

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

Facultad de Ciencias Agrarias

Escuela de Agronomía

**Estudio de los parámetros de vida de
Oligonychus yothersi Mc Gregor (Acarina:
Tetranychidae) en dos cultivares de palto
(*Persea americana* Mill.), Hass y Fuerte**

Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Agronomía.

Profesor Patrocinante: Sr. Roberto Carrillo LI. – Ing., M. Sc., Ph. D. – Instituto de
Producción y Sanidad Vegetal.

Olga Andrea León Lobos

Valdivia Chile 2003

Contenido

Profesores Informantes . .	1
Agradecimientos .	3
RESUMEN .	5
SUMMARY .	6
1. INTRODUCCION .	7
2. REVISION BIBLIOGRAFICA . .	11
2.1. Antecedentes generales del palto (<i>P. americana</i>) .	11
2.1.1. Taxonomía, razas y cultivares .	12
2.1.2. Características del cultivar Hass .	12
2.1.3. Características del cultivar Fuerte . .	12
2.1.4. Fortalezas del palto . .	13
2.2. Antecedentes generales de la plaga .	13
2.2.1. Características morfológicas y biológicas de la araña roja del palto .	16
2.2.2. Daño causado por la alimentación de <i>O. yothersi</i> .	19
2.3. Antecedentes generales de enemigos naturales de los ácaros fitófagos .	21
2.4. Tablas de vida .	23
2.4.1. Tabla vida temporal o vertical .	24
2.4.2. Tabla de vida horizontal o específica por edades .	24
2.4.3. Curva de supervivencia (lx) .	25
2.4.4. Parámetros poblacionales .	26
2.5. Mecanismo de resistencia de planta hospedera . .	28
3. MATERIALES Y METODOS .	31
3.1. Ubicación de la investigación . .	31
3.2. Materiales y equipo de trabajo .	31
3.2.1. Obtención y crianza de <i>O. yothersi</i> .	32
3.2.2. Desarrollo post- embrionario de <i>O. yothersi</i> en cultivar Hass y . .	32

3.2.3. Ensayo de oviposición <i>O.yothersi</i> en cultivar Hass y cultivar Fuerte .	33
3.2.4. Análisis estadístico de ensayos con <i>O. yothersi</i> .	34
4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS . .	35
4.1. Desarrollo post-embrionario . .	35
4.2. Proporción de sexos de <i>O. yothersi</i> en cultivar Hass y cultivar Fuerte .	38
4.3. Tasa de oviposición y periodo de oviposición .	39
4.3.1. Tasa de oviposición diaria .	41
4.3.2. Curva de fecundidad (mx) de <i>O. yothersi</i> .	43
4.4. Supervivencia poblacional de <i>O. yothersi</i> , y supervivencia de hembras vírgenes y apareadas en cultivar Hass y cultivar Fuerte . .	45
4.5. Longevidad media de hembras vírgenes de <i>O. yothersi</i> .	48
4.6. Parámetros de vida .	49
4.6.1. Tasa neta de reproducción (Ro) . .	49
4.6.2. Tasa intrínseca de crecimiento (rm) .	50
4.6.3. Tasa finita de crecimiento . .	51
4.7. Discusión general de resultados .	51
5. CONCLUSIONES . .	53
BIBLIOGRAFIA .	55
ANEXOS .	59
ANEXO 1. Producción mundial de paltos. .	59
ANEXO 2. Consumo anual de paltas por habitante. . .	60
ANEXO 3. Características más relevantes del fruto y del árbol cv.Hass. . .	60
ANEXO 4. Características más relevantes del fruto y del árbol cv. Fuerte . .	61
ANEXO 5. Araña roja del palto <i>O. yothersi</i> . .	62
ANEXO 6. Análisis de varianza factorial . .	63

Profesores Informantes

Sra. Angelica Aguilar V. – Ing. For., Mag. Ciencias.

Sr. Robinsón Vargas M. – Ing. Agr., Mag. Ciencias, Ph. D.

Agradecimientos

Estas palabras quieren ser

Un puñado de cerezas,

Un susurro - ¿para quién?-

Entre una y otra oscuridad,

Sí, un puñado de cerezas,

Un susurro - ¿para quién?-

Entre una y otra oscuridad.

A mis padres Ruby y Neftaly, a mis hermanos Alejandra, Roberto, Pedro, Doris y Gloria por su paciencia, por su bondad y por ser siempre mis puñados y susurros de cerezas.

A mis suegros Hayde y Juan, a Vilma, Ricardo y Verónica por toda la ayuda tangible y literal, Gracias

Finalmente a mis dos amores, Juan Igmacio mi luz, mi equilibrio, mi tesoro, y Juan mi gran amor, mi apoyo, mi puntal, sin ti no hubiera sido capaz.

RESUMEN

En el presente trabajo, los parámetros biológicos de *Oligonychus yothersi* Mc Gregor, fueron evaluados y comparados en individuos creciendo sobre hojas de los cultivares de palto (*Persea americana* Mill.) Hass y Fuerte. Para ello cohortes de *O. yothersi* fueron mantenidas a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, fotoperíodo 16:8 L: D y humedad relativa de 70% en una sala acondicionada en el Centro Entomológico INIA la Cruz (V Región, Chile).

Los parámetros biológicos del ácaro fueron afectados por el cultivar. Es así como el desarrollo post embrionario de *O. yothersi* sobre cultivar Fuerte tuvo una duración de 14,9 días, mientras que en cultivar Hass tuvo una mayor duración, 16,5 días. El periodo reproductivo y la fecundidad fue mayor sobre cultivar Hass (26 días; 40 huevos/hembra) que en cultivar Fuerte fue de (18 días; 17huevos/hembra). Esta condición se mantuvo independientemente si las hembras eran o no fecundadas. Además la tasa de reproducción de *O. yothersi* fue mayor sobre cultivar Hass (28,8) que sobre Fuerte (8,5). A su vez, la tasa intrínseca de crecimiento (rm) de este ácaro sobre Hass fue levemente mas alta (0,08) que sobre el cultivar Fuerte (0,07).

Los resultados obtenidos indicarían que ambos cultivares tendrían un efecto distinto sobre el incremento poblacional de *O.yothersi*, siendo este mayor en cultivar Hass. Sin embargo la baja tasa intrínseca de crecimiento observada en ambos cultivares indicaría un bajo potencial de este ácaro para alcanzar altas densidades poblacionales en paltos.

Se requieren estudios futuros para determinar la composición química de ambos cultivares de palto e inferir alguna resistencia o susceptibilidad al ataque de *O. yorthersi*, así como el efecto sobre de la composición química de la hoja de palto sobre la

longevidad y fecundidad de este ácaro.

SUMMARY

Biological parameters of *Oligonychus yothersi* Mc Gregor growing on avocado leaves (*Persea americana* Mill) cultivar Fuerte and Hass were obtained and compared in the present study. Therefore Cohorts of *O. yothersi* were maintained at $25^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$; 16:8 L: D cycle and 70% relative humidity in a acclimatized room at the Centro Entomológico of INIA La Cruz (V Region, Chile).

The mite biological parameters were affected from the cultivar. Thus postembryonic development of *O. yothersi* last by 16.50 days at cultivar Hass, higher compared with values of 14.9 days at cultivar Fuerte. Reproductive period and fecundity was higher on Hass (26 days; 40 eggs/ female) than Fuerte (18 days; 17.7 eggs/female). This pattern was independent of the fecundity of the acarus female. Furthermore the Net reproductive rate (R_o) on *O. yothersi* was higher at cultivar Hass (28.8) than Fuerte (8.5). Additionally, the values of the intrinsic rate of growth (r_m) were lightly higher at Hass (0.08) compared with mites growing on cultivar Fuerte (0.07).

The results obtained should indicate that both cultivars would have a different effect on the population increase of *O.yothersi*, being higher in cultivar Hass. However the low values of the intrinsic rate of growth observed at both cultivars should indicate a low potential of this spider mite to reach high population density on avocado leaves.

Further work are needs to determine the chemical composition of avocado leaves to infer some resistant or susceptibility against this acarus, and to evaluate any possible effect of the chemical composition of avocado leaves on the fecundity and longevity of *O. yothersi*.

1. INTRODUCCION

El palto (*Persea americana* Mill.), es originario de México y Centroamérica, esta especie es convencionalmente dividida en tres razas, las cuales han sido agrupadas como las siguientes variedades botánicas, Mexicana (*Persea americana* var. *drymifolia*), Guatemalteca (*Persea americana* var. *guatemalensis*) y Antillana (*Persea americana* var. *americana*). En Chile, el palto ya era conocido antes de la llegada de los conquistadores y hoy constituye una de las principales especies frutales junto a la vid y los manzanos.

Los cambios en cultivares, la ampliación del cultivo hacia nuevas áreas y el reemplazo de vegetación nativa para establecer plantaciones, no ha significado un cambio importante en la diversidad de plagas que lo afectan. Aún cuando el palto, potencialmente puede ser hospedero de alrededor de 31 especies de insectos y ácaros en Chile, sólo unas nueve especies han sido citadas como de importancia económica, y de ellas, sólo uno a dos especies pueden tener relevancia económica al afectar la producción.

Entre las especies plagas que presenta una importancia económica alta está, la arañita roja del palto (*Oligonychus yothersi* Mc Gregor). Esta es una de las plagas más recurrentes en los huertos de palto en Chile conjuntamente con *Brevipalpus chilensis*. Se ha observado que su ataque ocurre preferentemente sobre las variedades conocidas como californianas.

Entre los hospederos secundarios de *O. yothersi* se encuentran manzanos abandonados (*Malus pumila* Mill.), membrillero (*Cydonia oblonga* Mill.), sauce negro (*Salix chilensis* Molina) y raramente eucaliptos. Durante el invierno este ácaro permanece

en *Convolvulus arvensis* L (correhuela), *Malva nicaensis* All. (malva) y *Pitrea cuneato-ovata* (Cav.) Caro (papilla).

Las colonias de arañita roja se desarrollan en la cara superior de las hojas, junto a las nervaduras. Como resultado de su alimentación provocan una decoloración del área foliar afectada, la que pierde su coloración verde para volverse café a bronceada.

Históricamente, los huertos de palto en California estaban libres de plagas económicamente serias. Sin embargo, en 1990 el ácaro Tetranychidae, *Oligonychus perseae* Tuttle (arañita del palto) del mismo género a la especie encontrada en Chile, *O. yothersi*, fue reportado en San Diego, y rápidamente se propagó a áreas de cultivo de palto en California. En el presente este ácaro es la más seria plaga foliar que afecta los huertos en California. Adulto y estados inmaduros se encuentran sobre las hojas donde desarrollan una telaraña a lo largo de la nervadura central.

Zonas necróticas aparecen en las hojas de palto como resultado de la alimentación del ácaro. El daño causado por altas poblaciones de este artrópodo, induce caída prematura de hojas con abertura de la canopia e incremento de caída de fruto joven.

La susceptibilidad al ataque de *O. perseae* en siete cultivares comerciales de palto (Gwen, Hass, Esther, Pinkerton, Fuerte, Lamb Hass, Reed), cuantificando daño en hojas y determinando los parámetros demográficos de *O. perseae* en laboratorio permitió determinar diferencias entre cultivares en su respuesta al ácaro, siendo clasificados, como susceptibles y resistentes.

Estudios sobre la biología de distintas especies de arañita son escasos en Chile, lo cual es un vacío con relación a parámetros biológicos así como también los principales estadísticos vitales de una población de insectos plaga, estimados a partir de tablas de vida, desarrolladas en laboratorio. Esta información constituye una herramienta básica para elaborar estrategias de control.

Este tipo de estudios en *O. yothersi* son relevantes, considerando el impacto negativo que desde el punto de vista económico tiene en su principal hospedero, los cultivares "Californianas" como Hass. Estos cultivares de palto presentan alta susceptibilidad al ataque (38.4% de área dañada en algunos estudios). Cabe considerar además que Hass es el principal cultivar comercial del mundo y también de Chile con una producción en el ámbito nacional que alcanza (90.000 t), con un área de producción centrada principalmente en la Quinta Región, e incorporando a su cultivo suelos ubicados en las laderas de cerros. En estos nuevos sectores de cultivo de palto, el control químico de *O. yothersi* es dificultoso, por tanto su control a través de depredadores se hace necesario. El conocimiento de su desarrollo y parámetros de vida, tales como fecundidad y longevidad, pueden ser utilizados para estimar el potencial impacto de esta plaga sobre la población de paltos hospederos.

El objetivo general de esta tesis será evaluar los parámetros de vida más relevantes de *O. yothersi* en condiciones de laboratorio con el propósito de comprender la dinámica de desarrollo poblacional de la plaga

Objetivos específicos:

a) Determinar los parámetros demográficos de *O. yothersi* bajo condiciones de

laboratorio en dos cultivares de palto (Hass y Fuerte).

b) Medir el efecto de la ausencia de copulación en la ovipostura de hembras de *O. yothersi*, en ambos cultivares.

Hipótesis de Trabajo:

- Los parámetros de vida de *O. yothersi* permitirán corroborar su alta adecuación biológica al cultivar Hass, en relación a Fuerte.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Antecedentes generales del palto (*P. americana*)

El palto aguacate (*P. americana*), es un árbol originario de México y Centroamérica. Hoy constituye una de las principales especies frutales en el país, con aproximadamente 20.000 hectáreas. Se sitúa en tercer lugar a continuación de la vid y el manzano en cuanto a superficie, ocupando valiosas tierras en localidades de clima tipo mediterráneo especialmente en las regiones V, Metropolitana y VI Región. Su producción abastece el alto consumo que en el país existe de esta fruta y es enviada con éxito a un creciente mercado externo. (Anexo 1 y 2).

En el pasado existía en Chile un alto número de cultivares de palto. Hasta la segunda y tercera década de 1900, del total de los cultivares plantados, la mayoría estaba constituida por selecciones mexicanas. Estos cultivares denominados como “chilenas”, presentan características comunes como son, árbol vigoroso, tolerancia a heladas, fruto de maduración otoñal de piel negra o verde, delgada, lisa y brillante y pulpa con excelente sabor. El cultivo de estos cultivares comenzó a declinar a partir de la mitad de esas décadas al ser desplazadas por los cultivares de origen californiano. La primera en aparecer fue el cultivar Fuerte, que tuvo un reinado de 40 años, para luego ser desplazada por el cultivar Hass, la cual pasa a ser hasta hoy el cultivar con mayor

superficie plantada en Chile.

2.1.1. Taxonomía, razas y cultivares

El palto (*P. americana*) pertenece a la clase Dicotiledóneas, orden Ranales, sub. Orden Magnolíneas, familia de las Lauráceas. El género *Persea* divide en dos subgéneros: *Persea* y *Eriodaphne*. El subgénero *Persea* se conoce como el de los verdaderos paltos. La forma de identificar los subgéneros es a través de la cara interior de los sépalos; ya que *Persea* tiene ambas caras pubescentes, en cambio *Eriodaphne* presenta generalmente la cara interna de los sépalos sin pubescencia (RAZETO, 2002).

El sub género *Persea* presenta un menor número de variedades botánicas que el subgénero *Eriodaphne*, sin embargo, *Persea* tiene un mayor número de especies y razas de importancia productiva y comercial (RAZETO, 2002).

Dentro de la especie *P. americana* se reconocen tres razas distintas, las cuales han sido agrupadas como las siguientes variedades botánicas.

- Mexicana (*P. americana* var. *drymifolia*)
- Guatemalteca (*P. americana* var. *guatemalensis*).
- Antillana (*P. americana* var. *americana*).

Se ha encontrado una mayor relación filogenética entre los paltos de la raza Antillana y Guatemalteca que entre Antillana y Mexicana, por otro lado muchos híbridos de importancia comercial corresponde a cruzamientos entre la raza Guatemalteca y Mexicana (RAZETO, 2002).

2.1.2. Características del cultivar Hass

Es el principal cultivar comercial del mundo y también de Chile, es originaria de Heights, California y sus progenitores son desconocidos. Cuenta con un 10-15% de genes de la raza Mexicana y el resto de la raza Guatemalteca, los genes mexicanos le dan una mejor adaptación a climas templados lo que le permite ubicarse en una gran amplitud de latitudes (RAZETO, 2002).

Es un buen productor pero con problemas de producción alternada. En el Anexo 3 se describen características más relevantes del fruto y del árbol.

2.1.3. Características del cultivar Fuerte

Es un cultivar originario de California, que se considera un híbrido natural entre la raza Mexicana y Guatemalteca. El fruto es de buena calidad pero el principal problema de esta variedad es su árbol de excesivo tamaño y su tardanza en entrar en producción lo que para las necesidades actuales es sin duda una limitación importante al comenzar el cultivo.

Presenta la característica de producir además de los frutos normales, frutos partenocárpicos (paltines) en forma de pepinillo. En el Anexo 4 se describen características más relevantes del fruto y del árbol.

2.1.4. Fortalezas del palto

El palto sigue manteniendo un status de cultivo sanitariamente privilegiado. Potencialmente el palto puede ser hospedero de alrededor de 31 especies de insectos o ácaros en Chile, pero solo han sido citados alrededor de nueve especies de importancia económica, y de ellas, lo frecuente es que solo uno a dos especies tengan relevancia económica para un productor en especial, incluso hay muchos huertos exentos de plagas. La causa de que no se expresen como plaga un número mayor de especies potencialmente dañinas, es el aporte significativo que hacen los controladores biológicos entre parasitoides y depredadores presentes en Chile (RAZETO, 2002).

En el Anexo 5 se describen características de la araña roja del palto, que presenta importancia económica alta.

2.2. Antecedentes generales de la plaga

La araña roja del palto *O. yothersi*, es probablemente originaria de Asia tropical, primero fue observada en Florida en 1909. Presente actualmente en los países de América del Sur, como Brasil, Colombia, Ecuador y Argentina, también en América Central y New Jersey y Maryland en Estados Unidos. (JEPPSON *et al.*, 1975).

O. yothersi pertenece al orden Acarina y a la familia Tetranychidae. Esta familia esta formada por un elevado número de especies fitófagas que se alimentan del contenido celular, principalmente de hojas en las cuales producen punteaduras blanquecinas que causan el secado o defoliación de las plantas (DORESTE, 1988).

Van Der. Hammen (1968) y Krantz (1970) ,citado por DORESTE (1988), la clasifican de la siguiente manera:

- Clase Arachnida
- Subclase Acari
- Orden Acariformes
- Suborden Actinedida
- Superfamilia Tetranychoidea
- Familia Tetranychidae
- Género Oligonychus
- Especie Oligonychus yothersi

La araña roja del palto es una de las plagas más recurrentes en los huertos de palto en

Chile, y es la única especie presente en paltos en la V Región, y su ataque ocurre preferentemente sobre los cultivares conocidos como californianas. (ROJAS, 1981).

