

BIOLOGIA POBLACIONAL DE *RHAGOLETIS NOVA* (SCHINER) (DIPTERA: TEPHRITIDAE)

DANIEL FRÍAS L.¹

ABSTRACT

Rhagoletis nova (Schiner) is a Chilean species of Tephritid fly which attack fruits of sweet cucumber (*Solanum muricatum* Ait.). The life cycle and some aspects of population biology are described in this paper.

Observations both at the Laboratory and in the field prove that *R. nova* has at least two full generations per year, presenting though a pupal diapause. Females prefer to deposit their eggs in unripen fruits ranging from 5.0 to 5.4 cms. in length. Fruits less than 1.5 cms. did never present eggs of the fly. Females of this species seldom lay their eggs in ripe fruits of sweet cucumber. After ovipositing the females drag the ovipositor on the fruit epidermis and deposit a substance, very likely a pheromone as it is the case with other Tephritids.

INTRODUCCION

Los dípteros de la Familia Tephritidae, denominados comúnmente "Moscas de las Frutas", se distribuyen en climas templados, subtropicales y tropicales. Esta familia está constituida por aproximadamente 4.000 especies que causan daños considerables en plantas cultivadas de diferentes regiones del mundo. *Anastrepha*, *Ceratitis*, *Dacus* y *Rhagoletis* son los principales géneros de la familia Tephritidae cuyas especies infectan los frutos de una gran variedad de plantas perjudicando su comercialización e industrialización (Christenson y Foote 1960, Foote y Blanc 1963, Foote 1967, Bateman 1972, Boller y Prokopy 1976, Malavasi *et. al.* 1980, Malavasi y Morgante 1980, Foote 1981, Malavasi y Morgante 1981, Morgante 1982).

Estudios sobre aspectos de la ecología de dípteros Tephritidae que se distribuyen en Chile indican que las hembras, según la especie, depositan sus huevos en el interior de los frutos, flores o tallos de las plantas huéspedes. La pupación se efectúa, dependiendo de la especie, en el interior de los tejidos vegetales o bien en suelo a escasos centímetros de la superficie (Aljaro *et. al.*, 1984, Frías 1981, 1982, 1984).

Rhagoletis nova (Schiner) es una especie en-

démica de Chile que vive asociada al pepino dulce (*Solanum muricatum* Ait.) (Foote, 1981). Las larvas de esta especie causan en los frutos daños considerables (Bravo y Arias, 1983), sin embargo es poco lo que se sabe acerca de su biología. Los objetivos de este trabajo son estudiar aspectos del ciclo vital y biología poblacional de esta especie, como asimismo evaluar los daños que provocan las larvas en los frutos del pepino dulce, especialmente en cultivos de la Zona Central (V Región).

