

28  
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



"DINAMICA DE OVIPOSICION EN LIBERACIONES  
DE *Toxorhynchites theobaldi* (DYAR & KNAB) EN UNA AREA  
SUBURBANA DE LA ZONA METROPOLITANA DE  
MONTERREY, N.L."

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN  
CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN  
ENTOMOLOGIA MEDICA

PRESENTA

BIOL. JOSE ANDRES ALVARADO CASTRO

MONTERREY, NUEVO LEON

AGOSTO DE 1993

FM  
QL536  
A4  
C.1



1080073215

Estimado Profesor:

Concluye esta etapa de formación académica (formal) que para mí ha sido valiosísima y en la cual tuviste un papel preponderante; sin embargo el "cordón umbilical" debe ser seccionado. Ahora será la amistad la que quedará como vínculo permanente. Ojalá y en un futuro no lejano podamos hacer alguna investigación en conjunto gracias por todo

att  
tu amigo "Joe"

5-VIII-93

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**"DINAMICA DE OVIPOSICION EN LIBERACIONES  
DE *Toxorhynchites theobaldi* (DYAR & KNAB) EN UNA AREA  
SUBURBANA DE LA ZONA METROPOLITANA DE  
MONTERREY, N.L."**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN  
CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN  
ENTOMOLOGIA MEDICA**

**PRESENTA**

**BIOL. JOSE ANDRES ALVARADO CASTRO**

**MONTERREY, NUEVO LEON**

**AGOSTO DE 1993**

TM  
QL 536  
A4



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**"DINAMICA DE OVIPOSICION EN LIBERACIONES  
DE *Toxorhynchites theobaldi* (DYAR & KNAB) EN UNA AREA  
SUBURBANA DE LA ZONA METROPOLITANA DE  
MONTERREY, N.L."**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN  
CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN  
ENTOMOLOGIA MEDICA**

**PRESENTA**

**BIOL. JOSE ANDRES ALVARADO CASTRO**

**COMISION DE TESIS:**



**M.C. FILIBERTO REYES VILLANUEVA**

**PRESIDENTE**



**M.C. ROBERTO MERCADO HERNANDEZ**

**SECRETARIO**



**Ph. D. ILDEFONSO FERNANDEZ SALAS**

**VOCAL**

**MONTERREY, NUEVO LEON**

**AGOSTO DE 1993**

# **DEDICATORIA**

**A mi Esposa Sandra**

**A mi Hija Paty**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por su apoyo para poder llevar a cabo esta etapa de mi formación profesional, la que espero poder retribuir en beneficio del Pueblo de México.

Al Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora (CESUES), por el apoyo brindado para mi formación como investigador en entomología médica y para la culminación formal de la obtención del grado académico.

Al M.C. Filiberto Reyes Villanueva, asesor y amigo, a quien le debo la perspectiva de la investigación formal.

Al Dr. Ildelfonso Fernández Salas, por la revisión del escrito y sus sugerencias para mejorarlo, además de su participación en la comisión de tesis.

Al M. C. Roberto Mercado Hernández, por su accesibilidad, por sus observaciones al trabajo y por su participación en la comisión de tesis.

A los Hermanos Santiago, Omar, y Valdemar Guajardo, del Mezquital, N.L. por su apoyo desinteresado para la realización del trabajo en su huerta; sin éste, el trabajo no hubiera llegado hasta el punto que consideré como final.

A mis amigos Mario Alberto Rodríguez, Américo D. Rodríguez y Oscar Gutiérrez R., cuyas críticas e ideas sencillas fueron valiosísimas para llevar a buen término el trabajo

Al M.C. Alfonso Flores Leal, por sus enseñanzas y ayuda durante la realización del trabajo.

A mis compañeros de generación en la Maestría, con quienes pasé vivencias que son parte de mis recuerdos.

A mis amigos, compañeros, familiares y desconocidos, que me ayudaron en la tediosa y ardua tarea de atender el insectario y llevar a cabo los muestreos diarios en campo.

# CONTENIDO

RESUMEN	i
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	3
HIPOTESIS	4
ANTECEDENTES	5
Sistemática	5
Distribución Geográfica	6
Bionomía	6
Comportamiento de Oviposición.	12
Oviposición en Liberaciones de Adultos de <i>Toxorhynchites</i>	14
MATERIAL Y METODOS	19
Trabajo de Laboratorio	19
Cría de <i>Toxorhynchites</i>	19
Porcentaje de Inseminación de <i>Toxorhynchites</i>	20
Cría de <i>Aedes aegypti</i>	20
Trabajo de Campo	21
Ubicación y Descripción del Area Experimental	21
Ubicación de Ovitrapas	22
Liberaciones y Muestreos	22
Muestreo Testigo y Muestreo para Detectar Establecimiento de <i>Toxorhynchites</i>	23
Levantamiento del Plano de la Huerta (Cobertura Arbórea)	23
Análisis de Datos	24
Patrón del Período de Oviposición	24
Porcentaje de Llantas Positivas	24
Análisis de Varianza del Número de Huevos Puestos	25
Análisis de Varianza del Porcentaje de Llantas Positivas	25
Prueba de Hipótesis para Beta ( $\beta$ ) Previa a los ANVA	26

Relación Número de Huevos Puestos-Porcentaje de Llantas Positivas	26
Relación Cobertura Arbórea-Número de Huevos Puestos	27
Muestreo Adicional al Programa de Liberaciones	28
Cálculo de los Coeficientes de Correlación	28
<b>RESULTADOS</b>	<b>29</b>
<b>DISCUSION</b>	<b>33</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>43</b>
<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>45</b>
<b>ANEXO (CUADROS Y FIGURAS)</b>	<b>53</b>

## RESUMEN

Con el propósito de conocer algunos aspectos de la dinámica de oviposición de *Toxorhynchites theobaldi* (Dyar & Knab) en campo, durante 1990 y 1991 se efectuaron liberaciones de 20, 20, 40, 40, 80 y 80 hembras grávidas de esta especie de 9-11 días de edad. El área donde se efectuó el trabajo fué una huerta de nogal y como ovitrampas se usaron llantas que fueron llenadas con 4-5 litros de agua. La oviposición se registró durante 17 días consecutivos después de cada liberación.

El patrón del número diario de huevos puestos para el período de oviposición, para las liberaciones efectuadas en Primavera y Verano de 1990 y Primavera de 1991 fué descrito por la ecuación de regresión inversa o recíproca,  $Y = a + b/X$ , con altos coeficientes de correlación, independientemente del número de hembras liberadas. No fué así para una liberación efectuada en Otoño de 1990, donde el comportamiento fué en altibajos; esto tuvo explicación en los cambios de temperatura ocurridos durante el período de muestreo, encontrándose una relación exponencial,  $Y = a e^{bX}$ , entre temperaturas, tanto promedio como mínimas, y el número de huevos puestos por día.

Respecto al porcentaje diario de llantas positivas para huevos de *T. theobaldi*, y para el período de muestreo, en tres de las seis liberaciones se observó una tendencia lineal,  $Y = a + b X$ , con regulares coeficientes de correlación; para las otras tres liberaciones solo se observó una secuencia de altibajos, encontrándose (sin cuantificar) que baja humedad relativa-alta temperatura, viento y lluvias inhibieron la actividad de oviposición de las hembras liberadas. Sin embargo, para las seis liberaciones se encontró relación entre el número de huevos puestos y los porcentajes diarios de llantas positivas. Esta relación tuvo mejor ajuste a la ecuación de regresión logarítmica,  $Y = a + b \ln X$ , con la curva empezando a hacerse asintótica antes de los 100 huevos puestos.

No hubo diferencia significativa entre los promedios de las razones del número de huevos puestos [ $\log (\text{razón } X+1)$ ] por densidad de liberación (ANVA,  $P < .05$ ), ni para los promedios de los porcentajes de llantas positivas para huevos del depredador entre las diferentes densidades de liberación (ANVA,  $P < .05$ ). Entonces, el número umbral de hembras por liberar y más allá del cual no se aumentan los porcentajes de oviposición, y para las dimensiones del área, estuvo entre 20 o menos de 20 hembras.

Se encontró una relación estrecha entre la cobertura del follaje de los árboles y grado de hacinamiento de éstos, con el número de huevos puestos en las llantas; en condiciones ambientales estables, esta relación fué descrita por la ecuación cuadrática,  $Y = a + bX + cX^2$ , dando una curva ajustada en forma de "J" y con altos coeficientes de

correlación. En condiciones lluviosas la tendencia fué mas bien lineal y con coeficientes de correlación más bajos. Se discute la posible ventaja adaptativa de la inhibición de la actividad de oviposición de *T. theobaldi* por lluvias.

Después de ser liberadas las hembras de *T. theobaldi* se dispersaron rápidamente en el área experimental, pero requirieron de dos días para desplazarse a 50 metros más y casi una semana después lo hicieron hasta los subsecuentes 100 metros.

En base a muestreos efectuados algunos meses y hasta más de un año después de la última liberación, en los que se encontraron oviposiciones y larvas de *T. theobaldi* en las llantas, se pone de manifiesto el potencial de esta especie para colonizar áreas arboladas suburbanas después de ser liberado.

## INTRODUCCION

Dentro de la familia Culicidae los mosquitos del género *Toxorhynchites* (Theobald) son únicos, sus hembras son no-hematófagas, y al igual que los machos se alimentan de néctar y otros exudados vegetales; ovipositan en cuerpos de agua temporales como son: axilas foliares, huecos en árboles, huecos en rocas y en artefactos hechos por el hombre que contengan agua. La larva, en todos sus instares es depredadora oportunista y generalista de invertebrados activos que viven en el hábitat-contenedor, como son las larvas de algunas especies de culcideos, y para alcanzar la pupación han de consumir un gran número de presas (Steffan y Evenhuis, 1981). Estas características hacen que *Toxorhynchites* sea considerado para ser uno de los agentes mas potenciales para el control de larvas de aedinos vectores de varias enfermedades, entre ellas el dengue (Horio y Tsukamoto, 1985).

En México, el dengue reapareció en 1978, y desde entonces se ha constituido como uno de los mas importantes problemas epidemiológicos virales transmitidos por mosquitos. El vector del virus, el culcideo *Aedes aegypti* (L.), fué erradicado del país en 1963, pero el descuido sobre su vigilancia y control hizo que ocurriera reinfestación por la frontera Norte en 1965 y por la frontera Sur en 1977; a partir de estos años el mosquito ha ido extendiendo su distribución en latitud y altitud (Herrera-Basto, 1989). Para 1990, solo tres de treinta y dos entidades federativas estuvieron libres de la enfermedad (Gómez, 1991).

Por otra parte, la forma mortal de la enfermedad, la fiebre hemorrágica del dengue con síndrome de choque se presentó en Cuba en 1981 (Kourí et al. 1982) y en Brasil en 1986 (López-Antuñano, *in* Reyes-Villanueva, 1990), cobrando víctimas. A partir de este último año en México se han presentado casos o sospechas de casos aislados y esporádicos de este mal con consecuencias fatales (Herrera-Basto, 1989; DGE, 1989).

La anterior problemática, aunada a la creciente resistencia en el área Caribeña del *A. aegypti* al Malathión y Temephos (Georghiou et al., 1987), insecticidas usados en nuestro país para su control, hace poner en consideración el optimizar la aplicación de éstos, probar otras alternativas de control y de ser posible integrarlos para lograr ya no la erradicación, sino al menos el control epidemiológico del vector (Reyes-Villanueva, 1990). Esto ya se había considerado desde los años 70's, cuando empezaba a aparecer el dengue hemorrágico en el área caribeña, la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos recomendó firmemente que se efectuaran pruebas de laboratorio y campo adicionales para probar

especies de *Toxorhynchites* contra el *A. aegypti* (Focks et al. 1980); reconsiderándose entonces su supuesta ineficacia como agente regulador que se había asumido en años anteriores.

*Toxorhynchites theobaldi* (Dyar & Knab), especie neotropical que se distribuye en nuestro continente desde Sudamérica y hasta el Norte de México, se contempla para probarlo en un futuro próximo como candidato para control del *A. aegypti*. Se ha encontrado que esta especie oviposita en contenedores artificiales presentes en cementerios (Rubio et al. 1980; Rubio et al. 1981; Kazana et al. 1983; Rubio y Ayesta, 1984; Reyes-Villanueva et al. 1987; Arredondo-Bernal y Reyes-Villanueva, 1989) y sobre todo en aquellos que están infestados con larvas de *A. aegypti* (Reyes-Villanueva, 1990). Comparado con otras cuatro especies de *Toxorhynchites*, larvas de cuarto instar de *T. theobaldi* mostraron tener la mayor tasa diaria de consumo de presas (19/día) y el menor tiempo de desarrollo, sugiriendo ser el mejor adaptado a ambientes secos (Russo, 1986). Incluso en otra fuente se menciona una tasa mayor de consumo, 25-30 larvas por día (Reyes-Villanueva, 1990). Por otro lado, y como punto importante, esta especie es relativamente fácil de mantener y reproducir masivamente en laboratorio.

Los fracasos que en años anteriores se han tenido con varias especies de *Toxorhynchites* como agentes reguladores, se atribuyen al inadecuado conocimiento de las especies en juego (Focks et al. 1979) y de la dinámica de los sistemas involucrados (Focks, 1982). Trpis (1981), resalta que un control biológico exitoso en cualquier sistema presa-depredador, requiere un conocimiento básico de la ecología, genética y comportamiento, tanto de la presa como del depredador.

Por lo anterior, el presente trabajo se encaminó principalmente a la obtención de información sobre la dinámica de oviposición de hembras de *T. theobaldi* liberadas en campo, y los objetivos fueron los siguientes:

## OBJETIVOS

### Generales.

Determinar el período de oviposición de hembras grávidas de *T. theobaldi* liberadas en el campo.

Determinar el promedio de huevos puestos y el porcentaje de oviposición en llantas para tres densidades de hembras grávidas de *T. theobaldi* liberadas en el campo.

### Específicos.

Determinar la relación entre la cobertura arbórea (sombra) y la actividad de oviposición de hembras de *T. theobaldi* liberados en el campo.

Determinar si *T. theobaldi* coloniza en forma natural en el área experimental al finalizar el programa de liberaciones de este estudio.

## HIPOTESIS

causas artificiales  
positivas (tasas)

Al liberar hembras grávidas de *Toxorhynchites theobaldi* en el campo, estas buscan criaderos para oviponer en ellos; y su actividad de oviposición se puede expresar como la media aritmética de huevos puestos por día, y/o por la proporción de llantas positivas para al menos un huevo del depredador. Tales variables aumentarán en relación directa con el número de hembras liberadas, y mostrarán además un descenso gradual conforme transcurren los días postliberación hasta llegar a un valor mínimo. Por otra parte, las hembras preferirán aquellos criaderos ubicados dentro de áreas sombreadas mayores, por lo que en éstos se observarán las tasas de oviposición más altas. Una vez que mueran las hembras liberadas, es factible que su progenie se reproduzca en los mismos criaderos que se usaron en el estudio.

## ANTECEDENTES

### Sistemática

*Toxorhynchites theobaldi* (Dyar & Knab), es un culícido nematócero que pertenece a la subfamilia Toxorhynchitinae, tribu Toxorhynchitini, y es ubicado en el subgénero *Lynchiella*. (Lane, 1953; Knight y Stone, 1977).

La denominación de la entidad biológica o nombre de la especie ha tenido algo de controversia. Vargas (1953) maneja a *Toxorhynchites* como *Megarhinus*; incluye a *Megarhinus trinidadensis* Dyar & Knab, como sinónimo de *Megarhinus theobaldi* (Dyar & Knab), aunque lo pone en duda. En la clave que presenta para adultos machos identificables como *theobaldi* deja entrever también duda respecto a algunos ejemplares que por poseer el protarso totalmente negro, pudieran ser *moctezuma*. Sin embargo, Lane (1953) enlista las sinonimias de *T. theobaldi* y entre otras incluye en forma contundente a *M. trinidadensis* y *M. moctezuma*.

Más recientemente Chadee (1985) menciona que de acuerdo a comunicación personal con S.J. Heinemann, *T. theobaldi* es considerado sinónimo de *T. moctezuma*. Un poco después, Chadee et al. (1987) comentan que *T. theobaldi* es considerado sinónimo de *T. moctezuma*, según carta de S.J. Heinemann dirigida a E. Tikasingh en 1984. No obstante, Arredondo-Bernal y Reyes Villanueva (1989), mencionan que de acuerdo a comunicación personal con E.S. Tikasingh, *T. moctezuma* es considerado sinónimo junior de *T. theobaldi*. Jordan y Hubbard (1991) confirman esto último, pero dando como referencia el trabajo de Lane (1953).

Tikasingh y Eustace (1992) destacan que *T. moctezuma* probablemente sea sinónimo de la especie ampliamente distribuida *T. theobaldi* (localidad-tipo del primero: Puntarenas, Costa Rica, y localidad-tipo del segundo: Bogotá, Colombia). Citan la carta de S.J. Heinemann, de 1984, en la que les informa que "*theobaldi* de Trinidad es idéntico con el topotipo *moctezuma* (de Trinidad) y con *moctezuma* de Arizona, México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Venezuela y Tobago".

Finalmente, en la publicación de un trabajo de Tikasingh (1992) con *T. moctezuma* aparece el siguiente pie de nota editorial: *T. moctezuma* (Dyar & Knab) y *T. trinidadensis*

(Dyar & Knab) son sinonimos junior subjetivos de *T. theobaldi* (Dyar & Knab) de acuerdo a autores aceptados por Knigh y Stone (1977).

La controversia ha sido entonces injustificada, pues el catálogo de estos últimos autores es el más aceptado en la actualidad, y en él se enlistan las anteriores sinonimias, además de *T. hypoptes* (Knab) y seis más.

Con lo antes expuesto queda claro que el nombre más válido de nuestra entidad biológica para usarse en la actualidad es *T. theobaldi*.

### Distribución Geográfica.

*Toxorhynchites theobaldi* está ampliamente distribuido en América tropical (Clark-Gil y Darsie, 1983). En México se distribuye hasta la parte Noreste del País (Reyes-Villanueva et al. 1987) y probablemente también en la parte Noroeste, hasta el extremo Sur de Arizona (Darsie y Ward, 1981).

### Bionomía.

Los adultos de *Toxorhynchites* son de mayor tamaño que la mayoría de los culcideos, tienen brillantes colores metálicos y a pesar de esto son inconspicuos cuando descansan en los troncos o en la vegetación, que frecuentemente es cerca de los sitios de oviposición. Las hembras son incapaces de alimentarse con sangre y al igual que los machos sólo se alimentan de néctar y otros exudados vegetales, siendo entonces autógenas obligadas. Algunas especies son capaces de desarrollar algunos folículos ováricos cuando solo han tomado agua (Steffan y Evenhuis, 1981).

Respecto al comportamiento sexual de *T. theobaldi*, en condiciones de laboratorio el mayor número de encuentros sexuales ocurre a partir de los primeros 10 días de edad postemergencia; el patrón diario de encuentros sexuales es unimodal, con el pico alrededor de las 1700 horas. Respecto a la formación de enjambre de los machos, éste es bimodal, con el pico mayor entre las 1700 y 1830 horas. Este patrón fué similar al observado en campo, en el cementerio de Cd. Valles, S.L.P. El vuelo de enjambre tiene forma de "8" horizontal

(Rodríguez y Reyes Villanueva, 1992). Los autores del trabajo discuten también algunas ventajas adaptativas del comportamiento de enjambre.

La ovogénesis en las hembras de *Toxorhynchites* es precóz, los folículos (ocitos) se desarrollan asincrónicamente y hay un alto grado de ovisorción en las hembras jóvenes. Adicionalmente los Toxorhynchitinae exhiben un comportamiento de oviposición interrumpible; el período de preoviposición es corto, y dependiendo de la especie cae en un rango de 5-12 días. Este patrón anómalo de producción de huevos permite a las hembras ovipositar sólo unos días después de la emergencia y es respuesta a los súbitos y esporádicos sitios disponibles para la cría de larvas. También permite a las hembras individuales distribuir sus huevos durante un largo período de tiempo, lo cual tiende a reducir hacinamiento que puede agotar las presas disponibles y resultar en canibalismo (Focks, 1985).

Los huevos de *T. theobaldi* son blancos, ovaes, y de aproximadamente 1 mm de longitud (Rubio y Ayesta, 1984). Aunque recién puestos son más pequeños y redondos y al paso del tiempo se elongan un poco y cambian de color hasta tener un tono grisáceo antes de la eclosión.

El corion está cubierto con una ornamentación papiliforme, lo que da al huevo una apariencia granular y la superficie externa es repelente al agua, por lo que el huevo flota horizontalmente sobre la superficie (Steffan y Evenhuis, 1981). Son extremadamente boyantes y se mueven libremente en la superficie con corrientes de aire y con disturbios en el agua (Furumizo y Rudnick, 1978). No resisten la desecación, por lo que deben estar en contacto con agua; la superficie interna es hidrofílica, propiedad que parece esencial para un rápido escape de la larva emergente de primer instar (Steffan y Evenhuis, 1981).

La incubación del huevo de *T. theobaldi* dura dos días (Rubio et al. 1980; Rubio y Ayesta, 1984), tiempo en el cual el corion llega a ser tan claro que es posible observar a través de él la larva, la cual lo rompe ventralmente para luego descender en el agua (Rubio y Ayesta, 1984). El corion en *Toxorhynchites splendens* (Wiedemann) es roto longitudinalmente y se forman dos valvas, que quedan unidas por una pequeña franja de corion y permanecen flotando en el agua (Furumizo y Rudnick, 1978).

La viabilidad de los huevos ha sido reportada para varias especies de *Toxorhynchites* y generalmente está entre el 57-100 % (Steffan y Evenhuis, 1981), tal y como se ha observado para *T. theobaldi* en laboratorio y campo en diferentes circunstancias.

Unos segundos después de la emergencia la larva nada a la superficie y descansa paralela a ésta. Después de treinta minutos sifón y cápsula cefálica están completamente esclerotinizados y la larva lista para alimentarse (Rubio y Ayesta, 1984).

Las larvas de *T. theobaldi* se han encontrado en una gran variedad de criaderos, tanto naturales como artificiales. En naturales, en tallos de bambú cortados o perforados, en bromeliáceas, axilas foliares y huecos en rocas (Steffan y Evenhuis, 1981). En Venezuela se han encontrado en contenedores presentes en cementerios (Rubio et al. 1980; Kazana et al. 1983) y sólo en aquellos localizados a la sombra (Rubio y Ayesta, 1984). En Trinidad se han encontrado larvas de *T. moctezuma* en ambiente peridoméstico, en llantas, botes, tinacos, cubetas y otros artefactos; así como en bromeliáceas terrestres y epífitas y en huecos en árboles, todos ellos localizados a la sombra (Chadee, 1985). En México *T. theobaldi* se ha encontrado también en cementerios, en una amplia gama de contenedores artificiales (Reyes-Villanueva et al. 1987; Arredondo-Bernal y Reyes-Villanueva, 1989; Rodríguez y Reyes-Villanueva, 1992).

La larva de *Toxorhynchites* es depredadora en todos sus instares, sus presas son invertebrados activos, generalmente del mismo tamaño o mas pequeños que ésta y que habitan en el mismo criadero (Steffan y Evenhuis, 1981). Las larvas de *T. theobaldi* son oportunistas (Kazana et al. 1983). Independientemente del grado de saciedad presentan un comportamiento pasivo, la localización de la presa probablemente se efectúa mediante las largas sedas torácicas presentes en todas las especies de *Toxorhynchites*. La captura de la presa ocurre después de que ésta estimula al depredador cuando se desplaza cerca de él; cuando el estímulo es muy fuerte el depredador efectúa un rápido movimiento lateral con la cabeza y tórax, y si la presa está al alcance ( $\pm 5$  mm) es capturada por cualquier parte del cuerpo; el depredador se sumerge al fondo por 15-30 segundos, luego retorna a la superficie donde la presa es ingerida. Cuando el estímulo es débil, el movimiento lateral es lento y luego retorna a la posición inicial (Rubio et al. 1980; Rubio y Ayesta, 1984).

Después de ingerir una o dos presas la larva de *T. theobaldi* contrae su cuerpo en forma de "S", probablemente para empujar la presa previamente ingerida hacia el intestino

medio. Después se relaja y retorna a su posición original, recta y con la cabeza hacia abajo, formando un ángulo de 45° con respecto a la superficie del agua (Rubio y Ayesta, 1984). Sólo la larva de primer instar flota paralela a la superficie, debido probablemente a su corto sifón (Furumizo y Rudnick, 1978).

Las larvas de *T. theobaldi* se han encontrado en los criaderos asociadas con larvas de *A. aegypti*, *Culex fatigans* (*C. quinquefasciatus* Say), larvas de Psychodidae, Chironomidae, Syrphidae y Ceratopogonidae (Rubio et al. 1980; Kazana et al. 1983). A *T. moctezuma* se le ha encontrado coexistiendo con larvas de *Aedes berlini* Schick, *A. aegypti*, *Limatus durhamii* Theobald y *C. quinquefasciatus* (Chadee, 1985).

Analizando el tracto digestivo de larvas de *T. theobaldi* colectadas en el cementerio de Punta Mulatos, en Venezuela, Kazana et al. (1983) encontraron que esta especie tiene una amplia dieta dentro de la que figuran insectos de los grupos y especies recién mencionados, además de larvas y huevos de conespecíficos, pero sobre todo y como componente mas importante de la dieta, insectos adultos de diferentes especies que caen en los criaderos; siendo entonces un depredador generalista.

Desde el punto de vista cuantitativo, Rubio et al. (1981) reportan que la respuesta funcional de *T. theobaldi* frente a larvas de *A. aegypti* es del Tipo II de Holling, no siendo el caso ante *C. fatigans*. La misma respuesta tiene *Toxorhynchites rutilus rutilus* (Coquillett) ante *A. aegypti* (Russo, 1983).

Algunas especies de *Toxorhynchites* han sido alimentadas en laboratorio, además de *Aedes* y *Culex*, con *Artemia* (Crustacea), *Enchytracus* y *Tubifex* (Annelida), termitas, orugas, larvas de *Drosophila* y muscoides. También se les ha alimentado con polvo de hígado, partes de chapulines, partes de *Drosophila* y con cerebro de cerdo (Steffan y Evenhuis, 1981).

La velocidad de desarrollo de las larvas de *Toxorhynchites* depende de la cantidad de alimento disponible, de la temperatura, y en algunas especies indirectamente de la iluminación (Steffan y Evenhuis, 1981).

El tiempo de desarrollo de los estadios larvales de *T. theobaldi* es de aproximadamente 30 horas para el primer instar, dos días para el segundo, cuatro días o más

para el tercero, y siete a doce días para el cuarto instar; esto a 28 °C y con 15-20 larvas presa diario como alimento (Rubio *et al.* 1980). Sin embargo en otro trabajo se reportan mayores tiempo de desarrollo (Rubio y Ayesta, 1984).

Las larvas de la mayoría de las especies de *Toxorhynchites* son caníbales y probablemente lo son en todos los instares (Steffan y Evenhuis, 1981). Este es el caso para *T. theobaldi* y parece ser mas frecuente cuando el número de presas disponible es bajo; de hecho el canibalismo sigue una relación exponencial negativa con el número de presas disponibles (larvas de *A. aegypti*) por depredador, dentro del rango de 4 a 20 presas por depredador. El canibalismo se incrementa drásticamente cuando la densidad de presa baja de diez. Aunque la relación es muy diferente en un medio heterogéneo y con diferente composición de edades del predator (Rubio y Ayesta, 1984).

Un aspecto interesante de la larva de *Toxorhynchites* es el denominado "comportamiento asesino compulsivo prepupal" o simplemente "comportamiento asesino"; éste es probablemente característico para todas las especies del género y se caracteriza porque la larva de cuarto instar, antes de pupar, mata a las presas sin consumirlas o consumiendo sólo una parte de ellas; éstas pueden ser larvas hetero o conoespecíficas. El comportamiento es similar al comportamiento normal de depredación, excepto en que la larva no es consumida (Steffan y Evenhuis, 1981).

En *T. theobaldi* el comportamiento asesino empieza a los doce días de edad larval y a una densidad de cincuenta larvas de *A. aegypti* por depredador por día; el matar se hace mas intenso con la edad del predator y alcanza el máximo un día antes de pupar (Russo, 1986). Con cuarenta presas por día este comportamiento se manifiesta tres días antes de la pupación (Rubio y Ayesta, 1984).

Lounibos (1979) encontró una relación sigmoidea entre el peso de la larva de cuarto instar de *Toxorhynchites brevipalpis* Theobald y la incidencia de comportamiento asesino; dicho peso rebasa el peso umbral necesario para la pupación. También encontró relación lineal positiva entre la densidad de presas ofrecida y el número de presas matadas. Altas temperaturas también incrementan el número de presas matadas por día (Trpis, 1972).

La teoría más aceptada que explica el anterior comportamiento es que la larva de *Toxorhynchites* protege a su vulnerable pupa de la depredación, matando antes de pupar a

todos los posibles depredadores (Corbet y Griffiths, 1963). Sin embargo, existe una alternativa propuesta recientemente: el comportamiento asesino hacia las larvas presa priva a los competidores de instares más tempranos de alimento, incrementando el canibalismo entre ellos, y los que dado el comportamiento de oviposición de *Toxorhynchites*, no están emparentados con los "asesinos". Estos son un grupo de la misma cohorte y dado su desarrollo sincrónico no son afectados por falta de alimento ya que cuando presentan este comportamiento ya tienen el peso necesario para pupar. Este comportamiento favorece al individuo "asesino" y a sus emparentados, los que no se matan entre ellos (Russo, 1986).

♂°

Aunque Russo no lo especifica, el beneficio para el cohorte debe ser por un mayor éxito reproductivo diferencial. Este comportamiento ocurre en todas las especies de *Toxorhynchites* hasta ahora estudiadas (Steffan y Evenhuis, 1981; Russo, 1986) y se ha observado tanto en laboratorio como en campo (Taylor, 1989). Obviamente este comportamiento es visto como ventajoso desde la perspectiva del uso de *Toxorhynchites* como agente de biocontrol (Chan, 1968; Taylor, 1989).

Vongtangswad y Trpis (1980), describen los cambios que ocurren en la pigmentación de las larvas de cuarto instar de *T. brevipalpis* antes de pupar. El proceso de pupación de *T. theobaldi* puede ocurrir a cualquier hora del día (Rubio y Ayesta, 1984).

El tiempo de duración de la pupa de *T. theobaldi* es de cuatro a siete días, ésta permanece inmóvil por debajo de la superficie del agua a menos que ocurra un disturbio (Rubio et al. 1980; Rubio y Ayesta, 1984). La pupa puede permanecer sumergida por algunos minutos, hecho que indudablemente es una adaptación de protección; ésta es la etapa que se considera mas vulnerable, tanto por parte de otros depredadores, como por parte de otras larvas de cuarto instar de *Toxorhynchites* (Steffan y Evenhuis, 1981).

En general la sobrevivencia de los inmaduros de *T. theobaldi* en laboratorio es alta y casi constante, similar a la curva de sobrevivencia Tipo I de Slobodkin (Rubio y Ayesta, 1984).

Antes de la emergencia del adulto de *T. theobaldi* la pupa descansa paralela a la superficie del agua. Contracciones musculares del tórax y abdomen causan la ruptura en el tórax de la piel pupal; el tórax del adulto aparece primero, luego la cabeza y finalmente el abdomen. El adulto reposa en la superficie del agua por aproximadamente cinco minutos

antes de poder volar. El tiempo requerido para la emergencia es de cuarenta y nueve segundos. El tiempo de duración de la eclosión del huevo a la emergencia del adulto es de un poco mas de veinte días (Rubio y Ayesta, 1984).

### Comportamiento de Oviposición.

La oviposición en *Toxorhynchites* es única, en el sentido de que las hembras lanzan o arrojan los huevos al criadero desde el aire, después de un ritual característico (Steffan y Evenhuis, 1981). Este comportamiento denominado "oviposición aérea", consiste en una serie de ciclos elípticos verticales antes de arrojar un huevo al agua; para *T. theobaldi* el promedio es de 31.4 ciclos por evento (Arredondo-Bernal y Reyes-Villanueva, 1989). Las hembras generalmente depositan varios huevos antes de dejar el sitio de oviposición (Steffan y Evenhuis, 1981).

Se considera que la oviposición aérea es una estrategia evolutiva para evitar depredadores, especialmente arañas (Trimble, 1979). Linley (1987 b) efectuó un estudio de laboratorio, minucioso y rigurosamente cuantificado, abordando diversos aspectos de este comportamiento en *Toxorhynchites amboinensis* (Doleschall).

La actividad de oviposición de *T. theobaldi*, al igual que para la mayoría de las especies de *Toxorhynchites* es exclusivamente diurna, y el patrón de oviposición es bimodal, con un pico menor entre las 0900 y 1100 horas y un pico mayor a las 1900 horas (Arredondo-Bernal y Reyes-Villanueva, 1989). Estos autores mencionan que los factores ambientales pueden influenciar este patrón en diferentes poblaciones de la misma especie, ya que Chadee et al. (1987) habían reportado que el patrón de oviposición para *T. moctezuma* fué unimodal, con el pico alrededor de las 1500 horas; estos últimos autores mencionan que la oviposición fué mas intensa en la parte mas cálida del día. Jordan y Hubbard (1991), reportan el mismo patrón unimodal para *T. moctezuma*, pero encontraron además que dicho patrón está relacionado con los cambios de temperatura y humedad relativa que ocurren durante el día, mayormente con esta última.