A partir de 1950, esta plaga fue adquiriendo mayor importancia, y la máxima intensidad de ataques y daños se produjo entre 1955 y 1960, en la localidad de La Cruz-Quillota. Esto, debido a varias razones tales como la reinjertación de paltos chilenos a los que ataca muy poco con cultivares californianas; a la extensión del cultivo a otras localidades y la aplicación de insecticidas para controlar el trips, con lo cual se eliminaron enemigos naturales de la araña, (ROJAS, 1981). PRADO, (1991), reporta la distribución de esta plaga desde la III a la VII regiones.

En estudios realizados por VARGAS (1989), se estableció la fenología de la araña del palto *Oligonychus* sp. y sus depredadores, en dos huertos comerciales de La Cruz, identificando además a *Oligonychus punicae* (Hirst.).

Según LOPEZ (1998), la araña roja del palto posee un rango de hospederos reducido siendo posible encontrarla, además del palto, en chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.), membrillero (*C. oblonga*.), peral (*Pyrus communis* Listen.) y manzano (*M. pumila*.) GONZALEZ (1989), considera al palto como hospedero primario. Además, este autor menciona a otros hospederos secundarios de la araña roja sauce negro, y raramente eucaliptos. Además, se le encuentra con frecuencia en *Crataegus* sp, (arbusto ornamental).

Desde estos hospederos “secundarios” puede ser distribuido a los huertos de paltos cercanos a través del viento, el cual puede arrastrar estados móviles de la plaga. Las infestaciones de los huertos comerciales tienen una fuerte componente, en colonias que sobreviven en el propio huerto y secundariamente de infestaciones provenientes de huertos vecinos.

Según LOPEZ (1998), en algunas ocasiones se encuentran cercos vivos de *Crataegus* cercanos a huertos de palto. En general, estos cercos que albergan arañas son también un efectivo criadero natural de controladores biológicos. Estos cercos pueden contribuir al control de esta plaga ya que la diseminación de las arañas roja desde este hospedero es baja mientras que los controladores biológicos que en muchos casos son insectos alados se distribuyen más eficientemente que la plaga.

La araña roja del palto es una especie que sólo provoca daños cuando alcanza poblaciones excesivamente altas (sobre 50 individuos por hoja), o cuando invade follaje nuevo en expansión (brotes de otoño). En general, los ataques se inician en los árboles de las orillas de los cuarteles y en el follaje más próximo al suelo, especialmente si hay caminos de tierra (LOPEZ, 1991). La presencia de polvo de los caminos sobre el follaje sirve de protección a las colonias de arañas contra la acción de los controladores biológicos. El polvo es un agente que interfiere con la búsqueda, postura de huevos y alimentación de los depredadores haciendo que disminuya la eficacia de ellos (LOPEZ, 1998).

El número de generaciones en el período de ataque se estima entre cuatro y cinco, sobreviviendo de una temporada a otra, principalmente como adulto en diferentes malezas. Las arañas rojas del palto permanecen durante el invierno en el huerto sobre malezas como: correhuela (*C. arvensis*), malva (*Malva nicaensis*) o papilla (*P. cuneato-*

ovata), entre otras (ROJAS, 1981). En árboles de hoja caduca invernaría en estado de huevo, bajo las escamas y las grietas de las ramillas (GONZALEZ, 1989).

De acuerdo a ROJAS (1981), los ataques de esta especie van en aumento desde el verano al otoño e invierno sobre los cultivares de mayor presencia como Hass y Fuerte.

Usualmente las infestaciones comienzan a principio de verano con un pico poblacional a fines de verano, seguido por una abrupta declinación (MC MURTRY *et al.*, 1969).

Estudios realizados por VARGAS (1989), sobre la fenología de *O. yothersi* y sus depredadores en palto, indicó que sus máximas poblacionales ocurren a fines de noviembre y mediados de marzo (primavera, otoño). El control biológico estuvo representado principalmente por bajísimas poblaciones de fitoseidos y en los meses de abril y mayo se sumó *Stethrorus histrio* Chazeau, presentando el ácaro depredador *Amblyseius fructicolus* González y Schuster, poblaciones bajas en toda la temporada Figura 1.

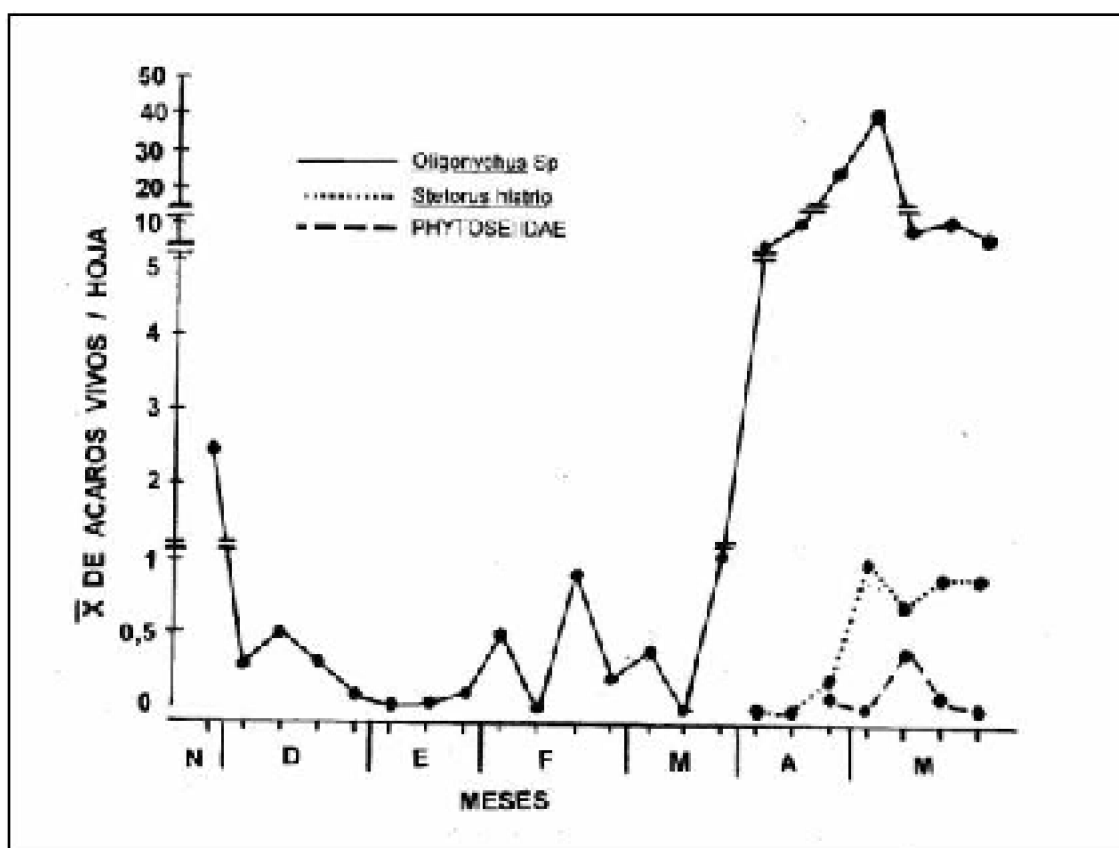


FIGURA 1. Fluctuación de la población de arañas fitófagas y depredadores en palto.

FUENTE: VARGAS (1989).

La araña roja del palto aparece en noviembre en algunos huertos, estableciéndose en verano y alcanzando niveles de daño importantes de marzo a abril LOPEZ, (1997). A mediados de primavera comienzan a incrementar su población colonizando follaje. La población suele ser baja en esta época, especialmente si se viene de un invierno normal, es decir con días fríos y con lluvias. En verano, las poblaciones siguen incrementándose pudiendo llegar a niveles que requieren control si los controladores biológicos no logran reducir las poblaciones LOPEZ, (1998).

La principal fuente de infestación de *O. yotheri* en paltos, serían residuos poblacionales dentro del huerto antes que migraciones desde fuera del huerto (DORESTE, 1988).

O. yotheri no se encuentra generalmente en hojas nuevas de palto, sino sólo en hojas maduras, según ROJAS (1993). En ataques severos, *O. yotheri* es capaz de colonizar hojas de brotes nuevos, siendo en ellas más grave su daño (Garay, 1993, citado por VERA, 1994).

2.2.1. Características morfológicas y biológicas de la araña roja del palto

Según JEPPSON *et al.* (1975), la tibia I de *O. yotheri* tiene 7 setas táctiles; el tarso I tiene 4 setas táctiles próximas a setas dobles; el número de setas dobles es reducido. El edeago se dobla abiertamente en un ángulo obtuso, la parte que se dobla es tan larga como la parte distal de la vaina, la parte doble distal del edeago es larga y delgada.

Las hembras de esta araña tienen un cuerpo algo ovalado y subgloboso, de aproximadamente 0,5 mm de largo, de color anaranjado en el tercio anterior y rojo negruzco en el resto, con doce pares de setas caudales, todas de color blanco y con patas del mismo color en el tercio anterior del cuerpo y setas blancas. El macho es más pequeño, delgado y de color pálido con patas más largas que la hembra y con las mismas características de setas como se muestra en la Figura 2 (ROJAS, 1981).

Según JEPPSON *et al.* (1975), los huevos de *O. yotheri* son globosos, color ámbar con un pedicelo en el ápice, los huevos son ovipuestos individualmente, primero a lo largo de la nervadura central, para después cuando la población se incrementa son ovipuestos en toda la superficie foliar.

Los huevos de *O. yotheri* son de color anaranjado pálido al ser ovipuestos, luego se tornan de un color rojo oscuro a medida que el embrión avanza en su desarrollo. Son de forma esférica, achatada y con un pedicelo de color blanco amarillento que se prolonga desde el extremo dorsal (ROJAS, 1981; GONZALEZ, 1989). En la Figura 3 se muestra huevos de *O. yotheri*.

Los huevos son depositados en la cara superior de las hojas junto a la nervadura central, quedando cubiertos por una ligera tela compuesta por hilos blancos y sedosos entrecruzados. La postura es intensa en los meses de octubre y febrero- marzo, donde es

posible encontrar los mayores niveles de la población (GONZALEZ, 1989).

La hembra adulta de *O. yothersi* es de forma oval, de color rojo oxidado y más grande que el macho. Las hembras de *O. yothersi* oviponen un promedio de 35 huevos durante el total de su vida fértil. Los huevos completan su desarrollo en 7 a 10 días; siendo el promedio del ciclo de vida de 14.2 días. En Florida los ácaros permanecen activos durante todo el año, pero en New Jersey permanece en estado de huevo durante el invierno. Existiendo cinco a seis generaciones por año (JEPPSON *et al.*, 1975).

Los huevos de tetraníquidos al eclosionar, dan origen a una fase móvil de tres pares de patas solamente, denominado larva. Posteriormente, se sucederían dos estados ninfales de cuatro pares de patas (Protoninfa, Deutoninfa), hasta llegar a adulto, en la Figura 4 se muestra estado de deutoninfa (DORESTE, 1988).

El número de generaciones de *O. yothersi* en el período de ataque se estima entre cuatro y cinco, sobreviviendo de una temporada a otra principalmente como adulto en diferentes malezas (correhuela, malva, papilla, entre otras.) (ROJAS, 1981).



FIGURA 2. Hembra y macho adulto de O. yothersi.



FIGURA 3. Huevos de O. yothersi.



FIGURA 4. Deutonymfa de *O. yothersi* mudando.

2.2.2. Daño causado por la alimentación de *O. yothersi*

Las colonias de arañita se desarrollan en la cara superior de las hojas, junto a nervaduras. Como resultado de su alimentación provocan una decoloración del área afectada la que pierde su coloración verde para volverse café a bronceada (LOPEZ, 1998).

O. yothersi, se alimenta inicialmente de la superficie superior de las hojas causando una mancha blanca a nivel foliar, que posteriormente se torna de color café rojizo en el área de la nervadura central. Infestaciones altas pudieran causar defoliación parcial en el árbol (JEPPSON *et al.*, 1975).

Según ROJAS (1981), los ataques de paltos y chirimoyos se producen en la cara superior de las hojas, de preferencia a lo largo del nervio medio, extendiéndose en menor

grado hacia los laterales. En estos sectores de las hojas, se agrupan los huevos, ninfas y adultos de arañitas, quedando protegidos por una delgada tela de hilos blanquecinos.

El efecto succionador de las arañitas roja, en sus diferentes estados de desarrollo sobre las hojas de paltos y chirimoyos, se traduce en un cambio notorio y visible de coloración en los sectores atacados; del verde intenso, a una coloración rojo-cobrizo y un efecto de epinastia desde los bordes de las hojas hacia el nervio medio (ROJAS, 1981).

En investigaciones realizadas en California sobre *O. perseae* se ha estimado que con un 46% de daño en la superficie foliar de palto, existe un 30% de reducción de la fotosíntesis. Esto no sólo por la disminución de la apertura estomática, sino también por la destrucción de células del mesofilo y reducción del contenido de clorofila en la hoja dañadas (SANCES *et al.*, 1982).

Según JEPPSON *et al.*, (1975), altas poblaciones de *O. yotheresi* son necesarias para producir daños serios al cultivo de palto; el clima y enemigos naturales mantienen las poblaciones en niveles bajos. En Florida, la caída natural de las hojas en marzo y abril contribuyen a la reducción poblacional del ácaro, y el buen tiempo de primavera y la lluvia de verano mantienen las poblaciones de *O. yotheresi* bajo niveles de daño económico. El incremento estacional, usualmente comienza a inicio del verano con un pico poblacional a fines de verano, seguido por un abrupto descenso; el incremento, sin embargo, es lento algunas veces debido a las lluvias a fines de verano, después la población empieza a declinar a inicio del invierno.

Según LOPEZ (1998), si las colonias se incrementan sin control y permanecen alimentándose por mucho tiempo pueden provocar la caída de hojas dañadas. Se estima que para que ello ocurra se requiere de poblaciones por sobre las 70 hembras por hoja y por varias semanas. Esta situación, sin embargo, no suele producirse. Las hojas totalmente desarrolladas son capaces de fotosintetizar adecuadamente, aún cuando presenten parte de la lamina decolorada, sin afectar los rendimientos.

La alimentación de *O. punicae* es a lo largo de la nervadura central o en depresiones foliares. La alimentación causa una decoloración café o bronceamiento en la hoja, lo cual es probablemente inocuo en infestaciones bajas, infestaciones severas pueden causar defoliación (80-100 adulto hembra o 200-3000 estados post embrionarios por hoja) (MC MURTRY y JOHNSON, 1966; MC MURTRY *et al.*, 1969).

LOPEZ (1998), reporta que investigaciones desarrolladas en Estados Unidos con *O. punicae* Hrist. , señalan que se requiere de daños por sobre un 46% de decoloración del follaje para que disminuya la capacidad fotosintética en un 30%. Distinta es la situación cuando las colonias de arañitas llegan a invadir los brotes de verano- otoño. En estos casos, basta con colonias pequeñas para que se provoque daño importante.

Se ha observado que poblaciones altas de *O. punicae*, por un período largo pueden provocar la defoliación parcial del árbol. Esta caída de hojas puede ocurrir cuando las densidades promedian 70 hembras adultas por hoja por varias semanas. Sin embargo, no se ha determinado si la defoliación parcial afecta el crecimiento o producción de frutos durante la estación en la cual el daño ocurre (SANCES *et al.*, 1982).

Numerosos estudios realizados, muestran que la densidad poblacional y fecundidad

de varios tetraníquidos, es dependiente de la calidad de la planta. Los tetraníquidos succionan con su estilete, el contenido celular del, parénquima, consecuentemente, la nutrición de los ácaros es directamente afectada por la composición química de los fluidos ingeridos, siendo la calidad de las hojas modificada directamente por fertilizantes e indirectamente por tratamientos con pesticidas los cuales pueden inducir hormoligosis (KERGUELEN y HODDLE, 2000).

Según RODRIGUEZ *et al.* (1960), los tetranichidos son sensibles a la composición química de las hojas de plantas hospederas, particularmente al contenido de nitrógeno. Estudios sobre *T.urticae* han demostrado una positiva correlación entre crecimiento poblacional y la concentración de azúcar.

Contrariamente, alta concentración de aminoácidos en la dieta puede ser detrimental para *T.urticae*, ya que un exceso de aminoácidos induce presión osmótica excesiva en la hemolinfa Sun, (1963), citado por KERGUELEN y HODDLE, (2000).

2.3. Antecedentes generales de enemigos naturales de los ácaros fitófagos

Los enemigos biológicos naturales son agentes importantes en la regulación o reducción de las poblaciones de ácaros fitófagos, siendo principalmente ácaros, y hongos (DORESTE, 1988).

Estas dos clases de enemigos naturales pueden ser afectadas marcadamente por los insecticidas, acaricidas y fungicidas, que pueden eliminarlos o inhibirlos. Por otra parte, se debe considerar la acción de los insecticidas sobre otras especies que al disminuir pueden dejar a las especies de ácaros fitófagos sin competidores, lo cual facilita su aumento poblacional (DORESTE, 1988).

Los más eficientes y difundidos depredadores de ácaros tetraníquidos, parecen ser los ácaros de la familia Phytoseiidae, especialmente especies de los géneros *Amblyseius*, *Phytoseiulus* y *Typhlodromus* (DORESTE, 1988).

De los insectos depredadores de ácaros tetraníquidos, los más relevantes pertenecen a las familias Coccinellidae y Staphylinidae, existiendo algunos en los ordenes Neuroptera, Diptera, Thysanoptera y Hemiptera (DORESTE, 1988).

Entre los insectos depredadores de *O. punicae* incluye a *Scolotrips sexmaculatus* (Pergande) (Thripidae) y *Oligota oviformis* (Casey) (Staphylinidae). Sin embargo, esas dos especies se encuentran irregularmente en palto, por lo tanto su importancia en California es cuestionable. En Chile *Oligota pygmaea* (Sol.) es considerado un importante predador de especies de *Oligonychus* sobre palto (SABELIS, 1985).

De los insectos depredadores, *Stethorus picipes* es el más común en California, y generalmente es considerado el factor mayormente responsable para suprimir la población de *O. punicae*, desde densidades mediana a altas. MC MURTRY y JOHNSON (1966), demostraron que el control de *O. punicae* fue efectivo antes que ocurriera

bronceamiento foliar, presentando *S. picipes* una marcada respuesta numérica al incremento de *O. punicae*. Inversamente, en casos donde el daño foliar estaba presente, el incremento de *S. picipes* fue lento (MC MURTRY y JOHNSON, 1966).

Oligonychus sp, esta principalmente asociado a *A.fructicolus*, *Stigmaeidae* y *Tydeidae*, siendo necesario por ello evaluar el efecto de liberaciones masivas de *A.fructicolus* y la liberación de otros depredadores nativos (ROJAS, 1989).