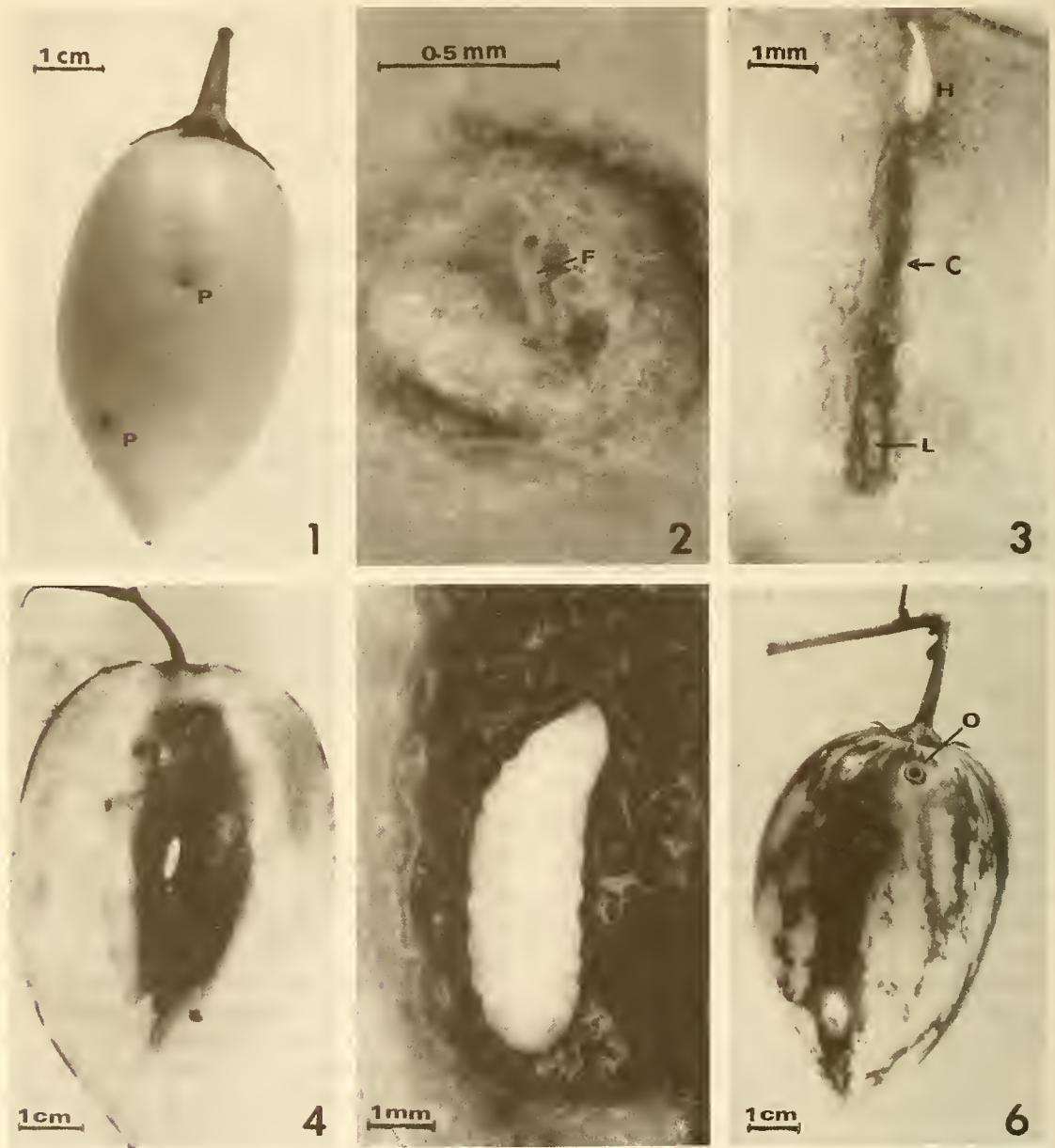
MATERIAL Y METODO

El material biológico utilizado en este estudio proviene especialmente de la V Región, específicamente de la localidad de Pachacama (Hijuelas), distante aproximadamente a 100 km. al norte de Santiago. Sin embargo, también se realizaron algunas observaciones y colectas en la IV Región (Coquimbo).

Para determinar la duración del ciclo vital de *R. nova* se establecieron cultivos de laboratorio. En estos cultivos, a 22°C, se estimó el tiempo de eclosión de los huevos y duración de los estados de larva, pupa y longevidad de adultos. Además se determinó la mortalidad de estados inmaduros e imagos. La cantidad de pupas en diapausa se determinó mensualmente después de la suspensión del nacimiento de adultos, abriendo aquellas pupas de las cuales no emergieron imagos.

A fin de estudiar las fluctuaciones de abundancia estacional de esta especie y evaluar el

¹Departamento de Biología Celular y Genética, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Casilla 70061, Correo 7, Santiago, Chile.



Figs. 1 a 6. Daño causado en los frutos por parte de *R. nova*. 1 = Fruto verde que presenta perforaciones realizadas por hembras de *R. nova* (P); 2 = una visión más aumentada de la perforación en el fruto, se alcanza a visualizar el filamento del huevo (F); 3 = corte longitudinal de un fruto en el cual se muestra un huevo eclosionado (H), el canal que realiza la larva en el mesocarpio (C) y la larva excavando en el mesocarpio del fruto hacia el endocarpio (L); 4 = corte longitudinal de un fruto maduro mostrando una larva de *R. nova* y el daño ocasionado en el endocarpio; 5 = visión aumentada de una larva en el interior del endocarpio; 6 = orificio de salida que realizan las larvas en el fruto para pupar. (O).

daño que ocasionan en las plantaciones de pepino dulce se realizaron muestreos mensuales de frutos de distintos estados de maduración cogidos al azar. A partir de estos frutos se determinó: 1) Cantidad de frutos infectados; 2) Estado de maduración de los frutos. Para ello se distinguió entre: a) frutos verdes, b) frutos intermedios (frutos en los cuales estaban comenzando a aparecer las bandas oscuras típicas del fruto maduro) y c) frutos maduros; 3) En cada una de estas categorías de frutos se determinó: a) tamaño del fruto, b) relación entre el grado de maduración y el estado de desarrollo de los estados inmaduros de *R. nova* (huevos, larvas y pupas). Además se realizaron observaciones de terreno sobre la planta huésped a fin de estudiar aspectos de la actividad de los adultos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Sitios de desove

Según observaciones realizadas en poblaciones de *R. nova* durante 1984 y 1985, tanto en la Zona Central (Hijuelas) como en el Norte Chico (Coquimbo), las hembras para oviponer perforan el epicarpio de los frutos con su ovipositor altamente quitinizado. En el interior de dicha perforación depositan un huevo (Figs. 1, 2 y 3). Desde que una hembra inicia la perforación del fruto hasta desovar, demora

aproximadamente $1,84 \pm 0,60$ minutos (Tabla 1). Una vez que ha depositado el huevo, extrae su ovipositor y lo arrastra por la superficie del fruto, probablemente para dejar alguna feromona tal como ha sido descrito en otras especies de *Rhagoletis* (Prokopy y Bush 1972, 1973; Katsoyannos 1975; Prokopy et al. 1976).

En la mayoría de los casos (98,15%) cada vez que una hembra realiza una perforación desova efectivamente un huevo y sólo rara vez (1,85% de los casos) las hembras realizan la perforación en el fruto pero no desovan. Estos datos se obtuvieron luego de analizar bajo la lupa 813 perforaciones.

