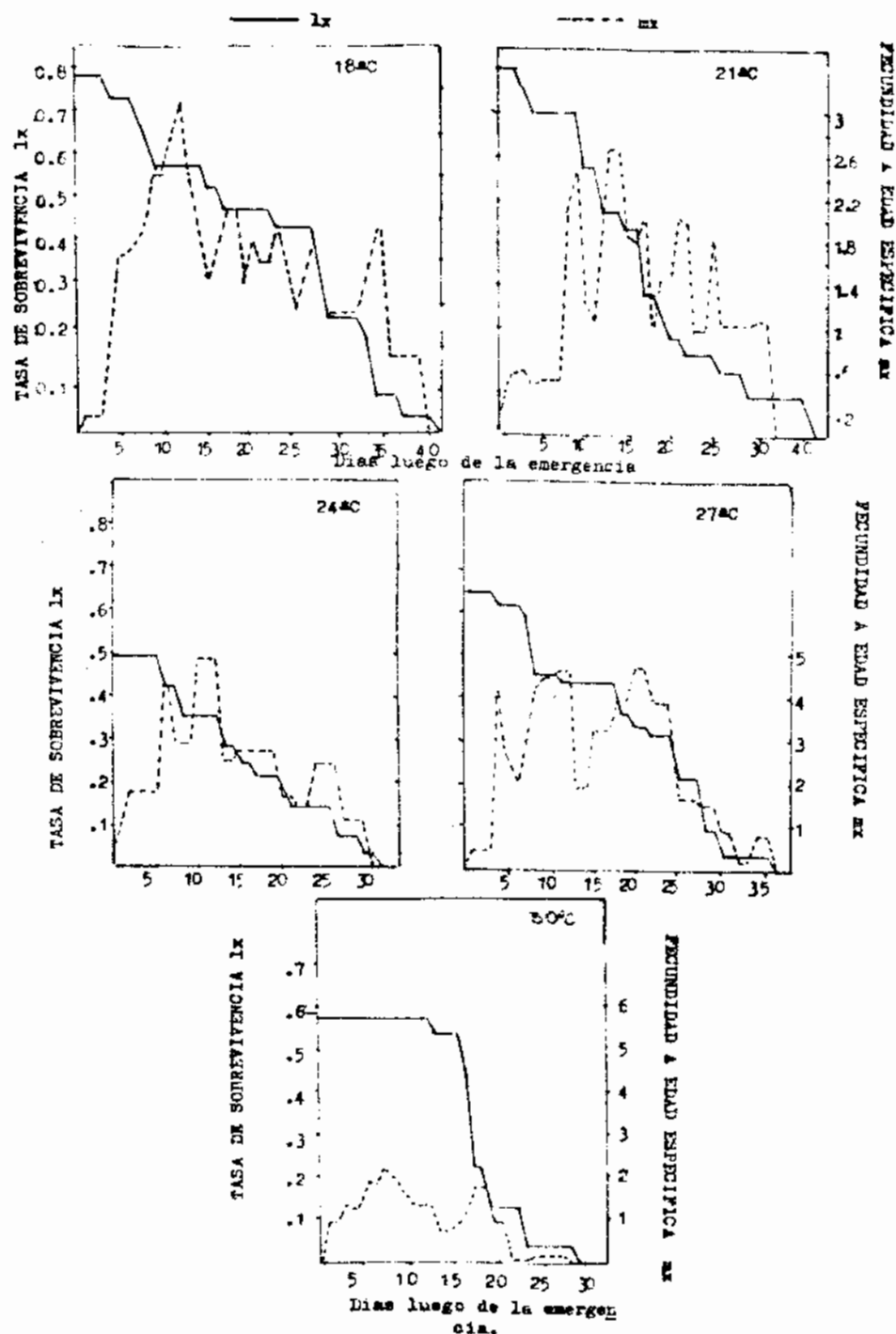


Figura 14: Curvas de sobrevivencia l_x , y fecundidad a edad específica m_x de *F. schultzei* a 5 temperaturas.

da a 30°C estuviera constituida únicamente por machos, no permite sostener que 30°C sea una temperatura óptima para la especie.