Para otras especies se ha encontrado que el patrón de oviposición puede ser unimodal, como en *T. splendens* (Paine, 1934; Toma y Miyagi, 1992), o bimodal, como en *T.*

*amboinensis* (Linley, 1987 a) y *Toxorhynchites rutilus septentrionalis* (Dyar & Knab) (Trimble, 1979).

Varios factores afectan la respuesta de oviposición de *Toxorhynchites* en los criaderos; *T. r. septentrionalis* prefirió contenedores oscuros a los claros (Slaff et al. 1975) y mostró una fuerte preferencia para ovipositar en agua donde se crió *A. aegypti* (Trimble 1979). En laboratorio, Linley (1988) encontró que *T. amboinensis* responde a factores químicos en el agua del contenedor, propiciados por larvas de *A. aegypti*. Aunque esto último ya había sido sugerido por Focks et al. (1983 b) en estudios de campo con la misma especie. *T. splendens* fué muy influenciado por la humedad y por estímulo visual (color oscuro) en la aceptación del sitio de oviposición, y al igual que las otras especies prefirió ovipositar en contenedores que contuvieron agua donde se crió *A. aegypti* (Benzon et al. 1988).

Furumizo y Rudnick (1978), asumen que las hembras de *T. splendens* poseen higrorreceptores para detectar el vapor de agua que emana de los sitios de cría. Por su parte, Jordan (1992) asume que las hembras de *T. amboinensis* no están limitadas a sus órganos sensoriales de detección de humedad para localizar sitios disponibles para oviposición, sino que también pueden emplear sensores de búsqueda (visual) y posiblemente de tacto. Este último aspecto también se sugiere para *T. theobaldi*, pues se observaron hembras de esta especie tocando el agua con las patas antes de ovipositar (Reyes-Villanueva et al. 1989). Este mismo comportamiento se reporta también para *T. brevialpis* (Steffan y Evenhuis, 1981)

*Toxorhynchites theobaldi* oviposita en criaderos ubicados tanto a nivel de suelo como en aquellos ubicados en las copas de los árboles (Galindo et al. 1951. *in* Steffan y Evenhuis, 1981). En un estudio efectuado en cementerios se encontró que esta especie prefiere ovipositar en grandes floreros (450 cm<sup>2</sup> de superficie) que en otros mas chicos y que en cacharros; y prefiere además aquellos que no tienen flores (o restos) y que están localizados a la sombra. La distribución de frecuencia del número de contenedores artificiales con diferente número de huevos del depredador sigue una tendencia binomial negativa (Reyes-Villanueva et al. 1987). Adicionalmente, el número de huevos puestos por *T. theobaldi* en los criaderos depende de la superficie del área de exposición del agua contenida en los mismos, siguiendo una relación lineal positiva (Arredondo-Bernal y Reyes-Villanueva, 1989).

Se ha encontrado que poblaciones nativas de *T. moctezuma* en Trinidad (Trinidad y Tobago) ovipositan en contenedores naturales y artificiales, de estos últimos utiliza un amplio

rango, tanto en material como en tamaño (Chadee, 1985). Esta especie oviposita también en un amplio rango de altura, hasta un poco más de los ocho metros, tanto en ovitrampas como en bambú; obteniéndose además oviposición sustancial a nivel de suelo (Chadee et al. 1987). Estos autores destacan que el mosquito tiene actividad de oviposición en hábitat peridomésticos.

La distribución espacial de la oviposición de *T. moctezuma* en campo es influenciada por la vegetación que rodea al sitio de oviposición. Ovitrapas colocadas en sitios abiertos de vegetación recibieron sólo el 0.2 % de oviposición; sin embargo esta fué alta en aquellas ovitrapas colocadas cerca de árboles o bambú. Se sugiere que esta especie primero se orienta hacia sitios donde ocurren mas frecuentemente los sitios de oviposición; esto es, los árboles. Finalmente, se asume que posiblemente las hembras buscan de manera visual los hoyos oscuros en los troncos y finalmente utilizan sus higo y quimiorreceptores para llevar a cabo la oviposición (Jordan y Hubbard, 1991).

Las hembras de *T. r. rutilus* ovipositan con más frecuencia en ovitrapas colocadas adyacentes a troncos de árboles que en aquellas colocadas a dos metros de los mismos (Jordan, 1991).

Otros aspecto a considerar es el patrón de oviposición durante el tiempo de vida de las hembras de *Toxorhynchites*. Linley (1987 a), en un estudio de laboratorio encontró que para *T. amboinensis* este sigue una tendencia curvilínea de pendiente negativa, con el mayor número de huevos puestos durante los primeros días de iniciada tal actividad, la cual prosigue durante toda la vida de las hembras

#### Oviposición en Liberaciones de Adultos de *Toxorhynchites*.

No se encontró publicación alguna en que se involucre liberaciones de adultos de *T. theobaldi* (o sus sinónimos) en ninguna parte del mundo. En 1953 esta especie fué importada de Panamá a Hawaii, identificada como *Toxorhynchites hypoptes* (Knab); pero por dificultades de cría la colonia fué descontinuada, no llegando a efectuarse entonces liberación alguna (Nakagawa y Mikuni, 1958; Steffan, 1975). Por lo anterior, se asume que este es el primer trabajo que involucra liberaciones de adultos de *T. theobaldi*.

En dos liberaciones de *T. r. rutilus* efectuadas en un área residencial arbolada en Gainesville, Florida, se encontró que las hembras de este mosquito ovipositaron en un 70 % de las ovitrampas colocadas. A pesar de la emigración de las hembras hacia afuera del área residencial, un 80 % de los huevos encontrados fueron puestos en dicha área. Por otra parte, el porcentaje de oviposición en el área fué decayendo conforme pasaron los días postliberación, encontrándose una tendencia lineal para tal evento. Respecto al número de huevos puestos por día, para las dos liberaciones efectuadas y para catorce días de muestreo, se encontró un patrón curvilíneo de pendiente negativa. También se estimó sobrevivencia diaria y fecundidad, estos fueron 0.795 y 4.88 respectivamente (Focks et al. 1979).

Después, Focks et al. (1983 a) efectuaron liberaciones de *T. r. rutilus* en cuadras de un área urbana "subestándar" (con poco saneamiento) y en un campo de golf en New Orleans (Estados Unidos). La dispersión de las hembras en las cuadras fué limitado y las calles pavimentadas constituyeron barreras para su movimiento. Aunque se desplazaron entre los árboles (campo de golf) después de ser liberadas en el ambiente urbano, las hembras permanecieron cerca del sitio de liberación y/o cerca de aquellos sitios favorables para oviposición y descanso. Los resultados sugirieron que el comportamiento responsable de la localización de los sitios de oviposición parece involucrar inicialmente una orientación hacia árboles y arbustos. Los autores del trabajo concluyen que esta especie tiene poco valor como agente de biocontrol de *A. aegypti* y *C. quinquefasciatus* ya que poca oviposición ocurrió en contenedores a nivel de suelo, localizando sólo el 10-20 % de los criaderos presentes en el área.

En una liberación de más de cien hembras de *T. amboinensis* efectuada en un tiradero de llantas, Durso et al. (1982) encontraron que el patrón de oviposición del número de huevos puestos por día, para un período de veintiocho días (observando los datos que los autores presentan), manifestó una tendencia curvilínea negativa, con un gran número de huevos puestos el primer día postliberación. Esta especie presentó una alta fecundidad; para ese período se recuperaron 3,134 huevos, el 77 % correspondió a llantas que se localizaron a la sombra de árboles, el 22 % a una pila de llantas parcialmente sombreada, y el 1 % restante a llantas no sombreadas. Destacan que dada la umbrofilia de la especie, el uso de este mosquito debe ser limitado para controlar especies plaga que ocurren específicamente en llantas sombreadas.

Liberando simultáneamente *T. brevipalpis* y *T. r. rutilus*, Schuler y Beier (1983) estudiaron la distribución espacial de la oviposición de estas especies. Durante un período de veintiocho días recuperaron 1,370 huevos de la primera especie, y 785 de la segunda; que correspondieron a un 88 % y a un 91 % de las ovitrampas, respectivamente. En total todas las ovitrampas recibieron huevos, de una u otra especie. Más de la mitad de los huevos de *T. brevipalpis* ocurrieron en trampas colocadas a seis metros de altura, mientras que *T. rutilus* los depositó mayormente en trampas colocadas a tres metros de altura. Los patrones de oviposición para ambas especies y para el período de muestro fueron irregulares, encontrándose que bajas temperaturas y lluvias ocurridas, inhibieron la oviposición de ambas especies.

En liberaciones de *T. amboinensis* en cuadras del área urbana de New Orleans, se registró oviposición en prácticamente todo tipo de contenedores presentes en ese hábitat; la oviposición fué independiente del color y localización del contenedor con respecto a vegetación y edificios. El índice de fecundidad declinó conforme pasó el Verano y en la llegada del Otoño. Los autores del trabajo (Focks et al. 1983 b ) sugieren que esto pudo deberse al incremento en la población de algún predator o complejo de predadores, mas que a altas temperaturas. Por otra parte, encontraron que el grado de sobreposición entre la proporción de contenedores positivos para presa y la oviposición del predator en ellos, fué función del número de hembras liberadas y el tiempo de liberación. Concluyen que es factible usar esta especie como agente de control biológico de *A. aegypti* y *C. quinquefasciatus* en ambiente urbano.

Se observó poco movimiento de una cuadra a otra en adultos de *T. amboinensis* liberados en New Orleans. Sin embargo este mosquito ejerció una reducción de 45 % en la población de *A. aegypti* y en un 40 % a *C. quinquefasciatus* . Incrementando de 100 a 300 hembras liberadas por cuadra se obtuvo el mismo nivel de control. Sobre las bases del trabajo sus autores concluyen que es posible desarrollar un método práctico de control para *A. aegypti* en áreas urbanas usando a *T. amboinensis*, ya sea sólo o integrando la medida con el uso de insecticidas (Focks et al. 1985).

En otro trabajo efectuado también en New Orleans, liberando hembras de *T. amboinensis*, Focks y Sackett (1985) no encontraron relación directa en el número de predadores liberados y la proporción de contenedores positivos para presa, huevos y larvas del predator. Aunque en las últimas de las liberaciones efectuadas redujeron el número de

predadores en un 75 % (de 250 a 55 hembras/cuadra), el porcentaje de contenedores para presa, huevos o larvas del predator permanecieron en el mismo nivel. Discuten y resumen que los factores que parecen afectar la oviposición son, el atractivo visual y olfatorio del contenedor, la presencia de presas y la protección del contenedor a la lluvia, también su localización con respecto a vegetación y a estructuras de las casas. Finalmente reportan un 67% de control ejercido sobre el *A. aegypti*. Cabe mencionar que en la introducción de su trabajo reportan (como dato no publicado) que en liberaciones de adultos de *T. brevipalpis* en New Orleans, esta especie solo fué capaz de localizar entre el 15-20 % de los contenedores, descartándola como agente de control de *A. aegypti*.

La serie de experimentos llevados a cabo en New Orleans con *T. amboinensis* culminan cuando junto con liberaciones de adultos de esta especie se integran aplicaciones de Malathión a Ultra Bajo Volumen para control del *A. aegypti*. Las áreas experimentales fueron vecindarios con poco saneamiento y donde cada año se presentaban altas densidades del vector. Dados los niveles de oviposición del depredador en los contenedores presentes, se logró un control del 67 % ; esto deducido del 96 % de control total logrado de la acción del Malathión y <sup>P</sup> Predator, pues el insecticida ejerció un control del 29 % sobre el *Aedes*. Se concluye que aún con menos de las 100 hembras de *T. amboinensis* liberadas por cuadra pueden obtenerse los mismos niveles de control (Focks et al. 1986).

En otra parte del mundo, Toohey et al. (1985) introdujeron *T. amboinensis* en dos islas de Fiji mediante liberaciones de adultos. En Villa Wailoku, en la isla más grande, hubo poca oviposición y dos meses después de las liberaciones el depredador desapareció. En cambio, en Isla Yanuca, mucho mas pequeña pero con áreas de vegetación densa, el predator quedó bien establecido. La presencia del predator se registró mediante ovipostura en botes de lámina que tuvieron un 39 % de los registros; y en llantas, que tuvieron un 89 %. Concluyen que el éxito de usar este depredador como agente de control de mosquitos depende enormemente del hábitat donde este es introducido.

Por su parte Miyagi et al. (1992), efectuaron varias liberaciones de adultos de *T. splendens* en la pequeña isla de Minnajima, Japón; estas se efectuaron en 1984, 1986 y 1987. En total sumaron 5,840 hembras y 5,467 machos liberados. Los porcentajes de ovitrampas positivas para el predator fueron 32.7 %, 45.1 % y 30.1 %, para cada respectivo año. Diferencias significativas se encontraron entre el número de *Aedes albopictus* (Skuse) y *C. quinquefasciatus* que se encontraron entre los contenedores artificiales con presencia del

depredador y aquellos que no lo tuvieron. Concluyen que para esa pequeña isla, liberando 250 hembras y 200 machos de *T. splendens* por mes, de Abril a Noviembre y cada año, se podría controlar efectivamente a las especies problema ya mencionadas.

## MATERIAL Y METODOS

### Trabajo de Laboratorio.

#### Cría de *Toxorhynchites*.

Los *Toxorhynchites* utilizados en el trabajo derivaron de una colonia mantenida en el Insectario de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL, y que tuvo su origen en colectas de huevos tomados de floreros del cementerio de Cd. Valles, S.L.P. en 1987 (Rodríguez y Reyes-Villanueva, 1992).

La colonia "pie de cría" de donde se originó el material biológico con que se trabajó, así como éste, fueron mantenidos en laboratorio bajo las siguientes condiciones: 24-28 °C de temperatura; 70-80 % de humedad relativa; y un régimen de 14:10 L:O de fotoperíodo.

Los adultos a liberar fueron mantenidos en jaulas de 50x50x50 cm; la estructura de estas jaulas así como el piso fueron de madera, y las paredes y techo de malla mosquitera de plástico; una de las paredes llevaba un hoyo de 15 cm de diámetro, a los bordes del cual iba cosida una manga de tela, a través de la cual se maniobraba hacia adentro de la jaula. Los adultos "pie de cría" se mantuvieron en jaulas de 60x60x60 cm.

Material de liberación; como <sup>larvas de primer instar</sup> "pie de cría" fueron alimentados con una solución de miel de abeja al 10 %, embebida en algodón contenido en pequeños recipientes de plástico. Como sitios de oviposición, dentro de cada jaula se alojó un recipiente negro de plástico de 7 cm de diámetro por 4 cm de alto, y con agua a una profundidad de 3 cm. El agua utilizada en todos los procedimientos de laboratorio fué agua de la red de tubería de la ciudad, "reposada" cuando menos 24 horas.

Los huevos de *T. theobaldi* obtenidos fueron colocados para su eclosión en charolas amarillas de plástico de 32x24x3 cm con dos litros de agua, en grupos de 50-60 huevos por charola; a las 30-35 horas de haber sido ovipuestos se agregaron a las charolas aproximadamente 1,000 larvas de *A. aegypti* de primer instar; las que sirvieron de alimento para las larvas de *T. theobaldi* que fueron eclosionando, evitando así el canibalismo entre éstas. Cada 24 horas se agregaron aproximadamente 1,000 larvas de la presa a cada charola

para seguir alimentando a las larvas de *Toxorhynchites*, y fueron del mismo instar que las del depredador.

Las pupas de *T. theobaldi* fueron colocadas en pequeños vasos de plástico con 80 ml de agua y en grupos de 10 por vaso. Al cuarto día de la pupación éstas fueron colocadas en las jaulas, cada 24 horas se cambiaban los vasos a jaulas vacías, quedando en las jaulas inmediatas anteriores los adultos emergidos y de edad postemergencia conocida.

Horas antes de llegado el momento de liberación, los adultos requeridos fueron transferidos, uno por uno, a una "jaula de liberación", que fué semejante a las normales, excepto por el fondo, que era removible para facilitar la salida de los insectos.

#### Porcentaje de Inseminación de *Toxorhynchites*.

Hembras de *T. theobaldi* restantes del material a liberar, en cada liberación, fueron disecadas para determinar porcentaje de inseminación. Las disecciones se efectuaron sobre solución salina al 6 %, y la localización de las cápsulas espermáticas se facilitó por los esquemas dados por Steffan et al. (1982).

Una vez localizadas las cápsulas espermáticas se montaron entre porta y cubreobjetos con solución salina y se observaron a microscopio compuesto (40X) para la búsqueda de espermatozoides; cuando los había, éstos se observaron como una masa rotante dispuesta en un ecuador dentro de las cápsulas.

El criterio fué, si al menos una de las tres cápsulas tenía espermatozoides, la hembra se consideró positiva (inseminada); si ninguna de las cápsulas tenía espermatozoides, la hembra se consideró negativa (no inseminada).

#### Cría de *Aedes aegypti*.

Con el propósito de obtener las larvas de *A. aegypti* con las que se alimentó a las de *T. theobaldi*, se mantuvieron colonias de adultos de *Aedes* para la obtención de huevos de éste. Las colonias fueron mantenidas bajo las condiciones de laboratorio ya mencionadas.

La alimentación de los machos de *Aedes* fue también con solución de miel de abeja; las hembras fueron alimentadas con sangre que obtuvieron picando a un conejo, para lo cual éste fué pelado a ras con tijera en el tercio dorsoposterior del cuerpo, exponiéndosele luego hacia adentro de la jaula, a través de la manga, para que las hembras se posaran en él y se alimentaran.

Para oviposición, dentro de cada jaula se colocó un recipiente obscuro de plástico de 12 cm de diámetro por 4 cm de altura y con labio, conteniendo agua a una profundidad de 3.5 cm. Sobre éste se colocó un papel secante tocando la superficie del agua, manteniéndose así siempre húmedo; en él, las hembras depositaron sus huevos. Recipiente y papel con huevos fueron reemplazados cada cuatro días; se retiraba el papel del recipiente y se dejaba secar para el almacenaje de los huevos.

Para la obtención de las larvas, se sumergía papel y huevos en agua tibia (30 °C); para la alimentación de las larvas de *Aedes* recién emergidas, en esta agua previamente se agregó, mezclándola, una pizca de polvo fino de levadura *Torula*. Las larvas de los instares subsecuentes se alimentaron con una dieta de polvo elaborada con alimento iniciador para pollo (Alpesur®) y galleta para perro (Apican®), en proporción 3:1. Cada 24 horas se agregó alimento con un salero a las charolas conteniendo las larvas, en cantidad tal que se evitara la formación de natas por descomposición.

## **Trabajo de Campo.**

### Ubicación y Descripción del Area Experimental.

El lugar donde se llevó a cabo el trabajo es un área arbolada ubicada al Noreste del poblado "El Mezquital", Municipio de Apodaca, N.L.(el extremo NE de la zona metropolitana de Monterrey). El sitio se sitúa contiguo y al Oriente de la carretera a Santa Rosa, y a treinta metros al Sur del Arroyo "Topo Chico". Esta área es una huerta de nogal con árboles jóvenes de 7-9 años de edad, cuya proximidad proyectó una cobertura arbórea continua (Figura 1); hacia el Este, dicha cobertura se <sup>h</sup> <sup>a</sup> ~~continúa con~~ otro tipo de árboles, no así hacia el Norte y Sur, donde sólo hubo herbáceas; al Oeste, el área fué limitada por la carretera ya mencionada. Durante el trabajo el suelo del lugar estuvo cubierto de una gran cantidad y variedad de herbáceas.

### Ubicación de Ovitrampas.

Como sitios de oviposición u ovitrampas se utilizaron 10 llantas de automóvil que se llenaron con 4-5 litros de agua de un pozo presente en la nogalera; cada llanta fué apoyada verticalmente en el suelo y sujeta a la base de los troncos de los nogales con alambre (Fig. 2). Cada semana se restituyó el agua perdida por evaporación.

El arreglo de las llantas dentro del área conformó un rectángulo de aproximadamente 20 por 40 metros, y la distancia entre las llantas que conformaron los "lados" de la figura varió, estando la mayoría entre los 9 y 13 metros (Fig. 3).

Por otra parte, con el propósito de obtener una apreciación de la dispersión de *T. theobaldi* fuera del bloque de árboles de área experimental, en Primavera de 1991, se colocaron ovitrampas centinela (botes de lámina de un litro pintados de negro); a diferentes distancias y rumbos de la huerta los que quedaron como sigue:

De un total de 7 ovitrampas centinela, tres se ubicaron hacia el Este, siguiendo una franja mas o menos continua de árboles, quedando a 50, 100 y 150 metros del área experimental; dos botes hacia el Sur, uno bajo el único árbol presente en la hectárea de terreno que colindó al Sur de la nogalera, a 50 metros; otro a 91 metros más (total 141 m), en un grupo de árboles situado después de la hectárea antedicha; otra ovitrapa hacia el Oeste, del otro lado de la carretera que colindó nuestra área, a 20 metros de ésta, bajo uno de los árboles rompevientos ahí situados; una ovitrapa más a aproximadamente 30 metros al Este-Noreste, bajo unos arbustos y a orillas del Arroyo "Topo Chico" (resúmen de ubicación y distancias de centinelas en Cuadro 1).

### Liberaciones y Muestreos.

α. Durante Primavera, Verano y Otoño de 1990 se efectuaron liberaciones mensuales de 40, 80, 20, 20, 40 y 80 hembras de *T. theobaldi*; en Primavera de 1991 se efectuaron dos liberaciones más de 40 y 80 hembras. Esto último obedeció a que el material de la primera liberación de 80 hembras de 1990 fué criado en condiciones muy diferentes al resto, lo que afectó el tamaño de los adultos y posiblemente su sobrevivencia, además de que antes de liberarlos pusieron una gran cantidad de huevos en las vasijas con miel y en el piso de la

jaula, no siendo entonces sujetos de análisis para el diseño planteado. Por otra parte, el muestreo de la segunda liberación de 40 hembras de 1990 fué suspendido debido a un fuerte fenómeno climatológico (Huracán "Raquel").

Al cumplir las hembras 9 a 11 días de edad postemergencia fueron liberadas en el centro del "rectángulo" ya mencionado (Figs. 3 y 4); un número igual de machos fué liberado simultáneamente, según fue el número de hembras por liberación.

Después de cada liberación, los huevos puestos en las llantas (Fig. 5) fueron contados y retirados cada 24 horas por un período de 17 días. Para apreciar sobrevivencia, muestreos adicionales pero no continuos, se llevaron a cabo después de ese tiempo hasta completar un mes. Las ovitrampas centinela fueron también revisadas diariamente por un período igual de tiempo.

#### Muestreo Testigo y Muestreo para Detectar Establecimiento de *Toxorhynchites*.

Durante la segunda y tercer semana de <sup>a</sup>Abril de 1991 se llevó a cabo un período de muestreo testigo para detectar posibles oviposiciones de *T. theobaldi* nativos o por descendientes de los liberados el año anterior.

Por otra parte, durante <sup>a</sup>Agosto de 1991 y a tres meses después de la última liberación, se llevó a cabo un período de muestreo adicional por 20 días para detectar y evaluar oviposturas e inferir establecimiento del depredador en el área después del programa de liberaciones. En <sup>o</sup>Octubre del mismo año y en <sup>a</sup>Septiembre de 1992 se visitó el área con el mismo propósito.

#### Levantamiento del Plano de la Huerta (Cobertura Arbórea).

Se levantó un Plano de la huerta donde se realizó el trabajo, en él se ubicó la distancia y distribución de los nogales (Fig. 3). Asimismo, se tomaron medidas de la copa de cada uno de los árboles, midiéndose cuatro radios (hacia los puntos cardinales) a partir del tronco de cada árbol; con estas mediciones se plasmó en un segundo plano la forma de las copas de los nogales en vista superior (Fig. 6).

## **Análisis de Datos.**

Dados los múltiples aspectos a evaluar, los procedimientos de análisis se describen también por apartados.

### Patrón del Período de Oviposición.

Con los resultados del total del número de huevos puestos por día como variable dependiente, y con los días postliberación como variable independiente, se procedió a determinar el grado de ajuste de la tendencia obtenida a ecuaciones de poder, exponencial, logarítmica e inversa, para establecer cuál explicaba mejor el evento, siendo la última la que ofreció el mejor ajuste por presentar los mayores coeficientes de correlación. La ecuación es  $Y = a + b/X$ , donde  $Y$  es el total del número de huevos puestos por día;  $X$ , son los días postliberación;  $a$ , es la ordenada al origen; y  $b$ , es el valor de la pendiente (Chou, Ya-Lun, 1972).

Sólo los datos de la liberación de 80 hembras que se efectuó en Otoño de 1990 no fueron ajustados a la anterior ecuación, ya que la tendencia obtenida fué muy diferente. De esta liberación, con el total del número de huevos puestos por día como variable dependiente, y las temperaturas mínimas diarias como independiente, se efectuó un ajuste de la tendencia obtenida a regresión exponencial, cuya ecuación es  $Y = a e^{b X}$ , donde  $Y$  es el total del número de huevos puestos por día;  $X$ , son las temperaturas mínimas diarias;  $a$ , es el origen; y  $b$ , es el valor de la pendiente (Poole, 1974). Este mismo ajuste se efectuó también pero con las temperaturas promedio diarias. No se consideró para análisis la humedad relativa, viento ni lluvia debido a que estos factores no fueron registrados.

### Porcentaje de Llantas Positivas.

Con el porcentaje diario de llantas con oviposiciones (positivas) como variable dependiente, y con los días postliberación como variable independiente, se procedió a ajustar los datos obtenidos a la ecuación de regresión lineal para las dos liberaciones de 20 hembras y para la de 40 hembras de 1990. La ecuación es  $Y = a + b X$ , donde  $Y$  es el porcentaje de llantas positivas;  $X$ , los días postliberación;  $a$ , es el origen; y  $b$ , la pendiente (Poole,

1974). Para las dos liberaciones de 80 hembras y para la de 40 hembras de 1991, no se efectuó dicho ajuste pues el comportamiento observado fué en altibajos pronunciados.

### Análisis de Varianza del Número de Huevos Puestos.

Se llevó a cabo un análisis de varianza en bloques al azar (ANVA)(Daniel, 1990) para determinar si hubo diferencia significativa en el promedio del número de huevos puestos para cada densidad de liberación. Cada densidad se manejó como tratamiento y las dos liberaciones de cada densidad como repeticiones.

El criterio para la asignación de bloques fué como sigue: Bloque I, cuando ocurrieron 1 ó 2 lluvias durante el período de muestreo; Bloque II, cuando ocurrieron 4 ó más lluvias. Esto se fundamenta en la abundante información de que las lluvias afectan el número de huevos recuperados de *Toxorhynchites*, incluso Focks y Sackett (1985) mencionan que aún lluvia muy ligera puede llegar a sacar todos los huevos de un contenedor.

3 5 1

El análisis se llevó a cabo en dos formas, primero con las medias del número de huevos puestos por liberación; y segundo, con las medias de las razones del número de huevos puestos por liberación (Snedecor y Cochran, 1967).

Para proceder al análisis, los datos fueron normalizados, transformándolos a logaritmo del número de huevos puestos por día, mas uno [ $\log (X + 1)$ ], ya que una Prueba de Bartlett que se efectuó para probar homogeneidad de varianzas resultó significativa ( $\chi^2 = 330.3858 > \chi^2_{.95} (5) = 11.0705$ ). Con la transformación se logró homogeneidad de varianzas ( $\chi^2 = 2.8206 < \chi^2_{.95} (5) = 11.0705$ ), independencia varianza-media y aditividad en los efectos (Little y Hills, 1976).

### Análisis de Varianza del Porcentaje de Llantas positivas.

Otro análisis de varianza en bloques al azar se llevó a cabo para determinar si hubo diferencia significativa entre los porcentajes de llantas que recibieron oviposición (positivas) en cada densidad de liberación. El criterio para manejo de tratamientos, repeticiones y asignación de bloques fué el mismo que para el ANVA anterior.

En este caso, y contra lo esperado, no fué necesario hacer transformación alguna, pues la Prueba de Bartlett no resultó significativa ( $\chi^2 = 1.8288 < \chi^2_{.95 (5)} = 11.0705$ ), no hubo relación varianza-media y los efectos de los tratamientos fueron aditivos (Little y Hills, 1976; Zar, 1974).

Adicionalmente se llevó a cabo otro ANVA en bloques al azar con el número de veces [transformado a  $\log (X+1)$ ] en que para cada liberación se alcanzó al menos un 70 % de llantas positivas. Se estableció dicho porcentaje porque es el nivel que se deja entrever como muy aceptable para lograr control de *Aedes* (Focks y Sackett, 1985; Focks et al. 1979; Focks et al. 1986).

#### Prueba de Hipótesis para Beta ( $\beta$ ) Previa a los ANVA.

A pesar de que hubo diferentes niveles de inseminación de las hembras de *T. theobaldi* para cada liberación (de 63 a 85 %), no fué necesario incluir estos datos en los análisis efectuados; esto es, en un Análisis de Covarianza, pues una prueba de Hipótesis de Beta ( $\beta$ ) efectuada, tanto para el promedio del número de huevos puestos por liberación [  $\log (X+1)$  ], como para el promedio del porcentaje de llantas positivas por liberación, fué no significativa ( $P < .05$ ); esto es, no se rechazó la hipótesis nula de que  $\beta = 0$ . Lo anterior significa que no hubo justificación para hacer el mencionado análisis (Ostle, 1965). Los valores de F para estas Pruebas de Hipótesis fueron: para el promedio del número de huevos puestos,  $F = .4149 < F_{.95 (1,1)} = 161.4$ ; y para el promedio del porcentaje de llantas positivas,  $F = .3702 < F_{.95 (1,1)} = 161.4$ .

#### Relación Número de Huevos-Porcentaje de Llantas Positivas

Manejando el número de huevos puestos por día como variable independiente y el porcentaje diario de llantas positivas como variable dependiente, se procedió a ajustar los datos a la ecuación de regresión logarítmica, la cual es  $Y = a + b \ln X$ , donde Y es el porcentaje de llantas positivas; X, el número de huevos puestos; a, es el origen; y b, la pendiente (Poole, 1974). Otros modelos ofrecieron un ajuste más bajo.

## Relación Cobertura Arbórea-Número de Huevos Puestos.

Para determinar la existencia de relación entre la cobertura arbórea y el número de huevos puestos por llanta durante el período postliberación, se hizo lo siguiente:

Con las medidas de los cuatro radios tomados a la copa de los árboles se calculó la cobertura de la copa de cada uno de éstos. Para las copas en forma circular se utilizó la fórmula  $\pi [(d_1 + d_2) / 4]^2$ , donde  $d_1$  es el diámetro mayor de la copa; y  $d_2$  es el diámetro menor (Smith, 1980). Para las copas en forma de elipse se utilizó la fórmula:  $\pi r_1 r_2$  (Protter y Morrey, 1980), donde  $r_1$  y  $r_2$  son los promedios respectivos de los dos radios Norte-Sur y los dos radios Este-Oeste de cada árbol. Se consideró el tamaño de copa (cobertura) y no directamente la sombra porque la forma y tamaño de esta varía considerablemente conforme transcurre el día.

Dado que las llantas quedaron en árboles con muy diferente tamaño de copa, árboles aislados o muy contiguos unos de otros, con uno a tres flancos cubiertos por otros árboles o rodeados totalmente por los mismos, la cobertura arbórea a la que estuvo cada llanta se expresó como porcentaje del área cubierta del área dada por un círculo, cuyo radio fue determinado por dos veces el radio mayor de cada árbol donde se situaron las llantas (sobrepuesto de Fig.6).

Con un planímetro digital (Tamaya®) se obtuvieron las áreas de las partes de las copas que de otros árboles se incluían en el área dada por el círculo mencionado. Sumando estas áreas y la de cada árbol "central" se obtuvo el porcentaje de área con cobertura, del total del área dada por el círculo antedicho. De esta manera se consideró el grado de acompañamiento de cada árbol (con llanta) y se ponderó a la vez el tamaño de la copa de cada uno de ellos.

Con el porcentaje de área con cobertura como variable independiente y el promedio del número de huevos puestos en cada llanta, para el total del período de muestreo por liberación, se procedió a ajustar las tendencias obtenidas a los modelos de regresión cuadrática y lineal, según fue la tendencia obtenida. La ecuación cuadrática es  $Y = a + b X + c X^2$ , donde  $Y$  es el promedio del número de huevos puestos por llanta;  $X$ , el porcentaje de área con cobertura;  $a$ , el origen;  $b$ , la primer pendiente; y  $c$ , la segunda pendiente (Little y

Hills, 1976). Se efectuaron los ajustes a estos modelos porque con ellos se obtuvieron los coeficientes de correlación mas altos.

#### Muestreo Adicional al Programa de liberaciones.

Con los datos de oviposturas encontrados en el período adicional de muestreo, y para propósitos descriptivos y de discusión, se efectuaron los siguientes ajustes:

Con el número de huevos puestos por día como variable independiente, y el porcentaje de llantas positivas como variable dependiente, se efectuó un ajuste a regresión lineal.

Con el porcentaje de área con cobertura arbórea como variable independiente, y el promedio del número de huevos puestos por llanta como dependiente, se procedió a un ajuste a regresión cuadrática.