En un fruto infectado es posible encontrar un número variable de huevos que fluctúan entre 1 a 57 según la época del año. La oviposición se efectúa, de preferencia, en frutos verdes ya que es en este tipo de frutos donde se encontró la mayor cantidad de huevos sin eclosionar. Las hembras raramente oviponen en frutos maduros (Tabla 2).

En la Fig. 7 se muestra que, en la oviposición, además del estado de maduración del fruto influye también el tamaño del fruto. Así, las hembras no oviponen en frutos de una longitud inferior a 1,5 cms. Frutos infectados de 5 a 5,4 cms. de longitud son los más frecuentes. Por el contrario, frutos de una mayor longitud son menos infectados, esto se debe

Tabla 1
DURACION DE ALGUNAS ETAPAS DEL CICLO VITAL
DE *RHAGOLETIS NOVA* EN CONDICIONES
DE LABORATORIO A 22°C.

	Promedio		Desviación estándar (S)
	N	(\bar{X})	
Duración de la conducta de desove (minutos)	90	1,84	± 0,60
Tiempo de eclosión de los huevos (días)	60	3,40	± 0,84
Duración del estado larvario (días)	70	11,70	± 1,41
Duración del estado de pupa (días)	1250	24,30	± 1,00
Longevidad de los adultos (días)			
Machos	10	27,88	± 14,05
Hembras	17	38,59	± 11,53

Tabla 2
ESTADO DE DESARROLLO Y ASPECTOS DE LA FENOLOGIA DE ESTADOS INMADUROS DE RHAGOLETIS NOVA EN RELACION AL GRADO DE MADURACION DE LOS FRUTOS

Estados de maduración de los frutos	Número de frutos	Número de huevos sin eclosionar	Número de huevos eclosionados	Número total de huevos	Proporción huevos eclosionados huevos sin eclosionar	Promedio de longitud de larvas (mm.)	Número de orificios de salida de larvas y su %
Frutos verdes	293	153	367	520	2,39	3,39 ± 1,68	3 (5,56%)
Frutos intermedios	58	27	118	145	4,37	4,75 ± 1,64	5 (9,26%) ¹
Frutos maduros	81	4	129	133	32,25	5,50 ± 1,75	46 (85,18%) ¹

¹ En el interior de los frutos intermedios y maduros se encontraron 1 y 4 pupas respectivamente. Por el contrario en frutos verdes no se encontró pupas en su interior.

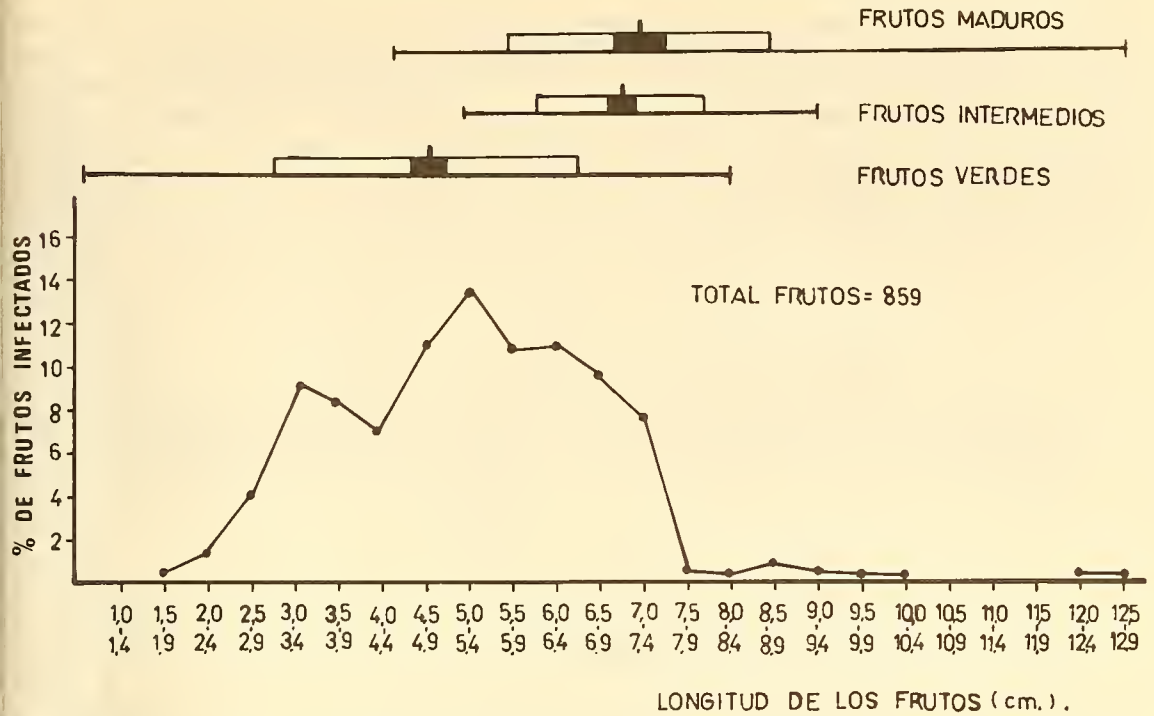


Fig. 7. En una muestra de frutos infectados (N=854), de distintos estados de maduración, se indica la frecuencia del ataque en relación a la longitud de los frutos (Frutos colectados en Pachacama durante 1984 y 1985). Además en la parte superior del gráfico, para frutos verdes, intermedios y maduros, se indican: el promedio de longitud de los frutos (línea vertical), el rango (línea horizontal), la desviación estándar (rectángulo blanco) y el error estándar (rectángulo negro).

posiblemente a que, tal como se indica en la Tabla 2, las hembras tienden a no ovipositar en frutos maduros, encontrándose más bien, huevos ya eclosionados y una gran cantidad de larvas.