Sí bien los resultados obtenidos a partir de la tabla de vida son de gran utilidad práctica, no debe perderse de vista que la relación de sexos asumida, de 50:50, no es la que se observó en la naturaleza. Este hecho, sumado a las características de la generación de 30°C, hacen necesario emprender nuevos estudios con el fin de subsanar estos inconvenientes.

Los resultados discutidos sugieren que el crecimiento más activo de la especie se da a temperaturas altas.

Aunque en el presente trabajo no se tuvieron en cuenta factores de mortalidad que ocurren en poblaciones naturales, se observó que la mayor abundancia de trips en el campo coincidió también con las temperaturas más altas.

V. CONCLUSIONES

Del análisis y discusión de los resultados obtenidos, es posible formular las siguientes conclusiones:

1) Fueron halladas dos especies de trips sobre tomate: *Thrips tabaci*, encontrada por primera vez sobre este hospedero, y *Frankliniella schultzei*, ya citada por otros autores sobre él. *T. tabaci* fue relativamente importante en diciembre, momento en el cual el cultivo estaba en activo crecimiento.

2) De las dos especies encontradas, *F. schultzei* muestra una clara preferencia por las flores, mientras que *T. tabaci* por las hojas.

3) Los adultos presentes en tomate no parecen originarse en el cultivo, ya que no muestran una relación significativa con las larvas existentes anteriormente.

4) De las dos especies de malezas evaluadas, correhuela resultó un importante reservóreo de trips, mientras que verdolaga no manifestó este comportamiento.

5) En base a la correlación altamente significativa entre las larvas encontradas en correhuela y los adultos hallados 10 días después sobre tomate, se podría sostener que estos últimos se originen en parte de larvas presentes 10 días antes en correhuela.

6) la mayor abundancia relativa de *Frankliniella schultzei* y *Thrips tabaci* sobre tomate y correhuela ocurre a fines de diciembre y principios de enero, coincidiendo con los máximos de temperatura y mínimos de precipitación.

7) Es posible concluir que las trampas pegajosas no serían buenos indicadores de la actividad de *Frankliniella schultzei* sobre las plantas de tomate.

8) De cinco huéspedes probados, la papa resultó ser el preferido para la alimentación de las larvas, así como para la oviposición.

9) La duración de los estados de desarrollo de *Frankliniella schultzei*, mostró una relación inversa con la temperatura.

10) La constante térmica para *F. schultzei* fue de 147,78 GD por encima de un umbral teórico de 12.35°C.

11) Por encima de 18°C, la temperatura no parece afectar la longevidad de las hembras pero si la fertilidad, resultando ser el parámetro más afectado por la temperatura.

12) Basados en los resultados de la tabla de vida, puede sustentarse que dentro de la faja de temperaturas estudiadas, 27°C mostró ser la temperatura óptima para la reproducción de la especie.

Dentro de la problemática de la peste negra, en relación a las especies de trips vectoras, el presente trabajo constituye un aporte al conocimiento de *F. schultzei*, tanto en aspectos biológicos intrínsecos de la especie, como sobre su comportamiento asociado al cultivo de tomate y ciertas malezas.

Surge entonces la necesidad de profundizar en otras líneas de trabajo. Así, es de prioridad definir cual de las especies presentes en tomate es más determinante en la transmisión del virus. Por otra parte, frente a la variabilidad en intensidad que presenta la enfermedad dentro y entre años, se hace necesario estudiar la variación estacional de la virulencia del vector, en relación a la intensidad de los ataques de la enfermedad. Por último, mediante la utilización de los resultados biológicos, y en función de metodología descrita en la bibliografía sería de gran utilidad práctica, intentar desarrollar las bases para la construcción de modelos de predicción de poblaciones de trips en el campo.