#### Cálculo de los Coeficientes de Correlación.

Los coeficientes de correlación para los modelos utilizados en el presente trabajo fueron calculados siguiendo el Método Estándar (Little y Hills, 1976), sólo los coeficientes de la ecuación cuadrática fueron calculados mediante la relación Suma de Cuadrados Explicada sobre la Suma de Cuadrados Total, expresando luego su valor raíz cuadrada (Daniel, 1990). C. curso

## RESULTADOS

En cinco de las seis liberaciones efectuadas el patrón de la tasa de oviposición (número de huevos puestos por día) para el período de 17 días de muestreo mostró una tendencia curvilínea de pendiente negativa, la cual es explicada satisfactoriamente por el modelo de regresión inversa o recíproca (Figs. 7 a 11). El valor del coeficiente de correlación ( $r$ ) para las ecuaciones fué alto; para las dos liberaciones de 20 hembras fué .9730 y .9608; para las dos liberaciones de 40 hembras, .9599 y .9594; y para la liberación de 80 hembras de 1991 fué .9667.

El comportamiento del patrón de oviposición observado para la liberación de 80 hembras de 1990, efectuada en Otoño, fué muy diferente al resto, pues mostró un comportamiento en altibajos, encontrándose que estos movimientos tuvieron relación con los cambios en la temperatura de cada día postliberación (Fig. 12). La relación fué exponencial, tanto para las temperaturas promedio diarias como para las temperaturas mínimas (Figs. 13 y 14). Las expresiones de las ecuaciones y valores  $r$  fueron:  $Y = 0.0002 e^{0.6836 X}$ ,  $r = .8100$  y  $Y = 0.0245 e^{0.5961 X}$ ,  $r = .8512$ , respectivamente.

Del análisis de regresión lineal efectuado entre el porcentaje de llantas positivas y los días postliberación, se encontró que el valor de correlación entre estas variables fué aceptable para las dos liberaciones de 20 hembras y la liberación de 40 hembras del 90 (Figs. 15 a 17), los valores fueron:  $r = .8470$ ;  $r = .8150$ ;  $r = .7975$ , respectivamente. No fué este el caso para la liberación de 40 hembras del 91 y las dos liberaciones de 80 hembras, donde sólo se observó en los diagramas de dispersión una secuencia de puntos en altibajos pronunciados (Figs. 18 a 20).

El número de veces que se alcanzó el nivel de 70 % o más de llantas positivas para huevos del depredador fué como sigue: liberaciones 20 hembras, repeticiones uno y dos, 6 veces; liberaciones 40 hembras, repeticiones uno y dos, 10 y 8 veces, respectivamente; liberaciones 80 hembras, repeticiones uno y dos, 9 y 11 veces, respectivamente. Las repeticiones "1" corresponden al Bloque I, y las repeticiones "2" corresponden al Bloque II, definidos en la sección anterior.

Para las seis liberaciones efectuadas se encontró una estrecha relación entre el número de huevos puestos y el porcentaje de llantas positivas por día; dicha relación fué explicada

por la ecuación de regresión logarítmica, cuya curva mostró inicialmente un drástico ascenso para luego llegar gradualmente a una asíntota (Figs. 21 a 26). El valor  $r$  para las liberaciones de 20 hembras fué, .8839 y .9756; para las de 40 hembras, .9230 y .9660; y para las de 80 hembras, .9174 y .9122.

Para todas las liberaciones, y según el modelo anterior, antes de los 100 huevos puestos se alcanzó el nivel de 70 % de llantas positivas para huevos del depredador. En las dos liberaciones de 20 hembras este nivel se alcanzó con 67.53 y 35.23 huevos; en las liberaciones de 40 hembras, con 49.25 y 46.40 huevos; y en las liberaciones de 80 hembras se alcanzó con 91.01 y 44.36 huevos

Durante el muestreo adicional que se llevó a cabo durante Agosto de 1991 se registraron oviposiciones (Fig. 27). Para este muestreo se encontró también relación entre el número de huevos puestos y el porcentaje de llantas positivas, esta relación fué lineal (Fig. 28) y con un alto coeficiente de correlación ( $r = .9750$ ). Según el modelo, el nivel de 70 % de llantas positivas se alcanza con un total de 36 (35.89) huevos. Por otra parte, durante el período de muestreo se alcanzó seis veces el nivel de 70 % o más de llantas positivas.

Del análisis de varianza en bloques al azar efectuado para determinar si hubo diferencia significativa entre el promedio del número de huevos puestos [ $\log ( X+1 )$ ] para cada densidad de liberación, se encontró diferencia significativa ( $P < .05$ ) entre al menos dos de las tres densidades de liberación (Cuadro 2). Los valores obtenidos de esta prueba fueron,  $F = 58.3202 > F_{.95 (2,2)} = 19.00$ . Una prueba de comparación de medias de rango múltiple de Duncan (Duncan, 1955) que se efectuó, evidenció diferencia significativa ( $P < .05$ ) entre los promedios de las tres densidades de liberación (Cuadro 3); esto significa y según la tendencia observada que al aumentar el número de hembras por liberación, aumenta el número de huevos puestos. Los promedios del número de huevos para el período de muestreo y para cada densidad de liberación fueron como sigue, 20 hembras, 42.06; 40 hembras, 80.39; 80 hembras, 175.53.

No hubo diferencia significativa ( $P < .05$ ) entre el efecto de bloques; esto es, no hubo efecto atribuible a las lluvias ocurridas durante los períodos de muestreo, al menos para el nivel de significancia empleado. Los valores obtenidos fueron,  $F = 11.5480 < F_{.95 (1,2)} = 18.51$ .

Por otra parte, el ANVA efectuado para los promedios de las razones del número de huevos puestos [ $\log ( \text{razón } X+1 )$ ], no evidenció diferencia significativa ( $P<.05$ ) entre las densidades de liberación (Cuadro 4). Los valores de la prueba fueron,  $F = 1.6817 < F_{.95 (2,2)} = 19.00$ . Los promedios fueron, 20 hembras: 42.06; 40 hembras: 40.19; y 80 hembras: 43.88. Tampoco hubo diferencia significativa ( $P<.05$ ) entre los efectos de bloques. Los valores fueron,  $F = 7.0598 < F_{.95 (1,2)} = 18.51$ .

Para los porcentajes de llantas que recibieron oviposición (positivas), el ANVA que se efectuó no evidenció diferencia significativa ( $P<.05$ ) entre los efectos de las tres diferentes densidades de liberación (Cuadro 5). Los valores de la prueba fueron,  $F = 15.7945 < F_{.95 (2,2)} = 19.00$ . Esto es, se obtuvieron los mismos efectos liberando 20, 40 u 80 hembras. Los promedios de los porcentajes de llantas positivas para cada densidad de liberación fueron, 20 hembras, 47.06; 40 hembras, 60.59; y 80 hembras, 70.00. Tampoco hubo diferencia entre los efectos de los bloques (lluvias). Los valores fueron,  $F = 0.2192 < F_{.95 (1,2)} = 18.51$ .

De la prueba de ANVA efectuada entre el número de veces [ $\log ( n+1 )$ ] que se alcanzó un 70 % o más de llantas positivas para cada densidad de liberación, se encontró que tampoco hubo diferencia significativa ( $P<.05$ ) entre los efectos de las tres densidades de liberación (Cuadro 6). Los valores de esta prueba fueron,  $F = 6.0576 < F_{.95 (2,2)} = 19.00$ . El efecto de bloques fué virtualmente nulo,  $F = 0.0031 < F_{.95 (1,2)} = 18.51$ .

De los muestreos efectuados en las ovitrampas centinela se encontró lo siguiente: oviposición sustancial ocurrió en las ovitrampas situadas a 50 y 100 metros al Este del área experimental y en las ubicadas a 30 metros hacia el Este-Noreste de la misma. Sin embargo, en la que se encontraba a 150 metros al Este del área no se encontró ningún huevo. Durante la liberación de 40 hembras, sólo 4 huevos fueron depositados en ocasión única en la ovitrampa situada a 50 metros al Sur del área, bajo el árbol aislado; y ningún huevo se encontró en la que estaba a los siguientes 91 metros, en el grupo de árboles mencionado en apartado anterior; ningún huevo se encontró en la ovitrampa situada al otro lado de la carretera. En la liberación de 80 hembras se encontró un huevo en ocasión única en el centinela ubicado a 50 metros al Sur del área, sin embargo en el que se situó a los siguientes 91 metros (a 140 metros del área), se encontraron 3 huevos, uno en tres diferentes ocasiones; asimismo, en única ocasión se encontraron 2 huevos en el centinela situado al otro lado de la carretera (ver resumen en Cuadro 1).

En ninguna ocasión se encontraron huevos en los centinelas a las 24 horas de efectuadas las liberaciones, solo fué hasta las 48 horas que se les encontró en la ovitrampa situada a 50 metros al Este del área (liberaciones 40 y 80 hembras) y en la ubicada a 50 metros al Sur (liberación 80 hembras), es hasta los 6 y 7 días postliberación que aparecen huevos a los 100 metros al Este y a 141 metros al Sur del área (liberación 80 hembras). Fué al tercer día cuando se encontraron los 2 huevos en el centinela que estuvo al otro lado de la carretera (liberación 80 hembras).

Se encontró desde una regular hasta una alta correlación entre el promedio del número de huevos puestos por llanta y la cobertura arbórea del área en que se situó cada llanta, según el criterio de cobertura aquí empleado. Esta relación fué aparentemente exponencial (forma de "J") para la repetición "1" de cada una de las tres densidades de liberación. Esto es, en las que durante su período de muestreo sólo ocurrieron una o dos lluvias; pero la tendencia de los puntos fué mejor descrita por la ecuación cuadrática (Figs. 29 a 31), obteniéndose para ésta altos niveles de correlación ( liberaciones 20, 40 y 80 hembras,  $r = .9132$ ,  $r = .9308$ ,  $r = .9034$ ). Para la repetición "2" de la liberaciones; esto es, en las que durante su período de muestreo hubo cuatro o mas lluvias, la relación fué mas bien lineal (Figs. 32 a 34), y se obtuvieron niveles de correlación de regulares a altos (liberaciones 20, 40 y 80 hembras,  $r = .7450$ ,  $r = .8598$ ,  $r = .9080$ ).

Para el período de muestreo adicional llevado a cabo durante <sup>a</sup>Agosto de 1991, se encontró también relación aproximada a exponencial entre el porcentaje de área con cobertura y el promedio del número de huevos puestos por llanta. La relación fué también mejor descrita por la ecuación cuadrática (Fig. 35). El coeficiente de correlación fué alto ( $r = .9386$ ). Durante ese período sólo ocurrieron dos lluvias, una de ellas inapreciable.

*← muy ligera?*

En las visitas efectuadas al área experimental en <sup>o</sup>Octubre de 1991 y <sup>d</sup>Septiembre de 1992, se encontraron en las llantas larvas de tercer y cuarto instar de *Toxorhynchites*, así como huevos del mismo, varias larvas y varios huevos por llanta que no fueron cuantificados.

Finalmente, durante el período de muestreo testigo, llevado a cabo del 11 al 23 de <sup>a</sup>Abril de 1991, no se encontró ningún huevo del depredador.

*a* } *c c ' . o* *to agosto de 9 y el 7*

## DISCUSION

La duración de oviposición por casi un mes por hembras de *T. theobaldi* liberadas en campo es similar a la observada en liberaciones de *T. rutilus*, *T. brevipalpis* (Schuler y Beier, 1983) y *T. amboinensis* (Durso et al. 1982) y concuerda también por la sugerida por Furumizo y Rudnick (1978) para *T. splendens*. Cabe mencionar que en el día de liberación, para algunas liberaciones, aún se encontraron algunos huevos de la liberación efectuada un mes atrás, por lo que esta actividad seguramente se continuó por un poco más de 30 días; por lo mismo este fué factor de error experimental que pudo haber incrementado las tasas de oviposición, sobre todo en los primeros días de cada liberación. Sin embargo su efecto fué aparentemente mínimo por el bajo número de huevos encontrados y porque la oviposición diaria varió en forma similar para las diferentes liberaciones y densidades.

La tendencia curvilínea descendente del patrón de oviposición observado para cinco de las seis liberaciones efectuadas concuerda con las tendencias obtenidas por Durso et al. (1982) durante una liberación de *T. amboinensis*; y por Focks et al. (1979) para dos liberaciones de *T. r. rutilus*. Incluso es algo similar, pero con pendiente más pronunciada en los primeros días, al patrón observado en laboratorio para *T. amboinensis* (Linley, 1987 a ), *T. r. septentrionalis* (Trimble, 1979), *T. brevipalpis* (Trpis, 1981) y *T. theobaldi* (observación personal), con todo y que en estos últimos experimentos no actuaron sobre las hembras factores ambientales ni hubo emigración.

A excepción de la liberación de 80 hembras de 1990, en todos los casos el mayor número de huevos puestos ocurrió durante los primeros 5-7 días postliberación (o de oviposición), lo que indica que la fecundidad de *Toxorhynchites* es alta en ese tiempo y disminuye con la edad para mantenerse después y durante toda la vida de las hembras a niveles bajos pero relativamente constantes. Esto último fué observado también por Trpis (1981) y Linley (1987 a ) para *T. amboinensis* en laboratorio.

En liberaciones de adultos de *T. brevipalpis* y *T. r. rutilus*, Schuler y Beier (1983) encontraron patrones de oviposición diferentes a los referidos; aunque no lo midieron directamente, bajas temperaturas (además de lluvias) afectaron la oviposición de *Toxorhynchites*. Este es también el caso para el patrón de oviposición obtenido en la liberación de 80 hembras de 1990 efectuada en Otoño, que mostró un comportamiento en

altibajos, lo que tiene explicación por las bajas temperaturas ocurridas durante el período de muestreo, y sobre todo por las mínimas.

Puesto que en *Toxorhynchites* la ovogénesis es precóz, con vitelogénesis desde el estadio pupal, con folículos terminales iniciados a diferentes tiempos y madurando a diferentes rangos (Watts y Smith, 1978), la inhibición de oviposición por bajas temperaturas observadas tiene mas bien explicación en la Temperatura Umbral de Vuelo (TUV<sub>50</sub>), la que para las hembras de *T. theobaldi* a nivel de laboratorio y después de enfriarlas por 7 minutos a 5-7 °C es de 23.9 °C (observación personal). Bonnet y Hu (1951) observaron que el vuelo de oviposición de *T. brevipalpis* es inhibido por debajo de 23 °C. En otra fuente (Chadee et al. 1987) se cita también el trabajo de estos autores y se menciona que al igual que Muspratt (1951), notaron que la oviposición tiene lugar sólo cuando la temperatura sube de los 21-22 °C.

Focks et al. (1985) afirman que temperaturas mínimas nocturnas por debajo de los 13°C invariablemente eliminan la oviposición de *T. amboinensis* y *T. r. rutilus* en el día siguiente, lo que concuerda con lo observado, pues a 8-10 °C unos cuantos o ningún huevo fué encontrado; en cambio después de los 13 °C el número de huevos puestos se elevó drásticamente. Puesto que la TUV depende de la temperatura mínima ocurrida y tiempo de exposición a ésta, pero además del ascenso en la temperatura, también las temperaturas promedio son útiles, aunque en menor grado, para pronosticar actividad de oviposición de *T. theobaldi* en Otoño; las mínimas dentro del rango de 8-18 °C y las promedio dentro de los 13-23 °C.

Por otra parte, las bajas temperaturas no afectaron la fisiología de las hembras en forma deletérea, sino que sólo retrasaron la oviposición. Esto es sugerido por el número de huevos encontrados para las dos liberaciones de 80 hembras, una en Otoño y otra en Primavera, pues hubo 4,130 huevos para la primera y 1,838 para la segunda, aunque hay que considerar los diferentes porcentajes de oviposición. Adicionalmente Jordan y Hubbard (1991) sugieren que la actividad de oviposición de *Toxorhynchites* puede ser retardada por temperaturas excepcionalmente frías.

Respecto a las tendencias obtenidas entre el porcentaje de lllantas positivas y días postliberación, para las dos liberaciones de 20 hembras y para la de 40 hembras de 1990, algunas inferencias o interpretaciones prácticas pueden hacerse en base a las ecuaciones que

se obtuvieron. Sin embargo, para la liberación de 40 hembras de 1991, y las dos liberaciones de 80 hembras, no hubo relación entre esas variables; encontrándose que la combinación de altas temperaturas con baja humedad relativa, lluvias, viento, y además de bajas temperaturas, inhibieron la actividad de oviposición de las hembras.

La pérdida de huevos en los contenedores o la inhibición de oviposición de las hembras de *Toxorhynchites* por acción de la lluvia está bien documentada (Durso et al. 1982; Schuler y Beier, 1983; Focks et al. 1983 b; Chadee et al. 1987; Jordan y Hubbard, 1991). Los huevos son salpicados fuera de los contenedores por las gotas de lluvia, incluso aún lluvia muy ligera puede eliminar de este modo la totalidad de los huevos (Focks y Sackett, 1985). A pesar de lo anterior en los ANVA efectuados no hubo diferencia significativa entre los efectos de bloque o lluvias; esto probablemente es debido a que la forma de las llantas las hace menos susceptibles a la pérdida de huevos por salpicaduras (Focks et al. 1985), además de que las llantas por estar debajo de los árboles no estaban expuestas directamente a la lluvia.

Sin embargo sí se apreció cierta diferencia y el valor obtenido en el ANVA recién mencionado fue crítico, pues al nivel de 10 % de probabilidad ( $P < 0.1$ ) si hubo diferencia en cuanto a los efectos de las lluvias ( $F = 11.5480 < F_{.90(1,2)} = 8.53$ ). Esto coincide con la observación de Focks y Sackett (1985), de que aún en llantas colocadas verticalmente hay pérdida de huevos por lluvias. Adicionalmente hay que considerar que en varias ocasiones el área se inundó totalmente después de fuertes lluvias con la consecuente pérdida total de huevos.

Cuando ocurrieron fuertes lluvias y el piso se tornó lodoso o se inundó el área, la oviposición fué muy baja o definitivamente cesó, al secarse paulatinamente el suelo el número de huevos encontrados se incrementó. Esto podría sugerir lo siguiente: el papel que juegan los higrorreceptores que tiene *Toxorhynchites* (Furumizo y Rudnick, 1978; Benzon et al. 1988; Arredondo-Bernal y Reyes Villaneva, 1989) es determinante en su dinámica de oviposición (Jordan, 1992), pues lo ocurrido sugiere que en un ambiente extremadamente húmedo las hembras son incapaces de detectar los criaderos en campo, dada la ausencia de diferencia en gradientes de humedad. Esto es apoyado por las observaciones de Jordan y Hubbard (1991), quienes encontraron que en *T. moctezuma* la oviposición en campo fué mínima con un 100 % de humedad relativa, y fué en aumento conforme esta disminuyó. No obstante, Jordan (1992) encontró que *T. amboinensis* ovipositó aún con 100 % de humedad

relativa en laboratorio, situación en la que sensores visuales y táctiles fueron responsables. Sin embargo, las lantanas durante el experimento estuvieron siempre visibles, no ocultas por vegetación y poca o nula oviposición ocurrió cuando el suelo estuvo mojado.

Para lo anterior hay otra posible explicación: en situaciones de inundación ocurrida después de fuertes lluvias, hecho común en el hábitat natural de la mayoría de las especies de *Toxorhynchites*, las hembras cesan temporalmente su actividad de oviposición. Este comportamiento podría tener cierto valor adaptativo; después de las lluvias, aparece súbitamente una infinidad de "criaderos", la mayoría de los cuales se secarán en pocos días. De oviponer en ellos, las hembras pagarían un fuerte costo de energía con mínima ganancia. Al respecto, Schuler y Beier (1983) mencionan que la lluvia inhibe la oviposición de *Toxorhynchites*, pero no dicen en que forma. Por su parte, Focks et al. (1979) encontraron que las colectas de huevos de *T. r. rutilus* fueron invariablemente más bajas al día siguiente de tardes lluviosas, y que los rangos fueron más altos a partir del segundo día después de la lluvia. Ciertamente *Toxorhynchites* ovipone menos en contenedores que tienden a secarse (Focks et al. 1983 *b*), pero el tener que discriminar entre una gran cantidad de contenedores inmediatamente después de una lluvia requiere también de una gran inversión de energía. Esta hipótesis requiere investigación adicional. Hay que tener en mente otros factores que también juegan su papel en la oviposición, como es ausencia o presencia de presas, otros factores físicos y químicos del agua (Furumizo y Rudnick, 1978; Trimble, 1979; Linley, 1988; Benzon et al. 1988; Arredondo-Bernal y Reyes-Villanueva, 1989; Jordan, 1992), además de la influencia de la vegetación, que más adelante se discute.

Existe considerable documentación respecto a la influencia que tienen las bajas temperaturas y las lluvias en la oviposición de *Toxorhynchites* (Bonnet y Hu, 1951; Muspratt, 1951; Durso et al. 1982; Schuler y Beier, 1983; Focks y Sackett, 1985; Focks et al. 1985; Chadee et al. 1987; Jordan y Hubbard, 1991). Pero ninguna referencia se encontró respecto a la influencia de alta temperatura-baja humedad relativa y viento en la actividad de vuelo y oviposición de *Toxorhynchites*. Solo Toohey et al. (1985) mencionan que "los patrones de actividad de vuelo de los mosquitos pueden ser grandemente afectados por factores tales como lluvia, humedad, temperatura y viento".

Con todo y que en las regiones templadas en ocasiones ocurren períodos de condiciones estables y favorables para estos insectos, lo más común es lo contrario, y puesto que el porcentaje de lantanas positivas depende del número de huevos puestos y no de los días

postliberación, desde el punto de vista práctico modelos entre días postliberación y porcentaje de contenedores positivos para huevos de *Toxorhynchites* quizá no tengan sentido. Lo que es indudablemente útil es el considerar los porcentajes de contenedores positivos, pero sin importar la tendencia en el tiempo, pues adicionalmente en algunos de los muestreos que se efectuaron después de los 17 días se encontraron niveles de llantas positivas que rompen con los ajustes efectuados.

Algunos otros factores que indujeron o pudieron haber inducido pérdida de huevos o inhibición de oviposición por *T. theobaldi* fueron: aves bañándose en el agua de las llantas, gente sacudiendo el follaje de los nogales en la temporada de cosecha, animales domésticos (caballos, vacas, cerdos, perros) tomando agua de las llantas. Adicionalmente, en ocasiones se encontraron hormigas del género *Solenopsis* depredando huevos de *Toxorhynchites*; en la literatura revisada no se encontró ningún reporte a este último respecto. A pesar de todos estos factores de variación, los resultados son consistentes y tienen coherencia; probablemente porque estos factores no fueron muy frecuentes, excepto quizá el efecto de las aves y *Solenopsis*, y/o porque actuaron por igual en todas las liberaciones.

La umbrofilia de *T. theobaldi*, al igual que el resto de las especies de *Toxorhynchites* hasta ahora estudiadas (Corbet, 1964; Lounibos, 1979; Bailey et al. 1983; Focks et al. 1983 a ; Focks et al. 1983 b; Chadee, 1985; Toohey et al. 1985; Reyes Villanueva et al. 1987; O'Malley et al. 1989; Jordan, 1991) es definitiva, pues durante los casi nueve meses de muestreo nunca se encontró un solo huevo en un cubo siempre lleno de agua, ubicado a 12 metros de los árboles pero siempre expuesto al sol; mientras que en las llantas se recuperaron miles de huevos.

Respecto a la relación encontrada entre cobertura arbórea (según el criterio establecido) y el número de huevos puestos, no se encontró en la literatura un estudio con enfoque semejante. Cuando mucho, sólo los trabajos de Jordan y Hubbard (1991) con *T. moctezuma* y Jordan (1991) con *T. r. rutilus*, abordan específicamente la influencia de la vegetación y de los troncos de los árboles en la actividad de oviposición, pero sólo lo hacen desde la perspectiva de la cercanía del sitio de oviposición a la vegetación, sin considerar cobertura o acompañamiento de árboles.

El hecho de que a mayor cobertura hubo un mayor número de huevos, tiene su explicación, además de la umbrofilia del mosquito, por el movimiento de las hembras dentro

del área experimental. En efecto, aquellas llantas ubicadas en árboles que están rodeados por todos sus lados de otros árboles, recibieron la llegada de hembras provenientes de todas direcciones; los árboles que tienen acompañamiento, por un lado, recibieron hembras que vienen de esa dirección y en varios "ángulos"; y los árboles ubicados en las "esquinas" del área recibieron hembras provenientes sólo de la dirección en que se encontraron los árboles acompañantes. Por otra parte, el tamaño de copa y el grado de "acompañamiento" también debieron afectar el microclima bajo el árbol, especialmente la humedad relativa y por ende, la actividad de oviposición de las hembras.

Arredondo-Bernal y Reyes-Villanueva (1989) encontraron una relación lineal entre la superficie de exposición de agua en los contenedores y el número de huevos puestos en ellos; sin embargo, la relación en su gráfica de dispersión parece mas bien exponencial y sobre todo, su coeficiente de determinación es bajo ( $r^2 = .49$ ). Lo anterior significa falta de explicación en un 51 % en el número de huevos encontrados, quizá esta explicación está en la cobertura de los árboles bajo los que se encontraban los contenedores.

La influencia de la cobertura arbórea en la actividad de oviposición de *T. theobaldi*, es coherente con la hipótesis del patrón de búsqueda de sitio para oviposición propuesto por Jordan (1991): localizar sombra (si la hembra la ha dejado), localizar un tronco de árbol, localizar hoyo o grieta (u ovitrampa) en las cercanías del tronco, "revisar" la presencia y química del agua en él, y finalmente ovipositar.

La diferencia en las tendencias obtenidas entre el porcentaje de cobertura arbórea y el número de huevos puestos en las llantas, para las repeticiones "1" y "2" de cada densidad de liberación se debió seguramente a las lluvias, cuyo efecto ya fué discutido. Para la repetición "1" de las liberaciones, donde sólo hubo una o dos lluvias, la relación fué curvilínea y con alta correlación; en cambio, para la repetición "2", donde hubo de cuatro a más lluvias, la relación fué lineal, pero con los mas bajos niveles de correlación. Se atribuye a las lluvias y no al número de huevos puestos, porque incluso para el muestreo adicional se observó la tendencia curvilínea y la alta correlación. El número de huevos encontrados durante este período fué mucho mas bajo que para cualquiera de las liberaciones, y sólo hubo dos lluvias, una de ellas inapreciable.

La oviposición encontrada en las ovitampas centinela evidenció la emigración de las hembras a partir del área experimental. Esta fué mas intensa hacia el lado Oriente del área,

hacia donde se continuó el sombreado de árboles, ya que las ovitrampas colocadas hacia allá recibieron el 94 % del total de huevos recuperados en los centinelas.

El hecho de encontrar regularmente el mayor número de huevos y el mayor porcentaje de llantas con oviposición el primer día postliberación, significa que las hembras se dispersan rápidamente en el área, lo que sugiere que su capacidad de desplazamiento es mayor que las dimensiones de ésta. De hecho, se encontraron huevos en el centinela ubicado a 160 metros del punto de liberación. Esto no causa sorpresa, pues se ha encontrado que *T. r. rutilus* oviposita en ovitrampas colocadas a 200 metros del punto de liberación (Focks et al. 1979). En otro trabajo, Focks et al. (1983 a) encontraron que esta especie ovipositó en ovitrampas colocadas a 160 metros del punto de liberación, y reportan que se requirió 2.8 días para que las hembras cruzaran entre hileras de árboles ubicadas a 65 metros unas de otras.

Las hembras de *T. theobaldi* requirieron de 48 horas para desplazarse a 70 y 100 metros del punto de liberación y 6 días para 150 metros al Este del punto de liberación; se requirió de una semana para encontrar oviposición a 140 metros al Sur del área. Ningún huevo se encontró en la ovitrampa colocada a 200 metros del punto de liberación, hacia el Este, a pesar de que hacia allá se continuó la cobertura arbórea, lo que se atribuye a que la ovitrampa se colocó entre enredaderas. Esto da pauta a varias posibles causas de esa no-oviposición: la primera de ellas es que el acceso al bote fue difícil y las hembras necesitaron espacio para su danza aérea, otra es que las hembras rechazaron a la ovitrampa por la vegetación que la rodeó o que fallaron para localizarla. Estas últimas ya fueron sugeridas por Jordan y Hubbard (1991) para *T. moctezuma* en situaciones de vegetación densa rodeando a las trampas. Finalmente, también hay que considerar que quizá las hembras no se desplazaron hasta esa distancia. Es posible que la dirección del viento también haya tenido alguna influencia, sin embargo no se hicieron registros de esto.

Puesto que las ovitrampas centinela se colocaron solo en las dos últimas liberaciones efectuadas, los números de huevos encontrados en éstos no fueron considerados en los análisis. Sin embargo la dispersión también debió ocurrir en las otras liberaciones, pero en vez de oviposición, la ovosorción tuvo lugar (Watts y Smith, 1978).

Respecto al muestreo adicional efectuado en Agosto de 1991 y las otras dos visitas en tiempo posterior, surgieron algunos aspectos interesantes. El primero de ellos concierne a la posible colonización estacional de *T. theobaldi* o incluso a su establecimiento definitivo en el

área. El encontrar oviposturas en <sup>a</sup>Agosto y <sup>o</sup>Octubre de 1991, 3 y 5 meses después de la última liberación, hace suponer que esta especie tiene potencial de colonizar en un área, al menos estacionalmente, si hay árboles y sitios para cría. Según el muestreo testigo de <sup>e</sup>Abril de 1991, la población no sobrevivió el Invierno de 1990, posiblemente porque las llantas fueron retiradas y se secaron, además de las extremas bajas temperaturas que ocurrieron. Sin embargo sobrevivió el Otoño e Invierno de 1991, pues en <sup>a</sup>Septiembre de 1992 se colectaron huevos y larvas de *T. theobaldi* en las llantas; lo que se atribuye a que las llantas no se retiraron y a que el Invierno de 1991 fué menos crudo que el de 1990. Esto último hace pensar en un posible establecimiento de la especie en el área.

Sin embargo, hay otra posible explicación; dado que la latitud del área Sur de Monterrey es el límite de distribución de *T. theobaldi* en la región (Reyes-Villanueva, comunicación personal), *T. theobaldi* restringe su distribución en Invierno a aquella área, no encontrándose entonces huevos en el muestreo de <sup>e</sup>Abril de 1991; tal distribución puede ser ampliada conforme el año transcurre y las condiciones son mas favorables, incluyendo entonces esta especie en su distribución, el área donde se efectuó el experimento. Lounibos (1979) sugiere algo similar al discutir los límites temporales y espaciales de distribución de *T. brevipalpis* en Kenya. Estudios comparativos de comportamiento durante colonización en laboratorio entre poblaciones colectadas en el Sur de Nuevo León y aquellas colectadas en el área experimental podrían ayudar a esclarecer el problema.

Otro aspecto es el patrón de oviposición para dicho muestreo; éste se comportó en altibajos y a niveles constantes, pero en la tercer semana los niveles fueron mucho mas bajos. Para los primeros días del período los bajos niveles se atribuyen a alta temperatura-baja humedad relativa; pero a partir de la tercer semana siguió un período de lluvias casi diarias con el consabido efecto en el número de huevos. Otra explicación para esos bajos niveles de la tercer semana, que no necesariamente invalida la primera, es que al inicio de ese muestreo se colectaron 25 larvas de tercer y cuarto instar de *T. theobaldi*. De no haberse retirado esas larvas en unos días hubiesen pupado y luego emergido los adultos, que de haber proporción sexual 1:1, se traduciría en  $\approx 12$  hembras ovipositando en las llantas en esa última semana de bajos niveles.

Por otra parte, si se considera el número de huevos y el porcentaje de llantas positivas registrados durante ese muestreo y se compara con los resultados obtenidos para las seis liberaciones efectuadas (Cuadro 7), la tendencia sugiere que la actividad registrada en el

muestreo adicional es de aproximadamente 10 hembras, lo que concuerda con lo inmediato anterior discutido.

Un aspecto interesante, consecuencia del posible establecimiento estacional o definitivo, es la factibilidad de mantener en campo "pie de cría" de *T. theobaldi* con un mínimo de mantenimiento; sólo hay que colocar llantas a la base de troncos de árboles y cada 15 días reponer el agua evaporada. Esto coincide totalmente con la concepción de Miller (1991) respecto a su programa "Tox Farm", en el que de una manera similar a la descrita han mantenido por tres años poblaciones de *T. rutilus* en campo.

Si bien es cierto que a mayor número de hembras liberadas, mayor número de huevos puestos, y que a esto corresponde a su vez un aumento en el porcentaje de llantas positivas, dicho aumento fué aditivo y no proporcional, como el número de huevos puestos. Entonces, liberando 20, 40 u 80 hembras de *T. theobaldi* se obtuvieron estadísticamente los mismos niveles de porcentajes de llantas positivas. Sin embargo, cabe aclarar que el valor obtenido fué crítico, pues al nivel de 10 % de confianza ( $P < 0.1$ ) sí hubo diferencia entre tratamientos ( $F = 15.7945 > F_{.95} (2,2) = 9.00$ ).