Tiempo de eclosión y desarrollo larvario

La eclosión de los huevos se produce, según datos obtenidos en condiciones de laboratorio, a los $3,40 \pm 0,48$ días de haber sido ovipositados (Tabla 1). Una vez producida la eclosión las larvas realizan un túnel en el mesocarpio y se dirigen al centro del fruto provocando serios daños principalmente en el endocarpio (Figs. 3, 4, 5 y 6).

El desarrollo del estado de larva, desde la eclosión hasta el inicio de la pupación, a 22°C demora $11,70 \pm 1,41$ días (Tabla 1). El desarrollo larvario está sincronizado con el período de maduración del fruto, de esta manera, en frutos verdes es posible encontrar, además de la mayor cantidad de los huevos sin eclosionar, larvas pequeñas. Por el contrario en fru-

tos maduros infectados se encuentran larvas de gran tamaño próximas a pupar (Tabla 2). La mortalidad de huevos y larvas se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3
MORTALIDAD DE ESTADOS INMADUROS
DE *RHAGOLETIS NOVA* A 22°C

	N	Porcentaje de mortalidad
Mortalidad de huevos	60	25,00%
Mortalidad de larvas	70	28,57%
Mortalidad de pupas	1250	33,44%

Duración del estado de pupa y sitio de pupación

Para pupar las larvas realizan un orificio especialmente en la región posterior del fruto (Fig. 6) a través del cual salen a pupar a escasos centímetros bajo la superficie del suelo. En algunas ocasiones (3,2%) la pupación se reali-

za en el interior del fruto, de preferencia, cuando la maduración del fruto se produce antes de haberse completado el desarrollo larvario (Tabla 2). El período de pupación de esta especie, a 22°C es de $24,30 \pm 1,00$ días (Tabla 1) existiendo aproximadamente un 33,44% de mortalidad pupal. Esta mortalidad es mayor a la registrada en huevos y larvas

(Tabla 3). Los resultados indican además que un 12,32% de las pupas permanecen en dicho estado luego de haber finalizado totalmente la emergencia de adultos. Sin embargo, a temperatura variable de laboratorio, se registró una nueva emergencia cuatro meses después de la primera. Esto sugiere que *R. nova* es una especie que presenta diapausa pupal (Tabla 4).

Tabla 4
EMERGENCIA DE IMAGOS Y DIAPAUSA PUPAL A 22°C.¹

Número total de pupas estudiadas	Emergencia de imagos				Total de pupas de las cuales emergieron imagos		Pupas muertas		Pupas en diapausa	
	Machos		Hembras		N	%	N	%	N	%
	N	%	N	%						
1250	324	47,79	354	52,21	678	54,24	418	33,44	154	12,32

¹A 22°C no se registraron nuevos nacimientos de adultos. Sin embargo, en experimentos paralelos a temperatura variable de laboratorio, se registraron nuevos nacimientos de adultos a fines de septiembre y octubre 1983, cuatro meses después de la primera emergencia (mayo, 1983).

Emergencia de adultos y proporción de sexos

El mismo tiempo correspondiente a la finalización de la pupación ($24,30 \pm 1$ días) corresponde también al tiempo promedio en el cual se produce la mayor emergencia de imagos desde el inicio de la pupación (Fig. 8). En esta figura se muestra además que no existen diferencias en cuanto al tiempo de emergencia de machos y hembras. Tampoco se registraron diferencias en la proporción de los sexos (ver además Tabla 4). Así, la proporción sexual estimada en condiciones experimentales corresponde a 1 macho: 1,09 hembras que equivale a una proporción de sexos 1:1 ($X^2 = 1,33$ $P > 0,1$). Las hembras presentan una mayor longevidad que los machos (Tabla 1).

Aspectos de la actividad de imagos en condiciones naturales

Observaciones de la actividad que los imagos realizan sobre la planta huésped en condiciones naturales indican que la mayor actividad de los adultos se efectúa sobre los frutos de la planta y en especial sobre los frutos verdes

(Tabla 5). En esta Tabla se muestra además que, en condiciones naturales se observó una mayor cantidad de machos ($N = 48$) que de hembras ($N = 14$), que corresponden a la proporción 3,42 machos: 1 hembra. Esta proporción se aparta significativamente de la proporción 1:1 ($X^2 = 18,64$ $P < 0,01$).