E. hibisci puede ser responsable del mantenimiento de *O. punicae* en densidades bajas. Sin embargo, frecuentemente este depredador no responde a tiempo a un incremento de *O. punicae* en verano. Factores posiblemente limitantes a la efectividad de *E. hibisci* están relacionados a su baja tasa reproductiva cuando se alimenta de ácaros fitófago, baja la tendencia a congregarse y oviponer sobre hojas infestadas con *O. punicae*, y la incapacidad de acceder a la presa cuando esta protegida por telaraña (SABELIS, 1985).

Varias especies de fitoseidos se presentan en paltos en regiones donde *O. punicae* esta presente. Entre las más comunes, está una especie del género *Euseius*. *E. hibisci* (Chant), ocurre en California, generalmente tiene dos picos de abundancia durante el año, uno en primavera, correlacionado con la presencia de polen de la floración del palto, y otro en verano u otoño correlacionado con incremento en *O. punicae* (SABELIS, 1985).

En la región de Valparaíso actúan diferentes especies de enemigos naturales sobre la arañita del palto, aunque los ácaros depredadores son de poca importancia en su control. Lo mismo sucede con las larvas y adultos de los coccinélidos (chinitas), las que aparecen esporádicamente devorando arañitas, cuando no disponen de pulgones que son su principal alimento. La extraordinaria voracidad de las larvas de neurópteros, es también poco frecuente y aislada en el caso de la “arañita” (ROJAS, 1981).

En estudios realizados por VARGAS (1989), sobre la frecuencia de asociación entre *O. yothersi* y sus depredadores en vegetaciones cultivadas y no cultivadas, se concluyó la alta asociación con el depredador *A. fructicolus*, como se observa en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Asociación entre *O.yothersi* y depredadores, en diferentes hospederos, V Región ,1988/89.

Depredadores	Presa(<i>O.yothersi</i>)
<i>Amblyseius chilenensis</i> (Dosse)	+
<i>Amblyseius fructicolus</i> (Gonzalez ySchuster)	+++
<i>Amblyseius</i> sp.	+
<i>Phytoseius decoratus</i> (Gonzalez y Schuster)	+
Stigmaeidae	++
Tydeidae	+++
Otras especies	+

Muy frecuente: +++ (11 o mas); Frecuente: ++ (6 a 10); Poco Frecuente: + (1 a 5)

FUENTE: VARGAS (1989).

En Chile se ha citado a un total de 7 especies de ácaros e insectos benéficos asociados a la arañita roja del palto, sin embargo, el control efectivo lo realizan dos

especies, *S. histrio* y *O. pygmaea* (LOPEZ, 1993; ROJAS, 1981), Estas especies tanto en su estado adulto o como larva son efectivos depredadores de huevos y estados móviles de la plaga (LOPEZ, 1998). Cabe mencionar que estos dos controladores biológicos, oviponen independiente de la época del año (ROJAS, 1981).

Ambos controladores biológicos son generalistas, alimentándose de diversas especies de arañas que afectan a muchos cultivos. Sin embargo, es en palto donde estos controladores biológicos tienen la mayor relevancia económica por la capacidad del palto de soportar altas poblaciones de la plaga sin sufrir daños importantes. Esto permite que los adultos de los controladores biológicos puedan colonizar el huerto atraídos por la plaga. Una vez logrado esto, el balance de las poblaciones suelen ser favorable a los controladores biológicos, que reducen rápidamente la población de arañas (LOPEZ, 1998).

Según HODDLE *et al.* (1999), el mecanismo de resistencia de plantas hospederas, se puede deber a la composición química de la hoja, lo cual reduce la supervivencia de los ácaros y disminuye la reproducción. Pelos en las hojas favorecerían actividad de enemigos naturales, algunas formas de repelencias causan el abandono del árbol por el ácaro, para buscar plantas hospederas más convenientes.

Según VARGAS (1989), las medidas más apropiadas para favorecer y aumentar la sobrevivencia de los depredadores en huertos comerciales son el uso de acaricidas selectivos, aplicaciones selectivas (dirigidas a estados más susceptibles de la plaga cuando la abundancia de depredadores es mínima), liberación de enemigos naturales y mantención de refugios para los enemigos naturales (malezas, materiales inertes, corteza, alimento alternativo, etc).

2.4. Tablas de vida

En general, las tablas de vida entomológicas tuvieron su origen en la demografía clásica donde el concepto de expectativa de vida era empleado en las compañías aseguradoras de personas. Actualmente, en el ámbito entomológico, éstas contribuyen a relacionar los aspectos básicos y aplicados de la ecología de insectos, dando cuenta de la mortalidad y sobrevivencia que afecta a una población en un tiempo dado (SOUTHWOOD, 1994).

En insectos las primeras tablas de vida se desarrollaron en *Drosophila melanogaster* y *Tribolium confusum*, bajo condiciones de laboratorio Deevey (1947), citado por RABINOVICH (1980), fue uno de los primeros investigadores en reconocer el valor de las tablas de vida para el estudio de poblaciones naturales.

Una tabla de vida se define como un catálogo, sumario o inventario que describe la supervivencia y tasas de mortalidad de los individuos de una población según la edad de estos.

Las tablas de vida representan por un lado, una manera sinóptica y sintética de plasmar en forma cuantitativa y numérica las principales características de la mortalidad específica por edades; por otro lado es un punto de partida para elaborar parámetros

poblacionales, y de esta manera evaluar importantes características concernientes a la población en estudio (RABINOVICH, 1980).

Entre los tipos de tabla de vida se tiene; tabla de vida vertical, (temporal o de tiempo específico) y tabla de vida horizontal, (específica por edades) (Krebs, 1978, citado por RABINOVICH, 1980).

Según RABINOVICH (1980), la construcción de una tabla de vida, corresponderá a un tipo o a otro, dependiendo de las características de la población animal en cuestión, y de la accesibilidad y facilidad que se tenga para obtener la información fundamental de mortalidad.

En el caso de que se desee construir la tabla de vida de una población de una especie que se caracteriza por tener generaciones superpuestas, que generalmente resulta de una reproducción continua a lo largo de muchos periodos del año o durante varias temporadas seguidas, se realiza una Tabla de Vida Tipo Vertical, y cuando se trata de poblaciones, como es el caso de muchos insectos, que tienen generaciones discretas o discontinuas, es decir, generaciones no superpuestas, entonces se realiza una Tabla de Vida Horizontal (RABINOVICH, 1980).

2.4.1. Tabla vida temporal o vertical

Es la estimación de los parámetros de vida de una cohorte de la población, donde se conoce la estructura de edad (estadios) en un tiempo dado.

Esta tabla, esta basada en una cohorte imaginaria que se obtiene a partir de la estructura de edades de la población en un momento dado, en base a una estimación muestral o censal, y bajo la suposición que la población se halla estacionaria y con una considerable superposición de generaciones (RABINOVICH, 1980).

Por lo tanto es un requisito fundamental de este tipo de tablas de vida el reconocimiento e identificación de las edades de los individuos de la población. Así como, para que su resultado sea correcto, que se cumpla la suposición de una tasa de mortalidad constante a lo largo de las sucesivas generaciones.

2.4.2. Tabla de vida horizontal o específica por edades

Está basada en el seguimiento de vida de un grupo de individuos de la misma edad cronológica. Debe llevar a cabo evaluación de la población a lo largo de sucesivos intervalos de tiempo durante la progresión desde su inicio hasta su etapa adulto.

Es evidente que si se sigue a lo largo del tiempo el destino de individuos que han nacido en la misma época, a medida que van siendo afectados por las diversas fuentes de mortalidad, se tendrá un registro directo del número de muertos, que permite elaborar una Tabla de Vida Específica por Edades (RABINOVICH, 1980).

El requisito para la construcción de Tablas de Vida Específica por Edades, es el disponer de una serie de muestreos de la población que se hayan tomado en diferentes tiempos, de manera que se conozca el número de individuos vivos a las diferentes

edades(RABINOVICH,1980).

2.4.3. Curva de supervivencia (Ix)

representa la proporción de individuos que estarán vivos a una cierta edad en relación al número inicial o edad primera (RABINOVICH, 1980).

Según RABINOVICH (1980), si se grafican los valores de la columna Ix en función del tiempo o la edad, se obtiene lo que se conoce como curva de supervivencia., reconociéndose cuatro tipos fundamentales de curva de supervivencia, como se observa en Figura 5.

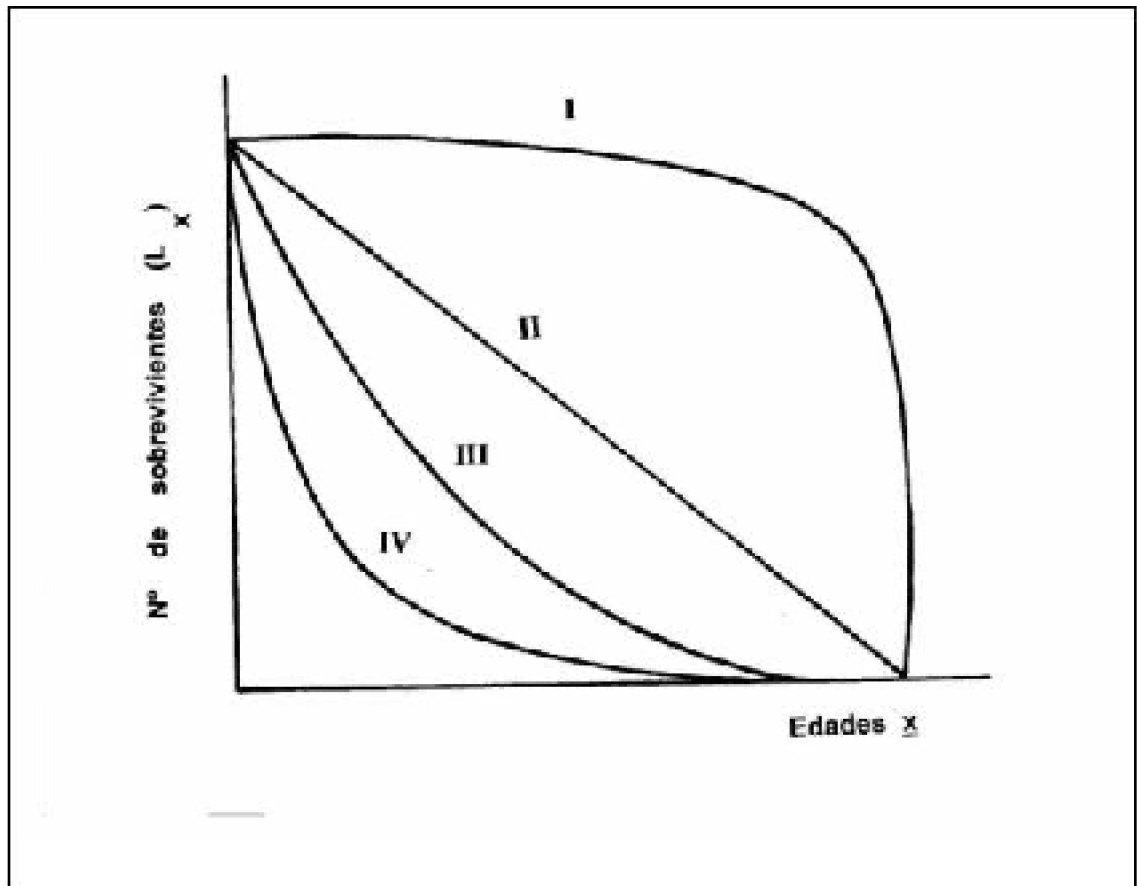


FIGURA 5. Tipos de curva de supervivencia.

FUENTE: RABINOVICH (1980).

· Curva tipo I, corresponde a poblaciones en las cuales la probabilidad de sobrevivir

durante todas las etapas de la vida hasta prácticamente el final son constantes e iguales a 1, ocurriendo una muerte masiva hacia las edades finales o máximas de los individuos; reflejando una mortalidad concentrada en los individuos viejos.

- Curva tipo II; representa un sistema en el cual hay un número constante de animales que muere por unidad de tiempo, independientemente del número de animales que ha sobrevivido; es decir, al tener la curva de supervivencia la forma de una recta, estamos diciendo que al incrementarse la edad en una unidad, el número de animales que muere es el mismo para un incremento en edades jóvenes, como para un incremento en edades avanzadas.
- Curva tipo III; representa un sistema en el cual hay una fracción constante de los animales vivos que muere a cada uno de los intervalos de edad.
- Curva tipo IV; representa una población en la cual la mortalidad afecta fundamentalmente a los animales jóvenes de la población. Cuando se han superado las etapas juveniles; entonces la mortalidad se reduce en forma considerable, produciendo una supervivencia casi constante.

Las curvas de supervivencia, no son una característica constante de las poblaciones o de las especies; por el contrario, es una forma de expresar la mortalidad a que esta sujeta una población y, por ello, muy sensible a las condiciones ambientales, al sexo, al genotipo de los individuos, y a su posición en la comunidad en que viven (RABINOVICH, 1980).

2.4.4. Parámetros poblacionales

Los parámetros poblacionales, son importantes herramientas en el estudio de la dinámica poblacional, que se derivan y calculan en base a los calendarios de supervivencia y fecundidad (RABINOVICH, 1980).

2.4.4.1. Tasa neta de reproducción (Ro)

Refleja el número promedio de progenie hembra que es capaz de producir cada hembra de la población durante toda su vida. Según RABINOVICH (1980), en caso de poblaciones discretas, es decir que tienen generaciones no superpuestas, Ro representa la cantidad exacta por la cual una población se incrementara en número en cada generación, permitiendo obtener las tasas de crecimiento poblacional para especies que tengan estas características de generaciones no superpuestas.

Para calcular la tasa neta de reproducción (Ro), simplemente se toma la fracción de las hembras que llegan a sobrevivir hasta una edad dada (lx) y se multiplica por el número promedio de progenie hembra que producen las hembras a esa misma edad (mx), sumándose posteriormente para todas las edades x, es decir, para toda la duración de vida de la cohorte. En símbolos esto se expresa.

∞

$$Ro = \sum l_x m_x \quad (2.1)$$

$$X=0$$

Cuando el valor R_0 , es igual a 1, entonces la población se reemplazara a si misma de manera precisa de generación en generación; si $R_0 > 1$ la población estará en un estado de crecimiento, si $R_0 < 1$ la población estará decreciendo (RABINOVICH, 1980).

2.4.4.2. Tiempo generacional (T)

Representa el tiempo promedio entre dos generaciones sucesivas, esta manera de evaluar el tiempo generacional, sólo tiene sentido operativo en el caso de poblaciones que tienen un régimen de reproducción total discreto, sin superposición de generaciones, y cuya reproducción suele estar fuertemente sincronizada con algún factor del ambiente (RABINOVICH, 1980).

$$T = \sum x_l x_{mx} / \sum l x_{mx} \quad (2.2)$$

2.4.4.3. Tasa intrínseca de incremento natural (rm)

Una vez conocidos la tasa neta de reproducción y el tiempo generacional, se estima otro parámetro demográfico denominado como; tasa efectiva de incremento (rm). En condiciones naturales de campo, este parámetro puede variar constantemente de valor (de positivo a negativo) debido a variaciones en la estructura de la población por cambios en los factores ambientales, pero si esta tasa se estima en condiciones óptimas de temperatura, humedad relativa, luminosidad. En donde el espacio y el alimento no son limitantes, entonces la tasa calculada recibe el nombre de: Tasa Intrínseca de Incremento Natural.

Dice Krebs (1978), citado por RABINOVICH (1980), que a pesar que esta tasa se calcula en condiciones óptimas de laboratorio, no la hace inútil para entender que es lo que esta pasando en el mundo real; la importancia de esta medida es que proporciona un modelo de lo que se podría esperar en condiciones naturales, si estas le son favorables a la población.

La tasa intrínseca de incremento natural se puede calcular, usando la formula de Lotka;

$$\infty$$

$$\sum_{x=0}^{\infty} l x_{mx} \exp(-r x) = 1 \quad (2.3)$$

$$x=0$$

Según RABINOVICH (1980) , en su condición de una tasa intrínseca de incremento natural, rm es un parámetro genéticamente determinado, que refleja una capacidad potencial de multiplicación poblacional; desde luego, en muchas ocasiones, cuando las condiciones ambientales o de la propia población no conllevan a la materialización de un crecimiento poblacional a las tasa máxima, entonces es evidente que la población no crecerá de acuerdo a esta tasa potencial; mas bien estará aumentando su tamaño de acuerdo a una tasa real.

2.4.4.4. Tasa finita de multiplicación

La tasa intrínseca de incremento natural se puede convertir a una tasa finita de multiplicación (por individuo, por unidad de tiempo) con la fórmula $\lambda = \exp. (rm)$ y se interpreta como el número de individuos que se agrega a la población por individuo (Krebs, 1978, citado por RABINOVICH, 1980).

Se tiene que una forma de medir la contribución de un individuo a la población siguiente es el parámetro que se denomina valor reproductivo (v_x), definido por RABINOVICH (1980), como el número relativo de progenie hembra que todavía le queda por producir a cada una de las hembras de edad x de una población.

El parámetro valor reproductivo tiene implicaciones importantes, en lo que se refiere a control de plagas, según RABINOVICH (1980), la selección de diferentes métodos de control de poblaciones dañinas debería hacerse utilizando como criterio de selección no solamente la efectividad del método de control en términos de la reducción de la población en números absolutos sino también tratando de elegir aquellos mecanismos que al mismo tiempo que reduzca la población en forma apreciable, dejen atrás una población remanente que tenga un valor reproductivo menor.

Según SOUTHWOOD (1994), los parámetros biológicos, así como también los principales estadísticos vitales de una población de insectos plaga, estimados a partir de tablas de vida, desarrolladas en laboratorio, constituyen una herramienta básica para elaborar estrategias de control. Estas estimaciones fueron utilizadas para evaluar resistencia en plantas TRICHILO y LEIGH (1985) y como patrón para seleccionar enemigos naturales (JANSSEN y SABELIS, 1992).

2.5. Mecanismo de resistencia de planta hospedera

Según Painter (1951), citado por HARTMANN (1996), se reconocen tres causas de resistencia, enfatizando la relación insecto planta; no preferencia, antibiosis y tolerancia.

No preferencia define el grupo de características de plantas y respuesta del insecto que son determinantes para el uso de una planta o variedad particular, para oviposición, para alimento o para resguardo o la combinación de las tres. Antibiosis señala la reducción de fecundidad, decrecimiento de tamaño, reducción de longevidad e incremento de mortalidad. La antibiosis, en contraste a no-preferencia, se refiere claramente a las propiedades de las plantas que adversamente afectan la fisiología de herbívoro.