Por lo anterior se asume que la densidad umbral de liberación, mas allá de cual no se aumenta el porcentaje de llantas positivas, para las dimensiones del área, se encuentra en 20 ó por debajo de 20. Si consideramos que el porcentaje de llantas positivas encontrado para el muestreo adicional ( $\bar{x} = 43.53$ ) es cercano al de las liberaciones de 20 hembras ( $\bar{x} = 47.06$ ), probablemente el umbral de liberación buscado se encuentra entre 10 y 20 hembras. Además, durante este muestreo adicional se alcanzó el nivel de al menos un 70 % de llantas positivas, 6 veces, al igual que en las dos liberaciones de 20 hembras. Focks et al. (1985) encontraron los mismos niveles de control sobre *A. aegypti* liberando 100, 200 ó 300 hembras de *T. amboinensis* por cuadra en New Orleans; esto sugiere que iguales niveles de control pueden lograrse liberando aún menos de 100 hembras por cuadra.

El número de huevos puestos por liberación fué proporcional al número de hembras liberadas, lo que indica una ausencia de competencia entre las hembras de *T. theobaldi* por espacio aéreo al ovipositar. Incluso al obtenerse las razones del promedio del número de huevos puestos por densidad de liberación, estos son virtualmente idénticos (liberaciones 20, 40 y 80 hembras: 42.06; 40.19; 43.89; respectivamente).

Dados los altos niveles de oviposición encontrados, los resultados sugieren que *T. theobaldi* ofrece gran potencial para controlar mosquitos que se crían en contenedores artificiales ubicados en áreas arboladas semiurbanas como son *A. aegypti* y *Culex spp.* Incluso después de las lluvias se encontraron oviposturas en una gran variedad de contenedores presentes en el área, botes de plástico y metal, cubetas de plástico y metal, llantas y otros artefactos siempre a la sombra de los árboles. De contemplarse el uso de *T. theobaldi* para control de mosquitos en áreas arboladas, en base a los resultados, se recomienda liberar un mínimo de 20 hembras por hectárea.

Por otra parte hay que tener en mente que en las liberaciones efectuadas en Primavera y Verano, las temperaturas alcanzaron los 35-40 °C y hubo excelentes niveles de oviposición. Esto es importante si consideramos que son las temperaturas promedio del trópico y subtropico Mexicano, que es donde se dan las principales epidemias de dengue. Por otro lado, con lo obtenido en Otoño queda claro que *T. theobaldi* funciona también en esa época, hecho también importante, pues en algunos Estados del Norte de México, como es Nuevo León, es precisamente en Otoño cuando ocurren las principales epidemias de dengue.

No obstante lo anterior, las experiencias de Focks et al. (1979), Focks et al. (1980) y Focks et al. (1983 a ) sugieren actuar con prudencia; los resultados encontrados en este trabajo no deben ser extrapolados como tales a un ambiente urbano. Las condiciones del área de estudio y las de las cuadras de una urbe son mucho muy diferentes. Solo estudios sobre la capacidad de dispersión de las hembras de *T. theobaldi* en cuadras del bloque urbano decidirán en forma definitiva su potencial como agente regulador del *A. aegypti*.

## CONCLUSIONES

1. El patrón para el número de huevos puestos durante un período de 17 días en liberaciones de hembras grávidas de *Toxorhynchites theobaldi* de 9-11 días de edad es descrito por la ecuación de regresión recíproca o inversa,  $Y = a + b/X$ .
2. La fecundidad de las hembras de *T. theobaldi* es más alta en el primer día postliberación, para caer drásticamente en el segundo y tercer día, para empezar a estabilizarse al quinto día postliberación.
3. La relación entre los días postliberación y los porcentajes de llantas positivas para huevos de *T. theobaldi* es descrita por la ecuación de regresión lineal,  $Y = a + b X$ , y tiene su punto más alto el primer día postliberación (90-100 %) y el más bajo el diecisieteavo día postliberación (5-20 %).
4. Existe relación estrecha entre el número de huevos puestos y el porcentaje de llantas positivas, la tendencia se ajusta a la ecuación de regresión logarítmica,  $Y = a + b \ln X$ , que empieza a hacerse asintótica con menos de 100 huevos puestos en total.
5. Conforme aumenta el número de hembras de *T. theobaldi* liberadas ocurre un aumento proporcional y significativo en el número de huevos puestos; no así para los porcentajes de llantas positivas para huevos del depredador, pues liberando 20, 40 u 80 hembras, el incremento es aditivo y se obtienen estadística y significativamente los mismos niveles de oviposición. Entonces, la densidad umbral de liberación más allá de la cual no se aumentan los niveles de llantas positivas, y para las dimensiones del área experimental, está en 20 o menos de 20 hembras por liberación.
6. Existe relación estrecha entre la cobertura de la copa de los árboles y el grado de hacinamiento de los mismos, con el número de huevos puestos en los criaderos ubicados bajo dichos árboles. La relación es descrita por la ecuación cuadrática,  $Y = a + b X + c X^2$  (en forma de "J") en condiciones ambientales estables, y por la ecuación de regresión lineal,  $Y = a + b X$ , en condiciones de perturbación por lluvias, las que al igual que la temperatura, viento, baja y alta humedad relativa, afectan la actividad de oviposición de *T. theobaldi*.

7. Los cambios en temperatura que ocurren en Otoño retrasan la actividad de oviposición de *T. theobaldi* y existe una relación entre temperatura y número de huevos puestos; esta relación es exponencial,  $Y = a e^{bX}$ , tanto para las temperaturas promedio como para las mínimas.

8. Es factible efectuar liberaciones de *T. theobaldi* tanto en Primavera-Verano como en Otoño y se obtienen excelentes niveles de oviposición y dispersión en un área arbolada donde halla criaderos de mosquitos, no obstante ocurran temperaturas altas o bajas

T. <sup>que</sup>

9. *Toxorhynchites theobaldi* ofrece potencial para control de culícidos que se crían en cacharros presentes en áreas suburbanas arboladas como son *Culex spp.* y *A. aegypti*.

l

a.

as

.

## LITERATURA CITADA

- Arredondo-Bernal, H. C. & F. Reyes-Villanueva. 1989. Diurnal pattern and behavior of *Toxorhynchites theobaldi* in the field. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 5: 25-28.
- ✓ Bailey, D. L., R. G. Jones & P. R. Simmonds. 1983. Effects of indigenous *Toxorhynchites rutilus rutilus* on *Aedes aegypti* breeding in tire dumps. *Mosq. News.* 43: 33-37.
- ✓ Benzon, G. L., C. S. Apperson & W. Clay. 1988. Factors affecting oviposition site preference by *Toxorhynchites splendens* in the laboratory. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 4: 20-22.
- ✓ Bonnet, D. D. & S. M. K. Hu. 1951. The introduction of *Toxorhynchites brevipalpis* Theobald into the territory of Hawaii. *Proc. Hawaii Entomol. Soc.* 14: 237-242.
- ✓ Clark-Gil, S. & R. F. Darsie, Jr. 1983. The mosquitoes of Guatemala, their identification, distribution and bionomics, with keys to adult females and larvae in English and Spanish. *Mosq. Syst.* 15: 151-284.
- ✓ Corbet, P. S. 1964. Observations on mosquitoes ovipositing in small containers in Ziki Forest. *J. Anim. Ecol.* 33: 141-164.
- ✓ Corbet, P. S. & A. Griffiths. 1963. Observations on the aquatic stages of two species of *Toxorhynchites* in Uganda. *Proc. R. Entomol. Soc. London Ser. A* 38: 126-135.
- Chadee, D. D. 1985. *Toxorhynchites moctezuma*, a potential biological control agent in Trinidad and Tobago, W. I. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 1: 376-378.
- Chadee, D. D., S. F. Hubbard & P. S. Corbet. 1987. Diel oviposition pattern of *Toxorhynchites moctezuma* (Diptera: Culicidae) in the field in Trinidad, West Indies. *J. Med. Entomol.* 24: 1-5.
- ✓ Chan, K.L. 1968. Observations on *Toxorhynchites splendens* (Wiedemann) in Singapore. *Mosq. News.* 28: 91-95.

- ✓ Chou, Ya-Lun. 1972. *Análisis Estadístico*. Ed. Interamericana. México. 851 p.
- ✓ Daniel, W.W. 1990. *Bioestadística*. 3ª Ed. Ed. Limusa. México. 667 p.
- ✓ Darsie, R. F., Jr. & R. A. Ward. 1981. Identification and geographical distribution of the mosquitoes of North America, North of Mexico. *Mosq. Syst. Supplement* 1: 1-313.
- Dirección General de Epidemiología. 1989. Informe Semanal, Semana No. 50. Secretaría de Salud. México.
- ✓ Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11: 1-42.
- ✓ Durso, S. L., J. D. Demaio & J. C. Beier. 1982. Ovipositional behavior of *Toxorhynchites amboinensis* in a tire yard. *Mosq. News*. 42: 255-260.
- Focks, D, A. 1982. *Toxorhynchites*. A biological control agent of container-breeding mosquitoes. att. 4: 8.2. In: USAID:USDA: Workshop on Vector Control. Gainesville, FL.
- ✓ Focks, D. A. 1985. *Toxorhynchites*. p. 42-45 In: Chapman, H. C. ed. Biological Control of Mosquitos. Am. Mosq. Control Assoc. Bull.6.
- Focks, D. A. & S. R. Sackett. 1985. Some factors affecting interaction of *Toxorhynchites amboinensis* with *Aedes* and *Culex* in an urban environment. p. 55-64. In: L. P. Lounibos, J. R. Rey & J. H. Frank, eds., Ecology of mosquitoes: Proceedings of a workshop. Florida Medical Entomology Laboratory, Vero Beach.
- ✓ Focks, D. A., J. A. Seawright & D. W. Hall. 1979. Field survival, migration and ovipositional characteristics of laboratory-reared *Toxorhynchites rutilus rutilus* (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol.* 16: 121-127.
- ✓ Focks, D. A., D. A. Dame, A. L. Cameron & M. D. Boston. 1980. Predator-prey interaction between insular populations of *Toxorhynchites rutilus rutilus* and *Aedes aegypti*. *Environ. Entomol.* 9: 37-42.

- ✓ Focks, D. A., S. R. Sackett, D.A. Dame & D. L. Bailey. 1983 a. *Toxorhynchites rutilus rutilus* (Diptera: Culicidae): field studies on dispersal and oviposition in the context of the biocontrol of urban container-breeding mosquitoes. *J. Med. Entomol.* 20: 383-390.
- ✓ Focks, D. A., S. R. Sackett, D. A. Dame & D. L. Bailey. 1983 b. Ability of *Toxorhynchites amboinensis* (Dobson) (Diptera: Culicidae) to locate and oviposit in artificial containers in an urban environment. *Environ. Entomol.* 12: 1073-1077.
- ✓ Focks, D. A., S. R. Sackett, D. A. Dame & D. L. Bailey. 1985. Effect of weekly releases of *Toxorhynchites amboinensis* (Dobson) on *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) in New Orleans, Louisiana. *J. Econ. Entomol.* 78: 622-626.
- ✓ Focks, D. A., S. R. Sackett, K. O. Kloter, D. A. Dame & G. T. Carmichael. 1986. The integrated use of *Toxorhynchites amboinensis* and ground-level ULV insecticide application to suppress *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol.* 23: 513-519.
- ✓ Furumizo, R. T. & A. Rudnick. 1978. Laboratory studies of *Toxorhynchites splendens* (Diptera: Culicidae): biological observations. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 71: 670-673.
- ✓ Georghiou, G. P., M. Wirth, H. Tran, F. Saume & A. B. Knudsen. 1987. Potential for organophosphate resistance in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in the Caribbean area and neighboring countries. *J. Med. Entomol.* 24: 290-294.
- ✓ Gómez, H. 1991. The dengue control program in México and perspectives for the future. p. 644-645. *In*: Clark, G. G. & M. F. Suarez (organizers). Mosquito vector control and biology in Latin America- A simposium. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* Vol. 7 No. 4.
- ✓ Herrera-Basto, E. 1989. Situación actual del dengue en México. IV Simp. Nac. de Entomol. Med. y Vet. SME: 1-13.
- ✓ Horio, M. & M. Tsukamoto. 1985. Successful laboratory colonization of 3 Japanese species of *Toxorhynchites* mosquitoes. *Jpn. J. Sanit. Zool.* 36: 87-93.

- ✓ Jordan, S. 1991. Influence of tree trunks on the spatial distribution of *Toxorhynchites r. rutilus* ovipositions in a coastal oak/palm hammock in Florida. J. Am. Mosq. Control. Assoc. 7: 452-455.
- ✓ Jordan, S. 1992. Cues for oviposition site selection by *Toxorhynchites amboinensis* (Diptera: Culicidae). J. Med. Entomol. 29: 37-40.
- ✓ Jordan, S. & S. F. Hubbard. 1991. Influence of humidity and temperature on the diel periodicity of oviposition of *Toxorhynchites moctezuma* (Diptera: Culicidae) in the field. J. Med. Entomol. 28: 241-245.
- ✓ Kazana, M., C. E. Machado-Allison & L. A. Bulla. 1983. Preferencias alimentarias de *Toxorhynchites theobaldi* (Diptera: Culicidae). Acta Cient. Venezolana 34: 151-158.
- Knight, K. L. & A. Stone. 1977. A Catalog of the Mosquitoes of the World (Diptera: Culicidae). The Thomas Say foundation. Vol.VI Entomol. Soc. Am. College Park, Maryland. 611 p.
- ✓ Kourí, G., P. Más, M. G. Guzmán, M. Soler, A. Goyenechea & L. Morier. 1982. Dengue hemorrágico en Cuba, 1981. Diagnóstico rápido del agente etiológico. Bol. of Sanit. Panam. 93: 414-420.
- Lane, J. 1953. Neotropical Culicidae. Vol. I. University of Sao Pablo, Brazil.
- Linley, J. R. 1987 a. Diel rhythm and lifetime course of oviposition in *Toxorhynchites amboinensis* (Diptera: Culicidae). J. Med. Entomol. 24: 99-105.
- ✓ Linley, J. R. 1987 b. Aerial oviposition flight of *Toxorhynchites amboinensis* (Diptera: Culicidae). J. Med. Entomol. 24: 637-650.
- ✓ Linley, J. R. 1988. Laboratory experiments on factors affecting oviposition site selection in *Toxorhynchites amboinensis* (Diptera: Culicidae), with a report on the occurrence of egg cannibalism. Med. Vet. Entomol. 2: 271-277.

- ✓ Little, T. H. & F. J. Hills. 1976. Métodos Estadísticos para la Investigación en Agricultura. Ed. Trillas. México. 270 p.
- ✓ Lounibos, L. P. 1979. Temporal and spatial distribution, growth and predatory behaviour of *Toxorhynchites brevipalpis* (Diptera: Culicidae) on the Kenya coast. J. Anim. Ecol. 48: 213-236.
- ✓ Miller, J. D. 1991. Mosquito vs. mosquito. p. 10-12. in: Morris, C. ed., Wing Beats of the Am. Mosq. Control Assoc. Vol. II.
- ✓ Miyagi, I., Toma, T. & Mogi, M. 1992. Biological control of container-breeding mosquitoes, *Aedes albopictus* and *Culex quinquefasciatus*, in a Japanese island by release of *Toxorhynchites splendens* adults. Med. Vet. Entomol. 6: 290-300.
- ✓ Muspratt, J. 1951. The bionomics of an African *Megarhinus* and its possible use in biological control. Bull. Entomol. Res. 42: 355-370.
- ✓ Nakagawa, P. Y. & R. T. Mikuni. 1958. Mosquitoes and their control in the territory of Hawaii. Mosq. News 18:125-128.
- ✓ O'Malley, S. L. C., S. F. Hubbard & D. D. Chadee. 1989. Oviposition habitat preferences of *Toxorhynchites moctezuma* mosquitoes in four types of tropical rainforest in Trinidad. Med. Vet. Entomol. 3: 247-252.
- Ostle, B. 1965. Estadística Aplicada. Ed. Limusa. México. 629 p.
- ✓ Paine, R. W. 1934. The introduction of *Megarhinus* mosquitoes into Fiji. Bull. Entomol. Res. 25: 1-32.
- Poole, R. W. 1974. An Introduction to the Quantitative Ecology. McGraw-Hill. USA. 532 p.
- Protter, M. H. & C. B. Morrey. 1980. Cálculo con Geometría Analítica. 3ª Ed. Fondo Educativo Interamericano. México. 872 p.

- ✓ Reyes-Villanueva, F. 1990. El dengue. Bionomía del vector, transmisión y opciones para su control en México. *Ciencia*. 41: 45-55.
- ✓ Reyes-Villanueva, F., M. H. Badii, M. L. Rodríguez-Tovar & M. Villarreal-Leal. 1987. Oviposition of *Toxorhynchites theobaldi* in different types of artificial containers in México. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 3: 651-654.
- Rodríguez, A. D. & F. Reyes-Villanueva. 1992. Comportamiento sexual de *Toxorhynchites theobaldi* bajo condiciones de laboratorio. *Southwestern Entomologist*. 17: 255-260.
- ✓ Rubio, Y. & C. Ayesta. 1984. Laboratory observations on the biology of *Toxorhynchites theobaldi*. *Mosq. News* 44: 86-90.
- Rubio, Y., D. Rodríguez, C. E. Machado-Allison & J. A. León. 1980. Algunos aspectos del comportamiento de *Toxorhynchites theobaldi* (Diptera: Culicidae). *Acta Cient. Venezolana*. 31: 345-351.
- ✓ Rubio, Y., J. A. León, D. J. Rodríguez & C. E. Machado-Allison. 1981. Tácticas depredatorias de *Toxorhynchites theobaldi* (Diptera: Culicidae). *Acta Cient. Venezolana*. 32: 523-528.
- ✓ Russo, R. J. 1983. The functional response of *Toxorhynchites rutilus rutilus* (Diptera: Culicidae), a predator on container-breeding mosquitoes. *J. Med. Entomol.* 20: 585-590.
- ✓ Russo, R. 1986. Comparison of predatory behavior in five species of *Toxorhynchites* (Diptera: Culicidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 79: 715-722.
- ✓ Schuler, T. C. & J. Beier. 1983. Oviposition dynamics of two released species of *Toxorhynchites* (Diptera: Culicidae) and potential prey species. *J. Med. Entomol.* 4: 371-376.
- Slaff, M. E., J. J. Reilly & W. C. Crans. 1975. Colonization of the predacious mosquito, *Toxorhynchites rutilus septentrionalis* (Dyar & Knab). *Proc. Annu. Meet. N. J. Mosq. Exterm. Assoc.* 62: 146-148.

- ✓ Smith, R. L. 1980. Ecology and Field Biology. 3<sup>th</sup> Ed. Harper & Row Publishers, New York
- ✓ Snedecor, G. W. & W. G. Cochran. 1967. Statistical Methods. 6<sup>th</sup> Ed. The Iowa State University Press. Iowa. 593 p.
- ✓ Steffan, W. A. 1975. Systematics and biological control potential of *Toxorhynchites* (Diptera: Culicidae). Mosq. Syst. 7: 59-67.
- ✓ Steffan, W. A. & N. L. Evenhuis. 1981. Biology of *Toxorhynchites*. Ann. Rev. Entomol. 26: 159-181.
- ✓ Steffan, W. A., A. H. Kodani & N. L. Evenhuis. 1982. Male and female genitalia of *Toxorhynchites amboinensis* (Diptera: Culicidae). Mosq. Syst. 14: 14-33.
- ✓ Taylor, D. S. 1989. Preliminary field observations on the killing behavior of *Toxorhynchites amboinensis* larvae. J. Am. Mosq. Control Assoc. 5: 444-445.
- ✓ Tikasingh, E. S. 1992. Effects of *Toxorhynchites moctezuma* larval predation on *Aedes aegypti* populations: experimental evaluation. Med. Vet. Entomol. 6: 266-271.
- Tikasingh, E. S. & A. Eustace. 1992. Suppression of *Aedes aegypti* by predatory *Toxorhynchites moctezuma* in an island habitat. Med. Vet. Entomol. 6: 272-280.
- Toma, T. & I. Miyagi. 1992. Laboratory evaluation of *Toxorhynchites splendens* (Diptera: Culicidae) for predation of *Aedes albopictus* mosquito larvae. Med. Vet. Entomol. 6: 281-289.
- ✓ Toohey, M. K., M. S. Goettel, M. Takagi, R. C. Ram, G. Prakash & J. S. Pillai. 1985. Field studies on the introduction of the mosquito predator *Toxorhynchites amboinensis* (Diptera: Culicidae) into Fiji. J. Med. Entomol. 22: 102-110.
- Trimble, R. M. 1979. Laboratory observations on oviposition by the predaceous tree-hole mosquito, *Toxorhynchites rutilus septentrionalis* (Diptera: Culicidae). Can. J. Zool. 57: 1104-1108.

- ✓ Trpis, M. 1972. Development and predatory behavior of *Toxorhynchites brevivalpis* (Diptera: Culicidae) in relation to temperature. *Environ. Entomol.* 1: 537-546.
- ✓ Trpis, M. 1981. Survivorship and age-specific fertility of *Toxorhynchites brevivalpis* females (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol.* 13: 481-486.
- ✓ Vargas, L. 1953. *Megarhinus* de Norteamérica (Diptera: Culicidae). *Rev. Inst. Salubr. Enferm. Trop.* 13: 27-32.
- ✓ Vongtangswad, S., & M. Trpis. 1980. Prediction of pupation in *Toxorhynchites brevivalpis* (Diptera: Culicidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 73: 83-84.
- ✓ Watts R. B. & S. M. Smith. 1978. Oogenesis in *Toxorhynchites rutilus* (Diptera: Culicidae). *Can. J. Zool.* 56: 136-139.
- Zar, J. H. 1974. *Bioestatistical Analysis*. Prentice-Hall, Inc. USA. 620 p.

## **ANEXO (CUADROS Y FIGURAS)**

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

- Cuadro 1. Resultados obtenidos de los muestreos efectuados en las ovitrampas centinela, su ubicación y distancia del área donde se efectuaron liberaciones de *T. theobaldi*.
- Cuadro 2. Resumen del análisis de varianza en bloques al azar efectuado para el número de huevos encontrados [ $\log ( X+1 )$ ] para seis liberaciones de hembras de *T. theobaldi*; tres diferentes densidades de liberación y con dos repeticiones cada una.
- Cuadro 3.- Resumen de la prueba de rango múltiple de Duncan para la comparación de las medias obtenidas del número de huevos [ $\log ( X+1 )$ ] en tres diferentes densidades de liberación de *T. theobaldi*.
- Cuadro 4. Resumen del análisis de varianza en bloques al azar efectuado para las razones del número de huevos encontrados [ $\log ( \text{razón } X+1 )$ ] para seis liberaciones de hembras de *T. theobaldi*; tres diferentes densidades de liberación y con dos repeticiones cada una.
- Cuadro 5. Resumen del análisis de varianza en bloques al azar efectuado para los porcentajes de llantas positivas con huevos para seis liberaciones de hembras de *T. theobaldi*; tres diferentes densidades de liberación y con dos repeticiones cada una.
- Cuadro 6. Resumen del análisis de varianza en bloques al azar efectuado para el número de veces [ $\log ( n+1 )$ ] que se alcanzó el nivel de al menos el 70 % de llantas positivas para huevos de *T. theobaldi* en seis liberaciones efectuadas (tres diferentes densidades de liberación y dos repeticiones para cada una).
- Cuadro 7. Resumen de los totales y promedios del número de huevos puestos y de los porcentajes de llantas positivas durante diecisiete días de muestreo para seis liberaciones de *T. theobaldi*. Se incluye lo obtenido en el período de muestreo adicional.

- Figura 1. Vista del área experimental donde se efectuaron liberaciones de *T. theobaldi*.
- Figura 2. Posición de una de las llantas utilizadas como ovitrampas para *T. theobaldi*.
- Figura 3. Plano del área experimental con la ubicación de los árboles y llantas; no se esquematiza cobertura del follaje (escala 1 : 300).
- Figura 4. Vista del área experimental y de la jaula y punto de liberación, al momento de liberar adultos de *T. theobaldi*.
- Figura 5. Vista de huevos de *T. theobaldi* puestos en una de las llantas ovitrampa.
- Figura 6. Plano del área experimental con la forma y tamaño de la cobertura del follaje de cada árbol (escala 1 : 300); también se indica la ubicación de las llantas. En el sobrepuesto a esta figura se indican círculos cuyo radio fué determinado por dos veces el radio mayor de la cobertura de cada árbol donde se ubicaron las llantas.
- Figura 7. Relación entre el número de huevos puestos y los días postliberación (20 Jul.-5 Ago. 90) de 20 hembras de *T. theobaldi* y ajuste a la ecuación de regresión inversa.
- Figura 8. Relación entre el número de huevos puestos y los días postliberación (1-17 Sept. 90) de 20 hembras de *T. theobaldi* y ajuste a la ecuación de regresión inversa.
- Figura 9. Relación entre el número de huevos puestos y los días postliberación (24 May.-9 Jun. 90) de 40 hembras de *T. theobaldi* y ajuste a la ecuación de regresión inversa.
- Figura 10. Relación entre el número de huevos puestos y los días postliberación (24 Abril-10 May. 91) de 40 hembras de *T. theobaldi* y ajuste a la ecuación de regresión inversa.

- Figura 11. Relación entre el número de huevos puestos y los días postliberación (27 May.-12 Jun. 91) de 80 hembras de *T. theobaldi* y ajuste a la ecuación de regresión inversa.
- Figura 12. Número de huevos puestos durante 17 días postliberación (25 Oct.-10 Nov. 90) de 80 hembras de *T. theobaldi* y temperaturas promedio y mínimas durante el período.
- Figura 13. Relación entre temperaturas promedio diarias y el número de huevos puestos durante un período de 17 días postliberación (25 Oct.-10 Nov. 90) de 80 hembras de *T. theobaldi*.
- Figura 14. Relación entre temperaturas mínimas diarias y el número de huevos puestos durante un período de 17 días postliberación (25 Oct.-10 Nov. 90) de 80 hembras de *T. theobaldi*.
- Figura 15. Relación entre los días postliberación y el porcentaje de llantas positivas para una liberación de 20 hembras de *T. theobaldi* (Período: 20 Jul.-5 Ago. 90).
- Figura 16. Relación entre los días postliberación y el porcentaje de llantas positivas para una liberación de 20 hembras de *T. theobaldi* (Período: 1-17 Sept. 90).
- Figura 17. Relación entre los días postliberación y el porcentaje de llantas positivas para una liberación de 40 hembras de *T. theobaldi* (Período: 24 May.-9 Jun. 90).
- Figura 18. Porcentajes de llantas positivas durante un período de 17 días postliberación (24 Abril-10 May. 91) de 40 hembras de *T. theobaldi*.
- Figura 19. Porcentajes de llantas positivas durante un período de 17 días postliberación (25 Oct.-10 Nov. 90) de 80 hembras de *T. theobaldi*.
- Figura 20. Porcentajes de llantas positivas durante un período de 17 días postliberación (27 May.-10 Jun. 91) de 80 hembras de *T. theobaldi*.

- Figura 21. Relación entre el porcentaje de llantas positivas y el número de huevos puestos durante 17 días postliberación (20 Jul.-5 Ago. 90) de 20 hembras de *T. theobaldi*. Se incluye ajuste a regresión logarítmica.
- Figura 22. Relación entre el porcentaje de llantas positivas y el número de huevos puestos durante 17 días postliberación (1-17 Sept. 90) de 20 hembras de *T. theobaldi*. Se incluye ajuste a regresión logarítmica.
- Figura 23. Relación entre el porcentaje de llantas positivas y el número de huevos puestos durante 17 días postliberación (24 May.-9 Jun. 90) de 40 hembras de *T. theobaldi*. Se incluye ajuste a regresión logarítmica.
- Figura 24. Relación entre el porcentaje de llantas positivas y el número de huevos puestos durante 17 días postliberación (24 Abril-10 May. 91) de 40 hembras de *T. heobaldi*. Se incluye ajuste a regresión logarítmica.
- Figura 25. Relación entre el porcentaje de llantas positivas y el número de huevos puestos durante 17 días postliberación (25 Oct.-10 Nov. 90) de 80 hembras de *T. theobaldi*. Se incluye ajuste a regresión logarítmica.
- Figura 26. Relación entre el porcentaje de llantas positivas y el número de huevos puestos durante 17 días postliberación (27 May.-10 Jun. 91) de 80 hembras de *T. theobaldi*. Se incluye ajuste a regresión logarítmica.
- Figura 27. Número diario de huevos puestos por *T. theobaldi* durante un período de muestreo adicional (11-30 Ago. 91).
- Figura 28. Relación entre el porcentaje de llantas positivas y el número de huevos puestos por *T. theobaldi* durante un período de muestreo adicional (11-30 Ago. 91).
- Figura 29. Relación entre el promedio de huevos puestos por llanta y el porcentaje de área con cobertura arbórea (según criterio establecido), para una liberación de 20 hembras de *T. theobaldi* y un período de 17 días (20 Jul.-5 Ago. 90). Se incluye ajuste a ecuación cuadrática.

- Figura 30. Relación entre el promedio de huevos puestos por llanta y el porcentaje de área con cobertura arbórea (según criterio establecido), para una liberación de 40 hembras de *T. theobaldi* y un período de 17 días (24 May.-9 Jun. 90). Se incluye ajuste a ecuación cuadrática.
- Figura 31. Relación entre el promedio de huevos puestos por llanta y el porcentaje de área con cobertura arbórea (según criterio establecido), para una liberación de 80 hembras de *T. theobaldi* y un período de 17 días (25 Oct.-10 Nov. 90). Se incluye ajuste a ecuación cuadrática.
- Figura 32. Relación entre el promedio de huevos puestos por llanta y el porcentaje de área con cobertura arbórea (según criterio establecido), para una liberación de 20 hembras de *T. theobaldi* y un período de 17 días (1-17 Sept. 90).
- Figura 33. Relación entre el promedio de huevos puestos por llanta y el porcentaje de área con cobertura arbórea (según criterio establecido), para una liberación de 40 hembras de *T. theobaldi* y un período de 17 días (24 Abril-10 May. 91).
- Figura 34. Relación entre el promedio de huevos puestos por llanta y el porcentaje de área con cobertura arbórea (según criterio establecido), para una liberación de 80 hembras de *T. theobaldi* y un período de 17 días (27 May.-12 Jun. 91).
- Figura 35. Relación entre el promedio de huevos de *T. theobaldi* por llanta y el porcentaje de área con cobertura (según criterio establecido) durante 20 días de muestreo adicional (11-30 Ago. 91). Se incluye ajuste a ecuación cuadrática.

Cuadro 1.- Resultados obtenidos de los muestreos efectuados en las ovitrampas centinela, su ubicación y distancia del área donde se efectuaron liberaciones de *T. theobaldi*.

Centinela No.	Liberación 40 hembras ("II")						
	1	2	3*	4	5	6	7
Número de Registros (n)**	14	15		17	13	12	12
Frecuencia de Oviposición	9	5		1	0	0	4
Total de Huevos***	41	23	6	4	0	0	24

Sur                      0                      Norte

Centinela No.	Liberación 80 hembras ("II")						
	1	2	3	4	5	6	7
Número de Registros (n)**	13	14	14	11	14	13	14
Frecuencia de Oviposición	11	5	0	1	3	1	4
Total de Huevos***	42	19	6	0	1	3	2

3

Ubicación de Ovitrampas Centinela	
Centinela 1,2 y 3	a 50, 100 y 150 m al Este del área
Centinela 4 y 5	a 50 y 141 m al Sur del área
Centinela 6	a 20 m al Oeste del área al lado de la carretera
Centinela 7	a 30 m al E-NE del área junto al Arroyo "Topo Chico"

\* Durante esta liberación no hubo centinela 3.

\*\* Los "n" difieren porque en ocasiones algunos botes fueron tirados por animales o humanos.

\*\*\* Sólo se consideraron los primeros 17 días postliberación

Cuadro 2.- Restímen del análisis de varianza en bloques al azar efectuado para el número de huevos encontrados [ $\log (X+1)$ ] para seis liberaciones de hembras de *T. theobaldi*; tres diferentes densidades de liberación y con dos repeticiones cada una.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Razón de Varianzas (F)	F .95
Tratamientos	2	0.4868	0.2434	58.3202	19.00
Bloques	1	0.0482	0.0482	11.5480 *	18.51
Error	2	0.0088	0.0042		
Total	5	0.5438			

\* Significativo al 95 % de confianza.

Cuadro 3.- Resumen de prueba de rango múltiple de Duncan para la comparación de las medias obtenidas del número de huevos  $[\log (X+1)]$  en tres diferentes densidades de liberación de *T. theobaldi*.

Liberación	Medias en Bruto	ES*	Medias de $[\log (X+1)]$	Resúmen**	Valor RME (Duncan)
20 00	42.06 ±	4.37	1.1234	a	
40 00	80.38 ±	10.79	1.4727	b	0.2782
80 00	175.53 ±	47.67	1.8211	c	

\* Error Estándar.

\*\* Medias marcadas con diferentes letras son diferentes entre sí al 95 % de confianza.

Cuadro 4.- Resumen del análisis de varianza en bloques al azar efectuado para las razones del número de huevos encontrados [log (razón X + 1)] para seis liberaciones de hembras de *T. theobaldi*; tres diferentes densidades de liberación y con dos repeticiones cada una.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Razón de Varianzas (F)	F .95
Tratamientos	2	0.0251	0.0125	1.6817	19.00
Bloques	1	0.0526	0.0526	7.0598	18.51
Error	2	0.0149	0.0074		
Total	5	0.0926			

Cuadro 5.- Resumen del análisis de varianza en bloques al azar efectuado para los porcentajes de llantas positivas con huevos para seis liberaciones de hembras de *T. theobaldi*; tres diferentes densidades de liberación y con dos repeticiones cada una.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Razón de Varianzas ( F )	F .95
Tratamientos	2	531.9503	265.9752	15.7945	19.00
Bloques	1	3.6908	3.6908	0.2192	18.51
Error	2	33.6795	16.8398		
Total	5	569.3207			

Cuadro 6.- Restímen del análisis de varianza en bloques al azar efectuado para el número de veces  $[\log (X+1)]$  que se alcanzó el nivel de al menos el 70 % de llantas positivas para huevos de *T. theobaldi* en seis liberaciones efectuadas (tres diferentes densidades de liberación y dos repeticiones para cada una).