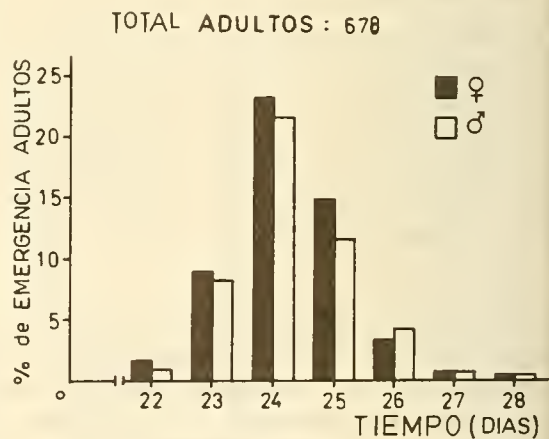


Fig. 8. Se muestra el tiempo de emergencia de machos y hembras desde el inicio de la pupación (Días).

Tabla 5
ALGUNOS ASPECTOS DE LA ACTIVIDAD DE ADULTOS DE *RHAGOLETIS NOVA* SOBRE LAS PLANTAS DE *SOLANUM MURICATUM* DURANTE EL MES DE ABRIL DE 1984¹

Estructuras	Porcentaje del total						
	Búsqueda (N)		Reposo (N)		Oviposición (N)	Cópulas (N)	Iniciación cópulas (N)
	♂ (30)	♀ (3)	♂ (10)	♀ (1)	(2)	(5)	(3)
Flores	—	—	—	—	—	—	—
Hojas	6,67	—	—	—	—	20,00	—
Tallos	—	—	—	—	—	—	—
Frutos verdes	83,33	100,00	100,00	1	100,00	80,00	100,00
Frutos maduros	10,00	—	—	—	—	—	—

¹Las observaciones se realizaron el 2 de abril de 1984 desde las 08.00 hrs. hasta las 18.30 hrs. (Día con sol y poco viento).

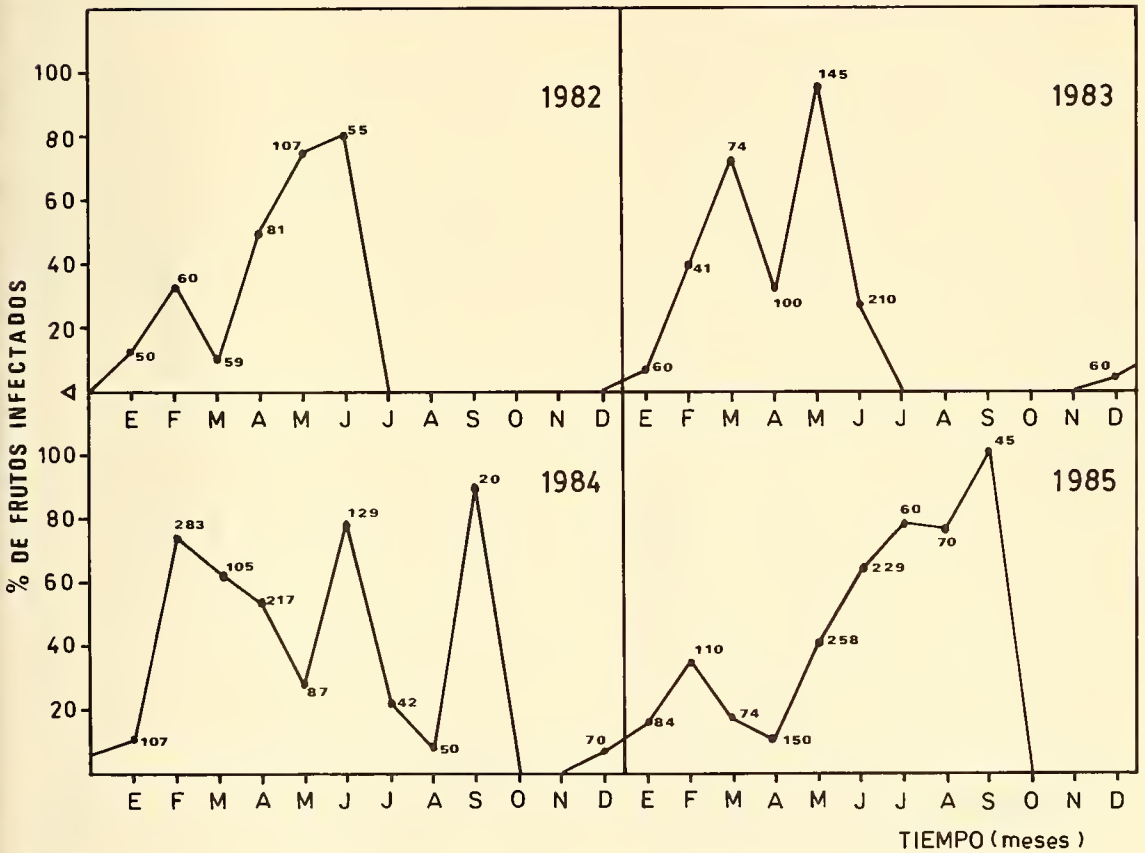


Fig. 9. Se indican los porcentajes de frutos infectados en las temporadas de 1982, 1983, 1984 y 1985 en Pachacama. Los números que aparecen junto a cada punto de las curvas corresponden a la cantidad total (N) de frutos analizados en cada mes.