Tolerancia es una forma de resistencia en la cual las plantas muestran una habilidad para crecer y reproducirse soportando una población igual a la que causa daño en un hospedero susceptible.

Según ANDREWS y QUEZADA (1989), los diferentes mecanismos de resistencia de las plantas pueden dividirse en tres categorías principales; antixenosis, antibiosis y tolerancia.

La resistencia a insectos es un grupo de características heredables que una especie

raza, clon, o planta individual presentan y le permiten reducir la probabilidad de ser utilizadas exitosamente por un insecto (LEVIN, 1973).

La resistencia genética es considerada como la piedra angular para cualquier programa de control integrado de plagas (VALENCIA y ESTRADA, 1986).

Según SCHOONHOVEN *et al.* (1998), usualmente, la incorporación de genes de resistencia en cultivares de alto rendimiento implica un sacrificio en el rendimiento que puede ser considerado un costo, especialmente cuanto las plantas contienen apreciable contenido de componentes secundarios, su síntesis, almacenaje y transporte implica un costo que algunas veces puede llegar a ser mas alto que en metabolitos primarios. Se tiene que algunos alcaloides, como nicotina en plantas de tabaco, son sintetizados en las raíces y transportados vía xilema a las hojas implica un costo que algunas veces puede llegar a ser mas alto que en metabolitos primarios.

La relativa cantidad de componentes secundarios encontrados en plantas no sólo varía entre especies, sino además no se distribuye homogéneamente en las diferentes partes de la planta. Se tiene que las flores de *Hypericum hirsutum* contienen 5 a 10 veces mas hipericina que las hojas, y generalmente las hojas jóvenes y otras partes de la planta en crecimiento tienen un mayor protección por los componentes secundarios a diferencia de los tejidos maduros.

Feeny, (1970), citado por SCHOONHOVEN *et al.* (1998), indica que variaciones estacionales en contenido de nutrientes y aleloquímicos en hojas es un parámetro importante en la alimentación de insectos, se tiene que muchos aleloquímicos clasificados como toxinas o supresores, declinan en concentración con la edad de la hoja.

Según HARTMANN (1996), se puede distinguir entre metabolitos esenciales para el crecimiento y desarrollo, denominados metabolitos primarios y metabolitos no esenciales en este contexto, denominados metabolismo secundario. Se muestra en el Cuadro 2

CUADRO 2. Metabolitos secundarios y primarios, función y característica.

Metabolismo Primario	Metabolismo secundario
Crecimiento y desarrollo del individuo	Interacción del individuo con el medio
Esencial	No esencial
Uniforme	Indispensable para supervivencia y desarrollo
Universal	Unico
Conservativo	Diverso y adaptativo

FUENTE: HARTMANN (1996).

Según HARTMANN (1996), los metabolitos secundarios cumplen una función en el metabolismo de la planta que no es esencial para el crecimiento y desarrollo, pero esencial para la supervivencia de las especies. La Figura 6 muestra las diversas funciones ecológicas de los metabolitos secundarios.

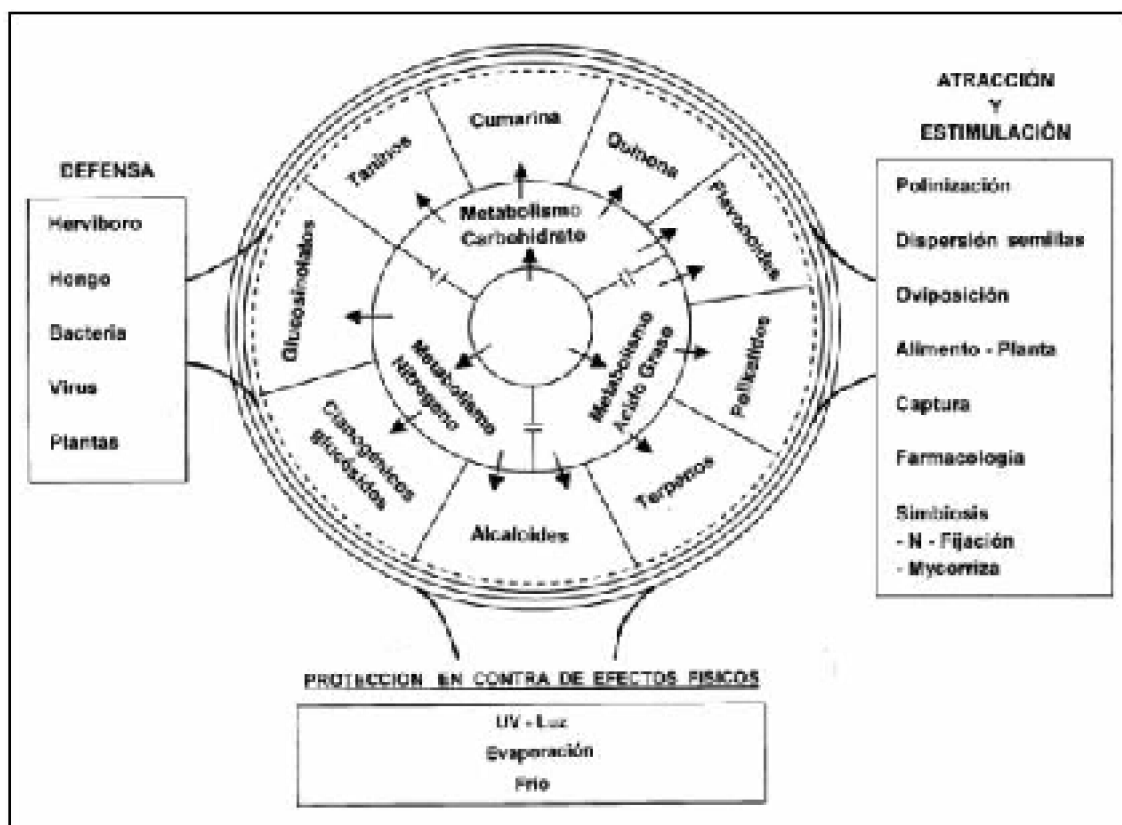


FIGURA 6. Metabolitos secundarios originados de precursores comunes de metabolitos primarios, sus funciones concernientes a todos los aspectos químicos de la planta e interacciones con el medio.

FUENTE: HARTMANN (1996).

Según HARTMANN (1996), las defensas químicas de las plantas con metabolitos secundarios, se pueden distinguir tres estrategias básicas:

- Inducción formación de defensas en respuesta a ataques de herbívoros o microorganismos.
- Producción de protoxinas metabolitamente seguras que son enzimáticamente iniciadas sobre el ataque. (Glucósidos, cianogénicos, produciendo cianidas tóxicas, carbonilos o glucosinolatos, produciendo aceite de mostaza.
- Acumulación constitutiva de componentes de defensa (componentes que están siempre presente en los tejidos en concentraciones necesarias para su función).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación de la investigación

Los ensayos se realizaron en el Centro Entomológico de La Cruz, perteneciente al Instituto de Investigaciones Agropecuarias, ubicado en la comuna de Quillota, lat 32° 43'S; long. 71° 16' W, altitud 128m.s.n.m.

3.2. Materiales y equipo de trabajo

Para el desarrollo del ensayo y crianza de *O.yothersi* se utilizó, una sala acondicionada, ubicada en las dependencias del Centro Entomológico La Cruz, la que contaba con condiciones de temperatura regulada ($25^{\circ}\text{C} \pm 2$), las cuales se registraron periódicamente con un termómetro de máxima y mínima; humedad relativa de 70% aproximadamente y un fotoperíodo de 16:8 (L: O).

En las dependencias del laboratorio, se dispuso de una serie de materiales y equipo necesarios para la observación, manipulación, y transporte del material entomológico, los cuales se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Equipo óptico; 1 lupa estereoscópica 40 X, Zeiss Stemi SR.
- Material para manipulación y transporte del material biológico. Algodón, 1exhaustor entomológico, pinceles(Nº4) ,12 placas Petrí de 4,5cm², cajas acrílicas(Nº5), 4 bandejas plásticas (23x30 cm), sacabocados (2cm²), esponja de poliuretano (23x30cm).

3.2.1. Obtención y crianza de *O. yothersi*

El material de arañas del palto utilizadas en el estudio fue colectado en otoño 2002, en plantaciones de paltos entre La Ligua y Cabildo, específicamente en la localidad llamada Los Molinos. El material fue trasladado posteriormente, al laboratorio del Centro Entomológico La Cruz en bandejas plásticas, entre papel húmedo. Lo anterior, para evitar deshidratación y daño del material vegetal y del ácaro.

Con el fin de obtener *O. yothersi* crianza, este material se mantuvo en condiciones de laboratorio a temperatura de 25°±2°C, humedad relativa de 70%, y un fotoperíodo de 16:8 (L: O) horas. El material fue puesto en bandejas plásticas (23x30cm) con esponja saturada de agua permanentemente, para mantener condiciones óptimas, los pecíolos fueron removidos de las hojas para evitar su lignificación y por ende deshidratación. El material vegetal se renovó cada dos semanas para mantener condiciones adecuadas para el desarrollo de la araña y evitar su deterioro.

3.2.2. Desarrollo post- embrionario de *O. yothersi* en cultivar Hass y

Fuerte. En bandejas plásticas (23 x 30cm) en condiciones similares a las indicadas en el punto anterior, se colocaron 24 placas Petri (90mm de diámetro), cada una con algodón humedecido. Sobre cada una de éstas se colocaron cinco discos de (20mm de diámetro), extraídos con un sacabocado de hojas de los cultivares Hass y Fuerte. En 12 placas Petri se colocaron los discos foliares del cultivar Hass y en las 12 restantes los discos foliares del cultivar Fuerte. En cada disco foliar se colocaron 5 hembras de *O. yothersi*, en total 60 hembras fueron puestas simultáneamente en cada uno de estos cultivares. Transcurrido 24 h, las hembras fueron extraídas dejando 1 huevo por placa, constituyendo ésta la cohorte inicial, los adultos fueron sexados de acuerdo a su morfología.

Los discos fueron observados diariamente para determinar duración de cada estado, (huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto), mortalidad de cada estado y, oviposición de los adultos. Cuando los discos se deterioraron los ácaros fueron transferidos a discos de material vegetal en óptimas condiciones.

El experimento tuvo una duración de 53 días, desde el 24 junio al 15 agosto del 2002.

A partir de la confección de tablas de vida se estimaron: Supervivencia por edades (lx); fecundidad por edades (mx); tasa neta de reproducción (Ro) (número de hembras nacidas por hembra); tasa intrínseca de crecimiento natural (rm) (número de descendientes por hembra por unidad de tiempo); tasa infinita de crecimiento. Los

parámetros fueron definidos de acuerdo a BIRCH (1948).

La longevidad se consideró como la duración total de vida, y la fecundidad como la descendencia promedio de los individuos (hembras) que alcanzaron el estado adulto en cada una de las cohortes.

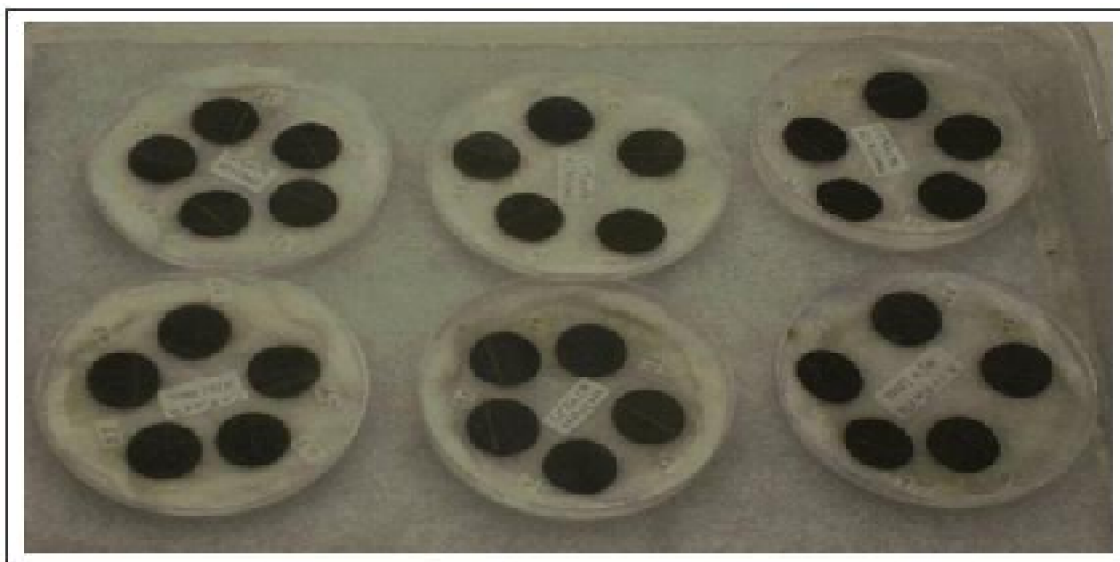


FIGURA 7. Ensayo de desarrollo post embrionario de *O.yothersi*.

3.2.3. Ensayo de oviposición *O.yothersi* en cultivar Hass y cultivar Fuerte

Con el fin de determinar el efecto de los cultivares sobre la tasa de oviposición, en bandejas plásticas (23x30cm) con esponja saturada de agua en forma permanente, se colocaron 12 placas Petri (90mm de diámetro) cada una con algodón humedecido. Sobre cada una de estas placas se colocaron discos foliares (20mm de diámetro), extraídos con un sacabocado de hojas de los diferentes cultivares.

El diseño experimental, completamente aleatorio consistió en dos tratamientos (placas Petri con discos foliares de cultivar Hass, y placas Petri con discos foliares de cultivar Fuerte), cada una con 42 repeticiones. En cada disco de hoja, un macho joven fue transferido conjuntamente con una hembra joven.

Los discos fueron observados diariamente a la lupa estereoscópica contabilizando número de huevos, (los cuales fueron eliminados una vez realizado el recuento) y, mortalidad de hembras y machos. Eventualmente si los discos se deterioraron los ácaros fueron transferidos a discos de una condición adecuada.



FIGURA 8. Ensayo de oviposición *O. yothersi*.

3.2.4. Análisis estadístico de ensayos con *O. yothersi*

Los resultados de desarrollo post embrionario y ovipostura, fueron analizados estadísticamente por análisis de Varianza (ANDEVA) de existir diferencias se realizó la prueba de TUKEY` utilizando el programa estadístico SAS, (1996).

Para determinar interacción entre apareamiento y cultivar los resultados fueron analizados estadísticamente, a través de un análisis de varianza factorial, realizándose previamente transformaciones de datos a través de raíz cuadrada, si ellos no presentaban una distribución normal.

Los parámetros de vida, tasa neta de reproducción (R_0), tasa intrínseca de crecimiento (r_m) y tasa finita de crecimiento, definidos por BIRCH (1948), fueron calculados mediante un programa personal BASIC (ABOU-SETTA *et al.*, 1986).

4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1. Desarrollo post-embrionario

Este parámetro se determinó midiendo el tiempo, en días, que demoró el desarrollo del ciclo desde huevo hasta adulto en *O. yothersi*, en ambos cultivares. Tal como se muestra en el Cuadro 3, la duración del desarrollo de los estados móviles de *O. yothersi*; larva, protoninfa, deutoninfa no arrojaron diferencias significativas en relación a los días de desarrollo, entre las cohortes criadas en los dos cultivares de palto ensayados.

Por otra parte la embriogénesis del huevo de *O. yothersi* mostró, diferencias significativas entre cultivares, en cultivar Hass, este tuvo una duración de $8,96 \pm 0,074$ días, a diferencia del cultivar Fuerte en que fue de $7,00 \pm 0,000$ días. Esta situación es difícil de explicar, ya que normalmente la duración de la embriogénesis no es afectada por la especie vegetal. Se ha observado diferencias en el periodo de embriogénesis en plantas, debido a un mayor o menor contenido de humedad relativa alrededor del huevo, lo cual pudiera ser modificado por alguna característica de la superficie de la hoja, como presencia de tricomas, serosidad etc (SABELIS, 1985 y SHIBAR *et al.*, 2000).

Los resultados obtenidos en relación a la duración del desarrollo de los estados

móviles son similares a los obtenidos por KERGUELEN y HODDLE (2000), en otra especie de este mismo género en palto (*O. persea*), donde se obtuvo un tiempo de 10 días en todos los cultivares, Hass, Lamb Hass y Pinkerton, en condiciones de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, ciclo de día largo (16:8), no observándose diferencias estadísticamente significativas en la duración del periodo de desarrollo, sobre los tres cultivares.

Ello indicaría que los distintos cultivares no presentan compuestos que afectan al tiempo de desarrollo, pero si podrían afectar a otros parámetros poblacionales, como se señala más adelante en la tesis.

CUADRO 3. Tiempo de desarrollo en días de *O. yothersi* desde larva a adulto a 25°C en dos cultivares de palto.

Estado de desarrollo	Cultivar Hass (días)	Cultivar Fuerte (días)
Larva	$2.43 \pm 0,213$ a	$2.50 \pm 0,300$ a
Protoninfa	$2.13 \pm 0,221$ a	$2.28 \pm 0,233$ a
Deutoninfa	$2.00 \pm 0,305$ a	$2.13 \pm 0,221$ a
Desarrollo en días desde estado de larva a adulto.	$6.56 \pm 0,739$ a	$6.91 \pm 0,754$ a

. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas, al 5% en comparaciones por línea (TUKEY).

4.1.2 Mortalidad de los estados preimaginales de *O. yothersi* en dos cultivares de palto. La sobrevivencia de los estados inmaduros fue calculada como porcentaje de la población inicial. El cultivar Hass fue un hospedero más adecuado para la sobrevivencia de los estados inmaduros. En la mortalidad de los estados preimaginales de *O. yothersi* se observaron marcadas diferencias entre ambos cultivares, ella alcanzo a un 9.99 % en el cultivar Hass (n=60) y a un 36,66% en el cultivar Fuerte (n=60) como se observa en las Figuras 9 y 10.