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Razón de Varianzas ( F )	F .95
Tratamientos	2	0.04193	0.02097	6.0576	19.00
Bloques	1	0.00001	0.00001	0.0031	18.51
Error	2	0.00692	0.00345		
Total	5	0.04886			

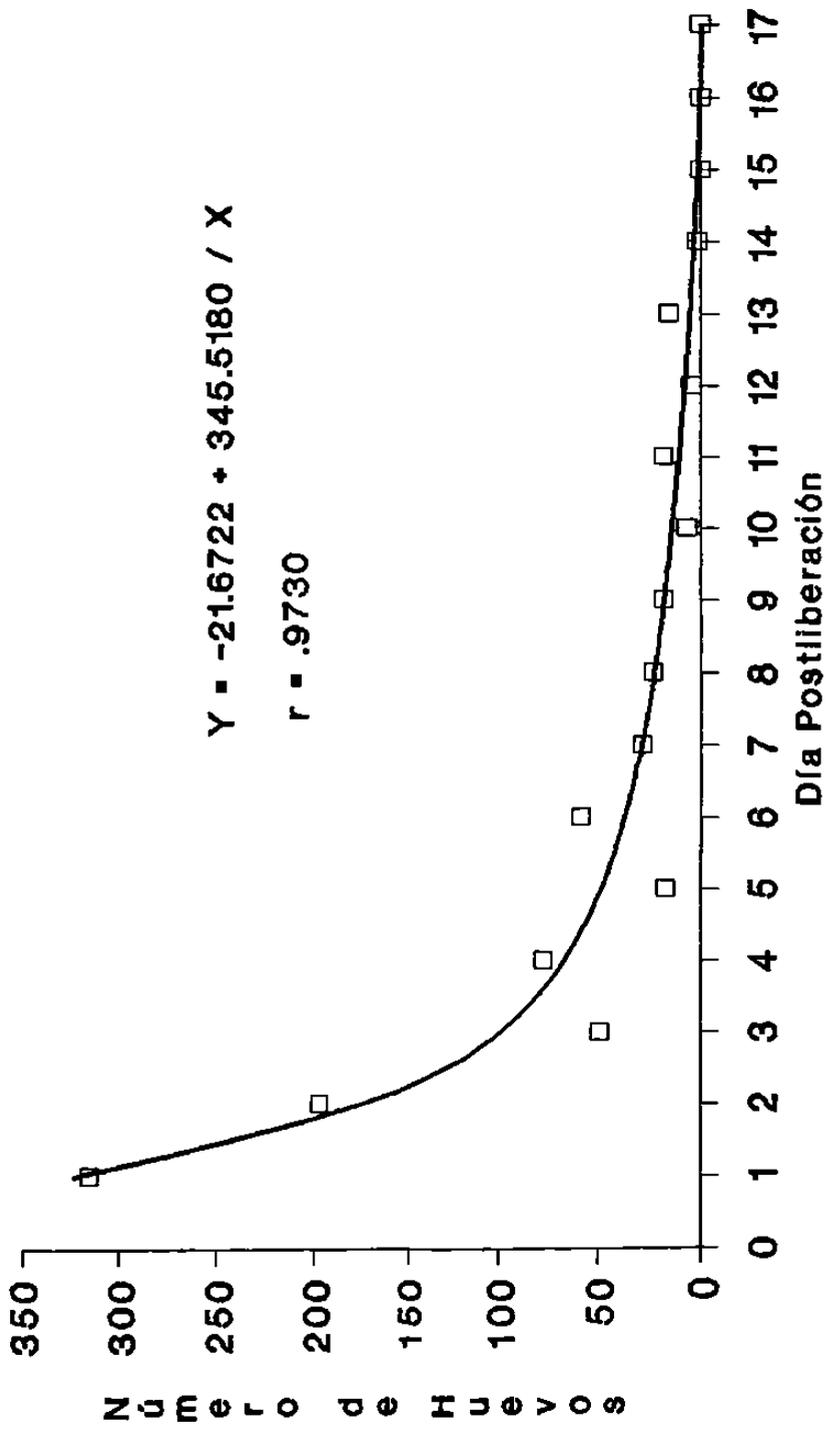


Figura 7. Relación entre el número de huevos puestos y los días postliberación (20 Jul-5 Ago, 90) de 20 hembras de *T. theobaldi* y ajuste a la ecuación de regresión inversa.

✓  
K O



Figura 1. Vista del área experimental donde se efectuaron liberaciones de *T. theobaldi* (fotografía tomada en Noviembre de 1990)



Figura 2. Posición de una de las llantas utilizadas como ovitrampas para *T. theobaldi*.

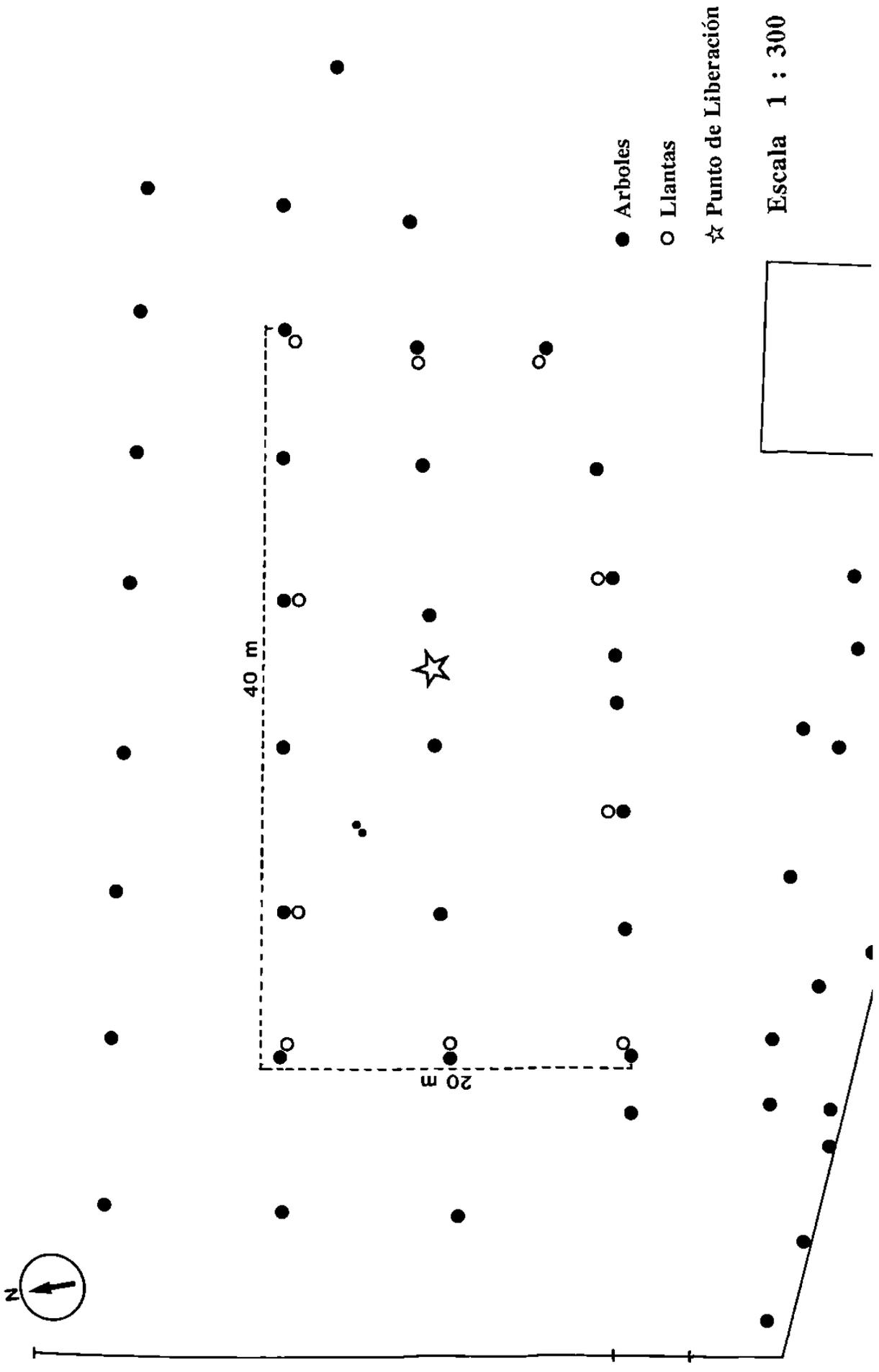


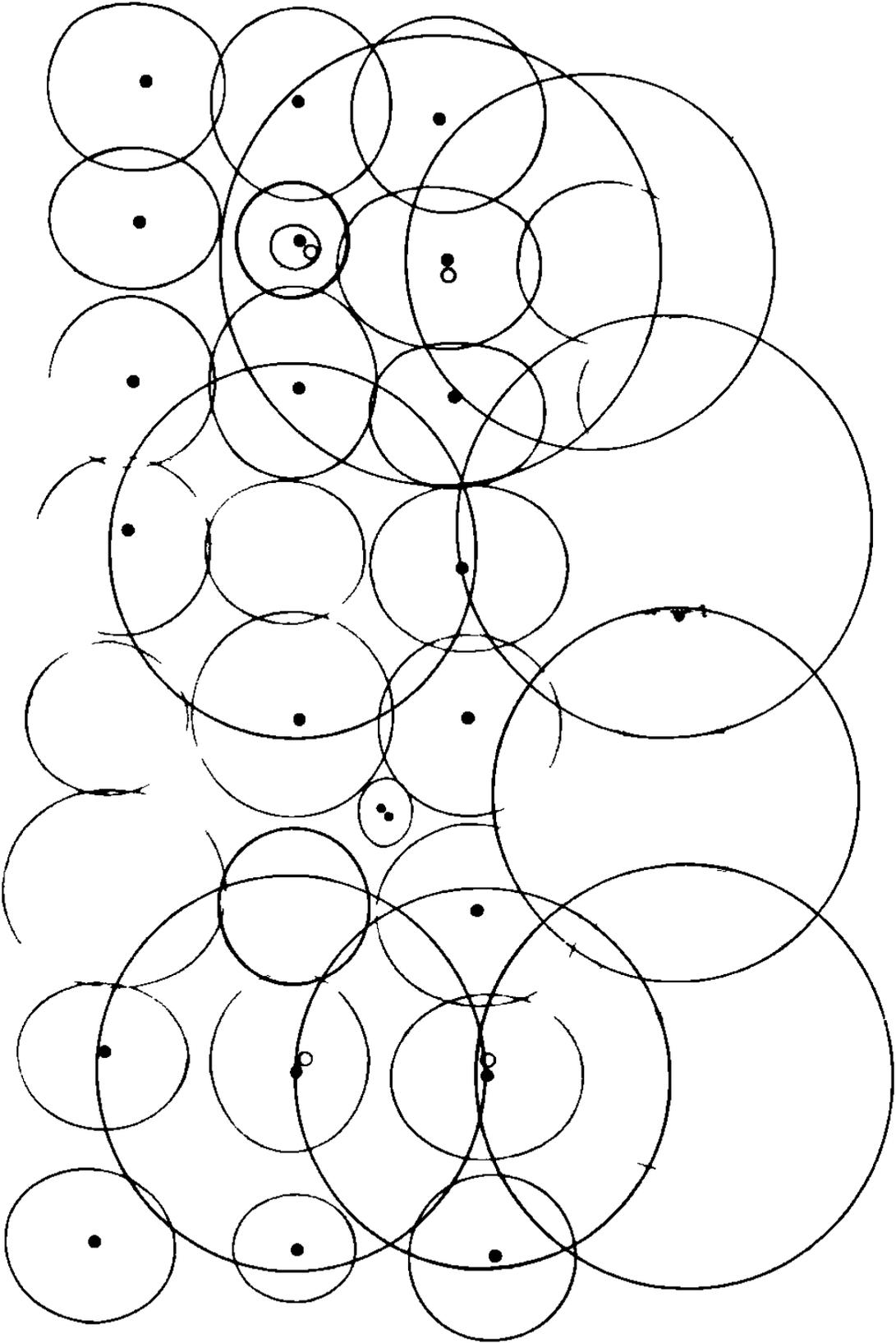
Figura 3. Plano del área experimental con la ubicación de los árboles y liantas; no se esquematiza cobertura del follaje.

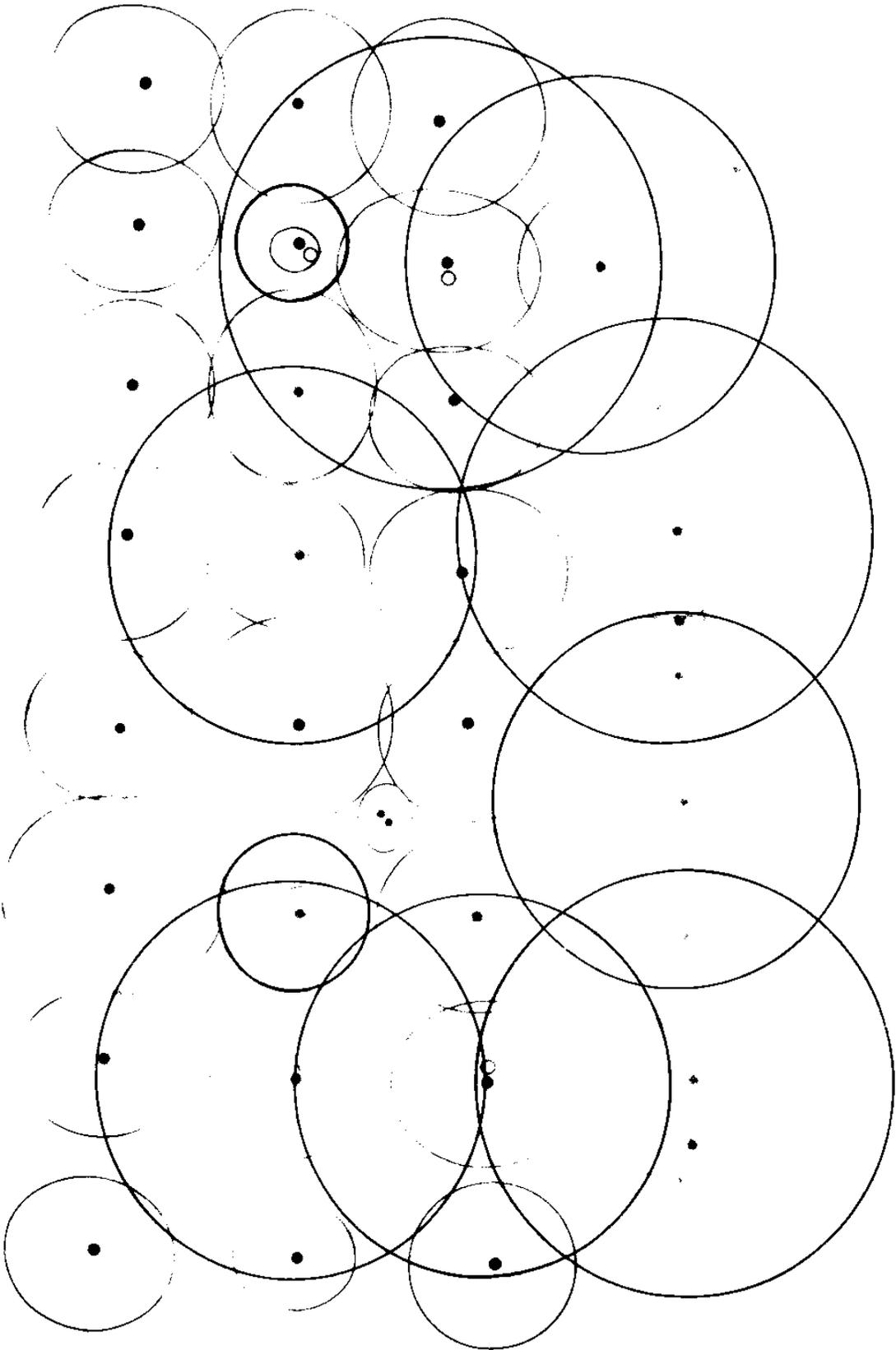


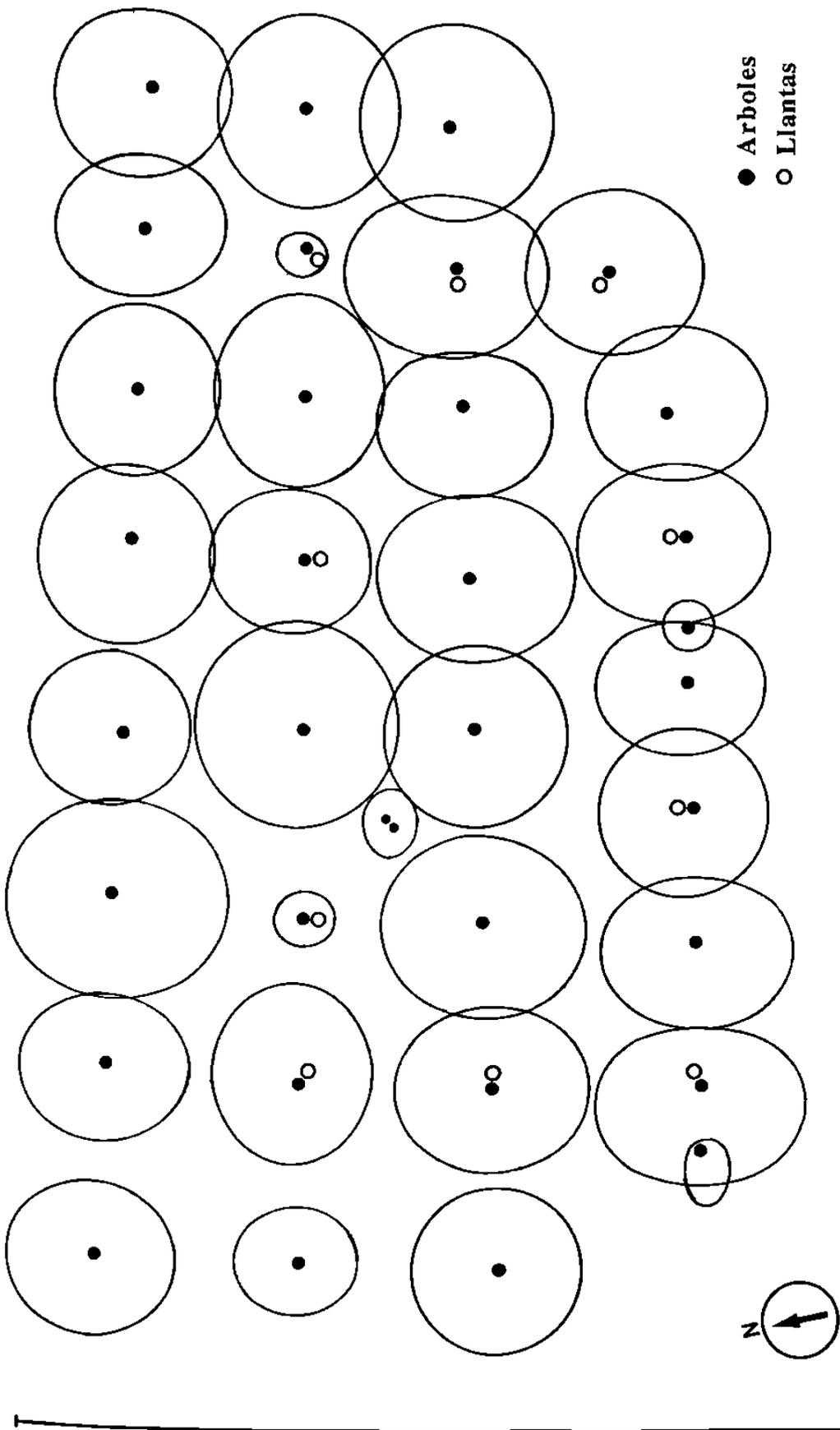
Figura 4. Vista del área experimental y de la jaula y punto de liberación, al momento de liberar adultos de *T. theobaldi*.



Figura 5. Vista de huevos de *T. theobaldi* puestos en una de las llantas ovitrampa.







Escala 1 : 300

Figura 6. Plano del área experimental con la forma y tamaño de la cobertura del follaje de cada árbol; se indica la ubicación de las llantas ovitrampa. En el sobrepuesto a esta figura se indican círculos cuyo radio fué determinado por dos veces el radio mayor de la cobertura de cada árbol donde se situaron las llantas.

$\left. \begin{matrix} \text{ } \\ \text{ } \\ \text{ } \end{matrix} \right\} \begin{matrix} b_1 & b_2 & b_3 \end{matrix}$

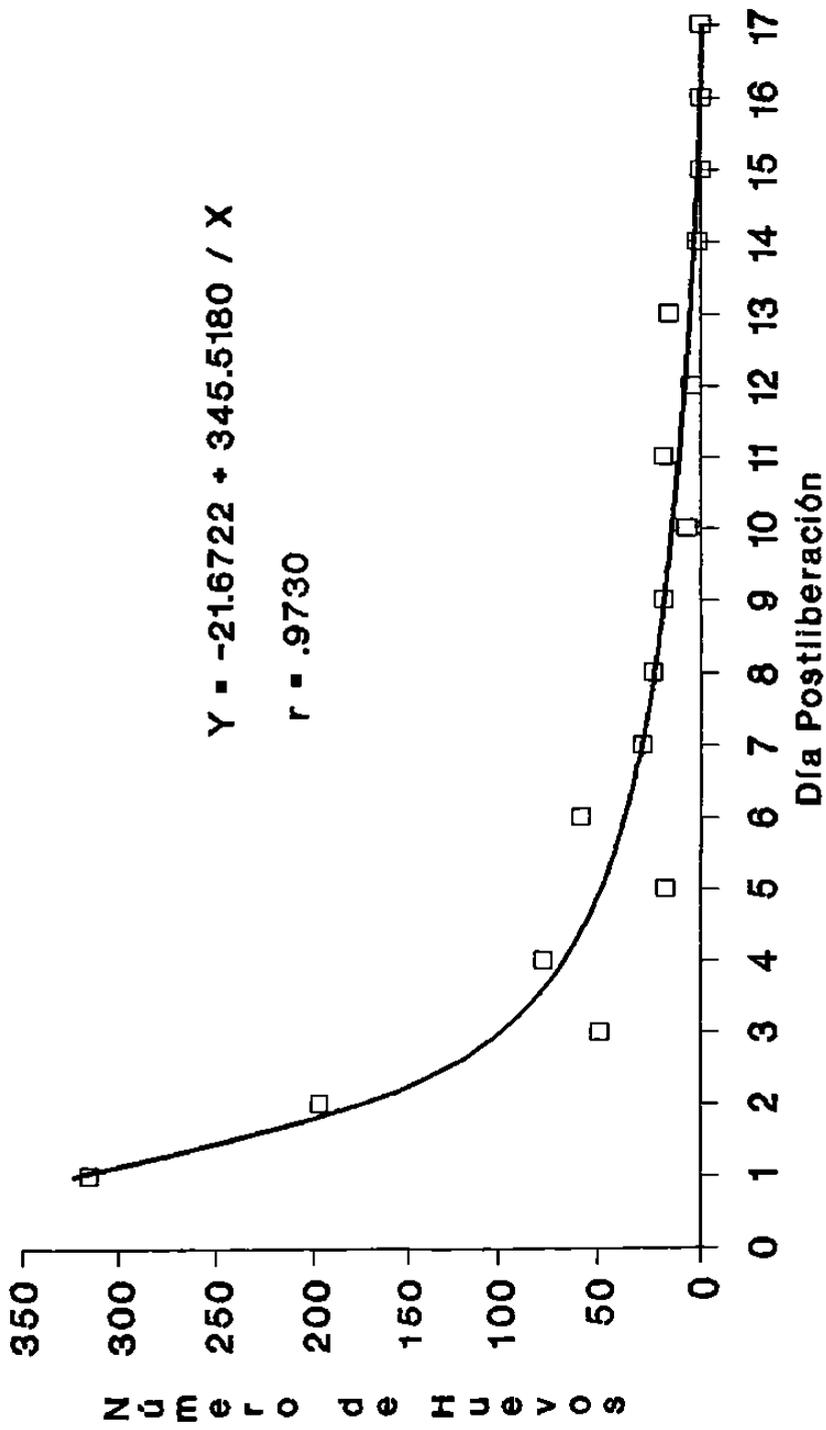


Figura 7. Relación entre el número de huevos puestos y los días postliberación (20 Jul-5 Ago, 90) de 20 hembras de *T. theobaldi* y ajuste a la ecuación de regresión inversa.

✓  
K O

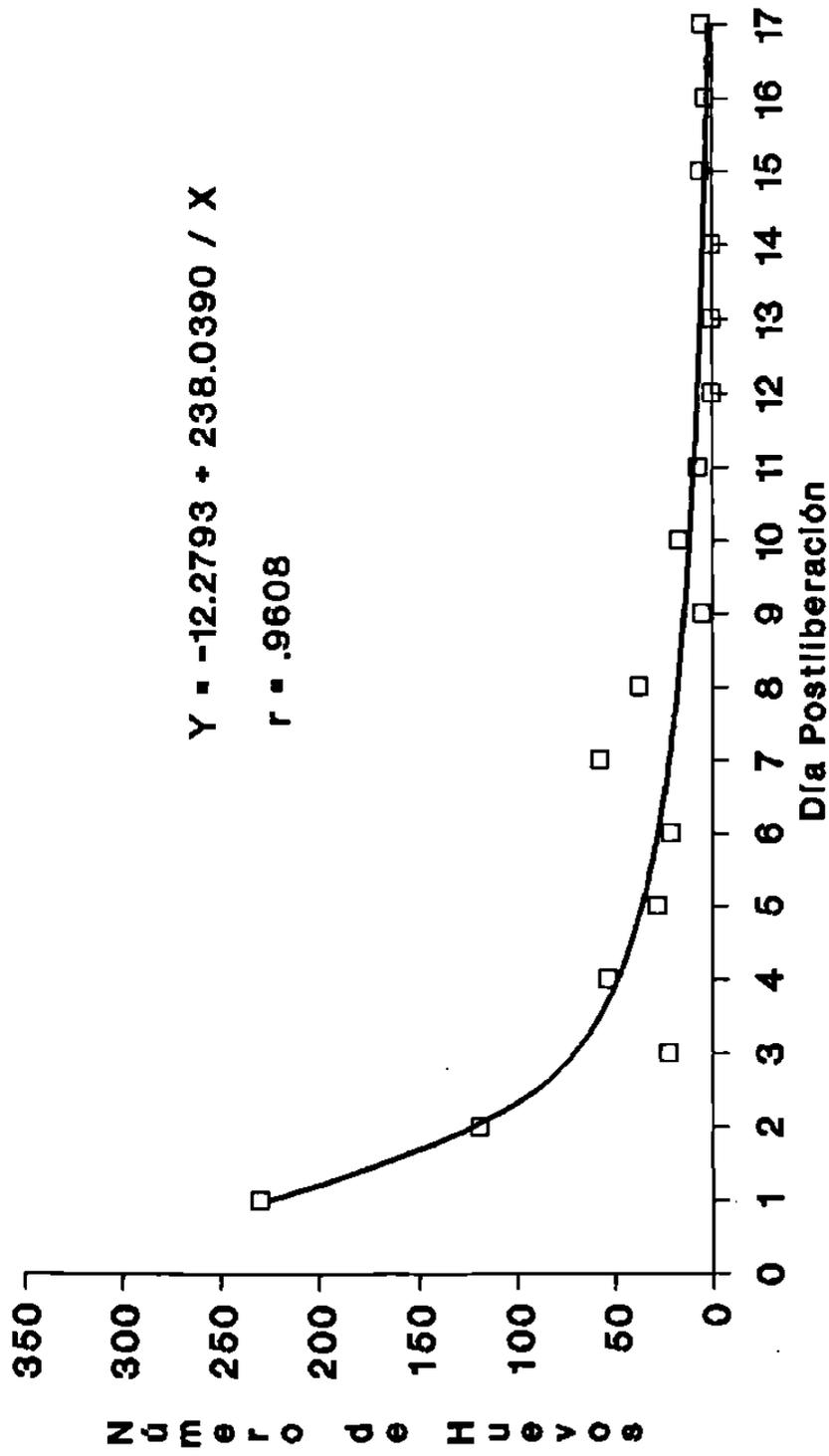


Figura 8. Relación entre el número de huevos puestos y los días postliberación (1-17 Sept, 90) de 20 hembras de *T. theobaldi* y ajuste a la ecuación de regresión inversa.

8  
X-2

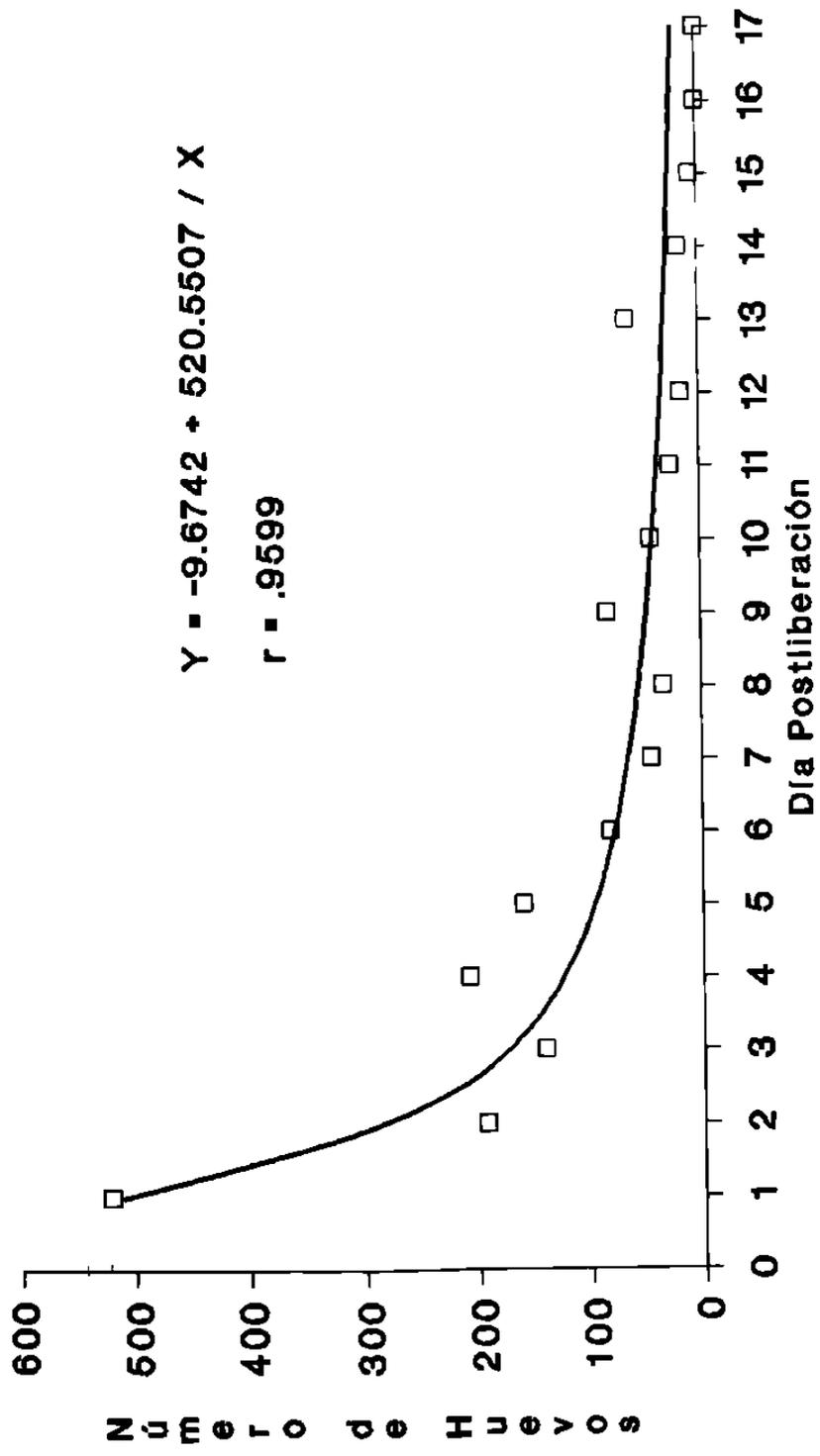


Figura 9. Relación entre el número de huevos puestos y los días postliberación (24 May-9 Jun, 90) de 40 hembras de *T. theobaldi* y ajuste a la ecuación de regresión inversa.