VI. RESUMEN

Se estudió la variación estacional de trips en tomate y malezas, mediante evaluaciones sobre plantas y trampas pegajosas. El período de máxima abundancia relativa ocurrió a fines de Diciembre — principios de Enero, coincidiendo con los máximos de temperatura y mínimos de precipitaciones del período muestreado. *Frankliniella schultzei* (Trybon) resultó la especie predominante en tomate, mostrando marcada preferencia por las flores, mientras que *Thrips tabaci* (Lind) se registró sólo al comienzo de la estación, siempre en menores niveles que la especie anterior, y con preferencia por las hojas.

Los adultos encontrados en tomate no se correlacionaron con las larvas presentes en dicho cultivo diez días antes; en cambio presentaron correlación altamente significativa ($r=0.75$) con larvas presentes 10 días antes en correhuela.

Fue realizada una cría en laboratorio de *F. schultzei* (forma oscura) a 5 temperaturas constantes, 60–80 %HR, y un fotoperíodo de 12 hs. La fuente alimenticia usada fue polen de tomate y hojas de papa; ésta última mostró ser la más adecuada de cinco hospederos probados (tomate, pimiento, *Convolvulus arvensis* y *Datura ferrox*), tanto para la alimentación de larvas como para la oviposición.

La duración del desarrollo desde huevo a adulto fue 27, 17, 13, 10 y 8 días a 18, 21, 24, 27 y 30°C ± 1 respectivamente. La constante térmica para la especie fue de 147.78 GD, por encima de un umbral de 12.35°C.

Se efectuó una tabla de vida de fertilidad, calculando: tiempo generacional, tasa intrínseca y tasa finita de incremento natural, a las cinco temperaturas antedichas. Los resultados obtenidos a partir de ella, mostraron a 27°C como la temperatura más favorable para la reproducción de la especie.

VII. LITERATURA CITADA

1. ANDERSON, T.E.: KENNEDY, G.G. and STINNER, R.E. Temperature-Dependent Model for Post-Diapause Development and Spring Emergence of the European Corn Borer, *Ostrinia nubilalis* (Hubner), (Lepidoptera:Pyralidae), in North Carolina. *Environmental Entomology* 11: 1307- 1311. 1982.
2. ANNIS, B.; BERRY, R.E. and TAMAKI, G. Host Preferences of the Green Peach Aphid, *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *Environmental Entomology* 11(4):824-827. 1982.
3. BECKHAM, C.M. Color preference and flight habits of thrips associated with cotton. *Journal of Economic Entomology*. 62(3): 591-592. 1969.
4. BIN, F. Influence of the glandular hairs on insects on *Lycopersicon* spp. *Frustula Entomologica* 2: 271-283. 1982
5. BIRCH, L.C. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *Journal of Animal Ecology*. 17: 15-26. 1948
6. BRIOZZO, J. Especies de Thripidae de interés económico en horticultura. *Investigaciones Agronómicas (Uruguay)*. 3(1): 85-86. 1982
7. BRYAN, D.E. and SMITH, R.F. The *Frankliniella occidentalis* (Pergande) complex (Thysanoptera:Thripidae). *University of California Publications in Entomology* 10(6): 359-410. 1956.