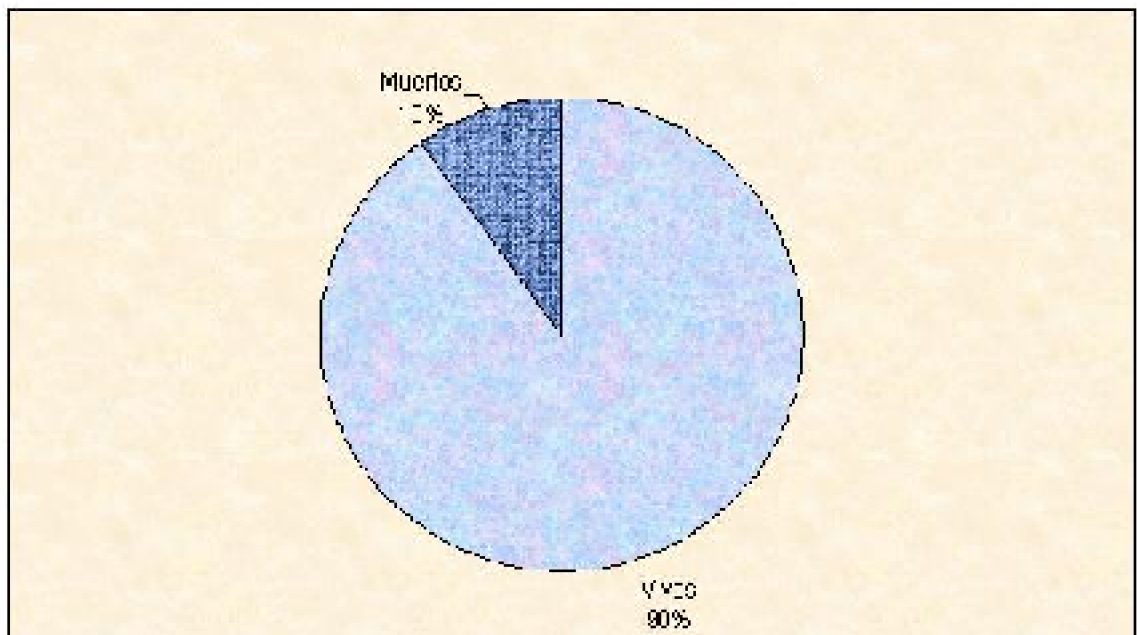


FIGURA 9. Mortalidad de los estados preimaginales de *O.yothersi* en cultivar Hass.

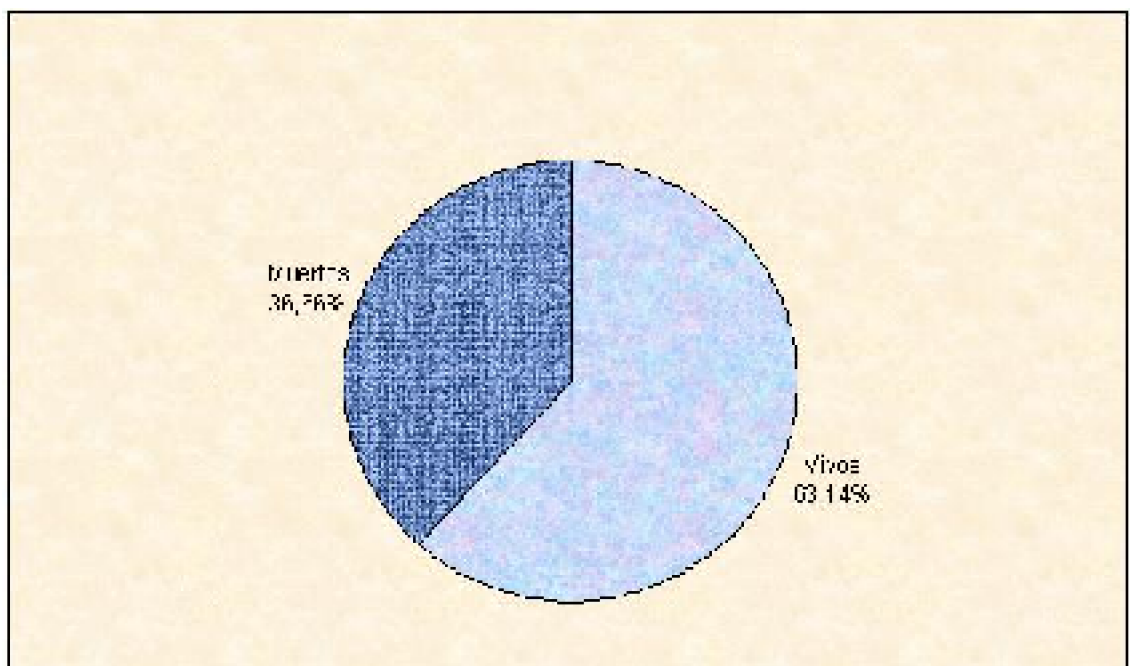


FIGURA 10. Mortalidad de los estados preimaginales de *O.yothersi* en cultivar Fuerte.

El 100% del estado huevo, eclosó en ambos cultivares no observándose diferencias entre ambos, sin embargo se presentaron diferencias en los estados de desarrollo posteriores, esto fue especialmente marcado en los estados de protoninfa y deutoninfa alcanzando en cultivar Fuerte una mortalidad de 13,33% para cada estadio, a diferencia en cultivar Hass donde solo se encontró una mortalidad de 3,33% tanto para los estados de larva, protoninfa y deutoninfa. Estos resultados se exhiben en el Cuadro 4.

CUADRO 4. Mortalidad de los estados preimaginales de *O.yothersi* en cultivar Hass y Fuerte (n=60) .

Estado de desarrollo	Mortalidad %	
	Cultivar Hass	Cultivar Fuerte
Huevo	0%	0%
Larva	3,33%	10%
Protoninfa	3,33%	13,33%
Deutoninfa	3,33%	13,33%
Total	9,99%	36,66%

Estos resultados muestran que el cultivar Hass presenta mejores condiciones para el desarrollo de, *O. yothersi*, que el cultivar Fuerte, este último ejercería un efecto negativo sobre la población, aumentando su mortalidad producto de una antibiosis o antixenosis. La información hasta aquí obtenida, no permite separar cual es el tipo de mecanismo responsable o si esta mayor mortalidad ocurre debido a presencia de ambos mecanismos de resistencia.

Este efecto de distintas especies de plantas en la sobrevivencia de los estados preimaginales, en especies de artrópodos ha sido señalado como una forma de resistencia (SHIBAR *et al.*, 2000).

Según HODDLE *et al.* (1999), el mecanismo de resistencia de plantas de paltos a arañitas del mismo género (*Oligonychus*) se puede deber a la composición química de la hoja lo cual reduce la supervivencia de ácaros.

4.2. Proporción de sexos de *O. yothersi* en cultivar Hass y Fuerte

Al determinar la proporción de sexos, hembra : macho de *O. yothersi* en ambos cultivares bajo las condiciones del ensayo, esta fue de 4:1 en cultivar Hass y de 3,5:1 en cultivar Fuerte esto se observa en las Figuras 11 y 12 respectivamente.

Esta relación entre hembra y macho fue mayor a lo que se ha obtenido en ensayos con *O. persea* en los cuales la relación ha sido de alrededor de 2:1 (KERGUELEN y HODDLE, 2000), e indicaría que una alta proporción de las hembras fueron copuladas.

Esto indicaría si esta situación pudiera ser extrapolada a lo que ocurre en el medio, la especie presente en Chile, podría desarrollar niveles poblacionales mayores, al presentar una mayor proporción de hembras, lo que permitiría un rápido crecimiento de la población en primavera, al presentarse condiciones favorables.

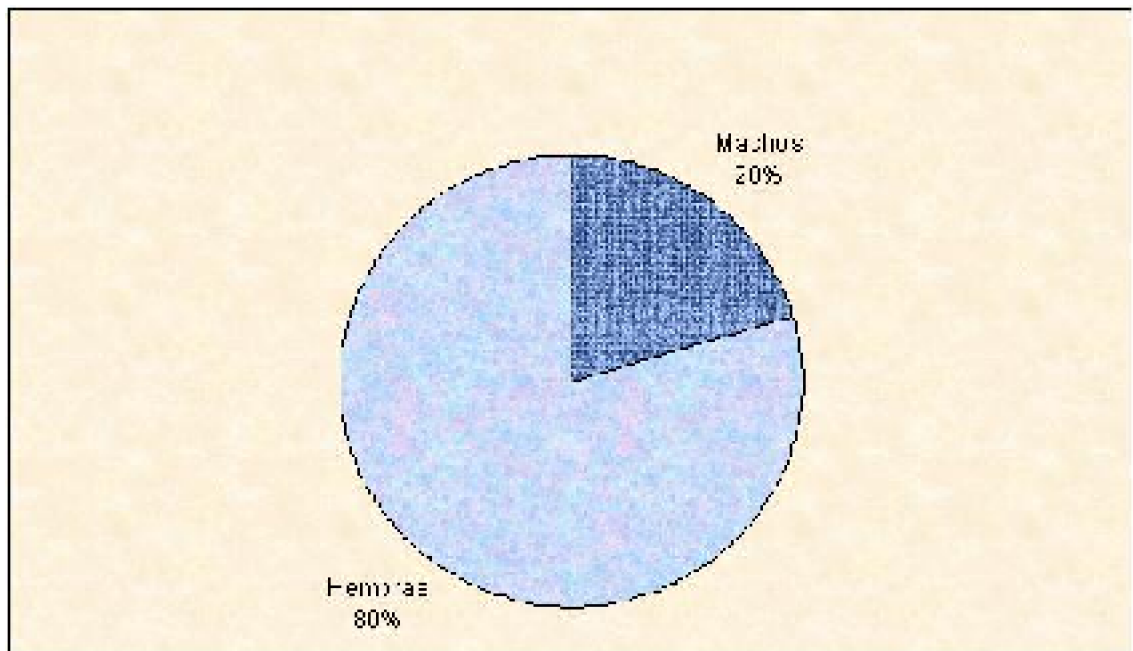


FIGURA 11. Relación de sexos en *O. yothersi* sobre cultivar Hass.

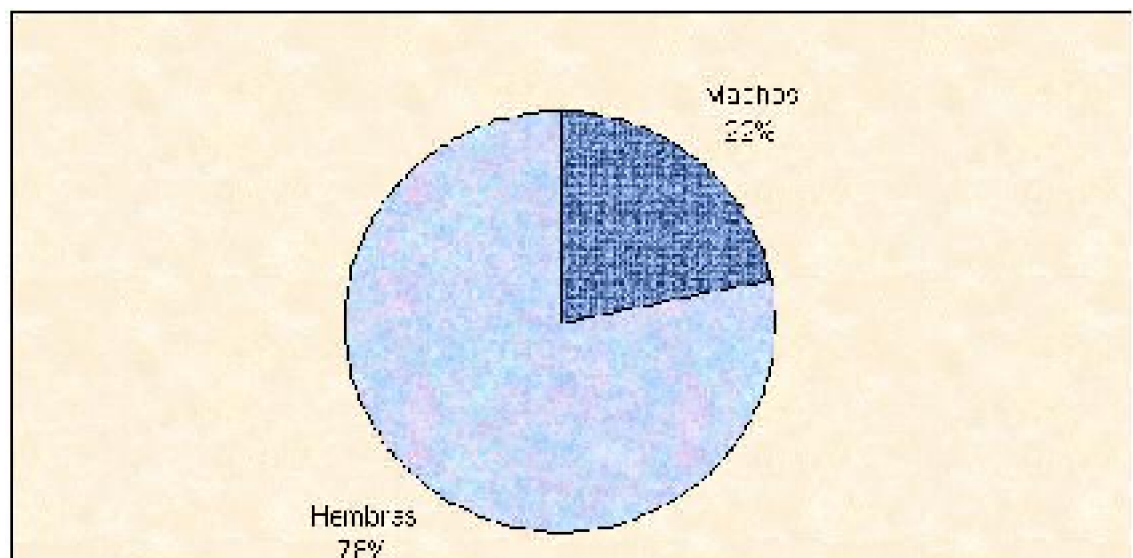


FIGURA 12. Relación de sexos en *O. yothersi* sobre cultivar Fuerte.

4.3. Tasa de oviposición y periodo de oviposición

Al estudiar la tasa y la duración del período de oviposición en hembras de *O.yothersi* en ambos cultivares, se determinó que en el cultivar Hass las hembras vírgenes tuvieron una oviposición de $(39.90 \pm 5,284\text{huevos})$, casi 2.5 veces mas que el promedio alcanzado en cultivar Fuerte $(17.73 \pm 7,771\text{huevos})$.

Similar situación se presenta en hembras apareadas, en el cultivar Hass el promedio

de oviposición fue de $(31.03 \pm 10,044\text{huevos})$ y el promedio solo fue de $(10.26 \pm 6,147\text{huevos})$ en cultivar Fuerte.

Estos resultados en relación al efecto de la cópula sobre la tasa de oviposición son distintos a los obtenidos en el género *Tetranychus*. En *Tetranychus desertorum* Banks (NICKEL, 1960), *Tetranychus neocaledonicus* Andre (GUTIERREZ y VAN ZON, 1973), *Tetranychus urticae* Koch (WRENSCH y YOUNG, 1975), *Tetranychus fijensis* Pritchard y Baker, *Tetranychs marianae* Mc Gregor, las hembras no apareadas oviponen menos huevos pero al igual que en este ensayo viven más tiempo que las hembras apareadas (BONATO y GUTIERREZ, 1999).

Este menor tiempo de sobrevivencia señalado por BONATO y GUTIERREZ (1999), fue observado en las hembras apareadas en este ensayo, y explicaría la menor oviposición. Las hembras de *O.yothersi* mostraron un comportamiento errático después de ocurrido el apareamiento, la hembra copulada se acercaba al borde del disco de hoja tanto en cultivar Hass, como en cultivar Fuerte, y moría ahogada, teniendo por lo tanto una alta mortalidad, lo cual redujo el número de hembras potencialmente fértiles. Esta situación podría ser un artefacto de la metodología empleada, y no presentarse en la naturaleza y pudiera corresponder a un mecanismo de dispersión después de la cópula, lo cual ocasiona una fuerte mortalidad por las condiciones en que se realizó el experimento.

Otros autores plantean la teoría que la reproducción es un costo en términos de supervivencia, se plantea que el incremento en la producción de huevos asociado con apareamiento crea un incremento en el uso de recursos metabólicos de la hembra, disminuyendo su longevidad y sobrevivencia (GUTIERREZ y BONATO, 1999), pero esta situación no se presentó en los ensayos.

Sin embargo esta situación podría deberse sólo a que las distintas especies muestran diferentes grados de respuesta a la cópula; es así como dentro de un mismo género el grado de fecundidad en respuesta al apareamiento varía; en estudios realizados en 4 especies de *Tetranychus*, se obtuvo que en *T.figensis* y *T.marianae* la producción de huevos fue el doble con apareamiento, sin embargo, el incremento fue de 50% en *T.neocaledonicus* y 25% en *T.lambi* y de sólo un 21% en *T.urticae* (WRENSCH y YOUNG, 1975). En estos estudios para todas las especies, la fecundidad total y edad específica de fecundidad de hembras apareadas fue más alto que en hembras no apareadas (BONATO y GUTIERREZ, 1999).

Según WRENSCH y YOUNG (1975), el incremento en longevidad de las hembras no apareadas, combinado con una baja tasa de oviposición tendería a incrementar la probabilidad de un encuentro con un macho en un punto de la vida reproductiva de la hembra. En un caso extremo, la hembra podría aparearse con un hijo maduro, el efecto conjunto de esto podría ser un incremento en la probabilidad de sustentación de la población.

Se determinó en hembras vírgenes y apareadas de *O.yothersi* que no existe interacción entre apareamiento y cultivar, en el número de huevos ovipuestos. Esto se observa en Cuadro 5 y Anexo 6.

CUADRO 5. Promedio de oviposición *O.yothersi*, en hembras vírgenes y apareadas, en dos tipos de cultivares, a 25°C.

Ovipostura		
Condición de la hembra	Cultivar Hass	Cultivar Fuerte
Hembras vírgenes	39.90 ± 5,284a	17.73 ± 7,771b
Hembras apareada	31.03 ±10,044a	10.26 ± 6,147b

..Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas, al 5% en Comparaciones por línea (TUKEY).

En relación a la longitud del período de oviposición de *O. yothersi* sin aparear se observan diferencias entre cultivares, en cultivar Hass alcanza un valor de 26 días, casi 1.5 veces mayor que el período de oviposición en cultivar Fuerte que fue de 18 días. Esto se observa en las figuras 13 y 14, una situación similar se observó en hembras apareadas, aunque la duración del periodo de oviposición fue menor en ambos cultivares en comparación a hembras sin aparear.

4.3.1. Tasa de oviposición diaria

Al estudiar la tasa de oviposición diaria de *O. yothersi* hembras vírgenes, tanto en cultivar Hass, como en cultivar Fuerte se determinó que, el número de huevos / día en Hass presenta dos picos, de 4,5 huevos /día y 4,0 huevos / día, en los días 6 y 12 respectivamente, produciéndose posteriormente una caída abrupta a 1,5 huevos/ día, declinando desde ese momento la oviposición hasta el día 26, esto se observa en la Figura 13.

En el cultivar Fuerte, *O. yothersi* presenta dos picos de oviposición uno de 6,0 huevos / día, aproximadamente en la mitad de su período de ovipostura (día: 9), y otro al inicio del periodo de oviposición, declinando posteriormente hasta el día 5 (Figura 14), a diferencia de Hass que presenta un menor número de huevo ovipuestos al inicio del periodo, pero con promedios más altos a través del tiempo. La ovipostura en Fuerte se presenta en forma discontinua, si se compara con Hass, con picos altos de oviposición, seguido de períodos con una mínima oviposición.

Similar comportamiento se observó en hembras apareadas de *O. yothersi*, tanto en cultivar Hass como en cultivar Fuerte, pero con una menor oviposición diaria. El número de huevos día en cultivar Hass presenta tres picos de 4,56 huevos / día; 4,36 huevos / día y de 6,56 huevos/ días, concentrándose estos en los días 6, 9 y 14 ,respectivamente, el cultivar Fuerte presentan dos picos máximos de 2,5 huevos / días y de 3,16 huevos / días, concentrándose estos al inicio de su etapa fértil, situación similar a la observada en las hembras no apareadas y luego decayendo abruptamente desde el día 9. Esto se observa en la Figura 15 y 16, respectivamente.