Fr. B. 3

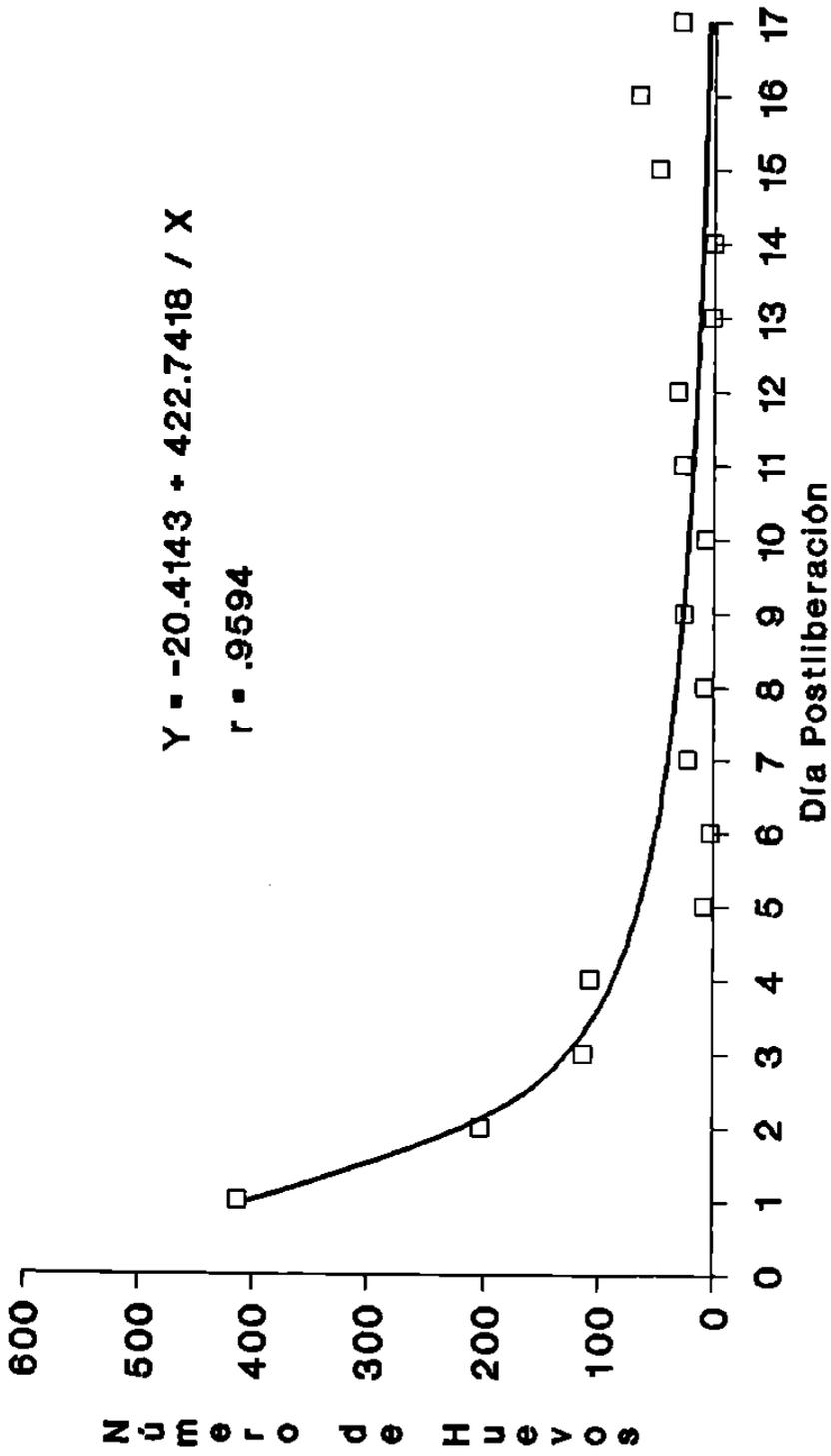


Figura 10. Relación entre el número de huevos puestos y los días postliberación (24 Abril-10 May, 91) de 40 hembras de *T. theobaldi* y ajuste a la ecuación de regresión inversa.

x  
y

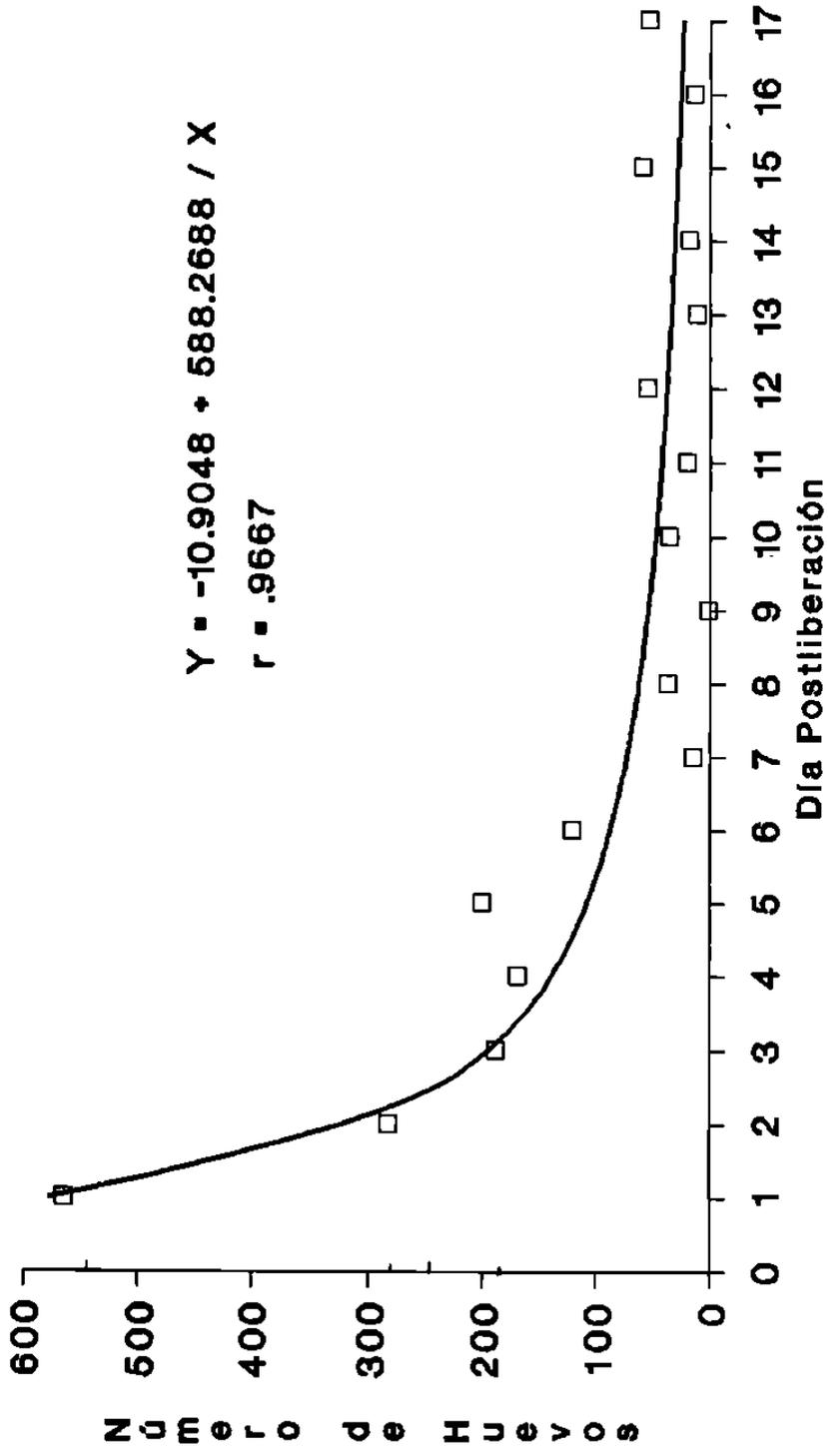


Figura 11. Relación entre el número de huevos puestos y los días postliberación (27 May-12 Jun, 91) de 80 hembras de *T. theobaldi* y ajuste a la ecuación de regresión inversa.

F'0

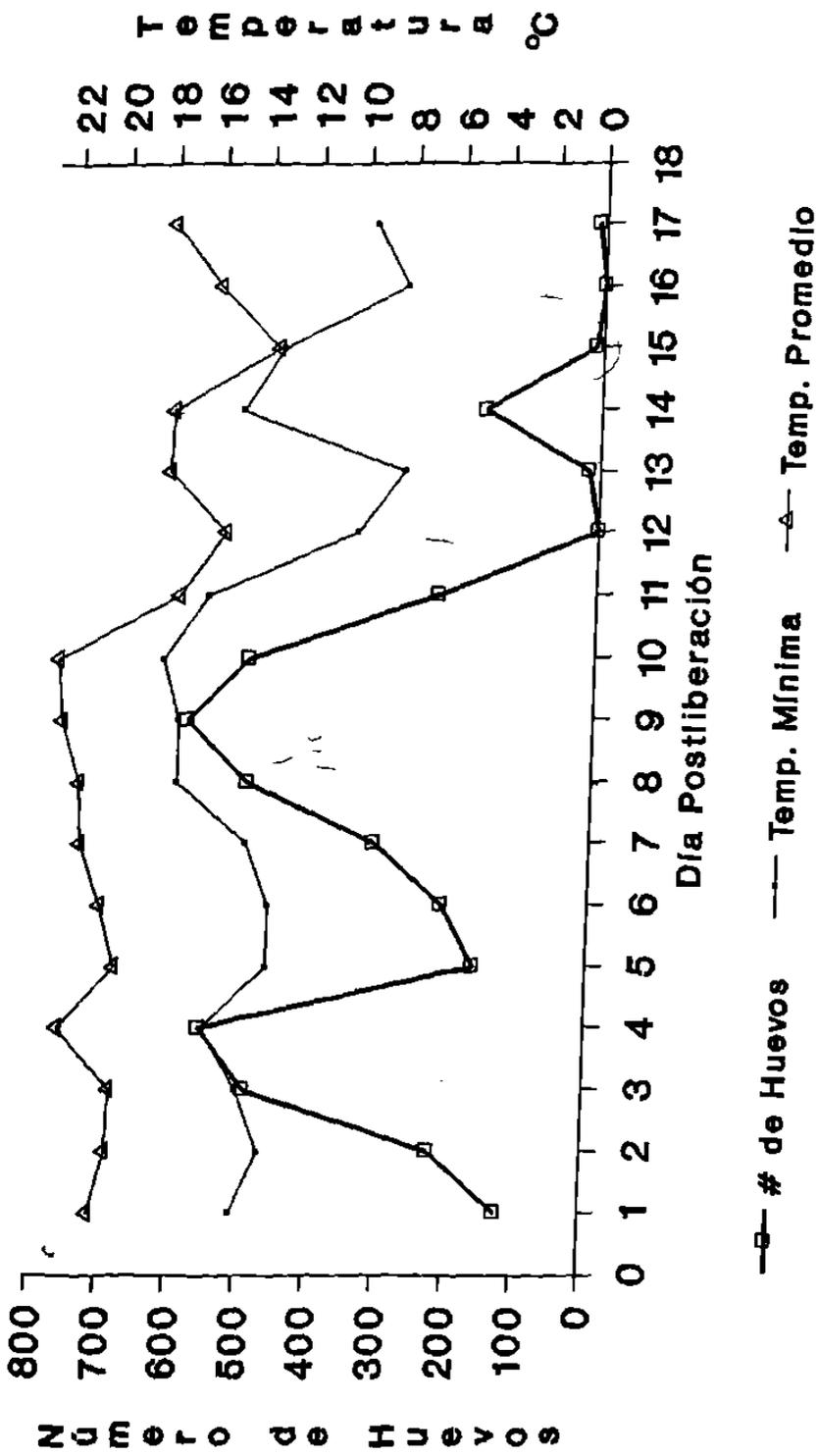


Figura 12. Número de huevos puestos durante 17 días postliberación (25 Oct-10 Nov, 90) de 80 hembras de *T. theobaldi* y temperaturas promedio y mínimas durante el período.

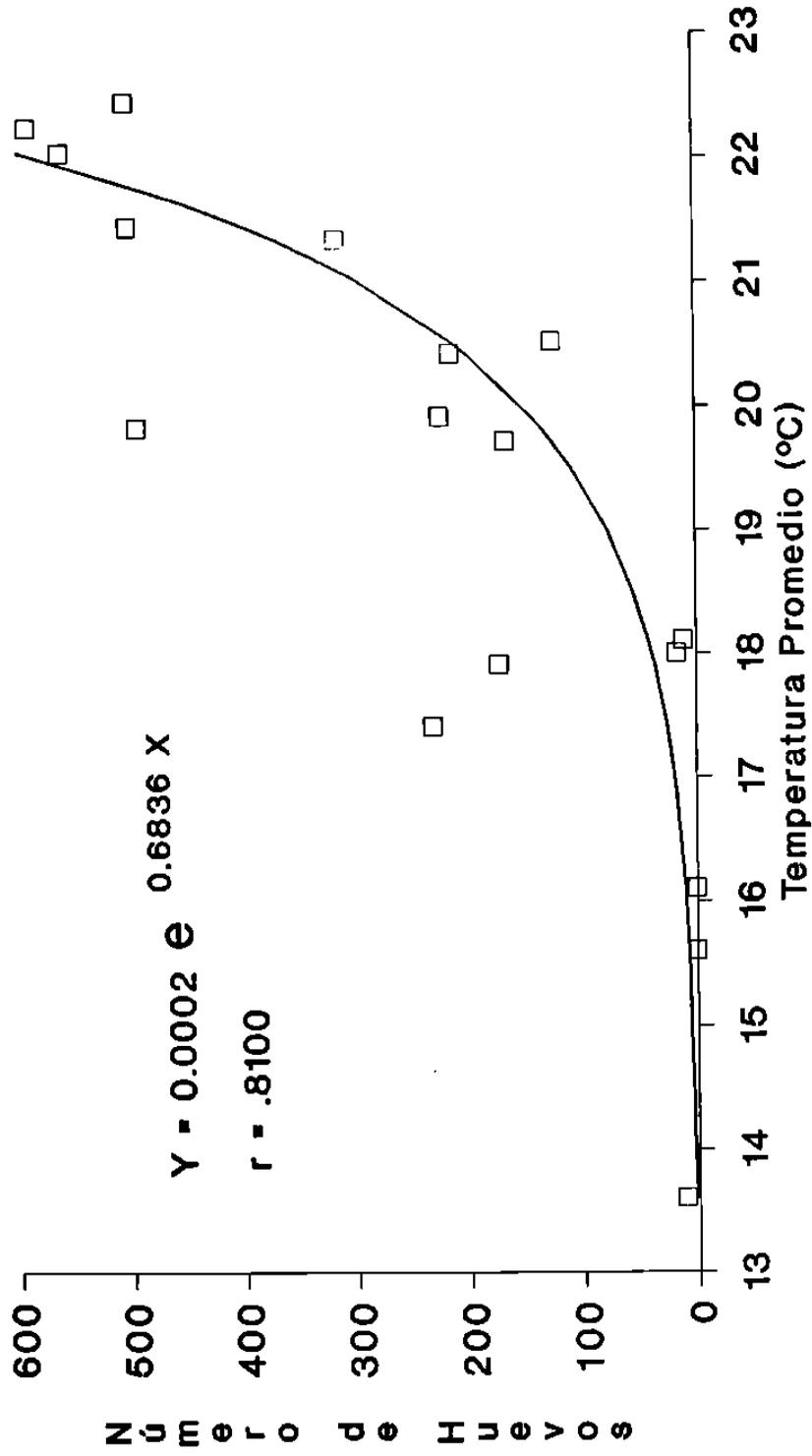


Figura 13. Relación entre temperaturas promedio diarias y el número de huevos puestos durante un período de 17 días postliberación (25 Oct-10 Nov, 90) de 80 hembras de *T. theobaldi*.

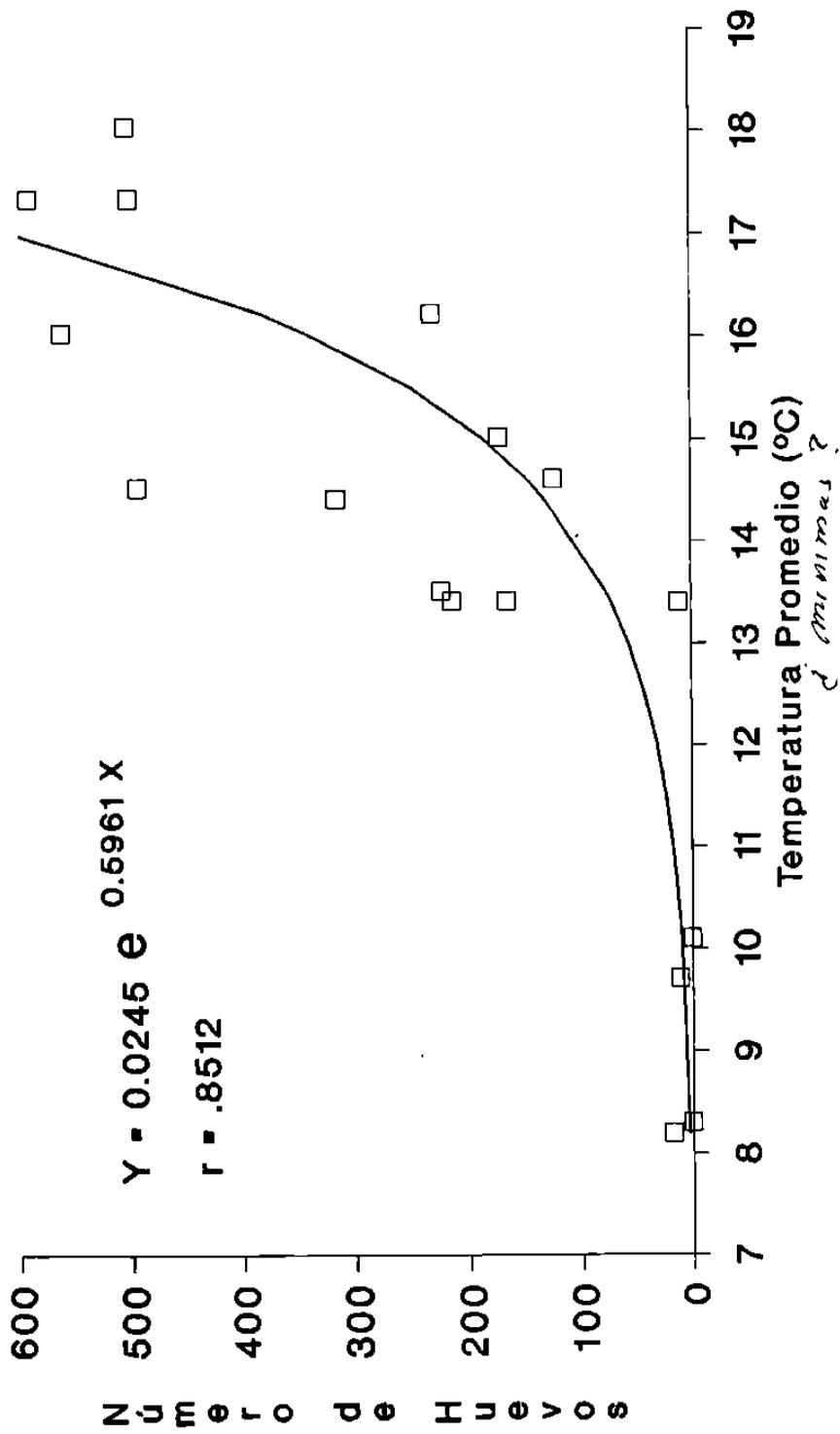


Figura 14. Relación entre las temperaturas mínimas diarias y el número de huevos puestos durante un periodo de 17 días post-liberación (25 Oct-10 Nov, 90) de 80 hembras de *T. theobaldi*.

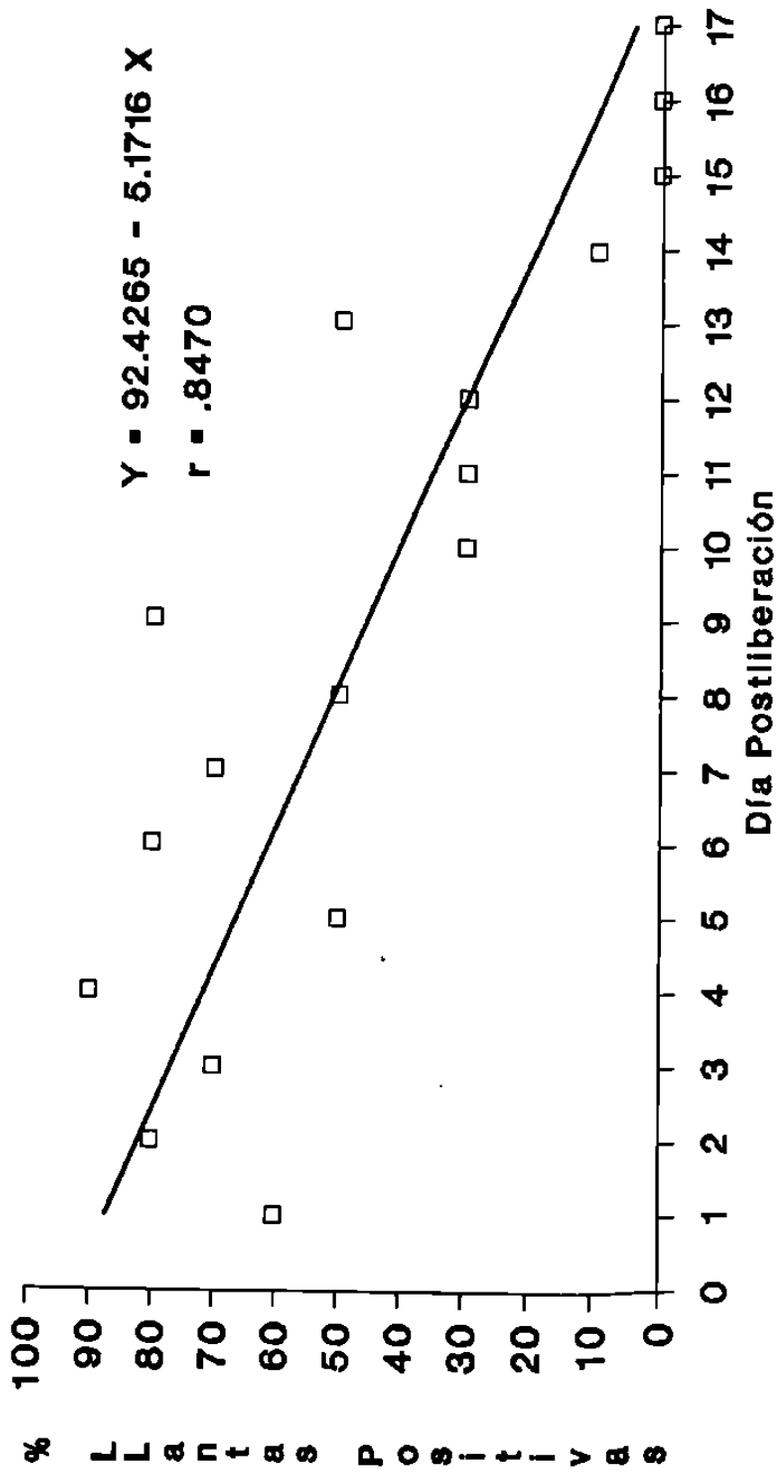


Figura 15. Relación entre los días postliberación y el porcentaje de llantas positivas para una liberación de 20 hembras de *T. theobaldi* (Período: 20 Jul-5 Ago, 90).

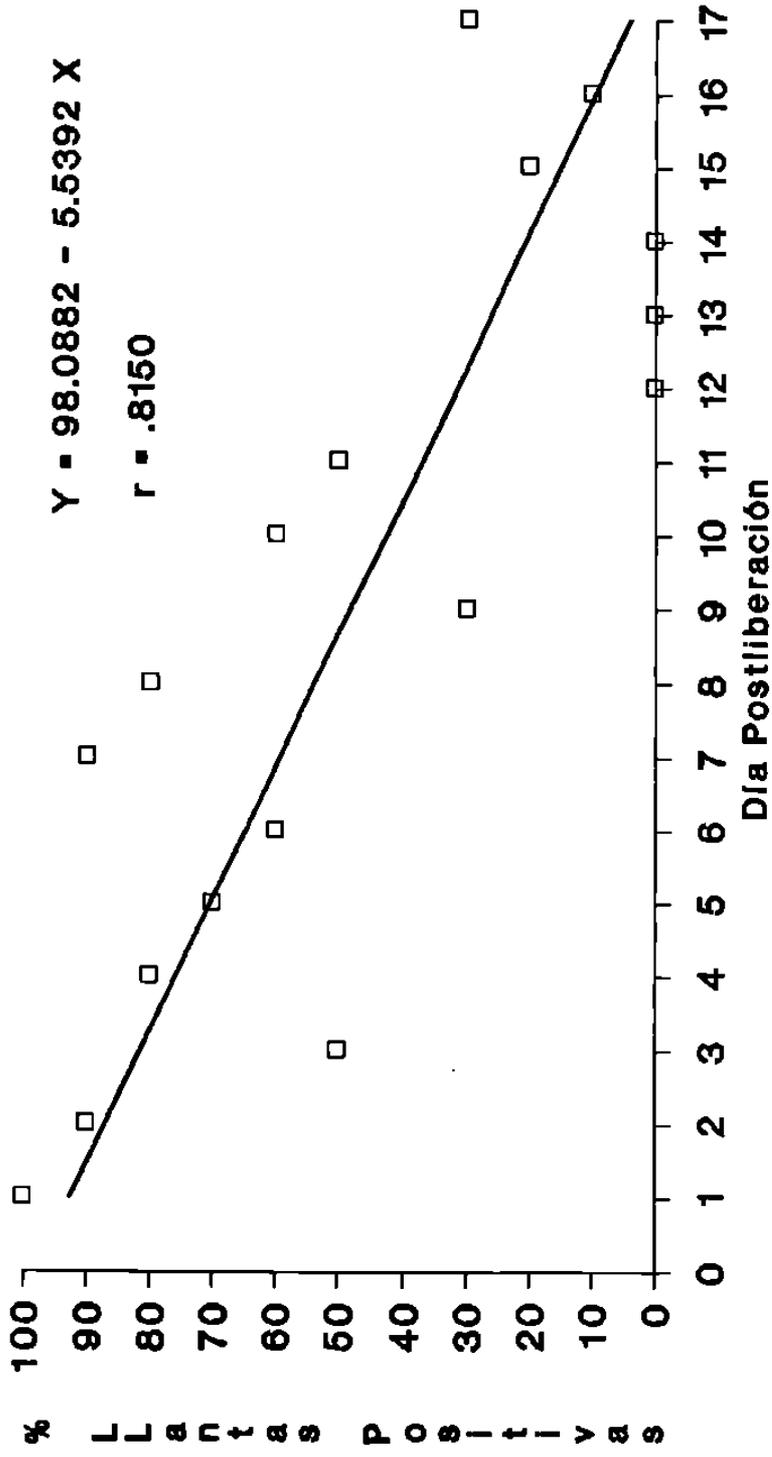


Figura 16. Relación entre los días postliberación y el porcentaje de llantas positivas para una liberación de 20 hembras de *T. theobaldi* (Perfodo: 1-17 Sept, 90).

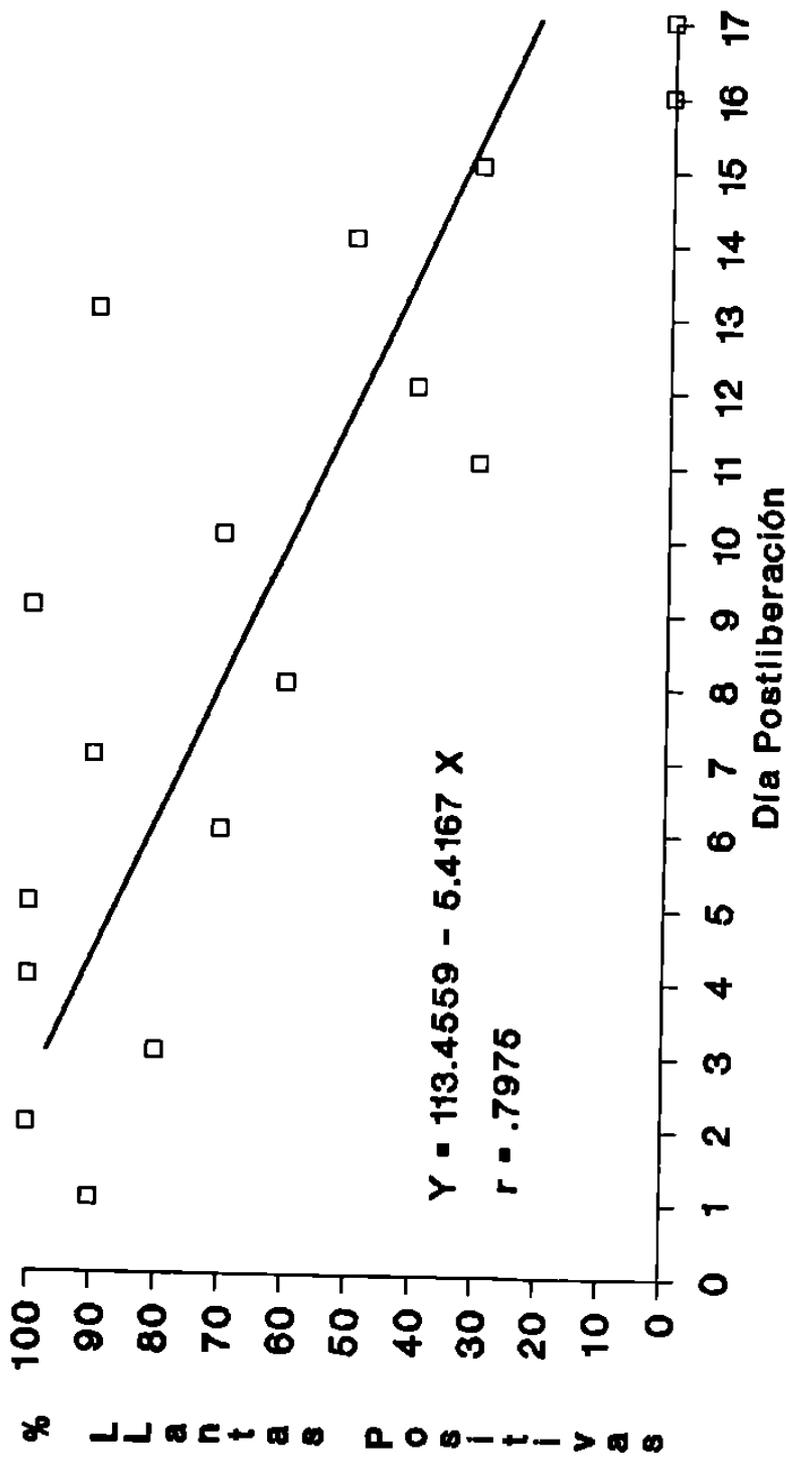


Figura 17. Relación entre los días postliberación y el porcentaje de llantas positivas para una liberación de 40 hembras de *T. theobaldi* (Período 24 May-9 Jun, 90).

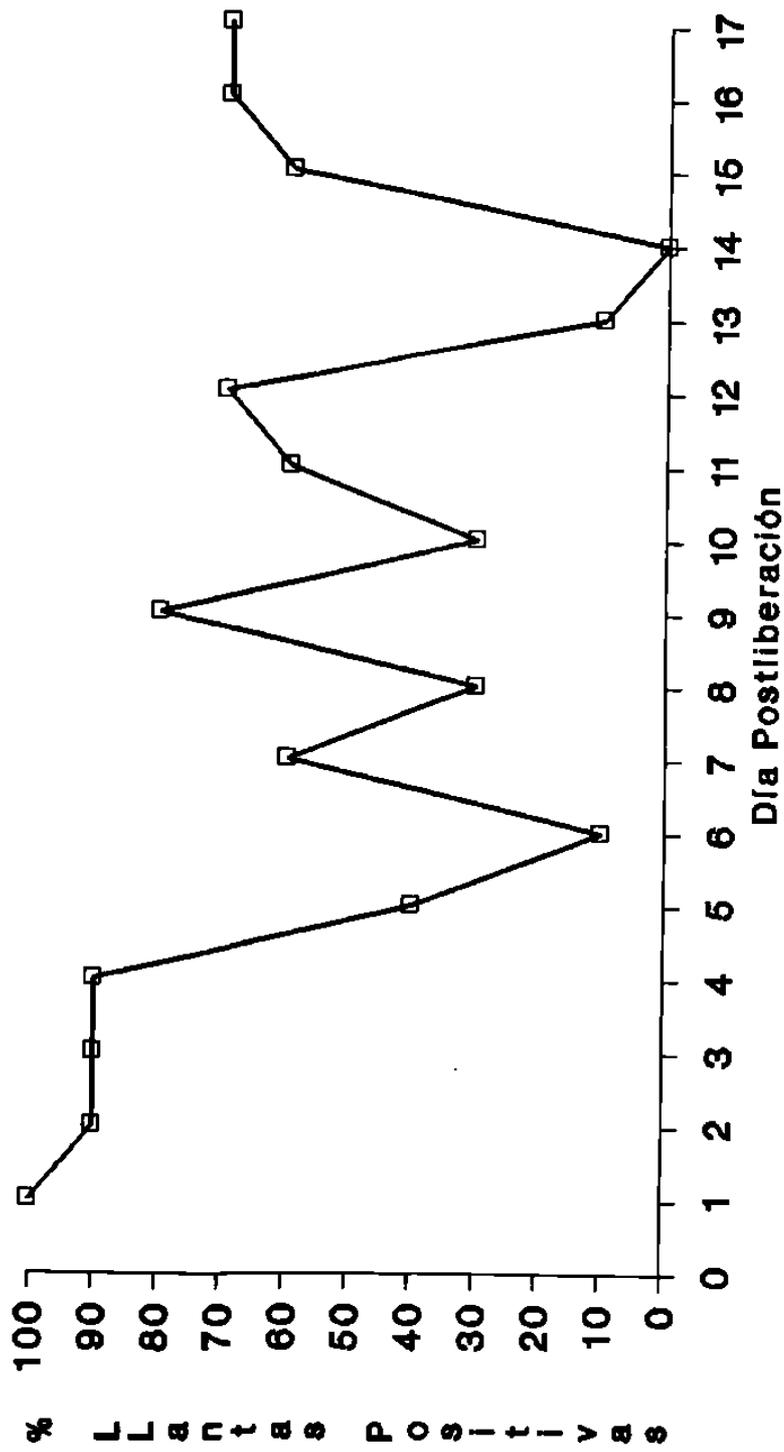


Figura 18. Porcentajes de larvas positivas durante un período de 17 días postliberación ( 24 Abril-10 May, 91 ) de 40 hembras de *T. theobaldi*.