8. CAMPBELL, A. and MACKAUER, M. Reproduction and population growth of the Pea Aphid (Homoptera: Aphididae) under laboratory and field conditions. Canadian Entomology. 109: 277-284. 1977.
9. COSTA, A.S. e CARVALHO, A.M. A bedroega, reservatório do vírus de vira-cabeça. Bragantia 19 (1^a parte): 21-25. 1960
10. COSTA, C.L., COSTA, A.S. e NEGALI, H. Granutox aumenta tres vezes produção do tomate. Boletim do campo (Brasil) 1972: 17-22. Maio-Jun. 1972.
11. COSTA, L. et al. Controle de vira-cabeça do tomateiro pela destruição do vector. Bragantia (Brasil) 23(22): 281-289. 1964
12. DAVIDSON, J. and BALD, J.G. Description and bionomics of Frankliniella insularis, Franklin (Thysanoptera). Bulletin of Entomological Research 21: 565-385. 1930.
13. FERNANDEZ VALIELA, M.V. Introducción a la fitopatología. 3 ed, Buenos Aires, I.N.T.A., 1969-1979. v. I p. 468-471.
14. GALLO, D. et al. Manual de Entomología Agrícola. Sao Pablo, Editora Agrônoma Ceres, 1978. P 353-354.
15. GUTIERREZ, A.P. et al. The systems approach to Research and Desition making for cotton post control. In Huffaker, C.B., ed. New technology of pest control. New York, Wiley pp. 173-176.
16. HARDING, J.A. Effect of Migration, Temperature, and Precipitation on Thrips Infestations in South Texas. Journal of Economic Entomology 54(1): 77-79. 1961.
17. HERBERT, H.J. Biology, Life tables, and Intrinsic Rate of Increase of the European Red Mite, Panonychus ulmi (Acarina: Tetranychidae). Canadian Entomology 113:65-71 1981.

18. HOFFIT, H.R. A color preference of the western flower thrips *F. occidentalis* Journal of Economic Entomology 57(4): 77-79. 1961.
19. IOAN, E. et al. Recognition biology, prevention and control of the Tomato Bronze petal virus (TSWV) on tobacco. Cereale si Plante Tehnice, Productia Vegetala 30(9): 28-32. 1978. (Original no consultado; compendiado en Review of Applied Entomology 67(11):4612. 1979).
20. ITO, Y. et al. Biology of *Hyphantria cunea* (Lepidoptera) in Japan. Applied Entomology and Zoology 3(4):163-175. 1968.
21. KIECKHEFER, R.W. and LUNDEN, A.O. Host preferences and reproduction of four cereal aphids (Hemiptera:Aphididae) on some common weed grasses of the Northern Plains. Enviromental Entomology 12(3):986-989. 1983.
22. KINZER, R.E. et al. Rearing and testing tobacco thrips in the laboratory to discover resistance in peanuts. Journal of Economic Entomology 65(3): 782-785. 1972.
23. KUDO, I. Observations on relative abundance, phenology and flower preference of Thysanoptera in Sapporo and the vinicity. Journal of the Faculty of Science Hokkaido University, Series VI, Zoology 17(4):610-627. 1971.
24. LASA, C.I. La peste negra del tomate; una importante virosis. Investigaciones Agronómicas (Uruguay) 3(1):73-79. 1982.
25. LEWIS, T. Thrips their biology, ecology and economic importance. London, Academic Press. 1973. 349 p.
26. MADDOCK, D.R. Thrips infesting tomatoes an their ocurrence on other hosts. Journal Economic Entomology 42(1): 146. 1949.

27. MILANEZ, J.M. et al. Estimativa da constante térmica das cigarrinhas das pastagens *Zulia* (*Notozulia*) *entreriana* (Berg, 1879) e *Deois* (*Acanthodeois*) *flavopicta* (Stal, 1854) (Homoptera:Cercopidae) em condições de campo. *Anais da Sociedade Entomological do Brasil* 12(2):151-163. 1983
28. MIYASHITA, K. Effects of constant and alternanting temperature in the development of *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera:Noctuidae). *Applied Entomology and Zoology* 6(3):105-111. 1971.
29. MOUND, L.A. et al. Thysanoptera. In Watson, A., ed. *Handbook for the identification of british insects*. London, Royal Entomological Society of London, 1976. v. 1 Part II.
30. MURAI, T. and ISHII, T. Simple rearing method for Flower Thysanoptera: Thripidae) on pollens. *Japanese Journal applied Entomology and Zoology* 26:149-154. 1982.
31. NOWIERSKI, A. et al. Estimation of thermal thresholds and age specific life table parameters for the walnut aphid (Homoptera: Aphididae) under field conditions. *Environmental Entomology* 12:680-686. 1983.
32. NUÑEZ, S., CARBONELL, J., BRIOZZO, J. Comportamiento de poblaciones de trips asociados al cultivo de tomate y cebolla. *Investigaciones Agronómicas (Uruguay)* 4(1):62-64. 1983.
33. PARRELLA, M.et al. Biology of *Leptothrips mali*, a common predator in virginia apple orchards. *Annals of the Entomological Society of America* 75(2):130-135. 1982.
34. RAMALLO, I. et al. Control químico del vector del corcovo del tabaco (TSWV) en la provincia de Tucumán (R.A.). *Revista Agronómica del Noroeste Argentino*. 12(1-2). 1975.
35. ROCHSTEIN, M. *The fisiology of insecta*. New York, Academia Press, 1964-65. v.I pp. 283-319.