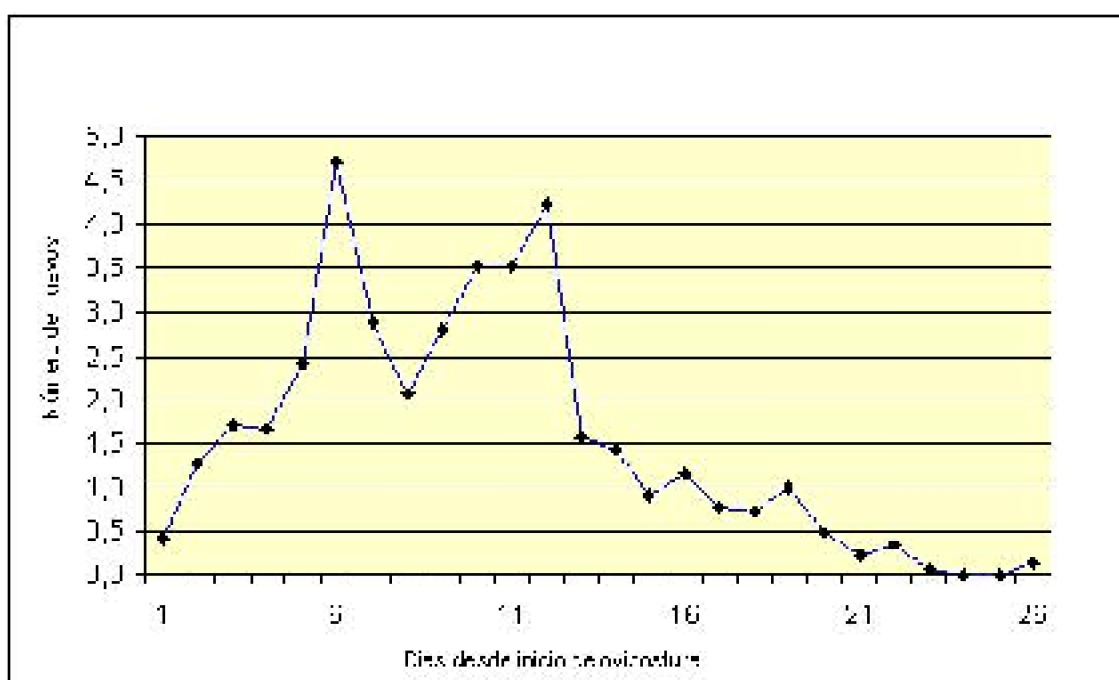


FIGURA 13. Oviposición, diaria de hembras vírgenes de *O. yothersi* en cv. Hass.

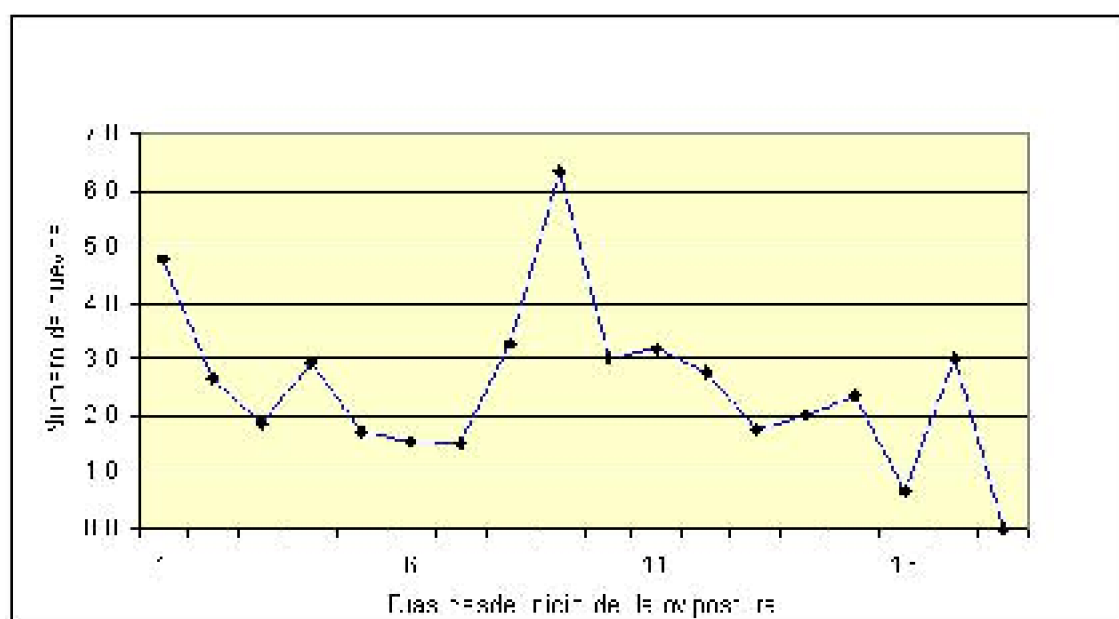


FIGURA 14. Oviposición, diaria de hembras vírgenes de *O. yothersi* en cv. Fuerte.

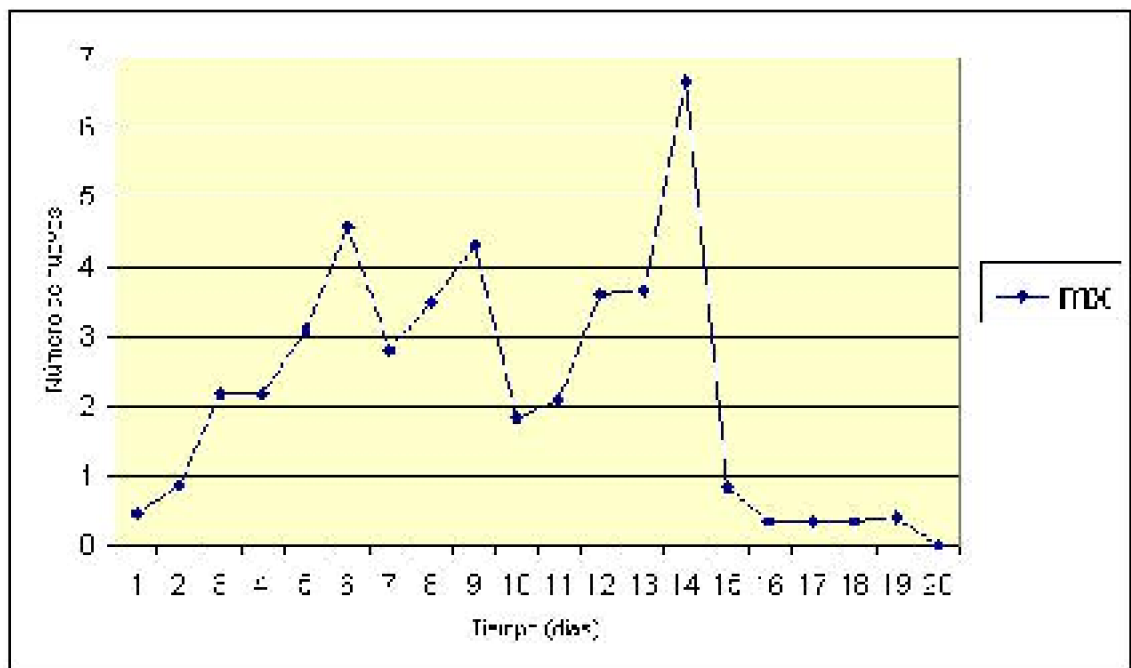


FIGURA 15. Oviposición, diaria hembras apareadas de *O. yotheresi* en cv. Hass.

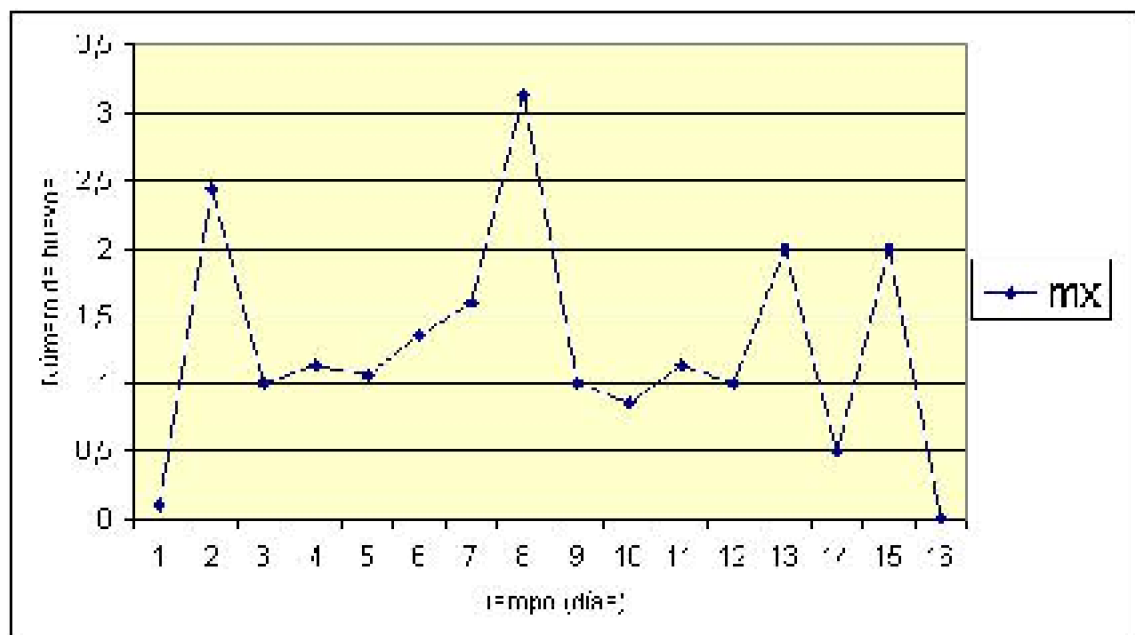


FIGURA 16. Oviposición, diaria de hembras apareadas de *O. yotheresi* en cv. Fuerte.

4.3.2. Curva de fecundidad (mx) de *O. yotheresi*

Al estudiar la fecundidad de las hembras vírgenes de *O. yotheresi* en cultivar Fuerte se observaron dos puntos máximos de oviposición, que se alcanzan en la mitad y al final de la etapa fértil de la hembra respectivamente (mx; 3.04; 2.3; con lx: 0.2 y 1 respectivamente). A diferencia en cultivar Hass (Figura 20) se observa 3 puntos máximos de oviposición (mx: 3.38; 3.52; 2.88 con lx de 1; 0.87; 0.03 respectivamente) que se

alcanzan a unos 5 días después de iniciada esta, en la mitad y al final de la etapa fértil de la hembra. Esto se observa en la Figura 17.

En cultivar Hass se observa una menor oviposición al inicio de la etapa fértil de la hembra, a diferencia en cultivar Fuerte se observa una mayor fecundidad al inicio de la etapa fértil de la hembra, pero este efecto de menor fecundidad se anula en Cultivar Hass, al tener una curva de mayor supervivencia en casi todo el periodo fértil de la hembra, lo cual podría incidir en un mayor número de hembras potencialmente fértiles. Esto se observa en la Figura 18.

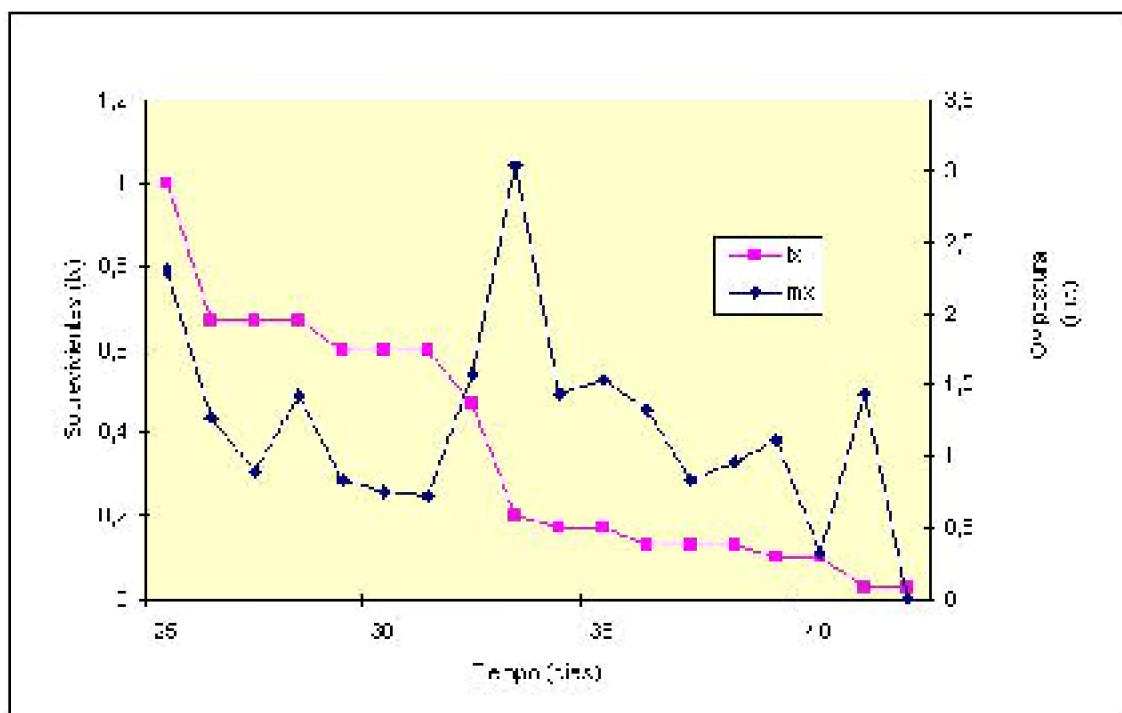


FIGURA 17. Curva de supervivencia (lx) y fecundidad de *O. yotheri* en cv. Fuerte.

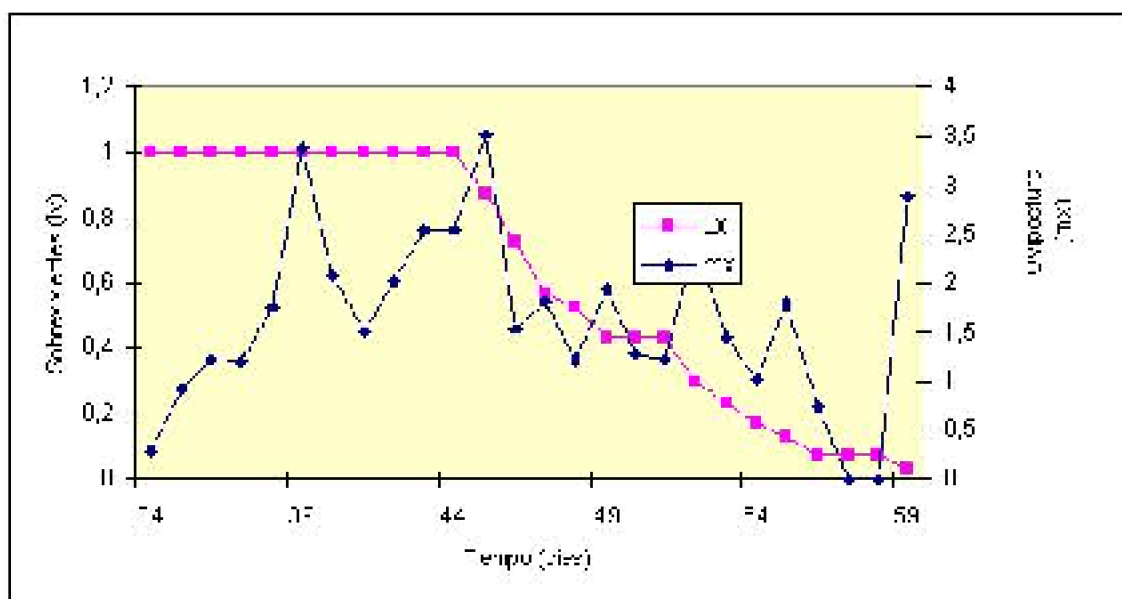


FIGURA 18. Curva de supervivencia (l_x) y fecundidad de *O. yothersi* en cv. Hass.

4.4. Supervivencia poblacional de *O. yothersi*, y supervivencia de hembras vírgenes y apareadas en cultivar Hass y cultivar Fuerte

En cultivar Fuerte la curva de supervivencia (l_x) representa una curva tipo IV con una mortalidad que afecta fundamentalmente en las primeras etapas de vida de la población; produciéndose posteriormente una mortalidad progresiva, con un máximo aproximado en la mitad de su vida. A diferencia en cultivar Hass (la curva de supervivencia (l_x)) corresponde a individuos en que la probabilidad de sobrevivir durante casi toda la etapa, o mitad de su vida es constante e igual a 1, ocurriendo posteriormente una muerte progresiva hacia las edades finales de su vida. Esta diferencia en el tipo de supervivencia indica que al permanecer durante un mayor periodo una población (mayor número de ácaros día) sin mortalidad la posibilidad de causar daño es mayor, si esto se ve asociado con la mayor susceptibilidad del cultivar, como es el caso del cultivar Hass (VARGAS, 1989). Esto se observa en las Figuras 19 y 20 respectivamente.

Al analizar la supervivencia de hembras vírgenes en periodo reproductivo de *O. yothersi*, en ambos cultivares, se observó que esta fue mayor en cultivar Hass. En cultivar Fuerte se observa que esta comenzó a descender hasta el 50% alrededor de los 32 días; a diferencia en cultivar Hass la curva de supervivencia (l_x) de hembras de *O. yothersi* se mantiene en el 100% hasta alrededor del día 44, descendiendo hasta el 50% la curva de supervivencia (l_x) alrededor del día 49. Esto se observa en las Figuras 21 y 22 respectivamente.

Similar situación se presenta en periodo reproductivo con hembras apareadas de *O. yothersi*, en cultivar Hass y cultivar Fuerte, pero con un menor tiempo de supervivencia en ambos cultivares, en comparación a hembras vírgenes. Al analizar la supervivencia de *O. yothersi* apareada, se observó que esta fue mayor en cultivar Hass, manteniéndose un 100% de supervivencia hasta el día 7, y descendiendo hasta el 50% el día 12, con un total de 20 días de periodo reproductivo; a diferencia en cultivar Fuerte el 100% de supervivencia se mantuvo solo hasta el día 5, decayendo hasta el 50% de supervivencia el día 7 y con un total de 16 días de periodo reproductivo. Esto se observa en las Figuras 23 y 24 respectivamente.

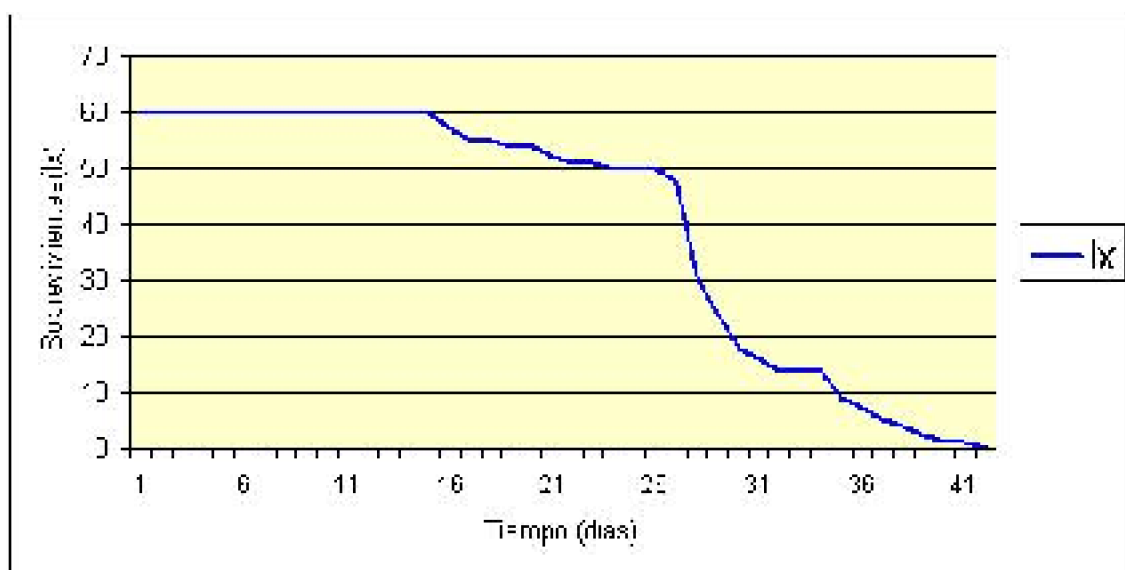


FIGURA 19. Curva de supervivencia poblacional de *O. yothersi* en cv. Hass.