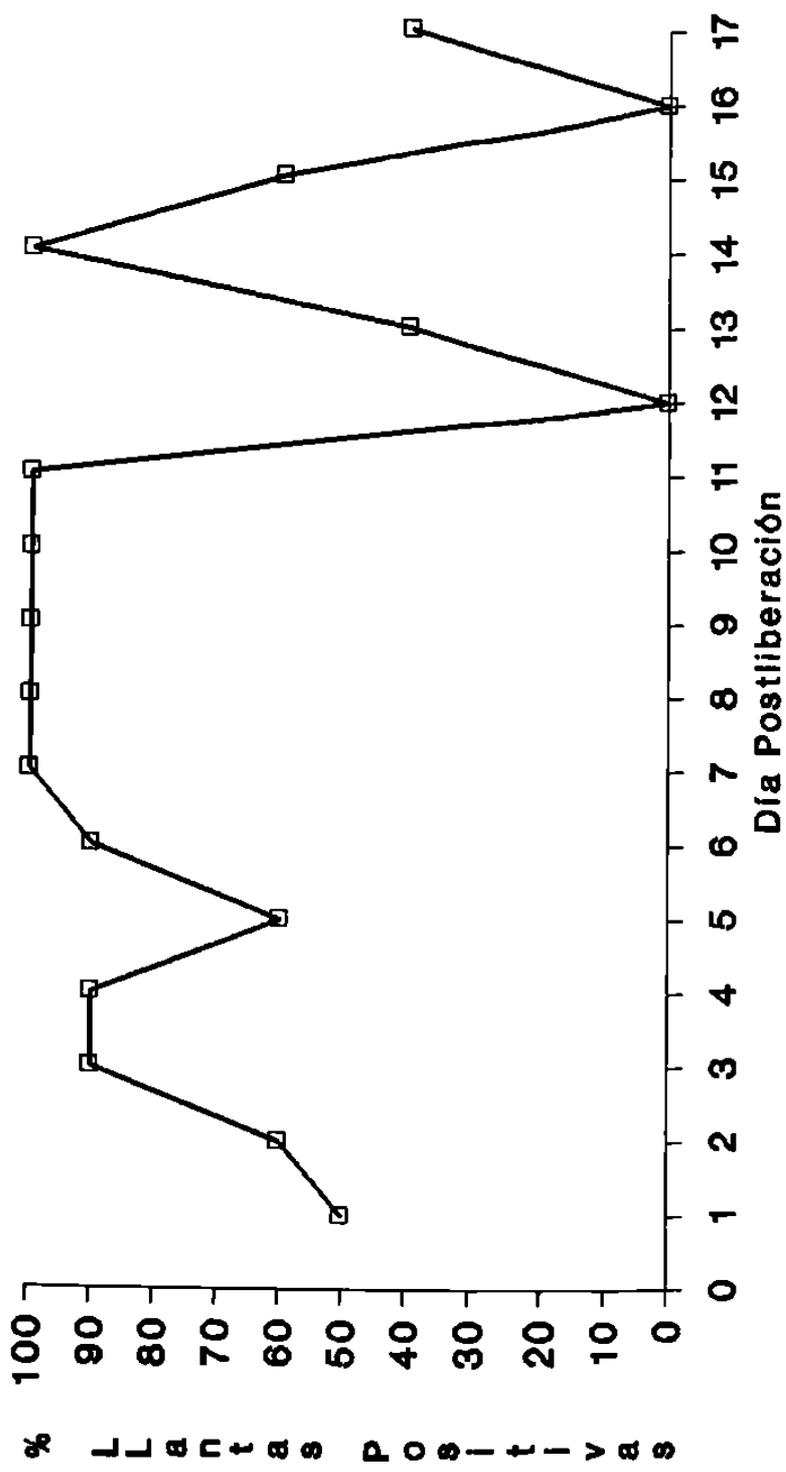


Figura 19. Porcentajes de llantas positivas durante un período de 17 días postliberación ( 25 Oct-10 Nov, 90 ) de 80 hembras de *T. theobaldi*.

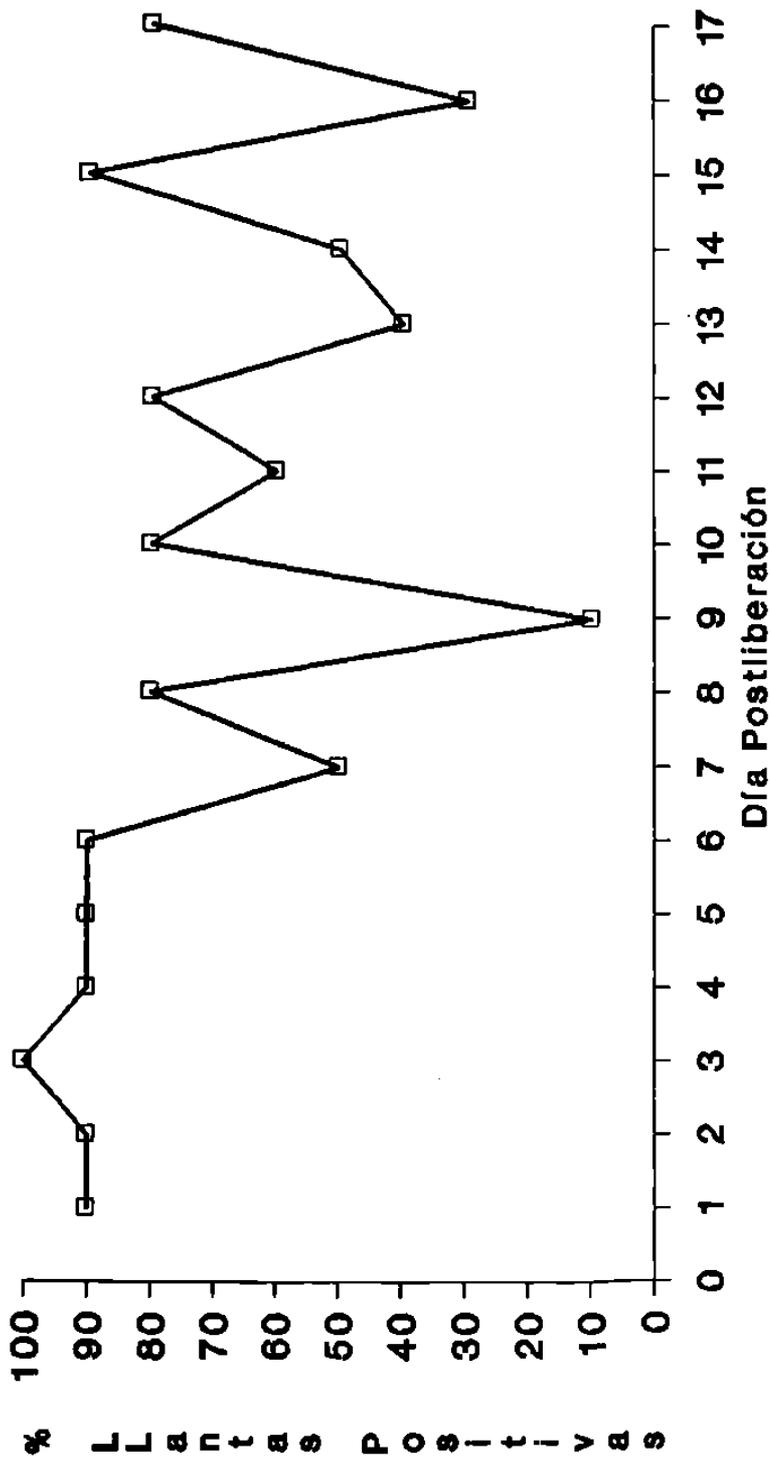


Figura 20. Porcentajes de lant as positivas durante un período de 17 días postliberación ( 27 May-10 Jun, 91 ) de 80 hembras de *T. theobaldi*.

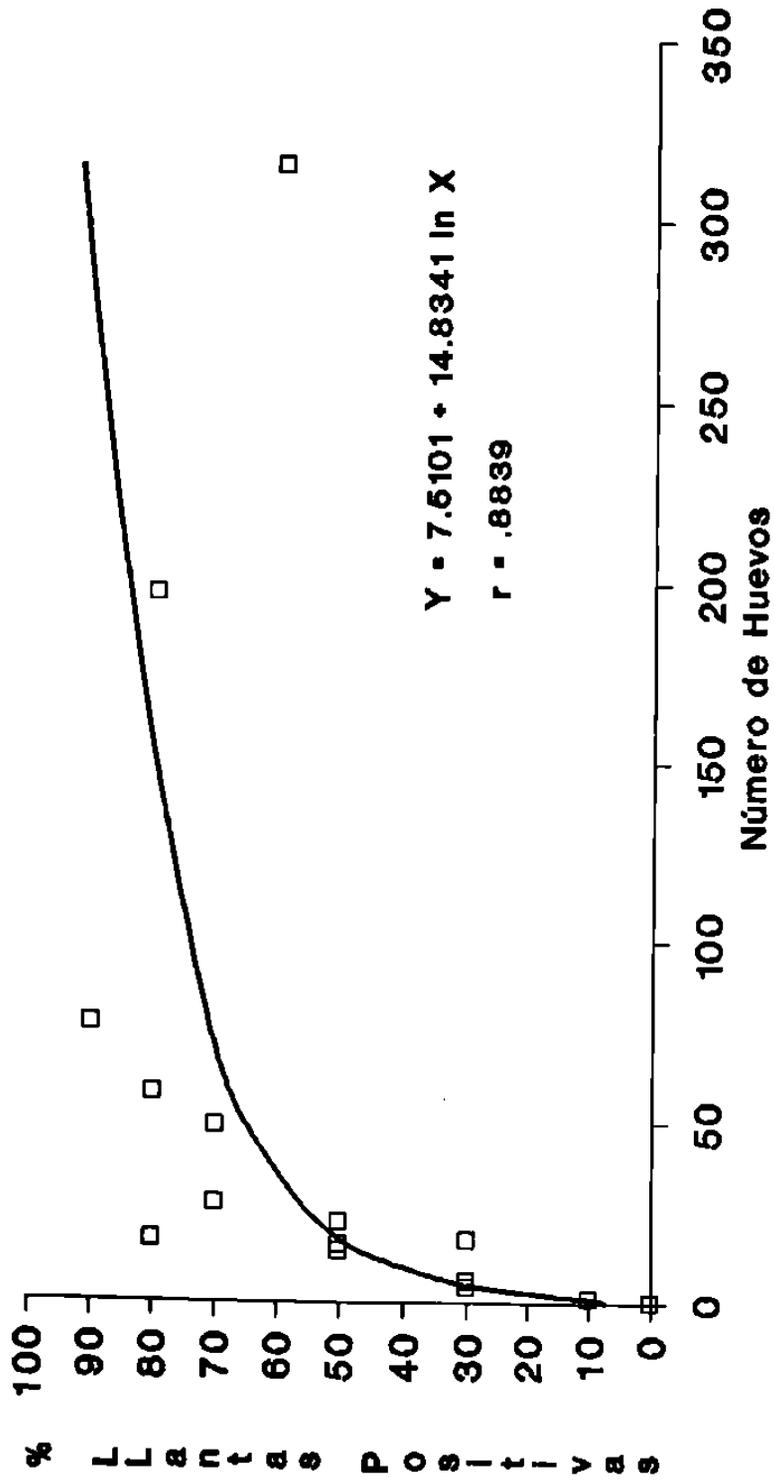


Figura 21. Relación entre el porcentaje de llantas positivas y el número de huevos puestos durante 17 días postliberación (20 Jul-5 Ago 90) de 20 hembras de *T. theobaldi*. Se incluye ajuste a regresión logarítmica.

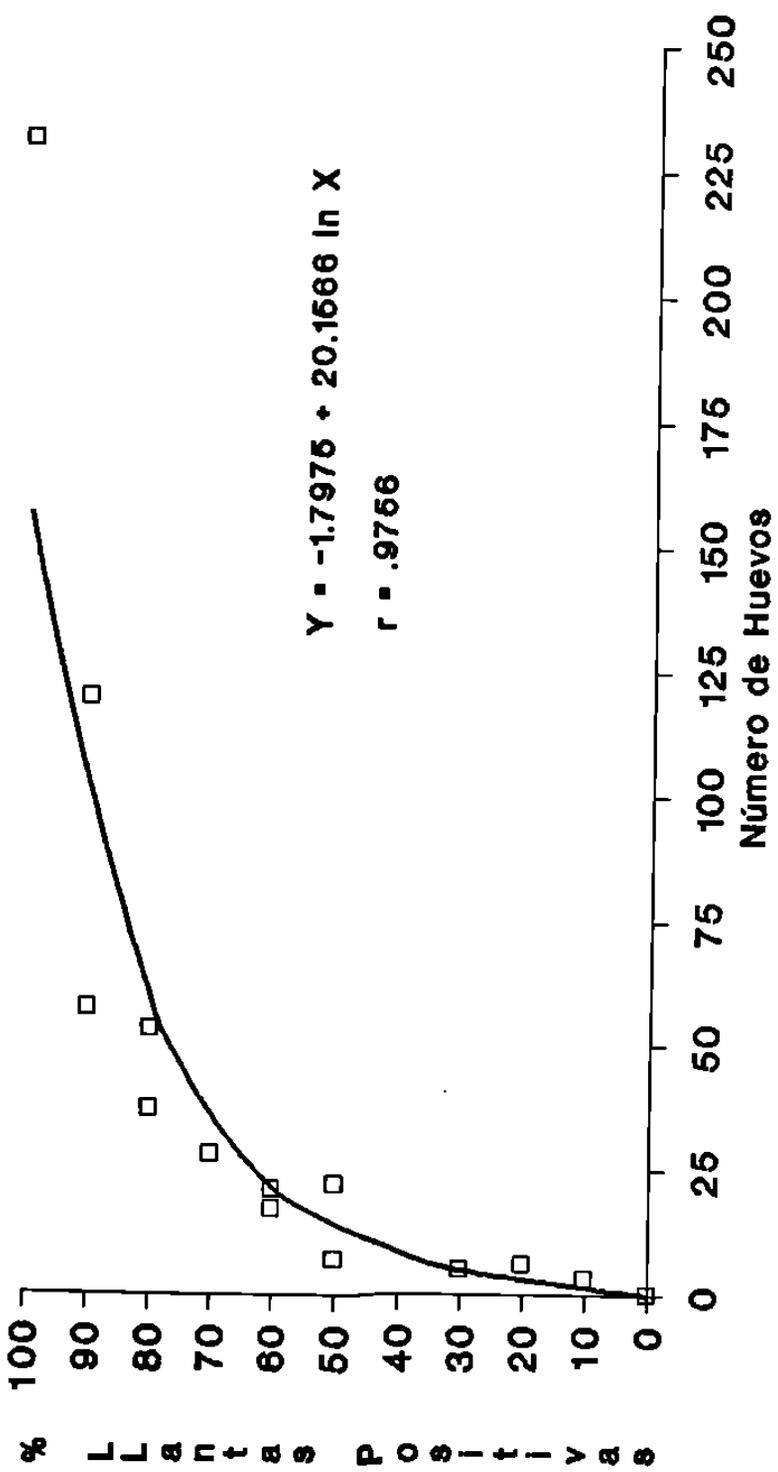


Figura 22. Relación entre el porcentaje de llantas positivas y el número de huevos puestos durante 17 días postliberación ( 1-17 Sept, 90) de 20 hembras de *T. theobaldi*. Se incluye ajuste a regresión logarítmica.

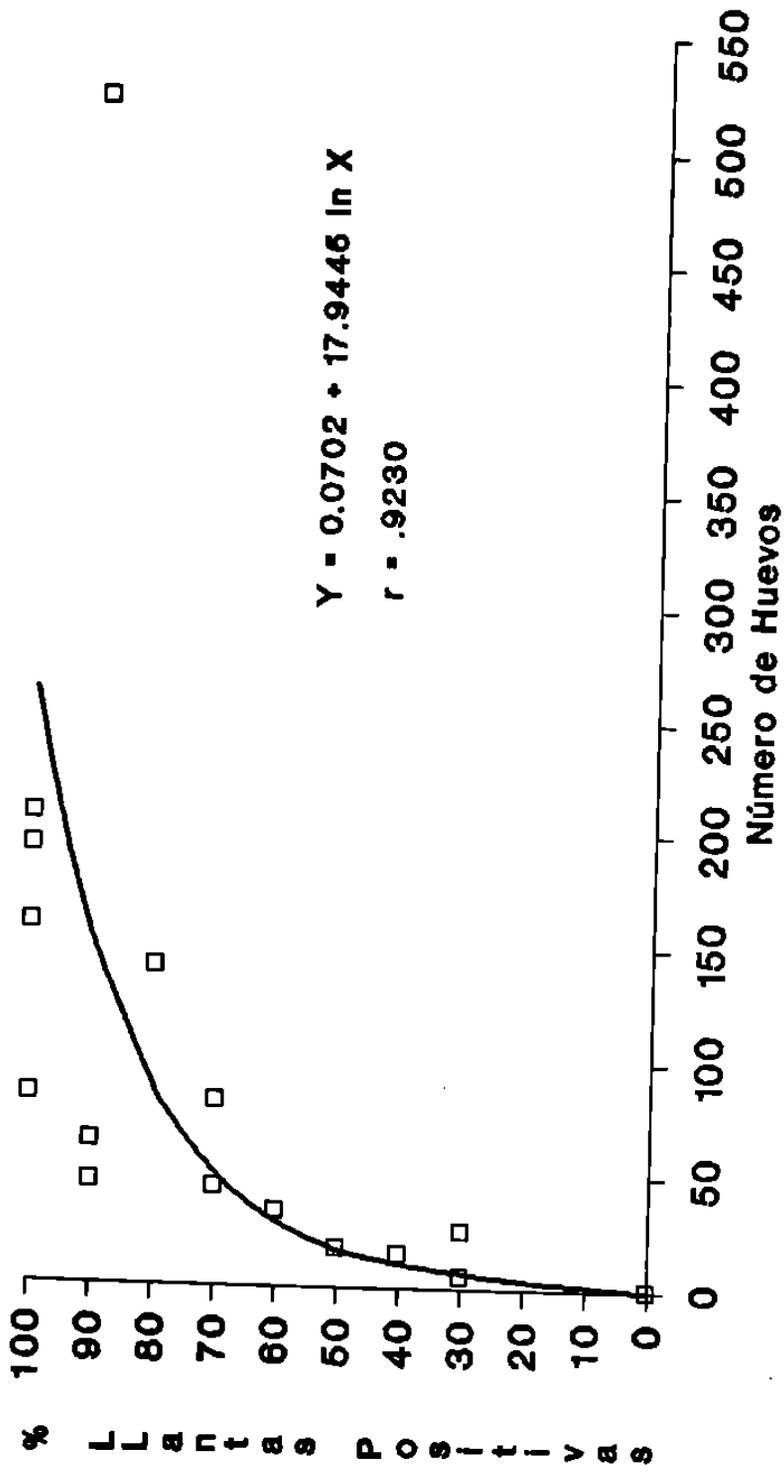


Figura 23. Relación entre el porcentaje de llantas positivas y el número de huevos puestos durante 17 días postliberación (24 May-9 Jun, 90) de 40 hembras de *T. theobaldi*. Se incluye ajuste a ecuación logarítmica.

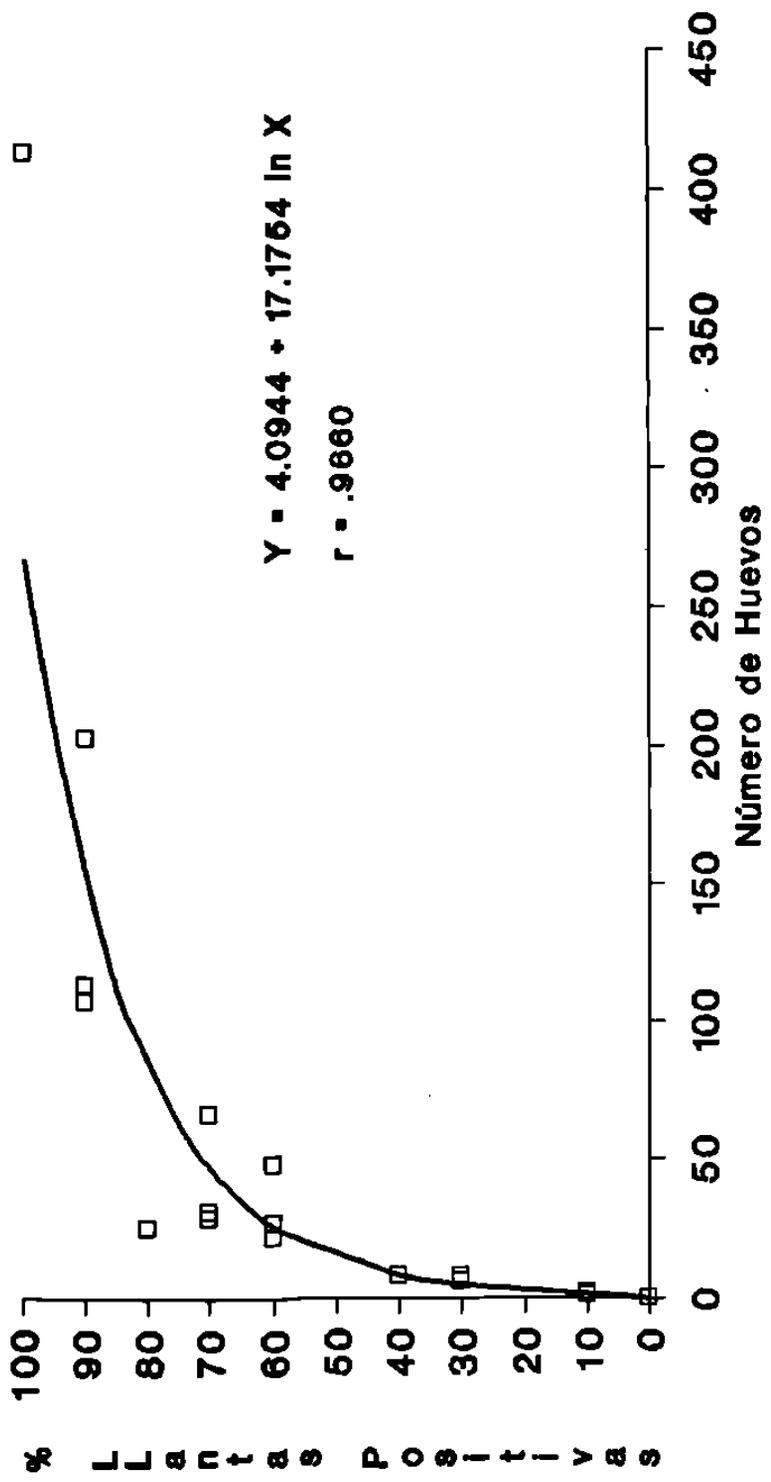


Figura 24. Relación entre el porcentaje de llantas positivas y el número de huevos puestos durante 17 días postliberación (24 Abril-10 May, 91) de 40 hembras de *T. theobaldi*. Se incluye ajuste a regresión logarítmica.

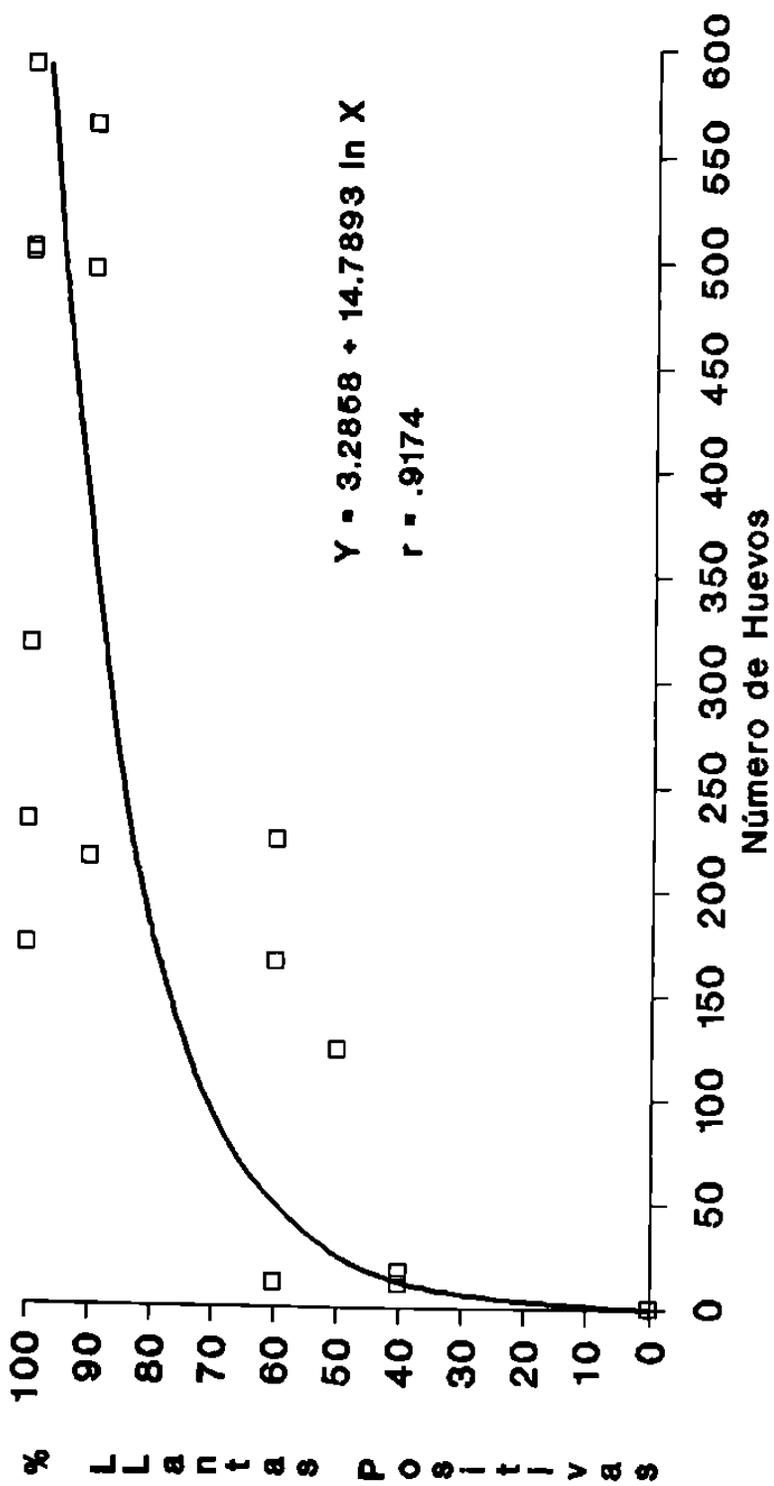


Figura 25. Relación entre el porcentaje de llantas positivas y el número de huevos puestos durante 17 días postliberación (25 Oct-10 Nov, 90) de 80 hembras de *T. theobaldi*. Se incluye ajuste a regresión logarítmica.

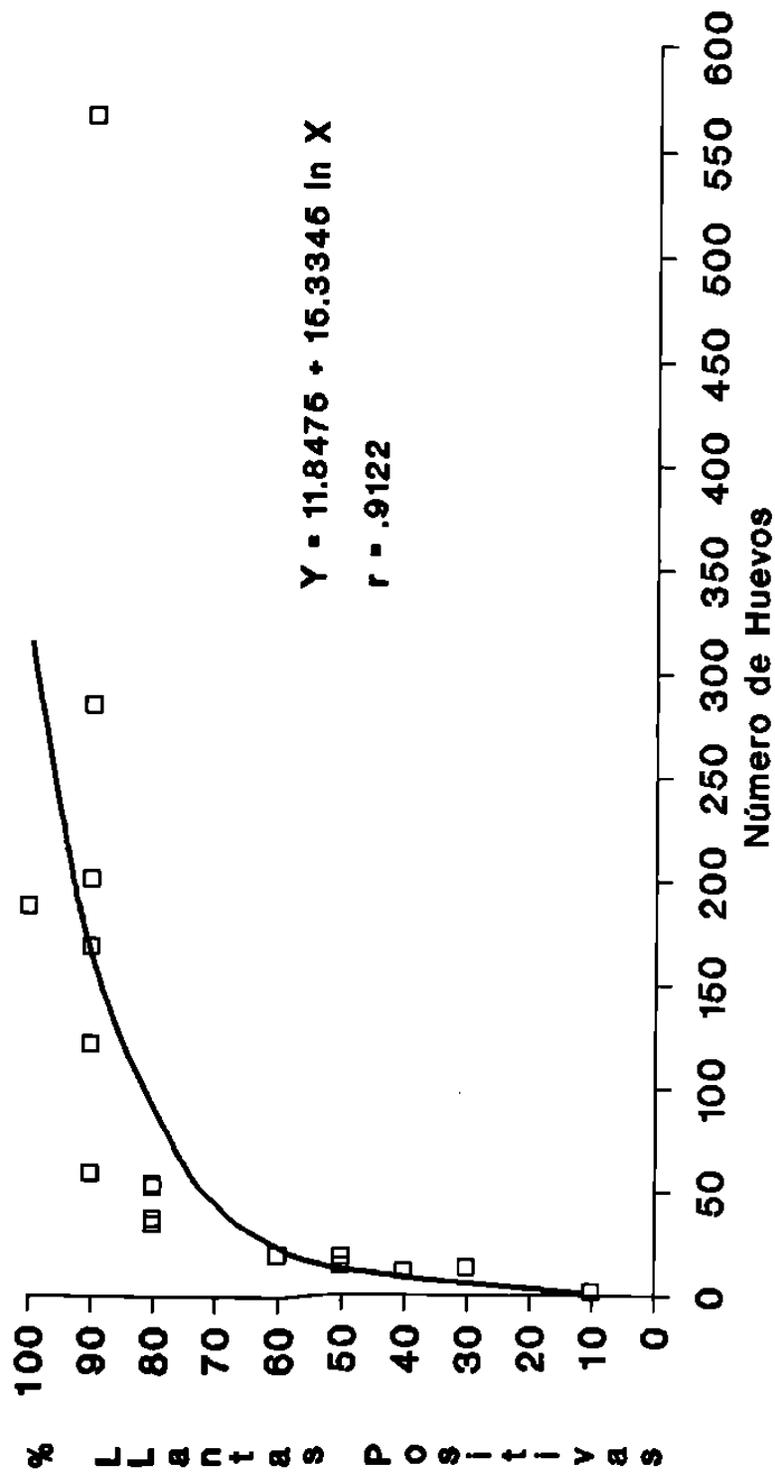


Figura 26. Relación entre el porcentaje de llantas positivas y el número de huevos puestos durante 17 días postliberación (27 May-10 Jun, 91) de 80 hembras de *T. theobaldi*. Se incluye ajuste a regresión logarítmica.