Fluctuación estacional de la cantidad de frutos infectados y abundancia poblacional de huevos en distintas épocas del año

En la Fig. 9 se indica que durante los meses de febrero y marzo se alcanzó un aumento en la cantidad de frutos infectados para luego disminuir en los meses siguientes. Sin embargo, posteriormente la cantidad de frutos infectados vuelve a aumentar para alcanzar su máximo valor en los meses de mayo, junio, julio según el año, registrándose entre un 78,69% a un 93,10% de frutos parasitados. En el mes de septiembre de 1984 y 1985, se observó un tercer aumento considerable de la infección, siendo esta una situación bastante ocasional ya

que generalmente en los meses de agosto y septiembre ya no es posible encontrar frutos de pepino dulce y cuando aún existen estos son poco numerosos estando la gran mayoría de ellos infectados. En esta época del año, debido a la escasez de frutos de pepino dulce disponibles para la oviposición, las hembras de *R. nova* ovipositan además en frutos de *Solanum nigrum* (Solanaceae) (Hierba mora), planta silvestre que es abundante en las plantaciones de pepino dulce y sobre las cuales se colectó adultos en septiembre 1984 y 1985, observándose cópulas y oviposiciones.

En la Fig. 10 se indican, del total de frutos colectados en cada mes, los promedios de hue-

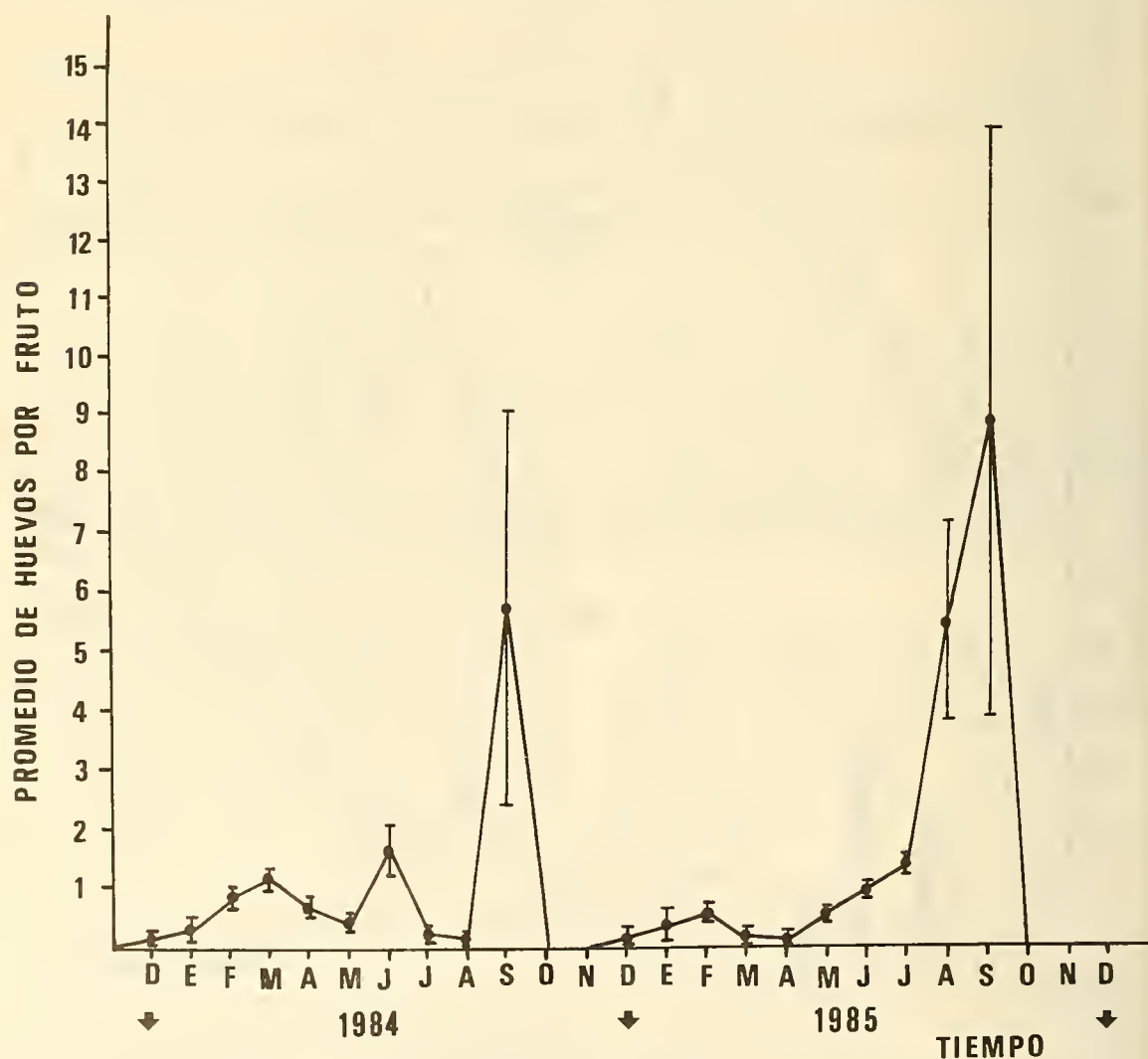


Fig. 10. Se muestran los promedios de huevos por fruto durante las temporadas de 1984 y 1985 en la localidad de Pachacama. (Hijuelas).