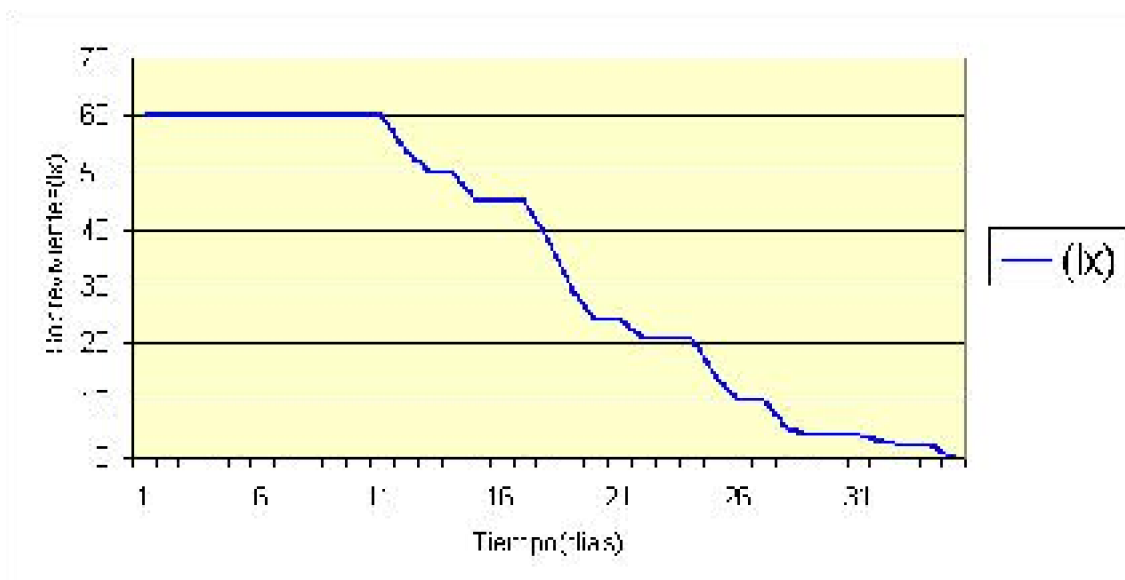


FIGURA 20. Curva de supervivencia poblacional de *O. yothersi* en cv. Fuerte.

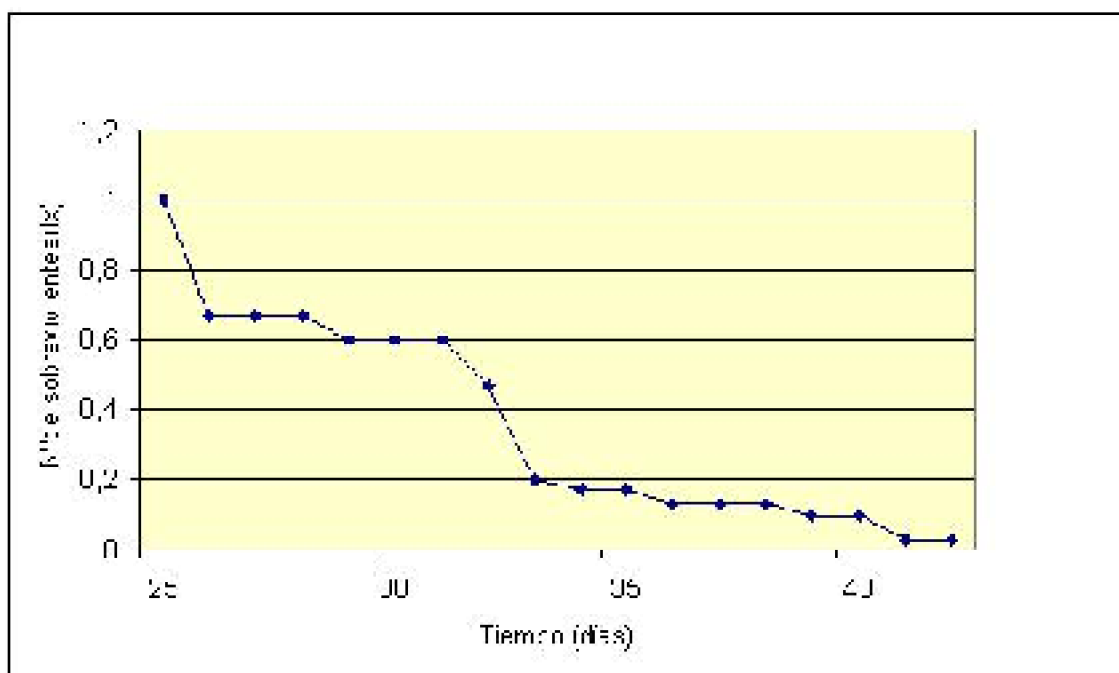


FIGURA 21. Curva de sobrevivencia de hembras vírgenes de *O. yothersi* en cv. Fuerte.

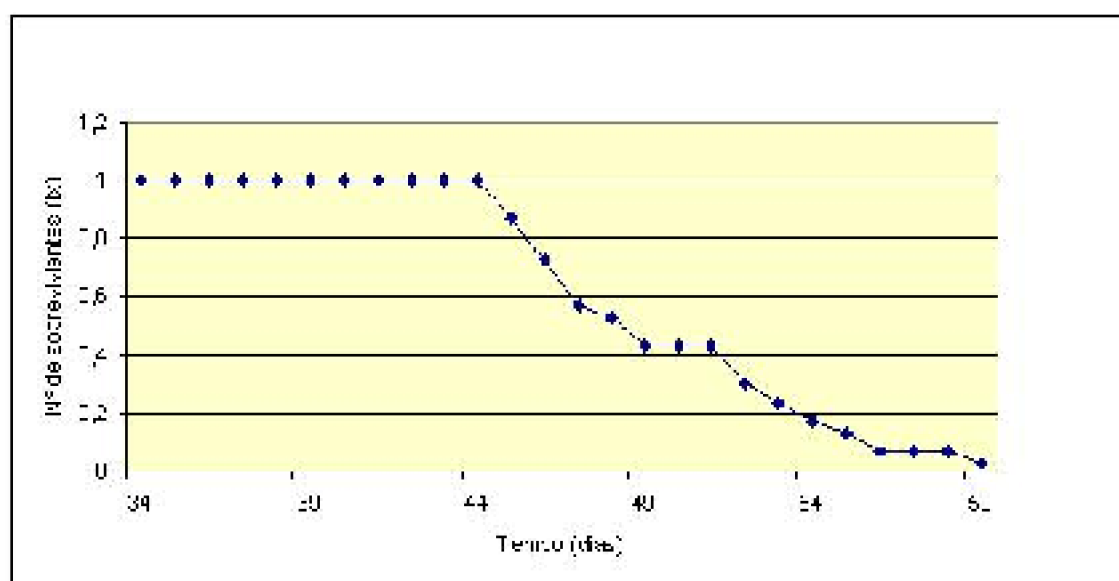


FIGURA 22. Curva de sobrevivencia de hembras vírgenes de *O. yothersi* en cv. Hass.

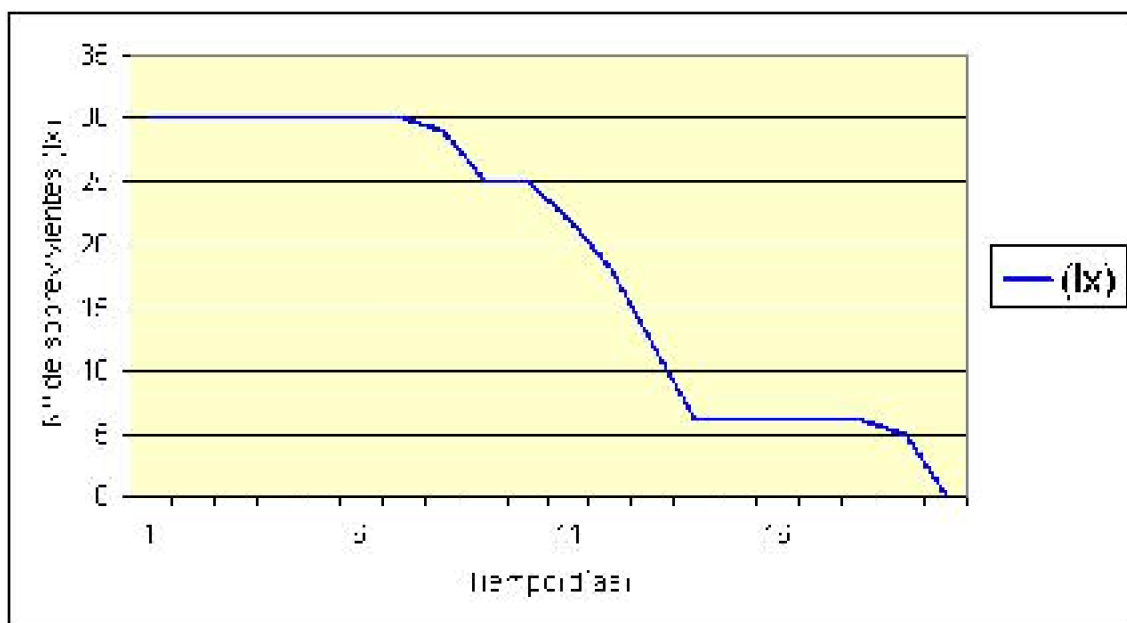


FIGURA 23. Curva de sobrevivencia de hembras apareadas de *O. yotheresi* en cv. Hass.

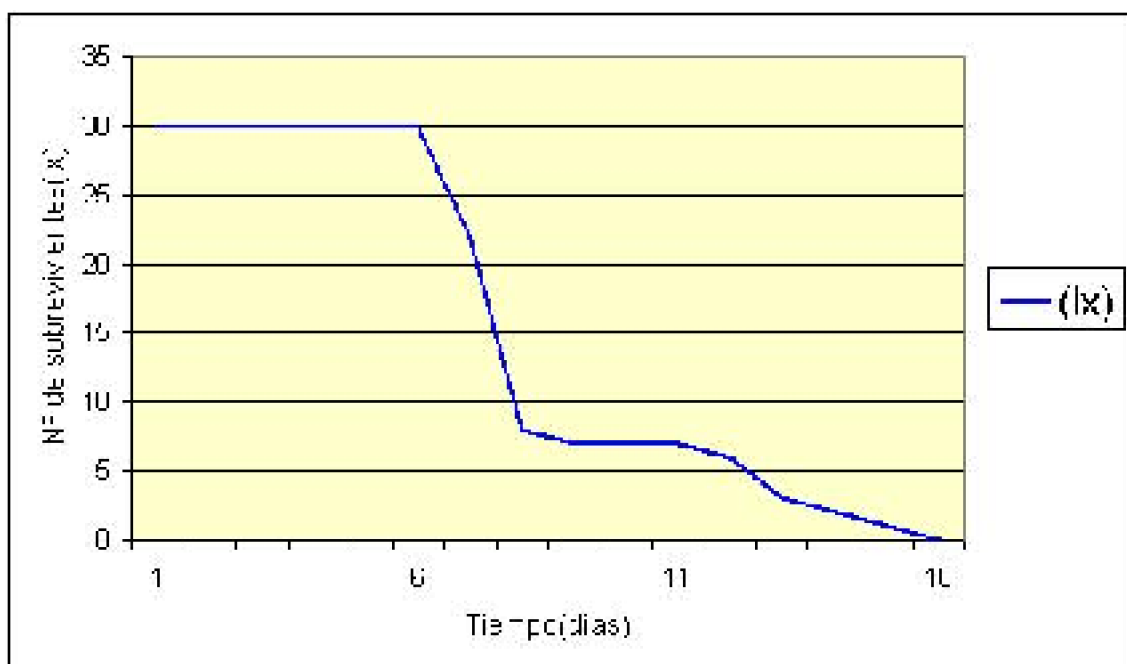


FIGURA 24. Curva de sobrevivencia de hembras apareadas de *O. yotheresi* en cv. Fuerte.

4.5. Longevidad media de hembras vírgenes de *O. yotheresi*

Al estudiar la longevidad de las hembras de *O. yotheresi* en cultivar Hass esta muestra una

longevidad de 13.5 días, 1.4 veces mayor que en cultivar Fuerte donde alcanzó un promedio de 9.5 días por hembra. Lo que confirma el efecto negativo que ejerce el cultivar Fuerte en la población de *O. yothersi*, a diferencia en cultivar Hass en la cual a iguales condiciones de desarrollo en laboratorio, presenta condiciones favorables.

Se podría esperar diferencias mayores en longevidad de *O. yothersi*, al realizar ensayos sobre material recolectado, en período primavera-verano, y no cuando fue recolectado, esto es en el período otoño-invierno ya que según lo señalado por KERGUELEN y HODDLE (2000), la longevidad de otra especie de este género, *O. perseae* difiere significativamente entre cultivares a través del año. Sobre Hass, el promedio de longevidad se incrementa a un 100% desde 12 días, en inicio de primavera, a 24 días en verano sobre Pinkerton el incremento de longevidad fue más bajo (73% desde primavera a verano) y más bajo sobre Lamb Hass, donde el promedio de longevidad se incrementa inicialmente desde primavera a inicio de verano (70%) pero decrece en pleno verano a menos (44%)

Esto indicaría que el incremento en longevidad, en especies del género *Oligonychus* estaría determinado por cambios fisiológicos que sufre el cultivar debido lo cual modifica la respuesta del ácaro al cultivar. Por lo anteriormente expuesto un incremento en la longevidad distinto en diferentes cultivares de palto a través del año es altamente esperable.

4.6. Parámetros de vida

Según SOUTHWOOD (1994), los parámetros biológicos así como también los principales estadísticos vitales de una población de insectos plaga, estimados a partir de tablas de vida desarrolladas en laboratorio, constituyen una herramienta básica para elaborar estrategias de control. Estas estimaciones han sido utilizadas para evaluar resistencia en plantas (TRICHILO y LEIGH, 1985) y como patrón para seleccionar enemigos naturales (JANSEN y SABELIS, 1992).

Al establecer las estimaciones de los parámetros poblacionales; Tasa neta de reproducción (R_0); Tasa intrínseca de crecimiento natural (r_m); Tasa finita de incremento (λ); es posible realizar la estimación y el pronóstico de comportamiento de *O. yothersi* en cultivar Hass y en cultivar Fuerte.

4.6.1. Tasa neta de reproducción (R_0)

La tasa neta de reproducción, refleja el número de progenie que es capaz de producir cada hembra de la población durante toda su vida.

Se tiene que cuando el valor de (R_0) sea exactamente igual a 1, entonces la población se reemplazaría a sí misma de manera precisa de generación en generación; por otra parte cuando (R_0) sea mayor a 1 la población estará creciendo, mientras que cuando (R_0) sea menor que 1 la población estará decreciendo.

Al estudiar la tasa neta de reproducción (R_o) de las hembras de *O. yotheri*, en ambos cultivares esta varió significativamente, siendo la tasa de reproducción neta (R_o) de *O.yotheri* en cultivar Hass (28.82) casi 4 veces mayor que en cultivar Fuerte (8.51). La diferencia encontrada demuestra la importancia que puede llegar a alcanzar la plaga en cultivar Hass, debido a su alta capacidad reproductiva. Esto se observa en Cuadro 6.

Se podría esperar valores mayores en la tasa neta de reproducción de *O. yotheri*, al realizar ensayos sobre material recolectado, en período primavera-verano ya que en estudios realizados en otra especie (*O.persea*) la tasa de reproducción neta varió significativamente a través del tiempo entre cultivares,(Hass, Lamb Hass,Pinkerton). En los cultivares Lamb Hass y Pinkerton la tasa de reproducción se incremento en primavera ($R_o=8$) y decreció en verano ($R_o=0,5$); a mediados de primavera la tasa de reproducción fue mas alta sobre cultivar Lamb Hass ($R_o=3$). Sin embargo, en primavera y verano la tasa de reproducción fue más alta sobre cultivar Hass ($R_o=12$, $R_o=8$). Esta gran diferencia en la tasa de reproducción entre cultivar Lamb Hass y cultivar Hass fue observada en verano cuando un crecimiento poblacional negativo fue observado en Lamb Hass (KERGUELEN y HODDLE, 2000).

4.6.2. Tasa intrínseca de crecimiento (r_m)

Este valor de r_m caracteriza el potencial o capacidad innata de incremento, para el caso de poblaciones ideales en un medio óptimo, clima constante, alimentación ilimitada, sin interferencia biótica o abiótica y distribución estable de edad (SABELIS, 1985).

Según RABINOVICH (1980), en su condición de una tasa intrínseca de crecimiento natural, (r_m) es un parámetro genéticamente determinado, que refleja una capacidad potencial de multiplicación poblacional; desde luego en muchas ocasiones, cuando las condiciones ambientales o de la propia población no conllevan a la materialización de un crecimiento poblacional a la tasa máxima, entonces es evidente que la población no crecerá de acuerdo a esta tasa potencial; más bien estará aumentando su tamaño de acuerdo a una tasa real, menor que la tasa potencial.

Al estimar la tasa intrínseca de crecimiento (r_m) de *O. yotheri*, en cultivar Hass (0.08) ella fue mayor que la alcanzada en cultivar Fuerte (0.07); en este caso *O. yotheri* criado sobre Hass alcanzaría un nivel poblacional mayor que en cultivar Fuerte. Esto se observa en Cuadro 6.

Al comparar la tasa intrínseca de crecimiento de *O. yotheri* con la que presentan otras especies considerada plaga, tales como; *Tetranychus ogmophallos* (Acarina: Tetranychidae) Ferreira, Flechtmann 1997 ($r_m= 0,232$) y *Oligonychus thelytokus* (Acarina:Tetranychidae) ,($r_m=0,115$) en condiciones similares de estudio de *O. yotheri*, los valores obtenidos en este caso fueron menores. Esto indicaría que el potencial de esta especie para ser plaga en (*P.americana*), es más bien bajo y explicaría que ella normalmente no alcance niveles de plaga en este cultivo. Lo que coincidiría con lo señalado por PRADO (1991) y GONZALEZ (1989), que la consideran una plaga de importancia secundaria en palto.