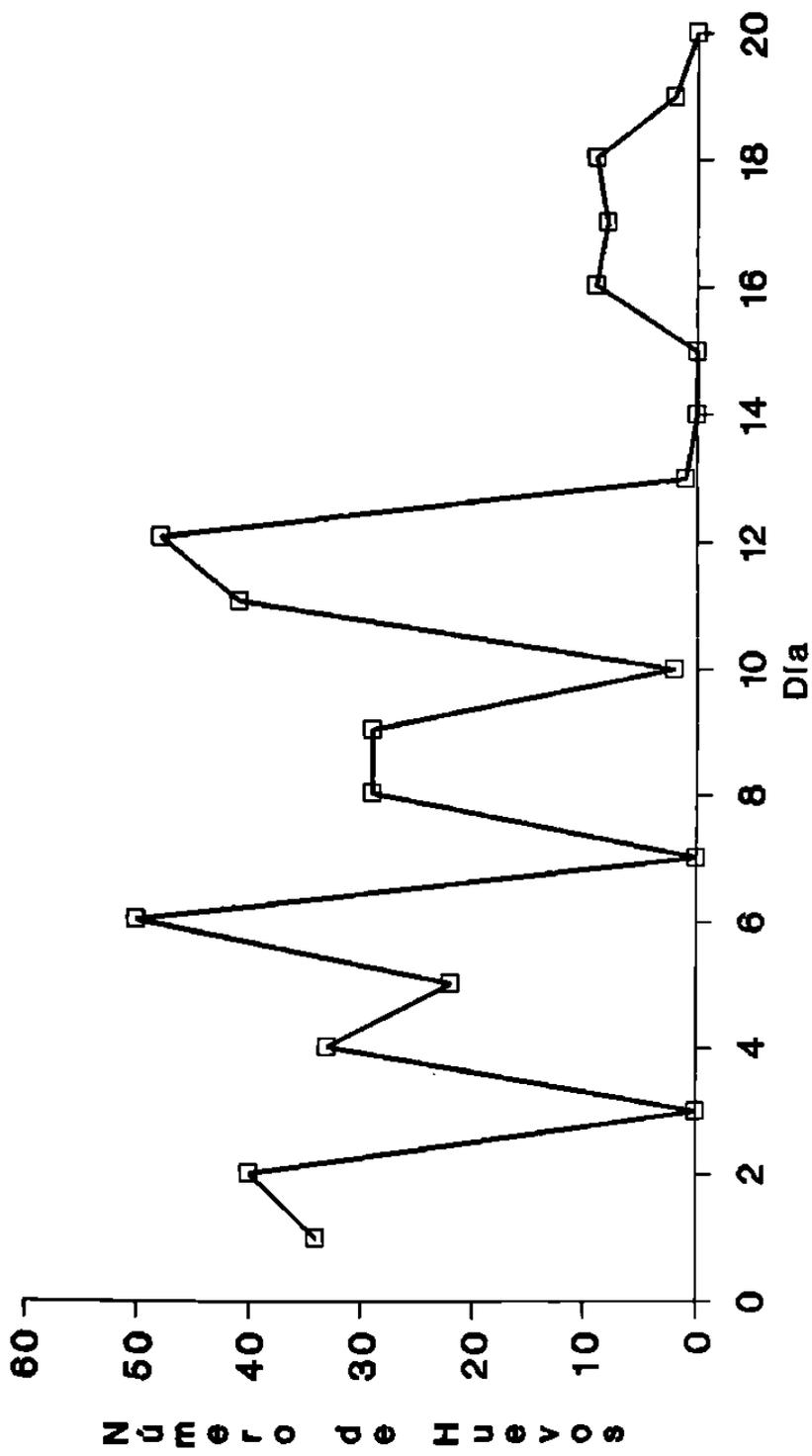


Figura 27. Número diario de huevos puestos por *T. theobaldi* durante un período de muestreo adicional ( 11-30 Ago, 91 ).

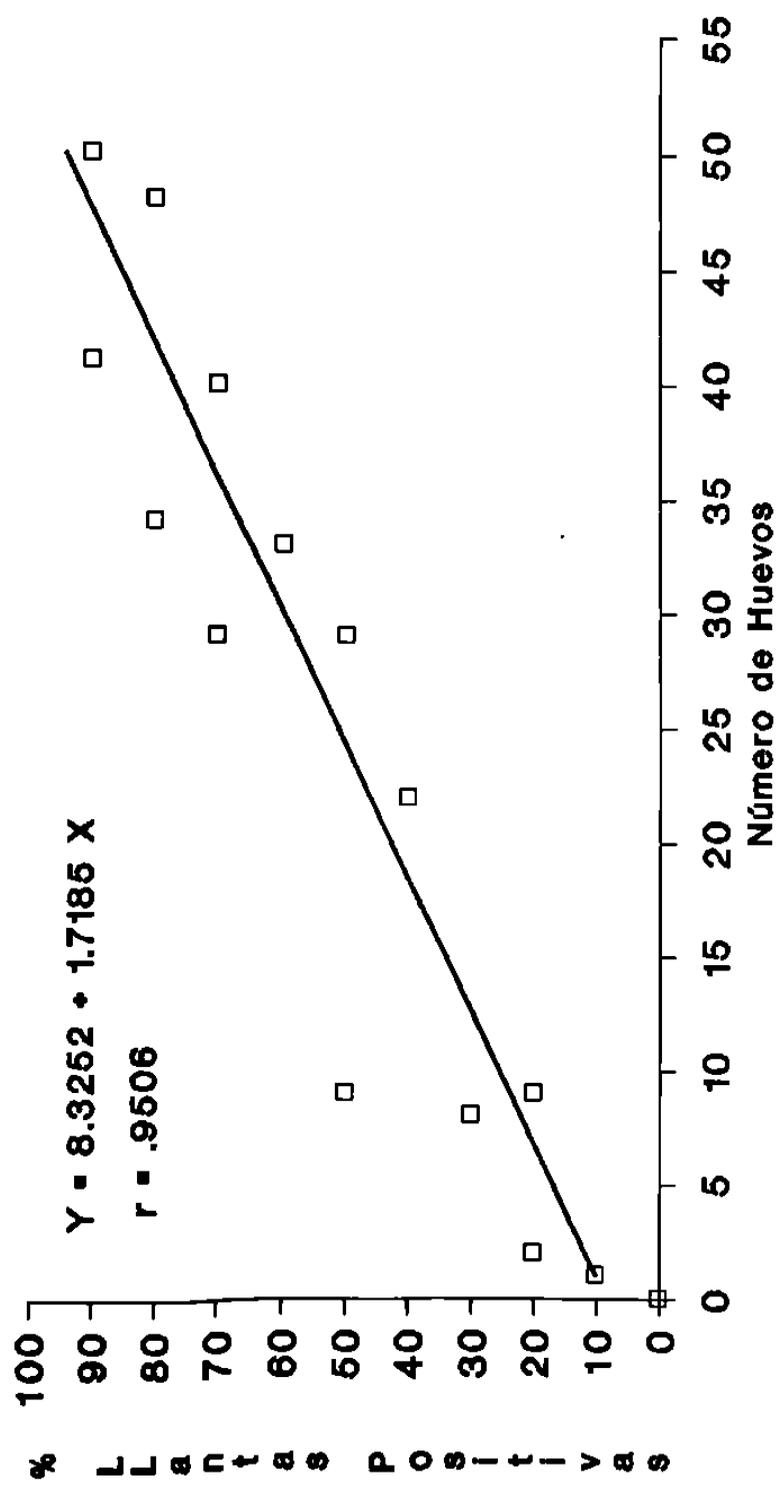


Figura 28. Relación entre el porcentaje de llantas positivas y el número de huevos puestos por *T. theobaldi* durante un período de muestreo adicional ( 11-30 Ago, 91 ).

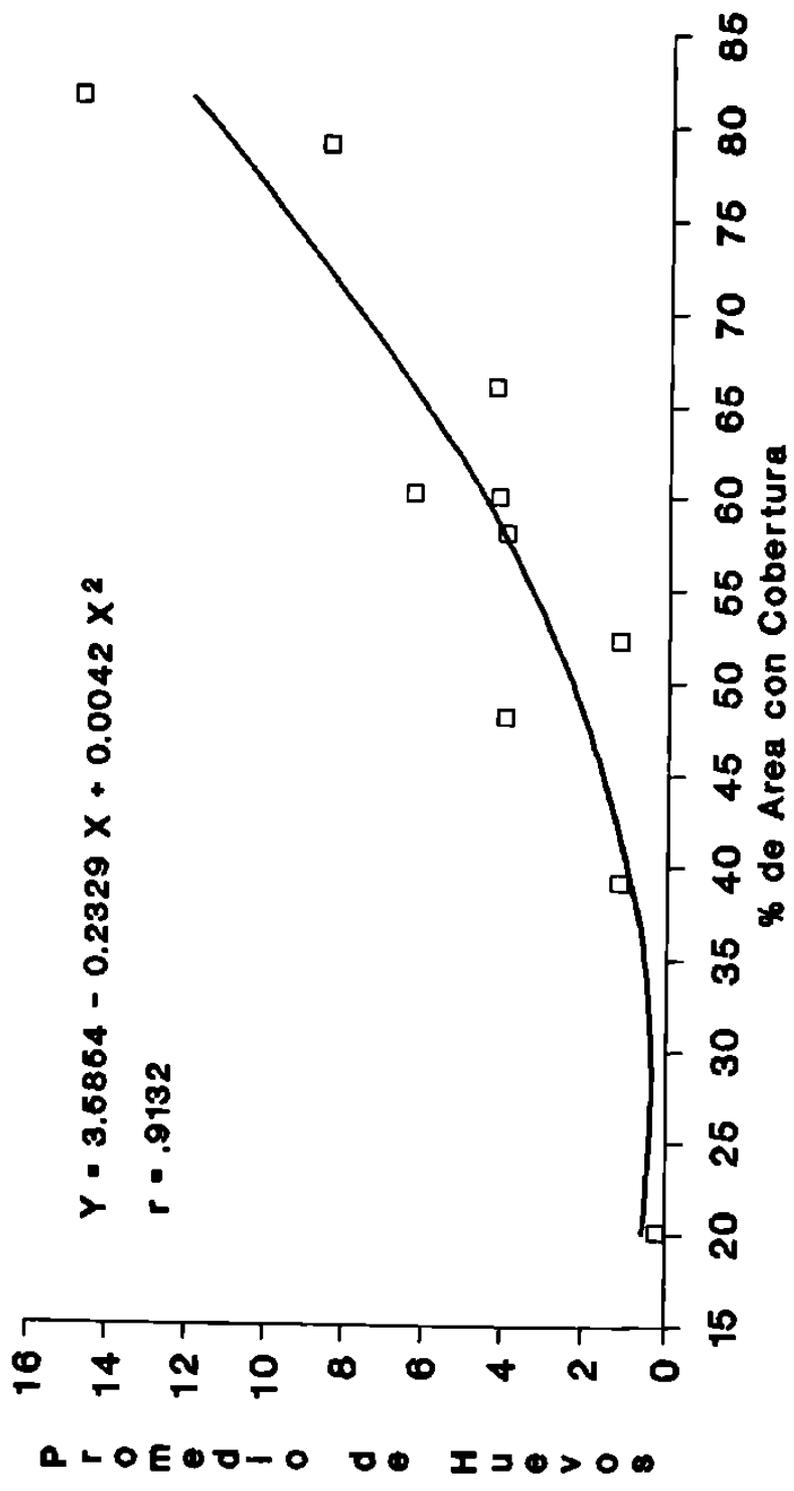
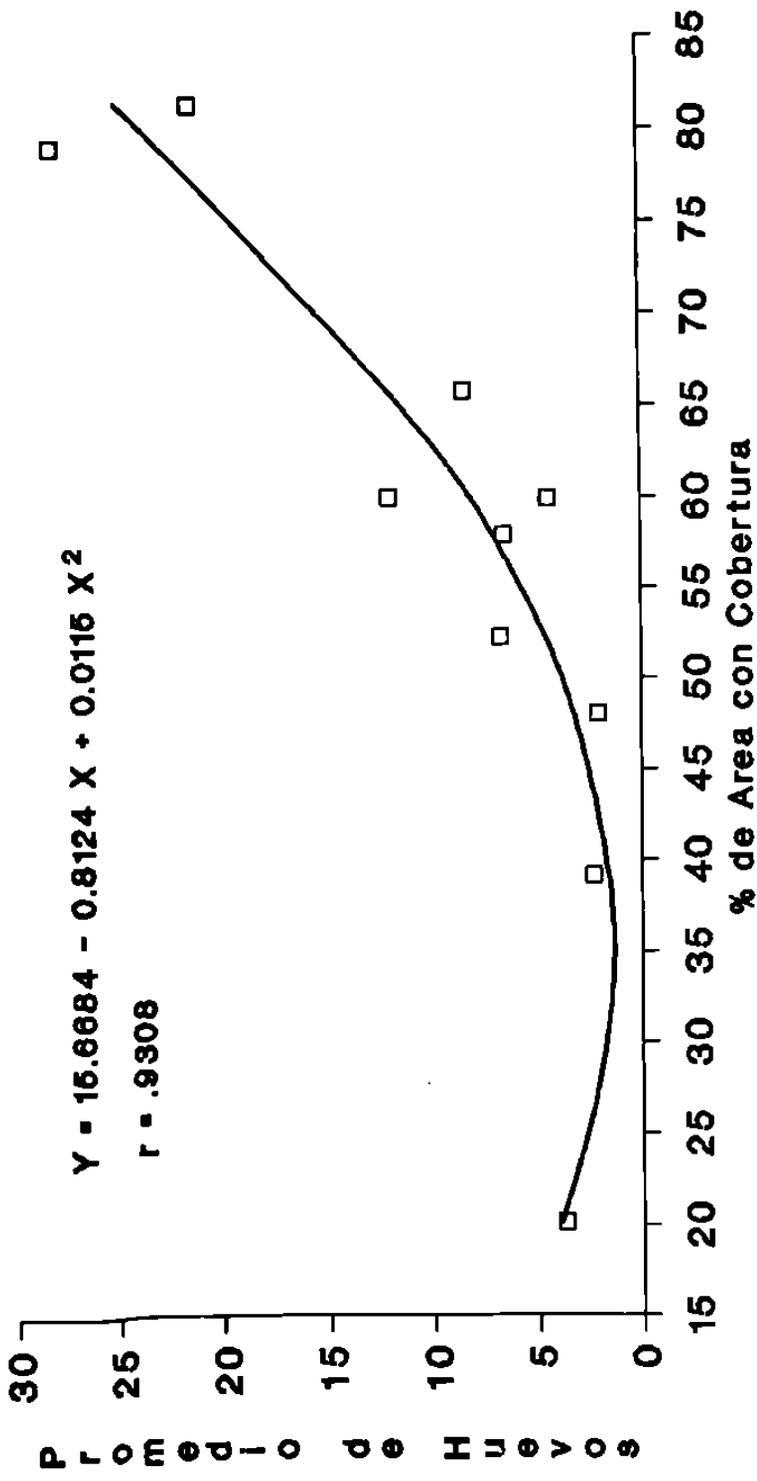
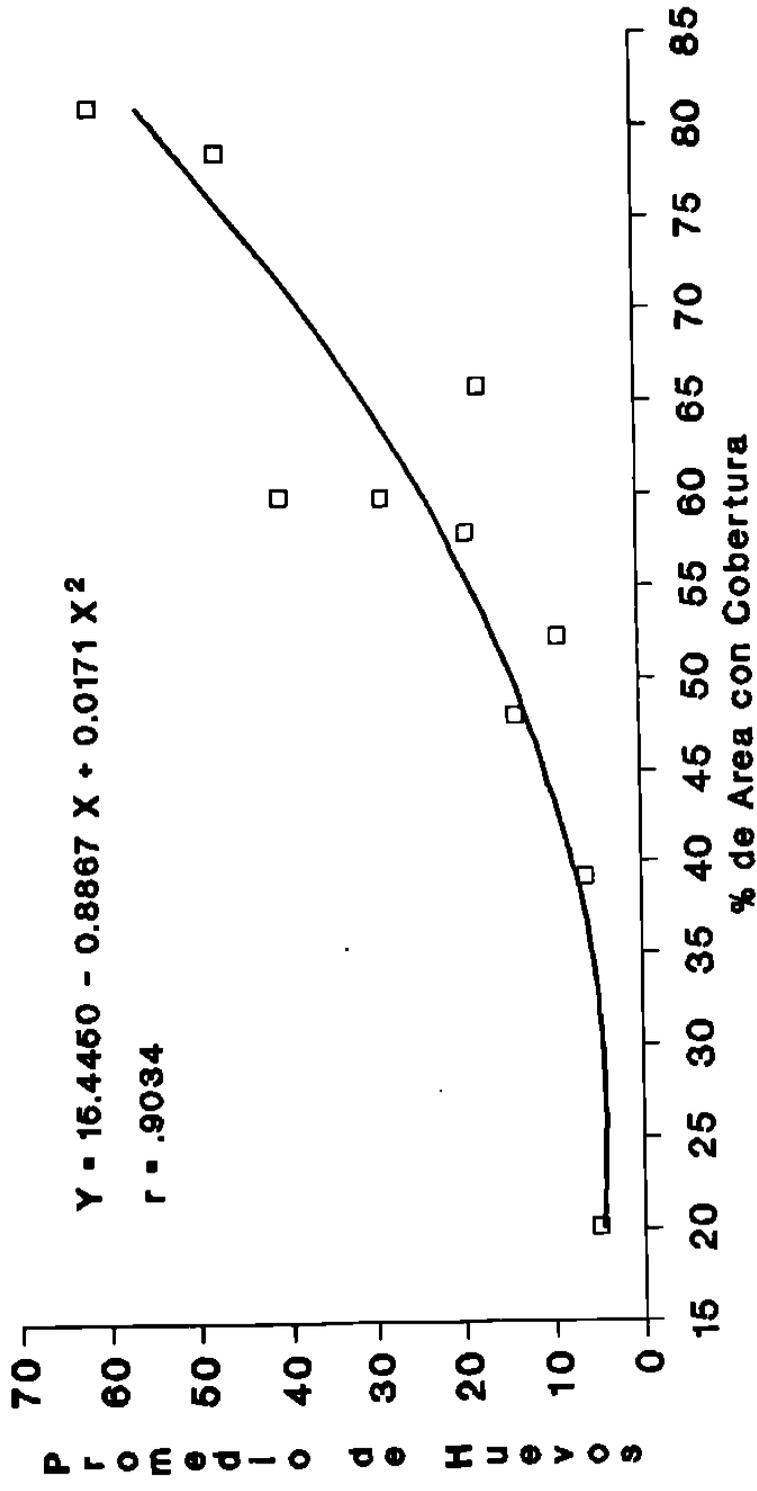


Figura 29. Relación entre el promedio de huevos puestos por llanta y el porcentaje de área con cobertura arbórea (según criterio establecido), para una liberación de 20 hembras de *T. theobaldi* y un período de 17 días (20 Jul-5 Ago, 90). Se incluye ajuste a ecuación cuadrática.



**Figura 30. Relación entre el promedio de huevos puestos por llanta y el porcentaje de área con cobertura arbórea (según criterio establecido), para una liberación de 40 hembras de *T. theobaldi* y un período de 17 días (24 May-9 Jun, 90). Se incluye ajuste a ecuación cuadrática.**



**Figura 31. Relación entre el promedio de huevos puestos por llanta y el porcentaje de área con cobertura arbórea (según criterio establecido), para una liberación de 80 hembras de *T. theobaldi* y un período de 17 días (25 Oct-10 Nov, 90). Se incluye ajuste a ecuación cuadrática.**

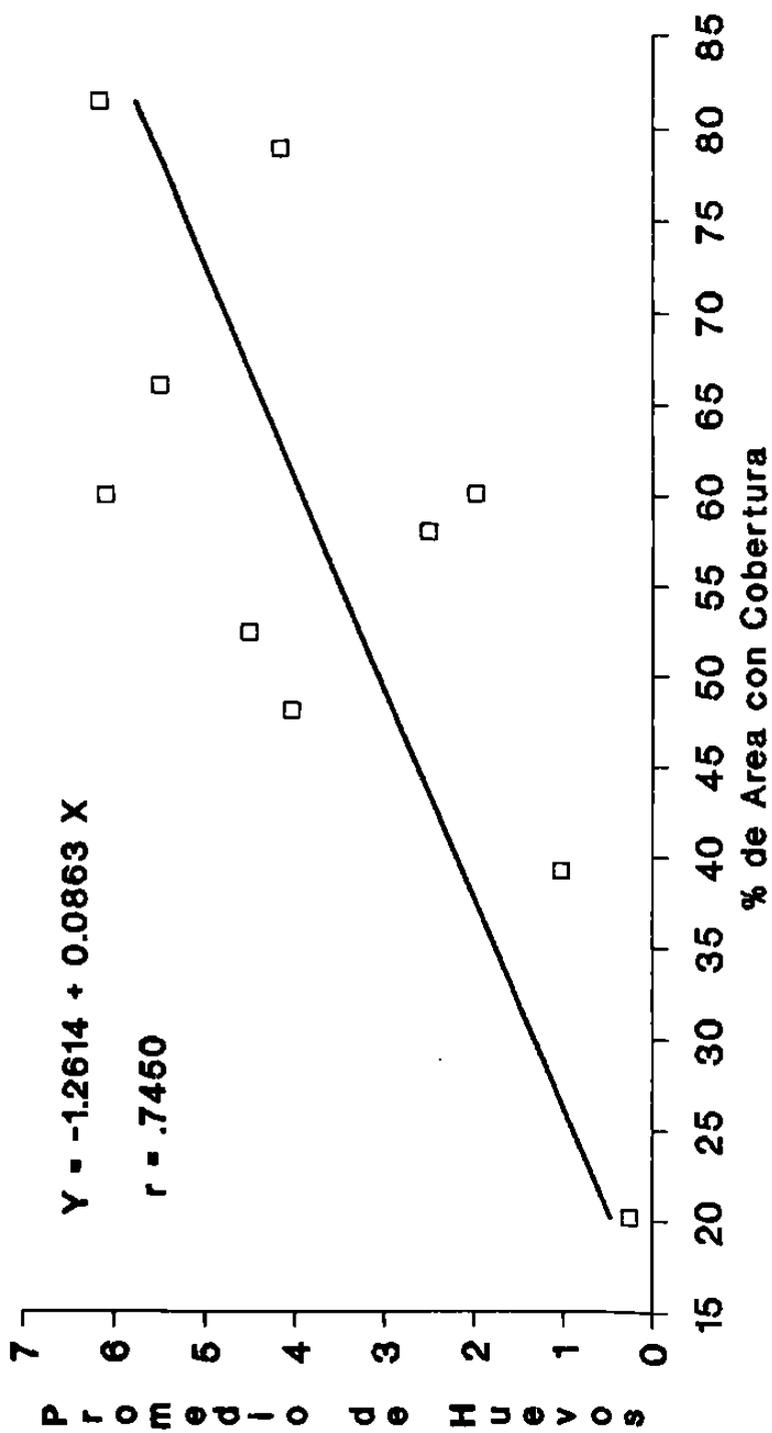
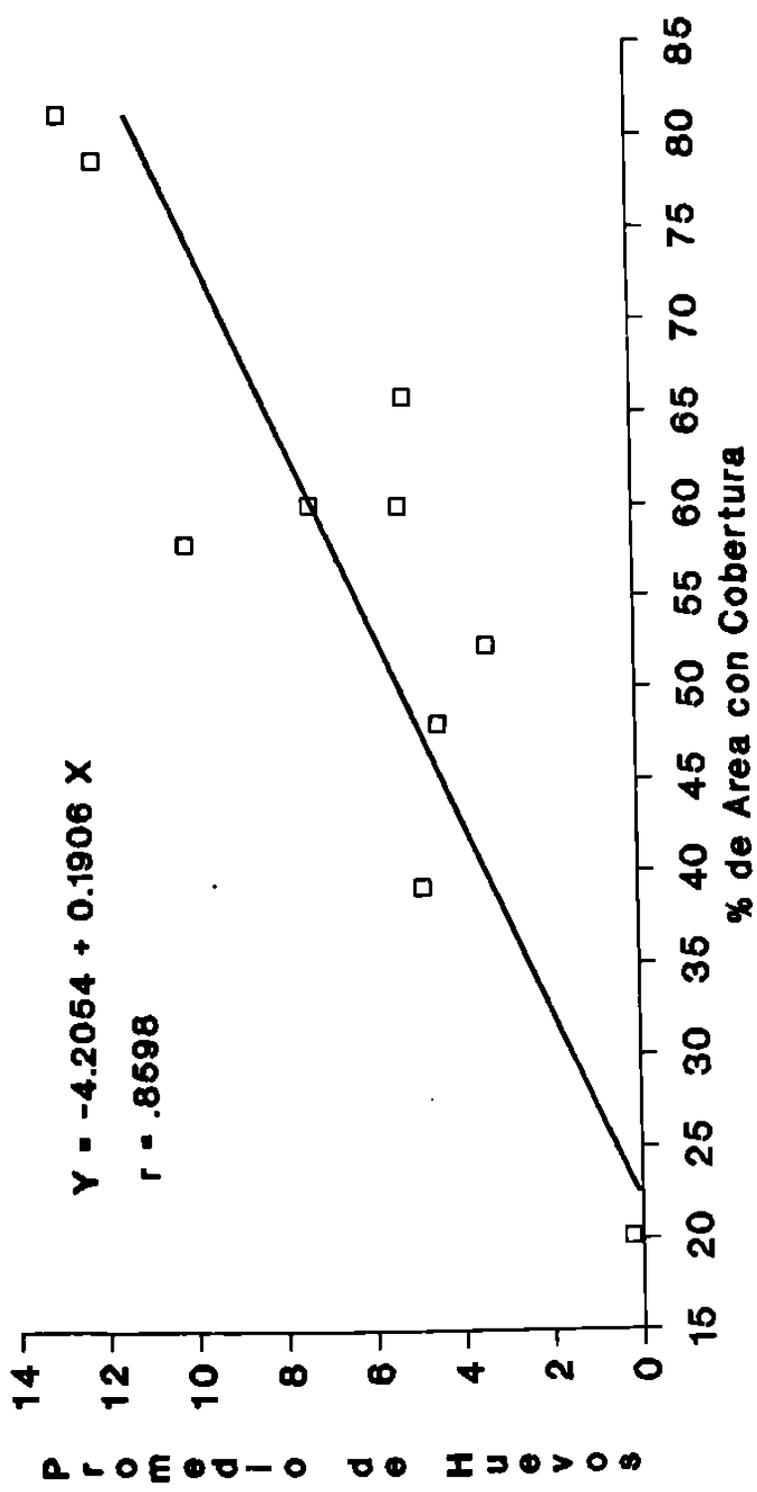
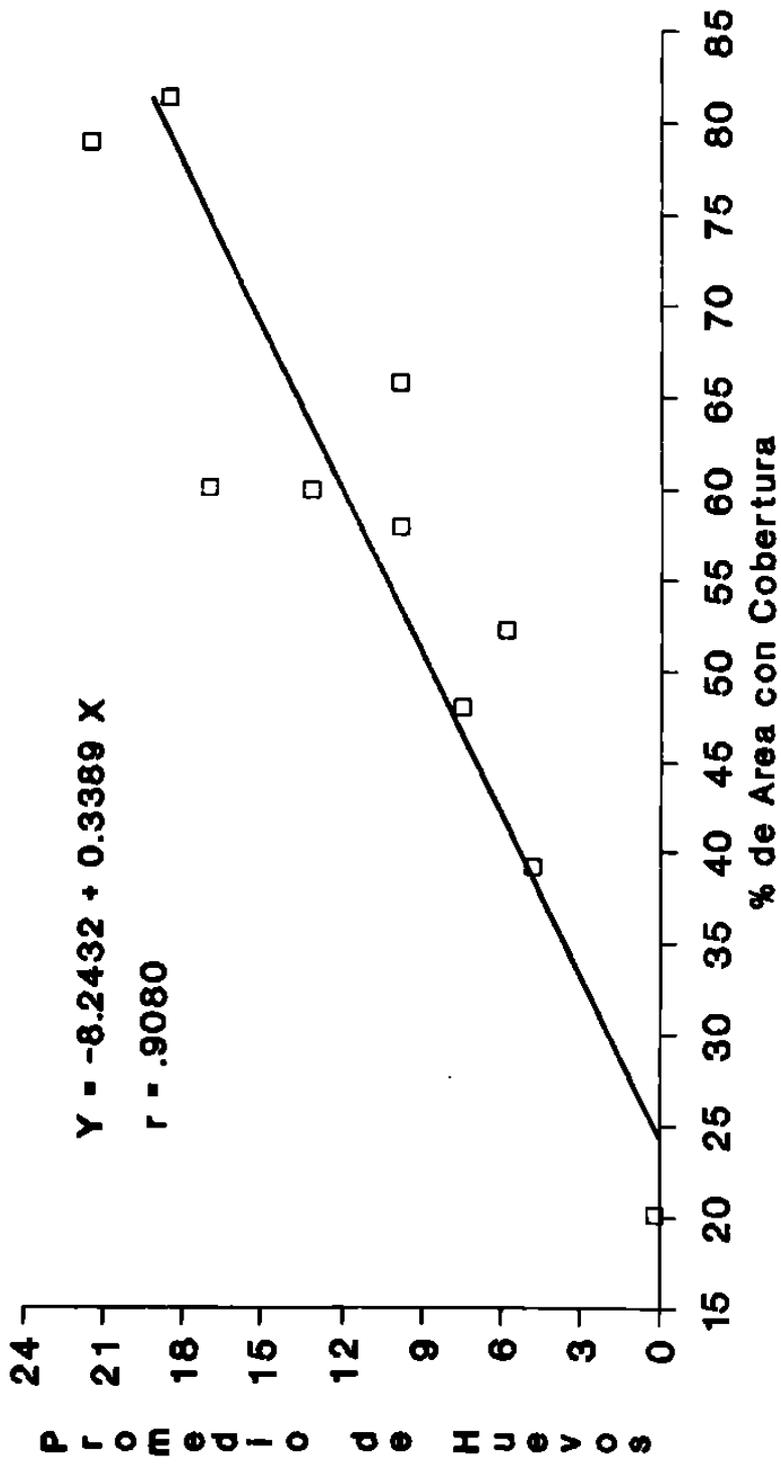


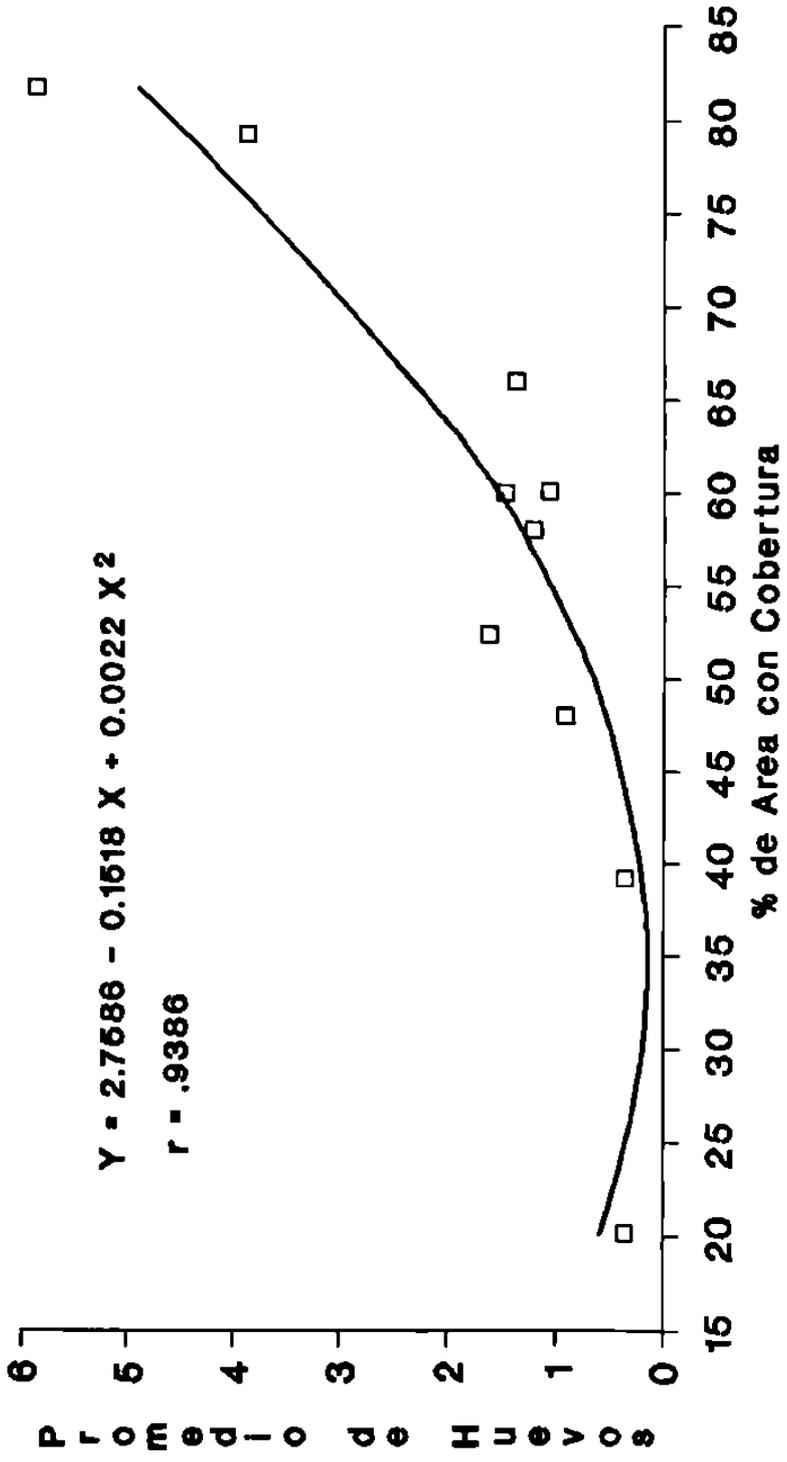
Figura 32. Relación entre el promedio de huevos puestos por llanta y el porcentaje de área con cobertura arbórea (según criterio establecido), para una liberación de 20 hembras de *T. theobaldi* y un periodo de 17 días (1-17 Sept, 90).



**Figura 33. Relación entre el promedio de huevos puestos por llanta y el porcentaje de área con cobertura arbórea (según criterio establecido), para una liberación de 40 hembras de *T. theobaldi* y un período de 17 días (24 Abril-10 May, 91).**



**Figura 34.** Relación entre el promedio de huevos puestos por lanta y el porcentaje de área con cobertura arbórea (según criterio establecido), para una liberación de 80 hembras de *T. theobaldi* y un período de 17 días (27 May-12 Jun, 91).



**Figura 35. Relación entre el promedio de huevos de *T. theobaldi* por llanta y el porcentaje de área con cobertura arbórea (según criterio establecido) durante 20 días de muestreo adicional (11-30 Ago, 91). Se incluye ajuste a ecuación cuadrática.**