vos por fruto desde diciembre de 1983 hasta septiembre de 1985. Se observa que en los meses de marzo, junio y septiembre de 1984 se registró un aumento considerable de los promedios de huevos por fruto alcanzándose el máximo valor en el mes de septiembre. En octubre de 1984 debido a la falta de frutos de pepino dulce, cesa la postura para reiniciarse en el mes de diciembre que corresponde al inicio de la fructificación de la siguiente temporada. En febrero de 1985 se registró un aumento significativo del promedio de huevos por fruto para luego disminuir en los meses de marzo y abril. A partir de mayo se observó un nuevo aumento que alcanzó su máximo valor en septiembre de manera similar a 1984. Es importante hacer notar que tanto en septiembre de 1984 como en septiembre de 1985 se encontraron muy pocos frutos sobre las plantas de pepino dulce ($N = 20$ y $N = 49$ respectivamente). Sin embargo, debido a que en esta época hay emergencia de adultos, en estos frutos se encontró una gran cantidad de huevos. El máximo valor se registró en septiembre de 1985 ($N = 57$ huevos en un fruto).

En la IV Región (Coquimbo), *R. nova* también causa daños en los frutos de pepino dulce. Los porcentajes de frutos infectados, en colectas realizadas en Coquimbo durante diciembre de 1984 y febrero de 1985 fueron de 21,21% y 13,33% respectivamente.

CONCLUSIONES

El ciclo vital completo de *R. nova*, desde un huevo recién ovipositado, hasta la emergencia de los imagos, es de aproximadamente 39,4 días. Sin embargo, hay que considerar que algunos individuos prolongan su ciclo debido a la diapausa pupal.

Los resultados de distribución estacional sugieren fuertemente que esta especie en la Zona Central de Chile posee a lo menos dos generaciones por año. Sin embargo, observaciones realizadas en septiembre de 1984 y 1985 indican que podrían haber tres generaciones por año. Debido a la ausencia de frutos de pepino dulce en esta época las hembras ovipondrían en frutos de *S. nigrum*, constituyéndose esta planta silvestre en un reservorio natural de *R. nova*. Este antecedente podría servir para controlar más eficazmente las poblaciones de *R. nova*.

Además, se puede concluir que las hembras de *R. nova* no desovan en frutos de pepino dulce de un tamaño menor a 1,5 cms. de longitud. Este antecedente también es importante para el control de esta plaga ya que, en general, los agricultores realizan la primera desinfección durante la primera floración en la creencia que las hembras de esta díptero oviponen en la flor del pepino dulce. Este es uno de los motivos por los cuales, probablemente, en los cultivos de pepino de la zona central existe una gran pérdida de frutos en la primera cosecha (febrero - marzo).

El mayor daño causado por *R. nova*, en la Zona Central, se alcanza entre los meses de mayo a julio que corresponde al período en el cual finaliza la temporada de cultivo del pepino dulce. Probablemente, una fracción de las pupas provenientes de las larvas que se encuentran en frutos parasitados de este último período, entran en diapausa dando origen a las poblaciones de adultos que parasitan los frutos en el inicio de la próxima temporada. Por este motivo es recomendable ejecutar acciones para controlar las poblaciones de larvas y pupas de *R. nova* en este último período.

Otro hecho que llama la atención es la gran cantidad de machos y proporcionalmente la escasa cantidad de hembras observadas en los cultivos de pepino (1 hembra: 3,42 machos). Esto es bastante diferente a lo encontrado en condiciones experimentales (Tabla 4) en donde se registró una proporción de sexos 1: 1, siendo esta situación parecida a la descrita en *R. conversa* (Fías et al. 1984). La explicación más probable a este hecho sería que la sustancia química liberada por las hembras de *R. nova*, en la superficie de los frutos luego de la oviposición podría provocar dispersión en las hembras y agregación en los machos de manera similar a lo descrito en *R. cerasi* (Katsoyanos 1975) y en *R. pomonella* (Prokopy y Bush 1972; Roitberg et al. 1984). Así la importancia ecológica de esta posible feromona sería evitar la oviposición repetida en un fruto, lo que disminuiría la competencia larvaria intraespecífica. Además, al atraer a los machos hacia los frutos aumentarían las posibilidades de encuentro de machos y hembras para que se realice la cópula. Estudios más detallados acerca de esta sustancia química liberada por las hembras de *R. nova* son necesarios en tra-

bajos futuros ya que los resultados que se obtengan podrían servir en el control de las poblaciones de esta especie de manera similar a lo realizado en *Rhagoletis cerasi* (Katsoyannos y Boller 1976; Boller 1981).

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis agradecimientos a todos los agricultores que hicieron posible este trabajo. Agradezco además al Ing. Agrónomo Dr. Jaime Apablaza con quien realicé algunas colectas en conjunto. Mis agradecimientos también para el Sr. Humberto Martínez por la confección de los gráficos, a la Srta. Magdalena Ponce por su ayuda en la escritura a máquina del manuscrito, al Sr. Héctor Muñoz por la confección de las fotografías, y a un editor anónimo por la corrección del abstract.