36. SAKIMURA, K. Field observations on the thrips trasmiting the tomato spotted wilt virus in the San Pablo area, California. Plant Disease Reporter 45(10):772-776.1961.
37. _____. Techniques for handling thrips in transmission experiments with the TSWV. Plant Desease Reporter 45(10):776-771. 1961.
38. _____. Frankliniella fusca, an additional vector for the tomato spotted wilt virus, with notes on Thrips tabaci, another vector. Phytopatology 53(4):412-415. 1963.
39. _____. A comment on the color forms of F. schultzei (Thysanoptera: Thripidae) in relations to transmission of the tomato spotted wilt virus. Pacific Insects 11(3/4):761-762. 1969.
40. SENGONICA, G. and GERLACH. A new developed method "leaf-island" for observation on thrips in the laboratory. Tukive, Bitky Koruma Dergisi 7(1):17-22. 1983.
- 41 .SILVEIRA NETO, S. et al. Manual de ecología dos insetos. Sao paulo, Ceres, 1976, p. 46-75.
42. SOUTHWOOD, T.R. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations 2^{ed}. London, Chapman and Hall, 1978. 524 pp .
- 43 .STEENWYK, B. Thrips and blossom scarring infresh market tomatoes' .In Desert Vegetable Insect Symposium, 1st,. Berkeley, California, 1978. Proceedings .Berkeley, University of California, 1979 .50p .(Original no con sultado; Compen'diado en Review of Applied Entomology 68(3):1483 . 1980 .
- 44 STOLTZ, R. and MC NEAL, C. Assessment of insect emigration from alfalfa hay to bean fields . Enviromental Entomology 11: 578-580. 1982.

45. TANG, C.C. Ecological studies on green asparagus thrips *Frankliniella intonsa* (Trybon) in Taiwan. Journal of Agricultural Research of China 25(4):299-309. 1976. (Original no consultado; compendiado en Review of Applied Entomology 65(10):5581. 1977).
46. TANIGOSHI, L. and NISHIO-WONG, J. *Citrus thrips*: biology, ecology and control. U.S. Department of Agriculture. Technical Bulletin no.1668. 1982. 17p.
47. TAYLOR, E. and SMITH, F. Three methods for extracting thrips and other insects from rose flowers. Journal of Economic Entomology. 48(6):767-768. 1955.
48. VARLEY et al. Insect population ecology, an analytical approach. Berkeley. University of California-Press, 1973. pp. 87-93.
49. WHALON, M. and SMILOWITZ, Z. Temperature-dependent model for predicting field populations of green peach aphid, *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). Canadian Entomology 111:1025-1032. 1979.
50. YAMADA, H. and KAWASAKI, K. The effect of temperature and humidity on the development, fecundity and multiplication of the diamond back, *Plutella xylostella*. Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology 27:17-21. 1983.
51. YANO, E. Effect of temperature in reproduction of green house whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood). Bulletin of the Vegetable and Ornamental Crops Research Station (Japan) Ser.A, no.8:143-152. 1981.
52. YONEYAMA, S. Problems of pest control in vegetable cultivation in plastic green houses (disease). Japan Pesticide Information no.37:11-16. 1980. (Original no consultado; compendiado en Review of Applied Entomology 70(1):425. 1982).