4.6.3. Tasa finita de crecimiento

Al estudiar la Tasa finita de crecimiento de *O. yotheresi* en cultivar Hass, de 1.08, mayor en relación a la tasa finita de crecimiento dada en cultivar Fuerte 1.07, lo que significa de acuerdo a la definición de este parámetro, como el número de individuos que se agregarían por hembra por día, para el caso de cultivar Hass que por cada arañita presente en un día, habrá casi 1.08 arañita al día siguiente, confirmando que cultivares susceptibles presentan condiciones químicas y bioquímicas, favorables para el desarrollo de la plaga. A diferencia en cultivar Fuerte que ejercería un efecto negativo sobre biología de la "arañita".

Estos valores son similares a los obtenidos por KERQUELEN y HODDLE (2000), si se transforma, la tasa intrínseca de incremento natural a una tasa finita, por individuo, por unidad de tiempo con la fórmula $\lambda = \exp. r_m = n_1/n_0$ para $t=1$ (krebs, 1978, citado por RABINOVICH, 1980). Para el ejemplo de *O. perseae* en cultivares con valores de r_m para cada cultivar, Hass (0.11), Lamb Hass (0.09) y Pinkerton (0.08), los valores de λ serían, (1.12; 1.09; 1.08) para cada cultivar respectivamente. lo que significa que por cada arañita presente en un día, habrá casi 1.12 arañas al día siguiente en el caso del cultivar Hass.

4.7. Discusión general de resultados

Finalmente cabe señalar que se podrían esperar valores mayores en fecundidad, tasa intrínseca de crecimiento, tasa neta de reproducción, etc de *O. yotheresi*, al realizar ensayos sobre material recolectado, en período primavera-verano. ya que ensayos realizados por KERQUELEN y HODDLE (2000), con *O. perseae*, dieron como resultado, que longevidad de la hembra, fecundidad, crecimiento poblacional, R_0 y r_m sobre hojas maduras y jóvenes, colectadas en verano fue significativamente mas altos sobre cultivares más susceptible (Hass), con relación a cultivares resistentes (Lamb Hass). Sin embargo esta diferencia no fue observada en hojas colectadas en abril, mayo (primavera en el hemisferio norte). De este modo la calidad de las hojas para el ácaro mejora a través del período primavera-verano en cultivares susceptibles así las hojas del verano llegan a ser particularmente favorables para reproducción de *O. perseae*. Esta situación se revierte avanzado el verano en huertos comerciales, en el sur de California. (KERQUELEN y HODDLE, 1999 a ; KERQUELEN y HODDLE, 1999 b). Resultados en laboratorio sugieren que a mediados de verano existe un cambio en la calidad del alimento, así como de otros factores que afectan a *O. perseae*.

Según LAHAV *et al.* (1989), la composición química de la savia y hojas en palto varia a través del tiempo, y año del cultivar. Se tiene que el contenido de nitrógeno de las hojas de palto en cultivar Hass aumenta en primavera incrementándose a través del verano y decayendo en otoño. Este incremento de nitrógeno podría explicar por que las poblaciones de ácaros aumentan en el verano en cultivar Hass, sin embargo, el mismo patrón de variación en nitrógeno se observa en cultivar Fuerte. Por lo tanto las diferencias

en contenido de nitrógeno en hojas, no serían responsables completamente de las diferencias de susceptibilidad observada entre cultivares, pero ello podría deberse a cambios en los compuestos secundarios, debido a distintos factores como temperatura, lo que ha sido observado en distintas plantas KERGUELEN y HODDLE , (2000).

En relación a los resultados obtenidos es posible señalar que el método de hojas removidas altera la expresión de la resistencia en las plantas por los rápidos cambios fisiológicos que acompañan a la expresión de la resistencia (ADAMS y VAN EMDEN ,1972 y SHIBAR *et al.*, 1999). Por ello es posible que los resultados pueden haber subestimado la resistencia del cultivar Fuerte, como se ha observado en experimentos con otras especies de insectos (SHIBAR *et al.*, 1999).

CUADRO 6. Parámetros biológicos de *O. yothersi* en discos de hoja de dos cultivares de palto a 25°C.

Parámetros biológicos	Cultivar Hass	Cultivar Fuerte
Tasa de reproducción (Ro)	28.82	8.51
Tasa de crecimiento (rm)	0.08	0.07
Tasa finita de crecimiento (λ)	1.08	1.07
Periodo de oviposición (días)	26	18
Tasa de oviposición (huevos)	40.03	17.73
Longevidad media hembras (días)	13.5	9.5
Tiempo generacional	41.99	28.76
Relación hembra, macho	4:1	3.5:1
Sobrevivencia de los estados preimaginales (%)	90,00	64,34

5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos, bajo las condiciones del ensayo permiten señalar:

Los antecedentes obtenidos permiten aceptar la hipótesis planteada.

Las cohortes de *O. yothersi* criadas sobre los cultivares Hass y Fuerte, mostraron diferencia en los parámetros tasa neta de reproducción (R_0), tasa intrínseca de crecimiento (r_m) y tasa finita de incremento (λ), siendo mayores en cultivar Hass.

Los valores de tasa de oviposición, periodo de oviposición y sobrevivencia de *O. yothersi* en hembras vírgenes apareadas presentaron diferencia entre cultivares, siendo mayores los valores alcanzados en cultivar Hass.

La tasa intrínseca de crecimiento natural (r_m) de *O. yothersi* en palto (*P.americana*) es comparativamente más baja que en otras especies de ácaros, lo cual explicaría en parte sus bajos niveles poblacionales en paltos en la mayoría de las situaciones.

Las hembras de *O. yothersi*, apareadas presentaron una menor sobrevivencia y una menor oviposición que las hembras vírgenes.

BIBLIOGRAFIA

- ABOU- SETTA, M.M.; SORRELL, R.W. y CHILDRES, C.C. 1986. Life 48: a BASIC computer program to calculate life table parameters for an insect or mite species. Florida Entomology (USA) 69: 690-697.
- ADAMS, J. B. y VAN EMDEN, H. F. 1972. Biological propieties of aphids. In : Van Emden. (ed.) Aphid technology. Londo,Academic Press pp: 48-104.
- ANDREWS, K. L. y QUEZADA, J. R. 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura, estado actual y futuro. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano. 623p.
- BIRCH, L.C. 1948. The intrinsic rate of natural increase of fan insect population. Journal of Animal Ecology (Inglaterra) 17:15-26.
- BONATO, O. y GUTIERREZ, J. 1999. Effect of mating status on the fecundity and longevity of four spider mite species (Acari: *Tetranychidae*). Experimental and Applied Acarology (Holanda) 23: 623-632.
- DORESTE, E. 1988. Acarologia. San José, Costa Rica. IICA, 410p.
- GONZALEZ, R. 1961.Contribución al conocimiento de los ácaros del manzano En Chile Central.Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía. Boletín Técnico N°11.58p.
- GONZALEZ, R.H. 1989. Insectos y Acaros de importancia Agrícola y Cuarente naria en Chile. Santiago. Universidad de Chile. 309p.

- GUTIERREZ, J. y VAN ZON, A .Q. 1973. A comparison study of several strains of the *Tetranychus neocaledonicus* complex and sterilization test of males by X-rays. *Entomología Experimentalis et Applicata* (Holanda) 16: 123-124.
- HARTMANN, T.1996. Diversity and variability of plant secondary metabolism: a mechanistic view. *Entomología Experimentalis et Applicata* (Holanda) 80:177-188.
- HODDLE, M.S.; APONTE, O.; KERGUÉLEN, V. y HERATY, J. 1999. Biological control of *Oligonychus perseae* (Acari: Tetranychidae) on avocado. Evaluating release timings, recovery, and efficacy of six commercially available phytoseiids. *International Journal of Acarology* (USA) 25: 211-219.
- JANSEN, A. y SABELIS, M. W. 1992. Phytoseiid life- histories, local predator- prey dynamics, and strategies for control of tetranychid mites. *Experimental and Applied Acarology* (Holanda) 14:233-250.
- JEPPSON, L.R.; KEIFER, H.H. y BAKER, E.W.1975. *Mites Injurious to Economic Plants*. Berkeley. University of California Press.615p.
- KERGUÉLEN, V. y HODDLE, M.S.1999a. Measuring mite feeding damage on avocado leaves with automated image analysis software. *Florida Entomologist* (USA) 82:119-122.
- KERGUÉLEN, V. y HODDLE, M.S. 1999b. Biological control of *Oligonychus Perseae* (Acari: Tetranychidae) on avocado: Evaluating the efficacy of *Galendromus helveolus* and *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *International Journal of Acarology* (USA) 25: 221-229.
- KERGUÉLEN, V. y HODDLE, M.S. 2000. Comparison of the susceptibility of several cultivars of avocado to the perseae mite, *Oligonychus perseae* (Acari: Tetranychidae). *Scientia Horticulturae* (USA) 84: 101-114.
- LAHAV, E.; BAR, Y. y KALMAR, D. 1989. Only spring flush leaves should be sampled for a reliable assessment of nutrients in the avocado. *California. Avocado Society. Yearbook* 73:159-166.
- LEVIN, D. 1973. The role of trichomes in plant defense. *The Quarterly Review of Biology* (Usa) 48 (1):3-15.
- LOPEZ, E. 1991. El problema de los ácaros (arañitas) en los años secos en hortalizas y frutales. *Empresa y avance agrícola* (Chile) 1(4): 6-8
- LOPEZ, E. 1997. El clima: principal factor regulador de poblaciones de plagas. *Empresa y avance agrícola* (Chile) 7(53): 8-9.
- LOPEZ, E.1998. Manejo integrado de plagas del palto. Sociedad Gardiazábal y Magdahl. Seminario Internacional de paltos. Viña del Mar 4, 5 y 6 de noviembre 1998.pp. 105-119.
- MC MURTRY, J.A. y JOHNSON, H.G. 1966. An ecological study of the spider mite *Oligonychus punicae* (Hirst) and its natural enemies. *Hilgardia* (USA) 37 (11):363-402.
- MC MURTRY, J.A.; JOHNSON, H.G. y SCRIVEN, G.T.1969. Experiments to determine effects of mass releases of *Stethorus picipes* on the level of infestation of the avocado brown mite. *Journal of Economic Entomology* (USA) 62(5): 1216-1221.
- NICKEL, J. L. 1960. Temperatura and humidity relationships of *Tetranychus desertorum*

- Banks with special referente to distribution. Hilgardia (USA) 30:41-100.
- PRADO, E. 1991. Artrópodos y sus enemigos naturales Asociados a plantas Cultivadas en Chile. Santiago. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 270p.
- RABINOVICH, J. 1980. Introducción a la ecología de poblacionales. México. Compañía Continental, S.A. 313p.
- RAZETO, B. 2002. Curso el palto (aguacate) y su cultivo. Santiago. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Centro Agrimed. 350 p.
- RODRIGUEZ, J.G; MAYNARD, D.E y SMITH, J.R. 1960. Effects of soil insecticides and absorbents on plant sugars and resulting effect on mite nutrition. Journal of Economic Entomology (USA) 53: 491-495.
- ROJAS, S. 1981. La arañita del palto y del chirimoyo; problemas en la V Región. Investigación y Progreso Agropecuario La Platina (4):16-17.
- SABELIS, M.W. 1985. Predation of spider mites. In: Helle W. and Sabelis M. (eds), Spider Mites, Their Biology, Natural Enemies, and Control. World Crop Pests. Vol 1B. Amsterdam Elsevier .458p.
- SANCES, F.; TOSCANO, N.; HOFFMANN, M.; LAPRE, L.; JOHNSON, M. y BALLEY, J. 1982. Researchers measure Brown Mite Injury. Avocado Grower (USA) 6(9):46-47.
- SCHOONHOVEN, L.M.; JERMY, y VAN LOON, J.J.A. 1998. Insect Plant Biology. London .Chapman & Hall. 409p.
- SHIBAR, C.; CARRILLO, R.; KALAZICH, J. y BARRIENTOS, C. 2000. Evaluación del comportamiento *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae), en híbridos de *Solanum berthaultii* (Hawkes) X *Solanum tuberosum* (L.) a través de dos metodologías. Agro Sur (Chile) 28 (2): 51-59.
- SOUTHWOOD, T. 1994. Ecological methods. 2nd.ed. London, UK. Chapman & Hall Pub. 524 p.
- TANIGOSHI, L. K. y MC MURTRY, J. A. 1977. The dynamics of predation of *Stethorus picipes* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Typhlodromus floricornis* on the prey *Oligonychus punicae* (Acarina: Tetranychidae). Hilgardia (USA) 45:237-288.
- TRICHILO, P. J. y LEIGH, T. F. 1985. The use of life tables to assess varietal resistance of cotton to spider mites. Entomologia Experimentalis et Applicata (Holanda) 39:27-33.
- VALENCIA, A. y ESTRADA, N. 1986. Control de plagas de papa con plantas resistentes. In: Memorias del curso sobre control integrado de plagas. Centro Internacional de la Papa. Bogota. Colombia. pp: 117-124.
- VARGAS, R. 1989. Control biológico de plagas y enfermedades de la agricultura. Proyecto Fundación fondo de investigación agropecuaria. Santiago. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 80p.
- VASICEK, A.; LA ROSSA, F. y PAGLIONI, A. 2000. Aspectos biológicos y poblacionales de *Nasonovia ribisnigri* (Mosley) (Homoptera: Aphidoidea) en tres variedades comerciales de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en condiciones de laboratorio. Agricultura Técnica (Chile) 60 (4): 350-360.
- VERA, S. 1994. Estudios preliminares sobre arañita roja del palto *Oligonychus yotheresi* Mc Gregor (Acarina: Tetranychidae) y sus depredadores *Stethorus histrio* Chazeau

(Coleoptera: Coccinelidae) y *Oligota pygmaea* Solier (Coleoptera: Staphylinidae). Tesis Ing. Agro. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 72p.

WRENSCH, D. L. y YOUNG, S. S. Y. 1975. Effects of quality of resource and fertilization status on some fitness traits in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch. *Oecologia* (Alemania) 18: 259-267.

ANEXOS

ANEXO 1. Producción mundial de paltos.

	País	Producción (t)
	México	800.000
	Indonesia	200.000
	U.S.A	160.000
	R. dominicana	160.000
	Chile	90.000
	Brasil	90.000
	Sudáfrica	70.000
	Israel	70.000
	Colombia	60.000
	España	60.000
	Perú	60.000
-	Congo	30.000

FUENTE: RAZETO (2002).

ANEXO 2. Consumo anual de paltas por habitante.

	País o Estado		Consumo (Kg/ hab.)
	México		8.0
	California		6.0
	Israel		3.7
	Chile		3.2
	Francia		2.0
	U.S.A		1.0
	Alemania		0.5
	España		0.4
	Japón		0.1
-	Argentina	-	0.1

FUENTE: RAZETO (2002).

ANEXO 3. Características más relevantes del fruto y del árbol cv.Hass.

	Características	
	Fruto	
	Peso	150-350 g
	Pulpa	Cremosa sin fibra visible
	Color cáscara	Púrpura oscura a negro opaco
	Flexibilidad cáscara	Muy buena
	Grosor cáscara	Media
	Tamaño semilla	Pequeña
	Tolerancia al frío	-2°C
	Post cosecha	Excelente
	Calidad en embalaje	Buena
	Respuesta a etileno	Excelente
	Sabor	Excelente
	Arbol	
	Habito producción	Alternante
	Tolerancia al viento	Baja
	Tolerancia al frío (follaje)	-1°C
	Precocidad	2-3 años
	Forma	Abierta
	Tipo floral	A
-	Periodo de cosecha	Agosto- abril

FUENTE: RAZETO (2002).

ANEXO 4. Características más relevantes del fruto y del árbol cv. Fuerte

	Características	
	Fruto	
	Peso	180-400g
	Pulpa	Cremosa, sin fibra visible
	Color cáscara	Verde opaco
	Flexibilidad cáscara	Muy buena
	Grosor cáscara	Media
	Tamaño semilla	Mediana
	Tolerancia al frío	-2°C
	Post cosecha	Aceptable
	Calidad en embalaje	Aceptable
	Respuesta a etileno	Pobre
	Sabor	Excelente
	Arbol	
	Habito de producción	Alternante
	Tolerancia al viento	Alta
	Tolerancia al frío (follaje)	-2.5°C
	Precocidad	5-6 años
	Forma	Muy abierta
	Tipo floral	B
-	Periodo de cosecha	Junio- octubre

FUENTE: RAZETO (2002).

ANEXO 5. Arañita roja del palto *O. yothersi*.

Importancia económica	Alta
Ubicación	Cara superior de las hojas, junto a nervaduras.
Síntoma	Decoloración café bronceada del área afectada.
Malezas hospederas	Durante el invierno; <i>Convolvulus arvensis</i> (correhuela); <i>Malva nicaensis</i> (malva); <i>Pitrea cuneato-ovata</i> (papilla).
Frutales hospederos	<i>Annona cherimola</i> (chirimoyo); <i>Pyrus communis</i> (peral); <i>Cydonia oblonga</i> (menbrillero); <i>Malus pumila</i> (manzano).
Control biológico	<i>Stethorus histrio</i> (chinita). <i>Oligota pigmaea</i> (coleóptero de color café).
Control químico	Aceite parafínico o acaricidas (noviembre a marzo).

FUENTE: RAZETO (2002).

ANEXO 6. Análisis de varianza factorial

Obs.	Trat	Aparea	nhuevos	tnhuevos
1	1	1	45.4	5.33795
2	1	1	19.0	5.34500
3	1	1	18.8	5.33896
4	1	1	15.2	5.33996
5	1	1	48.0	5.37870
6	1	1	33.0	5.34456
7	1	2	21.6	4.64758
8	1	2	28.6	5.34790
9	1	2	33.6	5.36655
10	1	2	50.8	7.12741
11	1	2	31.2	5.58570
12	1	2	20.4	4.51664
13	2	1	30.0	5.47723
14	2	1	14.0	3.74166
15	2	1	14.1	3.73473
16	2	1	17.8	4.21900
17	2	1	24.1	4.53961
18	2	1	5.8	2.40822
19	2	2	5.0	2.23607
20	2	2	5.0	2.23607
21	2	2	20.0	4.41214
22	2	2	5.0	2.23607
23	2	2	17.2	4.14729
24	2	2	9.4	3.00594

Tratamiento1	Cultivar Hass	Tratamiento2	Cultivar Fuente
Apareamiento1	Hembras vírgenes	Apareamiento2	hembras apareadas

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr>F
Treat	1	32.35304226	32.35304226	35.43	<.0001
Aparea	1	5.02597919	5.02597919	5.13	0.0224
InterAparea	1	0.08063593	0.08063593	0.10	0.7522