Este trabajo fue financiado con el Proyecto B 1856-8523 D.I.B. Universidad de Chile y Proyecto Conicyt/Cnpq oficio 18-3-881. Además, una colecta a Coquimbo en febrero de 1985 y tres colectas realizadas en la Zona Central (enero, marzo y abril 1985) fueron financiadas con el Proyecto de Desarrollo Productivo del Dr. Jaime Apablaza.

LITERATURA CITADA

- ALJARO, M.E.; FRÍAS, D. and MONTENEGRO, G. 1984. Life cycle of *Rhachiptera limbata* (Diptera Tephritidae) and its relationship with *Baccharis linearis* (Compositae). Rev. Chilena de Hist. Nat. 57: 123-129.
- BATEMAN, M.A. 1972. The ecology of fruit flies. Ann. Rev. Ent. 17: 493-518.
- BOLLER, E.F. and PROKOPY, R.J. 1976. Bionomic and management of *Rhagoletis*. Ann. Rev. Ent. 21: 223-246.
- BOLLER, E.F. 1981. Oviposition - deterring pheromone of the european cherry fruit fly: Status of research and potential applications. In: Management of insect pest with semiochemicals. Ed. by Everett R. Mitchell. Plenum Publishing Corporation. New York.
- BRAVO, A.M. y ARIAS, E. 1983. Cultivo del pepino dulce. El Campesino Ed. Exportaciones Agrícolas. Vol. CXIV N 3: 16-33.
- CHRISTENSON, L.D. and FOOTE, R.H. 1960. Biology of fruit flies. Ann. Rev. Ent. 5: 171-192.
- FOOTE, R.H. and BLANC, F.L. 1963. The fruit flies or Tephritidae of California. Bull. Calif. Insect. Surv. 7: 1-117.
- FOOTE, R.H. 1967. A catalogue of the diptera of the Americas South of the United States. Family Tephritidae. Depto. de Zoología, Secretaría de Agricultura, São Paulo (Ed.) 57: 1-91.
- FOOTE, R.H. 1981. The genus *Rhagoletis* Loew South of the United States (Diptera Tephritidae). United States Department of Agriculture. Technical Bulletin N° 1607, 75 pp.
- FRÍAS, L.D. 1981. Biología Evolutiva de dípteros *Otitidae* y *Tephritidae* (Diptera Acaliptratae). Tesis de Doctorado, Universidad de Chile, Santiago, Chile, 243 pp.
- FRÍAS, L.D. 1982. Genética-ecológica de insectos fitófagos y sus huéspedes. En Cruz-Coke, R. y D. Brncic (eds.). Actas V Congreso Latinoamericano de Genética, Imprenta Calderón, Santiago, 256-271.
- FRÍAS, L.D.; MALAVASI, A. and MORGANTE, J.S. 1984. Field observations of distribution and activities of *Rhagoletis conversa* (Diptera Tephritidae) on two host in nature. Ann. Entom. Soc. of Am. (USA.) 77(5): 548-551.
- KATSOYANNOS, B.I. 1975. Oviposition - deterring, male-arresting, fruit - marking pheromone in *Rhagoletis cerasi*. Environ. Entomol. 4: 801-807.
- KATSOYANNOS, B.I. and BOLLER, E.F. First field application of oviposition - deterring marking pheromone of European Cherry fruit fly. Environ. Entomol. 5: 151-152.
- MALAVASI, A.J., MORGANTE, J.S. e ZUCCHI, R.A. 1980. Biología da moscas das frutas (Diptera: Tephritidae) I. Lista de hospedeiros e distribuição geografica. Rev. Brasil. Biol. 40(1): 9-16.
- MALAVASI, A. y MORGANTE, J.S. 1980. Biología de moscas das frutas (Diptera Tephritidae). II índices de infección en diferentes hospedeiros e localidades. Rev. Brasil. Biol. 40(1): 17-24.
- MALAVASI, A. and MORGANTE, J.S. 1981. Adult and larval population fluctuation of *Anastrepha fraterculus* and its relationship to host availability. Env. Ent. 10: 275-278.
- MORGANTE, J.S. 1982. Biología evolutiva de *Anastrepha* (Diptera Tephritidae) Tese de livre Docência. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 152 pp.
- PROKOPY, R.J. and BUSH G.L. 1972. Mating behavior in *Rhagoletis pomonella* (Diptera Tephritidae) III. Male Aggregation in response to an arrestant. Can. Entomol. 104: 275-283.
- PROKOPY, R.J., and BUSH, G.L. 1973. Mating behavior in *Rhagoletis pomonella* (Diptera Tephritidae) IV. Courtship. Can. Entomol. 105: 873-891.
- PROKOPY, R.J.; REISSIG, W.H. and MOERIKE, V. 1976. Mating pheromones deterring repeated oviposition in *Rhagoletis* flies. Ent. exp. & Appl. 20: 170-178.
- ROITBERG, B.D.; CAIRL, R.S. and PROKOPY, R.J. 1984. Oviposition deterring pheromone influences dispersal distance in tephritid fruit flies. Entomol. exp. Appl. 35: 217-220.